

*Konzeption eines „smarten“  
betrieblichen Flächenmanage-  
mentsystems für den kleineren  
Nicht-Staatswald*

*Dissertation*

*zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. forest)*

der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie

der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von

**Ferdinand Graf von Plettenberg-Lenhausen**

**geboren am 22.01.1992 in Lauterbach**

**Göttingen, im April 2022**

1. Gutachter: Prof. Dr. Bernhard Möhring  
Abteilung Forstökonomie
2. Gutachter: Prof. Dr. Carola Paul  
Abteilung Forstökonomie und nachhaltige Landnutzungsplanung

Tag der mündlichen Prüfung: 14.07.2022

## Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsverbundprojektes „Rahmenkonzept Forsteinrichtung – Integriertes forstliches Informationssystem für den kleinparzellierten Nicht-Staatswald (INKA)“. Dieses wurde durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) gefördert. In diesem Sinne gilt dem BMEL für die finanzielle Unterstützung mein besonderer Dank. Ebenso möchte ich mich bei allen Projektbeteiligten für den fachlichen Austausch und die Eröffnung neuer Perspektiven bedanken.

Mein herzlicher Dank gilt insbesondere meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Bernhard Möhring. Sie haben mir einen großen Vertrauensvorschuss gegeben und mich mit Hilfe der Kombination aus Forstpraxis, Wissenschaft und Humor unermüdlich mit neuen Gedanken und Hinweisen ans Ziel geführt. Unvergessen bleiben dabei die langen und intensiven Gespräche zu fachübergreifenden Themen aber auch privaten Aspekten. Ebenso gilt mein Dank Frau Prof. Dr. Carola Paul. Du hast mich stets mit Deiner Herzlichkeit und Deinem hohen wissenschaftlichen Ansporn zielorientiert angetrieben. Auch möchte ich Herrn Prof. Dr. Dirk Jaeger für die Betreuung meines wissenschaftlichen Werdegangs und die arbeitswissenschaftlichen Denkanstöße danken.

Darüber hinaus bin ich meinen Kollegen an der Abteilung Forstökonomie zu Dank verpflichtet. Ich erinnere mich gerne an die Zeit mit Euch zurück. Dabei nehmen sowohl die fachlichen als auch insbesondere die persönlichen Gespräche einen großen Teil ein.

Final gilt der größte Dank meiner Familie und meiner lieben Frau Louisa. Ihr habt mir stets den Rücken gestärkt und dabei nicht nur eine gelungene Verbindung familiärer Aspekte und forstfachlicher Themen geschaffen, sondern diese auch weiter gefestigt.

Ohne Dich, liebe Louisa, wäre die vorliegende Arbeit weder angefangen noch fertig gestellt worden. Du hast mich stets bestärkt, meine wissenschaftliche Ausbildung zu intensivieren. Dank Dir konnte ich mich nicht nur auf die Anfertigung der Doktorarbeit konzentrieren, sondern habe zudem einen wahren Fels in der Brandung gehabt. Dein unermüdliches „Wir schaffen das gemeinsam!“, Deine absolut positive Grundeinstellung und Deine bedingungslose Unterstützung lassen mich wissen, dass wir auch alle bevorstehenden Herausforderungen zusammen meistern werden. Ich freue mich sehr auf unsere gemeinsame Zukunft.

## Kurzfassung

Forstwirtschaftliche Flächen des Privatwaldes werden v.a. einkommenssteuerrechtlich dem Betriebsvermögen beigegeben. Demnach reicht forstliches Eigentum u.a. unabhängig von Bewirtschaftungsmaßnahmen für die Annahme einer betrieblichen Tätigkeit aus. Jedoch wird entsprechendes Handeln gerade im Privatwald seitens der Eigentümer i.d.R. bereits durch den Wunsch nachhaltiger und erfolgreicher Bewirtschaftung eigener Flächen anvisiert. Neben der hier waldberechtlich verlangten ordnungsgemäßen Forstwirtschaft erfordert erfolgreiches Wirtschaften ein ständiges Abwägen, Bewerten und Vergleichen. Im Bereich der Zielgruppe von Nicht-Staatswaldbetrieben kleiner 500 ha Forstbetriebsgröße stehen diesen Merkmalen allerdings u.a. klimatische Herausforderungen, komplexe organisatorische Strukturen und kartellrechtlich bedingte Umbrüche entgegen. Insbesondere die aus Letzterem resultierenden Verschiebungen forstfachlicher Betreuung erfordern eine qualifizierte Darstellung forstbetrieblicher Daten entlang grundlegender betriebswirtschaftlicher Aspekte von Inventur, Planung und Kontrolle.

Doch hier mangelt es der Zielgruppe an günstigen und modernen Lösungen. Um diese Lücke konzeptionell zu schließen, kommt in dieser Arbeit ein breiter Methodenpluralismus zum Einsatz. So erfolgt zunächst die Herausstellung institutioneller Rahmenbedingungen mit Hilfe einer Literaturrecherche. Darauf baut die beispielhafte Untersuchung bestehender Lösungen des Flächenmanagements der europäischen Agrar- und Forstwirtschaft auf. In diesem Zuge findet sich in dem britischen „myForest - woodland manager“ eine kostengünstige und einfach strukturierte Webportallösung, welche einer deutschen Lösung als Blaupause dienen kann. Mit „Log-Buch“ findet sich wiederum aufgrund sprach- und GNSS-gestützter Dateneingabe und -verwaltungsoptionen eine neuartige Lösung der Geometrieerfassung und -attributierung. Diesem Ansatz folgt die Dokumentenanalyse hinsichtlich der Ausweisung forstlicher Geometrien. Gleichsam dient diese Methodik der Ermittlung von Parametern entsprechender Attributierung dieser Flächen. Dabei zeigt sich sowohl hinsichtlich der Flächengliederung und Waldeinteilung als auch der quantitativen Bestandesbeschreibung ein heterogenes Bild. Demnach existieren innerhalb Deutschlands merkbare Unterschiede v.a. hinsichtlich der Waldeinteilungsstruktur, aber ebenso bezüglich der Inventur-, Planungs- und Dokumentationsparameter. Basierend auf den Erkenntnissen der exemplarischen Untersuchung von Flächenmanagementinstrumenten und der Dokumentenanalyse werden mit Hilfe leitfadengestützter Experteninterviews der Status quo und zukünftige Perspektiven des Flächenmanagements seitens der Zielgruppe eruiert. Hier zeigt sich u.a. eine hohe Bereitschaft zur Dokumentation des Maßnahmenvollzugs, wenn diese entlang weniger, aber relevanter Merkmale und technisch adäquat unterstützt werde. Zudem besteht der Wunsch nach digitalen und mobilen Lösungen, welche zudem den medienbruchfreien Kontakt zu Dritten wie z.B. der Forstbetriebsgemeinschaft (FBG) ermöglichen. Seitens der FBG liegt wiederum ein Bedarf der Zuordnung von Kataster- und Naturaldaten vor.

Diese Erkenntnisse münden in der modellhaften Konzeptionsentwicklung und exemplarischen Erprobung dieser. Mit Hilfe eines solchen Modells ist es forstlichen Akteuren konzeptionell möglich, Forstbetriebsflächen digital abzugrenzen und einzuteilen. Darüber hinaus können sie eigenständig Bestandesbeschreibungen vornehmen und die zugehörigen Daten aggregieren. Neben der technischen und kartographischen Verbindung von Sach- und Geodaten ist hier die eigentümerbezogene Verwaltung von Flurstücksdaten und flächenbezogene Planung und Dokumentation des Naturalvollzugs möglich. Somit findet sich mit der vorliegenden Konzeption ein wertvoller Beitrag hinsichtlich der Rationalisierung betriebswirtschaftlicher Prozesse von Inventur, Planung und Kontrolle. Dies gilt gerade auch angesichts der Option des betriebsübergreifenden Flächenmanagements kleiner und mittlerer Nicht-Staatsforstbetriebe.

## Abstract

Forestry land of private ownership is mainly classified as business assets for income tax purposes. Accordingly, forest ownership is sufficient for the assumption of a business activity, regardless of management measures. However, in private forests in particular, owners are already aiming for sustainable and successful management of their own land. In addition to the proper forest management required by forest law, successful management requires constant consideration, evaluation and comparison. In the target group of non-state forest enterprises with less than 500 ha, however, these characteristics are countered by climatic challenges, complex organisational structures and upheavals caused by cartel law. In particular, the shifts in forestry support resulting from the latter require a qualified presentation of forestry data along basic economical management aspects of inventory, planning and control.

But here the target group lacks affordable and modern solutions. In order to approach this gap conceptually, a broad pluralism of methods is used. First, the institutional framework conditions are identified with the help of a literature review. This forms the basis for an exemplary investigation of existing solutions for land management in European agriculture and forestry. During this, the British "myForest - woodland manager" offers an inexpensive and simply structured web portal solution that can serve as a blueprint for a German solution. "LogBuch", on the other hand, is a novel solution for geometry recording and attribution based on language and GNSS-supported data input and management options. This approach is followed by the document analysis regarding the classification of forest geometries. At the same time, this methodology serves to determine parameters for the corresponding attribution of these areas. A heterogeneous picture emerges both in terms of land division and forest classification as well as quantitative stand description. According to this, there are noticeable differences within Germany, especially regarding the forest division structure, but also in terms of the inventory, planning and documentation parameters. Based on the findings of the exemplary study of land management instruments and the document analysis, the status quo and future perspectives of land management on the part of the target group are elicited with the help of guideline-supported expert interviews. Among other things, this shows a high willingness to document the execution of measures, if this is supported adequately along a few, but relevant characteristics and technically. In addition, there is a desire for digital and mobile solutions that also enable contact with third parties such as the forestry association (FBG) without media discontinuity. On the part of the FBG, there is a need for the allocation of cadastral and natural data.

These results lead to the development of a model concept and its exemplary testing. With the help of such a model, it is conceptually possible for forestry stakeholders to digitally delineate and classify forest enterprise areas. In addition, they can independently describe stands and aggregate the corresponding data. In addition to the technical and cartographic linking of geo-data and their attributes, the owner-related management of parcel data and area-related documentation of natural execution is possible here. Thus, the present concept is a valuable contribution to the rationalisation of management processes of inventory, planning and control. This is especially true in view of the option of cross-company land management for small and medium-sized non-state forest enterprises.

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
1. Einleitung .....	1
2. Institutioneller Rahmen nachhaltiger Betriebssteuerung .....	14
2.1. Einführung und Ziel .....	14
2.2. Material und Methoden.....	14
2.3. Zwischenergebnisse .....	16
2.3.1. Organisatorische Einordnung und Aspekte des forstlichen Rechnungswesens ....	16
2.3.2. Grundzüge des forstbetrieblichen Controllings .....	21
2.3.3. Aspekte systematischer Aufbereitung von Forstbetriebsdaten .....	24
2.4. Zwischenfazit.....	32
3. Ausgewählte digitale Instrumente des Flächenmanagements.....	34
3.1. Frei verfügbare, digitale räumliche Informationen.....	35
3.2. Lösungsansätze der Landwirtschaft.....	41
3.2.1. Grundsätzlicher Aufbau und Funktion einer Ackerschlagkartei .....	41
3.2.2. Darstellung innovativer Informationssysteme.....	43
3.2.3. Parzellenidentifizierung im Kontext institutioneller Rahmenbedingungen.....	45
3.2.4. Schlussfolgerungen .....	48
3.3. Forstwirtschaftliche Lösungsansätze in ausgewählten Regionen Europas.....	50
3.3.1. Großbritannien.....	50
3.3.1.1 Grundlagen.....	50
3.3.1.2 myForest – online tools and resources for woodland management.....	52
3.3.2. Schweden .....	59
3.3.3. Österreich.....	63
3.4. QGIS-Anwendungen im forstlichen Umfeld.....	67
3.5. LogBuch.....	73
3.6. Zusammenfassende Darstellung zentraler Merkmale.....	78
4. Flächenmanagement unter exemplarischer Verwendung von LogBuch.....	81
4.1. Einleitung und Zielsetzung .....	81
4.2. Material und Methoden.....	83
4.2.1. Grundlagen der Arbeit mit LogBuch.....	83
4.2.2. Suche und Dokumentation von Grenzverläufen.....	88

4.2.3.	Flächenaufmaß.....	89
4.3.	Untersuchungsergebnisse.....	89
4.3.1.	Suche und Dokumentation von Grenzverläufen.....	89
4.3.2.	Flächenaufmaß.....	92
4.4.	Zwischenfazit.....	95
4.4.1.	Suche und Dokumentation von Grenzverläufen.....	95
4.4.2.	Flächenaufmaß.....	97
4.4.3.	Gesamtbetrachtung des Systems „LogBuch“ .....	99
5.	Attributierung der forstlichen Bestandeseinheit.....	101
5.1.	Einführung und Ziel .....	101
5.2.	Material und Methoden.....	101
5.2.1.	Zuweisung räumlicher Geometrien.....	101
5.2.2.	Attributierung räumlicher Einheiten.....	101
5.3.	Zwischenergebnisse .....	102
5.3.1.	Zuweisung räumlicher Geometrien.....	102
5.3.2.	Attributierung räumlicher Einheiten.....	105
5.4.	Diskussion und Zwischenfazit.....	109
6.	Befragung zur Erfassung des Status quo und der Perspektiven eines Flächenmanagementsystems.....	112
6.1.	Material und Methoden.....	112
6.2.	Untersuchungsergebnisse.....	115
6.3.	Diskussion und Zwischenfazit.....	122
7.	Modellhafte Konzeptentwicklung und -erprobung anhand einer Fallstudie.....	127
7.1.	Einführung und Zielsetzung.....	127
7.2.	Wesentliche Erkenntnisse und Ableitungen .....	128
7.2.1.	Zentrale Bedeutung des Flurstücks.....	128
7.2.2.	Flächengliederung und Waldeinteilung .....	132
7.2.3.	Vorschlag zur Dokumentation des Maßnahmenvollzugs.....	139
7.3.	Das zur quantitativen Bestandesbeschreibung optimierte Bestandesblatt .....	143
7.4.	Konzeption einer Datenbank für das smarte Flächenmanagement .....	149
7.4.1.	Relationale und GIS-bezogene Datenbank auf betriebsübergreifender Ebene...	150
7.4.2.	Zwischenfazit.....	156
7.5.	Erprobung ausgewählter Merkmale im Rahmen einer Fallstudie .....	160
7.5.1.	Einführung und Ziel .....	160
7.5.2.	Material und Methoden.....	161
7.5.3.	Zwischenergebnisse .....	163

7.5.4. Zwischenfazit.....	168
8. Schlussdiskussion und Ausblick.....	173
Anhang .....	IX
Selbstständigkeitserklärung.....	XLIII
Rechtsquellenverzeichnis.....	XLIV
Literaturverzeichnis.....	XLVII
Lebenslauf.....	LXXIII

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Darstellung der Ableitung von Anforderungen an das Flächenmanagementsystem .....	7
Abbildung 2:	Auswahl der Elemente einer ereignisgesteuerten Prozesskette .....	11
Abbildung 3:	Schematische Darstellung eines ERM .....	12
Abbildung 4:	Organisationsmodell ausgewählter forstlicher Akteure und ihrer möglichen Interaktionen.....	18
Abbildung 5:	Schematische Darstellung des Controllingkreislaufes.....	24
Abbildung 6:	Schematischer Ablauf des kombinierten Einsatzes von QGIS und QField .....	71
Abbildung 7:	Schrotschussartige Abweichung des GNSS-Signals .....	75
Abbildung 8:	Abweichungen des extern verstärkten GNSS-Signals in Metern und unterschiedlich strukturierten Fichtenbeständen .....	76
Abbildung 9:	Entwicklung der Ortungsgenauigkeit in unterschiedlich strukturierten Fichtenbeständen.....	76
Abbildung 10:	Abweichungen des extern verstärkten GNSS-Signals in Metern und unterschiedlich strukturierten Buchenbeständen .....	77
Abbildung 11:	Entwicklung der Ortungsgenauigkeit in unterschiedlich strukturierten Buchenbeständen.....	77
Abbildung 12:	Im Gelände befindliche, historische Grenzsteine.....	81
Abbildung 13:	Sphärisches Dreieck ABC .....	85
Abbildung 14:	Sphärisches Dreieck NPQ .....	86
Abbildung 15:	Auffindungsgenauigkeit bei der durch LogBuch unterstützten Suche bekannter Grenzsteine .....	90
Abbildung 16:	Verteilung der Aufsuchzeiten verschiedener Grenzpunkte in kupiertem Gelände .....	91
Abbildung 17:	Verteilung der Aufsuchzeiten verschiedener Grenzpunkte in übersichtlichem Gelände.....	91
Abbildung 18:	Break-Even-Analyse der jährlichen Kosten verschiedener Vorgehensweisen für das Flächenaufmaß.....	94
Abbildung 19:	Schematische Gliederung des Forstbetriebes.....	102
Abbildung 20:	Vorgehensweise der Landwirtschaftskammer Niedersachsen bei der Waldflächeneinteilung .....	104
Abbildung 21:	Räumliche Verteilung befragter Betriebe .....	116
Abbildung 22:	Mittelwerte möglicher Anlässe und Motivatoren systematischen Aufstellung forstbetrieblicher Daten.....	118
Abbildung 23:	Bedeutsamkeit ausgewählter Elemente im forstbetrieblichen Alltag, ausgewertet nach Altersgruppen .....	119

Abbildung 24: Bedeutsamkeit ausgewählter Elemente im forstbetrieblichen Alltag, ausgewertet nach Größenklassen .....	119
Abbildung 25: Mittelwertvergleich unterschiedlicher Dokumentationsparameter entlang der Altersgruppen .....	121
Abbildung 26: Mittelwertvergleich unterschiedlicher Dokumentationsparameter entlang der Größencluster .....	122
Abbildung 27: Schematisches Vorgehen der digital unterstützten Betriebsabgrenzung.....	131
Abbildung 28: Hierarchie der Waldeinteilung .....	134
Abbildung 29: Schematisches Vorgehen bei der forstlichen Flächengliederung und Waldeinteilung .....	136
Abbildung 30: Schematisches Vorgehen bei der Attributierung der Holzbodenflächen .....	138
Abbildung 31: Elemente der Forstbetriebskarte .....	139
Abbildung 32: Darstellung ausgewählter Herleitungsmöglichkeiten unterschiedlicher Bestandesparameter .....	144
Abbildung 33: Abgeleitete Parameter eines Bestandesblattes .....	148
Abbildung 34: ERM des Datenbankkonzeptes.....	153
Abbildung 35: Schematische Darstellung der einzelnen Anwendungen des Flächenmanagementkonzeptes .....	156
Abbildung 36: Forstbetriebskarte des Betreuungskomplexes "Krahnberg" .....	161
Abbildung 37: Altersklassenverteilung "Krahnberg" .....	162
Abbildung 38: Graphisch dargestellte Abfolge der exemplarischen Betriebsabgrenzung, Flächengliederung und Waldeinteilung .....	164

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Auflistung der zu untersuchenden Waldgesetze .....	15
Tabelle 2:	Darstellung der gesetzlichen Verpflichtung zur Erstellung von Betriebsplänen oder -gutachten im Privatwald .....	25
Tabelle 3:	Darstellung der gesetzlichen Verpflichtung zur Erstellung von Betriebsplänen oder -gutachten im Körperschaftswald .....	26
Tabelle 4:	Daten für zahlenmäßige Bestandesbeschreibung gemäß Nutzungssatzrichtlinie .....	27
Tabelle 5:	Darstellung der Anforderungen an den Ersteller eines Forsteinrichtungswerkes im Zuge der Anerkennung desselben und der Festsetzung des steuerlichen Nutzungssatzes im Privatwald .....	29
Tabelle 6:	Darstellung der Anforderungen an den Ersteller eines Forsteinrichtungswerkes für den Körperschaftswald im Zuge der Anerkennung desselben .....	30
Tabelle 7:	Im Rahmen von INSPIRE bereitgestellte Geodaten.....	38
Tabelle 8:	Auflistung der Minimalanforderungen an 'Woodland Management Plans' ....	52
Tabelle 9:	Vergleichende Darstellung unterschiedlicher myForest-Versionen .....	54
Tabelle 10:	Zentrale Aspekte bzw. Eigenschaften von QField .....	72
Tabelle 11:	Zusammenfassung zentraler Merkmale untersuchter Flächenmanagementinstrumente .....	79
Tabelle 12:	In Begebarkeitskategorien aufgeteilte Ergebnisse des Flächenaufmaßes.....	93
Tabelle 13:	Eingangsdaten der Break-Even-Analyse.....	94
Tabelle 14:	Erfassung von Bestandesmerkmalen innerhalb ausgewählter deutscher Staatsforstverwaltungen .....	106
Tabelle 15:	Summarische und anteilmäßige Darstellung der Informationen unterschiedlicher Bestandesblätter hinsichtlich der Inventurdaten .....	107
Tabelle 16:	Summarische und anteilmäßige Darstellung der Informationen unterschiedlicher Bestandesblätter hinsichtlich der Planungsdaten.....	108
Tabelle 17:	Summarische und anteilmäßige Darstellung der Informationen unterschiedlicher Bestandesblätter hinsichtlich der Vollzugsdokumentation	109
Tabelle 18:	Anzahl der Befragten und zugehörige Flächenanteile, sortiert nach Größenklassen.....	116
Tabelle 19:	Nutzungsartenkatalog für Holzboden und Nicht-Holzbodenflächen.....	133
Tabelle 20:	Maßnahmenartenkatalog.....	141
Tabelle 21:	Dokumentationsparameter des Naturalvollzugs .....	142
Tabelle 22:	Auswahl der mit Hilfe der Sachdatenbank exemplarisch erstellten Berichte.	166

## Abkürzungsverzeichnis

AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
Akh	Arbeitskraftstunde
AKS	Ackerschlagkartei
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
ANOVA	Einfaktorielle Varianzanalyse
API	Application Programming Interface
a.r.B.	Außerregelmäßiger Betrieb
BAG	Baumartengruppe
BHD	Brusthöhendurchmesser
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMLRT	Bundesministerium Landwirtschaft, Regionen und Tourismus
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DFWR	Deutscher Forstwirtschaftsrat
$D_g$	Durchschnittlicher BHD
eEPK	Erweiterte ereignisgesteuerte Prozesskette
Eldat	Elektronischer Datenstandard für Holzdaten
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
ERM	Entity-Relationship-Modell
EU	Europäische Union
FBG	Forstbetriebsgemeinschaft
FLIK	Flächenidentifikator
FMIS	Farm Management Information System
FMP	Forstmanagementplan
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GIS	Geographisches Informationssystem
HAFEA	Hessische Anweisung für Forsteinrichtungsarbeiten
LWK	Landwirtschaftskammer Niedersachsen
MS	Microsoft
ODBC	Open Database Connectivity

OSGeo	Open-Source-Geospatial-Foundation
SFA	Swedish Forest Agency, Skogsstyrelsen
sk	Skogskubikmeter
SLU	Swedish University of Agricultural Sciences
UKFS	UK Forestry Standard
VBA	Visual Basic for Applications
WBW	Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
WKT	Well-Known-Text

# 1. Einleitung

Wälder an sich und v.a. die ihnen immanente Forstwirtschaft sind Bestandteil eines umfangreichen Landnutzungsportfolios (vgl. Paul und Knoke 2015). Innerhalb dessen stellen Erwerbsforstbetriebe komplexe Gebilde dar. Denn auch sie entsprechen lokalen, technischen und organisatorischen Geschäftseinheiten, welche Güter und Dienstleistungen produzieren und vermarkten sowie darüber hinaus auf vielfältige Weise mit dem Umfeld verbunden sind (Möhring et al. 2018). In diesem Sinne stellen wirtschaftlich selbständige Forstbetriebe grundsätzlich wertschöpfende Unternehmen dar. Denn gemäß Möhring et al. (2018) folgen sie in ihrem Handeln dem ökonomischen Prinzip der Rationalität. Demnach sei der ständige Vergleich der Kosten und Werte einzelner Güter sowie Dienstleistungen ein wesentlicher Beitrag zur bestmöglichen Erreichung der Unternehmensziele. Hieraus schlussfolgern die Autoren, dass erfolgreiches Wirtschaften ein ständiges Abwägen, Bewerten und Vergleichen unabdingbar mache. Die mit der Eigenschaft, dass Wald regelmäßig als Betriebs- und nicht als Privatvermögen gilt (Siegel und Siegel 2021, S. 15; BMF 2018), verbundenen Rahmenbedingungen verstärken die Notwendigkeit dieser Tätigkeiten betriebswirtschaftlichen Handels nochmals. Außerdem kommt diesen grundlegenden Aspekten unternehmerischen Denkens und der Verpflichtung zur ordnungsgemäßen Forstwirtschaft angesichts klimatischer sowie gesellschaftlicher und rechtlicher Veränderungen auch im Forstbetrieb hohe Bedeutung zu.

Dabei berührt insbesondere der seitens des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) als existenzielle Herausforderung der gesamten Menschheit bezeichnete Klimawandel das forstliche Handlungsfeld unmittelbar (BMEL 2021b). So wird gemeinhin erwartet, dass der Klimawandel die Risiken in den europäischen Wäldern erhöht. Dabei erschweren die Ungewissheit über die zu erwartende Baumsterblichkeit sowie die potentiell hieraus resultierenden wirtschaftlichen Folgen wiederum Verjüngungsentscheidungen (Paul et al. 2019). Des Weiteren nutzen etwa 70 % der deutschen Bevölkerung den Wald mindestens einmal im Jahr zur Erholung (BMEL 2021b). Bedingt durch die seit dem Jahr 2020 andauernde Coronapandemie dürften sich auch hierdurch die gesellschaftlichen Ansprüche an die Forstwirtschaft intensiviert und verändert haben. Ein Indiz für diese Entwicklungen bieten Palm et al. (2020). Dabei gerät gemäß Wissenschaftlichem Beirat für Waldpolitik (WBW) die Tatsache, dass der Wald in Deutschland ein Wirtschaftsgut oftmals privater Eigentümer darstellt, in den Hintergrund (WBW 2020). Doch gerade das private Waldeigentum unterliegt u.a. aufgrund des Forstrechts sowie verschiedener Steuer- und Naturschutznormen ganz erheblichen rechtlichen Bindungen. Entsprechende gesetzliche Restriktionen haben sich im Laufe der letzten Jahre verschärft (WBW 2020). Da sich die einzelnen Bundesländer aufgrund jüngerer kartell- und beihilferechtlicher Entscheidungen aus dem Angebot oftmals nicht kostendeckender Beratung und Betreuung dieser Strukturen zurückziehen, haben sich zudem die Rahmenbedingungen für den überwiegend kleinstrukturierten Privatwald verschlechtert (WBW 2020). Mit den gleichen Umbrüchen sieht sich auch der Körperschaftswald (vgl. Deutscher Städte- und Gemeindebund et al. 2018) und somit der gesamte Nicht-Staatswald konfrontiert.

Bekanntermaßen ist die Waldfläche Deutschlands zu gut zwei Dritteln durch Nicht-Staatswald geprägt. Dabei entfallen ca. 19 % der Waldfläche auf Körperschaften und weitere 48 % auf private Eigentümer (vgl. BMEL 2016). Aufgrund ihrer Flächenbedeutung sind wiederum die Kleinprivatwaldeigentümer für das gesamte Cluster Forst und Holz von erheblicher Relevanz. Denn die Größenklasse bis 20 ha umfasst bundesweit mit rund 95 % der privaten Forstbetriebe etwa die Hälfte der Privatwaldfläche und weist immerhin 55 % des Holzvorrates im Privatwald auf (WBW 2020). Allerdings beginnt die Bedeutung des Waldes für den Lebensunterhalt nach Becker und Borchers (2000) erst ab 500 ha. Die Bedeutung als sogenannte „Sparkasse“ besteht hiernach wiederum ab 50 ha und der Wald als bewirtschaftbarer Grundbesitz erlangt ab etwa 20 ha Relevanz. Gemäß den beiden Autoren gilt jedoch, dass mit abnehmender Eigentumsgröße nicht-monetäre Ziele wie z.B. Naturschutzthemen an Bedeutung zunehmen. Gleichzeitig identifiziert das Thünen-Institut ein hohes Engagement seitens der Eigentümer für eine grundsätzliche Bewirtschaftung und effektive Holznutzung (Feil et al. 2018). Hierbei besteht jedoch die zentrale Herausforderung, dass

Forstbetriebe unterhalb der bereits erwähnten 500 ha regelmäßig keine Mitarbeiter allein für die Forstwirtschaft vorhalten (vgl. Möhring et al. 2021) und somit oft Fachwissen fehlen dürfte.

Traditionell stellen Informationen zu Flächen und naturräumlicher Ausstattung, welche seit geraumer Zeit mit Hilfe geografischer Informationssysteme (GIS) weiterverarbeitet werden können, die Grundlagen forstwirtschaftlicher Tätigkeiten dar. Somit steht zwar grundsätzlich eine Vielzahl an forstlich relevanten Informationen zur Verfügung, doch liegt die große Hürde darin, diese Daten den Anwendern zugänglich zu machen und miteinander zu vernetzen (Deutscher Bundestag 2019). An eben dieser Stelle fällt wiederum der bereits erwähnte Mangel an Fachwissen ins Gewicht. Denn es bestehen nicht nur die Herausforderungen bedingter Verfügbarkeit und Vernetzung, sondern zudem gemäß Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 (2019) auch die zu komplexer Anwendungen. Wippel et al. (2019) bestätigen zudem das ebenfalls seitens des Kompetenzzentrums Wald und Holz 4.0 festgestellte starke Nebeneinander verschiedener Anwendungen. Diese führen bei kombinierter Verwendung oftmals zu Schnittstellenproblemen, bergen hohe Kosten oder erfordern das wiederholt angeführte Fachwissen.

Trotz des erwähnten Zeitraumes, in welchem bereits forstlich relevante Daten digital verwaltet werden, findet das große und zugleich zukunftsweisende Thema der Digitalisierung der Forstwirtschaft innerhalb der Waldstrategie 2020 keine Erwähnung (vgl. WBW 2020). Demgegenüber manifestiert die Waldstrategie 2050 diesbezüglich fünf Meilensteine, die bis zum Jahr 2030 zu erreichen sind und bspw. Datenstandards oder geeignete Schnittstellen schaffen sollen (BMEL 2021b). In diesen Kontext lässt sich die Darstellung der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK), dass derzeit ein Mangel bundeseinheitlicher Standards zur Darstellung forstlicher Betriebsdaten vorläge (Korsin 2021), einordnen. Gleichzeitig betont Jaeger (2018), dass gerade im traditionell orientierten Forstsektor angesichts der Digitalisierung auf ein angemessenes Maß zu achten sei. Grundsätzlich seien digitale Hilfsmittel ein Beitrag zur Effizienzsteigerung, Qualitätsverbesserung und optimierter Ressourcennutzung. Dennoch wäre nicht nur das Know-how, sondern auch das Know-why, sprich die kritische Beurteilung tatsächlich relevanter Daten, von entscheidender Bedeutung (Jaeger 2018). Diese Einschätzung hebt sowohl die Bedeutung digitaler Daten als auch die Herausforderung adäquater Bereitstellung und zielgerichteter Nutzung dieser hervor. Dabei hat die Informationsaufbereitung und -darstellung zum einen die Informationsbedürfnisse und zum anderen die kognitiven Möglichkeiten der Informationsempfänger zu berücksichtigen (Jacobs et al. 2009, S. 39f.; Wegmann 2006, S. 341; Weber und Schäffer 2006, S. 89). Neben der Überschaubarkeit und Handhabbarkeit (Urigshardt et al. 2008, S. 11; Horváth und Weber 1997, S. 348) ist nach Dethlefs (1997, S. 21) die Vermeidung eines Informations- und Datenüberangebotes von Bedeutung.

Hinsichtlich der genannten Aufbereitung und Darstellung forstbetrieblicher Inventur-, Planungs- und Vollzugsdaten existieren verschiedene Anlässe. Als grundsätzlichen Treiber führt die LWK hier das Interesse zielgerichteter Waldbewirtschaftung zur Erfüllung eigener Bedürfnisse bzw. Bestrebungen an (Korsin 2021). Darüber hinaus gilt es, die Hauptmerkmale und Besonderheiten des eigenen Waldes zu erkennen sowie Kenntnis und Verständnis verschiedener Zielrichtungen der Waldbewirtschaftung zu erlangen. Von eher grundlegender Bedeutung ist dabei die Definition der Zielrichtung zur Bewirtschaftung der eigenen Waldflächen. Zudem stellt Korsin (2021) die Entwicklung und Umsetzung einer Bewirtschaftungsstrategie sowie die Prüfung zugehöriger Ergebnisse und mögliche Anpassung der Ziele als Schritte zielgerichteter Waldbewirtschaftung dar. Eben diese Schritte sind grundlegende Bestandteile nachhaltiger betrieblicher Steuerung. Diese besteht traditionell aus dem Dreiklang der Inventur, Planung und Kontrolle, welcher im Weiteren auch als Naturalcontrolling bezeichnet wird. Die Notwendigkeit einfachen Controllings bestätigend identifiziert Urigshardt (2010, S. 50f.) für kleine und mittlere Unternehmen, zu welchen gemäß der üblichen Grenzen<sup>1</sup> auch ein Großteil nicht-staatlicher Forstbetriebe zählt, einige Einschränkungen im Kontext vollumfänglicher Controllingsysteme. Zu diesen zählen u.a. Defizite hinsichtlich des entsprechenden

---

<sup>1</sup> Vgl. Empfehlung 2003/361/EG der Europäischen Union: Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2003) 1422).

betriebswirtschaftlichen Wissens sowie ein Mangel an personellen, finanziellen oder auch technischen Ressourcen. Darüber hinaus fällt hierunter ein beschränkter Aufgabenumfang des innerbetrieblichen Controllings, welcher insbesondere bei sinkender Betriebsgröße durch abnehmenden Informations-, Planungs- und Kontrollbedarf gekennzeichnet ist.

In Anlehnung an den Controllingkreislauf aus Inventur, Planung und Kontrolle ist es zunächst von zentraler Bedeutung, die zum Forstbetrieb zählenden Flächen zu identifizieren und gemäß ihrer räumlichen Lage abzubilden. Obendrein stellt sich regelmäßig die Frage nach der naturalen Ausstattung dieser. In Anlehnung an Müller et al. (2019) ist die Abbildung forstlicher Daten aufgrund der besonderen Merkmale eines Waldes von hoher Komplexität. Daher hat sich zur systematischen Erfassung dieser Daten u.a. die stichprobenbasierte Betriebsinventur etabliert (vgl. Oppermann 2020). Doch gemäß Obergföll (2000, S. 3) liefern solche Verfahren erst ab einem gewissen Stichprobenumfang statistisch belastbare Ergebnisse. Allerdings kann sich der entsprechend erhöhte Aufwand als unwirtschaftlich herausstellen (Oppermann 2020). Des Weiteren führt Letztgenannter an, dass solche Verfahren keine Inventurergebnisse auf Ebene des Einzelbestandes bieten. Demnach finden sich auf Bestandesebene auch keine qualifizierten Inventurergebnisse als Grundlage der Planung zukünftiger Tätigkeiten sowie keine dem aktuellen Status quo entsprechende und bestandesorientierte Betriebskarte. Dabei benötigt forstbetriebliche Steuerung insbesondere in den oben dargestellten und meist ohne forstliches Know-how bzw. Know-why agierenden Größenstrukturen konkrete Flächeninformationen. Hier bedarf es bspw. Übersichten zu pflegebedürftigen oder erntereifen Flächen. Auch steht die Frage im Vordergrund, in welchen Einheiten, wann und welche Maßnahmen zur Gewährleistung nachhaltiger Forstwirtschaft zu ergreifen sind bzw. ob und wann diese bereits erfolgt sind. Somit bietet sich demnach lediglich in Verfahren der bestandesweisen Inventur eine geeignete Methode zur Unterstützung des als Zielgruppe eines einfachen Naturalcontrollingsystems identifizierbaren Nicht-Staatswaldes unter 500 ha Betriebsgröße. Dies gilt verstärkt vor dem Hintergrund der skizzierten Herausforderungen in puncto Beratung und Betreuung.

Jedoch fordert ein solches System gegenüber den Akteuren des forstbetrieblichen Alltags eine adäquate Grundlage des Controllings sowie eventueller Beratung und Betreuung. Neben Inventur- und Planungsdaten hat ein solches System auch die Möglichkeit zur Dokumentation des Naturalvollzugs als Grundlage der betrieblichen Kontrolle vorzuhalten. So kann zum einen der Eigentümer bspw. durchgeführte Pflegemaßnahmen flächenbezogen speichern, diese u.a. gegenüber einem Betreuer einwandfrei kommunizieren und sich entsprechend fallbezogen beraten lassen. Ebenso findet ein entsprechender Dritter hier die Option zielgerichteter Maßnahmendokumentation gegenüber dem Flächeneigentümer. Doch auch über betriebliche Grenzen hinaus besteht flächenbezogener Informationsbedarf. So existieren nicht nur Unternehmer und sonstige Dritte wie z.B. Selbstwerber oder Jäger, sondern auch Versicherungen, welche wiederum ihre Beitragsforderungen an der Betriebsgröße und gegebenenfalls entlang der Naturalausstattung des Einzelbetriebes orientieren. Darüber hinaus sind solche Informationen des Flächenmanagements von hoher Relevanz für Forstbetriebsgemeinschaften (FBG). Denn der Zweck dieser Zusammenschlüsse liegt gemäß Bundeswaldgesetz (BWaldG) v.a. darin, die Bewirtschaftung angeschlossener Waldflächen zu verbessern und insbesondere die Nachteile geringer Flächengröße, Besitzzersplitterung oder anderer Strukturdefizite zu überwinden (vgl. § 16 BWaldG<sup>2</sup>). Angesichts der eingangs erwähnten, kartellrechtlich bedingten Umstrukturierungen liegt eine zeitnahe Bedeutungszunahme dieser Vereinigungen bzw. der hierdurch ermöglichten Ressourcenbündelung nahe. Gleichzeitig ist es einer FBG oftmals nicht möglich, die zur Gemeinschaft zählenden Betriebsflächen räumlich zu verorten oder gar die zugehörige Naturalausstattung zu beziffern (Anonym 2018a; Landsberg-Velen 2017). Dies erscheint zum einen besorgniserregend und lässt jedoch zum anderen einen hohen Bedarf an entsprechenden Lösungen vermuten.

---

<sup>2</sup> Bundeswaldgesetz vom 2. Mai 1975 (BGBl. I S. 1037), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Januar 2017 (BGBl. I S. 75) geändert worden ist.

In Summe ist also im Bereich des kleineren Nicht-Staatswaldes der Bedarf eines grundlegenden und gleichzeitig einfachen Naturalcontrollingsystems erkennbar. Ein solches Erfordernis ist nicht nur aufgrund der kurz skizzierten Herausforderungen des Klimawandels vorhanden. Vielmehr lässt sich dies zum einen aus der oben angeführten Feststellung, dass derzeit kein angemessenes System existiere, ableiten. Zum anderen deuten dies die dargestellten Defizite kleinstrukturierter Einheiten und hier insbesondere mangelndes Fachwissen, geringe Betriebsgröße und strukturelle Umbrüche im Bereich der Beratung und Betreuung, an. Nach der LWK findet sich hierzu in der Verwendung digitaler Lösungen ein erfolgreiches Instrument zur betriebsbezogenen Informationsbereitstellung und -kommunikation (Korsin 2021).

Im Kontext zunehmender Digitalisierung und der regelmäßig hiermit verbundenen Vorteile, welche sich gerade im Bereich der Datenverwaltung und -kommunikation bieten, sollte ein entsprechendes System digital und mobil verfügbar sein. Um dabei aktuellen IT-Standards zu entsprechen, empfiehlt sich perspektivisch die Verwendung einer cloudbasierten Lösung. Im Sinne der Darstellung und Verwaltung relevanter Flächeninformationen erscheint zudem die Etablierung eines einfachen GIS notwendig. Dies erlaubt nicht nur die kombinierte Verwendung von Sach- und Geodaten, sondern ermöglicht zudem die Nutzung der Informationen auf unterschiedlichen Endgeräten. Die Omnipräsenz mobiler Endgeräte (vgl. statista 2020b) wird sich bei der Etablierung eines entsprechenden Systems positiv auswirken. Zudem dürfte in Anlehnung an statista (2020b) der Großteil der Zielgruppe mit mobilen Lösungen, welche sich bspw. auch auf den Bereich der allgemeinen Kartenhandhabung oder Cloudnutzung auswirken, mit mobilen Lösungen vertraut sein. Insofern dürfte ein solches System für das Management forstbetrieblicher Flächen zeitnah Anklang finden. Dies wird am Beispiel der Vielzahl entsprechender Tools wie bspw. WoodsApp, WaldExpert, iWald oder ForestManager deutlich. Diese Anwendungen existieren entweder seit Kurzem oder liegen aktuell als Prototyp vor. Aber keine dieser bietet derzeit einen bundeseinheitlichen Standard zur Darstellung forstlicher Betriebsdaten oder enthält wesentliche Merkmale einfacher Datenbankabfragen. Auch bietet keine der vorhandenen Anwendungen die Möglichkeit fachlich fundierter, eigenständiger Datenerhebung- und -verwaltung. Dabei ist insbesondere die Erfassung von Inventurdaten gemäß Albert et al. (2021) seitens der forstlichen Praxis gewünscht.

Aus dem bisher Dargestellten lässt sich ableiten, dass ein entsprechendes System nicht zu komplex sein dürfe, sondern grundlegenden Controllinganforderungen zu entsprechen habe. Insofern gilt es, eine solche Lösung von den Aspekten des betrieblichen Rechnungswesens, welche v.a. der laufenden Finanzwirtschaft sowie der Schaffung steuerlicher Grundlagen dienen, loszulösen. Gleiches gilt hinsichtlich potentieller Nebenentwicklungen wie bspw. der Simulation unterschiedlicher Bewirtschaftungsszenarien. Denn nur so kann ein zielgruppenadäquates Flächenmanagementsystem insbesondere im Hinblick auf Planung, Betreuung und Beratung, wie es bspw. auch durch FBG'en angeboten wird, zu effizienteren und effektiveren Handlungen führen. Dementsprechend wird rationelles Handeln potentiell auch durch den überbetrieblichen Einsatz solcher Software gerade in kleinstrukturierten Forstbetrieben verstärkt ermöglicht bzw. unterstützt. Die zugehörige Konzeption hat dabei zwingend von den Maßgaben der in staatlichen Forstverwaltungen etablierten, komplexen Managementprogramme abzusehen. Vielmehr ist die Entwicklung eines extensiven Planungs- und Dokumentationssystems für kleine Nicht-Staatswaldbetriebe als Grundlage moderner Informationsverwaltung und -bereitstellung zu forcieren. Demnach lässt sich ein solches Flächenmanagementsystem auch als vereinfachtes digitales Revierbuch bezeichnen.

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsverbundprojektes „Rahmenkonzept Forsteinrichtung – Integriertes forstliches Informationssystem für den kleinparzellierten Nicht-Staatswald (INKA)“. Dieses wurde dankenswerterweise durch das BMEL gefördert. In diesem Kontext wurden einzelne Bestandteile der vorliegenden Arbeit bereits an anderer Stelle veröffentlicht. Hierbei handelt es sich in erster Linie um Zwischen- und Abschlussberichte des INKA-Forschungsverbundvorhabens. Gleichzeitig finden sich Bestandteile in einem seitens des Autors in der Fachzeitschrift „AFZ-DerWald“, Ausgabe 21/2020, veröffentlichten Artikel wieder. Ebenso können einige der durch den Autor betreuten studentischen Haus- und Abschlussarbeiten ähnliche Inhalte enthalten.

## Ziel der Arbeit

Der Titel der vorliegenden Arbeit sieht bereits den Begriff des „smarten“ Flächenmanagements vor. Dabei meint das Wort „smart“ hierbei nicht den oftmals assoziierten Vorgang maschinellen Lernens und automatischer Anpassung technologischer Lösungen. Vielmehr zielt es auf die Vermeidung der bereits eingangs erkannten Schnittstellenproblematik, die einfache Bedienung grundlegender Controllingfragen und die Schaffung eines positiven und somit motivierenden Nutzererlebnisses ab. Durch dieses Nutzererlebnis und das Ziel fakultativ über die Cloudlösung vernetzter Systeme unterschiedlicher Akteure entspricht der Begriff weitestgehend dem herkömmlichen Verständnis des Begriffes „smart“.

Entsprechend liegt das Ziel der Arbeit darin, eine entsprechende Konzeption für das smarte Forstflächenmanagement zu entwickeln. Konzeptionen widmen sich konkreten Herausforderungen der Unternehmensführung und haben einen Beitrag zur Bearbeitung jener zu leisten (Küpper 2008, S. 7). Regelmäßig werden hier Aussagen über die funktionale Abgrenzung, zur institutionellen Ausgestaltung sowie zum Instrumenteneinsatz gefordert (Pietsch und Scherm 2000, S. 396). Nach Urigshardt (2010, S. 13) kommt Konzeptionen eine Art Mittlerrolle zwischen betriebswirtschaftlicher Theorie und den wesentlich stärker operationalisierten und praxisbezogenen Controllingansätzen zu. Demnach stellt die Entwicklung einer Konzeption für ein smartes betriebliches Flächenmanagementsystem des kleineren Nicht-Staatswaldes das Kernelement der vorliegenden Ausarbeitung dar. Um sich diesem Kern zu nähern, ist es hilfreich, das Hauptziel in einzelne Teilabschnitte zu gliedern.

Grundsätzlich entspricht die Forsteinrichtung einem sehr relevanten Informationssystem und zu Teilen auch Controllinginstrument für den Forstbetrieb. Daher ist es im Rahmen der Aufstellung einer entsprechenden Konzeption zunächst notwendig, den institutionellen Rahmen der Forsteinrichtung abzustecken. In die gleiche Richtung zeigen die beiden dem nachstehenden Unterkapitel. Hier werden zum einen die Anforderungen an die Ersteller eines klassischen Forsteinrichtungswerkes sowie die Kosten dieses Operates dargestellt. Mit Hilfe dieser Abschnitte erfolgt die Herausstellung der Relevanz für ein System, welches u.a. Waldeigentümer bei der eigenständigen betriebs- aber insbesondere auch der bestandesweisen Inventur, Planung und Kontrolle unterstützt.

Überdies bedarf es aufgrund des fehlenden Angebotes geeigneter Systeme zur Darstellung forstbetrieblicher Grunddaten der Untersuchung anderer, innovativ erscheinender Instrumente, welche zumindest Teilaspekte des Flächenmanagements abdecken. Hierzu gilt es zunächst geeignete Werkzeuge zu identifizieren und im Hinblick auf mögliche Anknüpfungspunkte oder entsprechendes Übertragbarkeitspotential hinsichtlich der Konzeption eines Flächenmanagementsystems zu untersuchen. In diesem Kontext stellt sich nicht nur die Frage nach möglichen Teilsystemen im Bereich deutscher Forstwirtschaft. Vielmehr erfolgt auch der erweiterte Blick bezüglich digitaler Lösungen der nachhaltigen betrieblichen Steuerung im internationalen Forstkontext als auch des nationalen landwirtschaftlichen Umfeldes.

Um eine zielgruppenadäquate Konzeption bieten zu können, ist gleichermaßen der Informationsbedarf, welchen forstliche Akteure angesichts der Darstellung und Verwaltung räumlicher Informationen haben, zu erheben. So findet sich die systematische Identifizierung dieser Anforderungen als weiteres Teilziel, welchem durch die empirische Befragung von Schlüsselakteuren begegnet wird. Diese Analyse mündet u.a. in der Erstellung eines rationalisierten und dem verbreiteten Informationsbedarf entsprechenden Bestandesblattes. Darüber hinaus kann es seitens der Akteure eigenständig mit räumlichen Inventurdaten angereichert werden und erlaubt auf dieser Basis standardisierte Planungen.

Ein weiteres Teilziel ist die Konsolidierung der zuvor mit Hilfe der genannten Teilziele gewonnenen Erkenntnisse. Diese werden vor dem Hintergrund der Entwicklung eines kostengünstigen Informationssystems diskutiert. Absicht ist es dabei, Optimierungspotentiale aufzuzeigen und auf Basis der Erkenntnisse die konzeptionelle Blaupause für ein solches System zu entwickeln. Hierbei ist die Fokussierung auf die Zielgruppe des kleinparzellierten Nicht-Staatswaldes von hoher Bedeutung. Dabei gilt es die Entwicklung

eines zu komplexen und den Anwender überfordernden Systems zu vermeiden. Aus diesem Grund findet sich ein weiteres Teilziel in der praktischen Anwendung der zu einer Konzeption konsolidierten Ergebnisse. Dies trägt dazu bei, Stärken und v.a. Schwächen der entwickelten Konzeption frühzeitig aufzuzeigen. Somit können angesichts einer zukünftigen technischen Umsetzung dieses Entwurfs eventuell vorhandene Mängel frühzeitig behoben werden. Hiernach kann die bisher meist im dekadischen Turnus aufgestellte und statisch veranlagte Forsteinrichtung durch die Einbindung zentraler forstbetrieblicher Controllingprozesse angemessen dynamisiert und digitalisiert werden. In diesem Kontext findet sich der tatsächliche Informationsbedarf forstlicher Akteure rationell und gleichzeitig smart aufbereitet wieder.

### Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist grundsätzlich in mehrere Einheiten, welche wiederum acht hierarchisch geordnete Gliederungsebenen ergeben, gegliedert. Insgesamt wird die Arbeit durch verschiedene Fragestellungen getragen. Dabei lenkt sie grundsätzlich folgende rahmengebende Leitfrage:

*„Wie muss ein smartes Flächenmanagementsystem aus technologischer Sicht strukturiert und gestaltet sein, damit es forstbetriebliche Aktivitäten in der Zielgruppe des kleinparzellierten Nicht-Staatswaldes grundlegend unterstützen kann?“*

Hier knüpfen folgende Ziel- und Fragestellungen und Annahmen, welche sich aus der Relevanz und Zielsetzung der vorliegenden Arbeit ergeben, an:

1. *„Zunächst gilt es zu untersuchen, inwiefern im Nicht-Staatswald rechtliche oder sonstige institutionelle Anreize und Verpflichtungen hinsichtlich der Forstbetriebsplanung bestehen. Zudem ist zu analysieren, welche dieser im Kontext des forstbetrieblichen Flächenmanagements von grundlegender Bedeutung sind.“*
2. *„Möglicherweise existieren bereits Anwendungen des Flächenmanagements, welche Leuchtturmcharakter aufweisen und somit der Konzeptentwicklung eines Flächenmanagementsystems für den kleinparzellierten Nicht-Staatswald Anknüpfungspunkte bieten. Zur Annäherung an dieses Thema gilt es, exemplarische Anwendungen in den nachfolgend genannten Bereichen zu identifizieren und entsprechende Merkmale abzuleiten:*
  - a. *Nationale Forstwirtschaft*
  - b. *Europäische Forstwirtschaft*
  - c. *Nationales Agrarumfeld, mit dem Schwerpunkt Ackerbau“*
3. *„Wie gestaltet sich der aktuelle Status quo des forstbetrieblichen Flächenmanagements?“*
4. *„Welcher Bedarf und welche Perspektiven ergeben sich hieraus für ein übergeordnetes, zielgruppenadäquates Flächenmanagement?“*
5. *„Durch die digitale Verschneidung forstlich relevanter Informationen gelingt es konzeptionell, die Aspekte Inventur, Planung und Kontrolle nicht nur zu dynamisieren, sondern auch potentiell mobilfähig zu gestalten und dem jeweiligen Akteur ortsunabhängig grundlegende, flächenbezogene Informationen bereitzustellen. Somit bietet sich dem kleinparzellierten Nicht-Staatswald konzeptionell ein smartes Flächenmanagementsystem.“*

Mit Hilfe der nachfolgenden Kapitel erfolgt zuerst die Ableitung unterschiedlicher Anforderungen und Rahmenbedingungen an ein forstliches Flächenmanagementsystem. Diese Ableitung orientiert sich an dem in Abbildung 1 dargestellten Schema der Mengenlehre. Demnach finden sich nach der Ableitung entsprechender Anforderungen und Rahmenbedingungen ausgewählte innovative Entwicklungen im Bereich des nationalen und internationalen land- und forstwirtschaftlichen Flächenmanagements wieder. Dabei kommt Kapitel 4 besondere Bedeutung zu. Hier erfolgt die exemplarische Analyse eines neuartigen Werkzeuges, welches auf der Basis fakultativer Spracheingaben ausgewählte Aspekte des forstlichen Flächen-

managements zulässt. Mit Hilfe dieses Tools werden beispielhaft quantitative Merkmale der Grenzverortung und weiteren Ermittlung forstlicher Geometrien ermittelt. Zu diesen quantitativen Merkmalen zählen u.a. Zeiten und Kosten der entsprechenden Datenerhebung. Kapitel 5 stellt wiederum die grundlegenden Strukturen des Naturalcontrollings dar. So findet sich hier die systematische Annäherung zur digitalen Aufbereitung räumlicher Daten. Diese umfassen insbesondere Angaben zur Ermittlung und Darstellung räumlicher Geometrien sowie der Zuweisung entsprechender Inventur- und Planungsattribute. Mit Kapitel 6 liegt ein wesentlicher Schritt zur Ableitung einer zielgruppennahen Konzeption vor. Denn in diesem findet sich die qualitative Untersuchung sowohl des Status quo als auch der seitens der forstlichen Akteure erwünschten Entwicklungen des Flächenmanagements. Im Weiteren stellt das Kapitel 7 einen wesentlichen Bestandteil der Arbeit dar. Hier erfolgt im Sinne der in Abbildung 1 grau markierten Schnittmenge zunächst die Konsolidierung zuvor eruiertter Erkenntnisse sowie zugehöriger Herausforderungen und zielführender Merkmale der bereits in Kapitel 3 vorgestellten Instrumente. Ziel ist hierbei nicht die technische, sondern die wissenschaftlich fundierte, konzeptionelle Entwicklung eines smarten Flächenmanagementsystems. Dennoch finden sich im Weiteren mit der Darstellung zugehöriger Datenbank- und GIS-Strukturen zwangsläufig technische Elemente, welche hier exemplarischer Natur sind. Seinen Abschluss findet Kapitel 7 in der exemplarischen Erprobung ausgewählter Merkmale der Konzeption entlang eines forstbetrieblichen Betreuungskomplexes. Hierbei liegt der Fokus darauf, die Stärken und v.a. Schwächen der entwickelten Konzeption zu analysieren. Im abschließenden Kapitel 8 finden sich wiederum die Einordnung zentraler Erkenntnisse, die Darstellung zugehöriger Limitationen sowie ein Ausblick hinsichtlich weiteren Forschungsbedarfs und möglicher technischer Umsetzungspotentiale.

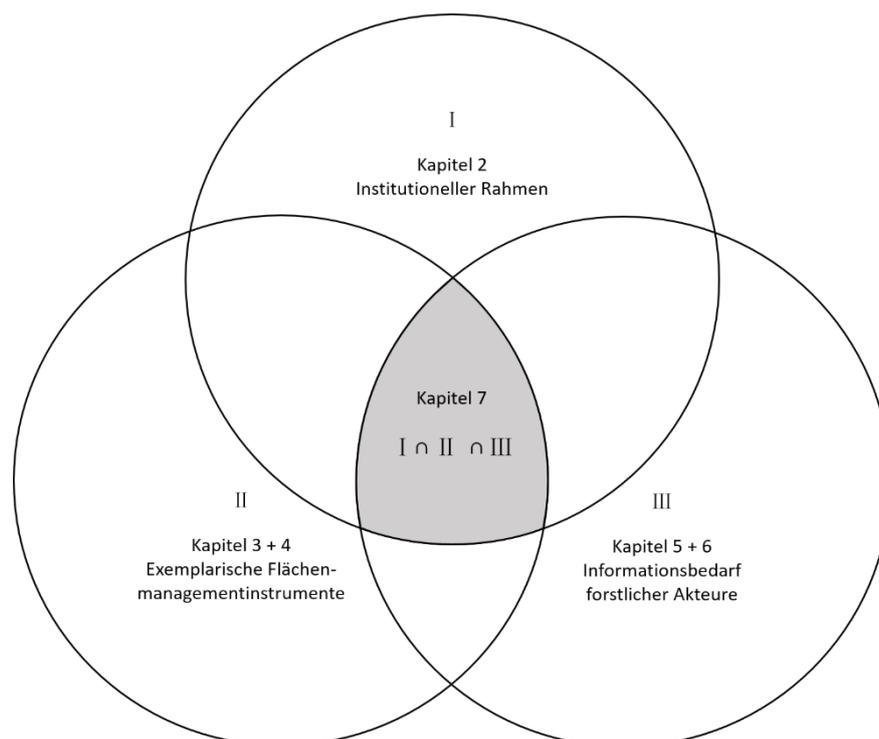


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Ableitung von Anforderungen an das Flächenmanagementsystem (Innerhalb der grau markierten Schnittmenge finden sich die essentiellen Merkmale eines solchen Systems)

## Methodik

Die vorliegende Ausarbeitung ist durch einen Pluralismus an Methoden geprägt. Dabei ist die zielführende Kombination solch unterschiedlicher Methoden der empirischen Untersuchung nach Gläser und Laudel (2010, S. 105) auch als Triangulation bekannt. Entsprechend ist der Ausgleich von Schwächen einer Methode durch die jeweiligen Stärken anderer Methoden das Ziel dieser Verknüpfung. Gläser und Laudel

(2010, S. 105) verstehen Triangulation als ein Verfahren, welches die empirische Absicherung von Ergebnissen mit Hilfe der Zusammenführung der Aussagen von jeweils anderen, unabhängigen Vorgehensweisen erhöhen soll. Demzufolge finden sich u.a. aus Gründen der verbesserten Lesbarkeit im Weiteren zunächst die Darstellung wiederkehrend verwendeten Materials und grundlegender Methoden.

Wegen des dieser Arbeit zu Grunde liegenden Methodenpluralismus' sowie zur Vermeidung von Redundanzen werden ausgewählte Materialien und Methoden im Weiteren zusammenfassend vorgestellt. Darüber hinaus können einige der verwendeten Materialien und Methoden aus Gründen des Leseflusses keine geeignete Platzierung im Werk finden. An den jeweiligen Stellen wird auf den entsprechenden Absatz im vorliegenden Kapitel bzw. die verwendete und im Nachfolgenden beschriebene Methodik verwiesen. In aller Regel folgen die Inhalte der jeweiligen Teilabschnitte jedoch dem grundlegenden Aufbau wissenschaftlicher Arbeiten. Dementsprechend werden Materialien und Methoden, die nur in jeweils einzelnen Abschnitten zur Anwendung kommen oder den allgemeinen, themenbezogenen Lesefluss nicht hemmen, an der entsprechenden Stelle vorgestellt.

### Literaturstudie und Dokumentenanalyse

Übergeordnetes Ziel einer Literaturstudie ist zunächst der Ausschluss subjektiver Einschläge und die Gewinnung eines Überblicks angesichts der jeweiligen Fragestellung auf Basis wissenschaftlicher Literatur. Unter Berücksichtigung der Aussagen von Snyder (2019), Tranfield et al. (2003) sowie Baumeister und Leary (1997) empfiehlt sich die Literaturstudie als eine mehr oder weniger systematische Methode des Sammelns und Synthetisierens früherer Forschungsergebnisse. Ebenso betonen Rowley und Slack (2004) die grundlegende Bedeutung und Notwendigkeit der umfassenden Informationsgewinnung im Rahmen ausgewogener Forschung. Demnach identifiziert eine Literaturstudie zunächst relevante Quellen und organisiert das so ermittelte Wissen zu weiteren Auswertungen entlang des zuvor formulierten Themenspektrums. Ziel dieses Vorgehens ist es, den Stand der Technik bzw. des Wissens bezüglich der Fragestellung zu eruieren und entsprechend zusammenzufassen. Aus diesem Konzentrat können zum einen erste Fragen beantwortet und weitere Forschungslücken identifiziert werden. Dementsprechend sei ein fokussiertes Vorgehen von großer Bedeutung (Rowley und Slack 2004). Im Ergebnis dieses konzentrierten Vorgehens ergibt sich ein breites Spektrum an wissenschaftlichen und sonstigen Quellen.

Im Bereich der Literaturstudie existieren grundsätzlich verschiedene Ansätze. Diese unterscheiden sich nach Snyder (2019) in systematische, semisystematische und integrative Ansätze. Snyder (2019) und Toraco (2005) empfehlen angesichts der Absicht der Konzeption eines smarten Flächenmanagementsystems auf Basis etablierter Verfahren den integrativen Ansatz einer Literaturstudie. Demnach liegt im Fall weitgehend ausgereifter Themen der Zweck der Verwendung einer integrativen Methode darin, einen allgemeinen Überblick über das bereits vorhandene Wissen zu erhalten und dieses kritisch zu überprüfen. Des Weiteren besteht die Option, dieses möglicherweise neu zu konzipieren und die theoretischen Grundlagen des spezifischen Themas während seiner Entwicklung auszubauen. Bei neu aufkommenden Themen besteht der Zweck eher nicht darin, alte Modelle zu überprüfen. Hier sei es vielmehr der Ansatz, zumindest vorläufige Konzepte sowie theoretische Modelle zu erstellen und somit bereits vorhandenes Wissen zu erweitern (Snyder 2019). Vor dem Hintergrund dessen erfordert diese Methodik häufig eine kreativere Datenerfassung, da es nicht das Ziel ist, alle bereits zu dieser Fragestellung veröffentlichten Erkenntnisse abzudecken. Vielmehr sollte die Absicht, Perspektiven und Erkenntnisse verschiedener Bereiche zu kombinieren, verfolgt werden (Snyder 2019).

Der Recherche- und Analyseteil eines integrativen Verfahrens unterliegt dabei keinen vorgefertigten Standards (Whittemore und Knafel 2005). Gleichzeitig besteht das allgemeine Ziel darin, die Literatur sowie die zentralen Ideen und Beziehungen eines Themas kritisch zu analysieren. Nach MacInnis (2011) erfordert

dies seitens des Forschers überlegenes konzeptionelles Denken. Dieses wird durch die Bedingung transparenter und dokumentierter Vorgehensweisen ergänzt (Snyder 2019). Grundsätzlich lässt sich eine Literaturstudie nach Snyder (2019) in vier Phasen untergliedern. Die erste Phase bestimmt das Design der Studie, welches im vorliegenden Fall in Anbetracht der Fragestellungen und Zielsetzung die Wahl eines integrativen Ansatzes nahelegt. An die Festlegung des methodischen Ansatzes schließt sich die Festlegung der Erhebungsstrategie an. In diesem Zusammenhang werden die entsprechenden Suchfelder und -begriffe bestimmt. Nach Snyder (2019) erfolgt im Anschluss die Durchführung der Studie. In diesem Kontext empfiehlt sie eine erste Sichtung und Beurteilung der Quellen bezüglich ihrer allgemeinen Eignung angesichts der eigentlichen Fragestellung. Nach Abschluss der Datensammlung schließt sich die dritte Phase an. In dieser erfolgt die eigentliche Analyse der Referenzen sowie die Darstellung relevanter Inhalte. Die abschließende Phase umfasst die Dokumentation der Ergebnisse. Hierbei ist nach Torracco (2005) von Bedeutung, dass der Forscher die Ergebnisse lediglich im Hinblick auf die Zielsetzung der eigenen Arbeit darstellt. Die Rezension beschränkt sich in diesem Fall auf eine kritische Analyse zentraler Aspekte und führt zu entsprechenden Schlussfolgerungen. Insofern verfolgt der Reviewer eine Synthese, welche u.a. einen neuen konzeptionellen Rahmen hervorbringt und die durch eine hohe Kenntnis des Autors über das jeweilige Thema geprägt wird (Torraco 2005). Demnach besteht das übergeordnete Ziel darin, auf Basis früherer Forschungen neues Wissen oder zumindest neue Perspektiven zu synthetisieren.

Der skizzierte Methodenansatz folgt dem Prinzip evidenzbasierter Forschung und erstreckt sich im weiteren Verlauf v.a. auf das bereits im Themenbereich des forstlichen Flächenmanagements vorhandene und dokumentierte Wissen. Die integrative Literaturstudie findet angesichts der Zielgruppe der vorliegenden Arbeit insbesondere im Umfeld deutschsprachiger, wissenschaftlicher Literatur statt und trägt im weiteren Verlauf der Arbeit an unterschiedlichen Stellen zur fundierten Herleitung eines Konzeptes bei. Dazu ist zunächst von zentraler Bedeutung, dass im Rahmen der Recherche grundsätzlich keine Festlegung auf einen bestimmten Zeitraum erfolgt. Somit ist das Alter der jeweiligen Quelle prinzipiell der gutachterlich eingeschätzten Relevanz und Aussagekraft dieser nachgeordnet.

Im Allgemeinen existieren in der forstlichen Praxis Rechtsvorschriften, Ausführungsbestimmungen und weitere Dokumente, welche das forstliche Handeln bestimmen. Diesen kann ein grundlegender Bezug zu wissenschaftlichen Erkenntnissen unterstellt werden, dennoch entsprechen sie oftmals nicht der formalen und inhaltlichen Struktur wissenschaftlicher Ausarbeitungen. Gleichzeitig sind eben solche nichtwissenschaftlichen Dokumente im Hinblick auf die erwähnte Konzeptentwicklung von hoher Bedeutung. So geben sie oftmals den Status quo wieder oder bieten zumindest Lösungsansätze und Leitlinien für das forstliche Handeln. Daher ist eine Untersuchung solcher Schriftstücke ebenfalls vorzunehmen. Dies geschieht mit Hilfe der Dokumentenanalyse, welche eine intensive Auseinandersetzung, umfassende Durchleuchtung und anschließende Interpretation des Reviewers gegenüber dem jeweiligen Dokument erfordert (Atteslander 1971, S. 67). Des Weiteren gilt es nach Mayring (1988, S. 82), bestimmte Themen, Inhalte und Aspekte zu extrahieren und zusammenzufassen. Die Universität Leipzig (o.J.) weist der Dokumentenanalyse einen orientierungsgebenden Charakter zur Darstellung eines Ausschnittes der sozialen Wirklichkeit zu. Daher können der Untersuchung von bspw. Rechtsquellen, Vorschriften, technischen Anweisungen oder sonstigen Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit richtungsgebende Merkmale zur Entwicklung einer praxisrelevanten und belastbaren Konzeption smarten Flächenmanagements unterstellt werden. Somit gilt die Dokumentenanalyse in diesem Zusammenhang v.a. als Brücke zwischen wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen hin zu forstbetrieblichen Herausforderungen und Ansprüchen. Sie ist somit der Literaturstudie im analytischen Kontext nachgeordnet, erlangt aber vor dem Hintergrund der vorliegenden Arbeit hohe Bedeutung.

## Ereignisgesteuerte Prozesskette

Die Konzeption eines smarten Flächenmanagementsystems für Forstbetriebe des kleinparzellierten Nicht-Staatswaldes verlangt nicht nur eine systematische Analyse bspw. des Status quo der forstbetrieblichen Inventur-, Planungs- und Kontrollprozesse mit Hilfe einer Literaturstudie und Dokumentenanalyse. Sie erfordert darüber hinaus die zielgerechte Untersuchung und spätere, gegebenenfalls grafische Modellierung zugehöriger Prozesse, wie sie bspw. im Rahmen des forstlichen Flächenmanagements und hier insbesondere im Bereich der Inventur und Planung vorzufinden sind.

In der im Weiteren vorgestellten Methodik der ereignisgesteuerten Prozesskette (EPK) findet sich eine in Bezug auf die Gliederung der vorliegenden Arbeit grundsätzlich eher ergebnisorientierte Herangehensweise der schematischen Darstellung von Prozessen. Aus den eingangs erwähnten Gründen findet die Darstellung dieser Methodik jedoch bereits an dieser Stelle statt. Die themenbezogene Umsetzung dieser Herangehensweise findet sich in Kapitel 7.2ff. Grundsätzlich liegt mit der EPK eine weit verbreitete Methodik zur Darstellung von Prozessen vor. Dieses Instrument erlaubt eine veranschaulichende und nachvollziehbare Modellierung der soeben erwähnten Prozesse (Rosemann et al. 2012).

Gemäß Rosemann et al. (2012, S. 67) handelt es sich bei der EPK um gerichtete Graphen, die zur Modellierung grundsätzlich drei Basiselemente verwenden. Zunächst repräsentieren Ereignisse ablaufrelevante Zustandsausprägungen. Funktionen stellen nach Rosemann et al. (2012, S. 67) wiederum Aktivitäten dar, übertragen in der Funktion eines Knotenpunktes In- und Outputdaten und können den weiteren Prozessablauf entscheidend beeinflussen. Im Falle linearer Prozessabläufe erfolgt die Verknüpfung von Ereignissen und Funktionen unmittelbar (Hug 2004, S. 60). Demgegenüber werden bei nicht-linearen Prozessverläufen logische Konnektoren zur Verbindung dieser Elemente eingesetzt. Diese untergliedern sich in drei Kategorien. Zunächst existiert eine einfache Und-Regel (Rosemann et al. 2012, S. 68). Diese besagt, dass alle in der nächsten Stufe dargestellten Schritte erfüllt sein müssen, damit der Prozess weiter zielführend ablaufen kann. Die zweite Kategorie entspricht einer inklusiven Oder-Regel. Rosemann et al. (2012, S. 68) beschreiben sie als „a oder b oder [a und b]“. Schließlich findet sich an dritter Stelle eine exklusive Oder-Regel, welche angibt, dass mindestens eines der weiteren Elemente anzuwenden ist bzw. eingetreten sein muss, um den weiteren Ablauf zu gewährleisten.

Nach Rosemann et al. (2012, S. 69) ist die Verbindung gleicher Knotentypen in einer EPK grundsätzlich untersagt. Eine Ausnahme wird lediglich für Konnektoren gewährt. Somit stoßen ein oder mehrere Ergebnisse die Ausführung einer Funktion an bzw. werden vice versa im Ergebnis der Funktionsausführung ein oder mehrere Ergebnisse erzeugt (Ebenda). Gleichzeitig betonen die Autoren, dass diese Vorgabe in der praktischen Anwendung oftmals aufgehoben werde und somit verzweigungsfreie Funktionsabfolgen ohne Zwischenereignisse zulässig sind. Dies führe wiederum zu kürzeren und somit komplexitätsärmeren Modellen. Zudem findet sich ein weiterer Vorteil, da Zwischenereignisse seitens der Fachanwender häufig als redundant angesehen werden (Ebenda).

V.a. im Hinblick auf die zuletzt genannten Aspekte kann die Darstellung der im Kontext der vorliegenden Arbeit erzeugten EPK in Teilen von den Vorgaben nach Rosemann et al. (2012) abweichen. Dies gilt nicht zuletzt durch die Wahl des entsprechenden Modellierungswerkzeuges. Das u.a. im Rahmen studentischer Ausarbeitungen, welche inhaltlich mit der vorliegenden Arbeit zusammenhängen bzw. dieser thematisch zuarbeiten, verwendete Werkzeug zur Modellierung von EPK weicht in der Gestaltung der Elemente einer EPK ebenfalls von dieser Vorgabe ab und orientiert sich in der Darstellung an der DIN 66001<sup>3</sup>. Es handelt sich hierbei um das Programm „ClickCharts Flussdiagramm-Software Pro Edition“ in der Version 5.75. Somit werden die verwendeten EPK mit einem Start- bzw. Endereignis abgeschlossen (vgl. Abbildung 2). Zur Verdeutlichung und Begründung des weiteren Prozessablaufes erfolgt die explizite Ausweisung einer Ent-

---

<sup>3</sup> DIN 66001: Informationsverarbeitung; Sinnbilder und ihre Anwendung. Ausgabe 1983-12

scheidung, welche die Prozesskette final initialisiert. Die Prozesskette unterliegt wiederum einer Aufteilung in Haupt- und Teilprozesse. Somit werden eigentliche Prozessschritte nochmals, wie in Abbildung 2 dargestellt, in Teilprozesse untergliedert. Ziel ist dabei die abstrakte und an zentralen Stellen dennoch präzise Darstellung von Abläufen, welche im Kontext der vorliegenden Arbeit bezüglich der Prozesse des forstlichen Flächenmanagements herausgestellt werden. Sollte es innerhalb der EPK zu einer Aufspaltung des Prozessablaufes kommen, wird dieser durch entsprechende Konnektoren gekennzeichnet.

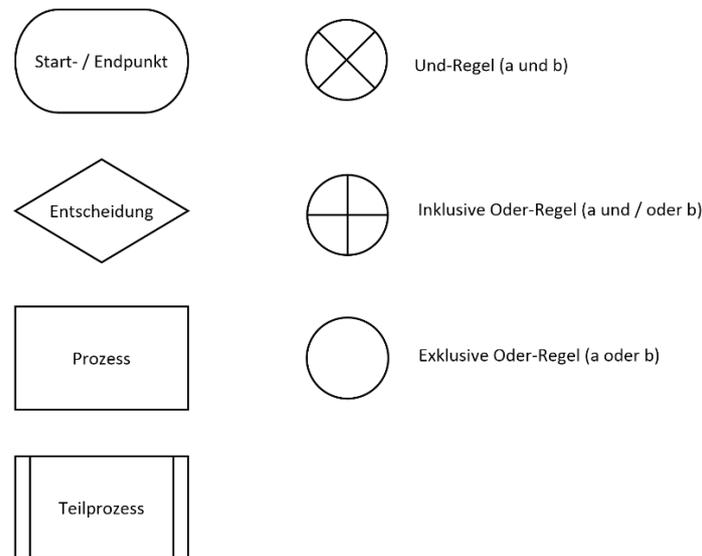


Abbildung 2: Auswahl der Elemente einer ereignisgesteuerten Prozesskette

### Grundzüge einer relationalen Datenbank

Im Kern stellt eine Datenbank die Sammlung von Daten eines abgegrenzten Bereiches dar. Ihr Ziel ist die logische sowie einfache Speicherung und Auswertung von Daten. Dabei bestehen sie regelmäßig aus Tabellen, Abfragen, Formularen und Berichten. Tabellen entsprechen dem wesentlichen Bestandteil einer Datenbank und enthalten als sogenannte Entitäten die zugehörigen Einzelinformationen eines bestimmten Themas. Dabei werden die Zeilen einer Tabelle als „Datenbankeintrag“ und die Spalten als „Feld“ bezeichnet (Alexander und Kusleika 2018, S. 5). Somit kann ein Datenbankeintrag aus mehreren Feldern, welche möglicherweise unterschiedliche Formateigenschaften aufweisen, bestehen. Das einzelne Feld eines Datenbankeintrages enthält wiederum Werte, welchen die Bedeutung eines Kernelementes zugesprochen wird. Die Stärke einer relationalen Datenbank spielt sich zum einen durch die Verknüpfung (Relation) einzelner Tabellen und zum anderen durch die Zusammenführung der in unterschiedlichen Tabellen vorliegenden Informationen über Abfragen aus (Alexander und Kusleika 2018, S. 8). Auf Basis dieser Abfrageergebnisse erfolgt die weitere Bearbeitung des Datensatzes mit Hilfe von Formularen und Berichten. Erstere ermöglichen die Anzeige entsprechender Daten in bestimmten Formen. Außerdem erlauben sie auch die Eingabe weiterer Daten, welche wiederum mit Hilfe zuvor definierter Relationen der Tabellen untereinander auf selbige verteilt werden (Alexander und Kusleika 2018, S. 8f.). Hierbei ist eine zwingende Voraussetzung, dass die Tabellen redundanzfrei aufgebaut sind und über einen eindeutigen Schlüssel angesprochen werden können. Abschließend bereiten Berichte die Daten optisch so auf, dass sie sich u.a. zur Präsentation gegenüber Dritten oder zur Planung und Entscheidungsfindung eignen.

Hinsichtlich des forstlichen Flächenmanagements entsteht regelmäßig eine große Anzahl unterschiedlicher Daten. Diese umfasst z.B. Merkmale der räumlichen Verortung des Eigentums gemäß den Angaben des Liegenschaftskatasters, die forstliche Flächengliederung und Waldeinteilung sowie eine nicht unerhebliche Datenmenge, welche bei der Bestandesinventur und Planung forstlicher Aktivitäten entsteht. Darüber hinaus erwachsen bei der Dokumentation des Naturalvollzugs zusätzliche Daten. Jedoch bildet

sich erst durch die Datenspeicherung, -verwaltung und -auswertung ein erheblicher Mehrwert für den Forstbetrieb. Dieser kann wiederum den einzelnen Akteur im Sinne eines Controllingkonzeptes bei der Betriebsführung unterstützen. Relationale Datenbanksysteme können durch Speicher-, Verwaltungs- und Auswertemöglichkeiten zu einem solchen Controllinginstrument beitragen. Somit ist der exemplarischen Entwicklung einer Datenbankstruktur im Zuge der Konzeption eines smarten Flächenmanagementsystems zentrale Bedeutung beizumessen. Hierzu wird exemplarisch das Programm „MS Access 2016“ in der Version 16.0.5110.1000 verwendet. MS Access birgt an dieser Stelle einige Vorteile. So besteht die Möglichkeit von Datenim- und -exporten in zahlreichen, unterschiedlichen Dateiformaten. Außerdem können u.a. Datenbankbeziehungen einfach entwickelt und dargestellt werden. Überdies ist die Verwendung ohne Kenntnis einer Programmiersprache möglich. Besonders der Aspekt graphischer Modellierung dient der exemplarischen Entwicklung und Darstellung einer solchen Datenbankstruktur gegenüber Dritten. Somit unterstützt er die Eigenschaft einer exemplarischen und gegebenenfalls reproduzierbaren Struktur nochmals mehr. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt die Programmiersprache SQL, welche wiederum gut in andere Datenbanksysteme überführbar ist. Nicht zuletzt stellt MS Access ein Produkt aus der MS Office-Umgebung dar und bietet dem Anwender somit eine ihm bereits bekannte Bedieneroberfläche.

Nach Chen und Knöll (1991) eignen sich üblicherweise Entity-Relationship-Modelle (ERM) zur Planung als auch zur Dokumentation einer Datenbankstruktur. Hierbei wird gemäß Glinz (2011, S. 7) nach dem Abbildungsprinzip verfahren, bei welchem die im Zentrum des Interesses stehenden Datenbereiche, sogenannte „Problembereiche“ oder „Ausschnitte aus der Realität“ (Glinz 2011, S. 6), abgebildet werden. Dies erfolgt mit Hilfe unterschiedlicher Visualisierungselemente. Zunächst gilt es unterschiedliche Entitäten als „Problembereich“ zu identifizieren. Zudem sind eindeutige Einheiten, welche eine Menge gleichartiger Gegenstände beschreibt als Entitätstypen zu beschreiben. Mit Hilfe von Beziehungen werden die einzelnen Entitäten eines Entitätstyps mit weiteren Entitäten verknüpft. Attribute ordnen den jeweiligen Entitäten wiederum Werte zu und charakterisieren sie so. Grundsätzlich ist jedes Attribut in seiner Existenz von der Entität, die es beschreibt, abhängig (Glinz 2011, S. 12). Außerdem treten Beziehungen ausschließlich zwischen Entitäten und nicht zwischen Attributen oder Entitäten und Attributen auf. Eine Beziehung, welche mehrere Attribute aufweist, gilt es als Entitätstyp zu modellieren (Ebenda). Weiterhin können mehrere Attribute zusammengefasst und näher beschrieben werden. Dies erfolgt mit einer die Attribute umfassenden, gestrichelten Linie, welcher wiederum die Beschreibung der Attribute schlagwortartig zugeordnet ist. In Abbildung 3 findet sich die schematische Darstellung eines ERM.

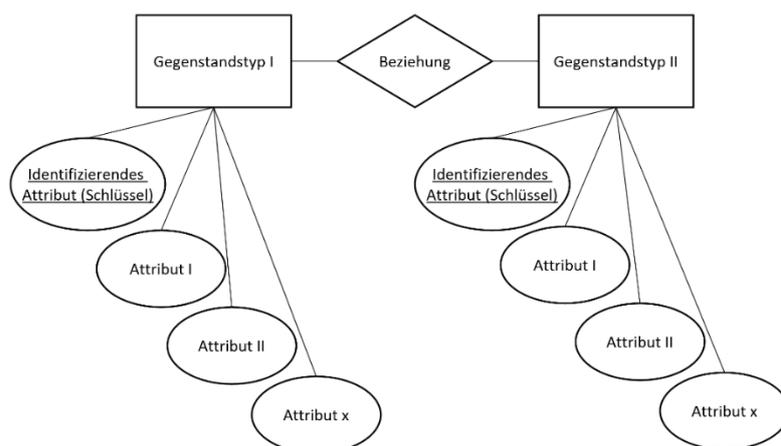


Abbildung 3: Schematische Darstellung eines ERM (Stark verändert nach Glinz (2011, S. 14))

Die Beziehungen der einzelnen Entitäten werden über Kardinalitäten bestimmt. Diese definieren die Mindest- und Höchstanzahl der Beziehungen einer Entität. Die allgemein verwendeten Beziehungen beschränken sich auf 1:1-, 1:n- und m:n-Verknüpfungen. Bei Ersterer steht die einzelne Entität des einen Entitätstyps mit maximal einer Entität eines anderen Entitätstyps in Relation. Dies gilt zudem vice versa.

Existiert eine 1:n-Verknüpfung steht eine einzelne Entität des einen Entitätstyps mit n Entitäten des anderen Entitätstyps in Beziehung. Sie kann also beliebig viele Entitäten als Partner aufweisen. Umgekehrt gilt jedoch, dass jede Entität des einen Entitätstyps mit lediglich einer Entität des anderen Entitätstyps verknüpft ist. Bei m:n-Beziehungen ist festgelegt, dass jede Entität des einen Entitätstyps in Relation mit beliebig vielen Entitäten des anderen Typs in Relation steht. Das gilt vice versa. Neben den Relationen an sich ist der Aufbau der Entitätstypen und somit der Tabellen von grundlegender Bedeutung. Hierbei gilt es, insbesondere auf die sinnhafte und zweckmäßige Auswahl des Felddatentyps zu achten.

In Primär- und Sekundär- bzw. Fremdschlüsseln findet sich ein weiteres, zentrales Merkmal relationaler Datenbeziehungen. Haupteigenschaft des Primärschlüssels ist die einzigartige Definition eines Datenbankeintrages innerhalb einer Tabelle (Unterstein und Matthiessen 2012). Fremdschlüssel können dagegen Bestandteil einer Tabelle sein und verweisen auf einen Primärschlüssel in derselben oder einer anderen Tabelle. Aufgrund referentieller Integrität kann ein Fremdschlüssel lediglich Werten, die in der Referenztable vorhanden sind, entsprechen. Gleichzeitig ist es möglich, dass eine beliebige Datensatzanzahl den gleichen Fremdschlüssel aufweist. Schließlich stellen Fremdschlüssel die Beziehungen zwischen Tabellen entsprechend ihrer Kardinalität sicher. Da nicht eindeutige Primärschlüssel zu mehrfachen Eingabeprozessen und somit zu Redundanzen führen können, lassen m:n-Kardinalitäten oftmals keinen eindeutigen Primärschlüssel zu. Daher ist diese Art von Verknüpfung zu vermeiden und für m:n-Entitätstypen einen neuen Entitätstyp zu entwickeln (Eirund und Kohl 2003, S. 44). Nach IBM (2013) bietet sich hier die Überführung der Primärschlüssel beteiligter Entitätstypen in Kreuztabellen bzw. zu Schnittmengenentitäten an. Dabei gilt es wiederum, einen neuen Primärschlüssel oder ein aus den Fremdschlüsseln der Schnittmengenentität zusammengesetzten Primärschlüssel zu bilden.

Bei der Entwicklung Strukturierung einer relationalen Datenbank ist dieses mit Hilfe des Prozesses der Normalisierung auf Konsistenz zu prüfen (Tiemeyer und Konopasek 2001, S. 170f.). Dies trägt dazu bei, eventuell vorhandene Redundanzen zu entfernen und die Abhängigkeiten der Daten untereinander zu analysieren. Für die erste Normalform gilt u.a., dass die Tabellen eindeutige Namen erhalten, Attribute innerhalb einer Tabelle einmalig vorkommen und diese wiederum atomar sind (Tiemeyer und Konopasek 2001, S. 171). Eine Tabelle entspricht der zweiten Normalform, wenn sie zunächst der ersten Normalform konform ist und überdies jedes der Attribute vollständig von einem Primärschlüssel abhängt. Die dritte Normalform kann erst angenommen werden, wenn sie einerseits der zweiten Normalform unterliegt und andererseits nicht transitiv von einem Primärschlüssel abhängt (Tiemeyer und Konopasek 2001, S. 171). In der Praxis darf jedoch aus Performance- oder Speicherplatzgründen von einer strengen Normalisierung abgewichen werden (Tiemeyer und Konopasek 2001, S. 172).

Somit gilt es in vor der eigentlichen Entwicklung der Datenbank, ein ERM zu entwickeln und mit Hilfe dessen die Datenbankstruktur auf Einhaltung der Normalformen zu untersuchen bzw. zu korrigieren. Mit Hilfe eines geeigneten ERM findet sich zum einen eine adäquate Planungsgrundlage und zum anderen ein Ansatz entsprechender Dokumentation. Im Zuge der exemplarischen Umsetzung dieses ERM erfolgt die Aufbereitung der originär in Tabellen vorliegenden Daten mit Hilfe von Abfragen, Formularen und Berichten. Aus Gründen der Transparenz werden Abfragen thematisch, also bspw. nach Abfragen innerhalb unterschiedlicher Baumartengruppen (BAG) sortiert und mit einem aussagekräftigen Kurztitel benannt. Diesem Kurztitel ist regelmäßig eine alphanumerische Bezeichnung voranzustellen, welche sich wiederum bei den entsprechend hierauf aufbauenden Formularen und Berichten wiederfindet. Somit ist der sachliche Zusammenhang der jeweiligen Datenbankobjekte per se erkennbar.

## 2. Institutioneller Rahmen nachhaltiger Betriebssteuerung

### 2.1. Einführung und Ziel

Forstliches Handeln und somit auch die laufende forstbetriebliche Steuerung ist durch zahlreiche Pläne geprägt. Den bundesweiten Rahmen und somit die ursprüngliche Grundlage bietet das BWaldG mit der Festlegung der forstlichen Rahmenplanung als Beitrag für die Ordnung und Verbesserung der Forststruktur sowie die Entwicklung der Lebens- und Wirtschaftsverhältnisse des Landes<sup>4</sup>. Diese Vorgabe der forstlichen Rahmenplanung wird in den einzelnen Landeswaldgesetzen aufgegriffen<sup>5</sup>. Neben diesen gesetzlichen Verpflichtungen existieren zahlreiche weitere Pläne wie bspw. Arbeits- und Finanzpläne und Waldfunktionenpläne (vgl. Krott 1992, S. 5).

Als der zentrale forstbetriebliche Plan kann die Forsteinrichtung verstanden werden. Grundsätzlich wird die Forsteinrichtung durch Bachmann (1990) als mittel- und langfristige forstliche Planung, welche an betrieblicher und überbetrieblicher Ebene orientiert ist, definiert. Allerdings stellt diese Definition eher Eigenschaften und Aufgaben der Forsteinrichtung dar. Um diesen Eigenschaften und Aufgaben einen geeigneten und übergeordneten Rahmen zuzuweisen, werden nachstehende Einflussfaktoren analysiert:

- a) Organisation der Zielgruppe
- b) Aspekte des forstbetrieblichen Rechnungswesens
- c) Grundzüge des (forst-)betrieblichen Controllings
- d) Ausgewählte institutionelle Verpflichtungen und Anreize zur systematischen Aufbereitung forstlicher Betriebsdaten
- e) Ermittlung institutioneller Anforderungen an die Ersteller eines Forsteinrichtungswerkes
- f) Kosten der Forsteinrichtung aus betrieblicher Perspektive

### 2.2. Material und Methoden

Ausgehend von der erwähnten Zuweisung eines übergeordneten Rahmens findet sich im nachstehenden Kapitel die Darstellung der entsprechenden methodischen Herangehensweise. In diesem Zusammenhang werden die Aspekte, welche die Organisation der Zielgruppe betreffen, mithilfe der in Kapitel 1 skizzierten Literaturstudie herausgestellt. Gleiches betrifft die Annäherung an die Merkmale forstbetrieblichen Rechnungswesens und des zugehörigen Controllings.

Ähnliches gilt für die unter d) genannten institutionellen Verpflichtungen und Anreize. Zunächst findet eine Untersuchung unterschiedlicher Rechtsnormen und Bestimmungen bezüglich des Vorhandenseins solcher Ausführungen und eventueller Beschränkungen wie bspw. Eigentums- oder Organisationsform und -größe der Betriebe statt. Dazu werden das BWaldG und dann im Weiteren die Landeswaldgesetze als Ausführungsbestimmungen in alphabetischer Reihenfolge der Bundesländer abgehandelt (vgl. Tabelle 1). Dabei findet eine gezielte Recherche nach folgenden Schlagwörtern statt: Forsteinrichtung, Forsteinrichtungswerk, Betriebsplan, Betriebswerk, Betriebsgutachten, Bewirtschaftung, Betreuung.

---

<sup>4</sup>§ 6 und 7 BWaldG vom 02.05.1975 (BGBl. I S. 1037ff.) Durch Art. 2a SUPG vom 25.06.2005 (BGBl. I S. 1746) weggefallen.

<sup>5</sup>Vgl. u.a. § 6 und 7 NWaldLG vom 21.03.2002, das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 08.06.2016 (Nds. GVBl. S. 97) geändert worden ist, oder §6 SächsWaldG vom 10.04.1992 (SächsGVBl. S. 137), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 29. April 2015 (SächsGVBl. S. 349) geändert worden ist.

Tabelle 1: Auflistung der zu untersuchenden Waldgesetze

Räumliche Geltung	Vollständige Bezeichnung	Amtliche Abkürzung
Bundesgebiet	Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft	BWaldG
Baden-Württemberg	Waldgesetz für Baden-Württemberg	LWaldG
Bayern	Bayerisches Waldgesetz	BayWaldG
Berlin	Gesetz zur Erhaltung und Pflege des Waldes	LWaldG
Brandenburg	Waldgesetz des Landes Brandenburg	LWaldG
Bremen	Waldgesetz für das Land Bremen	BremWaldG
Hamburg	Landeswaldgesetz	LWaldG
Hessen	Hessisches Waldgesetz	HWaldG
Mecklenburg-Vorpommern	Waldgesetz für das Land Mecklenburg-Vorpommern	LWaldG
Niedersachsen	Niedersächsisches Gesetz über den Wald und die Landschaftsordnung	NWaldLG
Nordrhein-Westfalen	Landesforstgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen	LFoG
Rheinland-Pfalz	Landeswaldgesetz	LWaldG
Saarland	Waldgesetz für das Saarland	LWaldG
Sachsen	Waldgesetz für den Freistaat Sachsen	SächsWaldG
Sachsen-Anhalt	Waldgesetz für das Land Sachsen-Anhalt	WaldG LSA
Schleswig-Holstein	Waldgesetz für das Land Schleswig-Holstein	LWaldG
Thüringen	Gesetz zur Erhaltung, zum Schutz und zur Bewirtschaftung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft	ThürWaldG

Darüber hinaus dient das Einkommenssteuergesetz (EStG<sup>6</sup>) mitsamt der zugehörigen Ausführungsbestimmungen, insbesondere die Einkommenssteuer-Durchführungsverordnung (EStDV<sup>7</sup>), hinsichtlich des genannten Teilziels als weitere Erkenntnisgrundlagen.

Zudem wird im Weiteren ermittelt, welcher Personenkreis im Feld der Forstinventur und -planung aktiv werden darf. Dazu gilt es im Zusammenhang mit der steuerrechtlichen Anerkennung des Forsteinrichtungswerkes eventuelle institutionelle Anforderungen an den jeweiligen Ersteller eines solchen Werkes zu ermitteln. Grundlage dieser Ermittlung sind zunächst die Richtlinien für die Bemessung von Nutzungssätzen nach § 34b EStG und andere steuerrechtliche Zwecke (kurz: Nutzungssatzrichtlinie; (Bundesministerium der Finanzen (BMF) 2017). Da Körperschaftsforstbetriebe naturgemäß nicht der Einkommenssteuer unterliegen<sup>8</sup> und sie zudem gemäß § 5 Körperschaftsteuergesetz (KStG)<sup>9</sup> von der Körperschaftsteuer befreit sind, entfällt die Darstellung von steuerrechtlichen Anforderungen für diese Eigentumsart.

<sup>6</sup> Einkommenssteuergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3366, 3366, 3862), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 21. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2886) geändert worden ist.

<sup>7</sup> Einkommensteuer-Durchführungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. Mai 2000 (BGBl. I S. 717), die zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2730) geändert worden ist.

<sup>8</sup> Vgl. § 1 EStG.

<sup>9</sup> Körperschaftsteuergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Oktober 2002 (BGBl. I S. 4144), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 21. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2875) geändert worden ist.

Mit Hilfe der Suche nach den Schlagwörtern „Fachkunde“, „fachkundig“ und „sachverständig“ werden den in Tabelle 1 aufgeführten Waldgesetzen weitere Anforderungen entnommen. Sollten sich aus den entsprechenden Waldgesetzen keine Aussagen ableiten lassen, werden zur Abrundung des Themenkomplexes die zuständigen Finanzbehörden der Länder telefonisch bezüglich ihrer Anforderungen an den Ersteller des Forsteinrichtungswerkes im Privatwald befragt. Ziel ist die tabellarische Übersicht der jeweiligen Anforderungen. Grundsätzlich wird bei der Ermittlung der genannten Anforderungen zwischen Privat- und Körperschaftwald i.S.d. § 3 BWaldG unterschieden.

Wie eingangs beschrieben, ist die Entwicklung einer Konzeption für ein smartes Flächenmanagementsystem für den kleineren Nicht-Staatswald Ziel dieser Arbeit. Dazu ist es zunächst von hoher Bedeutung, die Kosten für die Aufstellung eines klassischen betrieblichen Informationssystems im Nicht-Staatswald zu quantifizieren. Ein solches Informationssystem stellt u.a. das Forsteinrichtungswerk dar. Die Aufstellung eines Forsteinrichtungswerkes ist oftmals mit hohem zeitlichem und organisatorischem Aufwand verbunden. Um diesem Aufwand fachlich gerecht zu werden, wurden neben dem bspw. in Betreuungsangeboten bestehenden Format staatlicher Forsteinrichtungsprogramme auch im privatwirtschaftlichen Bereich softwaregestützte Forsteinrichtungsinstrumente entwickelt. I.d.R. können solche Programme durch Dritte in kostenpflichtiger Lizenz genutzt werden. Eine entsprechende Lizenz verlangt unter ökonomischen Gesichtspunkten die dauerhafte und intensive Auslastung des zugehörigen Programms. Dies bedingt neben dem fachlichen Know-how wiederum, dass eine entsprechende Anzahl an Forstbetriebsflächen eingerichtet werden kann. Neben dem fachlichen Wissen um das Thema Forsteinrichtung sind mit hoher Wahrscheinlichkeit die genannten Aspekte ausschlaggebend dafür, dass sich auf Forsteinrichtung spezialisierte Büros etabliert haben. Hier bietet sich für Forstbetriebe die Möglichkeit, die betriebseigene Forsteinrichtung auf Basis der Expertise Dritter erstellen zu lassen. Eben für diese Dienstleistung werden im Weiteren die Kosten hergeleitet und so die Bedeutung der Entwicklung einer Konzeption für ein einfaches, smartes Managementsystem im Nicht-Staatswald unterstrichen. Dazu werden zunächst die Homepages einiger Akteure hinsichtlich der Angabe von Leistungskatalogen und Kosten untersucht. Dabei erfolgt die Analyse sowohl der Internetauftritte privater Dienstleister als auch staatlicher Einrichtungen. Außerdem werden vorliegende Angebote und Abrechnungen zur Erstellung eines Forsteinrichtungswerkes sowie Experteneinschätzungen herangezogen. Hierbei findet jedoch keine Quantifizierung weiterer mit der Erstellung von Forsteinrichtungswerken verbundenen Kosten, die dem Forstbetrieb durch bspw. Planungs- und Verwaltungsaufwände entstehen können, statt. Somit beschränkt sich die Analyse im Wesentlichen auf den Umfang eines ähnlich zu Kramer (1985, S. 18) klassischen Forsteinrichtungswerkes. D.h. es werden ein allgemeiner Teil, Flächen-, Karten- und Tabellenwerke sowie Inventurdaten und eine darauf aufbauende Planung und Ertragsregelung erstellt.

## 2.3. Zwischenergebnisse

Ausgehend von der einleitend erwähnten Zuweisung eines übergeordneten Rahmens erfolgt in den nachstehenden Unterkapiteln die Darstellung der zur Ermittlung institutioneller Rahmenbedingungen nachhaltiger Forstplanung gehörenden Ergebnisse.

### 2.3.1. Organisatorische Einordnung und Aspekte des forstlichen Rechnungswesens

Bereits auf Seite 1 der Einleitung finden sich zentrale Kerneigenschaften der Zielgruppe. Demnach entfallen etwa zwei Drittel der deutschen Waldfläche auf Nicht-Staatswaldbetriebe. Diesen kommt große Flächenrelevanz zu. Hiermit sind wiederum enorme Holzvorräte und somit potentiell bedeutende Wirtschaftskraft verbunden. Doch gerade die kleineren Privatwaldbetriebe sind dabei u.a. durch zersplitterte Eigentumsverhältnisse, oftmals räumliche Distanz der Eigentümer oder fehlendes Wissen um die fachgerechte Bewirtschaftung der Flächen charakterisiert (vgl. BMEL 2016). An eben dieser Stelle kommt der

Organisations- und Bewirtschaftungsform einer FBG merkliche Relevanz zu. Denn der Zweck dieser Zusammenschlüsse besteht insbesondere darin, die Bewirtschaftung angeschlossener Waldflächen zu verbessern und die genannten Mängel zu überwinden (vgl. Seite 3). Neben den Optionen staatlicher und privater Forstbetreuung und -beratung empfehlen Setzer und Spinner (2019, S. 24ff.) gerade kleineren Betrieben die gemeinsame Bewirtschaftung innerhalb einer FBG. Diese privatrechtlichen Zusammenschlüsse bieten die Bündelung von Interessen entlang professioneller Bewirtschaftung bei gleichzeitig weiterhin bestehender Kontrolle und Entscheidungsfreiheit des Einzelnen. In diesem Kontext gehen Schätzungen davon aus, dass deutschlandweit derzeit mindestens 1.700 dieser Zusammenschlüsse mit insgesamt mehr als 320.000 Mitgliedern bestehen. Dabei beträgt die seitens der Eigentümer jeweils eingebrachte Fläche durchschnittlich 10 ha (Setzer und Spinner 2019, S. 33f.). Neben der schriftlichen Beantragung zur Aufnahme in die FBG bedarf es zur Erlangung der Mitgliedschaft v.a. der Kenntnis und Benennung entsprechender Flurstücke des eigenen Forstbetriebs.<sup>10</sup>

Gemäß der Feststellung des BMF (2018) reicht es für das Vorliegen eines forstwirtschaftlichen Betriebes ertragssteuerrechtlich bereits aus, Eigentum an einer forstwirtschaftlichen Fläche zu haben. Dies gilt v.a. deswegen, als dass der Eigentümer auch ohne Bewirtschaftungsmaßnahmen allein aufgrund des Zuwachses Gewinn erzielen kann. Dementsprechend gilt, dass forstwirtschaftliche Flächen des Privatwaldes unabhängig von ihrer Größe zum Betriebsvermögen eines forstwirtschaftlichen Betriebes zählen. Insofern gehören diese regelmäßig nicht zum Privatvermögen (vgl. Siegel und Siegel 2021, S. 15). Gemäß § 11 BWaldG sind auch diese Forstbetriebe zur ordnungsgemäßen und nachhaltigen Bewirtschaftung des Waldes verpflichtet. Diese institutionelle Vorgabe ist im BWaldG nicht weiter spezifiziert, sieht aber z.B. für Niedersachsen nach § 11 I NWaldLG explizit die Bewirtschaftung des Waldes vor. Das Aussetzen der hierzugehörigen Nutzfunktion ist auf nicht-staatlichen Waldflächen gemäß § 11 III NWaldLG anzeigepflichtig. In jedem Fall sollte seitens des Eigentümers hinsichtlich der mit der Bewirtschaftung des Forstbetriebes zu erreichenden Ziele Klarheit bestehen. Entsprechende Unterstützung kann von dritter Stelle nur bei eindeutiger Zielformulierung angeboten werden (Setzer und Spinner 2006, S. 12).

Wie eine solche Unterstützung ausgestaltet sein kann, ist exemplarisch in Abbildung 4 dargestellt. Demnach findet sich hier an zentraler Stelle der Waldeigentümer, welcher u.a. die allgemeine Verwaltung sowie Planung und Kontrolle als Grundpflichten der formalen Bewirtschaftung wahrnimmt. Bspw. hinsichtlich der betrieblichen Zielsetzung, Waldpflege und -nutzung sowie Fördermittelbeantragung kann er Dienstleistungen von der bereits erwähnten dritten Stelle wie z.B. einem forstlichen Betreuer oder der FBG in Anspruch nehmen. Diese Institutionen kommen wiederum im Auftrag des Eigentümers den hier dargestellten operativen Aufgaben wie Holzeinschlag und -verkauf nach und kommunizieren mit dem jeweiligen Unternehmer. Gleichzeitig kann der Eigentümer diese Aufgaben bei Bedarf auch eigenständig wahrnehmen und ist hierbei nicht auf die Unterstützung von dritter Stelle angewiesen. Während der forstliche Betreuer eigenständig mit sonstigen Dritten wie bspw. Selbstwerbern oder hinsichtlich Fördermitteln mit der Bewilligungsstelle interagiert, sieht Abbildung 4 vor, dass der Eigentümer diese Betreuung bspw. in jagdlichen Angelegenheiten ebenfalls in Anspruch nehmen kann. Mit weiteren Dritten wie z.B. Banken, Versicherungen oder dem Steuerberater, der wiederum Ergebnisse des forstlichen Rechnungswesens benötigt, tritt der Eigentümer abseits der forstlichen Betreuung auf. Gleichwohl kann er hier auf betriebliche Aspekte wie Daten zu Waldpflege und -nutzung, aber v.a. auch Fördermittel oder Abrechnungen, die gemeinsam mit der betreuenden Institution hergeleitet wurden, zurückgreifen.

---

<sup>10</sup> Auf die elementare Bedeutung dieser jeweils im Grundbuch verbrieften Strukturen des Eigentums wird in der vorliegenden Arbeit an anderer Stelle vertieft eingegangen (vgl. Kapitel 2.3.3, 4.4.1 und 7.2.1).

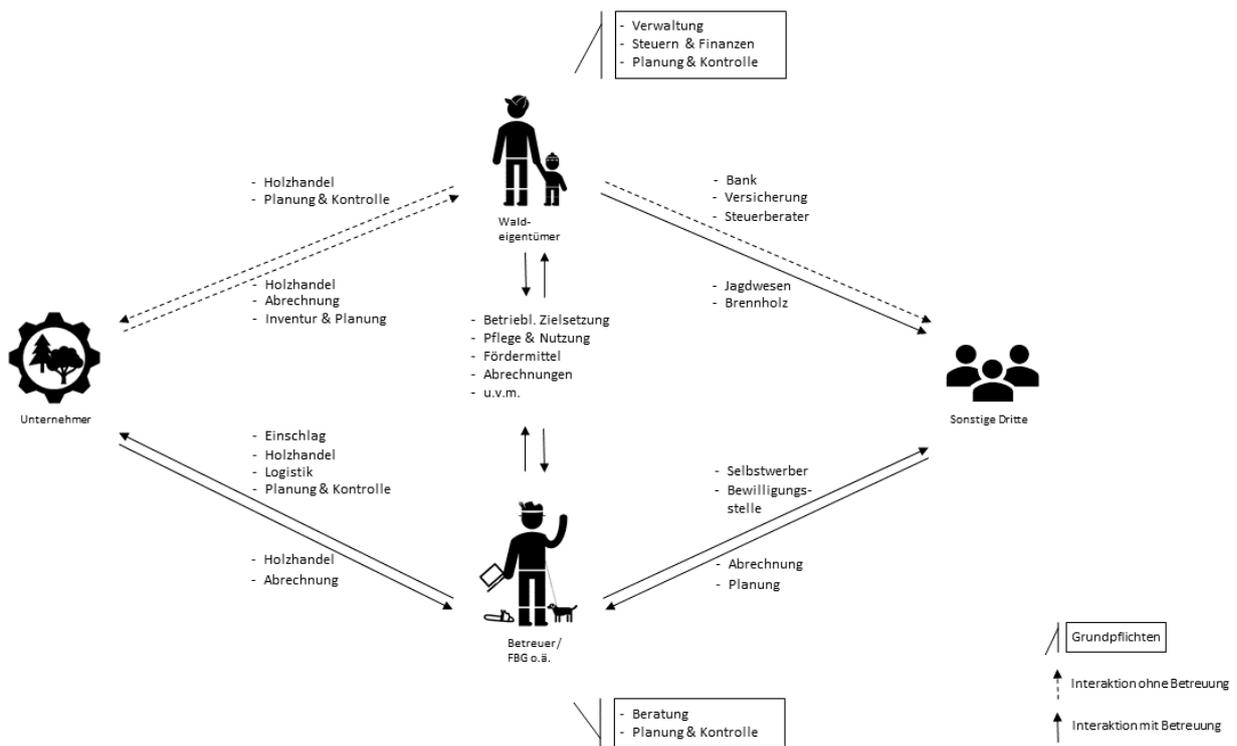


Abbildung 4: Organisationsmodell ausgewählter forstlicher Akteure und ihrer möglichen Interaktionen

Bereits die Spanne der Umtriebszeiten, wie sie die LWK (2013) z.B. für Eiche mit 140 bis 200 Jahren angibt, zeugt deutlich von der Prägung forstlicher Entscheidungen durch die „Unsicherheit der Zukunft“. Folglich sind weder zukünftige Holzerlöse kalkulierbar, noch ist gerade angesichts klimatischer Veränderungen und volatiler Absatzmärkte der zukünftige Bedarf ursprünglich angedachter Baumarten und Sortimente abschätzbar (aid Infodienst 2011, S. 10f.). Darüber hinaus unterliegt die deutsche Forstwirtschaft neben fakultativ vorhandenen, eigenständig festgelegten Nachhaltigkeitsbestimmungen zahlreichen Bewirtschaftungsrestriktionen institutioneller Natur. Hierzu zählen z.B. wald- und naturschutzrechtliche Vorgaben oder auch Auflagen, die durch Organisationen, welche Forstbetrieben nachhaltiges Wirtschaften im Zuge eines Zertifikates bescheinigen, festgelegt werden. Solche Restriktionen beschränken die reguläre Holzernte auf die Höhe des Zuwachses und limitieren somit den Holzeinschlag. Demnach ist die Option zur Verbesserung der betriebswirtschaftlichen Lage und der gleichzeitigen Verteilung von Fixkosten auf eine größere Produktmenge eingeschränkt (aid Infodienst 2011, S. 11). Gleichzeitig sorgt Nachhaltigkeit gemäß Speidel (1972, S. 54) dafür, dass Forstbetriebe v.a. die dauernde und optimale Holznutzung sicherstellen können. Insgesamt unterscheidet sich die Forstwirtschaft von Industriebetrieben dadurch, dass hier Produkt und Produktionsmittel unzertrennbar miteinander verbunden sind. In Folge dieser sogenannten Koppelproduktion (Müller 2000, S. 19) verhindert jede Entnahme eines Baumes nicht nur die Nutzungsmöglichkeit der hierdurch anfallenden Produkte zu einem späteren Zeitpunkt. Sondern eine jetzige Nutzung unterbindet auch den weiteren Zuwachs und somit die Option eines eventuellen Wertzuwachses oder die Möglichkeit zur Herstellung weiterer Produkte an eben diesem Stamm. Nicht zuletzt zeichnen sich Forstbetriebe, da sie sich oftmals seit mehreren Generationen im Eigentum befinden und selten durch Fremdfinanzierung erworben wurden, durch eine hohe Eigenkapitalquote aus. Die wiederum geringen Zuwachsraten führen zu einer marginalen Verzinsung des investierten Kapitals und bedeuten in Konsequenz eine niedrige Kapitalrendite (aid Infodienst 2011, S. 13).

Das forstliche Rechnungswesen ist durch einige Besonderheiten gekennzeichnet, welche sich hinsichtlich des externen als auch des internen Rechnungswesens von den Merkmalen des allgemeinen Rechnungswesens unterscheiden. Zunächst kommen nach aid Infodienst (2011, S. 15) dem Rechnungswesen im Allgemeinen nachfolgend dargestellte Aufgaben und Merkmale zu:

- Mengen- und wertmäßige Darstellung betrieblicher Vorgänge
- Nachweis über Herkunft, Aufgliederung und Verbleib der Vermögens- und Kapitalbestandteile
- Laufende Kontrolle der Zahlungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit
- Erfolgsermittlung der Geschäftstätigkeit
- Erbringung von Aufschlüssen über die Vergangenheit und Gegenwart
- Grundlage zukünftiger Entscheidungen

Doch zunächst ist das forstliche Rechnungswesen durch einschlägige Rechtsnormen definiert. So verpflichtet zunächst § 141 I AO in bestimmten Fällen u.a. Waldeigentümer zur betrieblichen Buchführung. Dies gilt z.B., wenn selbstbewirtschaftete forstwirtschaftliche Flächen mit einem Wirtschaftswert von mehr als 25.000,- € vorliegen. Demnach haben buchführungspflichtige Betriebe einen Betriebsvermögensvergleich inklusive Gewinn- und Verlustrechnung sowie Bilanz anzustellen. Zur Gewinnermittlung durch Eigenkapitalvergleich und der entsprechenden Darstellung betrieblicher Daten hat sich die doppelte Buchführung als Standard des Rechnungswesens etabliert. § 4 III EStG regelt wiederum, dass Steuerpflichtige, die nicht aufgrund gesetzlicher Vorschriften zur Buchführung verpflichtet sind, den Gewinn als Überschuss der Betriebseinnahmen über die Betriebsausgaben ansetzen können. Diese sogenannte „Einnahmenüberschussrechnung“ kommt regelmäßig im Kleinprivatwald zur Anwendung.

Nach Siegel und Siegel (2021, S. 35) dürfte ein Großteil der eingangs formulierten Zielgruppe unterhalb der exemplarisch genannten Grenze zur Bilanzierung liegen. So ist in § 4 III EStG geregelt, dass Steuerpflichtige, die nicht aufgrund gesetzlicher Vorschriften zur Buchführung verpflichtet sind, den Gewinn als Überschuss der Betriebseinnahmen über die Betriebsausgaben ansetzen können. Diese sogenannte „Einnahmenüberschussrechnung“ kommt regelmäßig im Kleinprivatwald zur Anwendung. Dennoch wird im Weiteren auf die Belange der Buchführung eingegangen. Dies geschieht zum einen zur Abgrenzung unmittelbar finanzieller Aspekte der Betriebsführung gegenüber Herausforderungen des naturalen Flächenmanagements. Zum anderen gilt dies vor dem Hintergrund, dass einige der Betriebe bspw. aufgrund der Zugehörigkeit zu landwirtschaftlichen Vollerwerbsbetrieben dennoch der Buchführungspflicht unterliegen können. Unabhängig von der Art der Gewinnermittlung ist jedoch seitens des Steuerpflichtigen ein Anlageverzeichnis zu führen. Insgesamt hat die Buchführung nach den §§ 238 HGB und 145 AO so gestaltet zu sein, dass sie einem sachverständigen Dritten in einen Überblick sowohl über die Geschäftsvorfälle als auch über die Lage des Unternehmens vermitteln kann. Dabei müssen sich die einzelnen Geschäftsvorfälle nach ihrer Entstehung und Abwicklung verfolgen lassen und die Aufzeichnungen so gestaltet sein, dass sie den Zweck für die Besteuerung erfüllen.

Bei der Darstellung der Vermögens- und Kapitallage zum jeweiligen Stichtag sowie der Ermittlung des Geschäftserfolges für die abgelaufene Periode treten nach aid Infodienst (2011, S. 21) besondere Bewertungs- und Abgrenzungsprobleme auf. Neben den auch im allgemeinen Rechnungswesen üblichen Bereichen der Abschreibungen sowie der Rechnungsabgrenzung finden sich u.a. die zentralen Herausforderungen der Bilanzierung des Waldbodens, der einzelnen Bestände und des liegenden, aktuell unverkauften Holzes. Bis zum Jahr 1970 wurde der Waldboden nicht dem land- und forstwirtschaftlichen Betriebsvermögen zugerechnet. Doch aufgrund einer Gesetzesänderung zählen forstwirtschaftlich genutzte Flächen gemäß § 55 I EStG zum Anlagevermögen und sind nach ihren Anschaffungskosten zu bewerten. Laut aid Infodienst (2011, S. 21) wurden hierzu für Flächen, die vor dem 01.07.1970 im Eigentum lagen, pauschal 2,- DM/qm festgesetzt. Dies entspricht heute gemäß § 55 I EStG einem Wert von 1,02 €/qm bzw. rund 10.226,- €/ha und ist entsprechend in der Bilanz auszuweisen. Jedoch dürfen die bspw. durch Verkauf der Flächen möglicherweise entstehenden Buchwertverluste nach § 55 VI EStG bei der Gewinnermittlung nicht gewinnmindernd berücksichtigt werden. Flächen, die nach diesem Stichtag erworben wurden, sind nach § 6 EStG mit den anteiligen Anschaffungskosten zu aktivieren. Erfolgen keine flächenmäßigen Zu- oder Abgänge, wird der Bilanzansatz für den Waldboden in den Folgejahren unverändert beibehalten.

Gemäß BMF (2012) ist beim stehenden Holz der in einem selbständigen Nutzungs- und Funktionszusammenhang stehende Baumbestand als Wirtschaftsgut zu betrachten. Ferner stellt dieser prinzipiell ein von Grund und Boden getrennt zu bewertendes Wirtschaftsgut des nicht abnutzbaren Anlagevermögens dar. Ebenso bestimmt das BMF, dass sich der Umfang der einzelnen Wirtschaftsgüter vorrangig aus einem amtlich anerkannten Betriebsgutachten oder aus einem Betriebswerk und alternativ aus den Regelungen zum Anbauverzeichnis nach § 142 AO ergibt. Demnach haben zur Buchführung verpflichtete Waldeigentümer Anbauverzeichnisse zu führen. In einem solchen Anbauverzeichnis ist nachzuweisen, mit welchen Fruchtarten die selbstbewirtschafteten Flächen im abgelaufenen Wirtschaftsjahr bestellt waren. Dabei braucht sich die jährliche Bestandsaufnahme nicht auf das stehende Holz zu erstrecken und das Anbauverzeichnis erübrigt sich, wenn ein amtlich anerkanntes Betriebsgutachten oder -werk vorliegt (BMF 2020). Als Bestandteil des nicht abnutzbaren Anlagevermögens wird das stehende Holz mit den jeweils anteiligen Anschaffungskosten aktiviert. Jedoch ergeben sich hinsichtlich des natürlichen Zuwachses Herausforderungen, da der Zuwachs als nicht realisierter Gewinn nach § 252 I HGB nicht in der Bilanz ausgewiesen werden darf. Außerdem gestaltet sich die Wertfortschreibung dieses Wirtschaftsgutes vor dem Hintergrund der Holzernte schwierig. Die nach aid Infodienst (2011, S. 22) früher übliche sogenannte „pauschale Waldwertminderung“ in Höhe von 3 % der Anschaffungskosten für das stehende Holz ist seit dem Jahr 1999 nicht mehr zulässig. Führen Holznutzungen nicht zu Kahlschlägen, bleibt der Baumbestand als Wirtschaftsgut erhalten. Daher kommt eine Buchwertminderung grundsätzlich nicht in Betracht. Aber sofern die planmäßige Ernte hiebsreifer Bestände im Einzelfall zu einer weitgehenden Minderung der Substanz und des Wertes des Wirtschaftsgutes Baumbestand führt, ist hier nach dem BMF (2012) eine Buchwertminderung begründbar. Jedoch begrenzt das Ministerium die Buchwertminderung auf den Unterschied zwischen dem bisherigen Buchwert des jeweiligen Baumbestands und dem Teilwert des verbleibenden Baumbestands. Der Betrag, um den der Buchwert verringert wurde, ist dann den Herstellungskosten des eingeschlagenen Holzes zuzurechnen. Mit der Endnutzung eines Baumbestandes, der bis dato ein selbständiges Wirtschaftsgut des Anlagevermögens gewesen ist, wird dessen Buchwert im Umfang des Einschlags gemindert und wiederum in gleicher Höhe den Herstellungskosten des eingeschlagenen Holzes zugerechnet. Der daraufhin als neues Wirtschaftsgut zu errichtende Bestand mit seinen Herstellungskosten im Bereich des nicht abnutzbaren Anlagevermögens aktiviert (BMF 2012).

Demgegenüber ist liegendes, unverkauftes Holz gemäß BMF (2012) i.V.m. § 4 III EStG Bestandteil des Umlaufvermögens. Dieses ist unter Angabe des Herstellungsdatums sowie der Anschaffungs- und Herstellungskosten in besonderen, laufend geführten Verzeichnissen zu dokumentieren. Nach aid Infodienst (2011, S. 22) zählen zu den Herstellkosten die Kosten für Einschlag und Rückung. Ein solcher Vorgang führt zu einer zweistufigen Gewinnrealisierung. Demnach erfolgt in der ersten Periode die Verbuchung des eingeschlagenen, unverkauften Holzes in das Umlaufvermögen zu den soeben erwähnten Herstellkosten. Sodann wird der Ertrag als Differenz von Holzerlös und Herstellkosten innerhalb der nächsten Periode anlässlich des Holzverkaufs realisiert. In diesem Zusammenhang ist es steuerlich nicht erforderlich, eine proportionale oder exakte Verteilung der Holzvolumina entlang der zugehörigen Waldorte vorzunehmen. Da das BMF (2020) für buchführungspflichtige Forstbetriebe die Dokumentation von Holzaufnahme und -eingang vorsieht, spielt die Lagerbuchführung in diesen Betrieben eine wichtige Rolle.

Neben diesen Merkmalen des externen Rechnungswesens findet sich in Forstbetrieben oftmals auch das interne Rechnungswesen. Im Gegensatz zum externen Rechnungswesen existieren hier keine rechtlichen Vorgaben. Das interne Rechnungswesen ist dagegen durch innerbetriebliche Richtlinien wie z.B. Geschäfts- und Arbeitsanweisungen geprägt. Dieses dient über die Kosten- und Leistungsrechnung vornehmlich der innerbetrieblichen Informationsaufbereitung und -darstellung. Mit Hilfe der Kosten- und Leistungsrechnung findet sich u.a. ein Instrument zur Wirtschaftlichkeitskontrolle. Da jedoch keine externen, formalen Vorgaben an das interne Rechnungswesen gestellt werden, gestaltet sich ein solcher Prozess aufgrund unterschiedlicher formaler und inhaltlicher Ausführungen schwierig. Aus diesem Grund hat der

Betriebswirtschaftliche Ausschuss des Deutschen Forstwirtschaftsrates (DFWR) Empfehlungen zur Vereinheitlichung des forstlichen Rechnungswesens erarbeitet (DFWR 1998). Der in diesem Zuge entwickelte Betriebsabrechnungsbogen ordnet die innerbetrieblichen Daten entlang eindeutig definierter Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträger. Im Kontext der Ermittlung des Betriebserfolges bietet der 1998 seitens des DFWR etablierte „Produktplan Forst“ zentrale Ansätze. Zunächst strukturiert er die Betriebsergebnisse entlang fünf unterschiedlicher Produktbereiche, welche wiederum in Produktgruppen untergliedert sind und aussagekräftige Kennzahlen bezüglich innerbetrieblicher Daten bieten. Demnach findet sich hier eine Grundlage für Betriebsvergleiche und die objektive Analyse betrieblicher Erfolge.

Insgesamt findet sich im Rechnungswesen eine zentrale Informationsquelle für das forstbetriebliche Handeln. Dabei dient es neben der Information v.a. auch der Planung, Steuerung und Kontrolle. Im Zuge der Verschiedenheiten bspw. der Eigentumsart oder naturalen Ausstattung forstlicher Betriebe ergeben sich mitunter große Unterschiede hinsichtlich des internen Rechnungswesens. Diese Faktoren erlauben eine Vergleichbarkeit betrieblicher Kennzahlen nur auf Basis standardisierter Vorgehensweisen, welche bspw. durch institutionelle Empfehlungen des DFWR gegeben sind. Gleichzeitig ist erkennbar, dass bereits die skizzierten Aspekte des forstlichen Rechnungswesens sehr komplex sein können. Daher werden oftmals mindestens Teilaufgaben seitens der in Abbildung 4 exemplarisch aufgeführten Steuerberater durchgeführt. Zudem existieren spezielle Softwarelösungen, die auch entlang betrieblicher Besonderheiten geeignete Handlungsoptionen bieten. Demnach ist die Integration entsprechender Buchführungs- oder gar Warenwirtschaftssysteme in die zu entwickelnde Konzeption des smarten Forstflächenmanagements nicht zielführend. Vielmehr würde die Integration solcher Lösungen zu grundsätzlich vermeidbaren und gegenüber der Zielgruppe nicht notwendigen Komplexitätssteigerungen führen.

### 2.3.2. Grundzüge des forstbetrieblichen Controllings

Zunächst ist festzuhalten, dass in der allgemeinen betriebswirtschaftlichen Literatur als auch im forstlichen Umfeld keine einheitliche Definition der Aufgaben des Controllings vorliegt (Knoke 1999). Das Wort „Controlling“ an sich verleitet schon dazu, dass der Begriff der Kontrolle mit ihm verbunden wird. Dem folgend assoziiert Langosch (2010, S. 1) hiermit u.a. die Begriffe „Buchhaltung“ und „Kontrolle“. Weiterfassende Definitionen übersetzen „to control“ nicht als „Kontrolle“ sondern als „Unternehmenssteuerung“ (Horváth 2012, 16f.). Somit ist Controlling als zentrale Aufgabe des Managements zu werten.

Nach Urigshardt (2010, S. 9) waren es in der Entstehungsgeschichte des Controllings veränderte und ergänzte Aufgaben in den etablierten Führungsbereichen und hier v.a. im Rechnungswesen, die zunächst den Bedarf für ein neues Aufgabenfeld aufzeigten. Dabei entwuchs das deutsche Controlling insbesondere den unternehmerischen Aspekten der Planung und des internen Rechnungswesens (Hahn 1978, S. 109, Welge 1988, S. 419ff.). Urigshardt (2010, S. 9ff.) identifiziert dazu u.a. folgende Ursachen:

- Arbeitsteilung und unternehmensorganisatorische Ausdifferenzierung, welche nach Welge (1988, S. 37ff.) Abstimmungsbedarf erfordern
- Steigende Komplexität und Umweltdynamik, die den Informationsbedarf stark erweitern
- Prozesssicht und systemisches Denken, welche zu einem geänderten Verständnis der Unternehmensabläufe führen und nach Ulrich (1985, S. 21) schließlich die Managementfunktionen „Planung“, „Durchsetzung“ und „Kontrolle“ miteinander verbinden.

Wie erwähnt, wird das betriebliche Rechnungswesen als Ausgangspunkt des Controllings gesehen. Nach Urigshardt (2010, S. 17) in Verbindung mit Schneider (1997, S. 3) erfolgte eine Ausweitung dessen hin zur zahlenmäßigen Abbildung der Vergangenheit, des aktuellen Inventars und zukünftiger Pläne. Dabei kommt der bewussten Beschränkung auf die Informationsversorgung nach Link (1982, S. 261) eine hohe Bedeutung zu. Dies wird durch Reichmann (2006, S. 7ff.) gestützt, indem er Controlling letztlich die Bereitstellung entscheidungsrelevanter Informationen zuspricht. Controlling selbst entsteht nach Ansicht von Gänßlen et al. (2012) jedoch erst, wenn Manager und Controller zusammenarbeiten und somit eine

Schnittmenge zur Zielfindung und -erreichung bilden. Diese Perspektive legt nahe, die traditionelle Unternehmensanalyse, welche die betriebliche Situation anhand von Daten der Vergangenheit beurteilt, als Teil des Controllings zu bewerten. Jedoch sollte dies immer unter der Prämisse geschehen, dass Controlling als zukunftsweisendes Instrument der Analyse und Führungsunterstützung zu sehen ist. Somit ist es wichtig, die Koordination als zentrale Aufgabe des Controllings zu erkennen. Für die Zielerreichung ist es von grundlegender Bedeutung, auf den jeweiligen Betrieb zugeschnittene Planungs-, Kontroll- und Informationssysteme zu etablieren. Merker (1997, S. 17) fordert daher, dass im Rahmen der Strategieentwicklung die systembildenden und -verbindenden Instrumente, welche eine zielorientierte Koordination auf strategischer und operativer Ebene erlauben, einzubeziehen. In Summe gilt, dass die Faktoren der Beschaffung, Aufbereitung, Analyse und Kommunikation von Daten die Kernaufgaben des Controllings darstellen. Somit dient Controlling u.a. der Vorbereitung betrieblicher Entscheidungen (vgl. Horváth 2002, S. 26ff.). Es handelt sich also um eine zielorientierte und sachgerechte Form der Führungsunterstützung.

In der Forstwirtschaft war Controlling gegen Ende der 1990er nur zu sehr geringen Teilen etabliert (vgl. Berger 1997; Merker 1997; Ripken 1992). Gleichzeitig erschien bereits Anfang der 1990er Jahre eine Reihe von Beiträgen, welche dieses Thema als zukunftsweisend und den Betrieben dienlich identifizieren (u.a. Ripken 1993; Sekot 1993; Winterheller 1993). Jedem dieser Beiträge ist gemein, dass sie Controlling bspw. durch die Aspekte der innerbetrieblichen Planung, systematischen und EDV-basierten Ordnung als auch der umfänglichen Betriebsanalyse durchweg als innovativ und notwendig darstellen. Sekot (1993) führt als Grund für die nur gering verbreitete Einführung und Umsetzung von Controlling „autokratische Führungsverhältnisse“ und einen „noch größeren Verwaltungsaufwand“ an. Hoffmann (1994) vermutet als Grund der geringen Etablierung die Abneigung der Führungsspitze gegenüber der IT und setzt gleichzeitig voraus, dass die nächste Führungsgeneration der IT aufgeschlossener gegenübersteht. Diese mittlerweile mehr als 25 Jahre alte Vermutung mag durchaus nicht ganz abwegig sein. So ist die heutige Führungsgeneration in aller Regel bereits mit der IT und ihrer rasanten Weiterentwicklung aufgewachsen und daher mit deren Grundzügen vertraut. Doch die von Hoffmann aufgestellte These führt insofern am Ziel vorbei, als dass die größere Vertrautheit mit der IT gemäß Merker (1997, S. 29) noch kein Wissen über Controllingtechniken und auch keinen Antrieb zur Weiterentwicklung derselben impliziert.

Außerdem hat Merker die Controllingverfahren in der Forstwirtschaft mit denen von Industriebetrieben verglichen (vgl. Merker 1997, S. 30f.). Er stellt fest, dass in der gewerblichen Industrie v.a. Misserfolge des Managements für die Etablierung von Controllingssystemen verantwortlich seien. Zugleich erarbeiten er als auch Urigshardt (2010) eine Reihe von Unterschieden und Problemen, welche sich im Vergleich zu Industriebetrieben in den forstbetrieblichen Abläufen zeigen. Demnach zeichnen sich Industriebetriebe oftmals durch eine relativ kurze Produktionsdauer aus. Dadurch können sie sich an aktuellen Marktentwicklungen orientieren und bei Bedarf verhältnismäßig kurzfristig auf veränderte Anforderungen reagieren. Forstbetriebe sind dagegen durch eine mehrjährige Produktionsdauer und die zeitliche Entkoppelung von Produktion und Verwertung geprägt. Gerade diese Entkoppelung ermöglicht nur bedingte Marktorientierung. Gleichzeitig ist der Forstbetrieb von den jeweiligen standörtlichen Verhältnissen und klimatischen Einflüssen abhängig. Dahingegen kann der industrielle Betrieb die Rahmenbedingungen weitestgehend flexibel modifizieren. So kann er bspw. seine Produktionsmittel selbst bestimmen. Dies bedingt wiederum eine exakt definierbare Produktqualität, welche im Forstbetrieb nur schwer zu messen, zu bewerten und abzugrenzen ist. Des Weiteren sind Industriebetriebe in aller Regel in ihrer Produktion spezialisiert und Innovationen lassen sich im Bereich der Produktionsmittel und Produkte gut etablieren. Demgegenüber stehen Forstbetriebe, welche durch ihre Baumarten sowie Holzsortimente und -güten universalorientiert wirtschaften. Zudem findet eine Etablierung von Innovationen i.d.R. nur auf dem Gebiet der Holzerntetechnik sowie im nachgelagerten Bereich statt.

So dürften die angeführten Besonderheiten der forstlichen Produktion eine weitere Schwierigkeit bei der Einführung und Umsetzung von Controlling im Forstbereich darstellen. Demnach machen die skizzierten

Differenzen eine Anpassung allgemeiner Controllingssysteme nach Horváth (u.a. 2012) an die Besonderheiten der Forstwirtschaft nötig. Oftmals entspricht die Forsteinrichtung der mittelfristigen Planung. Gemäß den Anforderungen des allgemeinen Controllings gilt diese als Schnittstelle der strategischen und operativen Planung. Es ist u.a. Aufgabe der Forsteinrichtung, die langfristigen Ziele der übergeordneten Strategie auf die operative Ebene der Betriebe zu überführen (Merker 1997, S. 80). In aller Regel wird das Einrichtungswerk für einen Zeitraum von zehn Jahren erstellt. Das Werk folgt den Schritten der Inventur, Planung und Kontrolle. So ist es auch Aufgabe der Forsteinrichtung, die zurückliegenden forstbetrieblichen Arbeiten kritisch zu würdigen, einen Soll-Ist-Vergleich durchzuführen und zukünftige Arbeitsschritte bzw. -volumina zu bestimmen. Die im Betriebswerk aufgeführten Schritte der Planung besitzen für den Waldbesitzer keinen verbindlichen Charakter, sondern dienen ihm als Planungsgrundlage und Orientierung. Etwaige Abweichungen können auf dem Willen des Eigentümers oder externen Einflüssen wie bspw. Kalamitäten oder Konjunkturentwicklungen basieren. Dennoch liegt mit der mittelfristigen Planung ein grundlegendes Controllinginstrument, welches weitestgehend an die Bedürfnisse und Herausforderungen der Forstwirtschaft angepasst ist, vor. Aus betriebswirtschaftlicher Perspektive ist dieses Instrument jedoch unvollständig. So arbeitet eine solche Planung rein sachzielorientiert und basiert i.d.R. auf waldbaulich notwendigen Arbeitsschritten. Der mittelfristigen Planung fehlt die Orientierung an finanziellen Maßgaben und die Abwägung innerhalb finanzieller Restriktionen (Merker 1997, S. 80). Dies führt in der Konsequenz dazu, dass das monetäre Betriebsergebnis an sich nicht planbar ist, sondern die Konsequenz natürlicher Vorgänge darstellt. Selbst unter der Prämisse, dass im Rahmen der forstbetrieblichen Arbeit dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit gefolgt wird, ist keine erfolgswirksame Steuerung des Betriebsergebnisses realisierbar. Das Betriebsergebnis ergibt sich daher mehr oder minder zufällig (Ebenda).

Urigshardt (2010, S. 12) konstatiert, dass ein Controllinginstrument zeitnah entscheidungsrelevante Daten zu bieten habe. Zwar kommt dem Controlling nach Oesten und Roeder (2012, S. 200) insgesamt keine eigenständige Bedeutung zu. Gleichwohl sei es integraler Bestandteil des Managementzyklus. Dennoch rechtfertigt der zeitliche, sachliche und finanzielle Umfang des betrieblichen Controllings oftmals nicht den Aufwand der Einrichtung eines institutionalisierten Controllings. Somit wird es oftmals als zusätzliche Tätigkeit und in Form sogenannten „Selbstcontrollings“ wahrgenommen. Dieses ist bei Urigshardt (2010, S. 34ff.) beschrieben und wird nach Oesten und Roeder (2012, S. 205) in kleinen Forstbetrieben oftmals angewendet. Denn hier sei häufig nur ein Entscheidungsträger vorhanden. Dieser setzt im Rahmen der Gesamtbetriebsplanung alle Ziele selbst, gleicht sie mit der operativen Planung ab und sorgt für eine entscheidungsorientierte Bereitstellung der Daten (Oesten und Roeder 2012, S. 205).

Ein solches, intern orientiertes Controlling kleinerer nicht-staatlicher Forstbetriebe verlangt neben einfachen Strukturen auch präzise Aussagen bezüglich des betrieblichen Handelns entlang der jeweiligen Naturalausstattung eines Betriebes. Denn nach Speidel (1984, S. 11) hat wirtschaftliches Handeln einem Plan zu unterliegen. Dieser Plan orientiert sich an bestimmten Zielsetzungen und gewährleistet unter Abwägung des Einsatzes knapper Mittel die bestmögliche Erfüllung der Bedürfnisse. Außerdem sind nach aid Infodienst (2011, S. 36) Forstbetriebe untereinander z.B. aufgrund ihrer standörtlichen und waldbaulichen Verhältnisse, aber auch der jeweiligen Eigentumsstrukturen und Zielsetzungen nur schwer vergleichbar. Demnach ergibt es nur selten einen Mehrwert, Betriebsergebnisse oder andere, jeweils auf Betriebsebene verdichtete Kennwerte ohne vorherige Stratifizierung zu vergleichen. In diese Richtung weisen z.B. auch die Größenklassen des staatlich organisierten Testbetriebsnetzwerkes Forst oder der Betriebsvergleich des BB Göttingen. Hieraus lässt sich ableiten, dass für den kleinparzellierten Nicht-Staatswald betriebliche Naturaldaten entlang eines einfachen Systems des betrieblichen Naturalcontrollings darzustellen sind. Dabei spiegelt ein solches System den in Abbildung 5 dargestellten Kreislauf aus Inventur, Planung und Kontrolle sowie der zugehörigen, laufenden Dokumentation wider. Dies unterstützt sowohl den eigenständig wirtschaftenden als auch den in einer Bewirtschaftungs- oder Betreuungseinheit organisierten Forstbetrieb grundlegend. Zudem stellt es die ergebnisorientierte Steuerung des Unternehmensgeschehens (vgl. Thommen und Achleitner 1998, S. 789) sicher.

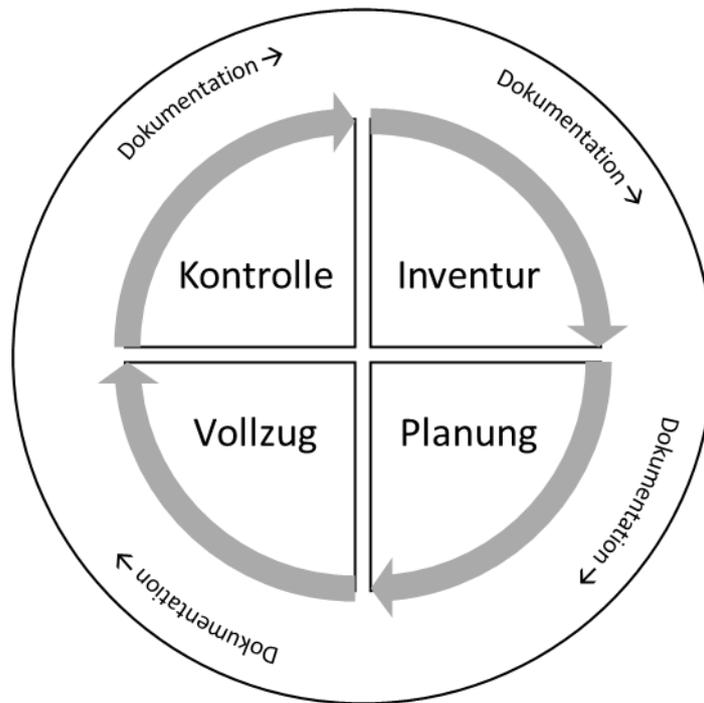


Abbildung 5: Schematische Darstellung des Controllingkreislaufes

### 2.3.3. Aspekte systematischer Aufbereitung von Forstbetriebsdaten

Hinsichtlich institutioneller Verpflichtungen und Anreize, die insbesondere nicht-staatliche Forstbetriebe zur Erstellung eines Betriebsgutachtens bzw. -werkes verpflichten oder ihnen die Aufstellung zumindest nahelegen, können unterschiedliche Bereiche identifiziert werden. Während sich die Erläuterung eines Großteils dieser im weiteren Verlauf wiederfindet, erfolgt die Vorstellung der sich aus der AO ergebenden Rahmenbedingungen wie bspw. die Erfordernis eines Anlageverzeichnisses schon im Bereich des forstlichen Rechnungswesens (vgl. Kapitel 2.3.1).

#### Bundeswaldgesetz

Das BWaldG regelt u. a. die Erhaltung und Bewirtschaftung der Wälder in Deutschland, die Rahmenbedingungen und Aufgaben forstwirtschaftlicher Zusammenschlüsse sowie die Förderung der Forstwirtschaft. Eine explizite Erwähnung zum Themenkomplex der forstbetrieblichen Planung findet sich in § 17 BWaldG. Dieser nimmt durch die Festlegung der Aufgaben einer FBG Bezug zum Thema Forsteinrichtung. Der erwähnte Paragraph legt sechs Aufgabengebiete fest, von denen mindestens eines in das Tätigkeitsfeld einer FBG fällt. Dazu wird festgelegt, dass u.a. Betriebspläne oder -gutachten abgestimmt werden müssen (vgl. § 17 Nr. 1 BWaldG). Gemäß § 21 BWaldG entfällt die Verpflichtung zur gemeinschaftlichen Durchführung einheitlicher Betriebspläne für Forstbetriebsverbände. Weitere Nennungen zum Thema Forsteinrichtung, Betriebsplan oder -gutachten werden im BWaldG nicht vorgenommen.

#### Landeswaldgesetze

Oftmals nehmen die Landeswaldgesetze eine Unterscheidung von Forstbetriebsplänen und -gutachten vor. Betriebspläne gelten im Weiteren synonym zum Begriff „Forsteinrichtung“ bzw. „Forsteinrichtungswerk“. Betriebsgutachten stellen wiederum eine vereinfachte Form der Betriebspläne dar und gelten oftmals für kleinere Betriebe. Sie sind v.a. durch eine geringere Intensität der Auswertungen und fehlende schriftliche Erläuterungen charakterisiert (Bundesanstalt für Immobilienaufgaben 2019).

Gemäß Maßgabe einiger Landeswaldgesetze können Forstbetriebe zur Aufstellung von Forsteinrichtungswerken verpflichtet werden. Dies ist i.d.R. an eine Mindestbetriebsgröße gebunden. In Tabelle 2 ist erkennbar, dass die Bundesländer Hessen und Mecklenburg-Vorpommern Privatforstbetriebe von mehr als 100 ha Forstbetriebsfläche verpflichten, ihre Ziele in Form von Betriebsplänen (Hessen) oder Forsteinrichtungswerken (Mecklenburg-Vorpommern) festzulegen. Rheinland-Pfalz und Thüringen halbieren die genannte Mindestfläche und verlangen ab 50 ha Forstbetriebsfläche Betriebspläne. Baden-Württemberg, Hessen und das Saarland bieten den zuständigen Behörden Ermessensspielräume im Rahmen der Aufstellung periodischer Betriebspläne. Dabei schreibt nur das Saarland keine Flächengrößen vor. In Nordrhein-Westfalen ist ein Betriebsplan Voraussetzung für die staatliche Betreuung. Wobei in Betrieben kleiner 100 ha Betriebsgutachten genügen (vgl. § 12 I LFoG).

*Tabelle 2: Darstellung der gesetzlichen Verpflichtung zur Erstellung von Betriebsplänen oder -gutachten im Privatwald, aufgeteilt nach Bundesländern - „freiwillig“  $\triangleq$  aus dem jeweiligen Waldgesetz ergibt sich keine Verpflichtung; Trotz der in Tabelle 1 eingeführten offiziellen Abkürzungen einschlägiger Rechtsvorschriften werden aus Darstellungsgründen Kürzel als zur Benennung der Referenz verwendet. Diese sind in eckigen Klammern angeführt und finden sich im Literatur- bzw. Rechtsquellenverzeichnis wieder.*

<b>Pflicht</b>	<b>Ermessen u.a.</b>	<b>Freiwillig</b>
Hessen* (>100 ha; [HL])	Baden-Württemberg*** (>30 ha; [LB])	Bayern
Mecklenburg-Vorpommern (>100 ha; [LM])	Hessen*** (<100 ha; [HL])	Berlin
Rheinland-Pfalz* (>50 ha; [LR])	Nordrhein-Westfalen** [LN]	Brandenburg
Thüringen* (>50 ha; [TL])	Saarland*** [LS2]	Hamburg
		Niedersachsen
		Sachsen
		Sachsen-Anhalt
		Schleswig-Holstein
		+ Länder unterhalb der gesetzlichen Grenze

\*Betriebs- und Wirtschaftspläne

\*\*Voraussetzung für staatliche Betreuung

\*\*\*Aufstellung periodischer Betriebspläne oder -gutachten kann durch Behörde angeordnet werden

Tabelle 3 stellt wiederum dar, welche Bundesländer eine waldgesetzliche Verpflichtung zur Erstellung von Betriebsplänen oder -gutachten im Körperschaftswald vorsehen. Zunächst scheinen die jeweiligen Gesetzgeber im Körperschaftswald merklich strengere Vorschriften hinsichtlich der forstlichen Betriebsplanung zu erlassen. Dies äußert sich v.a. darin, dass elf Bundesländer eine gesetzliche Verpflichtung vorhalten. So besteht in Baden-Württemberg, dem Saarland und dem Freistaat Sachsen ohne weitere Einschränkungen der gesetzliche Zwang zur Erstellung von Forsteinrichtungswerken. Im Freistaat Bayern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt genügen für Betriebe bis 100 ha Betriebsgutachten. In Niedersachsen und dem Freistaat Thüringen ist dieser Wert wiederum um die Hälfte heruntersgesetzt. Demgegenüber sehen Hessen und Mecklenburg-Vorpommern erst ab 100 ha Forstbetriebsfläche eine Verpflichtung vor.

Im Bereich des Körperschaftswaldes finden sich in keinem der untersuchten Landeswaldgesetze Ermessensspielräume. Die Bundesländer Brandenburg und Schleswig-Holstein stellen keine gesetzliche Verpflichtung in diesem Bereich auf und setzen somit auf die freiwillige Aufstellung. Für Betriebe unterhalb

der genannten Mindestgrößen gelten keine besonderen Vorschriften und somit der gleiche Ansatz wie in den zuletzt genannten Bundesländern.

*Tabelle 3: Darstellung der gesetzlichen Verpflichtung zur Erstellung von Betriebsplänen oder -gutachten im Körperschaftswald, aufgeteilt nach Bundesländern - „freiwillig“  $\hat{=}$  aus dem jeweiligen Waldgesetz ergibt sich keine Verpflichtung; Trotz der in Tabelle 1 eingeführten offiziellen Abkürzungen einschlägiger Rechtsvorschriften werden aus Darstellungsgründen Kürzel zur Benennung der Referenz verwendet. Diese sind in eckigen Klammern angeführt und finden sich im Literatur- bzw. Rechtsquellenverzeichnis wieder.*

<b>Pflicht</b>	<b>Ermessen u.a.</b>	<b>Freiwillig</b>
Baden-Württemberg [LB]	(-)	Brandenburg
Bayern* [BS1], [BS2]		Schleswig-Holstein + Länder unterhalb der gesetzlichen Grenze
Hessen (>100 ha; [HL])		
Mecklenburg-Vorpommern (>100 ha; [LM])		
Niedersachsen** [NL]		
Nordrhein-Westfalen* [LN]		
Rheinland-Pfalz (>50 ha)*** [LR]		
Saarland [LS2]		
Sachsen [SL]		
Sachsen-Anhalt* [LS3]		
Thüringen** [TL]		

\*Für Betriebe bis 100 ha Betriebsfläche genügen Betriebsgutachten

\*\*Für Betriebe bis 50 ha Betriebsfläche genügen Betriebsgutachten

\*\*\*Für Betriebe mit 50 - 150 ha reduzierter Holzbodenfläche genügen Betriebsgutachten

### Einkommenssteuerrechtliche Regelungen

Die Tabellen 2 und 3 stellen dar, dass einige Bundesländer keine walddrechtliche Verpflichtung zur Aufstellung von Betriebsgutachten oder –werken vorsehen. Daher wird im nachfolgenden Abschnitt ermittelt, inwieweit das EStG oder zugehörige Verordnungen und Richtlinien diesbezüglich Verpflichtungen oder Anreize vorhalten. Zudem erfolgt eine tabellarische Zusammenstellung der Mindestinhalte eines Forsteinrichtungswerkes im Zusammenhang mit der Anerkennung eines steuerlichen Nutzungssatzes.

An erster Stelle des § 2 I EStG stehen Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft, welche in § 13 EStG weiter spezifiziert werden. Hier als auch in § 34 b EStG sind zunächst keine institutionellen Verpflichtungen oder Anreize zum Thema Forsteinrichtung vorhanden. Jedoch finden sich in § 34 b 3 EStG i.V.m. § 68 EStDV durch die potentielle Reduzierung durchschnittlicher Einkommenssteuersätze bei Einkünften aus außerordentlichen Holznutzungen konkrete Anreize zur Aufstellung eines Betriebswerkes oder -gutachtens. Die hierfür relevanten Anforderungen an den Nutzungssatz definiert wiederum § 68 EStDV. Neben der periodischen Festlegung auf zehn Jahre seitens der Finanzbehörde wird v.a. determiniert, dass der Festsetzung des Nutzungssatzes ein amtlich anerkanntes Betriebsgutachten oder -werk zu Grunde zu legen ist. Stich-

tag der Bemessung des erwähnten Zehnjahreszeitraumes stellt wiederum der Anfang des Wirtschaftsjahres dar (vgl. § 68 II EStDV). In der Einkommenssteuer-Richtlinie (EStR)<sup>11</sup> wird nochmals die Aufstellung und Vorlage eines Betriebsgutachtens oder -werks als Voraussetzung für die Anwendung der steuerlichen Tarifvergünstigungen betont (vgl. R 34b.6 EStR 2012). Aus Gründen der Vereinfachung kann bei Betrieben mit bis zu 50 ha forstwirtschaftlich genutzter Fläche auf die Festsetzung eines Nutzungssatzes verzichtet werden. In diesen Fällen ist bei der Anwendung steuerlicher Vergünstigungen nach § 34b EStG ein Nutzungssatz von fünf Erntefestmetern ohne Rinde je Hektar festzulegen (Ebenda).

Zur Festsetzung des steuerlichen Nutzungssatzes ist die volle jährliche Ertragsfähigkeit zu ermitteln (BMF 2017). Die Nutzungssatzrichtlinie legt hierbei den Schwerpunkt auf den nach Altersklassen gegliederten Hochwald. In nachfolgender Tabelle finden sich die zugehörigen Grundlagen der Bestandesbeschreibung. Diese sind als Mindestanforderung der quantitativen Bestandesbeschreibung zu verstehen und können um weitere Daten ergänzt werden. Gleichzeitig verdeutlicht Tabelle 4, dass sowohl Misch- als auch Mehrschichtbestände in ihrer Beschreibung um die in Klammern stehenden Angaben zu ergänzen sind.

Tabelle 4: Daten für zahlenmäßige Bestandesbeschreibung gemäß Nutzungssatzrichtlinie

Nr.	Angabe	Bemerkung
1	Flächengröße	
2	Baumart	
3	(Flächenanteile)	Sind bei Mischbeständen für einzelne Baumarten auszuweisen
4	Alter	Ungleichaltrige Bestände sind nach Alter aufzugliedern
5	(Schicht)	Mehrschichtige Bestände sind nach einzelnen Schichten getrennt zu beschreiben
6	Ertragsklasse	Statische Bonitierung jeder Baumart nach Bestandesoberhöhe und Alter
7	(dGz)	Wird die Ertragsklasse nach dem dGz angegeben, ist der Bezugszeitraum zu nennen
8	Bestockungsgrad	Verhältnis wirklicher Vorrat / Normalvorrat o. tatsächliche Grundfläche / Ertragstafelgrundfläche
9	(Blößen)	Vorhandene, den Zuwachs beeinträchtigende Blößen sind gesondert auszuweisen
10	lfd. Zuwachs	Ist bestandesweise für Baumarten zu berechnen und altersklassenweise darzustellen
11	Vorrat	Ist in mittelalten und alten Beständen durch Messung zu erfassen. Vorrat jüngerer Bestände kann durch Schätzung des Bestockungsgrades je Baumart und Schicht auf Basis der Ertragstafeln erfolgen

Es wird deutlich, dass private Forstbetriebe angesichts einkommenssteuerlicher Ermäßigungen im Falle außerordentlicher Holznutzungen i.d.R. mindestens ein anerkanntes Betriebsgutachten benötigen. Dies gilt unter der Prämisse, dass außerordentliche Nutzungen den entsprechenden Nutzungssatz übersteigen. Da jedoch bereits bei leichter Überschreitung des festgesetzten Nutzungssatzes im Falle von Kalamität ein merklich gesenkter Steuersatz gilt, erscheint die Aufstellung eines Forsteinrichtungswerkes und Anerkennung des steuerlichen Nutzungssatzes gerade für Forstbetriebe mit verhältnismäßig hohen Produktionsrisiken grundsätzlich vorteilhaft. Ebenfalls kann es sich im Zuge der benötigten Voranmeldung kalamitätsbedingter Holznutzungen gegenüber der entsprechenden Finanzbehörde positiv auswirken, dass solche Werke die Forstbetriebsfläche systematisch zu gliedern. Dabei erfolgt die Gliederung mindestens in Abteilungen und Unterabteilungen, welche wiederum bei der Voranmeldung alternativ zur benötigten Angabe von Gemarkung, Flur und Flurstück zur räumlichen Verortung der Schäden genannt werden können.

<sup>11</sup> Einkommensteuer-Richtlinien 2012 (EStR) vom 16. 12. 2005 (BStBl I Sondernummer 1/2005), geändert durch Einkommenssteuer-Änderungsrichtlinien 2008 (EStÄR 2008) vom 18. 12. 2008 (BStBl I S. 1017) und Einkommenssteuer-Änderungsrichtlinien 2012 (EStÄR 2012) vom 25. 3. 2013 (BStBl I S. 276)

Der tatsächliche Effekt dieser grundsätzlichen Vorteile wird jedoch zum einen von der Auftretenswahrscheinlichkeit der Risiken aber v.a. auch von den Kosten eines Forsteinrichtungswerkes gesteuert. Daher sollten die Kosten der Forsteinrichtung v.a. dann möglichst geringgehalten werden, sofern nur steuerliche Erleichterungen wesentlicher Treiber bei der Aufstellung des Betriebsgutachtens oder -werkes sind. Insgesamt lassen sich jedoch aus aufgeführten Bestimmungen keine institutionellen Verpflichtungen zur Erstellung eines Betriebsgutachtens oder -werkes ableiten.<sup>12</sup>

#### Anforderungen an die Ersteller eines Forsteinrichtungswerkes

Im Weiteren findet sich die Analyse möglicher rechtlicher und behördlicher Anforderungen an die Ersteller eines Forsteinrichtungswerkes. Dafür erfolgt zunächst die Herleitung eventueller Anforderungen gemäß der Nutzungssatzrichtlinie. Des Weiteren werden die in den entsprechenden Landeswaldgesetzen dokumentierten Anforderungen systematisch herausgestellt. Diese Informationen werden wiederum im Bedarfsfall durch Auskünfte der zuständigen Finanzbehörden angereichert.

Unter Randziffer 1 verweist die Richtlinie u.a. darauf, dass für Einkünfte aus außerordentlichen Holznutzungen nach § 34 b EStG ein ermäßigter Steuersatz gewährt wird, wenn auf Basis eines amtlich anerkannten Betriebsgutachtens ein Nutzungssatz über zehn Jahre festgesetzt ist (vgl. BMF 2017). Zudem wird unter Randziffer 10 auf weitere Voraussetzungen für Zwecke der Besteuerung verwiesen. Dazu gehören neben der kartographischen Darstellung des Forstbetriebs bspw. eine Zustandsbeschreibung sowie eine Zuwachs- und Vorratsberechnung (BMF 2017). Insgesamt findet sich in der Nutzungssatzrichtlinie jedoch kein Hinweis auf die Anforderungen an Ersteller eines Forsteinrichtungswerkes.

Bei der Analyse der Anforderungen der Länder ist zunächst hervorzuheben, dass die Stadtstaaten aufgrund mangelnder Relevanz hinsichtlich des Untersuchungsobjektes nicht erfasst bzw. ausgewertet werden. Dies führt zu der verringerten Anzahl der in den Tabellen 5 und 6 aufgeführten Bundesländer. Des Weiteren weist die aufsummierte Anzahl der Nennungen darauf hin, dass einige Bundesländer mehrere Anforderungen an die Ersteller vorsehen.

Diese Anforderungen lassen sich auf Grundlage der Rechercheergebnisse in fünf Kategorien bzw. Personengruppen unterteilen. Dabei wird nach Forstsachverständigen im Allgemeinen und vereidigten bzw. anerkannten Forstsachverständigen unterschieden. Für Erstere findet sich in den Waldgesetzen von Rheinland-Pfalz und dem Freistaat Thüringen für den Privatwald keine weitere Spezifizierung. Vier andere Bundesländer nehmen eine Eingrenzung gemäß der zweitgenannten Kategorie vor. Mecklenburg-Vorpommern weicht die Beschränkung auf vereidigte bzw. anerkannte Forstsachverständige auf, indem es die Bestätigung oder Anerkennung des Betriebswerkes durch die Forstbehörde ermöglicht. In Hessen, Rheinland-Pfalz und dem Saarland wird zudem die Forstbehörde zur Aufstellung ermächtigt.

Schlussendlich sehen insgesamt neun Bundesländer sowohl wald- als auch einkommenssteuerrechtlich keine besonderen Anforderungen für die Aufstellung eines Forsteinrichtungswerkes vor. Aufgrund der Sonderregelung in Mecklenburg-Vorpommern ergibt sich, dass fünf Bundesländer mindestens zwei Kategorien der Erstellungsberechtigten festlegen. Zum einen entspricht die Anzahl der Kategorienennungen (vgl. vorletzte Spalte der Tabellen 5 und 6) in Summe nicht der eingangs erwähnten Bundeslandanzahl von 13. Zum anderen bedeutet dies, dass die Bundesländer diese Restriktionen i.d.R. nicht auf einen Personenkreis begrenzen.

---

<sup>12</sup> Neben den hier exemplarisch vorgestellten einkommenssteuerrechtlichen Regelungen kommt dem Forsteinrichtungswerk u.a. auch in Erbschafts- und Schenkungsfällen sowie hinsichtlich des Beitrags zur forstwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft Bedeutung zu. Ebenso gewinnen die Ergebnisse der Forsteinrichtung bei forstlicher Zertifizierung zunehmen an Bedeutung.

Tabelle 5: Darstellung der Anforderungen an den Ersteller eines Forsteinrichtungswerkes im Zuge der Anerkennung desselben und der Festsetzung des steuerlichen Nutzungssatzes im Privatwald - Trotz der in Tabelle 1 eingeführten offiziellen Abkürzungen einschlägiger Rechtsvorschriften werden aus Darstellungsgründen Kürzel zur Benennung der Referenz verwendet. Diese sind in eckigen Klammern angeführt und finden sich im Literatur- bzw. Rechtsquellenverzeichnis wieder (S. XLIVff.).

	Forstsachverständige	vereidigte / anerkannte Forstsachverständige	Fachkundige Person	Forstbehörde	keine bes. Anforderungen	Anzahl	Quelle
Ba-Wü					x	1	[RF], [OF]
Bayern					x	1	[BL]
Brandenburg					x	1	[FC]
Hessen		x	1	x		3	[HL]
M-V		x			x	2	[LM]
Niedersachsen					x	1	[LS1]
NRW					x	1	[ON]
RLP	x			x		2	[LR]
Saarland		x		x		2	[LS2]
Sachsen					x	1	[BI]
Sachsen-A.					x	1	[FH]
Schleswig-H.					x	1	[FS]
Thüringen	x	x				2	[TL]
Anzahl	2	4	1	3	9		

<sup>1</sup>Nachweis der für den Staatsdienst vorgeschriebenen Ausbildung

Tabelle 6: Darstellung der Anforderungen an den Ersteller eines Forsteinrichtungswerkes für den Körperschaftswald im Zuge der Anerkennung desselben - Trotz der in Tabelle 1 eingeführten offiziellen Abkürzungen einschlägiger Rechtsvorschriften werden aus Darstellungsgründen Kürzel zur Benennung der Referenz verwendet. Diese sind in eckigen Klammern angeführt und finden sich im Literatur- bzw. Rechtsquellenverzeichnis wieder (S. XLIVff.).

	Forstsachverständige	vereidigte / anerkannte Forstsachverständige	Fachkundige Person	Forstbehörde	keine bes. Anforderungen	Anzahl	Quelle
Ba-Wü	x			x		2	[LB]
Bayern	x			x		2	[BS1]
Brandenburg					x	1	[FC]
Hessen		x	2	x		3	[HL]
M-V		x			x	2	[LM]
Niedersachsen			3			1	[NL]
NRW					x	1	[ON]
RLP	x			x		2	[LR]
Saarland		x		x		2	[LS2]
Sachsen				x		1	[SL]
Sachsen-A.					x	1	[FH]
Schleswig-H.					x	1	[FS]
Thüringen	x			x		2	[TL]
Anzahl	4	3	2	7	5		

<sup>2</sup>Nachweis der für den Staatsdienst vorgeschriebenen Ausbildung

<sup>3</sup>Zulassung zur Ausbildung im Vorbereitungsdienst für das erste oder zweite Einstiegsamt [...] für den Forstdienst oder gleichwertige Berufsqualifikation (vgl. § 15 III NWaldLG)

Tabelle 6 weist im Vergleich zu Tabelle 5 für den Körperschaftswald deutlich mehr Anforderungen an die Ersteller eines Betriebswerkes auf. Es zeigt sich zunächst, dass nur fünf Bundesländer keine besonderen Anforderungen festlegen. In sieben Bundesländern ist bspw. die zuständige Forstbehörde mit der entsprechenden Kompetenz versehen. Vier Länder schreiben fest, dass der Ersteller Forstsachverständiger zu sein hat. Hessen, Mecklenburg-Vorpommern und das Saarland verlangen explizit vereidigte bzw. anerkannte Forstsachverständige. Außerdem fordern mit Hessen und Niedersachsen zwei Bundesländer fachkundige Personen im Sinne des jeweiligen Waldgesetzes. Schließlich ist erkennbar, dass ein Großteil der Bundesländer entweder keine Restriktion gegenüber den Erstellern von Betriebswerken vorsieht oder aber den entsprechend eingekreisten Personenkreis durch die Benennung unterschiedlicher Anforderungen geringfügig erweitert. Lediglich in Niedersachsen und dem Freistaat Sachsen ist dieser Kreis der Erstellungsberechtigten auf eine Kategorie beschränkt.

### Kosten klassischer Forsteinrichtung aus betrieblicher Perspektive

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse hinsichtlich der Kosten eines Forsteinrichtungswerkes aus forstbetrieblicher Perspektive beschränken sich auf den klassischen Umfang eines solchen Dokumentes. Das bedeutet also, dass im Werk selber ein allgemeiner Teil, Flächen-, Karten- und Tabellenwerke sowie Inventurdaten und eine darauf aufbauende Planung und Ertragsregelung enthalten sind. Insgesamt führt die von dem Autor durch Abfrage von entsprechenden Angeboten und Rechnungen vorgenommene Analyse der Kosten eines solchen, durch Dritte in Form einer Dienstleistung erstellten Operates zu 18 Ergebnissen. Diese unterscheiden sich wiederum nach vorliegenden Angeboten bzw. Abrechnungen, Gebührenordnung und Experteneinschätzungen.

Zunächst wurden die Internetauftritte entsprechender Dienstleister bzw. Anbieter nach der Angabe von Leistungskatalogen und Kosten untersucht. Dabei unterlagen dieser Analyse sowohl die Internetauftritte privater Dienstleister als auch die von staatlichen Einrichtungen wie bspw. der LWK oder des Landesbetriebes HessenForst. Im Rahmen der Internetrecherche konnte lediglich ein Ergebnis erzielt werden. Demnach bietet die LWK Forstbetriebsgutachten ab einer Gebühr von 25,- €/ha an. Jedoch unterliegen die Gebühren einer Staffelung. So gelten die 25,- €/ha erst für Forstbetriebsflächen über 1.000 ha (LWK 2020). Bis zu 50 ha Forstbetriebsfläche wird nach Zeitaufwand abgerechnet. Für die nächsten 49 ha kalkuliert die LWK wiederum 28,- €/ha. Für 101 bis 300 ha bzw. 301 bis 1.000 ha Forstbetriebsfläche werden jeweils ein bzw. zwei €/ha weniger berechnet (Ebenda). Gleichzeitig sind diese Gebühren nicht fix, da sie bspw. durch Sammelaufträge rabattiert oder aber z.B. durch Streulage der einzurichtenden Flächen mit Aufschlägen versehen werden können (Ebenda).

Im Weiteren konnten insbesondere durch Expertenaussagen neun Einzelwerte gewonnen werden. Die Angaben eines Gesprächspartners gelten für zwei von ihm betreute Privatforstbetriebe und reichen von 19 €/ha im Minimum bis hin zu 39,39 €/ha (Anonym 2020e). Zudem legt ein Experte eine Spanne von „unter 20,- €/ha bis 50,- €/ha Forstbetriebsfläche“ (Anonym 2018b) fest. Ein weiterer Gesprächspartner nennt Eckdaten von 15 bis 100,- €/ha. Nach seiner Erfahrung liegen die Kosten für die Erstellung eines einfachen Forsteinrichtungswerkes jedoch zwischen 20,- und 25,- €/ha Forstbetriebsfläche (Anonym 2020d). Ein Dritter nennt einen Betrag in Höhe von 46,- €/ha (Anonym 2020e). Ergänzt wird dies durch die Aussage eines weiteren Experten, der Erfahrungswerte von rund 35 €/ha nennt (Anonym 2020f). Dabei verstehen sich alle Angaben als Nettoangaben. Insgesamt betragen die Kosten im Mittel 33,35 €/ha bzw. bezüglich der Standardabweichung 19,23 €/ha. Da der ungewöhnlich hohe Betrag von 100,- €/ha Forstbetriebsfläche den Mittelwert merklich verzerrt, ist dem Median von 28,- €/ha an dieser Stelle eine deutlich höhere Aussagekraft beizumessen.

## 2.4. Zwischenfazit

Es zeigt sich, dass das BWaldG keine institutionelle Verpflichtung zur Aufstellung eines Betriebsgutachtens oder -werkes vorsieht. Gleichzeitig bieten die vorhandenen landeswaldgesetzlichen Aufträge einen institutionellen Rahmen, der oftmals in Abhängigkeit der Eigentumsform und Betriebsgröße das Aufstellen eines Forsteinrichtungswerkes verlangt und somit prinzipiell die Grundlagen des naturalen Controllings fordert und fördert. Der der Forsteinrichtung durch bspw. Hanewinkel (2012), Kramer (1985) oder Speidel (1972) zugesprochene Charakter einer belastbaren Planungsgrundlage wird somit Vor-schub geleistet. Ähnliches gilt für den der Forsteinrichtung immanenten Dreiklang aus Inventur, Planung und Kontrolle (Kramer 1985, S. 14) bzw. Vollzug (Gadow 2005, S. 337).

Gleichzeitig kann ein institutioneller Anreiz durch einkommenssteuerrechtliche Aspekte erwachsen bzw. die betriebsindividuelle Entscheidung bei der Aufstellung eines solchen Werkes lenken. Wobei die früher aus dem EStG ableitbare Verpflichtung hinsichtlich der Voraussetzung eines Betriebsgutachtens oder -werkes als Grundlage der Inanspruchnahme ermäßigter Steuersätze 2012 entfiel. Zuvor waren calamitätsbedingte Steuerermäßigungen regelmäßig an die Überschreitung des jeweiligen Nutzungssatzes gebunden. Somit wird nach der Novelle des EStG zur Aktivierung des um die Hälfte ermäßigten Steuersatzes zunächst kein gesondert ausgewiesener Nutzungssatz vorausgesetzt. Erst bei calamitätsbedingter Überschreitung des Nutzungssatzes und der dann auf ein Viertel reduzierte Steuersatz ergibt sich ein entsprechender steuerlicher Vorteil. Dennoch kann in diesem Zuge grundsätzlich unterstellt werden, dass die Aufarbeitung von Kalamitätsfällen und somit die Bewirtschaftung des Waldes durch ein Forsteinrichtungswerk unterstützt wird. Insbesondere Letzteres stellt im Kontext der Nachhaltigkeit ein erklärtes Ziel der Forsteinrichtung dar. Spätestens angesichts stark ausgeprägter außerordentlicher Holznutzungen ist der bei der Forsteinrichtung festgesetzte Nutzungssatz von Bedeutung. Somit kann einem solchem Werk im Zuge der finanziellen Risikominimierung merkliche Bedeutung zugemessen werden. Dementsprechend fällt auch die Empfehlung der LWK (Hillmann 2017), ein amtlich anerkanntes Forstbetriebsgutachten oder -werk aufstellen zu lassen, aus.

Im Bereich des Privatwaldes sieht mit neun Bundesländern ein Großteil keine weiteren Anforderungen an den Ersteller eines Forsteinrichtungswerkes vor. Bezüglich des Körperschaftswaldes zeichnet sich ein differenzierteres Bild ab. Aufgrund der oben skizzierten Merkmale bzw. Ansprüche an den Ausbildungsgrad solcher Akteure ergibt sich deutschlandweit kein einheitliches Bild. Grundsätzlich mögen diese Anforderungen dem Ziel der Generierung bzw. Sicherung von Qualitätsmerkmalen dienen. Dennoch führt die Vielzahl der unterschiedlichen Anforderungen zu Einschränkungen bezüglich der Aufstellung eines Forstbetriebsgutachtens oder -werkes. So bleibt es forstlichen Akteuren trotz der Option einer theoretisch vorhandenen technischen Ausstattung zur Erstellung solcher Dokumente zwar nicht verwehrt, diese zu erstellen. Doch ist die steuerrechtliche Anerkennung solcher Werke in den entsprechenden Bundesländern aufgrund dieser Restriktionen nicht möglich.

Hinsichtlich der möglichen Kosten eines Forsteinrichtungswerkes für den jeweiligen Betrieb zeigt sich, dass Umfang und Genauigkeiten des Betriebswerkes insbesondere von den betrieblichen Zielsetzungen abhängen. So stellt es einen Unterschied dar, ob der Betrieb den Schwerpunkt auf der Holzproduktion oder bspw. die Erholungsfunktion legt (Anonym 2020f). Schließlich können individuelle Wünsche und Anforderungen grundsätzlich die Kosten eines solchen Werkes treiben. Darüber hinaus zählen jedoch der Arrondierungsgrad, das Vorhandensein sowohl alter als auch aktueller Unterlagen oder die topographische Ausstattung des Betriebes zu weiteren Treibern.

Insgesamt lässt sich der Forstbetriebsplanung in kleineren Nicht-Staatsforstbetrieben attestieren, dass sie durch zahlreiche institutionelle Rahmenbedingungen geprägt ist oder in einigen Bundesländern ex-

plizit durch diese beeinflusst wird. Zudem gelten auch hinsichtlich der Eigenschaften bzw. Qualifizierung des Erstellers eines Forsteinrichtungswerkes in einigen Bundesländern staatlicher Vorschriften, welche sich nicht nur je Bundesland, sondern auch abhängig von der Waldeigentumsart unterscheiden. Grundsätzlich kann gültigen Forstbetriebsgutachten oder -werken auch bezüglich einkommens- und erbschaftssteuerlicher Aspekte hohe Bedeutung beigemessen werden. Zunächst spielen diese im Bereich der Einkommenssteuer angesichts von Kalamitätsereignissen eine zentrale Rolle. Vor dem Hintergrund der Erbschafts- und Schenkungssteuer dienen solche Werke jedoch als Bemessungsgrundlage der zu erbringenden steuerlichen Last. Zudem kann das entsprechende Forsteinrichtungswerk als Grundlage für Entschädigungsverfahren oder Waldbewertung im Allgemeinen herangezogen werden. Darüber hinaus ersetzt ein solches Werk in der Praxis bei buchführungspflichtigen Betrieben das Anbauverzeichnis nach § 142 AO<sup>13</sup> (BMF 2020). Nicht zuletzt kann die Inanspruchnahme von Fördermitteln bspw. in Nordrhein-Westfalen<sup>14</sup> oder staatlicher Betreuung gegebenenfalls ein Forsteinrichtungswerk bzw. vereinfachte, aber fundierte Planungen voraussetzen (vgl. Kleinschmit 2019).

Darüber hinaus kann sich der Nachweis eines über das Betriebsgutachten oder -werk ermittelten Nutzungssatzes positiv auf den Beitrag zur Berufsgenossenschaft auswirken. Wie bei Schöttelndreier (2020) und dem Waldbauernverband NRW (2014) dargestellt, wird seitens der SVLFG entweder der steuerliche Nutzungssatz oder der reguläre Hiebsatz eines Forstbetriebes zu Grunde gelegt. Sollten beide Sätze nicht vorhanden sein, erfolgt zunächst eine Schätzung der eingeschlagenen Holzmengen. Im Falle fehlender Angaben seitens des Versicherungsnehmers setzt die Berufsgenossenschaft jedoch zwölf Efm/ha als Berechnungsgrundlage an. Zudem steigen die Versicherungsbeiträge v.a. mit zunehmender Betriebsgröße und insbesondere auch mit anwachsender Einschlagsmenge. Diese Erkenntnisse unterstreichen zunächst die für den einzelnen Forstbetrieb große Bedeutung eines niedrigen steuerlichen Nutzungs- bzw. Hiebsatzes. Vornehmlich weisen sie aber auch angesichts der in Ausnahmefällen der Beitragsberechnung zu Grunde gelegten Werte auf die betriebliche Relevanz eines aktuellen Betriebsgutachten oder -werkes hin.

Grundsätzlich zeigen die unterschiedlichen institutionellen Rahmenbedingungen nachhaltiger Betriebssteuerung, dass die zu entwickelnde Konzeption eines smarten Flächenmanagementsystems für kleinere Nicht-Staatswaldbetriebe zahlreiche Aspekte institutioneller Natur abzudecken hat. Dies gilt verstärkt, wenn die Zusammenstellung forstlicher Betriebsdaten insbesondere einkommenssteuerlichen Zwecken dient und die Aufstellung des Werkes zur Ableitung des hier relevanten Nutzungssatzes an bestimmte Auflagen geknüpft ist. Abseits der steuerlichen Zielsetzungen ist offensichtlich das Zugänglichmachen grundlegender Daten wie bspw. Betriebsgröße, Baumartenausstattung sowie Verteilung von Holzboden- und Nicht-Holzbodenflächen, welche für steuerliche Zwecke ohnehin erhoben werden, von zentraler Bedeutung. Demnach bietet bereits ein bestenfalls mobiles System, welches von der Herleitung steuerlicher Nutzungssätze absieht und sich auf die reine Darstellung institutionell geforderter sowie betrieblich relevanter Daten beschränkt, hohes Nutzungspotential und somit einen großen betrieblichen Mehrwert. Bei der Entwicklung eines solchen Systems stellt die Darstellung inhaltlicher Merkmale des Flächenmanagements entlang etablierter Standards ein wesentliches Ziel dar. Dies kann nicht nur zur allgemeinen Akzeptanz eines solchen Systems, sondern aufgrund der normativen Kraft des Faktischen auch zur Etablierung dessen im Bereich des Flächenmanagements kleinerer Nicht-Staatswaldbetriebe beitragen.

---

<sup>13</sup> Abgabenordnung (AO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 1. Oktober 2002 (BGBl. I S. 3866; 2003 I S. 61), die zuletzt durch Artikel 28 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3096) geändert worden ist.

<sup>14</sup> Vgl. Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung forstlicher Maßnahmen im Privatwald. RdErl. des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz - III - 3 40-00-00.30 v. 20.7.2015

### 3. Ausgewählte digitale Instrumente des Flächenmanagements

Das forstliche Flächenmanagement hängt zentral von Informationen über diese Flächen ab. Dabei ist die Aktualität und die Bereitstellungsform solcher Informationen von erheblicher Bedeutung. In diesem Zusammenhang haben sich geografische Informationssysteme, deren schwerpunktmäßige Aufgabe darin besteht, dass sie räumliche Informationen kartographisch und in Form von Sachdaten vorhalten, etabliert. Ein solches GIS dient u.a. der Erfassung, Bearbeitung und Darstellung räumlicher Daten. Bereits 1988 konstatiert Beckmann in Lothar (2003) folgende Elemente eines GIS:

1. Geographische Datenbank zur Dokumentation raumbedeutsamer Strukturen
2. Verfahren und Methoden, mit denen die unter 1. genannten Informationen erfasst, aktualisiert, präsentiert, assoziiert und analysiert werden können
3. Schnittstellen für die Integration und Kommunikation mit weiteren EDV-Systemen
4. Einheitliches, räumliches Bezugssystem, das die eindeutige geographische Verortung und zudem fachübergreifende Verknüpfung räumlicher Daten erlaubt

Dieser Definitionsansatz lässt sich zunächst um die Aspekte der Reorganisation, Modellierung und Analyse ergänzen. Dennoch ist der gezeigte Ansatz von noch heute gültig und dient im Weiteren als Grundlage des Begriffes „GIS“. Es bietet sich auch an, den unter Nummer 3 genannten Aspekt um Im- und Exportmöglichkeiten in unterschiedlichen Dateiformaten nochmals weiter zu fassen.

Im Weiteren erfolgt die exemplarische Analyse unterschiedlicher GIS-Anwendungen mit Bezug zum forstlichen Flächenmanagement. Dazu findet sich zunächst die Vorstellung und Analyse frei verfügbarer, digitaler räumlicher Informationen, welche im Vergleich zu der oben angeführten Definition eher einfachen GIS entsprechen. Mit Blick auf die Landwirtschaft wird dann zwischen zwei Systemen unterschiedlicher Zielrichtung differenziert. Diese finden sich zum einen in lokal auf den Betrieb beschränkten Informationssystemen (Ackerschlagkartei) und zum anderen in dem politischen Instrument einer im weitesten Sinne GIS-ähnlichen Anwendung zur Steuerung landwirtschaftlicher Zahlungsansprüche. Sodann erfolgt die exemplarische Untersuchung des institutionellen Rahmens und daraufhin entwickelter Informationssysteme ausgewählter Länder des europäischen Auslands. Außerdem wird die kostenfreie Applikation „QGIS“ mitsamt forstspezifischen Erweiterungen und der entsprechenden Mobilversion „QField“ vorgestellt. Diese Systeme werden in einigen Forstbetrieben insbesondere zur räumlichen Orientierung aber auch zur Kommunikation räumlicher Informationen gegenüber Dritten verwendet. Insbesondere Letzteres findet bspw. bei der digitalen Verortung und kartographischen Darstellung von Holzpoltern regelmäßig statt. Dieses digitale Vorgehen wird durch das abschließend exemplarisch analysierte Werkzeug „LogBuch“ professionell unterstützt.

Ziel des vorliegenden Kapitels ist es, neben der Darstellung exemplarischer Flächenmanagementlösungen die Vor- und Nachteile solcher Systeme zu analysieren. Diese Stärken und Schwächen dienen bei der Konzeption eines smarten Flächenmanagementsystems als in der Praxis verwendete Anhaltspunkte und somit als Grundlage der Konzeptionsentwicklung. Schlussendlich erfolgt die Konsolidierung aller für die Konzeption eines smarten Flächenmanagementsystems als wertvoll eingestuftener geeigneter Merkmale und sonstiger relevanter Aspekte.

Sämtliche der vorgestellten Anwendungen und Systeme wurden aufgrund ihrer Alleinstellungsmerkmale und Spezialisierungen ausgewählt. Ihre Verwendung basiert u.a. auf vorangegangenen Expertengesprächen mit land- und forstwirtschaftlichen Akteuren und ist exemplarischer Natur. Die Herausstellung dieser unterliegt wissenschaftlicher Herangehensweisen und beabsichtigt keine Werbezwecke.

### 3.1. Frei verfügbare, digitale räumliche Informationen

#### Webbasierte Kartendienste

Mit dem Onlinekartendienst „GoogleMaps“<sup>15</sup> bietet sich der breiten Öffentlichkeit ein umfangreiches Kartenwerkzeugset, welches zur privaten Nutzung kostenfrei ist. In diesem lässt sich die Erdoberfläche als einfache Straßenkarte oder Satellitenbild aufrufen. Ergänzt werden diese Informationen oftmals durch zusätzliche Hinweise wie Standorte von Institutionen oder individuelle Bilder, die seitens der Nutzer entsprechenden Orten auf der Karte zugeordnet werden können. GoogleMaps ist wiederum auf Smartphones oftmals vorinstalliert und trägt somit dazu bei, dass Google im Bereich mobiler Kartenservices den Branchenprimus darstellt (Stauffacher 2020; IONOS Digital Guide 2019). Insgesamt stehen mit GoogleMaps für mehr als 200 Länder der Erde und somit etwa 99 % der Welt kartographische Information zur Verfügung. Darüber hinaus nutzen weltweit monatlich etwa eine Milliarde Anwender GoogleMaps (Google Cloud o.J.). Wesentliches Element stellt eine Funktion dar, welche die gezielte Suche nach Ortschaften, Adressen oder Firmennamen erlaubt. Ein weiteres Feature findet sich in der Versendefunktion von Karteninhalten. Zur Aktualisierung der in GoogleMaps verfügbaren Karten bestehen unterschiedliche Angaben. Zwar finden sich anbieterseitig hierzu keine Nennungen.<sup>16</sup> Doch es wird wiederum diskutiert, dass Google die Inhalte seines Kartendienstes im urbanen Umfeld, insbesondere in Großstädten, deutlich regelmäßiger als im ländlichen Raum updatet (vgl. gutefrage 2017; TouchTips.de 2015; computerfrage 2009).

Dem Marktführer steht mit OpenStreetMap (OSM) ein kostenfrei nutzbares und der Open Database License<sup>17</sup> unterliegendes Geodatenprojekt gegenüber. Es handelt sich hierbei um ein offenes Geodatenprojekt, welches gesammelte Daten u.a. in einer Datenbank abspeichert und darauf basierend die Erstellung von Karten erlaubt. Diese sind auf verschiedenen Layerebenen entwickelbar, wobei die einer Straßenkarte ähnelnde Kartenebene standardmäßig voreingestellt ist. Durch die Open Database License ist es dem Nutzer möglich, sämtliche OpenStreetMap-Daten kostenfrei bspw. in eigenen Homepages oder Kartendiensten zu verwenden. Neben der Open Data Grundlage bezüglich der Verwendung vorhandener Daten findet sich eine große Stärke in der großen Nutzergemeinschaft. Diese besitzt umfangreiche Editierrechte und ist im Jahr 2020 auf 1,5 Mio. Beitragende, welche wiederum bis zu 4,5 Mio. Änderungssätze pro Tag einpflegen, angewachsen (OSM Wiki contributors o.J.). Da jeder Beitragende die Eingaben Anderer überprüfen und ggfs. korrigieren kann, führt die große Nutzerzahl zu einer Art sozialer Kontrolle im Netz. Zudem weist die genannte hohe Änderungsrate daraufhin, dass Datenbankinhalte stets präzisiert werden. Durch die Möglichkeit der offenen Datenerfassung und Datenbankeditierung ist die Einbindung und somit die Präzisierung dokumentierter räumlicher Daten durch lokales Wissen Einzelner gegeben. Dabei stammen etwa zwei Drittel der Benutzer aus Europa und hier v.a. aus Deutschland (Poole 2015). Grundsätzlich kann das Modell des Setzens auf Freiwillige und lokales Wissen Risiken in sich tragen. So sind nutzerarme Gegenden ggfs. nicht präzise erfasst oder gar mit falschen Attributen versehen. In solchen Fällen kann es OSM an attributiver Konsistenz mangeln. Da Deutschland aber nach Poole (2015) etwas mehr als 10.000 aktiv Beitragende verzeichnet und somit die größte „OSM-Gemeinschaft“ darstellt, dürften die erwähnten Risiken v.a. für urbane Gebiete

---

<sup>15</sup> Auf das ebenfalls durch Google gehostete Kartensystem „Google Earth“ wird an dieser Stelle nicht eingegangen.

<sup>16</sup> Google wirbt mit 25 Mio. Aktualisierungen pro Tag (Google Cloud o.J.). Da sich keine weiteren Angaben zur Aktualisierung der auf den Karten dargestellten räumlichen Informationen, sprich Geometrien, finden, wird davon ausgegangen, dass Google hier auf die Aktualisierung von Attributen in Form von Sachdaten abzielt.

<sup>17</sup> Die Open Database License erlaubt das Teilen und Bearbeiten einzelner Daten als auch ganzer Datenbanken für beliebige Zwecke. Die hieran geknüpften Bedingungen sind u.a., dass die Urheber des Werks namentlich genannt werden und die veränderten Daten ebenfalls unter der Open Database License zu veröffentlichen sind (Open Knowledge Foundation o.J.).

Deutschlands (vgl. Redaktionsnetzwerk Deutschland 2020) minimiert sein oder zumindest vernachlässigt betrachtet werden. Zudem existieren verschiedene Lösungen zur Qualitätssicherung (OSM Wiki contributors 2020). Diese Werkzeuge führen nach Eigendarstellung dazu, dass OSM oftmals aktueller und von höherer Qualität als kommerzielle Kartendienste sei (Ebenda).

Beiden Kartendiensten ist gemein, dass es sich um weitverbreitete Anbieter handelt. Somit sind Nutzer mit der jeweiligen Oberfläche und den zugehörigen Funktionen i.d.R. weitestgehend vertraut. Zudem ist der Informationsgehalt beider Systeme sehr hoch und verhältnismäßig aktuell bzw. wird er im Falle von OSM durch engagierte Nutzer aktualisiert. Dieser Aspekt ist im Bereich der Sachdatenhaltung bei GoogleMaps ebenfalls möglich. Darüber hinaus kann der Nutzer in beiden Kartendiensten individuelle Linien- und Flächenmessungen durchführen. In GoogleMaps ist dies mit geringem Aufwand möglich, wohingegen in OSM Messinstrumente nur mittelbar nutzbar sind. Hier muss sich der Nutzer entweder registrieren und in die Editiertools einarbeiten oder aber auf dritte Dienste, die wiederum OSM verwenden, zurückgreifen. Beiden Kartendiensten ist gemein, dass über sogenannte Web Map Tile Services<sup>18</sup> in bestehende GIS wie bspw. QGIS (vgl. Kapitel 3.4) einbindbar sind. Dies erlaubt wiederum individuelle Auswertungen auf Basis der so eingebundenen Kartendienste. Gleichzeitig spart es in den jeweiligen betrieblichen GIS Speicherplatz und zudem liegt die Verantwortung zur Aktualisierung in der Obhut des Kartengebers. Aufgrund der hohen Marktrelevanz und großen Nutzergruppe kann der Nutzer davon ausgehen, dass diese Kartendienste durch den jeweiligen Anbieter bzw. im Fall von OSM die dahinterstehende Gemeinschaft stetig für Datenaktualisierungen sorgen werden.

Insgesamt kann den exemplarisch skizzierten Angeboten Potential für das forstliche Handeln zugerechnet werden. Dieses Potential umfasst dabei v.a. die Aspekte des schnellen, Luftbild-basierten Überblicks, der nutzerfreundlichen Stütze beim Aufmaß von Flächen und Linien sowie die einfache, kartographisch unterstützte Kommunikation räumlicher Informationen gegenüber Dritten. Auch wenn sich diese Informationen zunächst auf die Lage von bspw. Treffpunkten oder Holzpoltern beschränken, trägt dies merklich zur zielgerichteten Kommunikation bei. So wird diese Art der Kommunikation durch den digitalen Versand von Kartenausschnitten oder Koordinaten mitsamt individuellen Anmerkungen durch eindeutige Informationen unterstützt. Dies kann wiederum Planungen konkretisieren und dazu beitragen, dass Missverständnisse verringert werden. Im Bereich der internen Betriebsabläufe ist es wiederum von Vorteil, wenn der Nutzer wie bspw. bei GoogleMaps durch einen individuellen Account relevante Orte dauerhaft markieren und diese im System abspeichern kann. So ist das digitale Wiederfinden eines solchen Ortes erleichtert und bereits in Grundzügen rationalisiert.

#### Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE)

Im Rahmen diverser Anträge, Berichtspflichten oder auch Kontrollen besteht ein großer Austausch an Geodaten zwischen der Agrar- und Forstwirtschaft mit den entsprechenden Behörden (Korduan 2013). Die allgemein vorzufindende Vielzahl an Datenformaten (Ebenda) erschwert den Austausch dieser deutlich. Dadurch, dass Geodaten oftmals unvollständig seien oder gänzlich fehlen, wird diese Problematik nochmals unterstrichen (Steenmans 2014). Zudem können räumliche Daten häufig nicht mit anderen Geodaten kombiniert und verglichen werden. Ebenso zeigt sich, dass die Systeme für das Auffinden räumlicher Informationen und auch der Zugang zu diesen sowie die Nutzung derselben nur in isolierter Form stattfinden kann. Eine systemübergreifende Nutzung sei schon gar nicht möglich.

---

<sup>18</sup> Web Map Tile Services ist eine Konvention um Rasterkarten in Form von potentiell vorberechneten und –gerenderten Kachelsammlungen für Hintergrund- oder Basiskarten anbieten zu können. Im Open Source Geoinformationssystem QGIS funktioniert dies über die Einbindung von URL-Verbindungen.

U.a. aus den genannten Gründen wurde im Jahr 2001 durch die Europäische Kommission mit dem Programm „Infrastructure for Spatial Information in Europe“ (INSPIRE) die Schaffung einer EU-weiten Geodateninfrastruktur initiiert. Rechtliche Basis dafür ist die Richtlinie 2007/2/EG<sup>19</sup>. Hier werden die Mitgliedstaaten der Europäischen Union u.a. verpflichtet, die bei öffentlichen Stellen vorliegenden Geodaten unter bestimmten Voraussetzungen der Allgemeinheit zugänglich zu machen. Die von der INSPIRE-Richtlinie berührten räumlichen Informationen werden in den Anhängen I bis III der Richtlinie durch explizite Nennung von insgesamt 34 unterschiedlichen Geodaten Themen näher bestimmt. Bis zum Jahr 2013 haben die geodatenhaltenden Stellen der EU-Mitgliedstaaten die zugehörigen Daten identifiziert und diese in ihrem originären Format recherchier-, darstell- und herunterladbar bereitgestellt. In einem weiteren Schritt sind die Geodaten bis 2020 in einheitliche Formate überführt und ab 2021 sollen diese in einheitlichen Formaten nutzbar sein (Koordinierungsstelle GDI-DE 2015).

Die erwähnten Anhänge mit den zugehörigen Geodaten Themen enthalten u.a. räumliche Informationen zu den Bereichen Verwaltungseinheiten, Adressen, Katasterdaten etc. (Anhang I), Bodenbedeckung, Geologie, Höheninformationen und Orthofotografie (Anhang II) sowie Versorgungswirtschaft, Demografie, Umwelt- und Naturschutzinformationen (Anhang III). Diese werden zentral im Geoportal des Bundes<sup>20</sup> gelistet. In jedem Fall sind die Metadaten des jeweiligen Datensatzes einsehbar. Diese enthalten i.d.R. beschreibende Informationen. Durch die in den Metadaten enthaltenen Angaben (bspw. Beschreibung, mögliche Entgelte, Kontaktdaten zu den Bezugsquellen) ist es innerhalb der Geodateninfrastruktur möglich, verschiedene Ressourcen zu finden, sie qualitativ zu beurteilen und gegebenenfalls für weitergehende Aufgaben zu verwenden. Einigen der Geodaten sind zudem Darstellungsdienste mittels Hyperlinks hinterlegt. Diese führen entweder zur kartographischen Darstellung im Geoportal des Bundes selbst oder dem entsprechenden des zugehörigen Bundeslandes bzw. der Kommune. Um die kartographische Darstellung auch in eigenen GIS-Programmen vornehmen zu können, ist im Geoportal des Bundes zudem die Möglichkeit der Einbindung vorhandener Geodaten via WMS<sup>21</sup>- oder WFS<sup>22</sup>-Dienste in eigene GIS-Programme gegeben. Eine grundsätzliche Übersicht über die Themenbereiche sowie die Anzahl der zugehörigen Geodatendienste gibt nachfolgende Tabelle 7. Es wird hierbei nicht zwischen den Bereitstellungsformen und der entsprechenden Vollständigkeit dieser unterschieden. Dennoch werden der Umfang und der damit verbundene potentielle Wert einer solch zentralen Datensammlung verdeutlicht.

---

<sup>19</sup> Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE)

<sup>20</sup> Das Geoportal des Bundes ist ein Webportal, welches durch das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie betrieben wird. Es bündelt Geodaten, welche seitens Bund, Bundesländern, Kommunen, Wissenschaft und sonstigen Dritten angeboten werden. Zum Stichtag 06.10.2020 wurden 52.391 Geodatensätze angeboten (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2020). Hier werden neben INSPIRE-konformen Daten auch offene Geodaten, allgemeine Themenkarten und Geobasisdaten der deutschen Landesvermessung angeboten.

<sup>21</sup> Ein WMS stellt eine Schnittstelle dar, über die Karten von einem Web Map Server eines Datenanbieters digital zur Verfügung gestellt werden. Dies geschieht, indem der Server auf Anfragen mit Kartenbildern und Sachinformationen in unterschiedlichen Dateiformaten zu bestimmten Punkten auf der Karte antwortet. Jeder WMS hat eine individuelle Internetadresse (URL), über die seine Schnittstelle vom Kunden angefragt werden kann. Eine solche Schnittstelle kann durch den Kunden ausschließlich angefragt werden. Das heißt, der Kunde des jeweiligen Dienstes muss aktiv die Darstellung anfordern (nach Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen 2019, S. 2f.).

<sup>22</sup> Web Feature Service (WFS) kennzeichnet den internetbasierten Zugriff auf Geodaten innerhalb eines GIS. WFS sind dabei ausschließlich auf den Zugriff auf Vektordaten beschränkt. Für die Visualisierung dieser Daten ist wiederum der WMS notwendig. Gegenüber einem WMS kann der WFS Features mit Geometrien und Attributen zurückgeben, die wiederum gefiltert oder für räumliche Analysen genutzt werden können (Esri o.J.).

Tabelle 7: Im Rahmen von INSPIRE bereitgestellte Geodaten (Nach Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2020))

Anhang	INSPIRE-Thema	Anzahl Datensätze
I	Adressen	104
	Flurstücke / Grundstücke (Katasterparzellen)	28
	Geografische Bezeichnungen	61
	Geografische Gittersysteme	1
	Gewässernetz	163
	Koordinatenreferenzsysteme	-
	Schutzgebiete	345
	Verkehrsnetze	230
	Verwaltungseinheiten	71
	II	Bodenbedeckung
Geologie		355
Höhe		69
Orthografie		45
III	Atmosphärische Bedingungen	6
	Bewirtschaftungsgebiete / Schutzgebiete / geregelte Gebiete und Berichterstattungseinheiten	192
	Biogeografische Regionen	18
	Boden	316
	Bodennutzung	31959
	Energiequellen	95
	Gebiete mit naturbedingten Risiken	91
	Gebäude	97
	Gesundheit und Sicherheit	167
	Landwirtschaftliche Anlagen und Aquakulturanlagen	3
	Lebensräume und Biotope	116
	Meeresregionen	3
	Meteorologisch-geografische Kennwerte	118
	Mineralische Bodenschätze	75
	Ozeanografisch-geografische Kennwerte	42
	Produktions- und Industrieanlagen	118
	Statistische Einheiten	108
	Umweltüberwachung	292
	Versorgungswirtschaft und staatliche Dienste	613
	Verteilung der Arten	44
Verteilung der Bevölkerung – Demografie	80	
N / $\Sigma$	34	36.111

Aktuell erlauben 56 % der bereitgestellten Geodatensätze aufgrund standardisierter Dienste (Webservices) die Interoperabilität der Daten. Dem steht gegenüber, dass aktuell nur 35 % der vorhandenen Geodaten darstell- und downloadbar sind. Zudem sind einige räumliche Informationen entweder nur darstellbar (40 %) oder nur downloadbar (38 %) (Europäische Kommission 2020). Dennoch steht aufgrund der Vorgabe, dass ab 2021 alle INSPIRE-relevanten Geodaten in einheitlichen Formaten nutzbar sein sollen (Koordinierungsstelle GDI-DE 2015), ein erheblicher Nutzungsmehrwert in Aussicht.

Zudem finden sich im Geoportal des Bundes weitaus mehr Daten als nur die INSPIRE-konformen. Sollte kein Zugriff auf die Daten selbst oder deren Visualisierung vollzogen werden können, weil diese bspw. gebührenpflichtig sind, wird jedoch mittels der Metadaten die Möglichkeit gegeben, direkt mit dem entsprechenden Bereitsteller Kontakt aufzunehmen und ggfs. so eine Lösung zu finden. Ein ähnliches Angebot findet sich in den Geoportalen der einzelnen Bundesländer. Hier findet sich in Teilen auch die Option zur Einbindung unterschiedlicher Layer über bspw. WMS-Dienste.

Insgesamt besteht mit dem Wissen um frei verfügbare, digitale räumliche Informationen ein erheblicher Informationsmehrwert. Die Möglichkeit, auch im kleineren Nicht-Staatswald auf räumliche Informationen zugreifen zu können, bietet bspw. die Option, betriebliche Daten zu konkretisieren und auf

Basis geographischer Informationen fundierte Entscheidungen zu treffen. So können insbesondere bei der Vorbereitung von Holzerntemaßnahmen Höhenkarten oder Geländemodelle den maschinellen Einsatzbereich konkretisieren. Ähnliches gilt für Verjüngungsplanungen. Hier können bereitgestellte forstliche Standortdaten oder Schutzgebietsinformationen bei der Auswahl der Baumarten und der Festlegung von Pflanzverbänden unterstützen. Schließlich soll es dem an der professionellen Waldbewirtschaftung interessierten Akteur u.a. durch die INSPIRE-Richtlinie erleichtert werden, Geodaten zu erhalten und zu nutzen. Web Services wie WMS und WFS sorgen zum einen dafür, dass Nutzer INSPIRE-Daten ohne Probleme in GIS einbinden können (Korduan 2013, S. 173). Zum anderen besteht ein Vorteil darin, dass sie nicht selbst die Daten aktuell halten müssen, sondern dies durch den Anbieter getan wird. Die Aktualität der Daten kann der Anwender mit Hilfe der Metadaten überprüfen.

Die Nutzung von auf INSPIRE basierenden Geodaten bringt jedoch auch Nachteile bzw. Hürden mit sich. Zunächst ist nur GML, welches auf Grund seiner Komplexität von vielen Produkten nur in geringem Umfang unterstützt wird, als Austauschformat vorgeschrieben (Korduan 2013). Durchaus weiter verbreitete Speicherformate wie GeoJSON oder auch einfache REST-basierte Schnittstellen für den Austausch mit eventuell vorhandenen JavaScript-Clients fehlen zunächst. Korduan (2013) schlägt vor, dass zusätzliche Wrapper-Dienste angeboten werden. Dies stärkt v.a. die Kompatibilität und kann die reibungslose Einbindung der Geodaten unterstützen. Im Allgemeinen eröffnen sich viele Möglichkeiten für Geodaten-Dienstleister zur Veredelung der angebotenen Daten. Denn die oben genannte hohe Anzahl vorhandener Geodaten stellt per se noch kein Qualitätsmerkmal dar. Zwar nimmt Deutschland im EU-weiten Vergleich der INSPIRE-Daten eine führende Position ein. Doch gleichzeitig wurde seitens der Europäischen Kommission festgestellt, dass zum Jahresende 2017 mehr als 7.300 unterschiedliche Zugriffs- oder Verwendungsbedingungen für INSPIRE-Daten bestanden (Europäische Kommission 2018). Dies schränkt das Potential eine EU-weiten Geodateninfrastruktur deutlich ein. Dennoch findet sich in der Bereitstellung öffentlicher Geodaten ein mächtiges Informationsinstrument, welches auch die nicht-staatliche Forstwirtschaft effizient und effektiv unterstützen kann. Außerdem ist erwartbar, dass die Menge an bereitgestellten Geodaten sowohl qualitativ als auch quantitativ zunehmen wird.

### Avenza Maps

Mit der für mobile Endgeräte entwickelten Applikation „Avenza Maps“ findet sich ein potentiell leistungsstarker offlinefähiger Kartenviewer. Avenza Maps stellt u.a. im Bereich der Forstwirtschaft eine der verbreitetsten Applikationen zur Orientierung im geografischen Umfeld dar (Avenza Systems o.J.a). Die zur privaten Nutzung kostenfreie Version erlaubt es dem Anwender bspw. bereits vorhandene Karten entgeltlich aus dem hinterlegten Store herunterzuladen sowie zusätzlich bis zu drei eigene Karten einzubinden.<sup>23</sup> Mit diesen Karten ist nun offline die Orientierung in der Umgebung möglich. Hier nutzt die Applikation das interne GNSS-Modul des Endgerätes, um den Standort des Endgerätes auf der Karte anzeigen zu können. So ist es dem Anwender z.B. die räumliche Orientierung im Wald möglich. Voraussetzung hierfür ist, dass er zuvor die georeferenzierte Forstbetriebskarte in einem vorgegebenen GIS-fähigen PDF in die Applikation eingespielt hat.

Für den Import beliebiger Karten bestehen mehrere Möglichkeiten. Zum einen kann der Nutzer entgeltliche und unentgeltliche Karten aus einem an die Applikation angebotenen Store beziehen. Zum anderen ist ihm die Möglichkeit der Einbindung individueller Karten, wie eben der georeferenzierten

---

<sup>23</sup> Ab einem jährlichen Nutzungsentgelt von 29,99 US-\$ je Gerät, auf dem die Applikation installiert ist, kann der private Anwender beliebig viele eigene Karten in die Applikation einladen. Für kommerzielle Nutzer werden 129,99 US-\$/a/Gerät veranschlagt (Avenza Systems o.J.c).

Forstbetriebskarte, von einem Speicherort auf dem jeweiligen Gerät, per Cloud oder via Internetadresse gegeben. Nach dem erfolgreichen Import relevanter Karten stehen dem Nutzer bereits in der kostenlos nutzbaren Applikation u.a. folgende Fähigkeiten und Werkzeuge zur Verfügung:

- Ortung und Anzeige des eigenen Standortes auf der jeweiligen Karte
- Aufmaß von Linien und Flächen
- Aufzeichnung zurückgelegter Strecken mittels GNSS
- Editierung der angezeigten Karte mit individuellen Geomarken und Attributierung dieser mittels Bemerkungen im Freitextformat und eigener Fotos
- Export individueller Geomarken bspw. über E-Mail oder Messengerdienste
- Suchfunktion nach durch den Nutzer in der Karte eingetragenen Geomarken oder Ergebnissen aus OSM (vgl. Kapitel 3.1)

Der Funktionsumfang wird im Bereich kostenpflichtiger Avenza Maps-Vollversionen u.a. um die Möglichkeit des Im- und Exports von ESRI-Shapefiles erweitert (Avenza Systems o.J.c). Zudem besteht die Option zur Verwaltung mehrerer Nutzer. Dies umfasst insbesondere das Hinzufügen oder Entfernen von Benutzern in der eigenen Abonentengruppe (Ebenda). Abgerundet werden die Vollversionen durch Bevorzugung im Bereich des technischen Supports seitens des Applikationsanbieters.

Mit Avenza Maps findet sich auf Grund der oben aufgelisteten umfangreichen Funktion bereits in der kostenfreien Basisversion ein umfassendes Werkzeug für das forstliche Flächenmanagement. Da die kostenfreie Version lediglich für nichtkommerzielle Anwendungen zur Verfügung steht (Avenza Systems o.J.a), bleibt das umfassende kostenfreie Funktionsangebot dem forstbetrieblichen Anwender zunächst verwehrt. Dem gegenüber stehen dem Anwender für monatlich etwa 10,83 US-\$<sup>24</sup> nahezu sämtliche, oben genannte Funktionen zur Verfügung. Entscheidend scheint an dieser Stelle v.a., dass er für diesen Betrag beliebig viele eigene Karten, die bspw. unterschiedliche Themenschwerpunkte darstellen können, einlesen darf. Das ist insbesondere für eine detailliertere Darstellung von bspw. der Forstbetriebs- und Naturschutzkarte von Vorteil. Ebenso können Kartenlayer, die im forstlichen Alltag selten einen Einsatz erfahren (z.B. Expositions- oder Hangneigungskarte), portabel abgespeichert und bei Bedarf abgerufen werden. Mindestens ebenso vorteilhaft erscheint das smarte Teilen erstellter Ortsmarken. Dies geschieht unmittelbar aus der Applikation selber heraus und kann bspw. per E-Mail an Dritte versendet werden. Diese bekommen dann eine standardisierte Nachricht, welche u.a. die Bezeichnung der Geomarkes sowie die zugehörige Beschreibung in Form von Koordinaten enthält.

Bei der Verwendung der Applikation sind die Genauigkeitsschwankungen des geräteinternen GNSS-Senders zu beachten. So kann der durch das Gerät ermittelte und in der Applikation dargestellte Standort fehlerhaft sein. Diese Einschätzung wird insbesondere dadurch, dass die GNSS-Ortungsgenauigkeit für Smartphones und Tablets einer Schwankung von bis zu 20 m unterliegt (Google 2019), untermauert. Auch wenn Purfürst (2021) eine starke Zunahme der Lokalisationsgenauigkeit von Smartphones feststellt und für die Zukunft geringere Abweichungen als die von ihm im Mittel festgestellten etwa 13 m prognostiziert, finden sich relevante Diskrepanzen. Um diesem Problem zu begegnen, bietet Avenza Maps die Möglichkeit, einen GNSS-Verstärker einzubinden und somit die Genauigkeit der Standortermittlung zu erhöhen (Avenza Systems o.J.b). Allerdings sind nur die Geräte und Software eines expliziten Partners zugelassen. Demnach können eventuell vorhandene GNSS-Verstärker, wie sie bspw. optional den Gerätesatz „LogBuch“ ergänzen (vgl. Kapitel 3.5), nicht in Avenza Maps genutzt werden. Dennoch findet sich hier ein insgesamt leistungsstarkes und umfassendes Kartenset, welches die Orientierung erleichtert und das einfache, digitale Teilen relevanter Geoinformationen mit Dritten unterstützt. Auch wenn die Weitergabe von Informationen nicht immer medienbruchfrei erfolgt

---

<sup>24</sup> 2,50 US-\$ = 8,91 €, Stand: 14.12.2020, 13:58 Uhr

(bspw. Versenden per E-Mail und wiederum manuelles Übertragen der Koordinaten in ein weiteres Medium) stellt dieser Aspekt der Weitergabe von Informationen einen zentralen Vorteil der Anwendung dar. Schlussendlich findet sich auch in der Form einer Applikation für mobile Endgeräte eine vorteilhafte Variante für eine solch einfache Form der Datenhaltung und -darstellung. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Nutzerzahl mobiler Endgeräte weiterhin kontinuierlich zunimmt (statista 2020b), kann diese Anwendung grundsätzlich auch für das forstliche Umfeld einen zielführenden Weg darstellen und so das Flächenmanagement effizienter gestalten.

### 3.2. Lösungsansätze der Landwirtschaft

Grundsätzlich ist es üblich, die Landwirtschaft in die Bereiche Acker-, Garten- und Futterbau sowie Dauerkulturen und Veredlung aufzuteilen (vgl. BMEL 2019c). Mehr noch als die Forstwirtschaft ist der Agrarsektor durch zahlreiche politische<sup>25</sup>, rechtliche<sup>26</sup> und sonstige<sup>27</sup> Rahmenbedingungen geprägt. Gleichzeitig ist die Landwirtschaft i.d.R. ebenfalls standortgebunden und kann ihre Produktionsstätten räumlich nicht verlagern. Aus diesen Anforderungen kann sich ein hoher Dokumentationsaufwand ergeben. Dies zeigt sich bspw. im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP). Das sogenannte Cross-Compliance verknüpft den Erhalt von Prämienzahlungen mit der Einhaltung von gewissen Standards im Bereich der Umwelt, Lebens- und Futtermittel sowie Tierwohl<sup>28</sup>. Die Einhaltung dieser Standards muss dokumentiert werden. Verstöße gegen Cross-Compliance Bestimmungen können zu einer Kürzung der Zahlungen führen (BMEL 2017; Mußhoff und Hirschauer 2010, S. 31).

Im Folgenden findet sich der vergleichende Blick zu ausgewählten Controllinginstrumenten der Landwirtschaft. Dazu werden v.a. die Prozesse des Ackerbaus aufgeführt. Darüber hinaus erfolgt anschließend die Skizzierung des hoheitlich angestoßenen „Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems“ (InVeKoS). Dieses stellt im Bereich landwirtschaftlicher Prämienzahlungen ein zentrales Werkzeug zur Steuerung und Kontrolle dar. Daher, aber auch u.a. aufgrund des hier verfügbaren GIS entspricht dieses grundsätzlich einem Flächenmanagementinstrument.

#### 3.2.1. Grundsätzlicher Aufbau und Funktion einer Ackerschlagkartei

Die sogenannte Ackerschlagkartei (AKS) stellt ein Instrument zur schlaggenauen<sup>29</sup> Informationserfassung und -auswertung der Landwirtschaft dar. Diese können manuell, automatisch oder in Kombination beider Methoden geführt werden. Während die manuelle Dokumentation durch Aufschreibung auf Papier oder Eingabe in ein Datenerfassungsgerät erfolgen kann, benötigt die automatische Informationsverarbeitung entsprechende elektronische Komponenten.

Heutzutage existiert eine Vielzahl elektronisch geführter AKS (Holtmann 2018; Winter 2014; Bernhardt et al. 2009). Technische Weiterentwicklungen weisen jedoch in die Richtung einer vollumfänglichen, internetbasierten Informations- und Arbeitsplattform. Diese Plattform soll auf der Grundlage der AKS

---

<sup>25</sup>Die politischen Rahmenbedingungen in Deutschland werden insbesondere durch die GAP (vgl. Art. 39 AEUV) beeinflusst. Hieraus ergeben sich Möglichkeiten für den Empfang von Direktzahlungen und sonstigen finanziellen Maßnahmen im Bereich der ländlichen Entwicklung.

<sup>26</sup>Rechtliche Rahmenbedingungen umfassen u.a. das Dünge-, Naturschutz-, Erb- und Grundstückverkehrsrecht.

<sup>27</sup>Zu den sonstigen Rahmenbedingungen zählen u.a. die Dokumentation des Pflanzenschutzmittelbestandsverzeichnisses, Lager- und Transportdokumentation und sonstige schlagbezogene Aufzeichnungen.

<sup>28</sup>Vgl. Verordnung (EU) Nr. 1306/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über die Finanzierung, die Verwaltung und das Kontrollsystem der Gemeinsamen Agrarpolitik und zur Aufhebung der Verordnungen (EWG) Nr. 352 / 78, (EG) Nr. 165 / 94, (EG) Nr. 2799 / 98, (EG) Nr. 814 / 2000, (EG) Nr. 1290 / 2005 und (EG) Nr. 485 / 2008 des Rates.

<sup>29</sup>Schlag gilt im Rahmen dieser Arbeit als Synonym zum forstlichen Bestand.

verschiedene betriebliche Prozesse intelligent miteinander vernetzen und entsprechende Verwaltungs-, Dokumentations-, Auswertungs- und Planungsmöglichkeiten zulassen. Absicht ist es, die notwendigen Stammdaten (Betriebsname und -größe, Produktionsfläche, Feldgrenzen, eingesetzte Mittel etc.) nur einmalig einzugeben und durch das Programm im Zuge zukünftiger Arbeitsschritte anzuwenden. Zudem soll der Anwender nicht mit der Wartung und Entwicklung der benötigten IT konfrontiert werden. Dies wird durch den Gedanken des „Software-as-a-Service“ gewährleistet. Hierbei greift der Anwender nur auf die App- bzw. Webversion des Anbieters zu und kann sämtliche betriebliche Daten verwalten. Der Managementprozess wird durch einen modularen Aufbau des Dokumentations- und Informationssystems unterstützt. Oftmals sind die Grundfunktionen kostenfrei und weitere Funktionen werden nach einer Testphase kostenpflichtig (365FarmNet 2019; Schliephake 2019).

Diese Kooperation verschiedener Landtechnikhersteller sowie Pflanzen- und Düngemittelproduzenten bedingt, dass die jeweiligen Systeme miteinander kompatibel sind. Das kann mit Hilfe der sogenannten ISOBUS-Technologie<sup>30</sup> gelingen. Diese gilt als Meilenstein der Landtechnik und ermöglicht eine systemübergreifende und herstellerunabhängige Kommunikation zwischen landwirtschaftlicher (Zug-)Maschine, Anbaugerät und dem entsprechenden Betriebsmanagementsystem (365FarmNet 2018; Horstmann 2018). Dieser Management- und Dokumentationsstandard kann auch als Merkmal moderner Landwirtschaft bzw. des Precision Farmings<sup>31</sup> gewertet werden. So ist es z.B. bei der ressourceneffizienten Ausbringung von Nährstoffen zum einen unumgänglich, Nährstoffverluste in die Umwelt zu vermeiden. Zum anderen erfordert dies neben der entsprechenden technischen Ausstattung eines landwirtschaftlichen Betriebes auch die Dokumentation der Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz (BMEL 2019a). Diesen Forderungen kann durch die bereits erwähnte Kommunikation und teilweise automatische Dokumentation entsprochen werden. Eine solche Automatisierung ermöglicht neben hoher Effizienz und Genauigkeit hohe Einsparpotentiale. Bspw. beziffert Karpinski (2014, S. 181) den Nettonutzen dieser Systeme unter Einbezug einiger externer Effekte<sup>32</sup> auf ca. 25,- bis 255,- €/ha. Einige Untersuchungen attestieren der automatischen Aufzeichnung neben Zeit- und Kraftstoffersparnis auch die Reduktion von Aufwendungen im Bereich der Saatgut-, Dünge- und Pflanzenschutzmittelmengen (Colantoni et al. 2018; Karpinski 2014; Heege 2013). Diese Einsparpotentiale können maßgeblich zur Optimierung der landwirtschaftlichen Prozesse beitragen. Gleichzeitig ist erkennbar, dass die Methoden zur Planung und Dokumentation im Bereich der Landwirtschaft deutlich technisierter, automatisierter und ausgereifter als im Bereich der Forstwirtschaft sind.

Der aufgeführten Vorteilhaftigkeit moderner, digitaler Management- und Dokumentationsstandards stehen auch Nachteile gegenüber. Grundsätzlich ist die vollumfängliche Einführung von Systemen, welche in die Richtung von Precision Farming weisen, mit hohen Kosten verbunden. Bereits die technischen Komponenten weisen nach Kloepper (o.J.) in Summe einen Investitionsbedarf von mehr als 20.000,- € auf. Des Weiteren sind bei der Einführung von Precision Farming weitere Datenerhebungen notwendig, welche oftmals im Zuge der Genauigkeit periodisch aktualisiert werden müssen. Zudem bedingt die Kommunikation der einzelnen Geräte, dass bspw. eine ISOBUS-Schnittstelle vorhanden ist. Zum anderen werden im Rahmen moderner, digitaler Management- und Dokumentationsstandards

---

<sup>30</sup> ISOBUS ist die Möglichkeit der geräteübergreifenden Kommunikation und Steuerung von Arbeitsmaschinen im Bereich der Land- und Forstwirtschaft. Es handelt sich hierbei um den Markennamen einer standardisierten Datenaustauschschnittstelle bzw. entsprechend geeichten Datenaustauschformates sowie die physikalischen Eigenschaften der jeweiligen Stecker und Leitungen. Heutzutage wird das ISOBUS-System bei 75 % der deutschen landwirtschaftlichen Lohnunternehmer eingesetzt (Noordhof 2017).

<sup>31</sup> Precision Farming lässt sich als eine zielgerichtete und ortsdifferenzierte sowie durch einen hohen Informationsgehalt gekennzeichnete Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen, welche insbesondere kleinräumige natürliche Wachstumsbedingungen und aktuelle Zustände berücksichtigen, beschreiben (vgl. Graeff-Hönniger und Claupein 2004, S. 4).

<sup>32</sup> Zu diesen zählen u.a. die Minimierung negativer Effekte von Pflanzenschutzmitteln auf Nutzflächen und Lebensräume, Erhalt der Kulturlandschaft, Erosions- und Wasserschutz (Karpinski 2014, S. 110).

große Datenmengen produziert. Diese gilt es nicht nur im Kontext verschiedener Management- und Dokumentationsprozesse zu verwalten, sondern auch entsprechend den Ansprüchen der Datensicherheit abzuspeichern. Abgesehen davon erfordern die hochtechnisierten Arbeitsmaschinen einen großen Spezialisierungsgrad der jeweiligen Akteure. Die genannten Gründe bedingen neben der intrinsischen Bereitschaft des Betriebsleiters zur Einführung und Umsetzung solcher moderner Managementsysteme für die Außenwirtschaft eine Mindestbetriebsgröße.

### 3.2.2. Darstellung innovativer Informationssysteme

Demzufolge handelt es sich bei einer AKS nicht nur um ein Dokumentationssystem, welches insbesondere den institutionellen Vorgaben an landwirtschaftliche Flächenbewirtschaftung gerecht zu werden hat. Vielmehr entspricht die AKS einem ganzheitlichen Flächeninformations- und Managementsystem. Die genauen Aufzeichnungen nahezu aller Aktivitäten auf der Fläche dienen Landwirten im Sinne eines Planungs- und Entscheidungssystems. Darüber hinaus erlauben sie Auswertungen und Vergleiche, die sowohl den einzelnen Schlag vertikal über einen größeren Zeitraum als auch Schläge untereinander betreffen. Webbasierte und mobilfähige Anwendungen ermöglichen oftmals die verhältnismäßig einfache und ortsunabhängige Nutzung der Schlagkartei. Wie bereits erwähnt, sollen AKS verschiedene betriebliche Prozesse miteinander vernetzen sowie entsprechende Verwaltungs-, Dokumentations-, Auswertungs- und Planungsmöglichkeiten zulassen. Sind diese dann zusätzlich ortsunabhängig und von mehreren unterschiedlichen Akteuren und Flächen abrufbar, entspricht dies einem vollumfänglichen Farm Management Information System (FMIS; vgl. Salami und Ahmadi 2010).

Im Weiteren wird mit der webbasierten und mobilfähigen Lösung „365FarmNet“ ein solches FMIS beispielhaft vorgestellt. Zum einen verlangt die erwähnte Vielzahl von AKS-Anbietern die Festlegung auf ein exemplarisch darzustellendes System. Zum anderen handelt es sich bei dieser Anwendung um eine Art Pionier, da diese erstmalig sämtliche Betriebsbereiche der landwirtschaftlichen Produktionskette in einem System abbilden kann (365FarmNet o.J.c). So werden bspw. unterschiedliche Maschinenhersteller, Pflanzenschutz- und Düngerproduzenten sowie Zuchtunternehmen in Form von einzeln wähl- und personalisierbaren Bausteinen vernetzt.<sup>33</sup> Infolgedessen kann sich der Landwirt die entsprechend für ihn relevanten Aspekte bzw. Glieder der Produktionskette individuell zusammenstellen und bisher lokal erfasste Daten zentral bündeln. Nicht zuletzt wird das im Jahr 2013 gegründete Unternehmen in über 25 Ländern von mehr als 50.000 Landwirten genutzt (365FarmNet o.J.a). Diese Werte deuten darauf hin, dass 365FarmNet nicht nur ein innovatives und wachsendes, sondern v.a. ein praxisnahes und am Markt etabliertes FMIS darstellt. Die Anwendungsfelder dieser Lösung beschränken sich dabei jedoch auf die Betriebsführung, Rinderhaltung und Pflanzenbau. Somit sind aktuell Fragestellungen von bspw. Geflügel- oder Schweinehalten<sup>34</sup> nicht abgedeckt.

Die Startseite der Webversion von 365FarmNet ist ähnlich einem Dashboard gestaltet. Dieses zeigt standardmäßig das aktuelle Anbauverhältnis des hinterlegten Betriebes in Form eines Kreisdiagramms an. Zudem findet sich in zentraler Anordnung eine auf GoogleMaps Satellitenbildern basierende Betriebskarte, auf welcher die durch den Anwender hinterlegten Schläge und Bezeichnungen derselben

---

<sup>33</sup> Die monatlichen Nettokosten der direkt aus der Anwendung heraus buchbaren Bausteine werden mit bis zu 18,75 € veranschlagt 365FarmNet o.J.b. Dabei werden Kosten der Bausteine teilweise pauschal veranschlagt oder gelten bis zu einer Flächengröße von 50 ha. Überdies finden sich teilweise nach Flächengröße gestaffelte Preismodelle (Ebenda).

<sup>34</sup> Im Bereich der Geflügel- und Schweinehalter werden vergleichsweise wenig tierindividuelle Leistungsparameter erhoben. Des Weiteren sind im Bereich der Geflügelwirtschaft vertikal integrierte Strukturen etabliert. Der Marktanteil horizontaler Integration oder von Einzelbetrieben ist demgegenüber gering. Dementsprechend ist zu erwarten, dass die Integration eines solchen Anwendungsfeldes in 365FarmNet zum aktuellen Zeitpunkt hintenangestellt wird.

dargestellt werden. Außerdem werden in einem weiteren Feld aktuelle betriebliche Nachrichten angezeigt. Weitere Dashboardfelder sind durch allgemeine Agrarnachrichten, Getreidemarktpreise, lokale Wetterdaten und Neuigkeitsmeldungen des Plattformanbieters gekennzeichnet.

Insgesamt ist das Webportal durch eine übersichtliche Struktur gekennzeichnet. Diese Struktur basiert auf wenigen Registerkarten und Bedienelementen, die durch Darstellungen in Piktogrammform Rückschlüsse auf die nachgeordneten Funktionen zulassen. Dadurch sind alle Bedienelemente systematisch in Ordnerstrukturen angelegt und intuitiv über entsprechende Pfade erreichbar. Mit Hilfe dieser können u.a. Formulare zur Bearbeitung betrieblicher Planungs- und Dokumentationsaufgaben angesteuert werden. Das Ausfüllen dieser wird durch bereits im System hinterlegte Daten unterstützt. Diese Daten sind teilweise zuvor seitens des Anbieters eingepflegt worden. Alternativ besteht die Möglichkeit zur Erweiterung um betriebsindividuelle Daten. Somit erscheinen dem Anwender die zugehörigen Katalogdaten an den entsprechenden Formularfeldern als Ausfüllvorschläge. Dies erleichtert nicht nur Arbeitsvorgänge, sondern gestaltet diese zudem effizient und rational.

Zur digitalen Abgrenzung und Darstellung des Betriebes bzw. der betrieblichen Einzelflächen eignet sich das integrierte und durch wenige Bedienelemente einfach strukturierte GIS. Dieses beinhaltet unterschiedliche Optionen zur Abbildung betrieblicher Geometrien und zugehöriger Attribute. Zunächst können bspw. Hofstellen und Schläge manuell eingezeichnet und beschrieben werden. Darüber hinaus liegen Importfunktionen im Shapefile- oder XML-Format vor. Als Hintergrundkarten stehen sowohl für die manuelle als auch die automatisierte Variante Grundkarten von GoogleMaps und OSM sowie Satellitenbilder von Ersterem zur Verfügung (vgl. Kapitel 3.1). Ergänzt wird die kartographische Darstellung durch eine nach Detailierungsgrad variierbare Legende und die Möglichkeit zur Steuerung der Transparenz farbig dargestellter Geometrien gegenüber der Grundkarte. Mit Hilfe des vorgestellten FMIS ist die Verwaltung mehrerer Betriebe oder Betriebsteile in einem Account zulässig.

Neben der Weblösung bietet 365FarmNet drei unterschiedliche, sowohl Android- als auch iOS-kompatible Smartphone-Applikationen an. Zwei dieser Anwendungen sind dabei mit dem Ziel lückenloser und medienbruchfreier Information und Dokumentation potentiell an den im Webportal erstellten Account gebunden. Dabei dient eine dieser Anwendungen der automatisierten Zeiterfassung und Dokumentation von Maschinenaktivitäten. Auf dieser Basis können automatisierte Auswertungen abgerufen und möglicherweise Effizienzpotentiale erkannt werden. Die zweite Applikation spiegelt die im Webportal angelegten Pflanzenbauaktivitäten wider. Gleichzeitig erlaubt sie die mobile und vereinfachte Cross-Compliance-konforme Dokumentation. Diese Funktion wird durch Buchungsvorschläge und automatische Schlagerkennung auf GNSS-Basis, welche wiederum als Vorschlag in das entsprechende Formular eingetragen und dennoch manuell veränderbar ist, unterstützt. Obendrein lassen sich beliebig viele Mitarbeiter im Webportal registrieren und aus diesem heraus digitale Arbeitsaufträge an entsprechende Betriebsangehörige versenden. Hier wird jedoch vorausgesetzt, dass diese über ein Smartphone verfügen und die Applikation installiert haben. Kerneigenschaft dieser Mobilanwendung stellt dennoch die Offlinefähigkeit dar. Somit sind alle für das Flächenmanagement benötigten Daten wie bspw. Schlagkarten, Bearbeitungsstatus oder Nährstoffsalden mobil verfügbar und insbesondere editierbar. Bearbeitete oder hinzugefügte Datensätze werden automatisch an die webbasierte Plattform übermittelt. Die dritte Applikation zeichnet sich durch Unabhängigkeit aus. Demnach entfällt die Registrierung im „Ökosystem“ der 365FarmNet-Anwendungen. Entsprechend werden Daten lokal auf dem Smartphone gespeichert und nicht in das Webportal übertragen. Weitere, über die Applikation hinausgehende Auswertungen sind durch Exporte in MS Excel- oder das allgemeine CSV-Format möglich. Die Anwendung kann als Einstieg in die digitalisierte Betriebsführung bzw. das betriebliche Flächenmanagement verstanden werden. Unterstützt wird dies durch Funktionen wie die Hinterlegung betrieblicher Stammdaten in Form von Sach- und Bilddaten sowie die Option zur Dokumentation relevanter Aktivitäten auf entsprechenden Schlägen.

Insgesamt zeichnen sich sowohl das Webportal als auch die entsprechenden Mobilanwendungen durch eine funktionale Bildschirmstruktur sowie die darauf basierende nahezu intuitive Bedienung aus. Von zentraler Bedeutung ist dabei in Abhängigkeit der Internetverfügbarkeit die fakultativ synchrone Datenverfügbarkeit der webbasierten als auch der mobilen Anwendung. Aufgrund des globalen Anspruchs des Anbieters steht die Anwendung zudem in vier verschiedenen Sprachen zur Verfügung.

### 3.2.3. Parzellenidentifizierung im Kontext institutioneller Rahmenbedingungen

Wie bereits oben erwähnt, ist auch der Agrarsektor durch zahlreiche politische, rechtliche und sonstige Rahmenbedingungen geprägt und mit einem hohen Dokumentationsaufwand konfrontiert. Seitens der Politik wird diesem Aufwand mit Hilfe des nachfolgend vorgestellten integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems begegnet. Bei dieser Vorstellung liegt der Schwerpunkt nicht auf den Feinheiten des InVeKoS bzw. den zugehörigen Rahmenbedingungen. Vielmehr findet sich der Fokus bei der im Zusammenhang mit InVeKoS notwendigen graphischen Darstellung der landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen. So soll v.a. die digitale Möglichkeit der gezielten Suche nach und die Attributierung von Bewirtschaftungseinheiten beschrieben werden. Dazu erfolgt zunächst die gezielte Darstellung der vorherrschenden institutionellen Rahmenbedingungen.

#### Institutioneller Rahmen

Direktzahlungen stellen ein Kernelement der EU-Agrarförderung dar. Ziel ist es dabei, mit diesem Instrument die Einkommens- und Risikoabsicherung landwirtschaftlicher Betriebe in Form einer von der Produktion unabhängigen Zahlung zu unterstützen. In diesem Zuge sollen die Auswirkungen der zum Teil erheblichen Schwankungen der Agrarpreise abgefedert werden (BMEL 2020a). Zudem honoriert der Staat in Form der Direktzahlungen pauschal gesellschaftliche Leistungen der Landwirtschaft, welche nicht über den freien Markt vergolten werden. Sie dienen als finanzieller Ausgleich für die vergleichsweise hohen Umwelt-, Tier- und Verbraucherschutzstandards der EU (Ebenda). Um die Zahlungen deutlich stärker als zuvor auf die Honorierung ausgewählter gesellschaftlicher Leistungen zu fokussieren, wurde das Direktzahlungssystem im Zuge der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik grundlegend erneuert (Ebenda). Dieses beinhaltet neben einer Basisprämie gemäß BMEL (2020a) u.a. Zahlungen für klima- und umweltschutzfördernde Bewirtschaftungsmethoden sowie eine Umverteilungsprämie zur Stärkung von insbesondere kleinen und mittleren Betrieben.

Bedingung für den Erhalt dieser Prämien ist die Einhaltung grundlegender Anforderungen des Cross-Compliance. Gleichzeitig sieht das EU-Recht<sup>35</sup> vor, dass Maßnahmen und Direktzahlungen der zweiten Säule der GAP<sup>36</sup> über das InVeKoS abgewickelt werden. Jedes Mitgliedsland der EU hat ein solches System einzurichten (Art. 67 der EU-Verordnung Nr. 1306/2013). Gemäß Art. 68 dieser Verordnung umfasst das InVeKoS u.a. ein System zur Identifizierung landwirtschaftlicher Parzellen sowie ein System zur Identifizierung und Registrierung von Zahlungsansprüchen.

---

<sup>35</sup> Verordnung (EU) Nr. 1306/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über die Finanzierung, die Verwaltung und das Kontrollsystem der Gemeinsamen Agrarpolitik und zur Aufhebung der Verordnungen (EWG) Nr. 352/78, (EG) Nr. 165/94, (EG) Nr. 2799/98, (EG) Nr. 814/2000, (EG) Nr. 1290/2005 und (EG) Nr. 485/2008 des Rates

<sup>36</sup> Die zweite Säule der GAP ist ein Instrument der EU-Politik zur Entwicklung des ländlichen Raums. So sollen die ländlichen Gebiete in der Union unterstützt und dadurch den verschiedenen wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Herausforderungen gerecht werden (Négre 2020). Im Gegensatz zur ersten Säule der GAP können regionale, nationale und lokale Behörden hier jeweils eigene siebenjährige Programme zur Entwicklung des ländlichen Raums planen. Im Gegensatz zur ersten Säule, welche vollständig von der EU finanziert wird, werden die Programme der zweiten Säule aus Unionsmitteln sowie regionalen oder nationalen Mitteln kofinanziert (Ebenda).

Artikel 70 der EU-Verordnung Nr. 1306/2013 legt fest, dass das InVeKoS auf kartographische Unterlagen basieren hat. Hierbei kommen GIS, einschließlich Luft- oder Satellitenbilder zum Einsatz. Diese stellen einen homogenen Standard, der dem Maßstab 1:5.000 entsprechende Genauigkeiten unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Umrisses und des Zustands der jeweiligen Parzelle gewährleistet, dar (Ebenda). In Deutschland werden die mit den InVeKoS-Daten verbundenen Zahlungsansprüche über eine zentrale Plattform verwaltet. Mit Hilfe dieser Datenbank werden u.a. Abgleiche im Bereich der Flächen und der Antragsteller durchgeführt sowie Ergebnisse der Cross-Compliance-Kontrollen gespeichert (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2019).

### Identifizierung landwirtschaftlicher Parzellen

Seit dem Antragsjahr 2018 hat der Antragsteller alle im Antrag gelisteten Flächen grafisch genau anzugeben (BMEL 2018). Die dort dargestellte Fläche entspricht der Grundlage für die Berechnung von Zahlungsansprüchen. Die Identifizierung und Registrierung landwirtschaftlicher Parzellen erfolgen dabei in Deutschland in unterschiedlichen Systemen. Je nach Bundesland kommt das Feldblock-, Feldstück-, Schlag- oder Flurstücksystem zum Einsatz. Neben der Zuweisung eines bundeseinheitlichen Flächenidentifikators (FLIK) sind alle Parzellen mit Hilfe von Luftbildern zu digitalisieren (BMEL 2015).

Im Nachfolgenden werden dazu das Feldblocksystem und die zugehörige kartographische Identifizierung entsprechender Parzellen erläutert. Gemäß BMEL (2015) findet das Feldblocksystem in den meisten Bundesländern Anwendung. Der Begriff „Feldblock“ beschreibt eine zusammenhängende landwirtschaftliche Nutzfläche, die durch markante und verhältnismäßig dauerhafte Außengrenzen wie bspw. Wald oder Straßen dargestellt wird. Neben dem bundeseinheitlich zugewiesenen, 16-stelligen FLIK entsprechen Feldblöcke in Niedersachsen und Bremen v.a. landwirtschaftlichen Flächen,

- die durch einen oder mehrere Erzeuger bewirtschaftet werden.
- mit einer oder mehreren Fruchtarten bestellt sind.
- ganz oder teilweise aus der Bewirtschaftung genommen sind.
- die formal in die Hauptnutzungsarten Acker- und Grünland untergliedert werden.
- welche nicht landwirtschaftlich genutzt werden (Ebenda).

In Summe ermöglichen Feldblöcke eine relativ einfache, sich an markanten und relativ dauerhaften Grenzlinien orientierende Verschneidung von Schlägen und Flurstücken. Schließlich ist das Ziel, dass der Antragsteller bei der Größenermittlung seiner Bewirtschaftungseinheiten unterstützt wird. Innerhalb dieser u.U. eigentumsübergreifenden räumlichen Ordnung gilt das Liegenschaftskataster als amtliches Verzeichnis der Flurstücke im Sinne der Grundbuchordnung. Diesen Ansatz greifen wiederum digitale Feldblockfinder auf. Hierbei handelt sich i.d.R. um ein internetbasiertes GIS, welches mit Hilfe vorgegebener Suchmasken die grafische Darstellung der gewünschten Parzelle über verschiedene Eingabemöglichkeiten wie bspw. FLIK oder Katasternummer ermöglicht (vgl. Anhang, S. XI). Somit hilft es bei der Beantragung von Agrarfördermitteln und bedient die oben genannte Forderung, die zur Berechnung von Zahlungsansprüchen benötigten Flächendaten grafisch darzustellen.

In aller Regel ist der Zugang zu einem solchen System kostenlos. Jedoch ist er im Kontext professioneller Anwendung zugangsbeschränkt und verlangt zur Nutzung eine EU-Betriebsnummer. Diese 12-stellige Kombination wird im Rahmen der oben beschriebenen und mit Hilfe des InVeKoS betreuten Direktzahlungen von den zuständigen Ämtern oder Behörden, welche die jeweiligen Bundesländer hierzu bestimmen, vergeben. Diese ermöglicht eine Zuordnung der Meldungen eines Betriebs und ist gleichzeitig der Schlüssel für die Zuordnung von Agrardirektzahlungen zu einem Betriebsinhaber (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2019). Gleichzeitig bietet bspw. Niedersachsen zusätzlich ein barrierefreies Portal mit ähnlichen Funktionen an. Dieses bietet

gegenüber dem Feldblockfinder auch die Option der Einbindung verschiedener WMS-Dienste sowie Downloadmöglichkeiten an (Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung o.J.b). Hier wird der relevante Feldblock auf Basis der FKLIK-basierten Suche im zentralen Kartenfenster graphisch hervorgehoben (vgl. orange gefärbter Bereich in blau eingefärbtem Feldblock, Anhang, S. XI). Die so abgeleitete Flächengröße gilt als Grundlage zur Berechnung von Zahlungsansprüchen. Somit liegt seitens des Fördermittelgebers ein anwendbares Instrument zur Lenkung der Direktzahlungen vor.

Des Weiteren sind gemäß EU-Recht<sup>37</sup> neben der grafischen Flächendarstellung weitere Angaben zu den im Antrag erwähnten Parzellen zu tätigen. Diese sollen die Flächen eindeutig identifizierbar machen und äußern sich in der Auflistung aller Flächen, ihre räumliche Lage und Größe sowie Angaben zur Nutzungsart. Bundesländern, welche die Identifikation der Flächen auf Basis des Flurstücksystems vornehmen, nutzen hierzu das Flurstücksverzeichnis (Serviceportal Baden-Württemberg 2019). In Baden-Württemberg wird dazu der Flächeninhalt der im durch die zuständige Behörde angebotenen GIS digitalisierten Schläge automatisch in das Flurstücksverzeichnis übernommen (Ebenda). Jedoch müssen zur graphischen Darstellung der bewirtschafteten Schläge die zugehörigen Flurstücke ermittelt werden. Für die Suche dieser Flurstücke werden die jeweiligen Ziffernkombinationen der Gemarkung, Flur, sowie Zähler und Nenner des Flurstücks benötigt. Ist bspw. die Gemarkungsnummer nicht bekannt, kann diese auch über Auswahllisten für jeweils Kreis, Gemeinde und Gemarkung ermittelt werden. Durch Eingabe dieser Daten in die zugehörige Suchmaske wird entsprechend des oben beschriebenen Verfahrens bei der Feldblocksuche der gewünschte Kartenausschnitt dargestellt. Nun kann der Antragsteller das Flurstück attributieren, indem er auch hier die bewirtschafteten Schläge anhand eines aktuellen Orthofotos einzeichnet. Auf dieser Basis kann er die Flächengröße und räumliche Lage ermitteln sowie Angaben zur Nutzungsart machen. Auch hier gilt die Flächengröße als Grundlage für die Berechnung von Zahlungsansprüchen. Daher haben die Flächengrößen der einzelnen Schläge in Summe mit der Gesamtgröße des Flurstückes übereinzustimmen.

In den beschriebenen Methoden findet sich keine Variante zur Abbildung katastergenaue Einheiten. Jedoch bringt diese Version einige Vorteile mit sich. Zunächst stellt das Beispiel eine behördlich anerkannte Form der Darstellung räumlicher Geometrien dar. Des Weiteren können hiermit Bewirtschaftungseinheiten durch den Nutzer derselben digitalisiert und optisch dargestellt bzw. voneinander unterschieden werden. Zudem findet sich hier ein erster Anhalt bezüglich der jeweiligen Flächengrößen. Dieser Anhalt wird durch die Kenntnis um die Größe des zugehörigen Feldblockes bzw. Flurstücks gesteuert. In diesem Zusammenhang fördert die Kenntnis dieser Referenz als auch die Bindung der Direktzahlungen an real vorhandene Flächengrößen die präzise Ermittlung der Schlaggrößen. Nicht zuletzt stellt dieses Informationssystem grundsätzlich eine verhältnismäßig einfache Methode zur Verortung und Attributierung der Bewirtschaftungseinheiten dar. Qualität und Aussagekraft der so abgeleiteten Daten sind jedoch in hohem Maße von der graphischen Auflösung und Aktualität des zugehörigen Orthofotos abhängig. So weisen die im Anhang (S. XI) dargestellten Daten mit Stand vom 31. Januar 2020 eine für die fristgerechte Einreichung der Förderanträge ausreichende Aktualität auf<sup>38</sup>. Unterstützt wird diese Darstellung durch die Möglichkeit der Einbindung zusätzlicher Layer wie bspw. topographische Karten, Höhenmodelle, Verwaltungs- und Liegenschaftseinheiten sowie Naturschutzthemen. Somit unterbleibt für Landwirte in diesem Fall die aufwändige und u.U. kostenintensive Beschaffung von Geodaten. Zudem bedarf es keiner Installation zusätzlicher Software durch den Antrag-

---

<sup>37</sup> Durchführungsverordnung (EU) Nr. 809/2014 der Kommission vom 17. Juli 2014 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EU) Nr. 1306/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich des integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems, der Maßnahmen zur Entwicklung des ländlichen Raums und der Cross-Compliance

<sup>38</sup> Im Jahr 2020 endete die Antragsfrist auf Direktzahlungen am 15. Mai.

steller, da die für die Verwaltung der Anträge zuständigen Behörden die benötigte Software als Internetanwendung bereitstellen und aktualisieren. Hieraus ergibt sich, dass der Nutzer die zur Verfügung gestellten Systeme örtlich und zeitlich ungebunden nutzen kann.

Somit ist aus den genannten Verwaltungsvorschriften der EU ein einfaches GIS entstanden, welches die Umsetzung der Vorschriften erleichtern und dokumentieren soll. Dies geschieht bspw. durch die Bereitstellung von Suchmasken, welche das digitale Auffinden der bewirtschafteten Flächen anhand von bundes- bzw. landesweit einheitlichen Schlüsseln (FLIK oder Flurstücksnummer) ermöglichen. Unterstützt wird die Anwendung durch einfache Werkzeuge für die Digitalisierung und Größenermittlung der bewirtschafteten Polygone sowie verschiedene zur Verfügung gestellte Kartenlayer.

#### 3.2.4. Schlussfolgerungen

Eine Vielzahl institutioneller Verpflichtungen und vermutlich auch brancheninterne Antriebe (vgl. 365FarmNet 2017) tragen dazu bei, dass im Bereich der Landwirtschaft zahlreiche unterschiedliche technische Innovationen des Flächenmanagements vorliegen. Grundsätzlich kann im Vergleich zur schleppenden Entwicklung der Digitalisierung in der Forstwirtschaft (u.a. Böttcher und Husmann 2020 sowie Müller et al. 2019) bspw. Folgendes hinsichtlich des umfangreichen Angebotes und der Entwicklung innovativer Systeme in der Landwirtschaft festgestellt werden:

- Es besteht ein hohes Maß institutioneller Verpflichtungen, welche u.a. aus dem Anbau potentieller Lebensmittel oder vergleichsweise intensiven Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsätzen resultieren (BMEL 2019b).
- Oftmals existieren maschinell bearbeitbare oder automatisierungsfähige Prozesse.
- Im Vergleich zur Forstwirtschaft liegen kürzere Produktionszeiten, die meist zu sich jährlich wiederholenden Prozessen auf der Fläche führen, vor.
- Anhand der Umsätze aus Lieferungen und Leistungen zeigt sich gegenüber der Forstwirtschaft im Allgemeinen eine um ein Vielfaches höhere monetäre Wertschöpfung (vgl. Statistisches Bundesamt 2020a, S. 14).

Diese Liste zeigt Ansätze zur Erklärung der unterschiedlichen Entwicklungen innovativer Flächenmanagementsysteme in der Land- und Forstwirtschaft bzw. die Vorreiterrolle, welche der Agrarsektor in dieser Hinsicht gegenüber der Forstwirtschaft einnimmt. Gleichzeitig existieren in der Forstwirtschaft ebenfalls zahlreiche institutionelle Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 2). Ebenso kann die durch 365FarmNet (2017) und die Universität Hohenheim (2016) angeführte Skepsis gegenüber digitalen Lösungen auf die Akteure der Forstwirtschaft übertragen werden.

Mit der oben angeführten Beschreibung allgemeiner Grundfunktionen einer Ackerschlagkartei können zum einen Inventur- aber v.a. Planungs- und Dokumentationsmöglichkeiten im landwirtschaftlichen Umfeld aufgezeigt werden. Diese werden wiederum nicht nur durch institutionelle Anlässe, sondern oftmals auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen angewendet. V.a. mit Hilfe des darauf aufbauenden Beispiels „365FarmNet“ findet sich eine umfangreiche Option für modernes Flächenmanagement im Agrarbereich. Diese Software begegnet den zahlreichen Insellösungen unterschiedlicher Hersteller und vernetzt solche. Dabei kann die Vernetzung von Informationen auf Basis der einzeln hinzufügbaren Bausteine individuell durch den jeweiligen landwirtschaftlichen Kunden gestaltet werden.

Bei der vorgestellten Lösung handelt es sich um eine zielgruppenadäquate Managementsoftware, welche eine strukturierte Datenerhebung und -verwaltung zulässt sowie bspw. bei der korrekten Umsetzung von Dokumentationspflichten arbeitserleichternd wirken kann. Dies gilt nicht zuletzt für die Automatisierung dieser Abläufe. Insgesamt kann eine solche digitale Unterstützung zu Zeitersparnissen

führen (Husemann und Novković 2014). Diesem Potential wird insbesondere in den Smartphone-Applikationen durch Ausfüllvorschläge und automatische Schlagerkennung Rechnung getragen. Durch die automatische Synchronisation mit dem Webportal und die Möglichkeit zur Erstellung von Arbeitsaufträgen besteht die Option zur effizienten Informationsversorgung.

Aufgrund der bisher nicht vorhandenen Anwendungsfelder für bspw. Geflügel- und Schweinehalter kann das vorgestellte System nicht als omnipotente Lösung bezeichnet werden. Diese Einschätzung wird bspw. dadurch unterstrichen, dass bisher nur wenige Hersteller landwirtschaftlicher Zugmaschinen Schnittstellen zu 365FarmNet anbieten. Daher kann das Managementsystem auch nicht als vollständig herstellerunabhängig titulierte werden. Gleichzeitig lassen unterschiedliche Meldungen wie bspw. John Deere (2020), Sonnen (2020) oder SDS-Projekt (o.J.) erwarten, dass solche Restriktionen langfristig minimiert werden. So sind u.a. der Aufbau direkter Cloud-to-Cloud-Lösungen ähnlich zu John Deere (2020) oder übergeordneter, herstellerübergreifender und offener Plattformen wie dem SDS-Projekt (o.J.) denkbar. Dies könnte den Arbeitsaufwand der Anwender verringern, die Kombination unterschiedlicher Systeme erlauben und gleichzeitig den jeweiligen Anbietern weiterhin die Hoheit zur Entwicklung und Betreuung eigener Portale gewährleisten. Aktuell bietet 365FarmNet mit der sogenannten „ActiveBox“ eine herstellerunabhängige Lösung zur einfachen Integration der Daten an das FMIS an. Diese werden entsprechenden Geräten eindeutig zugeordnet und senden wiederum per Bluetooth-Schnittstelle Daten an die oben erwähnte Applikation. Somit können u.a. Prozesse der Bodenbearbeitung, Aussaat und des Pflanzenschutzes abgebildet werden. Grundsätzlich können die hohen Nutzerzahlen darauf hindeuten, dass die vorgestellte Lösung trotz der erwähnten Fehlstellen am Markt etabliert ist. Dies liegt vermutlich an der Kombination folgender Aspekte:

- In den Grundfunktionen kostenfrei nutzbare, webbasierte und mobilfähige Anwendung
- Übersichtlich und benutzerfreundlich gestaltete Oberflächenstruktur
- Funktionale Bedienelemente
- Vorschriftskonforme Dokumentation betrieblicher Aktivitäten
- Einfache GIS-Elemente
- Herstellerunabhängige Datenerfassungs- und Analysemöglichkeiten

Ergänzt wird dieses Angebot durch die Option zur Nutzung weiterer, eventuell kostenpflichtiger Bausteine. Die in diesem Zusammenhang anfallenden Kosten können wiederum dazu beitragen, dass für den Anbieter dieser Plattform finanzielle Einnahmen generiert werden.

Insgesamt zeigt sich im Rahmen der vorgestellten Aspekte des landwirtschaftlichen Umfeldes, dass zum einen zahlreiche institutionelle Rahmenbedingungen vorliegen, die die Entwicklung bzw. Anwendung eines GIS fördern. Das hat zur Entwicklung staatlicher als auch privatwirtschaftlicher Flächenmanagementsysteme beigetragen. Diesen ist insbesondere ein zentral angeordnetes und mit wenigen, einfachen Funktionen versehenes GIS gemein. Darüber hinaus tragen diese Systeme durch Hinterlegung grundlegender Begriffe in Katalogformen elementar zur Standardisierung in der Datenerhebung und -verwaltung bei. Im Bereich privatwirtschaftlicher AKS gilt zudem, dass das Angebot kostenloser Grundfunktionen in Kombination mit gegebenenfalls kostenpflichtigen Zusatzelementen zur Akzeptanz und somit zu einer weiteren Markterschließung beitragen kann. Angesichts der kostenpflichtigen Additive scheint die Kombination aus niedrigem Preisniveau und kurzen Vertragslaufzeiten von Vorteil zu sein. In Anlehnung an die Studie von Michels et al. (2019), welche sich mit der Zahlungsbereitschaft deutscher Landwirte für eine Digitalisierungsschulung befasst, kann eine Hypothese hinsichtlich der Kosten eines digitalen Managementsystems abgeleitet werden. Die Autoren stellen zunächst fest, dass das Angebot kostenloser Leistungen aus Probandensicht nicht in jedem Fall zufriedenstellend ist. Gleichzeitig ermitteln sie eine relativ niedrige Zahlungsbereitschaft für Schulungen. Folglich bedeutet

dies, dass über das Angebot kostenfreier Leistungen hinaus ein für den Anwender akzeptables Preisniveau zu entwickeln ist. Dieses sollte verhältnismäßig niedrig angesetzt werden, darf aber dennoch nicht den Anschein eines qualitativ minderwertigen Produkts erzeugen.

### 3.3. Forstwirtschaftliche Lösungsansätze in ausgewählten Regionen Europas

Die nachstehenden Kapitel stellen die institutionellen Rahmenbedingungen und die korrespondierenden forstwirtschaftlichen digitalen Lösungsansätze in ausgewählten Regionen Großbritanniens sowie in Skandinavien und Österreich zusammen. Zu den ausgewählten Regionen des Vereinigten Königreiches zählen die Landesteile England und Schottland. Die Auswahl dieser Regionen ergibt sich aus der zu untersuchenden Onlineplattform „myForest“. Diese dient der vorliegenden Arbeit zur Darstellung des institutionellen Rahmens von forsteinrichtungähnlichen Instrumenten in Großbritannien. Die planmäßige Forstwirtschaft Großbritanniens ist durch ein System von sogenannten „felling licenses“ und Managementvorgaben der jeweiligen Forestry Comissions geprägt. Zur Annäherung an diesen Themenkomplex findet zunächst eine Literaturstudie statt. Zur Darstellung des institutionellen Rahmens bei der skandinavischen Forstplanung wird ebenfalls eine Literaturstudie durchgeführt. Schweden repräsentiert mit ca. 30,5 Mio. ha Waldfläche das walddreichste Mitgliedsland der EU (statista 2016). Gleichzeitig hält es mit 50 % einen hohen Anteil an Privatwald vor (The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry 2015). Die schwedische Forstpolitik wird umgangssprachlich auch als „Laissez-Faire-Politik“ (Wallin 2017, S. 44) bezeichnet und ist gegenüber der Forstwirtschaft grundsätzlich positiv eingestellt. Hierbei ist insbesondere die in Schweden übliche Bewirtschaftung in Kahlschlägen zu nennen. Jedoch müssen u.a. solche Eingriffe, die die Umwelt beeinträchtigen können, bei der zuständigen Forstbehörde zur Genehmigung angemeldet werden. Aus der Kombination aus „Laissez-Faire-Politik“ und Anmeldepflicht forstwirtschaftlicher Maßnahmen gegenüber der Forstbehörde wurde seitens der Forstbehörde das digitale Serviceprogramm „My pages“ entwickelt. Österreich ist ähnlich wie Deutschland durch einen hohen Anteil an Privatwald und Bestand an Kleinbetrieben geprägt. Gleichzeitig deutet der große Anteil von Nadelholz mit 70 % an der Gesamtverteilung der Baumarten einen vergleichsweise hohen Wertschöpfungsgrad an.

#### 3.3.1. Großbritannien

##### 3.3.1.1 Grundlagen

Hinsichtlich der Waldfläche befand sich das Vereinigte Königreich bis zu seinem EU-Austritt mit ca. 3,2 Mio. ha Wald im Mittelfeld der EU-Mitgliedsländer (Forest Research 2019; statista 2016). Dies entspricht 13 % der Landesfläche (Forestry Commission 2017). Dabei waren noch im Zuge des Ersten Weltkrieges nur etwa fünf Prozent der Landesfläche bewaldet (Forestry Commission 2017). Nach Ende des Krieges markierte die Gründung der nationalen Forstbehörde (Forestry Commission) einen Wendepunkt in der Waldpolitik. So konnte der Waldbedeckungsgrad durch staatliche Aufforstungskampagnen und steuerliche Anreize für Privatwaldbesitzer erheblich gesteigert werden (Ebenda).

Etwa 27 % der britischen Waldfläche befinden sich im Eigentum staatlicher Behörden wie bspw. Forestry England oder Forestry and Land Scotland (Forest Research 2019). Nach Forest Research (2019) befindet sich die übrige Waldfläche im Eigentum des sogenannten „private sector“. Dieser umfasst alle anderen als die zuvor genannten Eigentumsarten. Demnach sind dies sämtliche in Privateigentum befindliche Waldflächen sowie Flächen, die sich im Eigentum des Countryside Council for Wales oder der Environment Agency Wales befinden bzw. durch diese bewirtschaftet werden. Des Weiteren werden Waldflächen, welche im Besitz lokaler Behörden sind, hinzugezählt (Forest Research 2019). In aller

Regel sind im Familienbesitz befindliche Waldflächen Teil landwirtschaftlicher Betriebe. Es wird vermutet, dass ca. 60.000 solch gemischter Betriebsstrukturen existieren. Davon weisen mehr als 80 % eine Flächengröße von weniger als zehn Hektar auf (Forestry Commission 2017). Nach Forest Research (2019) liegt hinsichtlich der Baumarten eine nahezu hälftige Verteilung von Nadel- (51 %) und Laubholz (49 %) vor. Das jährliche Holzerntevolumen lag 2015 im Falle des Nadelholzes bei etwa 13,2 Mio. m<sup>3</sup> und in Bezug auf Laubholz bei rund 0,6 Mio m<sup>3</sup>. In diesen Zahlen sind keine Werte für Brennholznutzungen enthalten. Diese werden jedoch auf ca. 2,2 Mio. m<sup>3</sup> geschätzt (Forest Research 2019).

Forstwirtschaftliches Handeln erhält in Großbritannien seinen institutionellen Rahmen durch das sogenannte „Forestry Act 1967“<sup>39</sup>. Dabei findet sich in Part II, Restriction of felling, Nr. 9 ein zentraler Aspekt der forstlichen Bewirtschaftung im Vereinigten Königreich wieder. Hier wird festgelegt, dass für „das Fällen von [...] Bäumen eine von der zuständigen Forstbehörde erteilte Fälllizenz“ erforderlich sei. Es ist also vor dem Beginn von Holzernemaßnahmen zwingend notwendig, eine solche `felling licence´ vorzuweisen.<sup>40</sup> `Felling licences´ gelten normalerweise für fünf Jahre. Im Zusammenhang mit einem durch die zuständige Forstbehörde genehmigten Waldbewirtschaftungsplan kann dieser Zeitraum in England verdoppelt werden (Forestry Commission 2020). Zum einen findet sich hiermit eine Methode, den Verwaltungsaufwand im Zuge der Holzernteplanung zu verringern. Zum anderen fordern einige Fördermittelprogramme einen durch die zuständige Behörde genehmigten Managementplan ein (Rural Payments Agency et al. 2018). In England stellen die Forstbehörden zur Entwicklung von Managementplänen durch den Eigentümer oder Dritte vorgefertigte Formulare und exemplarische Muster zur Verfügung.<sup>41</sup> Dabei ist die Anfertigung eines Managementplanes u.U. von staatlicher Seite zuschussfähig (Forestry Commission 2020; Rural Payments Agency et al. 2018). Grundsätzlich ist ein solcher Managementplan von strategischer Natur und dokumentiert insbesondere die Absicht des Eigentümers, sich an den Anforderungen des UK Forestry Standards (UKFS) zu orientieren.

Grundsätzlich beinhaltet ein seitens der Behörden vorgefertigter `Woodland Management Plan´ mindestens die in Tabelle 8 aufgelisteten Aspekte. Viele der relevanten Aspekte, wie bspw. Lebensraumtypen oder eventuell vorkommende seltene Tier- und Pflanzenarten, sind hier bereits aufgelistet. Der Antragsteller muss in diesem Fall lediglich die entsprechenden Daten als relevant markieren.

---

<sup>39</sup> Forestry Act 1967, Chapter 10, from the 22<sup>nd</sup> March 1967

<sup>40</sup> Ausnahmen hiervon sind bspw. Bäume mit einem BHD unter 0,08 m oder Obstbäume. Ebenso dürfen je Quartal und `immediate owned property´ bis zu fünf Festmeter genehmigungslos eingeschlagen werden, wenn hiervon nicht mehr als zwei Festmeter verkauft werden (Forestry Commission 2020).

<sup>41</sup> Die jeweiligen Formulare und Beispieldateien finden sich bei Rural Payments Agency et al. (2018).

Tabelle 8: Auflistung der Minimalanforderungen an 'Woodland Management Plans' (Verändert nach Rural Payments Agency et al. (2018) und Sylva Foundation (o.J.a))

Themenbereich	Erläuterung
UK Forestry Standard management planning criteria	Genehmigung des Managementplanes hängt formal von der Einhaltung der UKFS-Kriterien ab Bestätigung des Antragstellers, dass er die sechs hier gelisteten Kriterien bei der Planung berücksichtigt hat
Property Details	Allgemeine Angaben wie bspw. Eigentümer, Kontaktdaten, evtl. vorhandenem forstlichen Betreuer Größe der beplanten Waldfläche Fragen zum Inhalt und der strategischen Absicht des Managementplans
Vision and Objectives	Kurzbeschreibung der betrieblichen Langzeitziele Auflistung konkreter Objekte, die bei der Erreichung der zuvor beschriebenen Langzeitziele von Bedeutung sind
Plan Review – Achievements	Benennung von Zielen, die noch aus früheren Managementplänen stammen und innerhalb der nächsten fünf Jahre umgesetzt werden sollen
Woodland Survey	Kurzbeschreibung hinsichtlich räumlicher Lage der Waldflächen, Baumartenverteilung, bodenkundlicher Daten, Wasserversorgung, Höhenstufe, Erschließung etc. Informationen zu geschützten Tier- und Pflanzenarten sowie räumlichen Schutzeinheiten mit Benennung des betroffenen Compartments (Abteilung) Auflistung vorkommender Lebensraumtypen Tabellarische Zusammenfassung der Inventur aufgeteilt nach Nadel- und Laubholz, relativen Flächenanteil, Altersstruktur, sowie Notizen
Woodland Protection	Dreistufige Bewertung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens unterschiedlicher ökologischer, ökonomischer und sozialer Risiken sowie deren Folgen
Management Strategy	Erklärung, wie die vorher benannten Managementziele erreicht werden sollen
Stakeholder Engagement	Auflistung aller Stakeholder, die im Rahmen der Waldbewirtschaftung und zur Erreichung der Ziele kontaktiert wurden, unterteilt nach geplanter Maßnahme, Kontakt, Datum der Kontaktsuche und Rückmeldung sowie daraus erfolgter Handlung
Monitoring	Dokumentation von Indikatoren, die bei der Erreichung von Zielen von Bedeutung sind, sowie deren turnusmäßiger Überprüfung
UKFS woodland plan assessment	Bewertungsschema, welches durch die Behörde zur Konformitätsprüfung des Managementplanes gegenüber dem UKFS nutzt

Die in Tabelle 8 aufgelisteten Themenbereiche entsprechen den Minimalanforderungen an Managementpläne. Einen weiteren wichtigen Bestandteil des Flächenmanagementtools stellen Karten, die die schriftlich dargelegten Informationen sowie geplante Maßnahmen kartographisch illustrieren und unterstreichen, dar (Sylva Foundation o.J.a).

### 3.3.1.2 myForest – online tools and resources for woodland management

Sowohl der hohe Privatwaldanteil als auch die zu großen Teilen kleinparzellierten Besitzstrukturen (Forestry Commission 2017) sowie die vielen unter- oder unbewirtschafteten Waldflächen (Orsi o.J.) führen zu zahlreichen Herausforderungen bei der Waldbewirtschaftung. So wurde seitens der britischen Stiftung „Sylva Foundation“, die sich insbesondere der Forst- und Umweltbildung verschrieben hat und die 'British Woodlands Survey' mitverantwortet, die Internetplattform „myForest“ aufgesetzt. Hierbei handelt es sich um eine Sammlung verschiedener Instrumente, welche u.a. eine professionellere Bewirtschaftung britischer Privatwälder unterstützen soll. Diese stellen zunächst ein Jagdverwal-

tungstool und ein Onlinenetzwerk für Akteure und Unternehmen der Forstwirtschaft dar. Ferner existiert eine Internetapplikation, welche im Bildungswesen aufgehängt ist und dort Aspekte der Waldbewirtschaftung vermittelt („myForest for Education“). Des Weiteren bietet myForest mit „Woodland Star Rating“ ein Bewertungstool, welches dem Waldeigentümer die einfach strukturierte und selbstständige Bewertung seiner Waldbewirtschaftung entlang der Kriterien des UKFS ermöglicht.

Angesichts des Ziels der vorliegenden Arbeit wird an dieser Stelle der im März 2019 gelaunchte „myForest Woodland Manager“ analysiert. Dieses stellt ein einfach strukturiertes GIS dar, welches grundlegende Kartierungs- und Exportfunktionen sowie die Möglichkeit der Inventur, Planung und Dokumentation bietet. Durch die Bereitstellung als Webapplikation sind kein spezielles Betriebssystem oder die Installationen von Drittsoftware notwendig. Zudem kann das Tool weitestgehend ortsunabhängig genutzt werden. Dieses u.a. von britischen Regierungsstellen finanzierte Tool ist in eine kostenlose, funktional eingeschränkte Nutzungsvariante und eine vollumfängliche Premiumversion untergliedert (vgl. Tabelle 9). Letztere steht privaten Waldeigentümern für einen monatlichen Betrag von £2 (2,22 €<sup>42</sup>) bzw. £10 (11,07 €) für professionell agierende Akteure wie bspw. forstliche Betreuer zur Verfügung (Sylva Foundation o.J.b). In jedem Fall hat der Nutzer einen eigenen Account anzulegen. Dieser ist durch ein individuell erstelltes Passwort geschützt. So sind anwenderspezifische Handlungen erlaubt und die eingepflegten Betriebsdaten vor dem Zugriff unberechtigter Dritter gesichert.

Nach erfolgreichem Login sieht der Nutzer im Modul „myForest Woodland Manager“ zunächst die nach Aufgabenmenü und Kartendarstellung gegliederte Oberfläche. U.a. abhängig von der Bildschirmgröße beansprucht das Aufgabenmenü ca. 1/3 – 1/4 des Browserfensters. Als Karte ist ein Satellitenbild (GoogleMaps, vgl. Kapitel 3.1), welches bereits integrierte Eigentumsflächen im Fokus hat, voreingestellt. Das Aufgabenmenü ist in die Reiter „mapping“, „data“ und „planning“, welche wiederum Untermenüs oder entsprechende Werkzeuge anbieten, gegliedert. Deren Umfang unterscheidet sich in Abhängigkeit des gebuchten Leistungsspektrums (vgl. Tabelle 9) und ist im Anhang (S. XII f.) abgebildet.

In beiden myForest-Versionen sind die Grundfunktionen gleich (vgl. Tabelle 9). Dabei können im Bereich „mapping“ u.a. folgende Tätigkeiten angewandt werden:

- Anlegen von compartments und Sub-compartments
- Einzeichnen weiterer Polygone sowie Punkte und Linien
- Messen von Flächeninhalten und Längen
- Import von Geoinformationen im Format KML, KMZ, GeoJSON oder ESRI Shapefile
- Export von Geoinformationen in den oben genannten Formaten sowie verschiedene globale Referenzsysteme
- Dauerhaftes Festlegen wiederholt relevanter Kartenausschnitte in Form von Druckbereichen

---

<sup>42</sup> £1 = 1,1073 €, Stand 09.08.2020, 14:58 Uhr; dieser Wechselkurs wird im vorliegenden Kapitel allen weiteren Umrechnungen von £ in € zugrunde gelegt.

Tabelle 9: Vergleichende Darstellung unterschiedlicher myForest-Versionen (Verändert und erweitert nach Sylva Foundation (o.J.b.))

Funktion	Hinweis	myForest lite	myForest premium
Einfache Karteninhalte	Hintergrundkarte OSM (div.) oder GoogleMaps (div.)	✓	✓
Vorbereitung des Fälllizenzantrags	Gilt für Scottish Forestry	✓	✓
Managementpläne	Vorlagen von FC England und Scottish Forestry	✓	✓
Maßnahmenplanung	Vorlagen von FC England	✓	✓
Planung auf Sub-compartment-Ebene	Inventur, Maßnahmenplanung, allgemeine Hinweise	✓	✓
Download der Sub-compartment- bzw. Managementpläne	PDF, Excel	✓	✓
Kollaborative Managementtools	Von bspw. Eigentumsgrenzen oder Kundendaten losgelöstes Managementtool	✓	✓
Jagdverwaltung	Inklusive mobiler Applikation	✓	✓
Woodland Star Rating		✓	✓
Erweiterte Karteninhalte	Hintergrundkarte Ordnance Survey (div.), verschiedene Layer, u.U. zusätzliche Kosten	-	✓
Onlinebeantragung von Fälllizenzen	Gilt für FC England	-	✓
Baumarten- und Altersklassenübersichten	PDF	-	✓
Kosten (£/Monat)		-	2 / 10

Zudem ist es möglich, die oben erwähnten Managementpläne anwenderseitig entlang der Vorlagen der öffentlichen Forstverwaltung zu entwickeln. Des Weiteren bietet das Programm an, die Vorlagen zur Erstellung von Managementplänen und diese wiederum zusammengefasst im „Plan of Operations“ als Grundlage der Beantragung einer Fälllizenz für die nächste Dekade zu nutzen. Dieser kann systemintern gespeichert und als MS Exceldatei heruntergeladen werden. Zudem sind beiden Versionen die kollaborativen Managementtools gemein. Hierbei handelt es sich um ein Datenabfrageinstrumentarium, welches sich v.a. an Bewirtschafter, welche mehrere Waldflächen unterschiedlicher Eigentümer betreuen, richtet. So können diese Akteure mit Hilfe des Abfragetools aus den in der Datenbank hinterlegten Informationen bspw. folgende Funktionen anwenden:

- Abfrage nach Baumarten und zugehörigen Daten bezüglich Baumhöhe, BHD oder Qualität
- Export von Einzelbestandsinformationen in MS Excel
- Kartographische Darstellung der im Rahmen der Abfrage ermittelten Sub-compartments
- Einfacher Datenimport von neuen Flächen, Mitgliedern oder Kunden
- Filtern nach Restriktionen bspw. naturschutzfachliche Auflagen
- Gezielte Abfrage nach Waldflächen mit gültiger Fälllizenz

Die Premiumversion unterscheidet sich von „myForest lite“ v.a. durch drei wesentliche Merkmale. Diese bestehen zunächst aus potentiell zur Verfügung stehenden, erweiterten Themenkarten, welche in Abhängigkeit der gewünschten Leistung bzw. des erforderlichen Detaillierungsgrades gegebenenfalls zusätzliche Kosten in Höhe von 0,01 bis 4,96 €/ha verursachen können (Sylva Foundation o.J.b). Dabei unterscheidet die Kostenstruktur nicht nur nach der jeweiligen Themen- und Darstellungsart, sondern auch zwischen einfachem „On-screen Viewing“ und eventuellen Downloads. So werden für

den Download in der höchstmöglichen Qualität (MasterMap Topography) für bspw. 20 oder 50 ha große Flächen Beträge von bis zu £18,92 bzw. 20,84 € in Rechnung gestellt. Nicht zuletzt lassen sich die Daten u.a. in den GIS-Formaten GeoPackage und TIFF bereitstellen (Ordnance Survey o.J.).

In weiteren Funktionen bietet das Onlinetool die Möglichkeit der digital unterstützten Beantragung der für die Holzernte benötigten Fälllizenzen an. Hauptmerkmal dieser Funktion ist für den englischen Hoheitsbereich, dass der Antragsteller die bereits im myForest-Toolkit eingepflegten Daten im jeweiligen Antragformular nicht erneut eingeben muss. Das benötigte Formular wird also unmittelbar mit den hinterlegten Daten angereichert. Speziell in England existieren zwei Wege zur Beantragung von Fälllizenzen. Zum einen können die Antragsteller im Rahmen der Entwicklung des Managementplans (vgl. Tabelle 8) den „Plan of Operations“ erstellen und somit eine für zehn Jahre gültige Fälllizenz erwerben. Der als MS Exceldatei downloadbare „Plan of Operations“ enthält bereits einzelne Felder mit den im „myForest Woodland Manager“ eingepflegten Daten. Sie stellen somit eine erste Version des „Plan of Operations“ dar, die nun bei der Antragstellung seitens des Akteurs weiter spezifiziert werden könnte. Zum anderen können Antragsteller das Modul „Felling Licence Online“ nutzen und so auf die Aufstellung des „Management Plans“ verzichten. Diese „standalone licence“ hat jedoch zur Folge, dass die Fälllizenz für maximal fünf Jahre erteilt werden kann (Forestry Commission 2018).

Als drittes Merkmal der Premiumversion dient die Option zur Aufbereitung der zuvor nutzerseitig eingetragenen Inventurdaten. Dementsprechend werden Baumarten- und Altersklassenübersichten generiert. Die Baumartenübersicht stellt den prozentualen Anteil der im betrachteten Gebiet vorkommenden Baumarten graphisch und zahlenmäßig dar. Dabei entspricht die graphische Darstellung einem Kreisdiagramm. In der zugehörigen Legende sind die relativen und absoluten Anteilswerte der Baumarten abgebildet. Mittels Säulendiagramm wird die Verteilung der Altersklassen und des zugehörigen Flächenanteils dargestellt. Die Altersklassen folgen der dekadischen Schrittweite und sind von den jeweiligen Baumarten losgelöst. Es findet also eine reine Übersicht der Altersklassenverteilung statt. Die jeweilige kurze schriftliche Zusammenfassung benennt zudem die Bruttoflächengröße des betrachteten Compartments und den entsprechenden Nettoanteil.

### Ausgewählte Funktionen

#### Zuweisung der Geometrien

Die Zuweisung der betrieblichen Geometrien kann über unterschiedliche Wege erfolgen. Zum einen bietet sich die Möglichkeit des manuellen Einzeichnens von Sub-compartments auf Basis der angezeigten, auswählbaren Karte. Zum anderen kann der Anwender die entsprechenden Geometrien, wenn sie in den GIS-konformen Dateiformaten ESRI Shapefile, GeoJSON, KML oder KMZ vorliegen, in das System importieren. In jedem Fall zeigt der „myForest Woodland Manager“ die gerundete Flächengröße der importierten als auch eingezeichneten Compartments und Sub-compartments in Hektar und Acres an. Das manuell eingezeichnete Compartment ist nutzerseitig mit einem individuellen Namen und / oder einer freiwählbaren Nummer zu versehen. Das Compartment fasst mehrere Sub-compartments zusammen und addiert die zugehörigen Einzelflächen zur Bestimmung der Compartmentgröße auf.

Angesichts von Zeichenungenauigkeiten bspw. aufgrund des nicht weiter anpassbaren Kartenmaßstabes können für jeden Zeichenvorgang einige Parameter angepasst werden. Damit die gezeichneten Polygone miteinander bündig abschließen und somit keine, nur schwer erkennbaren Freiräume entstehen, können die Eigenschaften des Snappings eingestellt werden. Snapping ist vergleichbar mit einer Magnetfunktion, die bspw. den aktuell geplanten Eckpunkt eines Polygons deckungsgleich über

den räumlich nächsten Eckpunkt eines dritten Polygons legt. So kann eingestellt werden, ob die Eckpunkte aneinandergesetzt werden sollen oder ob die Eckpunkte „magnetisch“ an der Außenkante einer weiteren Fläche haften und beliebig entlang dieser verschoben werden können.

Ein späteres Korrigieren oder vollständiges Löschen der Eingaben ist zulässig. Zudem ist es dem Nutzer möglich, Sub-compartments per „drag and drop“-Funktion sowohl innerhalb des zugehörigen Compartments als auch in ein drittes Compartment zu verschieben. Alle so erstellten Geometrien lassen sich mittels Exportfunktion in den Dateiformaten ESRI Shapefile, GeoJSON und KML exportieren.

### Attributierung

Auf der Ebene der Sub-compartments wird der Nutzer schrittweise durch die Erstellung und Dokumentation der Inventur sowie Maßnahmenplanung geleitet. Wie im Anhang (S. XII) dargestellt, öffnet sich nach der Auswahl eines Sub-compartments ein zugehöriges, durch unterschiedliche Reiter strukturiertes und editierbares Fenster. Dabei ist die Dateneingabe fakultativ. Es können also Datensätze auch unvollständig eingepflegt und abgespeichert werden. Hier liegt zunächst die Möglichkeit zur Überarbeitung des im Rahmen der Geometrieausweisung vergebenen Bezeichnungen vor. Im Bereich des Reiters „Inventur“ besteht zu Anfang die Option, das entsprechende Sub-compartment als „non-wooded area“ zu deklarieren. Alternativ werden zeilenweise Informationen zu den einzelnen Baumarten des jeweiligen Sub-compartments erfragt. Hier ist eine nicht weiter spezifizierte Prozentangabe zur im weiteren Zeilenverlauf beschriebenen Baumart zu tätigen. Die Baumarten an sich werden über sich bedingende Dropdownfelder ähnlich der wissenschaftlichen Systematik der Baumarten hergeleitet. Des Weiteren können ebenfalls über Dropdownmenüs u.a. das Jahr der Pflanzung, Baumhöhe und BHD sowie die entsprechende Ertragsklasse eingetragen werden. Zwar ist ein Button, der bei Bedarf Hilfestellung zur Ermittlung der Baumform leistet, abgebildet, dennoch bleibt unklar, wie bspw. die „yield class“ hergeleitet wurde. Die unmittelbar sichtbare Ableitung weiterer Parameter oder gar eine Plausibilitätsprüfung der eingegebenen Daten bleibt ebenfalls aus.

Des Weiteren erfolgt die Berechnung der Bestandesgrundfläche entlang der vorher eingegebenen BHD-Daten. Hierzu hat der Anwender unabhängig von Baumart oder -dimension entweder die durchschnittliche Baumanzahl je zufällig gewähltem Stichprobenpunkt oder je Hektar einzutragen. Auf Basis der bei der Inventur dokumentierten BHD erfolgt die Kalkulation der Grundfläche. Letztere wird dem Anwender unmittelbar nach der Eingabe der Baumanzahl angezeigt. Der Vorrat an stehendem Holz wird nicht mit Hilfe des „myForest“-Toolkits ermittelt. In diesem erfolgt lediglich die Eingabe der anderweitig hergeleiteten Vorräte je Baumart. Dennoch wird dem Anwender auch hier unmittelbar nach der Eingabe der einzelnen Volumina der Vorrat je Baumart angezeigt. Das Tool bietet zudem die Angabe eventueller naturschutzfachlicher Restriktionen an. Hier kann der Anwender aus elf vorgegebenen, unterschiedlichen Kategorien wählen. Die im Reiter „work programme“ hinterlegten Optionen orientieren sich weitestgehend an den Inhalten des seitens Forestry Commission England vorgegebenen „Plan of Operations“. Hier kann der Anwender seine Aktivitäten je Sub-compartment planen. Dabei findet er in einem Freitextfeld die Möglichkeit, die jeweiligen Vorhaben zu charakterisieren und dann entsprechend den Vorgaben der englischen Forstbehörde zeitlich zu terminieren.

### Dokumentation des Naturalvollzugs

Der „myForest Woodland Manager“ hält zudem Grundzüge der Dokumentation des Naturalvollzugs vor. So kann der Anwender den Abschluss einer Maßnahme durch das Anhängen des zugehörigen Feldes kundtun. In diesem Fall fordert ihn das System dazu auf, das Datum des Maßnahmenabschlusses und

das im entsprechenden Sub-compartment geerntete Holzvolumen in dafür vorgesehenen Feldern einzutragen. So wird im „work programme“ fortlaufend zwischen geplanten und abgeschlossenen Maßnahmen getrennt. Zudem ist es dem Anwender jederzeit möglich, sich über sämtliche dokumentierte Aktivitäten des entsprechenden Sub-compartment zu informieren.

Allgemeine und gegebenenfalls von Holzerntemaßnahmen unabhängige Tätigkeiten werden im Bereich „notes“ in Freitextform abgespeichert. Im Rahmen der jährlich erfolgenden Dokumentation bildet „myForest“ die Notizen in chronologischer Reihenfolge ab und zeigt die jüngsten Einträge an oberster Stelle. Außerdem werden die hier hinterlegten Daten im Download des „Sub-compartment plans“ aufgeführt. Dort finden sich auch die seitens des Anwenders im Bereich „photo“ hinterlegten Bilder, welche relevante Informationen graphisch dokumentieren, wieder.

### Bewertung des myForest-Toolkits

Im Weiteren werden die Werkzeuge der myForest-Umgebung kritisch analysiert und hinsichtlich einer möglichen Anwendung in der deutschen Forstwirtschaft untersucht. Dazu ist zunächst erwähnenswert, dass derzeit 7.837 Nutzer (davon sind 6.497 als Flächeneigentümer und 1.340 als „Woodland agents“ angemeldet) im „myForest Woodland Manager“ registriert sind. Somit werden etwa 114.670 ha Waldfläche über das Tool abgebildet (Silva Foundation o.J.c). Dies entspricht 4 % der Gesamt- bzw. etwa 5 % der Privatwaldfläche. In Anbetracht dessen, dass der „myForest Woodland Manager“ erst seit März 2019 verfügbar ist, kann dem Toolkit angesichts des aktuell erreichten Marktanteils entsprechend hohe Bedeutung zugewiesen werden. Sollten bei den registrierten Waldeigentümern und „Woodland agents“ keine Überschneidungen der bewirtschafteten Flächen vorliegen und jeder Anwender einen eigenständigen Forstbetrieb repräsentieren, liegt die hier abgebildete durchschnittliche Forstbetriebsgröße bei 14,6 ha. Somit befindet sich die mittlere Betriebsgröße über der im Vereinigten Königreich vorliegenden Fläche von durchschnittlich weniger als zehn Hektar (Forestry Commission 2017) und unterstreicht nochmals die bewirtschaftungstechnische Relevanz des Tools.

Positiv fällt auf, dass die Betreiber des Toolkits innerhalb des im Premiumpaket enthaltenen Kartentools auf insgesamt fünf verschiedene Dienste von GoogleMaps bzw. OSM zurückgreifen. Somit sind bekannte und bezüglich des Layouts und Anwendung etablierte Kartendienste in Verwendung. Durch die schnittstellenbasierte Einbindung dieser Onlinekartendienste entfällt für diese die Wartung bzw. inhaltliche Aktualisierung, da dies entweder seitens der Betreiber durchgeführt wird. Derzeit ist es im „myForest Woodland Manager“ jedoch nur möglich, Längen zu messen. Die bildschirmbasierte Herleitung von Umfängen ist jedoch zukünftig möglich (Silva Foundation 2020).

Grundsätzlich versucht myForest durch die im Rahmen der Datenerfassung gemachten Vorgaben Standards zu setzen. Die Etablierung dieser wird zum einen durch einfach zu ermittelnde Parameter und zum anderen fallweise durch die graphische und schriftliche Anleitung zur Erhebung dieser Parameter erreicht. Hierbei ist die Beschränkung von Eingabemöglichkeiten durch inhaltlich normgebende Dropdownmenüs hilfreich. Somit sind bspw. Baumartenbezeichnungen in ihrer Benennung und Länge strikt vorgegeben. Es erscheint allerdings sehr aufwändig, dass der Nutzer bei der Eingabe der Baumart zunächst zwangsläufig entlang der Systematik der Baumarten geführt wird. Insgesamt wirkt hier jedoch das digitale Format mit seinen einfachen Strukturen sowie bereits etablierten Datenausgabeformaten (CSV, MS Excel, ESRI Shapefile und PDF) in Sachen Standardsetzung förderlich.

Auch wenn die Nutzung von myForest in Deutschland formal möglich ist, erweist sich die Anwendung der Plattform in der deutschen Forstwirtschaft als nicht zielführend. Zunächst ist das britische System auf die Ausweisung von Abteilungen und Unterabteilungen beschränkt. Die Abbildung von Unterflächen ist in myForest nicht vorgesehen. Dies führt dazu, dass die niedrigste Ebene von Inventur, Planung

und Vollzug der Unterabteilung entspricht. Gleichzeitig ist die Mehrfachzuweisung von Abteilungs- und Unterabteilungsbezeichnungen möglich. Demnach findet keine Validierung statt, ob die entsprechende Betitelung bereits vergeben ist. Da die Betreiber des Toolkits die benutzerdefinierte Einfärbung der Unterabteilungen ermöglichen wollen, ist jedoch zumindest zukünftig eine optische Unterscheidung dieser Flächen voneinander möglich (Silva Foundation 2020).

Im Bereich der Inventur ergeben sich weitere Herausforderungen und Übertragungsprobleme. Zunächst ist hier eine prozentuale Angabe jeder einzelnen Baumart einzutragen. Es ist jedoch nicht erkennbar, ob hiermit bspw. der Mischungs- oder Flächenanteil gemeint ist. Zudem werden die Anteilswerte der einzelnen Baumarten automatisch und ohne weitere Validitätsüberprüfung miteinander addiert. Dies führt jedoch dazu, dass auch Werte von deutlich mehr als 100 % eingepflegt werden können. In diesem Zusammenhang ist auch der Umgang mit sogenannten „überschießenden Flächen“<sup>43</sup> unklar, da die Möglichkeit der Zuordnung einer Bestandesschicht nicht möglich ist. Ein weiteres Eingabefeld erfragt das Jahr der Pflanzung. Allerdings ist dies insofern unzweckmäßig, als dass das Jahr der Pflanzung i.d.R. nicht das tatsächliche Baumalter widerspiegeln kann. Somit sind bereits bei der Dateneingabe gegenüber der Datenauswertung und -verwendung Ungenauigkeiten gegenüber dem deutschen Standard implementiert. Außerdem erfolgt die Herleitung der Grundfläche eines Sub-compartments lediglich für das Sub-compartment an sich und nicht getrennt nach Baumarten. Zudem basiert die Herleitung auf der Annahme, dass alle im Sub-compartment vertretenen Baumarten in die Berechnung einfließen können. Hier erfolgt keine Abtrennung zu Bäumen geringerer Dimension. Demnach ist die Verfälschung der Grundfläche bzw. die Gefahr der Fehlinterpretation derselben gegeben. Dies gilt verstärkt, da die programmseitige Vorgabe von vier zufällig gewählten Stichprobenpunkten unabhängig von der Größe des Sub-compartments erfolgt. Für eine vergleichbarere Aussage der Bestandesdichte wäre zudem die relative Angabe des Bestockungsgrades hilfreich. Letzterer wird zudem auch in der Nutzungssatzrichtlinie für deutsche Verhältnisse als obligatorisch angesehen (BMF 2017). Grundsätzlich wird die Angabe des vorhandenen Volumens sowohl mit Flächenbezug als auch im Gesamten als durchaus zielführend erachtet. Im „myForest Woodland Manager“ ist diese Unterscheidung nicht vorhanden bzw. der entsprechende Bezug nicht erkennbar. Ebenso fehlt die Möglichkeit der auf Mess- und Schätzwerten basierenden Zuwachsschätzung. Hierfür ist weder ein Feld zur nutzerseitigen Werteingabe noch ein Ergebnisfeld, in welchem die bspw. auf Ertragstafelebene hergeleiteten Zuwachsdaten dargestellt werden, vorhanden. Insgesamt wäre die Prüfung der Dateneingaben auf Validität bei der Inventur sehr hilfreich. So könnten Fehler und Ungenauigkeiten stärker ausgegrenzt werden. Außerdem wirkt sich neben der Ausweisung von Unterflächen die Ableitung bestimmter Bestandesdaten und einer darauf fußenden flexiblen Eingabemöglichkeit vorgegebener Parameter durchaus nutzensteigernd aus. Durch die Möglichkeit der gegenseitigen Ableitung bestimmter Parameter und der genannten flexiblen Eingabemöglichkeit wäre es dem jeweiligen Nutzer möglich, die quantitative Bestandesbeschreibung selbst vorzunehmen.

Im Bereich der Planung fällt insbesondere die schlanke Struktur auf. Hier ermöglichen die Plattformbetreiber dem Nutzer neben der Maßnahmenbenennung in einem Freitextfeld die Gewichtung geplanter Maßnahmen nach Dringlichkeit in Jahren. Diese Gewichtung wird durch acht Felder, die jeweils mit einer Skala (Tag heute plus X) versehen sind und die der Nutzer beliebig anhaken kann, abgebildet. Entlang der Skala ist der Nutzer angesichts zu wiederholender Maßnahmen nicht auf eine Dringlichkeitskennzeichnung beschränkt. Er kann also alle Felder entlang der Skala anhaken. Bei der Übertragung des Planungstools auf die deutsche Forstwirtschaft, sind zwei Aspekte zu beachten. Zum einen erscheint es hilfreich, die geplanten Tätigkeiten in Form eines Maßnahmenkataloges zu konkretisieren

---

<sup>43</sup> Hierbei handelt es sich um die Fläche von Bestandesschichten, welche nicht dem Hauptbestand bzw. -schicht zugerechnet werden. Dementsprechend fließen bspw. die Werte des Überhalts, Unterstandes und Nachwuchses nicht in die Herleitung der Holzbodenfläche ein.

und somit bspw. über ein Dropdownmenü standardmäßig vorzugeben. Dennoch muss diese Standardisierung in Form eines Freitextfeldes individuell erweiterbar sein. So kann der Anwender bereits hier Anmerkungen, die für das spätere operative Management von Bedeutung sind, einfügen. In Bezug auf die Planung von Holzerntemaßnahmen ist außerdem die Angabe geplanter Volumina obligatorisch. Die Höhe dieser könnte bspw. über die Auswahl der Maßnahmenart sofort abgeleitet und dargestellt werden. Für genauere Planungen wäre die Höhe individuell über den Zielbestockungsgrad (Vornutzungen) bzw. den Nutzungsanteil (Endnutzungen) veränderbar. Zudem erscheint es ratsam, die erwähnte Dringlichkeitsskala nicht zuletzt aus optischen und platztechnischen Gründen auf eine maximal dreistufige Einteilung herabzusetzen. Somit kann der Anwender in Bezug auf den Stichtag der Bestandesinventur in Verbindung mit der jeweiligen Dringlichkeitsstufe zum einen auf die tatsächliche Dringlichkeit aber auch auf die Wiederholungsrate innerhalb des zugehörigen Zeitraumes schließen. Grundsätzlich sind auch im Bereich der Planung die entsprechenden Daten auf Validität zu überprüfen.

„myForest Woodland Manager“ bietet mit der Notiz- und Fotofunktion wichtige Grundlagen der zielgruppenorientierten Dokumentation des Naturalvollzugs. So lassen sich hier nach Jahreszahlen sortierte Notizen als auch Fotos auf Sub-compartment-Ebene speichern. Zudem zeigt bereits die Checkbox „complete“ einen einfachen Weg der Vollzugsdokumentation. Wenn der Anwender diese Checkbox aktiviert, werden automatisch zwei neue Ausfüllfelder eingeblendet. Diese verlangen neben dem Abschlussdatum der Maßnahme die Angabe eventuell vorhandenen Einschlagvolumens. Dabei ist eine weitere Aufteilung der Vollzugsergebnisse in BAG diskutabel.

Es ist offensichtlich, dass diese Flächenmanagementsoftware auf die Bedürfnisse und Anforderungen der britischen Forstwirtschaft bzw. des damit verbundenen institutionellen Rahmens zugeschnitten ist. Bei der durchaus möglichen Anwendung oder Übertragung dieser Software auf deutsche Forstbetriebe müssten mindestens die Anforderungen der Nutzungssatzrichtlinie (vgl. BMF (2017)) abgebildet werden können. Generell lässt sich jedoch festhalten, dass der „myForest Woodland Manager“ mittels einfach strukturierter Menüführung und kartographischer Darstellung sowie einem verständlich aufgebauten Hilfecenter eine sehr brauchbare Flächenmanagementsoftware darstellt. V.a. die auf mehrere Reiter verteilte Dateneingabe und -verarbeitung sowie verschiedene Kartenlayer und -messwerkzeuge mitsamt Im- und Exportfunktion zeugen von einem veritablen System. Dieses dürfte nicht zuletzt aufgrund der Kostenstruktur die Zielgruppe des kleinstrukturierten Nicht-Staatswaldes ansprechen. Dieses Bild kann gegebenenfalls zukünftig durch die Ergänzung der browsergestützten Webportalversion um eine auf mobile Anwendung zugeschnittene Variante weiter verfestigt werden. Das gilt insbesondere, wenn die mobile Lösung bei der Datenerfassung und Ergebnisdarstellung in der praktischen Forstwirtschaft unterstützt. Durch die Nutzerrolle des „woodland agents“ ist außerdem ein hierarchisches System anvisiert, welches bspw. die forstliche Beratung oder Betreuung seitens Dritter unterstützen kann. Dieser Ansatz ist angesichts der Zielgruppe der vorliegenden Arbeit von maßgeblicher Relevanz. Ebenso ist für eine zielgerichtete Weiterentwicklung des Tools vorbildlich, dass die Betreiber von myForest in Form von Newslettern den Kontakt zu ihren Nutzern pflegen und aktiv um Feedback bitten. Insgesamt kann dem „myForest Woodland Manager“ konstatiert werden, dass es sich hierbei um eine umfängliche „Blaupause“ für die im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu entwickelnde Konzeption eines Flächenmanagementsystems für den kleineren Nicht-Staatswald handelt.

### 3.3.2. Schweden

Da Schweden mit ca. 30,5 Mio. ha Waldfläche das waldreichste Mitgliedsland der EU repräsentiert (statista 2016), wird im Folgenden der institutionelle Rahmen und die praktische Umsetzung dessen in Bezug auf innovative Informationssysteme bei der Forstplanung und Waldbewirtschaftung in diesem Land beschrieben. Schweden ist zu 69 % von Wald bedeckt und enthält mit der Forstwirtschaft einen

gewichtigen Wirtschaftszweig (Wallin 2017). Dabei ist die schwedische Waldpolitik, welche einer „Laissez-faire-Politik“ entspricht (Wallin 2017, S. 44), von entscheidender Bedeutung. Diese unterlag seit etwa dem Beginn des 19. Jahrhunderts deutlichen Veränderungen (Nylund 2009). So wurde ein großer Teil der Waldflächen privatisiert und erfährt seitdem eine zunehmende Industrialisierung. Aufgrund stark zunehmender Übernutzung und damit verbundener Degradierung der Wälder wurde im Jahr 1903 das erste nationale Waldgesetz erlassen. Dieses hatte den Erhalt von Waldflächen und deren Wiederaufforstung zum Ziel. In diesem Zuge wurde die heutige Swedish Forest Agency (SFA, schwedisch: Skogsstyrelsen), welche neben der hoheitlichen Kontrollfunktion insbesondere zur Unterstützung von Waldbesitzern eingerichtet wurde, gegründet (Hennenberg et al. 2012).

Dabei war es explizite Strategie der Regierung, die neuen Rechtsvorschriften eher durch Informations- und Bildungskampagnen als durch strenge Vorschriften umzusetzen und so neue Normen der forstlichen Bewirtschaftung zu etablieren (Appelstrand 2007). Die heute vorherrschenden Bewirtschaftungspraktiken haben sich Mitte des 20. Jahrhunderts etabliert. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf der Rohstoffproduktion für die Zellstoff- und Papierindustrie sowie der Bedienung von Exportmärkten (Lisberg Jensen 2011). Insgesamt zeichnet sich die schwedische Forstwirtschaft heutzutage durch einen hohen Mechanisierungsgrad, eine große exportorientierte Forstwirtschaft und einen hohen Anteil an Privateigentum<sup>44</sup> aus. Des Weiteren ist die Bewirtschaftung durch Kahlschläge und die weite Verbreitung privater Zertifizierungssysteme geprägt.

Institutionell äußert sich dies in der erwähnten Laissez-Faire-Politik. Diese Form der Politik wurde Anfang der 1990er Jahre durch das Nichteintreten eines seitens der Holzindustrie befürchteten, erheblichen Holzdefizites, neue wissenschaftliche Erkenntnisse und v.a. eine der Forstwirtschaft im Allgemeinen durchaus wohlgesonnene öffentliche Meinung maßgeblich bestärkt (Nylund 2010; Hysing und Olsson 2008). So ergaben sich 1993 weitreichende Deregulierungen zu Gunsten der Forstwirtschaft (Enander 2007, S. 293). Dabei wird die Gesetzgebung ausdrücklich als Minimum charakterisiert und diese nennt wiederum in Bezug auf waldbauliche und naturschutzfachliche Ziele selten quantitative Schwellenwerte (Brukas et al. 2013). Jedoch sind konkrete Holzerntemaßnahmen gegenüber der zuständigen Behörde anzumelden (vgl. Abschnitt 10 SFS 1979:429<sup>45</sup>). So haben Betriebe ab einer Größe von 0,5 ha Ernteplanungen mindestens sechs Wochen vor Maßnahmenbeginn anzukündigen. Dabei müssen die zur Holzernte bestimmten Bestände kartographisch in der Meldung an die Forstbehörde dargestellt werden (Skogsstyrelsen 2019b). Dies kann, ähnlich wie bei InVeKoS (s. Kapitel 3.2.3), mittels manuellen Einzeichnens der Flächen im durch die Behörde bereitgestellten GIS geschehen.

Bis zur 1993 eingeführten Forstreform bestand für schwedische Forstbetriebe die gesetzliche Pflicht, gemäß den Vorgaben eines Forstmanagementplanes (FMP) zu wirtschaften. Doch auch heute noch wirtschaftet ein Großteil der schwedischen Waldeigentümer nach den Vorgaben eines FMP (Europäische Kommission 2014). Die Gründe finden sich zum einen darin, dass oftmals Holzhandelsunternehmen die Aufstellung von FMP als Service anbieten (Wallin 2017; Europäische Kommission 2014). Zum anderen ist das Vorhandensein eines FMP in FSC- und PEFC-zertifizierten Betrieben obligatorisch (Europäische Kommission 2014). Mutmaßlich wird mehr als 95 % des schwedischen Waldes auf Basis von Managementplänen bewirtschaftet (Europäische Kommission 2014). Grundsätzlich handelt es sich bei FMP um ein Instrument, mit dem Akteure den Wald hinsichtlich forstwirtschaftlicher und natur-

---

<sup>44</sup> Der schwedische Wald befindet sich zu ca. 50 % in Privatbesitz. Dabei liegt die durchschnittliche Eigentumsgröße bei etwa 50 ha. Jedoch variiert dieser Wert stark (The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry 2015, S. 7). Ca. die Hälfte der privaten Forstbetriebe sind genossenschaftlich organisiert (Ebenda).

<sup>45</sup> Schwedisches Gesetzbuch (Svensk Författningssamling (SFS)): The Swedish Forestry Act (1979:429) abgedruckt im SFS 1993:553

schutzfachlicher Aktivitäten bestandesweise planen und bewirtschaften. Dies gilt i.d.R. für einen Zeitraum von zehn Jahren (Ebenda). Prinzipiell werden die FMP durch sogenannte „Planner“ erstellt. Planner werden dabei i.d.R. seitens der Holzhandelsunternehmen, Waldbesitzerorganisationen oder die SFA beauftragt (Wallin 2017). Insbesondere der seitens der Holzhandelsunternehmen finanzierte FMP entspricht oftmals den Bedürfnissen der den Planner beauftragenden Organisation. Dies und der mit der Aufstellung verbundene Zeitaufwand können dazu führen, dass die Beratungsfunktion weniger betont und die eigentlichen Ziele des Waldbesitzers vernachlässigt werden (Brukas und Sallnäs 2012; Erik Wilhelmsson 2011). I.d.R. existieren keine Standards oder Mindestanforderungen an den Inhalt der FMP. Dennoch erfolgt die Planung häufig an mess- und ableitbaren Bestandeswerten wie z.B. Flächengröße, Baumarten, -höhe und -dichte (Wallin 2017).

Mit dem Wegfall der landesweiten Pflicht zur Aufstellung eines FMP wurde eine im Internet verfügbare, GIS-basierte Datenbank installiert. Diese soll alle forstwirtschaftlich und naturschutzfachlich relevanten Belange abdecken und steht sowohl den Waldbesitzern als auch den Behörden kostenlos zur Verfügung (Europäische Kommission 2014). Dabei existiert der Anspruch, dass alle Waldflächen Schwedens mittels regelmäßig aktualisierter Satelliten- und Luftbildern digital zur Verfügung stehen. U.a. weil in diesem staatlich angebotenen System die an die zuständige Forstbehörde zu meldenden Holzernntemaßnahmen abgebildet werden, wird es seitens der Waldeigentümer zunehmend auch als Planungstool genutzt (Ebenda). Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, die erwähnten Einschlagsmeldungen direkt über die GIS-Datenbank an die SFA zu leiten. So findet sich neben der kostenlosen und digitalen Planungsoption für Waldbesitzer seitens des Staates ein Instrument zur Kontrolle der Umsetzung hoheitlicher Vorschriften. Gleichmaßen kann in der zunehmenden Nutzung der Datenbank als Planungstool eine Option zur Implementierung der tatsächlichen Ziele des Waldbesitzers und nicht der des Planners bzw. die der den Planner beauftragenden Organisation vermutet werden.

Eine solche Datenbank findet sich zunächst an der Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) im „HeurekaSystem“. Es handelt sich hierbei um eine kostenfreie Softwareserie, die es dem Nutzer ermöglicht, eine große Anzahl verschiedener Analysen durchzuführen und so die eigenen FMP zu optimieren (Swedish University of Agricultural Sciences 2016a). Dabei besteht die Möglichkeit, den aktuellen FMP zu importieren und anhand verschiedener Szenarien Variantenstudien hinsichtlich der Bewirtschaftung einzelner Bestände sowie des Gesamtbetriebes durchzuführen. Die Ergebnisse werden sowohl tabellarisch als auch graphisch dargestellt (Swedish University of Agricultural Sciences 2016b). Zudem ist eine kostenlose GIS-Anwendung integriert. Insgesamt ist das System aufgrund seines Aufbaus, der komplexen und vielfältigen Analysemöglichkeiten wenig intuitiv und wird so ggfs. durch kleinere Waldbesitzer nicht als smartes Informationssystem empfunden. Diese Einschätzung wird durch die bei der SLU (2016a) aufgelisteten Nutzer unterstützt. Hier werden v.a. staatliche sowie große privatrechtlich organisierte und somit professionell agierende Forstverwaltungen genannt. So ist etwa ein Drittel der gelisteten Nutzer in der schwedischen Form einer Aktiengesellschaft vertreten.

Alternativ bietet die schwedische Forstbehörde mit My pages (schwedisch: Mina sidor) ein einfach strukturiertes Informationssystem als Webanwendung an. Die Nutzung ist grundsätzlich kostenfrei, jedoch unterliegt der Zugang Beschränkungen. Dieser Zugang ist i.d.R. an die Betriebs- oder Sozialversicherungsnummer gebunden (Skogsstyrelsen o.J.c). Dabei stammen die Informationen zur Verteilung des Eigentums von der schwedischen Steuerbehörde (Skogsstyrelsen 2020). Entsprechend dieser Daten werden die Waldflächen dem jeweiligen Eigentümer zugeordnet. Somit kann der Eigentümer nach dem Login unmittelbar auf die eigenen Waldflächen und die zugehörigen Daten zugreifen. Gleichzeitig verhindert der geregelte Zugang, dass solch sensible Daten Dritten zur Verfügung stehen. Die vollumfängliche Nutzung von My pages wird seitens der Forstbehörde nur gegenüber Anwendern, die tatsächlich Waldeigentümer in Schweden sind, gewährt. Anderen Interessenten steht ein Open Source basierter Kartenservice zur Verfügung (Segersson 2020). Dieser Dienst erlaubt u.a. die kartographische

Darstellung forstlicher Informationen bspw. über die Suchfunktion für Ortsangaben oder Koordinaten sowie die nachfolgend beschriebene Attributierung von Geometrien.

Im Zentrum der Anwendung befindet sich ein einfaches GIS mit mehr als 30 unterschiedlichen Layern (Skogsstyrelsen 2017). Dazu gehören Bestandesgrunddaten, Satelliten- und Luftbilder sowie Informationen in Bezug auf naturschutzfachliche und kulturell bedeutende Aspekte (Skogsstyrelsen o.J.a). Die forstlichen Basisdaten entstammen entweder dem zugehörigen FMP oder können mit Hilfe der Software auf Basis von Daten aus Laserscankampagnen und Referenzflächen des schwedischen Landesvermessungsamtes ermittelt werden (Skogsstyrelsen 2019a)<sup>46</sup>.

Um die Daten eines Bestandes abzurufen, ist zunächst im Kartenfenster ein Polygon zu zeichnen. Auf Basis der Polygongröße wird das zum Datum des Laserscans berechnete, mittlere Holzvolumen in Vorratsfestmetern je Hektar und im Gesamten angezeigt. Zur Einordnung der Aktualität dieser Daten wird zudem das Datum des Laserscans angeführt. Der Nutzer kann angesichts dieses Datums zunächst den mittleren Holzvorrat anpassen und in weiteren Feldern zusätzliche Merkmale eintragen. In diesem Zuge findet sich die Möglichkeit, durch Anklicken eines jeweils an den Eingabefeldern hinterlegten Informationsbuttons Unterstützung zu bekommen. Zu den erwähnten Merkmalen gehören die seit dem Aufnahmedatum vergangene Anzahl an Wachstumsperioden, eine in drei Qualitätsklassen (schwach, mittel und gut) unterteilte Bonität und das entsprechende Bestandesalter (Skogsstyrelsen o.J.a). Zudem ist ein Feld zur Eingabe der im Rahmen anstehender Durchforstungen geplanten prozentualen Entnahmemengen vorgesehen. Auf dieser Basis berechnet das System den aktuellen Holzvorrat des Polygons je Hektar und im Gesamten. Darüber hinaus kann der Anwender statt des manuellen Einzeichnens der entsprechenden Grenzen bspw. am Arbeitsplatzrechner seinen Standort im Wald per GNSS lokalisieren und so vor Ort die Grenzen entsprechend der Gegebenheiten flexibel anpassen. Die so offline erhobenen Daten werden lokal auf dem mobilen Endgerät gespeichert und später mit dem Webportal synchronisiert (Skogsstyrelsen o.J.b). Nach Abschluss der Planung werden die geplante Einheit in Form einer Karte und ausgewählte Teile der zugehörigen Bestandesbeschreibung exportiert oder per Internetlink mit Dritten wie z.B. Partnern, Beratern oder Behörden geteilt. Grundsätzlich ist es auch möglich, Dritten Lese- und Schreibrechte einzuräumen. Diese Option entspricht einer hierarchischen Struktur innerhalb des Informationssystems und kann betriebliche Abläufe z.B. durch die direkte und medienbruchfreie Darstellung entsprechender Fragstellungen vereinfachen.

Wie erwähnt, sind ausgewählte forstbetriebliche Maßnahmen fristgerecht an die zuständige Behörde zu melden. Einen entsprechenden digitalen Zugang hierfür bietet My pages. Dazu wird zunächst die betroffene Fläche als Bestandteil der Meldung kartographisch dargestellt. Sodann sieht das System eine dezidierte Anleitung für die korrekte Angabe aller notwendigen Informationen vor. Bevor die Meldung an die Behörde abgegeben werden kann, wird dem Anwender eine zu bestätigende Zusammenfassung dargestellt. Somit sind alle forstlichen Planungen digital und bestenfalls mobil verfügbar.

Eine detaillierte und umfangreiche Beschreibung des schwedischen Informationssystems kann an dieser Stelle nicht gegeben werden. Dennoch lässt sich feststellen, dass die schwedische Forstbehörde durch das landesweit und kostenlos zur Verfügung gestellte Programm maßgeblich zur Standardisierung forstlicher Informationsprozesse beiträgt. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der zugangsbeschränkten Nutzung und der Bündelung forstlicher Informationen auf einem Nutzeraccount. So kann der entsprechende Anwender die für seinen Betrieb relevanten Daten digital bündeln und bekommt diese ortsunabhängig zur Verfügung gestellt. Unterstützt wird der Informationsgehalt und -umfang dabei durch ein umfangreiches, aber dennoch übersichtlich strukturiertes GIS. Dieses kartographische

---

<sup>46</sup> In Schweden wurden zwischen 2009 und 2017 die ersten forstlichen Basisdaten mittels Laserscanning erhoben. Seit 2019 werden diese Daten kontinuierlich aktualisiert (Skogsstyrelsen 2019a).

Informationssystem ist zudem durch die Einbindung zahlreicher räumlicher Angaben angereichert. Neben der Möglichkeit zur Offlinenutzung ist v.a. die hierarchische Struktur in Form der Möglichkeit zur Einrichtung von Lese- und Schreibrechten Dritter zur Optimierung betrieblicher Abläufe geeignet. Dabei erfordert die Nutzung von Laserscandaten eine entsprechende qualitative Aussagekraft, welche in Reinbeständen deutlich eher als in heterogenen (Laub-)Mischbeständen vorhanden ist. Dennoch zeigt sich in diesem schwedischen Modell, dass staatlich erhobene und dritten Anwendern bereitgestellte Daten zur Verdichtung betrieblich notwendiger Informationen beitragen können.

### 3.3.3. Österreich

Die Republik Österreich ist gemäß dem Bundesministerium Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) zu knapp 48 % mit Waldfläche, welche wiederum zu 70 % durch Nadelholz dominiert wird, bedeckt (BMLRT 2019). Insgesamt beträgt die Waldfläche 4 Mio. ha. Von dieser befinden sich 54 % (2,2 Mio. ha) in sogenannten Kleinwaldstrukturen (BMLRT 2017). Kleinwaldbetriebe bewirtschaften eine Waldfläche von maximal 200 ha (Hermann 2009). Dabei tragen sie mit 1,3 Mio. ha rund 31 % der Waldfläche Österreichs (BMLRT 2017). Insgesamt weist Österreich gemäß eurostat (2015) mit 74 % einen der größten Privatwaldanteile der EU auf.

Ihren institutionellen Rahmen erhält die österreichische Forstwirtschaft durch das sogenannte „Forstgesetz 1975“<sup>47</sup>. Dieses wird auf Bundesebene durch zahlreiche Verordnungen und auf Ebene der einzelnen Bundesländer durch Ausführungsgesetze präzisiert. Dabei existiert in Österreich keine institutionelle Verpflichtung zur Erstellung eines Waldwirtschaftsplanes (Eiper 2015). Gleichzeitig kann das Vorhandensein eines gültigen Waldwirtschaftsplanes u.a. im Kontext der Holznutzung von Vorteil sein. So sieht bspw. § 35 I der Tiroler Waldordnung<sup>48</sup> im Bereich der Schutz- und Bannwälder sowie der Gemeinde- oder Agrargemeinschaftswaldflächen melde- und bewilligungspflichtige Fällungen vor. Ausnahmen gelten für Gemeinde- oder Agrargemeinschaftswälder, wenn die Nutzung im Rahmen eines gültigen Waldwirtschaftsplanes erfolgt (vgl. § 35 III Tiroler Waldordnung).

Die in Österreich geläufige Gruppe des „Kleinwaldes“ verbucht mit etwa 2,2 Mio. ha nicht nur einen Großteil der österreichischen Waldflächen für sich. Sie ist mit durchschnittlichen Betriebsgrößen von 9,2 ha (Redaktion waldwissen.net - BFW 2012 ,bzw. 12,9 ha (BMLRT 2017)) gleichzeitig auch sehr kleinteilig strukturiert und zudem oftmals in bäuerlicher oder familiärer Hand. Etwa 96 % der österreichischen Waldeigentümer besitzen weniger als 50 ha Wald. Zugleich zählen 1,1 Mio. ha Waldfläche zu aussetzenden Betrieben unter 30 ha Fläche (Landwirtschaftskammer Steiermark 2013). Der hohe Privatwaldanteil Österreichs sowie insbesondere die geringen Betriebsgrößen enthalten aufgrund der schwachen Nutzungsrate hohe Holzvorräte, welche wiederum ein großes wirtschaftliches Potential entfalten können. Um diese Potentiale nachhaltig zu nutzen, bietet sich bspw. die Anwendung der nachfolgend vorgestellten und von behördlicher Seite bereitgestellten Inventur- und Planungswerkzeuge „Praxisplan Waldwirtschaft“ und „Managementplan Forst“ an. Die Intentionen der Entwickler dieser Werkzeuge sind gemäß Landwirtschaftskammer Steiermark (2013) zunächst:

- Unterstützung aller österreichischen Kleinwaldbesitzer bei der Waldbewirtschaftung
- Unterstützung bei der Planung waldbaulicher Maßnahmen und der Holzernte
- Aufzeigen notwendiger Arbeiten im eigenen Wald
- Aufzeigen vorhandener Investitionsquellen

---

<sup>47</sup> Bundesgesetz vom 3. Juli 1975, mit dem das Forstwesen geregelt wird (Forstgesetz 1975). StF: BGBl. Nr. 440/1975 (NR: GP XIII RV 1266 AB 1677 S. 150. BR: 1392 AB 1425 S. 344.)

<sup>48</sup> Gesetz vom 11. Mai 2005 über die Regelung bestimmter Angelegenheiten des Forstwesens in Tirol (Tiroler Waldordnung 2005). StF: LGBl. Nr. 55/2005 - Landtagsmaterialien: 153/05

- Vermittlung von Wissen und Beratungsangeboten
- Basis für Kooperation und Kommunikation

Beide Werkzeuge werden gemeinsam durch das Ländliche Fortbildungsinstitut, die Landwirtschaftskammer Österreich und einen technischen Vertragspartner im Internet zur kostenfreien Nutzung angeboten. Sie verlangen zunächst die Registrierung des Nutzers und bieten ihm dann die Wahl zwischen den beiden im weiteren Verlauf dieser Arbeit beschriebenen Programmen. Die kartographische Darstellung des jeweiligen Forstbetriebes wird durch die Programme nicht unterstützt. Zu diesem Zweck kann bspw. auf die in Kapitel 3.4 beschriebene Anwendung QGIS Forst zurückgegriffen werden.

### Zur Verfügung stehende Inventur- und Planungswerkzeuge

Der „Praxisplan Waldwirtschaft“ ermöglicht Waldeigentümern die eigenständige Aufstellung einfacher Bewirtschaftungsplanungen. Dabei besteht die Zielgruppe aus Eigentümern, welche ihre Flächen bis etwa 30 ha Waldfläche aussetzend bewirtschaften (Pelzmann 2020a). Das Werkzeug enthält digitale Erfassungsmasken, in welchen zunächst Angaben zur räumlichen Lage (Katastralgemeindennummer und -name), Bezeichnung des Waldortes und der Flächengröße in Hektar vorzunehmen sind. Weitere fakultative Angaben erfolgen zur Bestandesstruktur, Nutzungsplanung und den relativen Anteilen eventuell erwarteter Sortimente. Per Tooltip<sup>49</sup> erhält der Anwender Hinweise und Erläuterungen zu einigen der Parameter und kann so die benötigten Angaben korrekt eingeben.

Basierend auf den Bestandesparametern sind weitere Analysen und Holzerntekalkulationen in Form grafischer und tabellarischer Auswertungen möglich. So werden bspw. die Altersklassenverteilung und die Flächenanteile der Baumarten als Balkendiagramm veranschaulicht und um eine Tabelle mit weiterführenden Angaben bezüglich des Gesamtvorrates sowie des Flächenanteils ergänzt. Ähnliche Auswertungen erfolgen u.a. zu den Dringlichkeiten einzelner Maßnahmen und dem jährlich geplanten Holzerntevolumen, aufgeteilt nach Durchforstung und Endnutzung. Die erwähnten Holzerntekalkulationen basieren u.a. auf Angaben der relativen Anteile erwarteten Langholzes (sogenanntes „Blochholz“) und sonstiger Sortimente mitsamt zugehörigen Nettobeträgen für Holzpreise und -erntekosten. Die entsprechende Kalkulation wird in einem gesondert erstellten PDF, tabellarisch getrennt nach Ertrag und Aufwand sowie dem holzerntekostenfreien Erlös dargestellt.

Das Programm ist insgesamt durch eine einfach gehaltene und den Nutzer führende Struktur charakterisiert. In einigen Fällen werden die Eingaben automatisch validiert. So finden Plausibilitätsprüfungen insofern statt, als dass bspw. die Flächengröße eines Bestandes den Maximalwert von zehn Hektar nicht überschreiten darf oder die Mischungsanteile der Baumarten eines Bestandes höchstens 100 % betragen dürfen. Die funktionale Struktur mitsamt gelegentlich unterstützender Überprüfung der eingegebenen Daten scheint mit zum Erfolg des Programms beizutragen. Nach Pelzmann (2020a) verwenden derzeit etwa 4.600 österreichische Forstbetriebe mit einer Gesamtwaldfläche von rund 37.500 ha Wald das Inventur- und Planungsprogramm „Praxisplan Waldwirtschaft“ und sollen damit eine mittelfristige Planungsgrundlage für die nächsten zehn Jahre erhalten.

Mit dem Managementplan Forst wird Waldeigentümern und forstlichen Akteuren ein Werkzeug zur Erfassung, Planung und Kontrolle von Kennzahlen zur betrieblichen Steuerung angeboten. Dieses richtet sich vornehmlich an Eigentümer mit einer Betriebsgröße von mehr als 30 ha (Pelzmann 2020a). Der Managementplan Forst unterscheidet sich somit schon in der Zielgruppe von dem oben genannten Praxisplan Waldwirtschaft. Darüber hinaus bietet die Möglichkeit zur Eingabe erhobener Standorts-

---

<sup>49</sup> Auch bekannt als Mouseover oder Quickinfo.

und Bestandesdaten, welche nach Pelzmann (2020a) umfangreich ausgewertet und strukturiert als Bestandes- und Betriebsberichte wiedergegeben werden können.

Das internetgestützte Tool besteht aus drei unterschiedlichen, nachfolgend aufgelisteten Modulen. Diese können jeweils unabhängig voneinander oder gemeinsam verwendet werden (Ebenda):

- Erweiterte Winkelzählprobe
- Multifunktionales Operat
- QGIS Forst (vgl. Kapitel 3.4)

Die erweiterte Winkelzählprobe erlaubt dem Anwender die Ableitung der Durchmesserverteilung auf Basis der zugehörigen 2-parametrischen Weibullfunktionen (vgl. Pelzmann 2018 sowie Bronner und Pelzmann 2016). Zudem sind hier Schaftkurven zur Sortimentierung am stehenden Einzelbaum gemäß der Österreichischen Holzhandelsusancen 2006<sup>50</sup> hinterlegt (Pelzmann 2018). Insgesamt können nach Bronner und Pelzmann (2016) auf Basis der erweiterten Winkelzählprobe 25 unterschiedliche Parameter berechnet werden (Pelzmann 2018). Zur sicheren Handhabung dieser Winkelzählprobe wurde ein Formular, welches entweder direkt im zugehörigen Internetportal ausgefüllt oder als Datei in dieses importiert werden kann, entwickelt. Dieses bietet die Grundlage der Ermittlung einer sogenannten Zuverlässigkeitskennzahl, die dem Anwender u.a. auf Basis der Anzahl von Erhebungspunkten sowie Höhen- und BHD-Messungen die Validität seiner Angaben bescheinigt (Ebenda). Über die Darstellung in Form einer baumartengruppenweisen Matrix erfährt der Nutzer somit, ob die von ihm erhobenen Daten quantitativ ausreichen, um qualitativ hochwertige Aussagen bzw. Planungsgrundlagen zu schaffen. Die mit Hilfe der erweiterten Winkelzählprobe und im Internetportal prozessierten Bestandesdaten können im Weiteren als ertragskundliche Grundlage des Multifunktionalen Operats (vgl. Punkt 2) verwendet werden.<sup>51</sup> Das Multifunktionale Operat als Bestandteil des webbasierten Programms „Managementplan Forst“ prozessiert auf Basis der bestandesweisen Erhebungen Standortbeschreibungen und Bestandeskennzahlen. Kern des Operats stellen die Elemente der Bestandesbeschreibung, des Hiebssatz- und des Teilbetriebsberichtes dar.<sup>52</sup>

Nach erfolgreichem Login erfährt der Nutzer allgemeine Dinge, Neuigkeiten und kurze Zusammenfassungen der drei zugehörigen Module. Gleichzeitig ist am linken Bildrand bereits die Hierarchie des jeweiligen Forstbetriebes in Form einer Baumstruktur vorhanden. Zum einen können mehrere Betriebe angelegt werden und zum anderen liegt eine einfache Gliederung der Betriebe in Forstbetrieb, Teilbetrieb und Bestände vor. Dabei entspricht der einzelne Forstbetrieb der obersten Ebene. Auf der nächsten Stufe folgt der sogenannte Teilbetrieb, welcher einer von sechs vorgegebenen Betriebsarten wie bspw. verschiedene Arten des Hochwaldes, Mittel- oder Niederwald zuzuordnen ist. Es können dabei beliebig viele Teilbetriebe je Forstbetrieb erstellt werden. Grundsätzlich stellt der Teilbetrieb die Ebene, auf der sich die Hiebssatzermittlung und die meisten Auswertungen beziehen, dar. Der Teilbetrieb kann wiederum in n Bestände unterteilt werden. Bestände werden durch insgesamt 42 im System hinterlegte, unterschiedliche Werte beschrieben. Dabei unterliegen nur wenige Parameter wie bspw. die Flächengröße einer Pflichtangabe.

Für alle Betriebsebenen können Informationen im Webportal eingesehen und editiert sowie in konsolidierter Form in als Bericht deklarierten Beschreibungen als PDF generiert werden. Neben der feldweisen Darstellung einzelner Daten ist die räumliche Lage der aktuell betrachteten Einheit in der Form

---

<sup>50</sup> Vgl. Kooperationsplattform Forst Holz Papier 2006.

<sup>51</sup> Weiterführende Literatur zur erweiterten Winkelzählprobe findet sich u.a. bei Pelzmann (2018), Bronner et al. (2016) und Bronner und Pelzmann (2016).

<sup>52</sup> Details der einzelnen Elemente finden sich in der Anwendung „Managementplan Forst“ sowie dem zugehörigen Glossar. Die kostenlose Anwendung findet sich unter <https://forst.unidata.at/#/>.

eines eingeblendeten Fensters, welches wahlweise ein Orthofoto oder die basemap Straßenkarte<sup>53</sup> enthält, dargestellt. Diese räumliche Lage wird durch den Nutzer im System selbstständig verortet. D.h. er legt die geographische Position des Betriebes selbst und unter Inkaufnahme von damit verbundenen Ungenauigkeiten fest. Alternativ kann der Benutzer auch Geodaten im GeoJSON- oder ESRI Shapefile-Format in den Managementplan Forst einladen. Mit der Verortung des Teilbetriebes bzw. der Bestände erfolgt auf Basis der zugehörigen Koordinaten u.a. die automatische Zuordnung des Wuchsgebietes, der mittleren Seehöhe und der Ertragstafeln. Diese lassen sich manuell verändern.

Insgesamt sind wenige Buttons, die entweder weitere Funktionen oder Werkzeuge öffnen oder selbst solche darstellen, vorhanden. Diese Buttons beschränken sich auf eindeutige Piktogramme oder die schlagwortartige Beschreibung der zugehörigen Funktion. Zudem ist am oberen Rand der Anwendung jeweils der Pfad in das aktuell geöffnete Menü bzw. zu der aktuell dargestellten Ebene angezeigt. Durch diese Aspekte ist die jeweilige Oberfläche übersichtlich strukturiert, benennt nur wenige Aspekte und lenkt den Nutzer nahezu intuitiv durch die Möglichkeiten des Programms. Auch kann die Festlegung auf maximal 29 verfügbare Baumarten und feste Zuordnungen dieser zu einer übergeordneten BAG zur Etablierung eines vergleichsweise einfach gehaltenen Standards im Bereich der forstlichen Inventur und Planung führen. Gleiches gilt für die Wuchsklassen des einzelnen Bestandes. Diese sind auf acht Klassen eingegrenzt (vgl. Pelzmann 2018, S. 39). Zudem liegt mit dem Managementplan Forst ein allgemein zugängliches und insbesondere kostenfreies System vor. Des Weiteren ist das System durch offene Schnittstellen und Bedacht auf die Datenhoheit durch den Anwender geprägt (Bronner et al. 2016, S. 2). Zu der bereits erwähnten Etablierung eines Standards zählt auch, dass insgesamt nur wenige Pflichtangaben durch den Anwender zu tätigen sind. Ein Großteil der zusätzlichen Daten muss nicht erhoben bzw. eingepflegt werden, da diese entweder nicht von hoher Relevanz sind oder aus den als Minimum eingetragenen Pflichtangaben abgeleitet werden können. Pelzmann (2018, S. 22) zählt insgesamt elf weitere innovative Punkte des multifunktionalen Operats auf. Dazu gehört bspw., dass ein „durchgängiger Workflow von der Datenerhebung bis zum Bericht“ gewährleistet ist oder Nutzungspotentiale analysiert werden können. Zudem hebt der Autor die einfache räumliche Zuordnung betrieblicher Daten mittels Mausklick in eine digitale Karte hervor (vgl. Ebenda).

Seit Juni 2016 wurden im Managementplan Forst ca. 800 Betriebe mit insgesamt etwa 36.000 ha Wald abgebildet (Pelzmann 2020a). Es liegt also nahe, dass dieses Programm in Österreich bereits in Teilen etabliert gilt. Dies ist vermutlich auf die Verbindung von einfacher Datenerhebung, -prozessierung und -darstellung sowie dem regelmäßigen Angebot kostenpflichtiger Fortbildungskurse zurückzuführen. Gleichzeitig weist die im Vergleich zum Gesamtanteil der Nicht-Staatswaldflächen Österreichs geringe, im System hinterlegte Fläche auf ein großes, bisher noch nicht erreichtes Nutzerpotential hin.

### Schlussfolgerungen

Insgesamt bieten beide Programme österreichischen Privatwaldeigentümern und sonstigen Akteuren im Umfeld kleinparzellierter Betriebsstrukturen Grundlagen zur mittelfristigen forstlichen Planung. Insbesondere findet sich in der Verbindung aus Inventur, Planung und Kontrolle ein einfaches Controllingssystem. Nicht zuletzt tragen hierzu die digitale und durch Hilfestellungen angeleitete Datenerhebung, -prozessierung und -auswertung bei. Gleiches gilt für die Möglichkeit des digitalen Datenspei-

---

<sup>53</sup> Basemap-Karten entsprechen internetfähigen Grundkarten von Österreich, welche auf den Geodaten der einzelnen Bundesländer und weiterer Partner basieren. Sie sind frei zugänglich und u.a. über WMS-Dienste in GIS-Programme einbindbar.

chers im Sinne einer Chronik der Waldbewirtschaftung. Zum Erfolg dieser Applikationen trägt die Kombination aus QGIS Forst (vgl. Kapitel 3.4) mit zugehörigen, kostenpflichtigen Fortbildungsmöglichkeiten zur sicheren und effizienten Anwendung der Techniken bei.

In Bezug auf den Praxisplan Waldwirtschaft und den Managementplan Forst gilt, dass die webbasierte Lösung sowohl für den Nutzer als auch den Anbieter einen solchen Technik Vorteile bietet. Für den Nutzer liegen diese insbesondere darin, dass er die Betriebsdaten ortsunabhängig nutzen kann. Er benötigt hierfür lediglich ein an das Internet gekoppeltes Endgerät. Dem gegenüber findet sich für den Anbieter der größte Vorteil in der Möglichkeit zur direkten Pflege und Wartung des Portals sowie der damit verbundenen vereinfachten Etablierung von Updates. Nicht zuletzt durch das Angebot einer einfachen und dem potentiellen Anwender ohne Hürden zugängliche Lösung können im Bereich der nicht-staatlichen Forstwirtschaft Österreichs Softwarestandards etabliert und der nach Weiss et al. (2007) geringen Innovationsaktivität kleinerer Forstbetriebe begegnet werden. Diese eignen sich wiederum dazu, Datenumfänge auf das Wesentliche zu begrenzen und somit zu verschlanken. Das Ergebnis dieses Prozesses kann wiederum zu einem vereinfachten Angebot qualifizierter und auf landesweit einheitlichen Standards basierender forstlicher Betreuung führen. Nicht zuletzt kann ein solcher Prozess durch adäquate Informationswege zur Mobilisierung von Holzreserven und somit zu einer umfassenden Nachhaltigkeit im Bereich der Waldwirtschaft als auch bspw. der Energie- und Rohstoffgewinnung aus nachwachsenden Materialien beitragen (vgl. Gubsch et al. 2015; Viergutz 2010; Weiss et al. 2007).

Die Zahlen registrierter Betriebe des Praxisplans Waldwirtschaft (etwa 4.600 Betriebe) als auch des Managementplans Forst (ca. 800 Betriebe) lassen keine Rückschlüsse auf die Datenqualität oder Nutzerzahl zu. Dennoch zeigen sie, dass ein solches Programm auch auf der Ebene kleinstrukturierter Forstbetriebe genutzt wird. Somit kann nachhaltige Waldbewirtschaftung durch das Angebot solcher Tools auch auf der Ebene dieser, eben nicht professionell ausgestatteten und agierenden Betriebe umgesetzt werden. Gleichzeitig kann ebenfalls auf Basis der Nutzerzahlen aller drei Anwendungen sowie des Zusatzes „QGIS Forst“ festgestellt werden, dass ein verhältnismäßig einfach und übersichtliches Flächenmanagementprogramm im forstlichen Bereich Akzeptanz und somit Anwendung findet. Dies ist vermutlich nicht nur der Festlegung auf einige wenige Parameter wie bspw. Eingrenzung der abbildbaren Baumarten und Wuchsklassen sowie der damit verbundenen Standardisierung verbunden. Die Bereitstellung der Programme und Services in ihrer für den Anwender kostenfreien Form dürfte hier von zentraler Bedeutung sein. Der Anbieter selbst findet in diesem Fall seine Finanzierung in der staatlichen Unterstützung, repräsentiert durch die Landwirtschaftskammer Österreich, und das Angebot kostenpflichtiger Fortbildungskurse für Nutzer der Anwendung.

### 3.4. QGIS-Anwendungen im forstlichen Umfeld

In einem aktuellen Vergleich von 30 unterschiedlichen GIS wird QGIS als zweitbestes der untersuchten Systeme bewertet (GIS Geography 2020b). Ein weiterer, durch diese Plattform durchgeführter Vergleich führt QGIS als das beste GIS im Open Source Bereich an (GIS Geography 2020a). In Anlehnung an die eingangs angeführte Definition eines GIS als Instrument, welches der Erfassung, Bearbeitung, Organisation, Analyse und insbesondere der Präsentation räumlicher Daten dient, findet sich mit QGIS ein bedeutendes und umfassendes GIS. Bspw. gegenüber der proprietären GIS-Software „ArcGIS“ bietet die Open Source Lösung QGIS den großen Vorteil, dass diese ohne Lizenzkosten anwendbar ist.

QGIS wird seit dem Jahr 2002 durch eine internationale Gemeinschaft aus Freiwilligen entwickelt und unterliegt der GNU General Public License<sup>54</sup>. Aufgrund des relativ geringen Speicherbedarfs (i.d.R. <500 MB) und des damit einhergehenden geringen Anspruchs an die Hardware, eignet sich QGIS auch für den Einsatz auf älteren Geräten bzw. kann es parallel zu anderen Anwendungen laufen. Die lokal installierte Anwendung bietet u.a. folgende Funktionalitäten zur Nutzung:

- Hohe Vielzahl an Im- und Exportschnittstellen bzw. möglichen Dateiformaten
- Visualisierung räumlicher Daten bspw. in Form von Vektor- oder Rasterdatenformaten
- Datenerstellung, -editierung und -verwaltung
- Einbindung externer Layer bspw. über WMS-Schnittstellen

Zusammengefasst sind die breite Unterstützung gängiger Vektor- und Rasterdaten aber auch räumlicher Datenbankstrukturen wesentliche Merkmale der Applikation. Des Weiteren zählen auch ausgereifte Digitalisierungswerkzeuge zur Erfassung von Vektordaten sowie eine übersichtliche, als Vorlage speicherbare Maske zur Druckzusammenstellung zu den zentralen Stärken von QGIS. Diese zentralen Merkmale unterstützen den Benutzer bei der weiteren Prozessierung externer Daten, wie sie z.B. in Form von über das Katasteramt bezogenen Flurstückslayern oder mit Hilfe weiterer Geräte (bspw. Avenza Maps in Kapitel 3.1 oder LogBuch in Kapitel 3.5) erhobener Geoinformationen vorliegen können. Insgesamt stellt QGIS eine umfangreiche und mit großen Potentialen untermauerte Anwendung dar. Die zugehörige Komplexität ist so groß, dass sie eventuelle Nutzer von der Anwendung abhalten und somit eine moderne und informationsumfängliche Datenhaltung, -verwaltung und -visualisierung be- oder gar verhindern kann. Dennoch erfährt QGIS zunehmend Bedeutung und wird bspw. im Umweltmanagement, durch verschiedene öffentliche Verwaltungen eingesetzt (Sutton 2009). Gleichzeitig können der erwähnte Umfang und eine damit verbundene, wenig intuitive Nutzerführung gerade im Forstbereich jedoch dazu führen, dass z.B. QGIS gerade im nicht-staatlichen forstlichen Umfeld nur in geringem Ausmaß zur Anwendung kommt (RIF Institut für Forschung und Transfer et al. 2019; Wippel et al. 2019; Steiermärkischer Forstverein o.J.).

Grundsätzlich ist Forstwirtschaft in hohem Maße durch flächenbezogene Aktivitäten charakterisiert. In diesem Zusammenhang sind geographische Informationen unerlässlich und stellen somit wiederum eine wesentliche Grundlage forstlichen Handelns dar. Aufgrund dessen erfolgt im Weiteren die Analyse an unterschiedlichen QGIS-Entwicklungen mit forstlichem Bezug bzw. der Eignung hierzu. Hierzu eignen sich das auf Betreiben des Steiermärkischen Forstvereins entwickelte QGIS Forst sowie das seit Beginn des Jahres 2021 verfügbare und noch nicht vollends ausgereifte qForst. Ihren Abschluss finden die Untersuchungen in der auf QGIS aufbauenden und für mobile Endgeräte entwickelten Anwendung „QField“, welche in Deutschland bereits in einigen Privatforstbetrieben angewendet wird.

### QGIS Forst und qForst

Auf Initiative des Steiermärkischen Forstvereins wurde das umfangreiche QGIS für forstliche Zwecke und die Zielgruppe des fachlich nicht versierten Nutzers in Form des QGIS Forst weiterentwickelt (Pelzmann 2013). Es handelt sich hierbei um eine an der Nutzeroberfläche stark komprimierte Variante von QGIS und steht potentiellen Anwendern gemäß des Open Source Charakters von QGIS kostenlos zur Verfügung. Im engeren Sinne handelt es sich bei QGIS Forst um eines von drei Modulen des in Österreich für Forstbetriebe ab einer Betriebsgröße von 30 ha empfohlenen, internetgestützten Werkzeuges

---

<sup>54</sup> Die GNU General Public License entspricht einer Softwarelizenz, die es dem Nutzer gewährt, Software auszuführen, zu verändern und zu verbreiten. Softwareprodukte, welche dieser Lizenz unterliegen, werden als „freie Software“ bezeichnet. Die so lizenzierte Software darf sowohl privat als auch kommerziell genutzt werden (Free Software Foundation 2020).

„Managementplan Forst“ (Bronner et al. 2016). QGIS Forst kann jedoch auch unabhängig von den anderen Modulen des Managementplans Forst als eigenständiges Tool verwendet werden.

Zunächst wurden bei der Entwicklung von QGIS Forst regelmäßig im Bereich des forstlichen GIS benötigte Werkzeuge ermittelt (Pelzmann 2020b, S. 30). Zu diesen zählen u.a.:

1. Adresssuche
2. Erstellung neuer Shapefiles auf Basis hinterlegter Vorlagen
3. Rechnerische Ableitung relevanter Werte über die Attributtabelle
4. Erstellung regelmäßiger oder zufälliger Punkteraster
5. Verknüpfungen via Hyperlink
6. Einfaches Zurücksetzen aller Einstellungen

Die unter Punkt 1 aufgeführte Adresssuche unterstützt den Anwender bei der räumlichen Eingrenzung des zur Analyse stehenden Objektes auf einer Grundkarte. Diese Grundkarte ist durch den Nutzer frei wählbar. Dazu finden sich in den Standardeinstellungen per WMS eingebundene Webdienste wie GoogleMaps oder OSM oder diverse Karten des Portals „Geoland“<sup>55</sup>. Im Bereich von Geoland kann der Benutzer u.a. zwischen einer Grundkarte, Geländedarstellung oder Orthofotos auswählen. Die genannten Kartendienste können über ein gesondert vorhandenes Menü angesteuert und in einem Projekt laufend gewechselt werden. Hat der Anwender zunächst eine Grundkarte ausgewählt, kann der gesuchte Ort über die postalische Adresse oder die Eingabe der Koordinaten gesucht und auf der Karte dargestellt werden. Im Fall der Darstellung zentriert QGIS Forst den gesuchten Ort in der Kartendarstellung und markiert diesen mit Hilfe eines Shapefiles in Form eines Punktlayers. Zudem kann der Nutzer sich eine stichwortartige Beschreibung der Lage des Objektes auf der Karte anzeigen lassen und diese Information ggfs. zur vereinfachten Kommunikation an Dritte weitergeben.

Mit Hilfe des unter Punkt 2 genannten Aspektes lassen sich nutzerseitig neue Punkt-, Linien- oder Polygonelemente hinzufügen. Diese enthalten vordefinierte Attribut- und Stilvorlagen. Dabei ist das Koordinatenbezugssystem (KBS) standardmäßig auf das des QGIS-Projektes eingestellt. Jedoch kann dieses auch bspw. entlang einer Auswahl der in Österreich gebräuchlichsten KBS geändert werden. Nach der Auswahl eines geeigneten KBS hat der Anwender die Möglichkeit, Attribute des neuen Shapefiles nach Bezeichnung, Typ, Breite und der Genauigkeit zu definieren. Alternativ kann er Shapefiles mit den zugehörigen Attributen auf Grundlage einer Vorlage erstellen. Diese unterscheiden sich je nach Geometrieart stark in ihrem Umfang und können unmittelbar nach Einzeichnen der Geometrie in nebenstehendem Kartenfenster editiert werden. Darüber hinaus ist jedes beliebige, individuell erstellte Shapefile als Vorlage speicher- und verwendbar. Auf Basis der in den jeweiligen Attributtabellen hinterlegten Werte lassen sich weitere Spalten der Attributtabellen automatisiert berechnen. Abhängig von der Geometrieart gehören hierzu Rechts- und Hochwerte (Punktlayer) sowie Längen- (Linienlayer) und Flächenberechnungen von bspw. Forstwegen oder Holzbodenflächen.

QGIS Forst bietet dem Benutzer außerdem die Möglichkeit, externe Dateien via Hyperlink mit einzelnen kartographischen Elementen zu verknüpfen. So kann der Anwender bspw. PDF-Dateien oder Fotos mit einer Fläche verbinden und bei Bedarf abrufen. Darüber hinaus stehen zur weiteren Prozessierung von Vektordaten Werkzeuge wie z.B. Puffer oder Verschneidung zur Verfügung. Zudem ist es dem Anwender u.a. möglich, Rasterdaten einfach zu georeferenzieren (Pelzmann 2013). Ebenso kann sich der Nutzer weitere räumliche Informationen über die vorhandene WMS-Schnittstelle in das jeweilige Pro-

---

<sup>55</sup> Geoland entspricht dem kostenlosen Geoportal der Republik Österreich. Hier sind Geoinformationen unterschiedlicher Themengebiete zentral zusammengefasst und durch Nutzer einseh- bzw. abrufbar. Alternativ lassen sich diese Themen in Form von WMS in weitere GIS integrieren.

jekt laden. Grundsätzliches Ziel ist, dass der Anwender im Prozess der digitalen Abgrenzung betrieblicher Flächen und im Weiteren bei der Erstellung forstlicher Karten unterstützt wird. Dies erfolgt zum einen über die komprimierte Darstellung von QGIS-Möglichkeiten und zum anderen über bereitgestellte Vorlagen für Attributtabelle, Layereigenschaften und Druckvorlagen. Um dieses Ziel zu erreichen, bieten bspw. die Landwirtschaftskammer Steiermark oder verschiedene Fortbildungseinrichtungen Interessierten entsprechende Einstiegs- und Fortbildungskurse an.

Einige Zeit nach Abschluss der Untersuchungen zu QGIS, QGIS Forst und dem nachfolgend dargestellten QField im Dezember 2020 fand sich in diesem Umfeld in Deutschland ein privatwirtschaftliches Unternehmen, welches das QGIS-basierte Programm „qForst“ anbietet. Das Unternehmen plant langfristig die vollumfängliche Abbildung der im Rahmen des Forsteinrichtungsprozesses anfallenden Aufgaben mit einer entsprechenden QGIS-Anwendung. Zum Zeitpunkt des Abschlusses des vorliegenden Kapitels 3.4 war die Umsetzung dieser Planungen noch nicht abgeschlossen. In diesem Sinne gelten die nachfolgenden Absätze als Ergänzung der bisherigen Ausführungen.

Der Anbieter kann die erwähnten Aufgaben des Forsteinrichtungsprozesses mit qForst derzeit nicht vollumfänglich abbilden. Dies gilt insofern, als dass qForst aktuell keine Rechenoperationen und Ableitungen, wie sie bspw. für die Ermittlung der jeweiligen Ertragsklasse, Vorräte und Zuwächse erforderlich sind, zulässt. Dagegen stellt die in qForst ermöglichte hierarchiegestützte Flächeneinteilung ein wesentliches Merkmal dar. Hier werden zum einen manuell eingezeichnete Abteilungen systemseitig als solche erkannt bzw. wird in diesen die entsprechende Bezeichnung gespeichert und alle weiteren Flächenabgrenzungen von Unterabteilungen und Unterflächen finden innerhalb dieser Abteilung statt. Demnach ist ein Überzeichnen bspw. der Unterabteilungsgrenzen über die Abteilungsgrenzen hinweg technisch nicht zulässig. Somit ist systemseitig garantiert, dass die Summen der jeweiligen Flächeninhalte identisch sind. Zum anderen hilft an dieser Stelle eine automatische Herleitung von Brutto- und Nettoflächen weiter. Dies bedeutet also, dass Nicht-Holzbodenflächen wie bspw. Wege insbesondere bezüglich ihres Flächeninhaltes von dem der übergeordneten Abteilung subtrahiert werden. Projektintern finden sich „kaskadierende, in Beziehung stehende Abteilungs-, Unterabteilungs- und Bestandseinheits-Nummern“ (map-site 2021). Dies führt zur Weitergabe jedweder Veränderung dieser. Wenn also die Bezeichnung der Abteilung verändert wird, wirkt sich dies unmittelbar und ohne zusätzlichen Arbeitsschritt auf die zugeordneten weiteren Einheiten aus. Ebenso wurden bei der Entwicklung die automatische Zuweisung von Signaturen und Beschriftungen definiert. Im Bereich der Datenausgabe kann zwischen unterschiedlichen, ebenfalls in Sachen Layout festgelegten Betriebskartentypen und sogenannten Berichten je Abteilung gewählt werden. Mit Hilfe der Atlasfunktion wird dem Nutzer also der Export relevanter Daten in einem bereits festgelegten Design als Kartenserie angeboten. Demnach findet er in diesem Zusammenhang bspw. für jede Abteilung die Möglichkeit, einen entsprechenden Kartenausschnitt mitsamt den zugehörigen Attributen zu exportieren. Entsprechend der Grundfunktionen von QGIS besteht die Option, Geodaten an Dritte zu exportieren.

Insgesamt findet sich in QGIS ein umfängliches Tool zur Darstellung und Verarbeitung räumlicher Informationen. Mit der Anwendung „QGIS Forst“ liegt eine bereits auf forstliche Fragestellungen ausgerichtete Variante vor. qForst lässt sich wiederum als modernere und hinsichtlich Standardisierung forstlicher Flächenmanagementaspekte auf den deutschen Markt orientierte Weiterentwicklung interpretieren. Diese Standardisierung wird v.a. durch bereits definierte Prozesse und Layoutgestaltungen bzw. Menüführungen unterstützt. Weiteren Nährboden findet dieser Weg der Standardisierung durch die zukünftig geplante Erweiterung um Inventur- und Planungswerkzeuge.

## QField

QField stellt zunächst ebenso wie QGIS ein Open Source Projekt dar und unterliegt somit auch der GNU Public License. Es entspricht einer nativen Benutzerschnittstelle<sup>56</sup> und vollwertigen GIS-Applikation auf Basis der oben beschriebenen GIS-Software „QGIS“. Sie wurde für Zwecke der mobilen Datenerfassung und -darstellung auf touch- und GNSS-fähigen Endgeräten auf Androidbasis wie bspw. Smartphones oder Tablets entwickelt. QGIS selber wird wiederum für die Konfiguration und Aufbereitung von QField-Projekten benötigt. Der Einsatz von QGIS und QField ist in nachstehender Abbildung 6 beispielhaft skizziert.

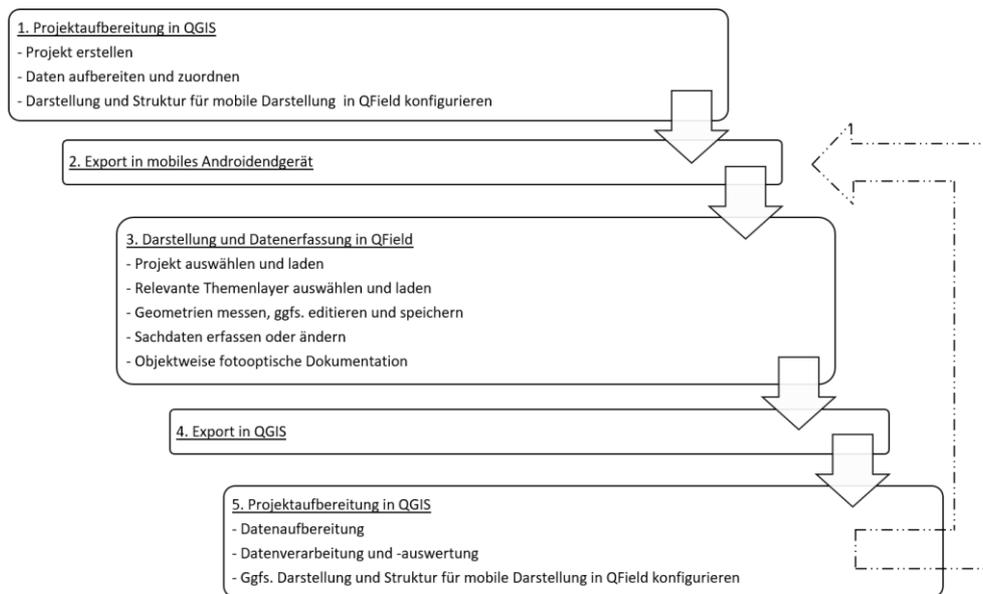


Abbildung 6: Schematischer Ablauf des kombinierten Einsatzes von QGIS und QField (Erweitert und verändert nach Krähenbühl 2020, S. 3)

Gemäß Abbildung 6 ist die vollumfängliche Nutzung von QField auf ein in QGIS verortetes Projekt angewiesen. Hier findet die Vorbereitung der später in QField abgebildeten Informationen statt. Nach erfolgreicher Synchronisation kann das Projekt mitsamt den zugehörigen Attributen in QField betrachtet werden. Darüber hinaus ist es dem Nutzer möglich, Attribute über bspw. Wertelisten, Kontrollkästchen, Freitext oder Fotos zu ergänzen. Zudem finden sich Mess- und Zeichenfunktionen, so dass der Anwender individuelle Geometrien aufmessen kann. Nach erfolgter Editierung im Feld ist das in QField aktualisierte Projekt mit QGIS zu synchronisieren. Hier können die Daten einer Plausibilitätskontrolle unterzogen und zielgerichtet genutzt werden. QField enthält die Möglichkeit zur Speicherung mehrerer unterschiedlicher Projekte. So bietet sich im Kontext der vorliegenden Arbeit die Möglichkeit, die geographischen Informationen unterschiedlicher Betriebe oder mehrerer, räumlich auseinanderliegender Betriebsteile mit Hilfe von QField abzubilden. Für eben dieses Aufgabenspektrum sind die in Tabelle 10 aufgeführten Aspekte bzw. Eigenschaften der Applikation von maßgeblicher Relevanz.

<sup>56</sup> Native Applikationen sind plattformabhängige Applikationen. Sie sind nur auf einer bestimmten Plattform wie bspw. Android oder iOS lauffähig. In der Regel interagieren Applikation und Betriebssystem miteinander, so dass ein Großteil der Funktionen des Betriebssystems durch oder aus der Applikation selber genutzt werden können.

Tabelle 10: Zentrale Aspekte bzw. Eigenschaften von QField

Eigenschaft	Erläuterung
Projektkonfiguration in QGIS	Projekte werden in QGIS vorbereitet.
GNSS-zentriert	Auf Nutzerwunsch folgt der dargestellte Kartenausschnitt dem Standort des Endgerätes (Karte zentriert auf aktuelle räumliche Position).
QGIS-Desktop-Kompatibilität	QField benutzt die gleichen Widgets für das Editieren von Attributen wie QGIS in einem Desktop-PC. Ist ein Projekt in QGIS konfiguriert, ist es in QField ebenfalls lauffähig.
Offlinefähigkeit	In QField können sowohl online als auch offline sämtliche Editier- und Abfragefunktionen durchgeführt werden.
Synchronisation	QGIS und QField können sowohl per USB-Kabel als auch drahtlos synchronisiert werden. Plugin komprimiert Daten entsprechend.
Kompaktheit	QField enthält nur wenige, übersichtlich gestaltete Bedienelemente bzw. ordnet weitere Elemente hierarchisch untereinander an.
Individualität	QField erlaubt ein hohes Maß an individueller Gestaltung bspw. der subjektiv optimalen Darstellung und Gruppierung von Attributfeldern

Die auf GNSS-fähigen mobilen Endgeräten installierte Applikation kann den eigenen Standort anzeigen und somit den Nutzer bei der Orientierung im Gelände unterstützen. Zudem ist es dem Benutzer möglich, einen externen GNSS-Verstärker zur präziseren Standortbestimmung im Gelände einzubinden. Dies kann u.a. bei der Überprüfung der räumlichen Lage der Eigentums Grenzen hilfreich sein (vgl. Kapitel 4.1ff.). Wie zudem in Tabelle 10 erwähnt, lassen sich die in QGIS vorbereiteten und i.d.R. gemeinsam dargestellten Attributfelder der Attributtabelle eines Layers in QField für die individuell optimale Darstellung feldweise gruppieren. Außerdem wird hier ermöglicht, dass der jeweilige Anwender voringetragene Attribute bei Bedarf individuell abändern oder korrigieren kann. Nicht zuletzt wird die Orientierung und Datenaufnahme im Gelände durch die Suchfunktion und die Möglichkeit der Sprachaufnahme ergänzt. Die Suchfunktion erlaubt es dem Nutzer, nach vorher definierten Attributen wie bspw. Flächenbezeichnungen oder Baumarten zu filtern. In Bezug auf die Sprachaufnahmen kann der Anwender erhobene Daten in das entsprechende Datenfeld der Applikation diktieren. So ist es z.B. im Bereich von Bemerkungsfeldern im Freitextformat möglich, relevante Informationen per Sprachnotiz abzuspeichern. Technisch wird dies über die interne Spracherkennung des mobilen Endgerätes, auf dem QField installiert ist, gesteuert.

### Zwischenfazit

Insgesamt finden sich mit den Open Source Anwendungen „QGIS“ und „QField“ vollumfängliche Möglichkeiten zur Aufbereitung, Verarbeitung, Auswertung und Darstellung von Geodaten. Insbesondere die Kombination aus stationärer und mobiler Anwendung bietet für den Bereich des forstlichen Flächenmanagements grundsätzlich großes Potential. Dies gilt im Speziellen für die Optionen zur Dynamisierung und Aktualisierung vorhandener Flächeninformationen. Außerdem ist es möglich, Daten bspw. im Bereich des forstlichen Vollzugs manuell oder mittels Diktierfunktion mobil zu erfassen sowie in QGIS auszuwerten und im Sinne einer Datenbank zu verwalten. Demnach ist der Informationsverlust minimiert und zudem sind die Daten in lesbarer und digitaler Form verfügbar. Auch können geographische Informationen hiermit gegenüber Dritten adäquat kommuniziert werden. Der Rationalisierungseffekt hängt jedoch von den individuellen Fähigkeiten und dem technischen Verständnis des einzelnen Nutzers ab. Insbesondere dadurch, dass es sich bei QGIS um ein vollumfängliches und mit zahlreichen Funktionen ausgestattetes GIS handelt, kann der einzelne Anwender hiermit überfordert werden oder die Informationsqualität durch fehlerhafte Eingaben beeinflussen.

Dem wird in Österreich auf zwei Wegen vorgebeugt. Dies geschieht zum einen über die Etablierung des auf die Bedürfnisse nicht-staatlicher, privater Forstakteure zugeschnittenen QGIS Forst. Hier sind die für die „typische Nutzung in der Forstwirtschaft“ (Pelzmann 2020b, S. 30) identifizierten Werkzeuge in Form von Icons markant im Hauptfenster hervorgehoben und somit für den jeweiligen Anwender unmittelbar und präsent angeordnet. Sowohl diese auf der Eingrenzung auf wenige, aber für österreichische Forstbetriebe essentielle Funktionen basierende Anordnung als auch die Adresssuche sowie die Vorlagen der Attributtabelle sind hier von maßgeblicher Bedeutung. Zum anderen finden sich in den durch unterschiedliche Betreuungs- und Informationsstellen angebotenen Fortbildungskursen Optionen zur Minimierung der genannten Restriktionen. Findige Anwender können sich QGIS Forst weiter zunutze machen, indem sie die dort generierten Karten und Daten in die Applikation „QField“ überspielen. Somit stünden ihnen aktuelle und relevante Daten mobil sowie grundsätzlich editierbar zur Verfügung. Doch nicht zuletzt tragen die Aktualisierungsrate und die Qualität der Daten selbst maßgeblich zur erfolgreichen und rationellen Arbeit mit den erwähnten GIS-Anwendungen bei.

Zunächst kann die Tatsache, dass mit QGIS Forst ein an der Nutzeroberfläche auf wenige Funktionen beschränktes Tool vorliegt, von großem Nutzen für die forstliche Praxis sein. Zudem finden sich hier funktionierende Skripte und Befehle der Programmiersprache „Python“. Sie erlauben z.B. das einfache Ermitteln von Flächeninhalten. Diese Vorteile werden durch GNU General Public License abgerundet. Mit Hilfe dieser Eigenschaft ist es allen Nutzern von QGIS Forst grundsätzlich erlaubt, das Programm nicht nur zu nutzen, sondern weiterzuentwickeln bzw. auf eigene Anwendungsfälle zu adaptieren.

QGIS kann sachdatentechnische und geografische Informationen im Stil eines räumlichen Datenbankmanagementsystems (DBMS) in einem Programm vereinen. Gleichzeitig eignet sich ein solches Open Source Programm durch anwendungsfeldorientierte Grundeinstellungen und Funktionen zur Etablierung von Standards im Bereich forstlicher Software. An diese Option knüpft das skizzierte qForst an. Dieses hebt sich gegenüber dem vollumfänglichen QGIS aufgrund des Zuschnitts auf ausgewählte Funktionen ab. Ergänzend wirkt hier die Option zur Mobilisierung solcher Daten mit Hilfe von QField. Diese Verbindung kann wiederum durch die zukünftige Entwicklung einer Datenerfassungsmaske und Herleitung relevanter Merkmale im Zuge der Inventur abgerundet werden.

### 3.5. LogBuch

Eine weitere Annäherung an das Thema der Untersuchung technischer Innovationen entlang des Controllingkreislaufes geschieht mit modernen Werkzeugen, welche sowohl auf der Fläche als auch im Büro anwendbar sind. Dazu wurde der aktuelle Stand der Technik recherchiert und es fand sich das System „LogBuch“ der Firma „SDP Digitale Produkte“. Dieses System verspricht im Kontext der Debatte um die Digitalisierung der Forstwirtschaft moderne Arbeits- und Dokumentationswege. Die neuartige Kombination aus Spracherkennung, GNSS<sup>57</sup>-Lokalisation und semiautomatischer Auswertung von Daten, welche im Rahmen des Flächenbegangs mittels Sprachaufnahme erhoben werden, verspricht zunächst umfängliche Unterstützung forstbetrieblicher Tätigkeiten. Angepasst an die im Wald oftmals fehlende Mobilfunkabdeckung kann das System auch im Offlinemodus arbeiten. Dabei werden die erhobenen Daten lokal auf dem Smartphone gespeichert und später mit dem dazu gehörenden Webportal synchronisiert. Dort sind sowohl eine kartographische Darstellung als auch die Überarbeitung und sowie eine bspw. MS Excel-basierte Auswertung der Daten möglich. Mit Hilfe dieser Eigenschaften soll es insbesondere den Prozess des Auszeichnens unterstützen (LogBuch 2020).

---

<sup>57</sup> GNSS steht für „Globale Navigations-Satellitensysteme“. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird „GPS“ als ein Synonym hierfür genutzt.

Grundsätzlich kann LogBuch u.a. auch zur Dokumentation im Zuge der Verkehrssicherung oder zur Kartierung von Habitatbäumen genutzt werden (vgl. Anhang, S. XII). Die induzierten Vorteile lassen erwarten, dass LogBuch nicht nur die zur Hiebsvorbereitung zugehörige Dokumentation aufgrund der Lesbarkeit der Daten und des einheitlichen Speicherformates erleichtert. Zudem legt eine gewissenhaft durchgeführte Datenaufnahme eine verbesserte Kalkulation erwarteter Holzerntevolumina nahe. Auch die Geopunkte können durch präzise räumliche Verortung der Zielobjekte und somit ein vereinfachtes und zeitlich optimiertes Wiederauffinden derselben zur Rationalisierung beitragen.<sup>58</sup>

Gerade bei der Arbeit mit LogBuch ist eine hohe Ortungsgenauigkeit im Gelände von Relevanz. Dabei erfolgt die Lokalisierung dieses Systems wahlweise durch GNSS-Signale, welche durch das Smartphone empfangen werden oder durch einen externen Signalverstärker. Daher findet sich nachfolgend ein Exkurs zur Untersuchung dieser Genauigkeit.<sup>59</sup> Der verwendete externe Verstärker „ppm 10xx Sensor“ kombiniert die Signale des amerikanischen GPS und des russischen GLONASS und soll so eine deutlich genauere Verortung ermöglichen. Für die Analyse wurden verschiedene Orte auf zwei unterschiedlichen Freiflächen und darüber hinaus am Stammfuß freistehender Laub- und Nadelbäume festgelegt. Diese wurden dauerhaft markiert und jeweils wiederholt mit dem Smartphone-internen als auch dem extern verstärkten Signal des LogBuchs als digitale Geomarkie erfasst. Die Aufnahmen fanden zu unterschiedlichen Tageszeiten statt. Des Weiteren wurden in Waldbeständen unterschiedlicher Alters- und Dichtestrukturen in Nord- und Ostthessen sowie in Südniedersachsen mehrere Bäume dauerhaft markiert. An diesen wurden wiederholt die zugehörigen Koordinaten im Abstand von fünf Sekunden 37-mal per Logbuch erfasst. So ergab sich je Aufnahmeeinheit ein Zeitfenster von ca. drei Minuten. Insgesamt wurden mindestens fünf Aufnahmeeinheiten je Aufnahmepunkt durchgeführt. Der Aufnahmeprozess war dabei durch sachgerechte Befestigung des Systems im zugehörigen Tragegurt, senkrecht gestellte Verstärkerantenne und eine aufrechte Körperhaltung geprägt. Insgesamt gelten im weiteren Verlauf fichtendominierte Bestände (*Picea abies* (L.) H. Karst) als repräsentativ für Nadelholzbestände. Gleichzeitig gilt eine mehrheitlich durch Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) charakterisierte Einheit als stellvertretend für Laubholzbestände.

Die Waldmessungen fanden am 10. und 19.10.2019 zunächst im Nadelholz statt. Wegen technischer Probleme kam es nur zu fünf Wiederholungen je Aufnahmepunkt. Eine anschließende Wiederholung unter gleichen Bedingungen entfiel wegen umfangreicher Kalamitätshiebe. Insgesamt konnten hier 889 Geomarken erzeugt werden. Aufgrund des noch nicht abgeschlossenen Laubfalls konnten die Laubholzaufnahmen erst am 07. und 08.11.2019 durchgeführt werden. In zwölf Wiederholungen wurden insgesamt 1.333 Datenpunkte erzeugt. Die Aufnahmetage waren bei Temperaturen von 10-12 °C (Nadelholz) bzw. 5-8 °C (Laubholz) durch bedecktes oder leicht regnerisches Wetter geprägt.

Zur Datenauswertung wurden die Messwerte aus dem LogBuch-Webportal in MS Excel heruntergeladen und entsprechend den Aufnahmeorten sortiert. Die weitere Prozessierung erfolgte mit Hilfe der Formeln aus Kapitel 4.2.1. Demnach wurde zunächst der geometrische Schwerpunkt eines jeden Aufnahmeortes ermittelt und als Referenzpunkt definiert. Überdies galt es den Abstand und Winkel der

---

<sup>58</sup> Im Laufe der Analyse des Produktes „LogBuch“ wurde durch den Hersteller die Option zur App-gestützten Navigation eingebunden. So kann der Nutzer für das Auffinden von bereits im System hinterlegten Geomarken aus größerer Entfernung den integrierten GoogleMaps-Dienst (vgl. Kapitel 3.1) verwenden. Das bedeutet also, dass der Anwender die LogBuch-App nicht verlassen muss, sondern aus dieser heraus die gewünschte Geomarkie ansteuern kann. Im Wald erfolgt die sogenannte Nahnavigation wiederum über die in der LogBuch-App integrierten Luftliniennavigation (LogBuch o.J.b). Demnach eignet sich der LogBuch-Dienst sowohl für das Ansteuern bestimmter Objekte aus größerer Entfernung und bspw. mit dem Auto über öffentliche Straßen als auch auf kurzer Distanz zu Fuß und im Bestand selber.

<sup>59</sup> Informationen zur Funktionsweise GNSS-gestützter Ortung bietet u.a. Purfürst (2010).

einzelnen Ortsmarken zu diesem Referenzpunkt zu berechnen. Angelehnt an Formel 4 wurde die Strecke zwischen Referenz und jeder einzelnen Ortsmarke als Kurswinkel<sup>60</sup> ausgedrückt. Im Weiteren wurde die projizierte Lage der Ortsmarke berechnet. Entsprechend einer gnomonischen Projektion<sup>61</sup> liegen die errechneten Winkel um eine Horizontale verteilt und können so dem entsprechenden Quadranten zugeordnet werden. Hiermit wird die räumliche Verteilung der Geomarken nach der Himmelsrichtung hergeleitet und im Weiteren mittels Entfernungsspinnen dargestellt. Dabei bezieht sich „intern“ auf Daten des Smartphone-internen und „verstärkt“ auf die des extern verstärkten GNSS-Signals.

Bereits bei den Geomarken der Freiflächen zeigen sich Unterschiede. So liegen gemäß Abbildung 7 alle einfarbigen Punkte (externes Signal) im inneren Kreis ( $r = 4$  m). Dagegen liegen einige gemusterte Datenpunkte (intern) deutlich außerhalb dieses Zirkels. Im Minimum weichen die Geomarken beider Signale ca. 0,1 m von der Referenz ab. Das Maximum beträgt ca. 8,1 m (intern) bzw. 3,3 m (verstärkt). In gleicher Nennfolge beträgt die mittlere Abweichung jeweils ca. 3,0 bzw. 0,9 m und die Standardabweichung liegt bei ca. 1,7 bzw. 0,6 m.

Die Werte der unter Einzelbäumen erhobenen Daten reißen stärker aus. Der zum Zentrum nächste Punkt des internen Signals liegt ca. 0,8 m entfernt (extern: 0 m). Das Maximum beträgt 10,6 m (intern) bzw. 2,0 m (extern). Die Durchschnitts- und Standardabweichungswerte des internen Signals ergeben ca. 3,6 bzw. 2,1 m (extern: ca. 0,9 bzw. 0,5 m). Im Laubholz liegen im Minimum etwa 1,0 m (intern) bzw. 0,3 m (extern) Abweichung vor. Das interne Signal führt maximal zu rund 15,9 m Distanzunterschied und liegt somit etwa 5,7-mal höher als der des extern verstärkten Signals (ca. 2,8 m). Im Mittel liegen Entfernungen von ca. 4,7 m (intern) bzw. 1,1 m (extern) vor. Dabei beträgt die Standardabweichung des internen Signals mit knapp 3,2 m etwa das Fünffache des Externen (ca. 0,6 m).

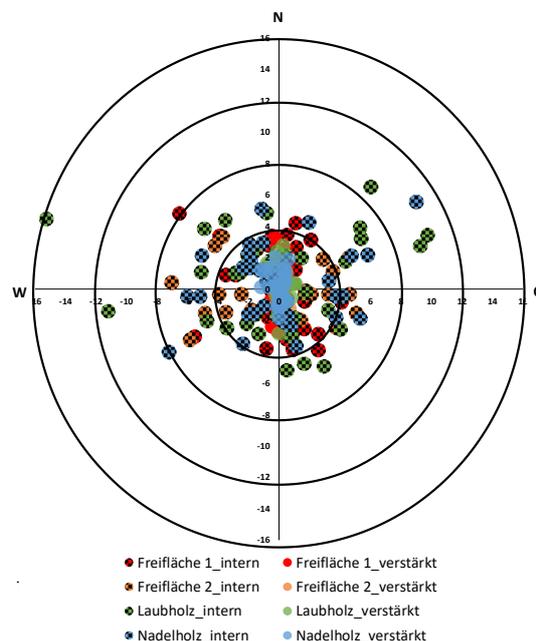


Abbildung 7: Schrotschussartige Abweichung des GNSS-Signals in Metern auf unterschiedlichen Freiflächen und im Stamm-schatten einzelner freistehender Laub- bzw. Nadelbäume

Die hohe Abweichung des internen Signals erscheint angesichts forstbetrieblicher Tätigkeiten zu groß und wird daher nicht weiter untersucht.

<sup>60</sup> Auch bekannt als Richtungswinkel oder Azimut.

<sup>61</sup> Bei einer gnomonischen Projektion befindet sich das Projektionszentrum im abgebildeten Objekt. In der Kartographie werden so bspw. Großkreise als Geraden dargestellt.

## Nadelholz

Wie in Abbildung 8 erkennbar ist, führten die Datenerhebungen in einem 29-jährigen Bestand mit einer mittleren Abweichung von 0,5 m zu einer Klumpung um den Mittelpunkt (min = 0,1 m, max = 1,7 m,  $\sigma = 0,3$  m). Demgegenüber liegen im 40-jährigen Fichtenbestand maximale Abweichungen von 3,1 m und eine Standardabweichung von 0,5 m vor. Die durchschnittliche Abweichung beträgt 0,7 m. In den beiden ältesten Beständen unterscheiden sich die Distanzen zum Referenzpunkt merklich, wobei der weniger dicht bestockte Bestand mit Ausnahme des Minimalwertes von 0,1 m durchweg die geringeren Werte aufweist (min = 0,9 m, max = 1,1 m;  $B^\circ=1,0$ : 0,9 bzw. 3,1 m). Die Standardabweichung beträgt 0,6 bzw. 0,8 m. Zudem zeigt Abbildung 8 mit zunehmendem Bestandesalter eine von Nord nach Süd ausgehende Verteilung.

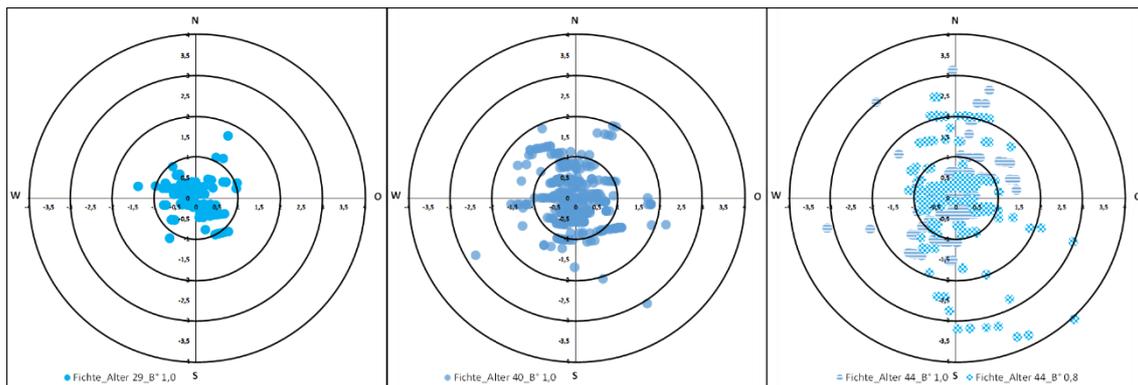


Abbildung 8: Abweichungen des extern verstärkten GNSS-Signals in Metern und unterschiedlich strukturierten Fichtenbeständen

Abbildung 9 zeigt, dass im Bereich 40-jähriger Fichtenbestände insgesamt 149 Geomarken mehr als in den anderen Einheiten erhoben wurden. Demnach zeigt sich, dass ca. 74 % Messwerte um weniger als einen Meter und weitere 25 % bis zu 1,9 m um den Mittelpunkt streuen. Die letztgenannte Entfernung gilt zu 91 % n der nächstjüngeren Einheit. Ähnliche Werte gelten für die 44-jährigen Nadelholzbestände ( $B^\circ = 0,8$ : 84 %; ( $B^\circ = 1,0$ : 96 %).

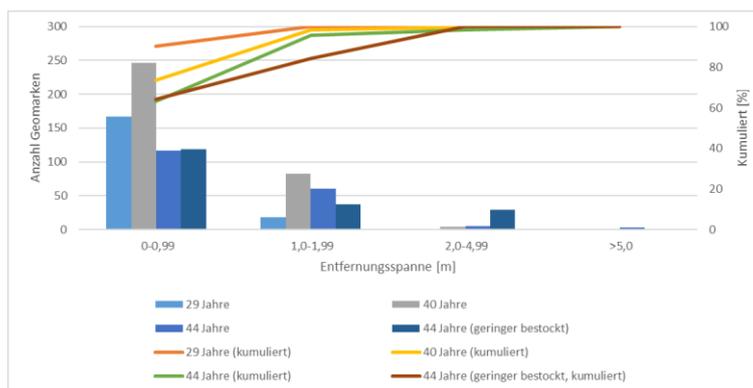


Abbildung 9: Entwicklung der Ortungsgenauigkeit in unterschiedlich strukturierten Fichtenbeständen

## Laubholz

Nach Abbildung 10 sind im jüngsten Laubholzbestand sämtliche Werte maximal 1,3 m um das Zentrum verteilt. Im Mittel weichen sie bei einer Standardabweichung von 0,3 m um 0,4 m von der Referenz ab. In der nächstälteren Einheit weichen sie bis zu 7,0 m ab. Dabei betragen Mittelwert und Standardabweichung 0,9 bzw. 0,8 m. Schließlich finden sich die größten Abweichungen mit 7,4 m in dem 55-jährigen Bestand. Im Durchschnitt orientieren sich die Daten 1,2 m um den Mittelpunkt. Dabei beträgt die

Standardabweichung 1,1 m. Insgesamt ist für das Laubholz mit zunehmendem Alter eine ansteigende Distanz zum Mittelpunkt erkennbar. Zusätzlich zeigt sich ein Nord-Süd-Gefälle.

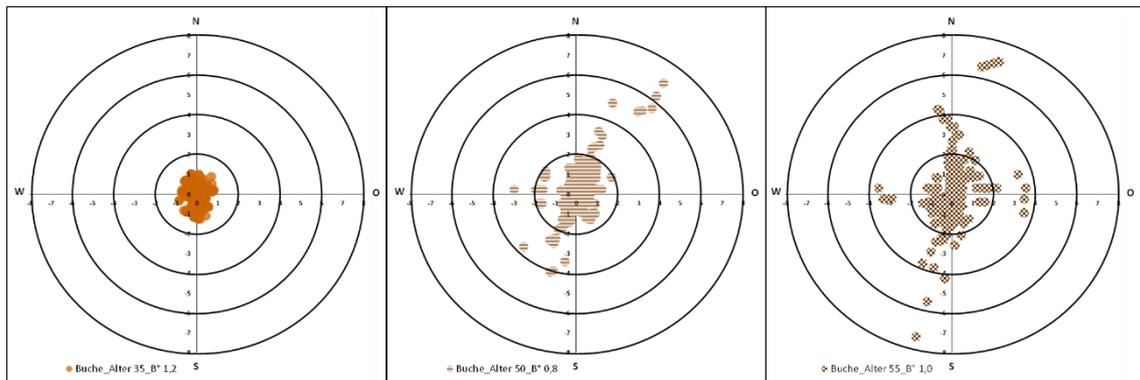


Abbildung 10: Abweichungen des extern verstärkten GNSS-Signals in Metern und unterschiedlich strukturierten Buchenbeständen (Abbildung 10 ist aufgrund größerer Radien nur bedingt mit Abbildung 8 vergleichbar)

Nachstehende Abbildung 11 zeigt die Anzahl einzelner Geomarken und den kumulierten Anteil dieser entlang der Entfernungsspannen. Es fällt auf, dass der überwiegende Wertebereich weniger als 2,0 m um den Mittelpunkt verteilt ist. Innerhalb des jüngsten Bestandes weichen nur 96 % um bis zu 0,9 m ab. Hinsichtlich der Entfernungen in 50-jährigen Bestände liegen 73 % aller Geomarken als einem Meter um den Mittelpunkt herum. Im ältesten Bestand sind dies nur (43 %). Weitere 45 % befinden sich in einer Entfernung von bis zu zwei Metern.

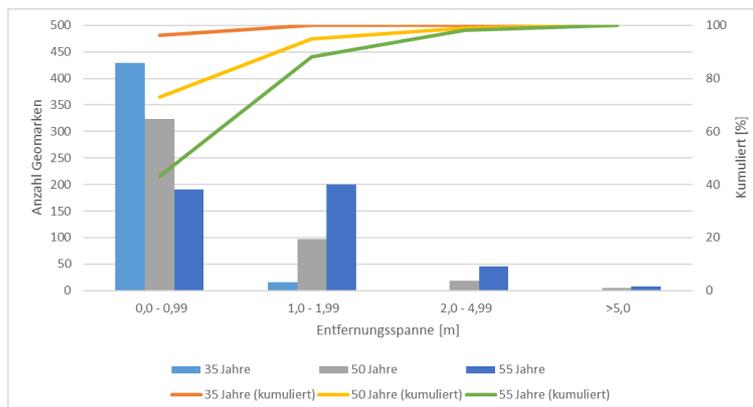


Abbildung 11: Entwicklung der Ortungsgenauigkeit in unterschiedlich strukturierten Buchenbeständen

Insgesamt fallen gelegentlich Distanzen mit Abweichungen von mehr als 5,0 m zum Zentrum auf. Dennoch liegt der Schwerpunkt aller Geomarken maximal zwei Metern um den Mittelpunkt verteilt. Gleichzeitig zeigt sich ein Unterschied zwischen Laub- und Nadelholzbeständen sowie der Bestandesstruktur. So ist an dieser Stelle hervorzuheben, dass die Genauigkeit der Ortung im Laubholz deutlich geringer als im Nadelholz ausfällt. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen zudem, dass die Verortung in jüngeren Beständen deutlich präziser als in älteren ist. Eine Begründung findet sich in der deutlich geringeren Oberhöhe junger Bestände. Hier wird das Satellitensignal auf dem Weg zum Empfänger deutlich später gebrochen und kann daher mit weniger Streuung verarbeitet werden. Der Effekt genauerer Positionsbestimmung in jüngeren Beständen steht in Kontrast zu den Untersuchungen von Hamberger (1999) als auch Firth und Brownlie (1998), welche jeweils für Bestände unterhalb von 20 m eine schlechtere Verfügbarkeit von GNSS-Signalen als in höheren Einheiten nachweisen. Es besteht die Vermutung, dass dünne Äste und Blätter zu Signalverzerrungen führen (Falkenried 2004 in Purfürst

2010). Gleichzeitig ist es möglich, dass die in Bäume älterer Bestände aufgrund ihres größeren Stammdurchmessers sowie durch ihre mit dickeren Ästen besetzte Krone Abschattungseffekte verursachen (vgl. auch Purfürst (2010) sowie Dietsch und Ziesak (2018)).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden die einzelnen Aufnahmeorte in kurzer zeitlicher Taktung aufgenommen. Das bedeutet, dass am entsprechenden Aufnahmeort im Rhythmus von jeweils drei Minuten innerhalb von wenigen Sekunden neue Geomarken erstellt wurden. Hinsichtlich der Bahnbewegungen und Systemuhrzeiten kann dies als problematisch bewertet werden, da eine solch kurze Taktung kaum die zeitlich bedingte neue Position der Satelliten abbilden kann. Dem wurde durch mehrfache, zeitversetzte Wiederholungsaufnahmen Rechnung getragen. Dietsch und Ziesak (2018) folgten ähnlichen Ansätzen. Allerdings erweiterten sie das Zeitfenster der Aufnahme. Sie führten über mindestens fünf Minuten alle zehn Sekunden eine Aufnahme durch und erreichten in weniger dichten Beständen bei 90 % der Werte Genauigkeiten von mindestens vier Metern.

Insgesamt führt die Arbeit mit extern verstärkten GNSS-Signalen zu merklich verbesserter Ortungsgenauigkeit gegenüber dem Smartphone-internen GNSS-Signal sowohl auf der Freifläche als auch im Bestand. Dabei liegen wiederum Unterschiede nach Bestandesart und -struktur vor. Ebenso hat die vorherrschende Witterung Einfluss. So kann sich feuchtes Wetter negativ auf die Positionsbestimmung auswirken und gegebenenfalls zu falschen Werten bspw. im Rahmen des forstlichen Flächenaufmaßes oder des Aufsuchens von Grenzen bzw. sonstigen Zielobjekten führen. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass eine präzise Verortung im Wald möglich ist. Sie bestätigen zudem die bei Hamberger (1999) sowie Tuček und Ligoš (2019) beschriebene Tendenz, dass die Ortungsgenauigkeit im Nadelholz höher als im Laubholz sei. Gleichzeitig weisen sowohl Purfürst (2010) als auch Korth und Resnik (2005) daraufhin, dass im Winter eine deutlich bessere Verortung in Laub- als in Nadelholzbeständen möglich sei.

Aufgrund der skizzierten Merkmale und dem Ziel der Konzeption eines smarten Flächenmanagementsystems erfolgt in Kapitel 4 eine exemplarische und vertiefte Analyse von LogBuch. Diese umfasst im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Lösungen eine Erprobung entlang ausgewählter Fragestellungen des forstbetrieblichen Flächenmanagements.

### 3.6. Zusammenfassende Darstellung zentraler Merkmale

Insgesamt erfolgt die Analyse exemplarisch ausgewählter Instrumente des Flächenmanagements entlang von 14 unterschiedlich ausgerichteten Systemen. Erwartungsgemäß finden die dargestellten Mittel ihr Hauptanwendungsgebiet im forstwirtschaftlichen Umfeld. Demgegenüber liegen jedoch auch Tools aus dem Bereich des landwirtschaftlichen Ackerbaus sowie der Freizeitbranche vor. Darüber hinaus sieht der Vergleich neben einer Auswahl der in Deutschland verfügbaren Lösungen auch international etablierte Instrumente vor. Hierzu werden Elemente des Flächenmanagements aus Großbritannien, Schweden und Österreich auszugsweise untersucht. Eine entsprechende Zusammenfassung relevanter Merkmale findet sich in Tabelle 11. Da GoogleMaps, InVeKoS und INSPIRE ihr Hauptanwendungsgebiet eindeutig außerhalb der Land- und Forstwirtschaft haben, finden sie sich nicht in Tabelle 11 wieder. Besonders INSPIRE bietet hierbei eine sehr breite und in Tabelle 11 nur bedingt abbildbare Geodateninfrastruktur.

Tabelle 11: Zusammenfassung zentraler Merkmale untersuchter Flächenmanagementinstrumente

Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Avenza Maps	365FarmNet	Feldblockfinder	myForest	My pages	Praxisplan Waldwirtschaft	Managementplan Forst	QGIS	QField	QGIS Forst	LogBuch
System												
Zugehöriges Untersuchungsland		DE	DE	DE	GB	SE	A	A	DE	DE	A	DE
Hauptanwendungsgebiet		Freizeit	Agrar	Agrar	Forst	Forst	Forst	Forst	u.a. Forst	u.a. Forst	Forst	Forst
Anwendung	Stationär		x	x	x	x	x	x	x		x	x
	Mobil	x	x	x		x				x		x
Funktionen	GIS-Funktionen		x	x	x	x		x	x	x	x	x
	Editieren	x	x	x	x	x			x	x	x	x
	Attributieren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Importieren	x	x	x	x			x	x	x	x	x
	Exportieren		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Suchen	x	x	x		x			x	x	x	x
	Filtern		x	x	x				x		x	
	Cloudfähig		x	x	x	x	x	x				
Kostenfrei	ja			x		x	x	x	x	x	x	
	tlw.	x	x		x							
	nein											x
Vergabe von Lese- und Schreibrechten				x	x	x	x					x
Besonderheiten		max. 3 eigene Karten kostenfrei integrierbar	(tlw. aufpreispflichtig) modular erweiterbar	Flächen gemäß Vorgaben attributierbar	Unterstützung bei Antragspflichten	Leserechte per Weblink zuteilbar	Zielgruppe: Forstbetriebe <30 ha	Sachdatenverwaltung, Geodatenaufbereitung mit Nr. 8	u.U. mehrbenutzerfähig	u.U. mehrbenutzerfähig	ggü. Nr. 2 eingeschränktes Userinterface	Sprachgestützte Dateneingabe

Zunächst ist nahezu allen in Tabelle 11 dargestellten Systemen gemein, dass sie aufgrund ihres raumbezogenen Ansatzes der kartographischen Darstellung geographischer Informationen hohe Bedeutung beimessen. Demnach nimmt die Darstellung einer Karte bei fast allen Instrumenten einen Großteil der Bildschirmoberfläche ein. Dies wird bei 365FarmNet und LogBuch besonders deutlich, da die Karte per Mausklick zur Vollbildansicht erweiterbar ist. Insgesamt sind neun der elf Systeme per Desktop und 55 % mobil anwendbar.<sup>62</sup> Dabei stehen dem Nutzer 36 % dieser Instrumente sowohl stationär als auch mobil zur Verfügung. Gemäß Tabelle 11 finden sich in 82 % der Fälle mindestens einfache Funktionen eines GIS. Dies umfasst auch die Beschränkung des Funktionsumfangs auf lediglich den einfachen Wechsel der Hintergrundkarten, wie es z.B. der Managementplan Forst vorsieht. Hier wird sich auf die Darstellung einer einfachen OSM-Karte oder Google-Luftbilder gestützt. Während nur neun Instrumente das Editieren in Form des Einzeichnens von Flächen-, Linien- oder Punktelementen zulassen, erlauben sämtliche Mittel die Attributierung räumlicher Bestandteile. In 82 % der untersuchten Fälle stehen Import- und zu 91 % Exportfunktionen zur Verfügung. Jedoch sehen die Programme 6 und 7 lediglich einen Export als PDF vor. Bezüglich des Funktionsumfangs unterscheidet Tabelle 11 zwischen Such- und Filtermöglichkeiten. Demnach können knapp drei Viertel der Systeme (73 %) nach einzelnen Elementen suchen, doch ist die nach Themen gefilterte Darstellung bei lediglich fünf Instrumenten vorgesehen. Dank ihrer webbasierten Bereitstellung sind ca. 55 % der Anwendungen cloudfähig. Während mit sieben Systemen nur etwa die Hälfte kostenfrei zur Verfügung steht, können etwa 27 % dieser mindestens teilweise gegen Aufpreis vollumfänglich genutzt werden. Dabei zielt der Bereich der teilweise kostenpflichtigen Anwendung wie etwa Avenza Maps und myForest Woodland Manager auf die

<sup>62</sup> Grundsätzlich ist der Großteil dieser Anwendungen mobil verwendbar. Allerdings ist bspw. myForest über die Browserfunktion des jeweiligen Endgerätes und hier nur in einer für mobile Anwendungen unpraktikablen Webansicht verfügbar.

Nutzung weiterer, nicht im Basispaket enthaltener Funktionen ab. Lediglich 9 % der Flächenmanagementinstrumente sind nur gegen Aufpreis nutzbar. Letztlich stehen mit fünf Programmen weniger als die Hälfte die Vergabe von Lese- und Schreibrechten vor.

In Summe finden sich elf verschiedene Instrumente des Flächenmanagements, welche teilweise gänzlich unterschiedliche Ansätze zur Verwaltung und Gestaltung räumlicher Informationen vorsehen. So lässt das aus der Freizeitbranche stammende Avenza Maps im kostenfreien Bereich lediglich die Darstellung von drei zuvor extern aufbereiteten Karten zu. Die Integrationsmöglichkeit weiterer Karten kostet bei nicht-privater Nutzung wiederum 139,99 €/Jahr. Trotz der hier bspw. möglichen Importoption von Dateien im Shapefile-Format bietet bereits die kostenfreie Version einfache, relevante Möglichkeiten. So können z.B. räumliche Elemente eingezeichnet und attribuiert werden. Das der landwirtschaftlichen Branche entstammende 365FarmNet ist in den Grundfunktionen kostenfrei nutzbar. Dabei kann der angebotene Funktionsumfang im Baukastenprinzip erweitert werden, wobei hier einige Bausteine des Flächenmanagements lediglich gegen einen Aufpreis von bis zu 18,75 €/Monat zur Verfügung stehen. Dieser Aufpreis ist oftmals von der abzubildenden Betriebsfläche abhängig. Mit dem Feldblockfinder liegt ebenfalls ein Programm des Agrarsektors vor, in welchem der Landwirt Flächen entlang vorgegebener Begriffe und Werte attributieren kann. Somit zeichnen sich sämtliche der dargestellten Flächenmanagementinstrumente durch unterschiedliche Ansätze und diverse Funktionsangebote aus. Dennoch kann der Nutzer mit diesen entlang seiner jeweiligen Ziele entsprechende räumliche Informationen darstellen, verwalten und ggfs. mit Dritten teilen. Der in Großbritannien verbreitete myForest Woodland Manager unterstützt wiederum bei diversen Antragspflichten und steht in der Premiumversion monatlich für £2 zur Verfügung. Wesentliches Merkmal ist, dass der Nutzer Inventur- und Planungsdaten aber auch Aspekte des Naturalvollzugs entlang vordefinierter Parameter digital erfassen und verwalten kann. Zudem finden Anwender hier die Möglichkeit, mit Hilfe des Portals externe forstliche Betreuungsorganisationen zu kontaktieren. Im Hinblick auf das kostenfreie My pages aus Schweden fällt dagegen auf, dass nur ein eingeschränkter Zugang besteht und wiederum ausgewählten Dritten Leserechte zuteilbar sind. Der in Österreich kostenfrei angebotene Praxisplan Waldwirtschaft richtet sich explizit an Forstbetriebe unter 30 ha Betriebsfläche. Dabei sieht er einfache Masken zur Aufbereitung von Inventur-, Planungs- und Vollzugsdaten vor. Jedoch ist hier kein GIS-Element enthalten. Demgegenüber orientiert sich der Managementplan Forst an Forstbetrieben jenseits der 30 ha. Hier ist bei der Darstellung betrieblicher Merkmale bspw. die Auswahl des Baumartenportfolios auf 29 Baumarten limitiert. Ebenso beschränkt sich der Managementplan Forst weitestgehend auf die Darstellung und Verwaltung forstbetrieblicher Sachdaten. Die Aufbereitung zugehöriger Geoinformationen erfolgt mit Hilfe von QGIS Forst, welches im Bereich des Funktionsumfangs eine reduzierte Anwendungsform von QGIS darstellt. Das kostenfreie QGIS wiederum und ebenso die zugehörige mobilfähige Variante QField entsprechen zwei vollumfänglichen GIS, die in Abhängigkeit des Geodatenbanksystems mehrbenutzerfähig gestaltet werden können. Im Gegensatz zu den sonst untersuchten Instrumenten bietet LogBuch als einziges System eine sprachgestützte Dateneingabe an. Dieses speziell für den forstlichen Einsatz konzipierte System kostet hinsichtlich der verwendeten Softwarelizenz mindestens 89,- €/Monat. Fakultativ können für betriebliche Partner wie bspw. Mitarbeiter weitere Accounts für im Minimum 4,- €/Monat hinzugebucht werden. Die im folgenden Kapitel eingesetzte Hardware, welche v.a. der Verstärkung externer GNSS-Signale dient und weitere elektrische Komponenten enthält, kostet monatlich 79,- €.

## 4. Flächenmanagement unter exemplarischer Verwendung von Log-Buch

### 4.1. Einleitung und Zielsetzung

Wie in Kapitel 3.5 erwähnt, bieten sich mit einem System wie z.B. LogBuch grundsätzlich geeignet erscheinende Instrumente des forstlichen Flächenmanagements. Dies gilt insbesondere durch die Kombination aus Spracherkennung, GNSS-Lokalisation und semiautomatischer Datenauswertung. Daher erfolgt im Weiteren die exemplarische Untersuchung dieses Systems entlang ausgewählter Aspekte des Flächenmanagements. Die Anwendungsfälle der Suche und Dokumentation von Grenzverläufen sowie das forstliche Flächenaufmaß sind im Rahmen des Themas der vorliegenden Arbeit wiederum von zentraler Bedeutung. Dies gilt v.a. angesichts der allgemeinen Ermittlung und Digitalisierung forstlicher Geometrien. Dabei weist die im Kontext des Flächenaufmaßes durchgeführte Berechnung der Rentabilitätsschwelle auf den finanziellen Aufwand der Ermittlung forstlicher Geometrien im Allgemeinen hin. Zudem bietet sich bei der sich anschließenden Diskussion entsprechender Flächenaufmaßverfahren und des zugehörigen Break-Even-Punktes weiteres Erörterungspotential. Hierzu zählen bspw. die Methodik der Dokumentation mittels Sprachaufnahme und eine mögliche weitere Auslastung des Gerätes. Abgeschlossen wird die Analyse des Systems Logbuch mit Hilfe eines Fazits.

#### Suche und Dokumentation von Grenzverläufen

Im Zuge der Suche und Dokumentation von Grenzen analysiert der folgende Abschnitt die Bedeutung des Wissens um die betrieblichen Grenzen und versucht eine Bewertung des vorgeschlagenen Lösungsansatzes. Die Eigentumsstrukturen des Privatwaldes äußern sich oftmals durch geringe Betriebsgrößen und zersplitterte räumliche Verhältnisse. So teilt sich die Hälfte der Privatwaldfläche Deutschlands auf Betriebe mit weniger als 20 ha Forstbetriebsfläche auf (BMEL 2016). Diese Verhältnisse sind oftmals historisch bedingt. Vielfach wurde privater Waldbesitz im Zuge der historischen Besiedlung, durch verschiedene Formen der Erbteilung oder Aufforstung landwirtschaftlicher Flächen aufgeteilt (Ebenda). Im Allgemeinen ist der Verlauf der Eigentumsgrenzen insbesondere innerhalb des Waldes nicht eindeutig zu erkennen. Oftmals fehlen klare und allgemein anerkannte Markierungen wie bspw. eigentumstrennende Gräben oder Grenzsteine (vgl. Abbildung 12). Insbesondere kleinere Grenzsteine können bspw. durch wiederholten Laubfall bedeckt oder bei mechanisierten Holzerntemaßnahmen durch Überfahren beschädigt worden sein (vgl. Abbildung 12 Mitte und rechts).



Abbildung 12: Im Gelände befindliche, historische Grenzsteine

Der nicht eindeutige Verlauf der Betriebsgrenzen ist nach Klare (2006) ein wesentlicher Nachteil des kleineren Privatwaldes. So seien Nachbarschaftsprobleme u.a. durch Grenzstreitigkeiten verursacht. Insbesondere im Rahmen der Holzernte ist die Kenntnis der Betriebsgrenzen von erheblicher Bedeutung. Ist der Grenzverlauf unklar und kann nicht durch Hinweise im Gelände oder ortskundige Personen ermittelt werden, bedarf es oftmals professioneller Hilfe. Diese ist jedoch häufig mit hohen Kosten verbunden. So setzt z.B. ein hessisches Vermessungsbüro insgesamt „Kosten zwischen 1.500 -3.000 €“ für die Einmessung zweier Flurstücke von etwa 0,4 bzw. 1,4 ha Größe an (Anonym 2020a).

Diese hohen Kosten lassen sich verringern, indem das kostenlose Geoportal des jeweiligen Bundeslandes nach Liegenschaftsdaten recherchiert wird. Ein weiterer zunächst kostensparender Faktor findet sich im Import der Koordinaten der Grenzpunkte in ein kostengünstiges GNSS-Gerät und die Suche der Punkte mit demselben. Da dies jedoch angesichts der in Kapitel 3.5 erwähnten hohen Abweichungen ungeeignet erscheint, wird nachfolgend der eventuelle Mehrwert von Lösungen wie bspw. LogBuch in dieser Fragestellung ermittelt. Grundsätzlich gilt es hier, die Eigenschaften und Fähigkeiten des Systems bezüglich der Anwendungspotentiale im klassischen Controllingkreislauf zu untersuchen.

### Flächenaufmaß<sup>63</sup>

In der praktischen Forstwirtschaft ist das Thema der Vermessung hinsichtlich der Bestimmung von Flächeninhalten und -umfängen sowie bezüglich der Ermittlung von Wegelängen von hoher Bedeutung. Gerade vor dem Hintergrund der an vielen Orten durch ausgeprägte Kalamitätsereignisse prekären Situation (BMEL 2020b) sind viele Freiflächen entstanden, die es nun wieder zu bewalden gilt. Doch oftmals steht der Bewirtschafter vor der Frage nach dem tatsächlichen Ausmaß der Fläche. Möglicherweise ist er mit der klassischen Aufmaßmethode von Entfernungsmessung, Bussole und Winkelfunktionen vertraut. Doch dies wird spätestens bei größeren, unförmigen Flächen als zu aufwändig empfunden. Zumal Messungen mit dem Bandmaß i.d.R. entweder eine zweite Person oder das doppelte Ablaufen der Strecke erforderlich machen. Für diese Art des Flächenaufmaßes inklusive Rüst- und Nachbereitungszeiten wurden durchschnittlich sechs Minuten pro Aufnahmepunkt bzw. ca. 22 Minuten je 100 Laufmeter ermittelt (vgl. Loose 2008).

Aufgrund dieser Werte lässt sich vermuten, dass das forstliche Flächenaufmaß an sich mit hohem Aufwand und somit hohen Kosten verbunden sein kann. Grundsätzlich steht dem jeweiligen Akteur für die forstliche Flächenaufnahme eine Vielzahl von Messinstrumenten zu Verfügung. Diese reichen von den skizzierten klassischen Instrumenten bis hin zu digitalen, GNSS-gestützten Techniken. In der Regel werden bei den Aufnahmearbeiten optisch trigonometrische Verfahren angewandt. Dennoch gewinnen satellitengestützte Systeme zunehmend an Bedeutung. Dies mag insbesondere daraus resultieren, dass im Bereich des forstlichen Flächenaufmaßes die Ansprüche der Genauigkeit einer Katastervermessung selten gefordert werden. Zudem nimmt die Verbreitung mobiler Smartphones, welche wiederum GNSS-unterstützt arbeiten können, zu (vgl. statista 2020a und statista 2020b).

Hoffmann (2005) weist in seiner Diplomarbeit zum einen auf den hohen Zeit- und Lohnkostenaufwand bei der Erfassung von Flächen und zum anderen darauf hin, dass GNSS-Technologie zu Zeit- und Lohnkostensparnissen führen könne. Einen Vergleich dieser Technologie mit klassischen Methoden der forstlichen Flächenaufnahme liefert er jedoch nicht. Um diese Lücke zu schließen und Erkenntnisse

---

<sup>63</sup> Die Ausführungen hinsichtlich des forstlichen Flächenaufmaßes wurden bereits in ähnlicher, verkürzter Form durch Plettenberg (2020) mit dem Titel „Die Vermessung der (Kahl-)Fläche“ veröffentlicht. Weitere Ausführungen finden sich zudem in verschiedenen, durch den Autor des vorliegenden Werks betreuten studentischen Arbeiten.

bezüglich des Rationalisierungspotentials GNSS-gestützter und digitaler Technik zu gewinnen, erfolgt im Weiteren ein solcher Vergleich der Methoden der forstlichen Flächenaufnahme<sup>64</sup>.

Somit erfolgt zunächst die Darstellung allgemeiner Grundlagen der Arbeit mit LogBuch. Außerdem werden an dieser Stelle bereits wiederkehrend verwendete Auswertungsmethoden vorgestellt. Hieran schließen sich die Anwendungsfälle der Suche und Dokumentation von Grenzverläufen sowie das forstliche Flächenaufmaß an. Dazu wurde die Ortungsgenauigkeit bereits in Kapitel 3.5 untersucht.<sup>65</sup>

## 4.2. Material und Methoden

Im folgenden Abschnitt erfolgt zunächst die Darstellung allgemeiner Grundlagen der Arbeit mit LogBuch. Außerdem werden wiederkehrend verwendete Auswertungsmethoden vorgestellt. Hieran schließen sich vergleichende Analysen der Ortungsgenauigkeit des Systems an. In diesem Fall wird die Genauigkeit der Lokalisierung des extern verstärkten GNSS-Signals mit dem Smartphone-internen verglichen.<sup>66</sup> Die Anwendungsfälle der Suche und Dokumentation von Grenzverläufen sowie das forstliche Flächenaufmaß runden die Analyse des Systems ab. Solche Beispiele sind angesichts des Themas der vorliegenden Arbeit von zentraler Bedeutung. Dies gilt v.a. hinsichtlich der Ermittlung forstlicher Geometrien. Dabei weist die im Kontext des Flächenaufmaßes durchgeführte Berechnung der Rentabilitätsschwelle auf den finanziellen Aufwand der Ermittlung forstlicher Geometrien im Allgemeinen hin.

### 4.2.1. Grundlagen der Arbeit mit LogBuch

Der Grundidee einer cloudbasierten Software, welche auf Basis der Kombination von GNSS-gestützter Positionierung und Spracherfassung Daten speichert, folgend, können Informationen während der Kartierung dokumentiert und digitalisiert werden. Dies geschieht ohne zusätzlichen Schreibaufwand und vermeidet das Mitführen weiterer Instrumente wie bspw. Entfernungsmesser oder Notizheft. Dazu besteht es insbesondere aus einem Hardwarepaket, welches sich aus einem Smartphone mit Android-Betriebssystem, externem GNSS-Empfänger, Sprühdosenhalter, Bluetooth-Taster sowie externem Akku und Tragegurt zusammensetzt. Im praktischen Einsatz erfolgt die Steuerung der Datenaufnahme mittels des Bluetooth-Tasters, welcher bspw. an der Halterung einer Farbspraydose befestigt ist. Durch Drücken des Tasters wird die Lokalisierung des eigenen Standortes durch den externen, per USB-Schnittstelle mit dem Smartphone verbundenen GNSS-Sensor ausgelöst.<sup>67</sup> Der externe Verstärker erhöht durch die Kombination der Signale des amerikanischen GPS und des russischen GLONASS die Leistung des Empfängers im Telefon und soll dadurch eine deutlich genauere Verortung ermöglichen. Grundsätzlich ist LogBuch auch ohne externen Verstärker und lediglich über den Smartphone-internen Ortungsdienst nutzbar.

Zur Attributierung der via GNSS ermittelten Position eignen sich die im Anhang (S. XII) dargestellten Sprachbefehle. Die Datenspeicherung erfolgt zunächst lokal auf dem Smartphone. Sobald eine Verbindung zur Cloud besteht, werden die in der App aufgezeichneten Sprachdaten mit der LogBuch-Cloud

---

<sup>64</sup> Darüber hinausgehende Vergleiche unterschiedlicher forstlicher Flächenaufmaßmethoden finden sich bei Boden (2020). Seine Erkenntnisse fasst er in einer durch den Autor der vorliegenden Konzeption betreuten Abschlussarbeit zusammen.

<sup>65</sup> Der Untersuchungsschwerpunkt liegt hier auf der Verortungsgenauigkeit, sprich der Nähe zu einem wahren Punkt. Das Maß der Präzision steht hintenan. Zur Unterscheidung der beiden Begriffe siehe bspw. Blairstow (2020) oder Purfürst (2010).

<sup>66</sup> Vgl. Kapitel 3.5.

<sup>67</sup> Nach Abschluss der vorliegenden Untersuchungen kündigte der Hersteller für das erste Quartal des Jahres 2022 einen kabellosen GNSS-Verstärker, welcher über Bluetooth mit dem Endgerät verbunden wird, an.

synchronisiert. Dort werden die Rohdaten der Sprachaufnahmen mit Hilfe eines Speech-to-Text-Dienstes<sup>68</sup> transkribiert. Für jeden Datenpunkt wird daraufhin in der digitalen Kartenansicht entsprechend der registrierten Ortsangabe ein Punkt dargestellt. Dieser orientiert sich an den im Anhang (S. XII) gezeigten und entsprechend im „Sprachmemo“ genannten Kategorien. Wird der Punkt angeklickt, öffnet sich eine Detailansicht, in der die transkribierten Daten der Sprachaufnahme dargestellt sind. Die korrespondierende Sprachdatei ist ebenfalls abrufbar und dient dem Nutzer zur Korrektur eventuell falsch übersetzter Daten. Neben unterschiedlichen Exportformaten<sup>69</sup> existieren Lese- und Schreibberechtigungen, um Dritten ausgewählte Zugriffsmöglichkeiten bieten zu können.

Im Weiteren erfolgt die Beschreibung der Vorgehensweisen und Auswertungsmethoden, welche bei den meisten Untersuchungseinheiten zur Anwendung kommen. Grundsätzlich gilt für Datenerhebungsvorgänge, dass sobald der Nutzer mittels Bluetooth-Taster die GNSS-basierte Lokalisierung und den Start der Sprachaufnahme auslöst, neben den entsprechenden X-, Y- und Z-Koordinaten auch die aktuelle Ortszeit gespeichert wird.<sup>70</sup> Letztere wird zum Schutz der Persönlichkeitsrechte des Datenerhebenden in verschlüsselter Form dokumentiert.

Motiviert durch die erwähnten Vorteilhaftigkeiten der Arbeit mit LogBuch, werden zur Validierung dieser Vorzüge verschiedene Fragestellungen bearbeitet. Diese sind v.a. an die Informationsbedürfnisse der praktischen Waldbewirtschaftung angelehnt. So zeigt sich, dass Eigentumsgrenzen im Gelände oftmals nicht eindeutig identifizierbar sind. Auch eventuell vorhandene Grenzsteine können aus unterschiedlichen Gründen nur unter erschwerten Bedingungen aufgefunden werden. Zudem entspricht die Forstwirtschaft grundsätzlich einer Form von Flächenbewirtschaftung. Somit ist die Kenntnis der Flächengröße essentieller Bestandteil aller betrieblichen Planungen. Nicht zuletzt aufgrund der seit dem Jahr 2018 deutschlandweit auftretenden Kalamitäten (vgl. BMEL 2020c) und der damit einhergehenden Planungen zur Wiederbewaldung ist das Flächenaufmaß von erheblicher praktischer Bedeutung. Insofern gilt es im Hinblick auf das Thema der vorliegenden Arbeit die Grenzsteinverortung und das Flächenaufmaß als exemplarische Tätigkeitsbereiche forstbetrieblicher Akteure zu untersuchen.

### Berechnung des individuellen Zeitaufwandes

Nach Abschluss der Aufnahmetätigkeiten und eventueller Korrektur der synchronisierten Daten im Webportal werden die Daten u.a. als MS Exceldatei zur Auswertung bereitgestellt. Da die Zeitstempel der Daten, wie oben erwähnt, verschlüsselt sind, müssen diese zunächst zur Dekodierung an den Hersteller geschickt werden.<sup>71</sup> Im Rahmen der Auswertung können nun unter Verwendung einfacher mathematischer Gleichungen (vgl. Formel 1) präzise quantitative Aussagen getroffen werden. Dies gilt für den gesamten Zeitaufwand einer Maßnahme aber auch bezüglich des Zeitverbrauches auf der Wegstrecke zwischen den einzelnen Ortsmarken.

---

<sup>68</sup> Die Google Speech-to-Text Programmierschnittstelle (application programming interface (API)) erlaubt es bspw. Entwicklern oder Callcentern Audio in Text transkribieren. Dabei werden leistungsstarke Modelle neuronaler Netze in einer anwenderfreundlichen API eingesetzt. Die API erkennt mehr als 120 Sprachen und innerhalb dieser wiederum in unterschiedliche Varianten (Dialekte). Sie ist somit weltweit einsetzbar (Google 2020).

<sup>69</sup> Die unterschiedlichen Dateiformate sind MS Exceldateien sowie PDF-Dokumente, welche mit und ohne kartographische Darstellung exportiert werden können. Zudem werden die GIS-konformen Formate Geoljson, Shape und GPX angeboten.

<sup>70</sup> GPS-Signale erhalten von ihren zugehörigen Satelliten einen Zeitstempel. Dieser wird von manchen Geräten zur genaueren Ortung benötigt und als Wochenangabe in einer 13-Bit-Variablen abgespeichert (Heise 2019). Im Weiteren kann unter Verwendung der ermittelten Position und einer Zeitzonendatenbank die Ortszeit ermittelt werden.

<sup>71</sup> Dies geschieht mit dem Wissen und Einverständnis des Dateneigentümers. Die entschlüsselten Daten werden nur zu wissenschaftlichen Zwecken verwendet.

$$(1) \quad \text{Zeitstempel}_{t+x} - \text{Zeitstempel}_t = \text{Zeitaufwand}$$

### Berechnung der Distanz $\overline{PQ}$

Die zur Auswertung bereitgestellte Exceldatei enthält zu den jeweils dokumentierten Ortsmarken die zugehörigen geographischen Koordinaten im Bogenmaß. Folglich liegt zunächst keine unmittelbare Angabe zur Distanz der jeweiligen Punkte zueinander vor. Unter Verwendung der X- und Y-Koordinaten zweier beliebiger Ortsmarken P und Q kann die Entfernung dieser zueinander berechnet werden<sup>72</sup>. Dazu gelten in Anlehnung an Nolte (2013), Walser (2002) und Kompf (o.J.) zunächst folgende Grundsätze der (sphärischen) Trigonometrie:

Die geografische Breite (Latitude) beschreibt den Winkel, der sich aus dem Verhältnis von Erdmittelpunkt, dem gesuchten Punkt P und Äquator ergibt.<sup>73</sup> Die geografische Länge (Longitude) bezeichnet den Winkel, der sich zwischen Erdmittelpunkt, dem gesuchten Punkt P und dem Nullmeridian aufspannt. Grundsätzlich führen Meridiane durch Nord- und Südpol sowie alle Punkte gleicher Länge.<sup>74</sup> Um im Nachfolgenden die Distanz zweier Ortsmarken berechnen zu können, müssen zunächst die im Winkelmaß  $\varphi$  vorliegenden Koordinaten der jeweiligen Punkte in Bogenmaß  $b$  umgerechnet werden:

$$(2) \quad b_{P,Q} = \frac{\varphi \times \pi}{180}$$

Gegeben sei ein sphärisches Dreieck ABC, dessen Ecken C dem Nordpol N auf der z-Achse und A dem Nullmeridian in der x, z-Ebene entsprechen. Die Lage von B ist nicht näher definiert und M sei der Kreismittelpunkt bzw. der Ursprung des Koordinatensystems (vgl. Abbildung 13).

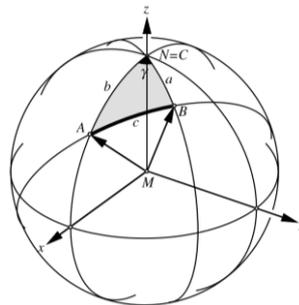


Abbildung 13: Sphärisches Dreieck ABC (Quelle: Walser (2002, S. 1))

So gilt für den Vektor  $\overrightarrow{MA}$ :

$$(3) \quad \overrightarrow{MA} = \begin{pmatrix} \sin b \\ 0 \\ \cos b \end{pmatrix}$$

In der ebenen Trigonometrie kann eine Dreieckseite auch als Winkel interpretiert werden. So gilt bspw. die Seite  $b$  als Winkel  $\angle AMC$ . Auf der Einheitskugel ( $r = 1$ ) ist das Bogenmaß dieses Winkels die Länge der Seite  $b$ . Daher gelten in der sphärischen Trigonometrie die Seiten eines Dreiecks als Argumente

<sup>72</sup> Es handelt sich hierbei um die Angabe der Luftlinie und nicht des tatsächlichen zurückgelegten Weges.

<sup>73</sup> Orte, welche direkt auf dem Äquator liegen, entsprechen immer einem Breitengrad von null. Demgegenüber weisen der Nordpol 90 Grad und der Südpol -90 Grad geografische Breite auf.

<sup>74</sup> Der Längengrad, der durch die alte Sternwarte im britischen Greenwich führt, entspricht null Grad und ist somit der sogenannte Nullmeridian. Punkte östlich von Greenwich haben eine Länge zwischen null und 180°, westlich davon zwischen null und -180°. Die Meridiane -180° und 180° sind identisch.

trigonometrischer Funktionen. Zudem sind die Winkel eines sphärischen Dreiecks voneinander unabhängig. Darauf aufbauend gilt entsprechend Abbildung 13 die Seite  $b$  als Zenitdistanz des Punktes  $A$  und kann dementsprechend als Winkel verwendet werden (vgl. Formel 4).

$$(4) \quad \vec{MB} = \begin{pmatrix} \sin a \cos \gamma \\ \sin a \sin \gamma \\ \cos a \end{pmatrix}$$

Für den Radius des Einheitskreises gilt  $r = 1$ . Folglich entspricht die Länge der Vektoren  $\vec{MA}$  und  $\vec{MB}$  dem Wert eins und der Winkel zwischen diesen Vektoren ist gleich der Seite  $c$ . Diesen Voraussetzungen folgend gilt nach dem Skalarprodukt:

$$(5) \quad \cos c = \frac{\vec{MA} \times \vec{MB}}{|\vec{MA}| \times |\vec{MB}|} = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos \gamma$$

Formel 5 stellt den sogenannten Seiten-Cosinus-Satz dar. Entsprechend der zu berechnenden Seitenlänge können die Variablen der Winkel zyklisch vertauscht werden.

Ähnlich des zur Herleitung des Seiten-Cosinus-Satzes gezeigten Dreiecks seien nun die Punkte  $P(\varphi_P, \lambda_P)$  und  $Q(\varphi_Q, \lambda_Q)$  gegeben. In Verbindung mit dem Nordpol zeigt sich das sphärische Dreieck  $NPQ$ . Dessen Seiten  $\overline{NP} = \frac{\pi}{2} - \varphi_P$  und  $\overline{NQ} = \frac{\pi}{2} - \varphi_Q$  sowie der dazwischenliegende Winkel  $\lambda_Q - \lambda_P$  sind bekannt. Gesucht ist die Länge der gegenüberliegenden Seite  $c$ , sprich die Länge der Strecke  $\overline{PQ}$  (vgl. Abbildung 14).

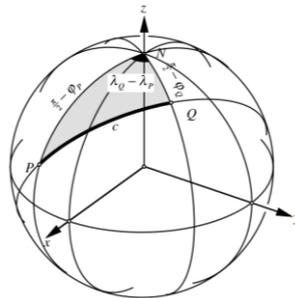


Abbildung 14: Sphärisches Dreieck  $NPQ$  (Quelle: Walser (2002, S. 3))

Die oben beschriebenen Bedingungen ergeben:

$$(6) \quad \cos c = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_Q\right) \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_P\right) + \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_Q\right) \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_P\right) \cos(\lambda_Q - \lambda_P)$$

Da  $\cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \sin \varphi$  und  $\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \cos \varphi$  ergibt sich:

$$(7) \quad \cos c = \sin \varphi_Q \sin \varphi_P + \cos \varphi_Q \cos \varphi_P \cos(\lambda_Q - \lambda_P)$$

Das Ergebnis entspricht der Bogenlänge auf der Einheitskugel. Zur Berechnung der Entfernung zweier Punkte auf der Erdoberfläche in Metern wird Formel 8 mit dem gewichteten Erdradius  $r$  multipliziert:<sup>75</sup>

<sup>75</sup> Die Ausformung der Erde entspricht der eines unregelmäßig geformten Geoids, welches mathematisch durch ein Rotationsellipsoid beschrieben werden kann. Dieses wird durch zwei Radien (Äquator und Pol), welche zusammen den gewichteten mittleren Erdradius abbilden, bestimmt. Der gewichtete Mittelwert ist v.a. bei der Ermittlung großer Distanzen von Bedeutung. Im vorliegenden Fall wirkt sich die Verwendung eines einfachen Erdradius nur im geringen Zentimeterbereich aus.

$$(8) \quad \cos c = \cos^{-1}(\sin \varphi_Q \sin \varphi_P + \cos \varphi_Q \cos \varphi_P \cos(\lambda_Q - \lambda_P)) \times 1.000 \times r$$

Somit kann die Distanz zweier mit LogBuch dokumentierten Ortsmarken unter Berücksichtigung der Umrechnung des Winkelmaßes in Bogenmaß (Formel 3) aus der Angabe der jeweiligen X- und Y-Koordinaten abgeleitet werden.

#### Ableitung der Fortbewegungsgeschwindigkeit

Aus der Kombination der Faktoren Entfernung der Ortsmarken und des individuellen Zeitaufwandes lässt sich die Fortbewegungsgeschwindigkeit des jeweiligen Akteurs im Gelände ableiten. So ist es möglich, verlässliche Angaben im Bereich der Arbeitsgeschwindigkeit und somit Planungsgrundlagen zu generieren. Des Weiteren könnte in zukünftigen Studien bspw. der Einfluss der Hangneigung (s.u.) auf die oben identifizierten Maßnahmen erfasst und bewertet werden.

#### Zeitliche Länge der Dokumentation mittels Sprachaufnahme

Die mittels LogBuch verorteten Informationen werden in Form von Sprachaufnahmen dokumentiert und mit Hilfe eines Onlinedienstes zu Text transkribiert (s.o.). Das Sprachfile selber wird dem Anwender entsprechend der ermittelten Ortsangabe im Webportal zur Verfügung gestellt und kann hier erneut angehört werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen die Längen der einzelnen Sprachfiles ermittelt werden. Aus diesen lassen sich zum einen Aussagen hinsichtlich des zeitlichen Aufwandes zur Dokumentation forstlicher Maßnahmen mittels Sprachmemo ableiten. Zum anderen gilt dies auch bezüglich des Vergleiches dieser Längen und des ursprünglich geplanten Zeitaufwandes, um somit eventuelle Vorteile eines innovativen Dokumentationsinstrumentes darstellen zu können.

Jedoch ist ein unmittelbarer Download der Sprachfiles aus LogBuch heraus ist nicht möglich. Somit kann die Länge der Sprachaufnahme nicht unmittelbar durch den Nutzer selbst abgelesen werden. Aus diesem Grund werden die zugehörigen Sprachaufnahme Dateien im Zuge der oben genannten Dekodierung des GNSS-Zeitstempels durch den Anbieter des Instrumentes, SDP Digitale Produkte, im MP3-Format exklusiv für Forschungszwecke zur Verfügung gestellt. Diese werden in eine Software (VLC Media Player (Version 3.0.8)) importiert. Hier können die Längen der einzelnen Sprachaufnahmen sekundengenau abgelesen und der jeweiligen Ortsangabe manuell zugeordnet werden.

#### Nachbereitung

Bei der Arbeit mit LogBuch kann es zu falsch diktierten Kategorien oder Eigenschaften kommen. Ebenso sind Fehler bei der Transkription der Sprachaufnahme nicht ausgeschlossen. So kam es bei ersten Pretests oftmals dazu, dass die Software das Schlagwort „BHD“ in „Pferde“, „werde“ oder andere ähnlich klingende Begriffe übersetzte. Daher gilt es nach der praktischen Aufnahmetätigkeit die zeitliche Dauer der Nachbereitung, welche bspw. durch Korrekturen notwendig war, zu dokumentieren. Insbesondere wird im Rahmen des Flächenmaßes der zeitliche Aufwand des Verbindens einzelner Geomarken hin zu einem digitalen Abbild der relevanten Fläche im LogBuch-Webportal dokumentiert. Dies erfolgt mittels einfacher Zeitmessung per Stoppuhr.

Die hier ermöglichte Auswertung von Arbeitszeiten ist v.a. im Eigeninteresse der Probanden interessant. Sie wird jedoch den Anforderungen an eine REFA-Arbeitszeitstudie nicht gerecht. So ist z.B. keine exakte Bestimmung von Verteil- und Erholzeiten oder gar eine Leistungsgradbeurteilung möglich (vgl.

REFA-Fachausschuss Forstwirtschaft 2004). Dagegen wirkt vorteilhaft, dass der Durchführende bei diesem Ansatz einer Zeitstudie keinerlei Fremdbeobachtung ausgesetzt ist und die Datenerfassung nicht durch Beobachtereffekte beeinflusst wird (Eriksson und Lindroos 2014). Dies trägt dazu bei, dass der durch Eriksson und Lindroos (2014) nach Vöry (1954) und Mayo (1933) zitierte Hawthorne-Effekt, welcher besagt, dass sich die Leistung von Probanden unter dem Bewusstsein der Beobachtung verändert und somit die Aussagekraft der Untersuchung verzerrt, minimiert wird.

#### 4.2.2. Suche und Dokumentation von Grenzverläufen

Die kartographische Darstellung der Grenzverläufe kann z.B. bei der zuständigen Katasterbehörde erworben werden. Gleichzeitig bieten einige Bundesländer Liegenschaftskarten kostenlos als WMS an. Diese sind im LogBuch-Webportal darstell- und nutzbar. Eine Darstellung des WMS auf dem Smartphone ist dagegen nicht möglich. Daher müssen die Grenzverläufe des entsprechenden Flurstücks im Webportal so vorbereitet werden, dass sie im Weiteren auf dem Smartphone wiederzufinden sind. Dazu wird die jeweilige Flurstücksgrenze auf markante Punkte (z.B. Eckpunkte oder Kreuzungen mit den Grenzen benachbarter Flurstücke) hin untersucht. An diesen Punkten wird im Webportal manuell eine digitale Ortsmarke gesetzt. Durch das hierzu notwendige Zoomen ist der per WMS dargestellte Verlauf der Flurstücksgrenze nun noch etwa 0,2 – 0,8 Meter breit und die Ortsmarke kann hierdurch präzise eingefügt werden. Über die Navigationsfunktion des Smartphones können diese Ortsmarken angesteuert werden. Unterstützung erfährt der Aufsuchende hierbei durch die Darstellung des eigenen Standortes, den entsprechend ausgewählten Kartenlayer (bspw. Forstgrundkarte), den angezeigten Richtungspfeil und die Angabe der Entfernung zum Zielpunkt (vgl. Anhang, S. XIII).

Die in Kapitel 3.5 dargestellten Abweichungen von bis zu vier Metern lassen vermuten, dass der Suchkorridor der Grenzsteine auf wenige Quadratmeter einschränkbar ist. Um dieser Hypothese zu begegnen, werden zunächst bekannte, historische Grenzsteine, die sich gleichzeitig auf Flurstückseckpunkten befinden, mittels der beschriebenen Methode aufgesucht. Sobald LogBuch eine Distanz zum Zielpunkt von null Metern anzeigt, wird der Standort an dieser Position sichtbar markiert und als neuer Zielpunkt definiert. Daraufhin erfolgt die Messung der Distanz von Grenzsteinmitte und neuem Zielpunkt mittels des Entfernungsmessers Vertex IV und die Dokumentation dieser Werte. Wenn die Abweichung innerhalb des in Kapitel 3.5 abgeleiteten Radius von bis zu vier Metern liegt, wird mit dem skizzierten Verfahren der Aufwand bei der Bestimmung des Grenzverlaufes quantifiziert.

Zur Quantifizierung des Aufwandes wird neben der Distanz der einzelnen Eckpunkte zueinander die benötigte Zeit des Aufsuchens ermittelt. Da LogBuch hier zur Navigation zum Zielpunkt genutzt wird, kann nun der GNSS-Zeitstempel nicht mehr verwendet werden. Angesichts dessen wird der zeitliche Suchaufwand mittels Stoppuhr ermittelt und die entsprechend ab Beginn der Suche bis zum Erreichen des Zielpunktes vergangene Zeitspanne dokumentiert. Die Zeit für eventuelles Rückversichern durch bspw. Einfluchten zu bekannten Eckpunkten wird nicht festgehalten. Aus der Kombination der benötigten Zeit von Punkt A zu Punkt B lässt sich die Fortbewegungsgeschwindigkeit ableiten. In Bezug auf letzteres ist bspw. denkbar, dass Eckpunkte nicht weit voneinander entfernt sind, aber es zu Störungen der Ortungsgenauigkeit<sup>76</sup> kommt oder der Eckpunkt schwer zugänglich ist. Bei den Vorbereitungen im Webportal wird die benötigte Zeit ebenfalls dokumentiert. Hier erfolgt die Messung des Zeitaufwandes für das genaue Einfügen der Ortsmarken an den jeweiligen Flurstückseckpunkten.

---

<sup>76</sup> In der LogBuch-App wird der eigene Standort durch einen blauen Punkt dargestellt (vgl. Anhang, S. XIII). Kann der Standort nicht genau ermittelt werden, wird um den blauen Punkt ein hellblauer Kreis gezeichnet. Innerhalb dieses Kreises befindet sich der eigene Standort. Dabei gilt, je größer der hellblaue Kreis dargestellt wird, desto ungenauer ist die Ortung. Diesem Problem kann i.d.R. entweder durch Neustart des Gerätes oder einfaches Abwarten begegnet werden.

### 4.2.3. Flächenaufmaß

Zunächst ist hinsichtlich der Analyse des Flächenaufmaßes mit LogBuch herauszustellen, dass der zeitliche Aufwand für das Flächenaufmaß stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängt. So wird dieser Aufwand bei gleicher Flächenausstattung in einer Hanglage vermutlich höher als in flachem Gelände sein. Dieser Einflussfaktor wird an dieser Stelle jedoch nicht weiter analysiert. Im Rahmen der Erhebungen wird nur zwischen folgenden, anwendungsbezogenen Kategorien differenziert:

- „Fläche geräumt“, d.h. kein Holz und Schlagabraum mehr vorhanden (Kategorie A),
- „Bestand geerntet und gerückt, Fläche nicht weiter geräumt“, d.h. nur noch Schlagabraum vorhanden (Kategorie B),
- „Bestand geerntet und gerückt, Fläche nicht geräumt, unwegsames Gelände“, (Kategorie C)

Dem Begriff „unwegsamen Gelände“ entsprechen u.a. mannshohe Brombeeren oder bisher nicht aufgearbeitete, liegende Bäume. Das Messverfahren blieb über alle Kategorien jeweils gleich. Im Zuge der Untersuchung von Zeitverbräuchen beim Flächenaufmaß sind die Eckpunkte der zu vermessenden Polygone ebenso wie in klassischen Aufmaßverfahren durch verschiedene Anwender in logischer Reihenfolge abzulaufen. Dabei ist es nicht notwendig, die jeweiligen Winkel der Flächenränder zueinander zu bestimmen. Hier müssen nur die jeweiligen Eckpunkte angelaufen sowie per Knopfdruck dokumentiert und abgespeichert werden. Diese digital gespeicherten Ortsmarken werden dann mit dem Webportal synchronisiert. Hier hat der Anwender nun lediglich die Ortsmarken in entsprechender Reihenfolge miteinander zu verbinden und erhält Angaben zu Größe, Umfang und räumliche Lage.

Bei der Datenauswertung werden neben den Angaben zur Anzahl der Eckpunkte je Fläche der zugehörige Flächeninhalt und -umfang erhoben. Zudem sind die Entfernung der einzelnen Punkte zueinander und die jeweilige Sprachaufnahmezeit von Bedeutung. Darüber hinaus erfolgt die Analyse des durchschnittlichen Zeitaufwandes sowohl je Eckpunkt als auch je Hektar anhand des hinterlegten Zeitstempels. Die Datenerhebung wird mit externer GNSS-Verstärkung (vgl. Kapitel 4.2.1) durchgeführt.

Im weiteren Verlauf findet der Vergleich weiterer Aufmaßverfahren statt. Es ist zu erwarten, dass die jeweiligen Verfahren zu unterschiedlichen durchschnittlichen Kosten je Eckpunkt bzw. Hektar führen. Daher beruht dieser Vergleich insbesondere auf der Durchführung einer Break-Even-Analyse, der Arbeitskosten in Höhe von 35,40 €/Akh (Möhring et al. 2020) unterstellt werden. Weitere Parameter finden sich in untenstehender Tabelle 13. Insgesamt wird mit der Herleitung der Rentabilitätsschwelle ermittelt, ab welcher jährlichen Flächenaufmaßeistung der Einsatz von LogBuch gegenüber den Systemen nach Loose (2008) und Hoffmann (2005) vorteilhafter erscheint.

## 4.3. Untersuchungsergebnisse

### 4.3.1. Suche und Dokumentation von Grenzverläufen

Alle im Zusammenhang Datenaufnahmen zur Grenzfindung fanden Anfang April 2020 bei 12 °C, Sonnenschein und geringer Windstärke in noch unbelaubten osthessischen Privatforstbetrieben statt. Während der Planung der Aufnahmen ergaben sich zwei Kategorien. Die eine ist durch kleinparzelliertes Realteilungsgebiet, einen geringen Erschließungsgrad und stark kuptiertes Gelände geprägt. Die andere Kategorie weist einen hohen Erschließungsgrad entlang des Grenzverlaufes und wenig geneigtes Gelände auf, welches insbesondere die Fortbewegung im Gelände erleichtert.

Da im Realteilungsgebiet keine historischen, mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht manipulierten Grenzsteine vorhanden waren, wurden nachfolgende Aufnahmen im Privatwald durchgeführt. Hier fanden

sich 17 Grenzsteine (vgl. Abbildung 12), welche nicht nur den Verlauf der historischen Grenze im Gelände anzeigen, sondern gleichzeitig auch Eckpunkte von Flurstücken darstellen. In Abbildung 15 findet sich die graphische Darstellung der ermittelten Distanz von der digitalen Grenzmarke zum physischen Mittelpunkt des Grenzsteines. Diese beträgt im Mittel 1,4 m. In einem Fall ist die Distanz gleich null. Die maximale Entfernung beträgt 2,9 m. Die ermittelten Werte unterliegen einer Standardabweichung von 0,8 m und die Maximaldistanz führt zu einem Suchkorridor der Grenzsteine von 26,4 m<sup>2</sup>.

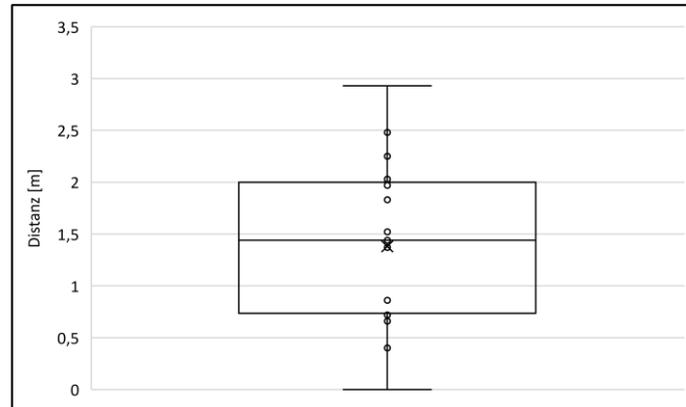


Abbildung 15: Auffindungsgenauigkeit bei der durch LogBuch unterstützten Suche bekannter Grenzsteine

Zur Analyse des Aufwandes bei der Bestimmung des Grenzverlaufes wurden auf markanten Punkten der digitalen Flurstücksgrenze (z.B. Eckpunkte oder Kreuzungen mit den Grenzen benachbarter Flurstücke) Geomarken gesetzt. Diese sind bei der späteren Verortung des tatsächlichen Grenzverlaufes aufzusuchen. Für die digitale Vorbereitung dessen ist im Durchschnitt ein Zeitaufwand von 16,5 Sekunden notwendig, bis an der jeweils richtigen Stelle eine Ortsmarke gesetzt ist. Die Spanne reicht von zwölf Sekunden im Minimum bis hin zu maximal 23 Sekunden. Dem Setzen von Geomarken sind durchschnittlich 20 Sekunden vorgeschaltet. Diese werden v.a. zu Planungsbeginn benötigt, um im LogBuch-Webportal die entsprechende Maßnahme auszuwählen und den kleinsten Maßstab einzustellen.

Insgesamt konnten im stark kuperten Gelände des Realteilungsgebietes 14 Eckpunkte, welche in Summe 781,5 m Grenze charakterisieren, verortet werden. Dies nahm 89 Minuten in Anspruch. Die Anlaufzeit reicht von 60 Sekunden bis hin zu maximal 26 Minuten. Durchschnittlich müssen bei einer Standardabweichung von etwa 6,7 Minuten ca. 6,4 Minuten Zeit investiert werden. Dem steht eine Entfernungsspanne von 13,4 bis 120,4 m gegenüber. Im Mittel liegen die Eckpunkte bei einer Standardabweichung von ca. 33,6 m etwa 55,8 m auseinander. In Abbildung 16 sind die jeweiligen Entfernungen in Abhängigkeit zur Anlaufzeit dargestellt. Dabei orientiert sich die Größe der Blasen an der jeweiligen Fortbewegungsgeschwindigkeit zwischen dem entsprechenden Start- und Zielpunkt. So ist an den großen Blasen erkennbar, dass einige Grenzpunkte oftmals in weniger als fünf Minuten und mit relativ hoher Geschwindigkeit (Max = 2,3 km/h) angelaufen wurden. Insofern erscheint die Distanz zum jeweiligen Startpunkt von nachrangiger Bedeutung. Andere Eckpunkte werden dagegen durch kleinere Blasen repräsentiert. Sie verlangten also einen höheren Zeitaufwand und gleichzeitig geringere Fortbewegungsgeschwindigkeiten (Min = 0,2 km/h). Auch hier scheint die Strecke zwischen dem jeweiligen Start- und Zielpunkt von minderer Bedeutung zu sein. Diese Beobachtung spiegelt sich zudem in dem relativ geringen Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,1$  wider. Im Mittel wird sich im stark kuperten Gelände mit 0,9 km/h ( $\pm 0,6$  km/h) fortbewegt.

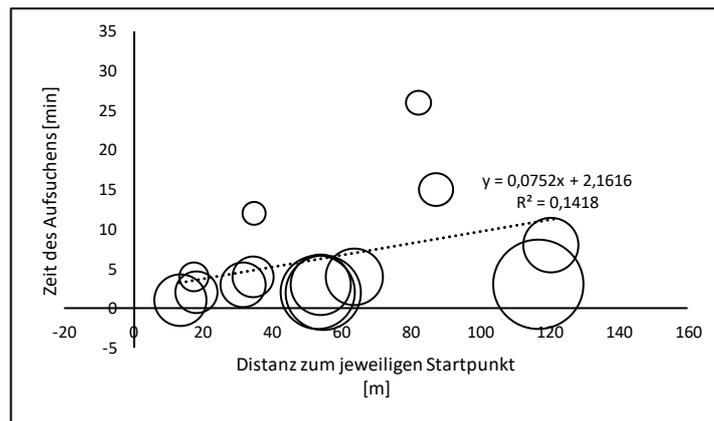


Abbildung 16: Verteilung der Aufsuchzeiten verschiedener Grenzpunkte in kuppertem Gelände

Die zweite Kategorie zeichnet sich durch ein vergleichsweise flaches und übersichtliches Gelände aus. Hier konnten auf einer Strecke von 3.452,2 m 42 Eckpunkte identifiziert werden. Aufsuchen und Dokumentieren der Grenzpunkte beanspruchten in Summe etwa 2,4 Stunden. Innerhalb dieses Zeitraumes konnte unter Einbezug der Standardabweichung von 1,9 Minuten im Mittel alle 3,3 Minuten ein Grenzpunkt verortet werden. Insgesamt unterliegt das Aufsuchen der Eckpunkte einer Zeitspanne von bis zu neun Minuten. Dem stehen Distanzen der jeweiligen Punkte von 2,2 bis 534,3 m gegenüber. Bei ca. 89,2 m Standardabweichung liegen die Orte durchschnittlich etwa 82,1 m voneinander entfernt. Eine graphische Darstellung dieser Beobachtungen findet sich in Abbildung 17. Auch hier orientiert sich die Größe der Blasen an der jeweiligen Fortbewegungsgeschwindigkeit. So ist anhand der größten Blase erkennbar, dass der zugehörige Grenzpunkt über eine weite Distanz innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit ermittelt werden konnte. Er lag 534,3 m von dem ihm benachbarten Eckpunkt, welcher nun gleichzeitig als Startpunkt für das Ansteuern des beschriebenen Punktes verwendet wurde, entfernt und wurde innerhalb von neun Minuten erreicht. Dies entspricht einer Geschwindigkeit von 3,6 km/h. So reicht das Auffindungstempo unter Beachtung der Standardabweichung von 1,0 km/h und der durchschnittlichen Geschwindigkeit von 1,4 km/h bis hin zu maximal 3,7 km/h.

Auch in übersichtlichem Gelände scheint die Strecke zwischen dem jeweiligen Start- und Zielpunkt keinen maßgeblichen Einfluss auf das Auffindetempo zu haben. Optisch erkennbar ist dies an der unregelmäßigen Verteilung der Blasengrößen innerhalb der Grafik (vgl. Abbildung 17). Diese Beobachtung spiegelt sich zudem in dem unausgeglichene Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,5$  wider.

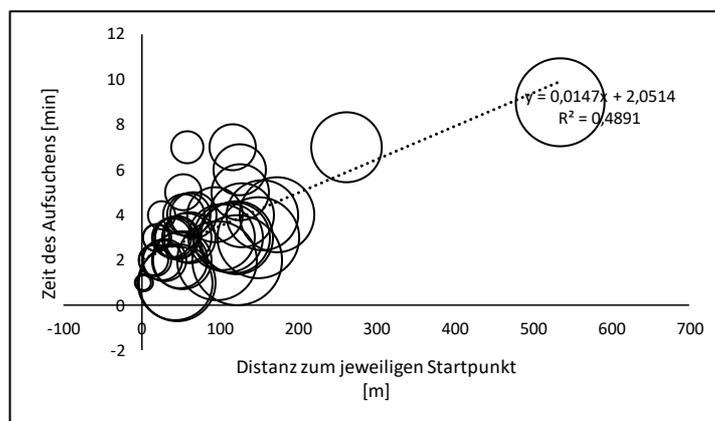


Abbildung 17: Verteilung der Aufsuchzeiten verschiedener Grenzpunkte in übersichtlichem Gelände

Innerhalb der Zeitintervalle galt es die Flucht des Grenzverlaufes gelegentlich zu überprüfen und diese gegebenenfalls durch farbliche Markierungen sichtbar zu machen (vgl. gelbe und orange Geländemarkierungen in der Bildmitte (roter Kreis) im Anhang, S. XIII). Dies war trotz des flachen Geländes bspw. durch dichte Naturverjüngung, abknickende Grenzverläufe oder umgestürzte Bäume notwendig.

#### 4.3.2. Flächenaufmaß

Die notwendigen Daten wurden im Zeitraum von Juli bis November 2019 mit Hilfe eines Praxispartners und durch den Autor in Privatwäldern in Hessen, Niedersachsen und Thüringen erhoben. Insgesamt führt dies zu 65 aufgemessenen Freiflächen mit einer Gesamtfläche von etwa 44,4 ha. In Tabelle 12 sind die Ergebnisse dargestellt. Es zeigt sich, dass die durchschnittliche Größe der nicht weiter geräumten Fläche (Kategorie B) mehr als das Doppelte der anderen Kategorien erreicht. Gleichzeitig weisen die Flächen der Kategorie B durchschnittlich 30,3 Eckpunkte/ha auf. Im Mittel aller Kategorien finden sich 36,7 Eckpunkte/ha. Die mittlere Entfernung dieser Eckpunkte schwankt zwischen 22,6 und 31,2 m. Auf den geräumten Flächen (Kategorie A) liegt die Fortbewegungsgeschwindigkeit bei durchschnittlich 3,5 km/h. Somit kann sich auf geräumten Flächen etwa 1,8x schneller als in unwegsamen Geländestrukturen (Kategorie C) fortbewegt werden. Die durchschnittliche Nachbereitungszeit der Flächen, sprich das Korrigieren etwaiger Übertragungsfehler und das Zeichnen des Polygons entlang der digitalen Eckpunkte, dauert im Mittel bis zu 1,4 min/ha. Dies ergibt einen durchschnittlichen Zeitaufwand von maximal 23,6 min/ha. Aus der durchschnittlichen Länge der Sprachaufnahmen lässt sich folgern, dass die mittlere Verweilzeit je Eckpunkt zwei Sekunden beträgt. Unter Einbezug des Zeitaufwandes für den Flächenbegang und die Nachbereitung ergibt sich eine durchschnittliche Messdauer von 39 Sekunden/Aufnahmepunkt.

Tabelle 12: In Begebarkeitskategorien aufgeteilte Ergebnisse des Flächenaufmaßes

Kategorie	A	B	C	V		
				Σ	Ø	€
Anzahl Einzelflächen	12	45	8	65		
Flächengröße, gesamt [ha]	4,7	37,1	2,5	44,4		
Flächengröße, Ø [qm]	3.955,3	8.245,7	3.128,9		5.110,0	
Ø Entfernung der Punkte [m]	22,6	31,2	25,3		26,3	
Zeitaufwand/ha [hh:mm:ss]	00:16:52	00:18:57	00:30:55	00:22:15		
Ø Lauftempo [km/h]	3,5	2,3	1,9		2,5	
Ø Dauer Nach- bereitung/ha [hh:mm:ss]	00:01:06	00:01:20	00:01:44		00:01:23	
Ø Anzahl Mess- punkte/ha	41,6	30,3	38,2		36,7	
Ø Redezeit/ Messpunkt [s]	1,4	2,3	2,4		2,0	
Gesamtredezeit/ha [s]	59,5	69,1	92,8	73,8		
Ø Zeitaufwand/ Messpunkt [hh:mm:ss]	00:00:26	00:00:40	00:00:51		00:00:39	
Ø gesamter Zeitaufwand/100 lfm [hh:mm:ss]	00:01:55	00:02:09	00:03:23		00:02:29	
Ø gesamter Zeitaufwand/ha [hh:mm:ss]	00:17:58	00:20:17	00:32:40		00:23:38	
Kosten/100 lfm [€]	1,13	1,27	2,00			1,47
Kosten/ha [€]	10,60	11,97	19,27			13,94

Insbesondere im Vergleich zu den von Loose (2008) ermittelten, durchschnittlichen sechs Minuten Messdauer je Aufnahmepunkt wirken die oben vorgestellten Werte sehr klein. Hoffmann (2005) untersuchte den Zeitaufwand des Flächenaufmaßes bei Verwendung verschiedener GNSS-Geräte mit externer Signalverstärkerantenne. Dabei ermittelte er einen Zeitaufwand von mindestens drei Minuten je Eckpunkt (Gerätename: Thales MobileMapper). Diese Angaben fließen wiederum in die nachfolgend dargestellten Ergebnisse der Break-Even-Analyse ein.

Tabelle 13 führt die jährlichen Kosten der jeweiligen Verfahren an. Dabei entsprechen die Bezeichnungen „Ø Klassisch“ und „Ø GPS-Gerät mit externer Verstärkung“ den Ergebnissen von Loose (2008) bzw. Hoffmann (2005). Folglich stellt die Spalte „Ø Digitalisiert“ die LogBuch bezogenen Daten dar. Es fällt auf, dass je geringer der Zeitaufwand pro Eckpunkt bzw. die variablen Kosten je Hektar ausfallen, die Fixkosten der jeweiligen Methode umso höher liegen. Angesichts dieser gegenläufigen Daten ist die Durchführung einer Kostenvergleichsrechnung geboten.

Tabelle 13: Eingangsdaten der Break-Even-Analyse

Eingangsdaten	Ø Digitalisiert	Ø Klassisch	Ø GPS-Gerät mit externer Verstärkung
Miete digitales Gerät [€/a]	1.967,78		
Anschaffungspreis Handkompass [€]		77,89	
Anschaffungspreis Entfernungsmesser [€]		1.849,00	
Anschaffungspreis GPS-Gerät [€]			2.062,88
Anzahl Geomarken/ha	36,7	36,7	36,7
Zeit/Geomarke [min]	0,65	6,25	3
Arbeitskosten [€/Akh]	35,40	35,40	35,40
Arbeitskosten/Geomarke [€]	0,38	3,69	1,77
Kalkulationszins [%]	1,5	1,5	1,5
Nutzungsdauer [a]	1	3	3
Fixkosten			
Abschreibung [€/a]	1.967,78	624,12	687,63
Mittlere Zinskosten [€/a]	14,76	14,45	15,47
Summe Fixkosten [€/a]	1.982,54	638,57	703,10
Variable Kosten			
Kosten/ha [€]	14,07	135,33	64,96
Summe variable Kosten [€]	14,07	135,33	64,96

Abbildung 18 zeigt, in welchen Dimensionen des Flächenaufmaßes die einzelnen Methoden rationell erscheinen. Außerdem liegen der auf ein Jahr angelegten Kalkulation die jeweiligen Anschaffungspreise (abgeschrieben auf eine 3-jährige Nutzungsdauer), die oben beschriebene durchschnittliche Anzahl Eckpunkte/ha und Bruttoarbeitskosten von 35,40 €/Akh (vgl. Möhring et al. 2020) zu Grunde.

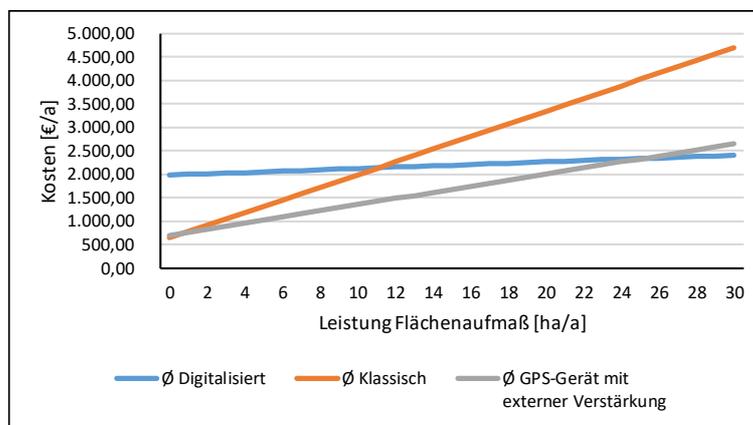


Abbildung 18: Break-Even-Analyse der jährlichen Kosten verschiedener Vorgehensweisen für das Flächenaufmaß

Die Berechnung der Rentabilitätsschwellen zeigt, dass sich der Einsatz des untersuchten Gerätes mit externer GNSS-Verstärkung bereits „ab dem ersten aufgemessenen Hektar“ als die günstigste Methode auszeichnet. Zudem wird dargestellt, dass sich der Einsatz der klassischen Methode bis zu etwa 11,0 ha/a gegenüber der digitalisierten Variante (LogBuch) als vorteilhafter erweist. Zugleich zeigt die Steigung der Graphen, dass das Aufmaß jedes zusätzlichen Hektars mit LogBuch mit 14,07 € am günstigsten ist. So fallen beim Einsatz des GNSS-Gerätes mit externer Antenne variable Kosten in Höhe von 64,96 € bzw. bei der klassischen Methode 135,33 € je weiteren Hektar an.

#### 4.4. Zwischenfazit

##### 4.4.1. Suche und Dokumentation von Grenzverläufen

Wie erwähnt, äußern sich die Eigentumsstrukturen des Privatwaldes oftmals durch geringe Betriebsgrößen. Zudem ist der Verlauf der Eigentums Grenzen v.a. im Wald häufig nicht eindeutig zu erkennen. Oft fehlen klare und allgemein anerkannte Markierungen. Vielfach sind insbesondere markante Grenzsteine nicht vorhanden oder bspw. durch Laub bedeckt. Einige sind durch mechanisierte Holzerntemaßnahmen beschädigt worden und/oder nicht mehr sichtbar (vgl. Abbildung 12 Mitte und rechts). Im Zuge der Datenaufnahmen konnte wiederholt festgestellt werden, dass der jeweilige Grenzverlauf v.a. in homogenen, grenzübergreifenden Beständen und im Realteilungsgebiet nicht eindeutig zu erkennen war. Forstwirtschaftlich äußerte sich dies im Rahmen der Datenerhebung wiederholt in zwei Extremen: Entweder wurden entlang des vermuteten Grenzverlaufes keine forstlichen Maßnahmen durchgeführt oder es fanden sich teils mehrere, räumlich eng beieinanderliegende Grenzmarkierungen, welche mäandrierend um den tatsächlichen Grenzverlauf verliefen.

Zur Auffindung und Dokumentation der Grenzpunkte galt es zunächst die Ortungsgenauigkeit von LogBuch bezüglich der Grenzpunkte zu überprüfen. Mit Hilfe der Ergebnisse lässt sich der im Zusammenhang der Genauigkeitsuntersuchungen (vgl. Kapitel 3.5) abgeleitete Suchkorridor von 50,3 auf 27,0 m<sup>2</sup> verringern. Bereits die 50,3 m<sup>2</sup> führten zu einer hilfreichen Einschränkung des möglichen Grenzverlaufes und bieten so ein geeignetes Feld zur Grenzfestlegung. Innerhalb dessen kann nun entweder die Flucht zu bekannten Grenzpunkten oder die Einigung mit dem benachbarten Eigentümer auf einen Grenzpunkt gesucht werden. Die maßgebliche Verkleinerung des Korridors dürfte die Suche bzw. die gütliche Einigung auf den jeweiligen Grenzpunkt erleichtern und somit Streitpunkte beseitigen. Gleichzeitig bietet sich hier die Verwendung von Korrekturdaten wie bspw. SAPOS<sup>77</sup> an. Jedoch ist die Nutzung oftmals mit zusätzlichen Kosten verbunden. Ferner können diese die im Wald ohnehin schon mit Unsicherheiten belegte Positionsbestimmung ggfs. weiter verfälschen. Außerdem steht das zur Übertragung der Korrekturdaten benötigte Netz nicht flächendeckend zur Verfügung (ppm 2019).

Es stellte sich heraus, dass die Grenzverortung in kuperem Gelände durchschnittlich fast doppelt so viel Zeit je Eckpunkt bedarf, wie es in flacheren Gegenden der Fall wäre. V.a. die vergleichsweise hohe Standardabweichung als auch das geringe Bestimmtheitsmaß der Tätigkeiten in kuperem Gelände unterstreichen dieses Ergebnis. So zeigt letzteres, dass die Beziehung der Distanz einzelner Grenzpunkte nicht in einer linearen Beziehung mit der Anlaufzeit steht. Demnach ist der zeitliche Aufwand je Punkt nur grob planbar und kann starken Schwankungen unterliegen. In kuperem Gelände ist hierfür u.a. das Bergauflaufen oder das Einfluchten zwischen den Grenzpunkten als Grund für die Planungsunsicherheiten anzuführen. Bspw. lagen einige Eckpunkte so weit auseinander, dass sie aufgrund der Hangneigung jeweils nicht einsehbar waren. Dies könnte bei der Bewirtschaftung zu Problemen führen

---

<sup>77</sup> SAPOS ist der Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung. Er nutzt die Signale der global agierenden Satellitennavigationssysteme GPS, GLONASS, Galileo sowie lokaler Erweiterungssysteme. U.a. durch hohe Signaltaktungen ist eine deutlich präzisere Lokalisierung möglich (Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen o.J.b).

und erfordert das genannte Einfluchten sowie farbliche Markieren des Grenzverlaufes. Die Punkte der zweiten Kategorie (übersichtliches Gelände) erforderten i.d.R. kein Einfluchten. Möglicherweise findet sich hier zusätzlich ein Grund für die erheblich geringeren Verortungszeiten der Grenzpunkte.

Die angeführten Planungsunsicherheiten erschweren den Kostenvergleich zu anderen Verfahren erheblich. Zudem finden sich in der Literatur keine belastbaren Aussagen zu zeitlichen und finanziellen Aufwänden der Grenzfindung. Jedoch liegt für die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Flächen in stark kupertem Gelände das formlose Angebot eines öffentlich bestellten Vermessungsingenieurs zur Verortung der Grenzpunkte vor. Dieses benennt Vermessungsarbeiten im Wald als „stets erheblich“ und sieht nicht weiter aufgegliederte Kosten zwischen 1.500,- und 3.000,- € für die Verortung der Eckpunkte vor (Anonym 2020a). Die zwei betroffenen Flurstücke befinden sich im Realteilungsgebiet und entsprechen insgesamt 1,8 ha Privatwald. Ein weiteres formloses Angebot zur Einmessung der zwei Waldgrundstücke findet sich bei Anonym (2020b). Demnach veranschlagt die zuständige Staatsforstverwaltung pauschal einen Stundensatz von 90,- € netto. Dabei solle mit einem Zeitaufwand von bis zu 20 Minuten/Eckpunkt kalkuliert werden. Des Weiteren können die nun festgestellten Grenzpunkte aufgrund der Verortungsungenauigkeiten der eingesetzten Geräte nur als Vermutung gewertet werden. Die Gewähr für eine exakte Lokalisierung sei ausgeschlossen (Ebenda). Ein solches Vorgehen bei Grenzverortungen wird auch durch HessenForst (Anonym 2020c) und den Staatsbetrieb Sachsenforst (2016) angewandt. Im Zuge der erprobten, ebenfalls gewährlosen Grenzfindung mit LogBuch liegen die maximalen Verortungszeiten zu 93 % unterhalb der genannten Eckdaten von bis zu 20 Minuten. Insgesamt verursacht hier weniger als ein Fünftel der Werte mehr als zehn Minuten Aufsuchzeit.

Bezüglich der Vorbereitungszeit im Innendienst (Erwerb der Katasterdaten, digitale Verortung der Grenzpunkte, Übertragung dieser in ein GNSS-fähiges Gerät etc.) finden sich keine Literaturangaben. Somit ist ein Vergleich der benötigten Zeiten mit den Werten Dritter nicht möglich. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Gebühren für den Erwerb entsprechender Katasterdaten im GIS-fähigen Format aufgrund der oben beschriebenen WMS zukünftig entfallen. Ist jedoch die Darstellung der Flurstücksgrenzen als Layer in der LogBuch-App gewünscht, erfordert dies den Erwerb von Katasterdaten im entsprechenden Format.<sup>78</sup> Derzeit betragen bspw. in Hessen die Gebühren mindestens 25,- € für Vektordaten mit Objektstruktur zuzüglich 1,80 € je Flurstück (VwKostO-MWEVW)<sup>79</sup>. In Niedersachsen beträgt die Mindestgebühr 50,- € zuzüglich 1,08 €/Flurstück, wobei die tatsächlichen Gebühren je Flurstück in Abhängigkeit des Datenformates nochmals einem Formatfaktor von maximal 1,0 unterliegen (Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen o.J.a).

Sollten Flurstücke durch das amtliche Vermessungswesen festgestellt werden, können erheblich höhere als die oben genannten Kosten entstehen. So legt bspw. Niedersachsen in der zugehörigen Kostenverordnung (KOVerm)<sup>80</sup> eine Grundgebühr von 200,- € fest. Hinzu kommen Gebühren für die Feststellung und Abmarkung von Grenzpunkten. Diese bemessen sich am jeweiligen Bodenwert und gestaffelt an der Anzahl der Grenzpunkte (KOVerm). So sind bspw. für die ersten beiden Eckpunkte bei einem Bodenwert bis 7,50 €/m<sup>2</sup> in Summe 565,- € zu veranschlagen. In Brandenburg werden wiederum im Rahmen der genauen Vermessung von Waldflächen in Summe rund 8,- €/lfm Grundstücks-

---

<sup>78</sup> Zum aktuellen Zeitpunkt (April 2020) ist eine Darstellung der WMS-Layer im LogBuch-Smartphone nicht möglich.

<sup>79</sup> Verwaltungskostenordnung für den Geschäftsbereich des Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (VwKostO-MWEVW) vom 19. November 2012 in der letzten berücksichtigten Änderung: Anlage zu § 1 geändert, Anlagen 2 und 3 neu gefasst durch Verordnung vom 28. Januar 2020 (GVBl. S. 98)

<sup>80</sup> Kostenverordnung für das amtliche Vermessungswesen (KOVerm) vom 25. März 2017 in der letzten berücksichtigten Änderung: Anlagen 1, 3 und 4 geändert durch Artikel 1 sowie Anlage 1 geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 02.12.2019 (Nds. GVBl. S. 366)

grenze veranschlagt (Rathmann 2021). Demgegenüber existiert in einigen Bundesländern das Ehrenamt des Feldgeschworenen.<sup>81</sup> Dieser arbeitet eng mit den Vermessungsbehörden zusammen und kann im Zuge eines Verwaltungsaktes ebenfalls Grenzabmarkungen vornehmen (Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung o.J.). Da dieses Ehrenamt mittels Aufwandsentschädigung abgegolten wird (Ebenda), kann hier eine günstigere und gleichzeitig anerkannte Alternative zur Grenzvermessung vorliegen. Gleichzeitig bietet sich grundsätzlich die Möglichkeit zur gleichmäßigen Teilung der Kosten zwischen den jeweils beteiligten Eigentümern (vgl. § 919 III BGB<sup>82</sup>).

Im Zusammenhang mit den Schritten der Inventur und Planung ist die Kenntnis um die zum Betrieb gehörende Fläche von essentieller Bedeutung. Sollten diesbezüglich Unklarheiten bestehen, findet sich in LogBuch ein geeignetes System zur Verortung im Gelände. Angesichts der jährlichen Miete des erprobten Soft- und Hardwarepaketes von rund 1.968,- €, erscheint LogBuch jedoch nur dienlich, wenn sich weitere betriebliche Anwendungsfelder wie bspw. der Lokalisation von Habitatbäumen finden. Sollte die adäquate Auslastung des Systems gewährleistet sein, eignet es sich zur einfachen und verhältnismäßig präzisen Lokalisierung von Grenzpunkten. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass staatliche Forstverwaltungen ein ähnliches Verfahren einsetzen und somit den tatsächlichen Grenzverlauf ebenfalls nur auf einen geringeren Korridor eingrenzen.

#### 4.4.2. Flächenaufmaß

Gerade im Hinblick auf die Personalkosten stellt die Reduzierung des bei Loose (2008) erkennbaren, hohen zeitlichen Aufwandes ein wichtiges Ziel im Forstbetrieb dar. Bei Unterstellung von Lohnkosten in Höhe von 35,40 €/Akh (Möhring et al. 2020) wird die Bedeutung der Rationalisierung solcher Tätigkeiten deutlich. Zunächst stellen insbesondere die unterstellten Lohnkosten eine geeignete Diskussionsgrundlage dar. Gegenüber dem hier angegebenen Wert weist das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (2015 in Boden 2020, S. 9) 76,66 € netto für Beschäftigte im gehobenen Dienst aus. Dies gilt jedoch, wenn entsprechende Bedienstete des Landes für Dritte entgeltlich tätig werden. Dennoch lässt sich der maßgebliche Einfluss der Lohnkosten auf die Rentabilitätsschwelle der Systeme erkennen. Somit scheint an dieser Stelle die Qualifikationsebene des eingesetzten Personals hinsichtlich der genannten Fragestellungen von großer Bedeutung. Grundsätzlich weist Hoffmann (2005) durch seine Zeitstudien zum Einsatz von GNSS-Geräten jedoch bereits auf das vorhandene Rationalisierungspotential beim Flächenaufmaß hin.

Einen weiteren Schritt in Sachen Rationalisierung birgt das oben zum Flächenaufmaß genutzte LogBuch. Dieses enthält zwar in der Miete für Soft- und Hardware hohe jährliche Kosten, zeigt aber in puncto Geschwindigkeit und Komfort ein großes Plus. Dem Autor ist im Zusammenhang mit dem tatsächlichen Flächenbegang kein anderes Verfahren bekannt, welches einen durchschnittlichen Zeitaufwand von nur 39 Sekunden/Messpunkt bzw. 23,6 Minuten/ha für das vollständige Aufmaß einer Fläche benötigt. Die anderen, oben beschriebenen Vorgehensweisen stellen allesamt den Teil eines gebrochenen Verfahrens dar. So ist es hierbei erforderlich, die dokumentierten Eckpunkte in ein drittes Programm zu übertragen. Erst hier können Flächenumfang und -inhalt berechnet werden. Gerade das klassische Verfahren ist für Übertragungsfehler anfällig. Dagegen arbeitet das digitalisierte Verfahren ohne Medienbrüche. Es ermöglicht ein schnelles Flächenaufmaß sowie die fehlerfreie Übertragung der

---

<sup>81</sup>Dieses Ehrenamt ist insbesondere im bayerischen Franken verbreitet. Allein in Bayern existieren mindestens 23 verschiedene Bezeichnungen für dieses Ehrenamt. Dazu zählen bspw. Siebener, Flurer oder Grenzsteinsetzer (Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung o.J.).

<sup>82</sup> Bürgerliches Gesetzbuch (BGB). In der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Januar 2002 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738). Das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 9. Juni 2021 (BGBl. I S. 1666) geändert worden ist.

Einzelflächen in digitale Karten. Letzteres kann bspw. die Beantragung von Fördermitteln für die Flächenräumung oder Wiederaufforstung unterstützen. Gleichzeitig bietet die GIS-konforme Darstellung neuer Flächen eine Basis für spätere Prozesse der Inventur und Planung. Jedoch muss sich der jeweilige Nutzer angesichts der hohen Kosten über die eigenen Ansprüche an Komfort, Messgeschwindigkeit und v.a. -genauigkeit sowie der Möglichkeiten zur Systemauslastung im Klaren sein.

Zudem wurde festgestellt, dass seitens LogBuch bei der Herleitung von Flächenmaßen aus zuvor definierten Ortsmarken die Höhenunterschiede dieser Punkte vernachlässigt werden (vgl. LogBuch 2021). Demnach handelt es sich bei den dargestellten Flächeninhalten und -umfängen um Daten einer horizontal projizierten Fläche. Folglich können entsprechende Werte in stark geneigtem Gelände lediglich als Indiz für den tatsächlichen Flächeninhalt und -umfang gelten. Dieses Indiz kann bspw. mit Hilfe klassischer Verfahren und dem Auswertungstool nach Loose (2008) nochmals präzisiert werden.

Eine weitere Möglichkeit findet sich u.a. im Einsatz unbemannter Fluggeräte, welche georeferenzierte Bilder erstellen. Insgesamt ist neben den Anschaffungs- und gegebenenfalls vorhandenen Fixkosten der einzelnen Utensilien der mit den jeweiligen Gerätschaften verbundene Arbeitsaufwand von zentraler Bedeutung. So erfordern einige Aufmaßverfahren auf der Fläche selbst vorbereitende Maßnahmen. Darüber hinaus können Verfahren wie das der Tachymeterbussole unter Umständen den Einsatz einer zweiten Person, welche für die korrekte Ausrichtung der Referenzeinheit Sorge trägt, verlangen. Zeit- und personalintensive Verfahren steigern den Arbeitsaufwand und somit die variablen Kosten des Verfahrens. Hinsichtlich des Flächenaufmaßes mit LogBuch stellt Boden (2020) eine relative Abweichung von etwa zwei Prozent im Vergleich zur Methodik der Tachymeterbussole fest.

Ebenso findet sich eine weitere Möglichkeit des Flächenaufmaßes in der Nutzung handelsüblicher GNSS-Geräte. Mit diesen kann der Anwender die Koordinaten der entsprechenden Eckpunkte erfassen. Die zugehörigen Aspekte der Genauigkeit und des Aufwandes wurden durch Boden (2020) jedoch nicht untersucht. Allerdings ist dem Autor der vorliegenden Arbeit der Einsatz dieser Kombination in Privatforstbetrieben bekannt. In diesem Zusammenhang wird durch die Akteure jedoch der Aufwand durch bspw. Schnittstellenproblematiken oder Herausforderungen bei der wetterfesten Dokumentation relevanter Flächeninformationen kritisiert.

Im Kontext der GIS-konformen Darstellung der mit dem oben beschriebenen System „LogBuch“ erhobenen Daten gilt es anzumerken, dass die im Webportal aus einzelnen Geomarken erstellten Linien und Polygone bisher nicht direkt aus diesem exportiert werden können. Es besteht aktuell lediglich die Option des Exports von Geomarken. Dabei wäre eine solche Exportfunktion bspw. in dritte bzw. umfanglichere GIS oder zu weiteren Akteuren hilfreich und möglicherweise effizienzsteigernd.<sup>83</sup>

V.a. die Spracherkennung und semiautomatische Auswertung durch LogBuch können zur Effizienzsteigerung beitragen und somit die hohen Fixkosten der Gerätemiete kompensieren. In diesem Kontext wurde bspw. seitens des Bundesforstbetriebes im Rahmen einer Fallstudie ein ähnliches System zur sprachgestützten Einzelbaumerfassung und GNSS-basierten Verortung entwickelt. Dem Ansatz der Effizienzsteigerung folgt grundsätzlich auch das Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT (2019). Hier wird der Spracherkennung ressourceneffizienter Einsatz und das Potential zur Fokussierung auf Kernaufgaben zugesprochen. Das unterstreichen zum einen die durchschnittliche Länge der Sprachaufnahme von zwei Sekunden/Messpunkt bzw. 73,8 Sekunden/ha. Zum anderen ermittelt Corput (2019) im Bereich der Agro- und Biotechnologie einen zeitlichen Vorteil solcher Datenerfassung von bis zu 92 % gegenüber der analogen Dokumentation auf Papier. Gleichzeitig stellt sie fest, dass

---

<sup>83</sup> Eben dieser Forderung begegnete der Anbieter des Systems nach Ende der Untersuchungen und führte die Funktion im August 2021 ein. Hiernach wird der Download selbsterstellter Linien und Flächen dem Anwender im GIS-konformen Format „GeoJSON“ angeboten.

dieser Vorteil stark von der jeweiligen Aufgabe abhängt und in einem anderen Dokumentationsbereich auf 45 % Zeitersparnis gegenüber der analogen Variante sinkt. Insgesamt wirkt sich die Kombination aus der sogenannten „hands-free – eyes free“ Datenerfassung und der speziell in Bezug auf LogBuch verwendeten Speech-to-Text Lösung des Internetkonzerns Google positiv aus. Hinsichtlich der Rentabilitätsschwelle tragen eine mehrjährige Nutzung der Geräte sowie, in Bezug auf LogBuch, eine individuelle Zusammenstellung des Hardwarepaketes maßgeblich zur Absenkung dieser bei. Bspw. bei Verzicht auf eine extern verstärkte Verortung, kann der Break-Even-Point des digitalisierten Verfahrens erheblich verschoben werden. Jedoch birgt die hohe Abweichung des internen GNSS-Signals im Bereich des Flächenaufmaßes die Gefahr grober Fehleinschätzungen bspw. bei Bestellungen des Pflanzenbedarfs. Daher ist in diesem Fall von solch vermeintlichen Einsparungen abzuraten.

Zusammenfassend lässt sich ein merklicher Vorteil der digitalen Lösungen wie bspw. LogBuch gegenüber klassischen Flächenaufmaßverfahren ermitteln. Außerdem vereinfacht dieses Tool die Orientierung im Wald und kann so zu großen zeitlichen sowie administrativen Einsparungen führen. Die beschriebene Beschränkung des Tools auf die Tätigkeit des Flächenaufmaßes wird mitunter nicht zur Rentabilität des eher hochpreisigen Systems führen. Jedoch könnte die Wirtschaftlichkeit der Anwendung grundsätzlich durch den erweiterten Einsatz in unterschiedlichen forstlichen Aktivitäten, wie sie bereits u.a. im Anhang (S. XII) skizziert sind, erreicht und eventuell gesteigert werden.

#### 4.4.3. Gesamtbetrachtung des Systems „LogBuch“

Das System „LogBuch“ hat vorrangig die Datenlokalisierung per GNSS und Datenerhebung mittels Sprachnotizen zum Ziel. Dennoch lassen sich diesem Ziel grundsätzlich auch die flächenbezogene Verwaltung dieser Daten und die sich hieran eventuell anschließende Darstellung gegenüber Dritten unterordnen. Zentraler Einstieg zu dieser Verwaltungsoption ist aber die flexible Attributierung und Dokumentation relevanter Geometrien. Neben der arbeitserleichternden und u.U. zeitlich effizienten Möglichkeit der Spracheingabe zählt hier jedoch vorrangig die verhältnismäßig genaue Lokalisierung und spätere Darstellung dieser Geometrien auf unterschiedlichen Kartengrundlagen zu den wesentlichen Elementen des Systems. Die angesprochene Verwaltungsoption äußert sich u.a. in der individuell erstellbaren Datenhierarchie welche bspw. die systeminterne Einteilung der Daten in unterschiedliche Reviere, forstliche Abteilungen oder Maßnahmen zulässt. Innerhalb dieser individuell angelegten Themenreiter findet sich wiederum die Möglichkeit der Darstellung auf unterschiedlichen Kartenlayern, aber v.a. auch die Option des Filterns nach bspw. Kategorien oder Erhebungsdaten. Unterstützt wird diese Möglichkeit durch unterschiedliche Exportformate. Insbesondere diese lassen weitere Auswertungen in Tabellenkalkulationsprogrammen oder dritten GIS zu.

Ein weiteres wesentliches Merkmal der Anwendung liegt mit dem einfachgehaltenen GIS im Webportal vor. Hier lassen sich die im jeweiligen Nutzeraccount hinterlegten räumlichen Informationen zunächst auf einer OpenStreetMap-Karte darstellen. Dieser Kartenhintergrund kann individuell über bspw. den Upload eigener georeferenzierter Karten oder WMS-Dienste gestaltet werden. Die im Kartenfenster angezeigten Geomarken können zudem auf Basis einfacher GIS-Operationen attribuiert oder exportiert werden. Zudem ist die Sichtbarkeit unterschiedlicher Layer und erzeugter Linien- und Flächengeometrien steuerbar. Somit stehen dem Nutzer zum einen vordefinierte, einfache GIS-Funktionen sowie eine kartographische Übersicht der jeweiligen betrieblichen Einheit zur Verfügung.

Über die anbieterseitig bestehende Wahl zur Buchung mehrerer Nutzeraccounts mit unterschiedlichem Funktionsumfang und entsprechender Preisgestaltung können die mit der Systemnutzung verbundenen Kosten nutzungsspezifisch koordiniert und kalkuliert werden. So ist es grundsätzlich möglich, einen voll funktionsfähigen Account zu erstellen und weitere Nutzerkonten mit weniger umfangreichen Lese- und Schreibrechten auszustatten. In diesem Kontext lassen sich z.B. Hierarchien abbilden

oder Dritte in betriebliche Abläufe einbinden. Letzteren können relevante Informationen jedoch auch über die erwähnten Exportfunktionen zur Verfügung gestellt werden.

Dem in Grundlagen skizzierten und exemplarisch untersuchten System lässt sich dennoch insgesamt ein merklicher Beitrag zur Rationalisierung forstlicher Arbeitsabläufe beimessen. Es eignet sich sowohl zur allgemeinen Orientierung als auch zur räumlichen Objektlokalisierung und -dokumentation. Dank der genauen Verortung auf der Fläche werden erhobene Daten räumlich präzisiert. Gleichzeitig ist der Gebrauch des extern verstärkten Signals diskutabel. Angesichts der hiermit verbundenen hohen Mehrkosten bei der Miete des Systems erscheint der Nutzen einer solchen Anwendung hinsichtlich einzelner Vertreter der mit der vorliegenden Arbeit angesprochenen Zielgruppe fraglich. Ein Kleinwaldeigentümer dieser wird wohl vor dem Hintergrund der erheblichen Mehrkosten vor der Nutzung zurückweichen. Daher erscheint eine solche Kombination für einzeln agierende Akteure an sich ungeeignet. Das in der vollumfänglichen Nutzung des analysierten Systems beinhaltete Rationalisierungspotential ist eher durch forstliche Dienstleister, Kooperationen oder Betriebe jenseits der Flächengröße der Zielgruppe ausschöpfbar. Insbesondere forstliche Dienstleister können mit LogBuch Daten präzise verorten, im zugehörigen Webportal auswerten und mit Hilfe des im Rahmen der vorliegenden Arbeit skizzierten Flächenmanagementprogramms (vgl. Kapitel 7) verwalten. Somit ließe sich ihr Angebot gegenüber kleineren Nicht-Staatsbetrieben um die Aspekte der Inventur oder zumindest die Datenerhebung bei ausgewählten Prozessen erweitern. Die genaue Lokalisierung kann mit Hilfe des externen GNSS-Signalverstärkers z.B. bei der Ermittlung von Grenzverläufen und im Zuge des Flächenaufmaßes von Relevanz sein. Somit erscheint LogBuch zur Verortung und Digitalisierung von Geometrien sowie der zugehörigen Attributierung grundsätzlich gut geeignet. Mit Blick auf präzisere betriebswirtschaftliche Aussagen zur optimalen Auslastung und den damit verbundenen Grenzkosten eines solchen Werkzeuges gilt es zukünftig weitere Studien anzustrengen.

Insgesamt kann das System bei hinreichender Auslastung einen merklichen Beitrag zur Rationalisierung betrieblicher Abläufe und insbesondere der Datenerfassung zur späteren Verwaltung in einem geeigneten Managementsystem darstellen. Dies gilt insbesondere in Abhängigkeit der Miete der gewählten Ausstattungslinie und der damit verbundenen Auslastung des Systems. Gemäß moderner Technik und der hieraus resultierenden adäquaten Datenbereitstellung erscheint die Entwicklung einer cloudbasierten Lösung mit integrierter einfacher GIS-Lösung wegweisend für z.B. die Konzeption eines smarten Flächenmanagementsystems. Diese eignet sich zum einen zur ortsunabhängigen Datenverfügbarkeit. Zum anderen findet sich hier die Option der Zusammenführung von Datenströmen aus unterschiedlichen Quellen, wie sie bspw. durch unterschiedliche Nutzeraccounts oder die kombinierte Anwendung von Smartphone-Applikation und Webportal entstehen können.

Nennenswertes Rationalisierungspotential forstlicher Prozesse deutet auch die weitere Verwendungsmöglichkeit von LogBuch bei der Hiebsvorbereitung an. So lassen sich neben einer fundierten Aussage bezüglich der Anzahl ausgezeichneter Bäume die jeweilige Baumart und BHD-Verteilung speichern und bspw. als MS Exceldatei exportieren. Dieses Vorgehen rationalisiert und konkretisiert nicht nur die Planung der Holzernte, sondern kann bereits im Hinblick auf die Dokumentation des anstehenden Vollzugs maßgeblich zur adäquaten Bewältigung dessen beitragen.

## 5. Attributierung der forstlichen Bestandeseinheit

### 5.1. Einführung und Ziel

Der Begriff „Informationsbedarf“ speist sich nach Struckmeier (1997, S. 26) u.a. aus der Bündelung von Informationsmenge, -art und -qualität, die Akteure zur Erfüllung betrieblicher Aufgabenstellungen benötigen. Gemäß Struckmeier (1997, S. 21) ist zur Ermittlung des Informationsbedarfs der Bedarf herauszustellen, welcher aufgrund der Aufgabenstellungen von den jeweiligen Akteuren gefragt ist. Bezüglich der Ermittlung des Informationsbedarfes für das forstliche Flächenmanagement wird unterstellt, dass der jeweilige Akteur zur Zielerreichung um rationales Handeln bemüht sei. Unter dieser Prämisse genügt es nach Struckmeier (1997, S. 21), nur den entscheidungsrelevanten Informationsbedarf darzustellen. Vor diesem Hintergrund erfolgt im Weiteren die Ermittlung geeigneter Parameter bei der Ausweisung geeigneter räumlicher Geometrien und inhaltlichen Attributierung dieser.

### 5.2. Material und Methoden

#### 5.2.1. Zuweisung räumlicher Geometrien

Die Zuweisung räumlicher Geometrien erfolgt v.a. auf Basis einer Literaturstudie. Neben klassischer Forsteinrichtungsliteratur (vgl. Gadow 2006, Kramer 1985 und Speidel 1972) findet sich ein Schwerpunkt auf den Forsteinrichtungsvorschriften einzelner Bundesländer (bspw. LWK 2013). Bei der Flächengliederung wird zunächst die Unterscheidung zwischen forstlicher und nichtforstlicher Betriebsfläche, Holzbodenfläche und Nicht-Holzbodenfläche sowie Wirtschaftswald und Nichtwirtschaftswald herausgestellt. Hierauf erfolgt die Untersuchung der Waldeinteilung. Dabei gilt es, die Grundlagen der Zuordnung von Planungseinheiten als Grundlage zielgerichteter Betriebsführung herauszustellen.

In Anbetracht der Tatsache, dass das Flurstück einer katastergenauen Zuweisung des Eigentums entspricht (vgl. §§ 2f. NVerMG<sup>84</sup>), wird dieser rechtsverbindlichen Einheit vor dem Hintergrund des kleinparzellierten Nicht-Staatswaldes besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Daher erfolgt u.a. in der erwähnten Vorschrift der LWK eine Untersuchung hinsichtlich des Themas „Flurstück“. Abschließend wird die Eignung des Flurstückes als Grundlage der Bestandesausweisung erörtert.

#### 5.2.2. Attributierung räumlicher Einheiten

Mit dem Begriff der räumlichen Einheiten ist der forstliche Bestand adressiert. In diesem Zusammenhang werden die regelmäßig dargestellten Daten der quantitativen Bestandesbeschreibung ermittelt. Ausgangspunkt sind die in den deutschen Staatsforstverwaltungen zu erfassenden Bestandesmerkmale. Diese finden sich größtenteils bei Thuemmler (2012) und werden im Weiteren tabellarisch zusammengefasst. So ergibt sich zunächst ein Überblick der potentiellen Vielfalt und Detaillierungsmöglichkeiten bei der Bestandesbeschreibung. Um diese Potentiale zu unterstreichen, erfolgt eine Analyse dieser gegenüber den Mindestanforderungen der Nutzungssatzrichtlinie nach BMF (2017).

Zudem bietet es sich im Bereich der inhaltlichen Attributierung an, die Bestandesblätter unterschiedlicher Forsteinrichtungswerke der verschiedenen Eigentumsarten zu analysieren. Dazu werden die Inhalte der jeweiligen Baumartenzeilen quantitativ untersucht. Darüber hinaus ist die Herleitung unter-

---

<sup>84</sup> Niedersächsisches Gesetz über das amtliche Vermessungswesen vom 12. Dezember 2002 (GVBl. Nr. 1 vom 10.01.2003 S. 5; 16.05.2018 S. 66)

schiedlicher Nutzungsvolumina eines Bestandes darzustellen. Grundlage dessen stellt die Unterscheidung nach Vor- und Endnutzung dar. Im Rahmen einer Literaturstudie werden entsprechende Merkmale für die Herleitung dieser Volumina recherchiert. In diese Studie fließen u.a. die genannten Vorschriften der Länder sowie vorliegende Forsteinrichtungswerke ein.

Ein weiteres Ziel der Arbeit stellt zunächst die Quantifizierung einzelner Parameter der Dokumentation des forstlichen Vollzugs dar. Es wird untersucht, ob und inwiefern es forstlichen Akteuren möglich ist, jenseits der einkommenssteuerrechtlichen Anforderungen Elemente des Naturalvollzugs flächenbezogen zu dokumentieren. Die zielgerichtete Erfassung geschieht bei der Auswertung der oben erwähnten Bestandesblätter nach vorhandenen Vorlagen für die Dokumentation auf diesen selbst.

### 5.3. Zwischenergebnisse

#### 5.3.1. Zuweisung räumlicher Geometrien

Wagner (1928 in Gadow 2005, S. 329) konstatiert, im Kontext planmäßiger Organisation gelte es wirtschaftliche Aspekte, welche räumlich auf der Betriebsfläche verortet seien, zu ordnen. Eine solche Ordnung bzw. Einteilung der Betriebsflächen erfolgt üblicherweise im Zuge der Forsteinrichtung. Der Ansatz zur Flächengliederung nach Kramer (1985) ähnelt merklich der Herangehensweise von Speidel (1972, S. 79), welcher sich wiederum an der 1954 durch die Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung empfohlenen Definition orientiert (vgl. Abetz und Mantel 1954). Hiernach besteht ein Forstbetrieb aus forstlichen und nichtforstlichen Betriebsflächen. Ersteren sind alle Flächen eines Betriebes, die den Zielen des Forstbetriebes dienen oder keine eigene wirtschaftliche Bedeutung vorweisen können, zugeordnet. Die forstliche Betriebsfläche wird im Weiteren in Holz- und Nicht-Holzbodenflächen unterteilt. Im Bereich der Nicht-Holzbodenflächen verortet Kramer (1985, S. 45) alle nicht bestockten Flächen, Wege und Schneisen mit mehr als fünf Metern Breite. Die Holzbodenflächen untergliedert er wiederum in Wirtschaftswald und Wirtschaftswald im außerregelmäßigen Betrieb (a.r.B.; Ebenda, S. 17). Somit können dem Wirtschaftswald an sich alle Holzbodenflächen, welche regelmäßiger Bewirtschaftung unterliegen, zugesprochen werden. Wie durch Abbildung 19 verdeutlicht wird, sieht Speidel die Einteilung der Gesamtbetriebsfläche zusätzlich in die Kategorie des Schutzwaldes vor.

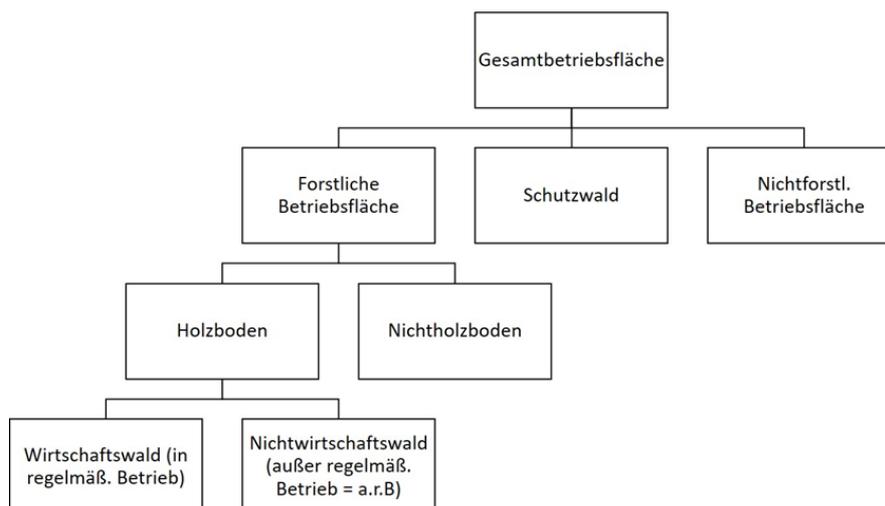


Abbildung 19: Schematische Gliederung des Forstbetriebes (Speidel 1972, S. 79)

Bei der Forsteinrichtung durch die LWK (2013) wird die Forstbetriebsfläche ebenfalls in Holz- und Nicht-Holzbodenflächen unterteilt. Demnach zählen zur Holzbodenfläche alle mit Waldbäumen bestockte und nur vorübergehend unbestockte Waldflächen. Hierzu zählen auch schmale Wege, Gräben

und Blößen. Folglich sind der Nicht-Holzbodenfläche alle anderen Flächenarten subsumiert. Darunter fallen bspw. Gebäude- oder Hofflächen, Holzlagerplätze und Unland. Des Weiteren wird die Holzbodenfläche u.a. in die Bewirtschaftungsklassen "Wirtschaftswald" und „Nichtwirtschaftswald“ gegliedert (LWK 2013, S. 13). Die hessische Anweisung für Forsteinrichtungsarbeiten (HAFEFA) folgt ebenfalls dem Ansatz der weiteren Gliederung. Allerdings werden hier die Begriffe der Baumbestandsfläche und der Nebenflächen geprägt (HMULF 2002, S. 5). Grundsätzlich schreibt das BMF (2017) im Rahmen der steuerlich relevanten Anerkennung eines Betriebswerks die Gliederung des Forstbetriebes in forstliche und nichtforstliche Betriebsflächen vor. Dabei ist die forstliche Betriebsfläche in Holz- und Nicht-Holzbodenflächen zu unterteilen. Entscheidend ist zudem, dass die eingeteilte Fläche im Weiteren die Grundlage für Inventur, Planung und Kontrolle darstellt (Speidel 1972, S. 79).

Aufgrund dieser Aspekte wird die Forstbetriebsfläche im Zuge der Waldeinteilung in hierarchisch angeordnete Einheiten gegliedert. Gadow (2006, S. 74), Kramer (1985, 62f.) und Speidel (1972, S. 215) sehen jeweils Distrikt oder Forstort, Abteilung, Unterabteilung, Unterfläche, Hilfsfläche und ideelle Teilfläche vor. Diese Titel sind in der genannten Reihenfolge einander hierarchisch zugeordnet. Dabei werden Abteilungen zudem nahezu deutschlandweit von Süd nach Nord und Ost nach West nummeriert und mit fortlaufenden, arabischen Ziffern versehen. Auf die detaillierte Ausführung der genannten Einheiten wird an dieser Stelle verzichtet. Dennoch sei darauf hingewiesen, dass Kramer (1985, S. 59) und Speidel (1972, S. 216) der Unterabteilung eine Flächengröße von drei bis fünf Hektar zuschreiben. Letzterer und auch Gadow (2006, S. 74) heben die Unterabteilung als kleinste Buchungseinheit des Betriebes hervor. Kramer (1985, S. 65) weist wiederum darauf hin, dass diese gelegentlich auch der Unterfläche zugeordnet werde. Zudem diene sie für Planung, Vollzug und Kontrolle.

Diese Struktur wird durch oftmals nur bedingt aufeinander abstimmbare Vorgehensweisen der Bundesländer angefüllt. Im Kontext der Waldeinteilung gelten oftmals unterschiedliche Bezeichnungen der ähnlichen oder mitunter gleichen Darstellungen. So wird die Unterabteilung i.d.R. mit Kleinbuchstaben versehen (Landeszentrum Wald Sachsen-Anhalt 2016; Staatsbetrieb Sachsenforst 2010; ThüringenForst 2010; Bundesanstalt für Immobilienaufgaben 2007; Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern 2007). Hinsichtlich der Unterabteilung wird wiederum z.B. in Nordrhein-Westfalen die Holzbodenfläche mit Großbuchstaben und die Nicht-Holzbodenflächen mit Kleinbuchstaben gekennzeichnet (LB WuH Ref. IV-4 2007). Der Freistaat Sachsen wendet Letzteres ebenfalls an. Außerdem ist es hier wiederum üblich, Unterabteilungen der Holzbodenfläche mit Kleinbuchstaben und die der Nicht-Holzbodenflächen mit Ziffern zu versehen (Staatsbetrieb Sachsenforst 2010).

Trotz der durch Kramer (1985, S. 65) erwähnten Verschiebung der Buchungsebene repräsentiert die Unterfläche, welche in Mecklenburg-Vorpommern wiederum als Teilfläche bezeichnet wird (Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei 2002), i.d.R. die kleinste kartographisch dargestellte Einheit. Auch im Freistaat Sachsen fällt diese synonyme Bezeichnung an. Die als Teilfläche bezeichnete Unterfläche ist im Vergleich zur oben erwähnten einstelligen Bezeichnung der Unterabteilungen mit einer zweistelligen Zahlenkombination kodiert (Staatsbetrieb Sachsenforst 2010). Im benachbarten Sachsen-Anhalt wird die Unterfläche mit der Kombination aus dem Buchstaben der Unterabteilung und lediglich einer Ziffer beschrieben (Landeszentrum Wald Sachsen-Anhalt 2016).

Die früher in Hessen und Niedersachsen ausgeschiedenen Hilfsflächen entsprechen dagegen nach Speidel (1972, S. 217) der kleinsten Einheit der Zustandserfassung. Die Bestandesdaten dieser sind nun Unterabteilungen oder -flächen zuzuordnen (Hessen-Forst 2010) oder alternativ in Unterflächen umbenennen bzw. den entsprechenden Beständen zuzuordnen (LWK 2013). Trotzdem ist gemäß der Niedersächsischen Landesforsten (o.J.) bzw. des Niedersächsischen Forstplanungsamtes (2009), und damit im Gegensatz zur LWK (2013), die Waldfläche neben dem bekannten Dreiklang aus Abteilung, Unterabteilung und Unterfläche zusätzlich in Hilfsflächen einzuteilen.

Detailliertere Ausführungen zu den Verfahren der einzelnen Bundesländer bei der Waldeinteilung finden sich in den entsprechenden Vorschriften der Bundesländer oder teilweise bei Thuemmler (2012). Sie stellt zudem fest, dass im Vergleich zwischen den von ihr untersuchten Vorschriften deutliche Unterschiede per se aber auch bezüglich der Waldeinteilung vorherrschen. So weist sie z.B. für einige ostdeutsche Bundesländer eine deutlich höhere Komplexität der Waldeinteilung bspw. gegenüber dem Freistaat Bayern oder Nordrhein-Westfalen nach (Thuemmler 2012, S. 26).

Im Kontext der Untersuchung hinsichtlich der Flurstücke ist nochmals der rechtsverbindliche Charakter des Liegenschaftskatasters als eigentumszuweisende bzw. -dokumentierende Größe zu unterstreichen. Das Liegenschaftskataster stellt das amtliche Verzeichnis der Flurstücke im Sinne des § 2 II der Grundbuchordnung<sup>85</sup> dar. Dieses Register verzeichnet u.a. Angaben zur räumlichen Lage, der Nutzungsart und exakten Flächengröße. Vor dem Hintergrund der zentralen Bedeutung des Flurstücks im Rahmen der Zuweisung des Eigentums (vgl. §§ 2f. NVerMG), entfaltet diese Einheit auch bei der Bewirtschaftung von Flächen zentrale Bedeutung. Dies wird z.B. in Hessen, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen durch entsprechende Vorgaben verdeutlicht. Sie fordern, dass die Forstbetriebsfläche grundsätzlich auf das Liegenschaftskataster abzustimmen ist (LWK 2013, HMULF 2002 und Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei 2002). Mit Hilfe dieser Gegenüberstellung erfolgt der Nachweis der Flächengleichheit des Forsteinrichtungswerkes mit den Katasterangaben. So enthält das forstliche Flächenverzeichnis eines Forsteinrichtungswerkes die Ergebnisse der Berechnung der Forstbetriebsflächen (LWK 2013).

Seitens der LWK wird dem Flurstück und somit dem Flächenwerk grundlegende Bedeutung beigemessen. Im Privatwald steht die Erfassung der Waldbesitzverhältnisse im Vordergrund. Daher erfolgt die Inventur flurstücksweise bzw. werden über das einzelne Flurstück alle weiteren Daten, insbesondere die der Waldbesitzerstruktur, verknüpft (LWK 2013). Ein Beispiel für die auf Basis des amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS) mögliche Flächeneinteilung findet sich in Abbildung 20. Hier ist zunächst das räumliche Nebeneinander zahlreicher Flurstücke dargestellt (Abbildung 20 links). Sodann erfolgt die Einteilung nach Abteilungen, Unterabteilungen und Unterflächen. In der letzten der drei Darstellungen ist erkennbar, dass klassische Merkmale der Zuordnung von Waldeinteilungseinheiten in solchen Fällen nicht berücksichtigt werden. So können zwar flurstücksübergreifend Merkmale einer Unterabteilung oder Unterfläche vorhanden sein. Doch aufgrund der i.d.R. eigentumsmäßig getrennten Einheiten treten diese forstwirtschaftlich relevanten Merkmale in den Hintergrund. Es zeigt sich deutlich, dass die entsprechende flurstücksübergreifende und rein flächenmäßig größere Ausweisung von Bewirtschaftungseinheiten durch wechselnde Eigentumsstrukturen oder die Flurstücksgrenze an sich limitiert ist.

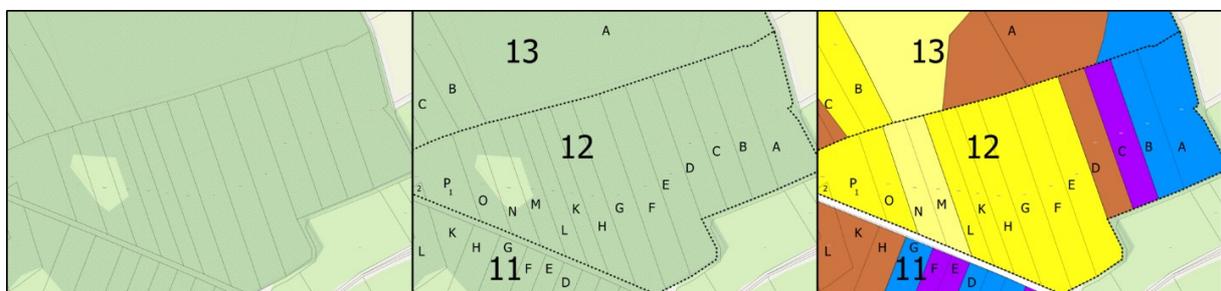


Abbildung 20: Vorgehensweise der Landwirtschaftskammer Niedersachsen bei der Waldflächeneinteilung gemäß ALKIS

<sup>85</sup> Grundbuchordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. Mai 1994 (BGBl. I S. 1114), die zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2602) geändert worden ist.

### 5.3.2. Attributierung räumlicher Einheiten

Es ist zunächst von Relevanz, dass bei der Attributierung räumlicher Einheiten mit Hilfe der Bestandesinventur zahlreiche Daten zu erheben und abzuleiten sind. Grundsätzlich meint der Begriff des forstlichen Bestandes ein Kollektiv an Bäumen auf einer zusammenhängenden Mindestfläche, welches wiederum eine einheitliche Behandlung erfordert bzw. ermöglicht. Dabei hängt die Mindestfläche maßgeblich von den Optionen der eigenständigen Bewirtschaftung ab (Speidel 1972, S. 81). Üblicherweise erfolgt die Inventur auf der Ebene des Einzelbestandes. Nach Bitter (1994, S. 163) etablieren sich in einigen Bereichen stichprobenbasierte Inventuren. Oppermann (2020) und Thuemmler (2012, S. 1) betonen dem gegenüber jedoch, dass die Stichprobenverfahren auf Bestandesebene nur zu belastbaren Informationen führen, wenn in jedem Bestand ausreichend Stichprobenpunkte vorhanden sind. Allerdings sei ein solches Ziel nur bei sehr großen homogenen Einzelbeständen oder einem eng gesteckten Netz von Stichprobenpunkten zu erreichen. Doch dies lassen sowohl ökonomische Zielsetzungen als auch strukturelle Rahmenbedingungen der deutschen Forstwirtschaft oftmals nicht zu. Daher fordern u.a. Nieschulze et al. (2005, S. 196f.), dass relevante Informationen auch zukünftig mit Hilfe traditioneller Bestandesinventur erhoben werden. Auch rechnen bspw. Speidel (1972, S. 81) oder Gadow (2005, S. 31) dem Bestand als Bewirtschaftungseinheit wesentliche Bedeutung hinsichtlich der Ermittlung des aktuellen Zustandes als auch des zukünftigen Potentials bei. Aus diesen Gründen liegt der Fokus der nachfolgenden Abschnitte auf den Merkmalen der Bestandesbeschreibung, welche im Kontext der Bestandesinventur erhoben und auf dem Bestandesblatt dargestellt werden.

#### Im Rahmen der Bestandesbeschreibung regelmäßig dargestellte Daten

Im Weiteren werden die bei der Bestandesbeschreibung regelmäßig in öffentlichen Forstbetrieben erhobenen, abgeleiteten und dargestellten Parameter dargestellt. Diese dienen als Ausgangspunkt für die Ermittlung der dann tatsächlich notwendigen Informationen eines Bestandesblattes in Bezug auf die Parameter der einzelnen Baumartenzeile. Im Zuge der Ergebnisdarstellung kann bei Thuemmler (2012) auf die Vorgaben von insgesamt elf Staatsforstbetrieben zurückgegriffen werden. Die erste Spalte von Tabelle 14 zeigt die dort herausgestellten Bestandesmerkmale. Zudem erfolgt die Hervorhebung der durch die Nutzungssatzrichtlinie gegenüber Privatforstbetrieben geforderten Merkmale (vgl. Tabelle 4), welche sich auch im Umfeld der Staatsforstverwaltungen wiederfinden und bspw. im Bereich der Bonitäten relativ variabel ausgestaltet werden. Die nachgeordneten Spalten unterscheiden nach der jeweiligen Vorschrift zwischen obligatorisch oder fakultativ zu erfassenden Daten.

Tabelle 14 zeigt innerhalb der dargestellten Merkmale deutliche Unterschiede in der Erhebungsquantität auf. Ein Drittel der aufgeführten Parameter wird durch alle Forstverwaltungen erfasst. Dabei unterliegen die Begriffe der Mischungsform und der Schäden nicht den Forderungen der Nutzungssatzrichtlinie. Es fällt auf, dass der Bestockungsgrad ebenso wie die Bonität nicht von allen Akteuren abgeleitet wird. Von nachrangiger Bedeutung scheinen auch die Darstellung des durchschnittlichen BHD und des Qualitätszustandes zu sein. Dies wird durch die explizite Möglichkeit der fakultativen Ausweisung nochmals betont. Ebenso steht im Bereich des Fakultativen die Grundfläche an sich zur Debatte. Dies gilt auch für weitere Merkmale wie bspw. die Mittelhöhe oder den Schlussgrad eines Bestandes. Detailliertere Auswertungen der einzelnen Vorschriften finden sich bei Thuemmler (2012).

Tabelle 14: Erfassung von Bestandesmerkmalen innerhalb ausgewählter deutscher Staatsforstverwaltungen (verändert nach Thuemmler (2012, S. 8); Forderungen der Nutzungssatzrichtlinie (vgl. Tabelle 4) sind grau hinterlegt)

Merkmal	Erhebung		
	Ja	Nein	Fakultativ
Alter	11		
Altersspanne	10	1	
B°	8	3	
BA	11		
BA-Anteile	11		
Begründungsart	8	3	
Behandlungszustand	10	1	
BHD	4	2	5
Bonität (absolut)	3		
Bonität (relativ)	7		
GF/Baumart	5	2	4
GF/Schicht	4	6	1
Mischungsform	11		
Mittelhöhe	5		2
Oberhöhe	7		
Qualitätszustand	6	3	2
Schäden	11		
Schichtung	11		
Schlussgrad	8	2	1
Vorrat (allg.)	11		

Zur Vertiefung der nach Thuemmler in Staatsforstverwaltungen erhobenen Parameter erfolgt nun der inhaltliche Vergleich verschiedener Bestandesblätter. Diese wurden u.a. über Internetrecherchen, das Landesarchiv Nordrhein-Westfalen oder institutionelle Kontakte zusammengetragen. Daher liegen die Merkmale von insgesamt 53 unterschiedlichen Bestandsblättern verschiedener Waldeigentumsformen vor. Hierbei stammen 68 % der Bestandesblätter aus dem Privatwald, neun Blätter aus körperchaftlichen und sechs aus staatlichen Einheiten. Zwei lassen sich keiner Waldeigentumsform zuordnen (k.A.). Tabelle 15 gibt die am häufigsten genannten Werte wieder. Dabei sind die Eigentumsformen spalten- und die Merkmale zeilenweise organisiert.

Tabelle 15: Summarische und anteilmäßige Darstellung der Informationen unterschiedlicher Bestandesblätter hinsichtlich der Inventurdaten

Eigentumsart Merkmal		N <sub>Privat</sub>	N <sub>Körperschaft</sub>	N <sub>Staat</sub>	N <sub>k.A.</sub>	N <sub>Ges</sub>	% <sub>Ges</sub>
		n = 36	n = 9	n = 6	n = 2	n = 53	
Nr. d. Bestandeseinheit		18	8	3	1	30	57
Baumart		36	9	6	2	53	100
Nennung d. Schichten		21	0	1	0	22	42
Anteil der Baumart an Bestandes- fläche	Angabe in %	27	7	6	2	42	79
	Angabe in ha	35	8	6	2	51	96
Alter	∅	35	9	5	2	51	96
	±	19	8	4	2	33	62
Höhe	Mittelhöhe	14	0	1	1	16	30
	Oberhöhe	1	2	2	0	5	9
	k.A.	12	6	2	1	21	40
Bonität	Relativ	32	5	5	2	44	83
	Absolut	5	3	1	0	9	17
BHD		22	4	1	1	28	53
GF		9	1	0	0	10	19
B°		34	7	5	2	48	91
Vorrat	Vorrat/ha	33	8	6	2	49	92
	Vorrat ges.	36	8	6	2	52	98
Zuwachs	lz/ha/a	29	7	5	2	43	81
	lz ges.	18	5	5	1	29	55

Gemäß Tabelle 15 weisen sämtliche der Bestandesblätter die entsprechende Baumart aus. Die zugehörige Bestandesschicht wird wiederum lediglich durch die Bestandesblätter der untersuchten Privat- und Staatswaldbetriebe ausgedrückt. Bei den Altersangaben einer Baumart erfolgen diese zu 96 % als Durchschnittswert. Im Kontext der Höhenangaben ergibt sich ein differenzierteres Bild. Hier findet sich bei rund 30 % die Angabe der Mittelhöhe und bei lediglich 9 % die Oberhöhe. In 40 % liegt keine Angabe bezüglich der Einheit vor. Ein Großteil der Bestandesblätter weist die Mischungsanteile der Baumart absolut und relativ aus. Dabei überwiegt die absolute Angabe. Die Grundfläche wird als Dichtheitsmaß eines Bestandes in 19 % der untersuchten Fälle eingesetzt. Dagegen verwenden 48 Bestandesblätter (91 %) den Bestockungsgrad. Die Merkmale „Vorrat“ und „Zuwachs“ werden grundsätzlich von allen Eigentumsstrukturen verwendet. Ein Großteil der Datenblätter führt zudem weitere Merkmale wie bspw. Angaben zur Bestandesentstehung, Datenaufnahmeart oder Schäden an.

#### Auf dem Bestandesblatt regelmäßig dargestellte Planungsergebnisse

Die nachfolgenden Analyseergebnisse der Ausprägung forstlicher Maßnahmenplanung auf Ebene der einzelnen Baumartenzeilen ist zunächst durch eine vergleichsweise geringere Anzahl auswertbarer Daten charakterisiert. So enthält eines der Bestandesblätter keine Angaben zur forstlichen Maßnahmenplanung im entsprechenden Bestand. Daher beschränkt sich die weitere Analyse auf lediglich 52 Datensätze. Der Aufbau der nachfolgenden Aufstellung orientiert sich an Tabelle 15.

Gemäß Tabelle 16 zeigt sich, dass insgesamt 64 % der Datenblätter die Nennung der Maßnahmenart und 65 % die von Holzerntemaßnahmen vorsehen. Hinsichtlich der Flächenangabe wird der absoluten

Einheit mit 79 % gegenüber der relativen (57 %) mehr Bedeutung beigemessen. Gleichzeitig kann es zur weiteren Trennung zwischen Vor- und Endnutzungsmaßnahmen kommen. So erfolgt die Flächenangabe teilweise nur bei Endnutzungsvorhaben. Demgegenüber sehen alle Bestandesblätter die Benennung des jeweils geplanten Holzerntevolumens vor. Die Benennung der Anzahl von Eingriffen im Kontext geplanter Maßnahme kann fakultativ entweder innerhalb der tabellarisch organisierten Darstellungsform eines Bestandesblattes oder darunter vorgenommen werden. Schließlich sieht rund ein Drittel aller Bestandesblätter ein Bemerkungsfeld zur Konkretisierung weiterer Maßnahmen vor.

Tabelle 16: Summarische und anteilmäßige Darstellung der Informationen unterschiedlicher Bestandesblätter hinsichtlich der Planungsdaten

Eigentumsart		N <sub>Privat</sub>	N <sub>Körperschaft</sub>	N <sub>Staat</sub>	N <sub>k.A.</sub>	N <sub>Ges</sub>	% <sub>Ges</sub>
Merkmal		n = 36	n = 9	n = 6	n = 1	n = 52	
Maßnahmenart		23	5	5	0	33	64
Zuordnung der Maßnahme (VN, EN o.a.)		24	5	4	1	34	65
beplante Fläche	in %	22	4	3	1	30	58
	in ha	27	8	5	1	41	79
Erntevolumen (Efm)	je ha	36	9	6	1	52	100
	i.G.	36	9	6	1	52	100
Dringlichkeit		11	5	0	0	16	31
Anzahl Eingriffe	in Tabelle	14	3	2	0	19	37
	unter Tabelle	11	3	1	1	16	31
Bemerkungen		9	3	4	1	17	33

### Dokumentation des Naturalvollzugs auf dem Bestandesblatt

Um dem Dreiklang aus Inventur, Planung und Kontrolle gerecht zu werden, findet sich auf einigen der Bestandesblätter eine entsprechende Dokumentationsmatrix. In Tabelle 17 erfolgt die quantitative Analyse der jeweils abgefragten und optional einzutragenden Parameter. Darüber hinaus bezieht sich die erste Zeile auf die Gesamtanzahl aller untersuchten Bestandesblätter. Die Werte der nachfolgenden Zeilen stehen in Relation zur ersten Zeile und drücken somit den Anteil des jeweiligen Merkmals im Bereich der Bestandesblätter, welche eine Dokumentationsmatrix enthalten, aus.

Hinsichtlich der in Tabelle 17 dargestellten Daten ist zunächst herauszustellen, dass sechs der untersuchten Bestandesblätter nicht in die Auswertung mit einfließen, da sich deren Darstellung auf die Bereiche der Inventur und Planung beschränkt. Hierzu zählen sämtliche Datenblätter, welche keiner Eigentumsform zuzuordnen sind. Somit ist das eventuelle Vorhandensein einer Maske für die Dokumentation des Naturalvollzuges nicht vollständig nachvollziehbar. Insgesamt liegen also bezüglich der Fragestellung die Daten für 47 Bestandesblätter vor.

Tabelle 17: Summarische und anteilmäßige Darstellung der Informationen unterschiedlicher Bestandesblätter hinsichtlich der Vollzugsdokumentation

Eigentumsart Merkmal		NPrivat	NKörperschaft	NStaat	NGes	%Matrix vorhanden
		n = 36	n = 6	n = 5	n = 47	
Dokumentationsmatrix vorhanden?		7	1	3	11	23
Wenn ja, wird der Vollzug gebucht?		1	-	2	3	27
Datum (allg.)		6	1	2	9	82
Bestand		2	-	1	3	27
Nr. d. Baumartenzeile		2	-	-	2	18
Baumart		2	-	-	2	18
Baumarten- gruppe		5	1	3	9	82
in %		-	-	-	-	-
Fläche	in ha	5	1	3	9	82
	k.A.	2	-	-	2	18
Menge / Volu- men	je ha	4	-	3	7	64
	i.G.	7	1	3	11	100
Maßnahmenart		7	1	2	10	91
Trennung Nutzung u. sonst. Maßnahmen		7	1	3	11	100
Kosten (allg.)		4	-	2	6	55
Benötigte Arbeitsstunden		2	-	-	2	18
Bemerkungen		5	1	2	8	73

Gemäß Tabelle 17 existiert lediglich auf elf Bestandesblättern eine Matrix zur Vollzugsdokumentation. Dementsprechend findet sich in der letzten Spalte der jeweilige Parameteranteil an dieser Gesamtheit. Insgesamt ist auf dreien dieser Muster die Angabe des entsprechenden Bestandes und die der BAG zu 82 % gefordert. Bezüglich der bearbeiteten Fläche ergibt sich wiederum ein differenzierteres Bild. In keinem der Fälle ist die Angabe des prozentualen Flächenanteils erforderlich. In neun Fällen hat die Flächenangabe in absoluten Werten zu erfolgen. Darüber hinaus wird großteils die Maßnahmenart erfragt. In sämtlichen Fällen ist eine Trennung zwischen Holznutzung und sonstigen Maßnahmen vorzunehmen. Schlussendlich erlauben durchschnittlich 73 % individuelle Bemerkungen. Im Bereich des Privatwaldes fallen fünf von sieben Bestandesblättern mit dieser Eigenschaft auf.

#### 5.4. Diskussion und Zwischenfazit

Mit Hilfe der nachstehenden Aspekte erfolgt die Einordnung und Diskussion der oben herausgestellten Ansätze des forstlichen Flächenmanagements. So weist schon Thuemmler (2012) auf die unterschiedlichen Komplexitätsgrade der Waldeinteilung in den staatlichen Forstverwaltungen der einzelnen Bundesländern hin. Hinsichtlich der Privatforstbetriebe lässt sich durch die Nutzungssatzrichtlinie dahingehend keine Vorgabe zur Waldeinteilung oder der Beschränkung ihrer Komplexität ableiten (BMF 2017). Wie bereits in Kapitel 5.3.1 beschrieben, wurde dieser Problematik in Hessen und Niedersachsen mit der strukturellen Auflösung bzw. Überführung der Hilfsflächen begegnet. Gleichzeitig bezeichnen die bspw. in Niedersachsen ausgewiesene Unterfläche und die in Mecklenburg-Vorpommern verbreitete Teilfläche inhaltlich das gleiche Element der Waldeinteilung im Nicht-Staatswald (vgl. LWK 2013 und Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei 2002). Eine weitere Absenkung des Komplexitätsgrades kann bspw. in Baden-Württemberg, dem Freistaat Bayern und Rheinland-Pfalz erkannt werden. Dabei gilt die Waldeinteilung in Baden-Württemberg, welche auf die Ausscheidung anderer Einheiten als Distrikte und Abteilungen verzichtet, lediglich im öffentlichen Wald

(Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum 2002). Zudem werden Unterabteilungen im Bereich des bayerischen Staatswaldes grundsätzlich nicht mehr ausgeschieden (Bayerische Staatsforsten 2011), dafür dürfen sie wiederum im Körperschaftswald in Ausnahmefällen aufgesetzt werden (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2012). Rheinland-Pfalz verzichtet aufgrund der Festlegung sogenannter „permanenter Waldorte“ auf die Ausscheidung von Unterabteilungen und kleineren Einheiten. Hier folgt die Hierarchie der Gliederung Distrikt, Abteilung und Waldort (Landesforsten Rheinland-Pfalz 2009). Aufgrund des dort verbreiteten Einheitsforstamtes kann davon ausgegangen werden, dass die im Bereich der Staatsforstverwaltung geltende Waldeinteilung sich zu Teilen auch im zugehörigen Nicht-Staatswald niederschlägt.

In aller Regel erfolgt die weitere Aufteilung der Abteilung in Unterabteilungen. Die Ausweisung dieser ist bspw. bei starken Bestandesunterschieden, verschiedenen waldbaulichen Zielsetzungen oder der Abgrenzung von Nicht-Holzboden- zu Holzbodenflächen angebracht. Kartographisch werden diese oftmals mittels durchgezogener Linien voneinander abgegrenzt. Getrennt liegende, aber sachlich zusammengehörende Unterabteilungssegmente können z.B. in Hessen kartographisch durch sogenannte Wolfsangeln verbunden werden (Hessen-Forst 2010). Dieses Zeichen erscheint jedoch aufgrund des Durchbrechens der Eindeutigkeit von Grenzen im Kontext der vorliegenden Arbeit unzweckmäßig.

An dieser Stelle sei zur Abrundung der festgestellten inhomogenen Strukturen die Gestaltung der jeweiligen Baumartenfarben bzw. -farbmuster erwähnt. So ist in Anlehnung an Wenzel et al. (2015), den Landesbetrieb Forst Brandenburg (2013b) und das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz (o.J.) die BAG „Fichte“ v.a. in den ostdeutschen Bundesländern grau eingefärbt. Gemäß dem Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2014), Wald und Holz NRW (2014) und den Landesforsten Rheinland-Pfalz (o.J.) erfolgt die entsprechende Einfärbung wiederum in blau. Besonders vielfältig erscheint das Bild angesichts der BAG „Kiefer“. Bspw. sehen Böckmann (2016), das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2014) sowie Wald und Holz NRW (2014) einen grauen Farbton, die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2005) einen hellblauen, Wenzel et al. (2015), der Landesbetrieb Forst Brandenburg (2013b) sowie das Landesforstpräsidium Freistaat Sachsen (2005) eine braune Färbung vor. Die aufgeführten Beispiele gelten oftmals für Staatsforstverwaltungen. Es bietet sich jedoch für Nicht-Staatswaldbetriebe u.a. aus organisatorischen oder betreuungstechnischen Gründen regelmäßig an, sich an den entsprechenden Farben des jeweiligen Bundeslandes zu orientieren. Gleichzeitig kann die skizzierte fehlende Einheitlichkeit für Betriebe mit Flächen in unterschiedlichen Bundesländern Fragen bezüglich der geeigneten Farbwahl aufwerfen. Ähnliches gilt für Betriebe, welche den Sitz der Betriebsführung in einem anderen Bundesland als die eigentliche Lage des Betriebes haben. Vor diesem Hintergrund bietet sich erhebliches Standardisierungs- und somit Rationalisierungspotential. Diesem kann mit Hilfe der im Anhang (S. XXIII) vorliegenden Farbcodes begegnet werden. Gleichzeitig sehen die dort empfohlenen RGB-Kodierungen aus Vereinfachungsgründen keine farbliche Abstufung innerhalb der Altersklassen entsprechender Baumarten vor.

Die Bedeutung des Flurstücks, insbesondere im forstlichen Kontext, wird des Weiteren auch durch das vermehrte Aufkommen digitaler flurstücksbezogener Angebote zur Mobilisierung des kleinstrukturierten Nicht-Staatswaldes unterstrichen. Digitale Anwendungen wie z.B. WoodsApp (Bitcomp o.J.) oder WaldExpert (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg o.J.) bieten dem Nutzer teilweise kostenfrei die kartographisch unterstützte Suche nach den jeweiligen Katasterdaten an. So können Anwender die relevanten Flächen über die Eingabe entsprechender Katasterdaten finden und bspw. zugehörige Umweltinformationen abrufen oder hierüber Kontakte zu professionell agierenden Forstakteuren aufbauen. Nicht zuletzt kann das Flurstück im Rahmen forstlicher Förderanträge ersatzweise zur Angabe des Waldortes ein zentrales Element darstellen. Dies gilt insbesondere für Anträge, die durch forstliche Zusammenschlüsse gestellt werden. Solchen Anträgen ist oftmals eine aktuelle

Mitgliederliste mit vollständiger Adresse der einzelnen Mitglieder und entsprechender katastermäßiger Angaben des zugehörigen Flurstücks in Form von Lage und Größe beizufügen.<sup>86</sup> An dieser Stelle kann die technisch einfache und für den Anwender bestenfalls kostengünstige Verwaltungsmöglichkeit solch flächenbezogener Informationen von großem Wert sein. Sie bietet zudem erhebliches Rationalisierungspotential im Zuge des eigentumsübergreifenden Flächenmanagements.

Bei der Untersuchung wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Bestandesblätter herangezogen. Jedoch stehen im Rahmen der Vergleichbarkeit u.a. die unterschiedlichen Eigentumsformen aber auch Betriebsgrößen und -organisationen zur Debatte. Grundsätzlich führt die Vielfalt der zu berücksichtigen Ansprüche an die Waldnutzung zu einem allgemein angestiegenen Informationsbedarf. Dabei variieren allein schon die Inventurgrößen in Abhängigkeit der jeweiligen Zielsetzung oder des individuellen Informationsbedarfes (Gadow 2005, S. 25). Gleichzeitig stellt Gadow zunehmend eine merkliche Berücksichtigung von Zustandsvariablen fest. Demnach wird der sonst oftmals im Zentrum stehende Informationsbedarf bezüglich des Holzvorrates durch weitere Parameter ergänzt bzw. kann unterstellt werden, dass die stoffliche Nutzung desselben bspw. im Kontext naturschutzfachlicher Maßnahmen in den Hintergrund tritt. Ein Indiz hierfür bieten die Bestandesblätter öffentlicher Forstverwaltungen, welche im Vergleich zu Nicht-Staatsforstbetrieben mehr Bestandesparameter aufweisen.

Die im Umfeld der Forsteinrichtung etablierte EDV kann die Aussagekraft des festgestellten Informationsbedarfs des forstlichen Flächenmanagements relativieren. Auch wenn innerhalb solcher Systeme zum einen möglicherweise institutionell bedingte Unterschiede vorliegen oder zum anderen per se Differenzen in der Ausgestaltung eines Bestandesblattes zwischen bspw. ost- und westdeutschen Bundesländern existieren, kann allein aufgrund der Verbreitung eines solchen Systems ein de-facto-Standard bezüglich der bereitgestellten Informationen erkannt werden. Dennoch sorgen sie angesichts dieser Informationen durch die normative Kraft des Faktischen für ein verhältnismäßig eingegengtes Angebot an Informationen. Dies erweckt wiederum den Eindruck, dass allein die mengenmäßige Verbreitung bestimmter Aspekte dem verbreiteten Informationsbedarf entspräche. Gleichzeitig erfordert der Informationstransport an sich eine solche Einengung. In diesem Kontext kommt es zu einem Spagat zwischen Kondensationsgrad und Darstellung des informationellen Gehalts, welche wiederum der Informationsverdichtung als Grundprinzip zu folgen hat (Kretzenbacher 1990, S. 33f.). Somit kann den Ergebnissen der Dokumentenanalyse vor dem Hintergrund informationeller Verdichtung und der Berücksichtigung weiterer Limitationen dennoch merkliche Aussagekraft beigemessen werden.

Insgesamt wurden zahlreiche Unterschiede zwischen den Bundesländern und insbesondere den Eigentumsformen festgestellt. Diese umfassen nicht nur einzelne Parameter der Bestandesbeschreibung, sondern auch die Waldeinteilung und Flächengliederung. Es bedarf also im Rahmen der Konzeption eines Flächenmanagementsystems der Standardisierung von Begrifflichkeiten und der zugehörigen Schreibweise bzw. kartographischen Darstellung. Dies gilt nicht zuletzt besonders für die Merkmale und Parameter im Zuge der Bestandesinventur und -planung. Insofern war es Ziel dieser Ausarbeitung, die Grundlage für einen entsprechenden Parameterkatalog auf Basis der etablierten Merkmale zu entwickeln. Er kann der Verbreitung und allgemeinen Akzeptanz eines solchen Systems dienen. Die Entwicklung von bundeslandspezifischen Lösungen, die die traditionellen Merkmale aufgreifen, erscheint demgegenüber weder angemessen noch zielführend erscheint. Grundsätzlich kann ein digitales und standardisiertes Flächenmanagementsystem bereits vorhandene Beratungs- und Betreuungsangebote strukturell und über Betriebs- und Landesgrenzen hinweg unterstützen.

---

<sup>86</sup> Bspw. Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung der nachhaltigen Waldbewirtschaftung in forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen. Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz III- 3 - 40-00-00.34 -Vom 30. Januar 2019 oder Antrag Förderung der Forstwirtschaft – Gewährung einer Zuwendung für Wegeausbau oder Wegeausbau oder Wegeggrundinstandsetzung. Rheinland-Pfalz. Vom 15. Juli 2019. GAK/L/De-M

## 6. Befragung zur Erfassung des Status quo und der Perspektiven eines Flächenmanagementsystems

Zur Konzeption eines smarten Flächenmanagementsystems ist es notwendig, den Informationsbedarf, welchen forstliche Akteure an die Inventur und Planung erheben, dezidiert zu benennen. In der Ermittlung dessen findet sich somit ein zentrales Ergebnis der vorliegenden Arbeit. Grundsätzlich unterstellt sie, dass das Bestandesblatt, wie es in Kapitel 5 untersucht wurde, nur ein bedingtes Spiegelbild des verbreiteten Informationsbedarfes forstlicher Akteure in entsprechender Bündelung von Informationsmenge, -art und -qualität darstellt. Übergeordnetes Ziel ist im Weiteren die Kondensation dieser Merkmale auf wenige, aber im Hinblick auf die forstbetriebliche Steuerung essentielle waldbezogene Informationen. Diese dienen den Akteuren als geeignete Managementgrundlage und können konzeptionell durch diese selbstständig erhoben werden. Die im direkten Austausch mit nicht-staatlichen Forstakteuren eruierten Ansprüche an zeitgemäße Betriebsführung und Herausforderungen des forstlichen Flächenmanagements runden die Ableitung des Informationsbedarfs praxisnah ab.

### 6.1. Material und Methoden

Dieser direkte Austausch wird bspw. durch zielorientierte Gesprächsführung mit relevanten Akteuren erreicht. Grundsätzlich stellen Interviews eine geeignete Form einer solchen qualitativen Datenerhebung dar (Dicicco-Bloom und Crabtree 2006, S. 314). Daher werden im Rahmen dieser Arbeit Interviews mit forstlichen Experten durchgeführt. Diese Gespräche dienen dabei insbesondere der Validierung und Konkretisierung der oben im Zusammenhang mit der Literaturstudie und Dokumentenanalyse ermittelten Merkmale. Für ein verbessertes Verständnis von einerseits der Notwendigkeit solcher Interviews und andererseits dem Vorgehen bei dieser Art der Gesprächsführung wird im Folgenden eine kurze Einführung in den Bereich der Interviewführung gegeben. Im Allgemeinen dient das Interview der direkten Informationsgewinnung und -verdichtung. Zudem können mit dieser Form der qualitativen Datenerhebung nach Schub von Bossiazky (1992, S. 87) Einstellungen der Interviewpartner gegenüber dem Befragungsthema eruiert werden. Die in diesem Zusammenhang gestellten Fragen leiten sich aus den Hypothesen der Forschungsarbeit ab (Friedrichs 1990, S. 204) und dienen in Kombination mit den zugehörigen Antworten der näherungsweisen Falsifizierung der Hypothesen. Um diesen Ansprüchen Folge zu leisten, bedingt die auf Interviews basierende wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung eine systematische Herangehensweise (Mayer 2013; Atteslander 2006).

Atteslander (2006, S. 124) unterscheidet die drei Formen des wenig strukturierten, teilstrukturierten und stark strukturierten Interviews<sup>87</sup>. Dabei entspricht Ersteres einer Befragung ohne einen das Gespräch gliedernden Fragebogen. Insofern beinhaltet es relativ große Freiheiten bezüglich der Anordnung als auch der situationsadäquaten Anpassung und Formulierung der Fragen. So ergibt sich ein flexibel gehaltenes Gespräch, in welchem der Fragende v.a. die Rolle des Zuhörers einnimmt und welches die Meinungsstruktur des Befragten ermitteln soll (Ebenda). Dem stellt der Autor das stark strukturierte Interview entgegen. Dieses verlangt einen sorgfältig vorbereiteten Fragebogen. Die starke Strukturierung äußert sich vorrangig in der Festlegung von Inhalt, Anzahl und Reihenfolge der Fragen (Ebenda). Aufgrund dieser Struktur können die Ergebnisse gut miteinander verglichen werden. Die teilstrukturierte Interviewführung stellt hingegen eine Kombination der vorgestellten Befragungsformen dar. Auch hier werden die Fragen vorbereitet, jedoch bleibt deren Reihenfolge offen. Das Gespräch basiert auf einem Leitfaden und bietet dem Fragenden so die Möglichkeit, vergleichsweise spontan

---

<sup>87</sup> Ein ähnlicher Ansatz findet sich bei der Unterteilung in (voll)standardisierte, halbstandardisierte und nichtstandardisierte Interviews bei Gläser und Laudel (2010, S. 41f.).

auf sich ergebende Themen zu reagieren und diese in den Mittelpunkt zu rücken (Ebenda). Diese Interviewform befindet sich im Spannungsfeld der Erfassung qualitativer und quantitativer Aspekte. Gleichzeitig bietet es die Möglichkeiten, die Datenerhebung mit Hilfe eigenständiger Interpretation als auch Messen entlang eindeutiger Skalen zu validieren (Atteslander 2006, S. 123). Als Beispiel für ein solch teilstrukturiertes Gespräch gelten leitfadengestützte Experteninterviews. Diese bieten zum einen den direkten Kontakt zu Fachleuten, welche über vertieftes und u.U. nicht frei erhältliches Wissen in einem speziellen Bereich verfügen (Gutsche 2014, S. 61), und zum anderen den Vorteil vereinfachter Informationsbeschaffung (Berekoven et al. 2001, S. 95 in Aghamanoukjan et al. 2007, S. 419). Die bewusste Orientierung an dem zuvor entwickelten Leitfaden gestattet zudem ein detaillierteres Nachfragen sowie die Generierung zusätzlicher Informationen durch eventuelle Ausschweifungen des Befragten. Es ist jedoch wichtig, dass der Fragende allzu weite Ausschweifungen gekonnt unterbindet. Da der Befragte nicht als Individuum, sondern als Experte und somit als Repräsentant einer Gruppe von Fachleuten interviewt wird, kommt dem Leitfaden hinsichtlich der Ausschweifungen eine hohe Bedeutung zu (Mayer 2013, S. 37). Des Weiteren bietet sich bei der praktischen Durchführung ein stichwortartiges Protokollieren oder die Dokumentation mittels Tonaufnahmegeräts an.

Hogl (2001, S. 112ff.) führt einige Fehlerquellen der Interviewführung im forstlichen Bereich an. So nennt er eine mit dem Gesprächspartner nicht übereinstimmende Bedeutung des Fachvokabulars und das Nichtäußern von inhaltlichem Unverständnis über das Gesagte als Fehlerquellen. Zudem führt Hogl die Möglichkeit zu großer persönlicher oder institutioneller Nähe der Gesprächspartner als Grund möglicher Realitätsverzerrungen an. Mit dieser Nähe seien gewisse Erwartungen an den jeweils anderen verbunden und es könne zur Vermeidung unbequem erscheinender Themen kommen. Allerdings können sie auch eine vertraute Atmosphäre schaffen und als Türöffner dienen (Bortz und Döring 2006, S. 74; Schraml 2001, S. 98). Grundsätzlich ist die Auswahl der Interviewpartner in Bezug auf Art und Qualität aber auch Vielfalt und Vergleichbarkeit der zu gewinnenden Informationen entscheidend (Gläser und Laudel 2010, S. 104 und 117). Die Anzahl der durchzuführenden Interviews wird u.a. durch die Verteilung von Informationen unter den Akteuren festgesetzt (Ebenda).

Da im Kontext der vorliegenden Arbeit mehrere, zueinander konträre Themenbereiche behandelt werden, erfolgt in Anlehnung an Gläser und Laudel (2010, S. 111) die Anwendung des leitfadengestützten Experteninterviews. In Relation zur quantitativ ausgerichteten Datenerhebung befindet sich das Hauptaugenmerk der qualitativen Forschung nicht auf der Repräsentativität erhobener Angaben, sondern es liegt vielmehr auf der Untersuchung bisher wenig erforschter Themenkomplexe. Dabei ist es das Ziel, explorativ und mithilfe der Interviews sowohl detaillierte als auch individuelle Einschätzungen und Erwartungen zu gewinnen (Mayring 2015, S. 33). Diese Form der Untersuchungsmethode erscheint zudem für diese Arbeit auch deshalb angebracht, weil zu dem Forschungsgegenstand kaum qualitative oder gar quantitative Untersuchungen vorliegen. Demnach kann ein explorativer Ansatz mit anschließender deskriptiver Auswertung als Schritt zur Schließung dieser Lücke gelten.

Zu diesem Zweck ist ein Leitfaden, welcher bei der Lenkung des Gespräches und somit der Fokussierung auf relevante Themenkomplexe unterstützt, zu entwickeln. Dieser besteht sowohl aus offenen als auch aus geschlossenen Fragen und findet sich im Anhang (S. XVff). Letztere sind durch Likert-Skalen von eins (stimme voll zu / erkenne sehr hohen Nutzen) bis fünf (stimme überhaupt nicht zu / erkenne keinen Nutzen) charakterisiert. Dies birgt für den Gesprächspartner die Vorteile, dass diese Skala weitestgehend den Schulnoten entspricht und er eine neutrale Haltung einnehmen kann. Offene Fragen werden wiederum in Anlehnung an Mayring (2015, S. 13) mit Hilfe von Häufigkeitsanalysen ausgewertet. Insgesamt ist der Fragebogen auf einen zeitlichen Erhebungsaufwand von ca. 30 Minuten ausgelegt. Neben allgemeinen bibliographischen und betrieblichen Daten sind u.a. die individuelle Bewertung einzelner Elemente des Flächenmanagements und die Relevanz digitaler Elemente im Zuge

dessen zu erheben. Dazu erfolgt die gezielte Befragung nach betriebsindividuellen Anlässen und Motivatoren zur systematischen Darstellung forstbetrieblicher Daten sowie nach der Bewertung einzelner Elemente klassischer Betriebswerke. Ebenso gilt es den Status quo der digitalen Verfügbarkeit von Elementen des betrieblichen Flächenmanagements wie bspw. Karten oder Bestandesdaten zu ermitteln. Überdies liegt ein Schwerpunkt auf der derzeitigen Handhabung der Gesprächspartner bezüglich der Dokumentation forstlicher Tätigkeiten und ihrer Einschätzung des zukünftigen Umgangs mit diesem Themenkomplex angesichts möglicher digitaler Weiterentwicklungen. Dies betrifft insbesondere die Anzahl und Ausgestaltung der hierzu benötigten Parameter. Dazu erfolgte bereits in Kapitel 5.3.2 eine Vorauswahl entsprechender Merkmale, welche wiederum seitens der Interviewpartner hinsichtlich ihrer Eignung, Relevanz und Ausgestaltung entlang einer Likert-Skala zu bewerten sind. Bei Bedarf kann diese Parameterliste durch den Gesprächspartner mit weiteren Merkmalen ergänzt werden.

Ziel dieser Methodik ist die bereits erwähnte Ableitung von Anforderungen an ein smartes Flächenmanagementsystem seitens nicht-staatlicher Waldeigentümer bzw. derer, die aktiv in die Betriebsführung eingebunden sind oder jene zeitnah übernehmen. Diese Akteure stellen im Bereich des forstbetrieblichen Flächenmanagements zentrale Schlüsselakteure dar. Ein Merkmal ist dabei, dass die im jeweiligen Eigentum befindliche Forstbetriebsfläche maximal etwa 500 ha beträgt. Dies führt regelmäßig dazu, dass sich eine solche Betriebsgröße nicht zur Generierung des Haupteinkommens des einzelnen Akteurs eignet (Becker und Borchers 2000) und oftmals kein forstfachliches Personal vorgehalten wird (Möhring et al. 2021). Häufig bedingt diese Größenordnung wiederum die Organisation in einem forstlichen Zusammenschluss gemäß §15 BWaldG. Gleichzeitig zählen auch forstbetriebliche Betreuer wie bspw. selbstständige Förster oder Geschäftsführer forstlicher Zusammenschlüsse zur Zielgruppe. Insbesondere Letzteren kommt bei der forstlichen Betreuung kleiner Eigentumsstrukturen eine erhöhte Bedeutung zu. Diese Faktoren bedingen ein potentiell erhöhtes Interesse der Akteure an der Konzeption eines smarten, zielgruppenadäquaten Flächenmanagementsystems. Somit zeichnen sich diese Akteure hinsichtlich des Themenfeldes als grundsätzlich gut geeignete Interviewpartner aus.

Erreicht wird diese Zielgruppe über verschiedene Kanäle. Zunächst eignet sich das institutionelle Umfeld des Autors der vorliegenden Arbeit. Zur Wahrung der Objektivität und der Generierung einer großen Vielfalt möglicher Antworten nach dem Prinzip der Varianzmaximierung (Patton 2002) erfolgt ein deutschlandweiter Aufruf zur Teilnahme an der Befragung. Dieser Aufruf wird per E-Mail-Newsletter an die Mitglieder der Nachwuchsorganisationen der Verbände „Familienbetriebe Land und Forst“ und „AGDW – die Waldeigentümer“ verbreitet. Neben diesen Ansprachen erfolgt die Weitergabe des Aufrufes über das sogenannte Schneeballsystem. Diese Art des Samplings erlaubt ein effektives Zusammenstellen von Stichproben und bietet Potential zur Gewinnung erschöpfender, multiperspektivischer Informationen bezüglich eines Sachverhaltes (Petrucci und Wirtz 2007; Reinders 2005, S. 120f.). Daher werden die Gesprächspartner zum Abschluss des Gespräches nach weiteren potentiellen Antwortgebern gefragt und zur Bewerbung der Interviewreihe gegenüber Dritten ermuntert.

Eine materielle Honorierung der Mitwirkung an der Interviewreihe unterbleibt. Neben der persönlichen Verbundenheit reicht der in der Befragung besprochene Themenkomplex und dessen praktische Relevanz als Anreiz zur Teilnahme aus. Aufgrund des explorativen Charakters der Interviewreihe besteht das quantitative Ziel darin, mindestens 20 unterschiedliche Gesprächspartner zu gewinnen. Diese repräsentieren bestenfalls verschiedene Betriebsgrößen, ungleiche räumliche Lagen Deutschlands sowie eindeutige Differenzen angesichts ihres forstlichen Ausbildungsgrades und beruflichen Schwerpunktes. Nicht zuletzt soll somit gemäß dem erwähnten explorativen Charakter ein erstes, möglichst vielfältiges Meinungsbild hinsichtlich der skizzierten Fragestellungen und Anforderungen an ein smartes Flächenmanagementsystem erstellt werden. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt mit Hilfe von MS Excel 2019, Version 1808 sowie des Statistikprogramms IBM SPSS Statistics 23.

Zur statistischen Auswertung wird die Altersstruktur der Probanden in drei Cluster unterteilt. Das Erste umfasst alle Teilnehmer, die zum Zeitpunkt der Erhebung maximal 29 Jahre alt waren. Diese Gruppe entspricht zum einen den sogenannten „digital natives“, welche gemäß statista (2020c) im digitalen Zeitalter aufwachsen und daher im Umgang mit digitalen Technologien vertraut sind. Allerdings wurde die bei statista auf das Geburtsjahr 1981 fixierte Altersgruppe zur zielorientierten Auswertung der Interviewergebnisse auf die genannte Altersobergrenze reduziert. Die nächste Altersklasse ist zwischen 30 und 59 Jahren alt. Oftmals sind sowohl Ausbildung als auch Studium mit Beginn des 30. Lebensjahres abgeschlossen (Statistisches Bundesamt 2020b) und die Akteure somit im beruflichen Umfeld gefestigt. Zudem besteht nach Wierling (2016) ab diesem Zeitpunkt ein geeignetes Alter für die Übernahme eines Forstbetriebes von der vorherigen Generation. Der dritten Altersklasse ( $\geq 60$  Jahre) kann zugesprochen werden, dass der Renten- oder Pensionsantritt zumindest erwogen wird. Die Auswertung nach Betriebsgrößen folgt den Größenklassen der dritten Bundeswaldinventur (vgl. BMEL 2016). Außerdem erfolgt die Unterscheidung der Probanden binär nach der Existenz eines forstlichen Ausbildungsstandes sowie der Differenzierung in laub- bzw. nadelholzgeprägte Betriebe.

U.a. aufgrund des explorativen Charakters der Studie beschränkt sich die statistische Analyse vornehmlich auf deskriptive Auswertungen sowie uni- und bivariate Analysemethoden. Zur Identifizierung signifikanter Gruppenunterschiede wird eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) unter Anwendung eines Post-Hoc-Tests angewandt. Nach der Prüfung auf Varianzhomogenität mit Hilfe des Levene-Tests erfolgt bei bestehender Varianzgleichheit ( $p > 0,05$ ) ein Tukey Post-hoc-Test. Bei der Ermittlung möglicher Varianzheterogenitäten ( $p \leq 0,05$ ) wird dagegen ein Tamhane Post-hoc-Mehrfachvergleich angewendet (Backhaus et al. 2018, S. 192; Brosius 2014, S. 263f.; Bühl 2008, S. 311f.).

## 6.2. Untersuchungsergebnisse

Gemäß Kapitel 6.1 gilt es den Informationsbedarf nicht-staatlicher Forstakteure angesichts des forstlichen Flächenmanagements mit Hilfe leitfadengestützter Experteninterviews zu ermitteln. Die entsprechenden Gespräche wurden von April bis August 2021 vornehmlich per Telefon geführt. In Summe nahmen hieran 55 Probanden teil. 63 % der Befragten wurden ausgehend von Kontakten in die Branche und unter Einbezug der oben erwähnten Verbände sowie 27 % mit Hilfe des sogenannten Schneeballsystems erreicht. Insgesamt kamen auf dieser Basis knapp 52 Interviewstunden zusammen.<sup>88</sup>

Im allgemeinen Mittel beträgt das Alter der Probanden 40,7 Jahre. Dabei reicht die Spanne von 24 bis hin zu 80 Jahren, welches wiederum zu einem Median von 35 und einer Standardabweichung von 15 Jahren führt. Insgesamt waren zum Zeitpunkt der Befragung 33 % der Beteiligten jünger als 30. Rund 16 % der Befragten entsprechen dem Alter von 60 und mehr Jahren. Der berufliche Schwerpunkt liegt bei 51 % der Probanden außerhalb der Forstwirtschaft.

Der überwiegende Teil der Gesprächspartner führt den Forstbetrieb insbesondere aus Gründen der Familientradition. Ferner finden sich in den Funktionen des Nebeneinkommens und des Vermögenserhalts bzw. dessen langfristige Mehrung weitere, ebenso hoch angeordnete Ziele. Neben diesem wirtschaftlichen Aspekt nennt ein Großteil der Probanden die Jagd als relevantes Ziel. Allerdings bedeutet der eigene Forstbetrieb für viele der Befragten neben der Möglichkeit zur aktiven Landschaftsgestaltung vor allem auch einen aktiven Beitrag zum Naturschutz.

Gemäß Abbildung 21 liegen 31 % der Forstbetriebe in Nordrhein-Westfalen. Zu etwa 15 % finden sich die Bundesländer Thüringen und Hessen wieder. Laut Abbildung 21 konnte abzüglich der Stadtstaaten

---

<sup>88</sup> Ausgewählte Erkenntnisse aus den durchgeführten Experteninterviews wurden am 14.09.2021 durch den Autor der vorliegenden Arbeit auf der Forstwissenschaftlichen Tagung in Freising vorgestellt.

lediglich aus Rheinland-Pfalz und dem Saarland kein Betrieb zur Teilnahme gewonnen werden. In Summe vertreten die geführten Expertengespräche rund 9.173 ha Forstbetriebsfläche und die zugehörigen Betriebe weisen durchschnittlich eine Größe von 166,8 ha auf. Dabei reicht die Spanne der Betriebsfläche von 2,3 bis hin zu maximal etwa 850 ha.<sup>89</sup> Median und Standardabweichung betragen 123 bzw. 163 ha. Angesichts des geringen Stichprobenumfangs von 55 Interviews werden die Größenklassen nach BMEL (2016) zu drei etwa gleich großen und vergleichbaren Clustern zusammengefasst. Nach Tabelle 18 unterliegen 21 der beteiligten Betriebe (38 %) der Größenklasse von weniger als 100 ha. Gleichzeitig finden sich in den nächsthöheren Größenklassen (100-199 bzw.  $\geq 200$  ha) jeweils 17 Betriebe mit einem Anteil von 26 bzw. 66 % an der Gesamtfläche.

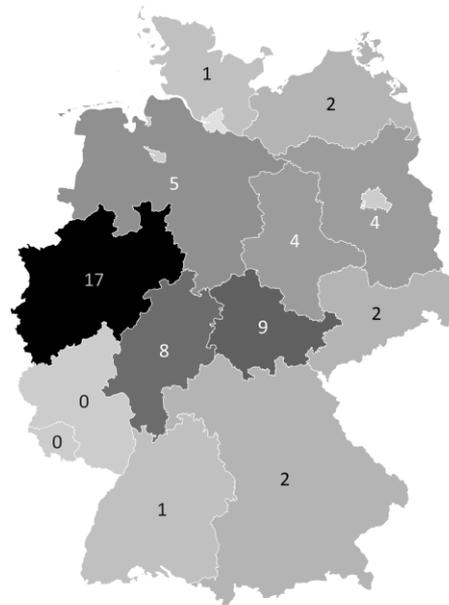


Abbildung 21: Räumliche Verteilung befragter Betriebe

Tabelle 18: Anzahl der Befragten und zugehörige Flächenanteile, sortiert nach Größenklassen

Größenklasse [ha]	Anzahl [n]	Anteil an Befragten [%]	Summierte Betriebsgröße [ha]	Anteil an Gesamtfläche [%]
<100	21	38	775,7	9
100-199	17	31	2.336,0	26
$\geq 200$	17	31	6.061,0	66
$\Sigma$	55	100,0	9.172,7	100,0

49 % der in Abbildung 21 verorteten Forstbetrieben sind durch Laubholzdominiert. Von den 55 Befragten nehmen 25 % die Bewirtschaftung in Eigenregie vor. 51 % aller Befragten nehmen im Rahmen der eigenständigen Bewirtschaftung zusätzlich externe Hilfe durch bspw. forstliche Betreuer in Anspruch.

<sup>89</sup> Im Rahmen der Interviewdurchführung ergab es sich, dass zwei Probanden mit einer Flächenausstattung von etwa 600 bzw. 850 ha teilnahmen. Damit liegen sie jenseits der zuvor gesetzten Grenze von ca. 500 ha. Bezüglich der Baumartenausstattung sind diese Betriebe stark kieferndominiert. Da Möhring et al. (2019) für Kiefernforstbetriebe im Vergleich zu durch Fichte oder Laubholz dominierten Betrieben regelmäßig deutlich geringere Personalkennzahlen im Bereich der Betriebsführung ausweist, wird an dieser Stelle über die zuvor gesetzte obere Grenze hinweggesehen. Somit zählen auch diese Betriebe trotz ihrer zunächst nicht definitionskonformen Flächengröße, aber jedoch dank ihrer vergleichsweise geringen Betriebsergebnisse zur Grundgesamtheit durchgeführter Expertengespräche.

Des Weiteren sind 58 % der Befragten Mitglied einer FBG. Regelmäßig nutzen einige der Gesprächspartner eine solche Vereinigung zur Wahrnehmung des Holzverkaufs, forstlichen Beratung oder auch als erleichterten Zugang zu Fördermitteln. 67 % der Betriebe unterliegen der gesetzlichen Buchführungspflicht. Zur allgemeinen Betriebsführung verwenden 60 % Elemente des MS Office-Paketes. Dabei repräsentieren die unter 30-Jährigen mit 89 % den höchsten Anteil. GIS-Programme oder zumindest GIS-ähnliche Dienste wie bspw. Webservices nutzen dagegen nur 31 % der Befragten. Im Bereich des Clusters „<100 ha“ geben 10 % der Befragten eine solche Nutzung an. Demgegenüber verwenden 53 % der Betriebe  $\geq 200$  ha GIS-Angebote. 71 % der Befragten liegt ein gültiges und 15 % ein veraltetes Forsteinrichtungswerk vor. Zu 65 % stehen wenigstens Teile des Betriebswerkes in digitaler Form zur Verfügung. Hierzu zählt bereits eine Betriebskarte als PDF. Demgegenüber ist 19 Befragten der digitale Zugriff dieser Art verwehrt. Dabei liegt mit 47 % der Schwerpunkt im Cluster „ $\geq 200$  ha“.

Zu Darstellungszwecken wird die auf Seite 113 eingeführte Likert-Skala umgekehrt. Demnach reicht diese nun von 1 (stimme überhaupt nicht zu / erkenne keinen Nutzen) bis 5 (stimme voll zu / erkenne sehr hohen Nutzen). Entsprechend erfolgt in Abbildung 22 die Darstellung der durchschnittlichen Bewertung von Antwortoptionen zur Frage nach möglichen Anlässen und Motivatoren zur systematischen Aufbereitung forstbetrieblicher Daten. So messen die Probanden der Antwortoption, hierdurch eine grundsätzlich bessere Datengrundlage für betriebliche Abläufe zu haben, rund 4,2 Punkte zu. Insgesamt stimmen diesem 82 % zu. Hinsichtlich der Altersklassen liegt mit 89 % der höchste Zustimmungswert in der Altersklasse unter 30-Jährigen. Bei Betrachtung der Größenklassen weisen die Betriebe  $\geq 200$  ha mit insgesamt 88 % die höchsten Anteile positiver Zustimmung aus.

Die Option möglicher einkommenssteuerlicher Vorteile durch die systematische Aufbereitung der Betriebsdaten wird nach Abbildung 22 gegenüber der allgemein besseren Datengrundlage im Mittel höher bewertet. So sehen insgesamt etwa drei Viertel der Befragten in der Option zur Anwendung des § 34b EStG einen Anlass zur systematischen Aufbereitung von Betriebsdaten. Dieser Motivator erhält seitens der über 60-Jährigen vollumfänglich sehr hohe Zustimmung. Dagegen erkennt die mittlere Altersgruppe nur zu 68 % einen Anlass zur systematischen Datenaufbereitung. Bei den Betrieben <100 ha empfinden 57 % der Teilnehmer die Option steuerlicher Vergünstigungen als positiv. Mit ansteigender Größenklasse wird in der Option zur umfangreichen Anwendung des § 34b EstG deutlich eher ein Anlass zur entsprechenden Datenaufbereitung erkannt (100-199 ha: 82 %;  $\geq 200$  ha: 86 %).

Gemäß Abbildung 22 zeigt sich die systematische Aufbereitung betrieblicher Daten als Voraussetzung zur Mitgliedschaft in einer FBG bei einer mittleren Zustimmung von 2,4 als kleinster Motivator. Während 38 % der Probanden diese Voraussetzung als guten bis sehr guten bis sehr guten Anlass zur Betriebsdatenaufbereitung einschätzen, sehen hier rund 60 % keinen entsprechenden Motivator. Bei den kleineren Betrieben ordnen 53 % dieses als geeigneten Anlass ein. Gleichzeitig lehnen dies in den größeren Betrieben 78 % (100-199 ha) bzw. 75 % ( $\geq 200$  ha) ab. Die in Abbildung 22 gezeigten Parameter unterliegen einer Standardabweichung von 1,0 („bessere Datengrundlage“ und „§ 34b“), 1,4 („Zertifizierung“) und 1,5 („FBG“, „Fördermittel“).

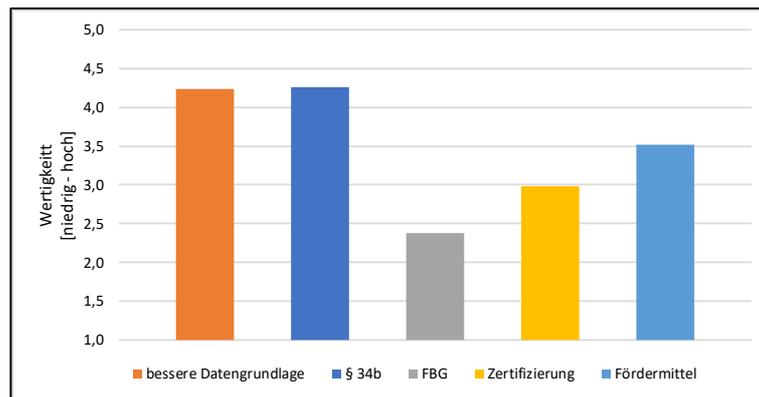


Abbildung 22: Mittelwerte möglicher Anlässe und Motivatoren systematischen Aufstellung forstbetrieblicher Daten

Im Weiteren wurden die Probanden um ihre Bewertung ausgewählter Ergebnisse klassischer Forsteinrichtung gebeten. Gemäß der im Anhang (S. XIVf.) stehenden Abbildungen erfährt dabei das digital verfügbare Kartenwerk mit durchschnittlich 4,5 Punkten die höchste Zustimmung. Während jeweils die Befragten über 30 Jahre und die Betriebe mit mehr als 100 ha einen gleich hohen Zustimmungswert von 4,4 bzw. 4,5 vorweisen, messen die unter 30-Jährigen der digitalen Karte eine nochmals höhere Bedeutung (4,8) zu. Ebenso bewerten die Betriebe <100 ha ein solches Instrument mit 4,7 etwas besser. Gleichzeitig kommt dem analogen Kartenwerk seitens dieser beiden Gruppen die verhältnismäßig geringste Bedeutung zu (3,8 bzw. 4,0). Es fällt auf, dass das älteste Cluster die analoge Karte mit 4,7 nahezu sehr bedeutsam empfindet und diese somit im Mittel um 0,7 Punkte höher als die anderen Gruppen bewertet. Im Vergleich kommt der Darstellung von Inventurdaten mit 4,2 ebenfalls eine hohe Bedeutung zu. Hier zeigt sich mit zunehmendem Alter der Befragten eine abnehmende Bedeutung. Die höchste Bedeutung erfahren die Inventurdaten seitens der mittelgroßen Betriebe (4,5). Neben der Aufteilung von Holzboden- und Nicht-Holzbodenflächen kommt den teilweise seitens des Einrichters mit ausgegebenen Tabellen zur Dokumentation des Naturalvollzugs die geringste Bedeutung zu. Im Mittel werden diese statischen Tabellen mit 3,0 bewertet. Dabei messen die ältesten Probanden bzw. die mittelgroßen Betriebe dieser Option mit 2,2 bzw. 2,8 die geringste Relevanz bei. Einer möglichen Simulation zukünftiger Bestandesentwicklungen sehen die Probanden indifferent (3,0). Insgesamt zeigen sich in allen Kategorien keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

An diese Ergebnisse knüpft die Bewertung ausgewählter Elemente im forstbetrieblichen Alltag an. So zielt eine Frage auf den aktuellen bzw. potentiellen Unterstützungsgrad digital und mobil verfügbarer Betriebskarten hinsichtlich forstbetrieblicher Prozesse ab. Gemäß den Abbildungen 23 und 24 erkennen die Probanden dabei mit durchschnittlich 4,5 Punkten einen hohen bis sehr hohen Unterstützungsgrad. Dabei sehen die Probanden  $\geq 60$  Jahren und die Betriebe der Größenklasse 100-199 ha mit 4,2 die vergleichsweise geringste Hilfe. Demgegenüber wird die Option des aktiven Informationsabrufes aus einer solchen Karte mit durchschnittlich 4,7 Punkten als bedeutsam empfunden. Bei Betrachtung der Altersklassen fallen die unter 30-Jährigen mit einer mittleren Bewertung dieser Funktion von 4,9 besonders auf. Hier empfinden 94 % eine solche Option als sehr nützlich. Innerhalb der unterschiedlichen Größenklassen empfinden 82 % der Betriebe  $\geq 200$  ha eine solche Funktion als sehr nützlich und die verbleibenden 18 % zumindest als nützlich. Den geringsten Nutzen sehen dabei die mittelgroßen Betriebe. Sie bewerten dies mit maximal 88 % als nutzbringend.

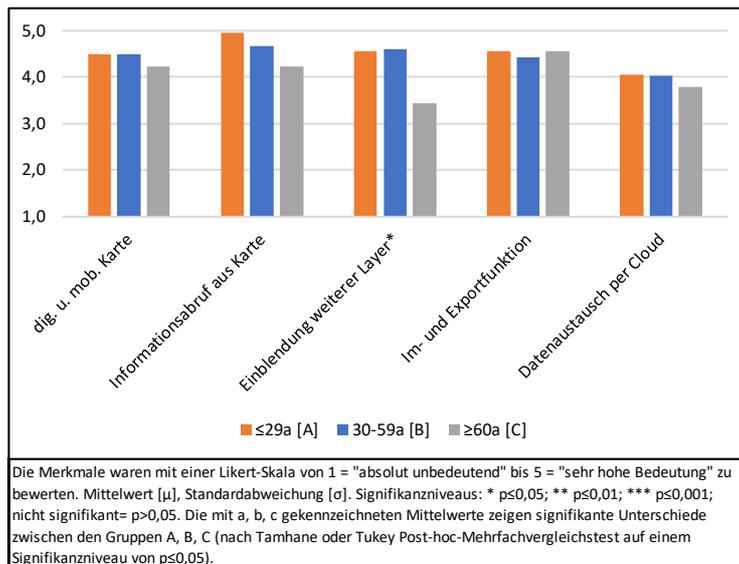


Abbildung 23: Bedeutsamkeit ausgewählter Elemente im forstbetrieblichen Alltag, ausgewertet nach Altersgruppen

Gemäß Abbildung 23 finden sich innerhalb der Altersklassen signifikante Unterschiede hinsichtlich des Nutzens zusätzlicher Layer, welche im Bedarfsfall in einer digitalen Karte eingeblendet werden können. Zunächst wird diese Funktion von 86 % der Teilnehmer als mindestens bedeutsam empfunden und im Mittel mit 4,4 bewertet. Dabei empfinden die unter 30-Jährigen dies mit 4,6 nützlicher als die ältesten Probanden (3,4). Zwar bewerten die Jungen eine solchen Funktion zu 94 % und die Älteren zu 56 % als mindestens bedeutsam, doch konnten die zunächst signifikanten Unterschiede zwischen den Altersgruppen mit Hilfe von Post-hoc-Tests nicht weiter festgestellt werden.

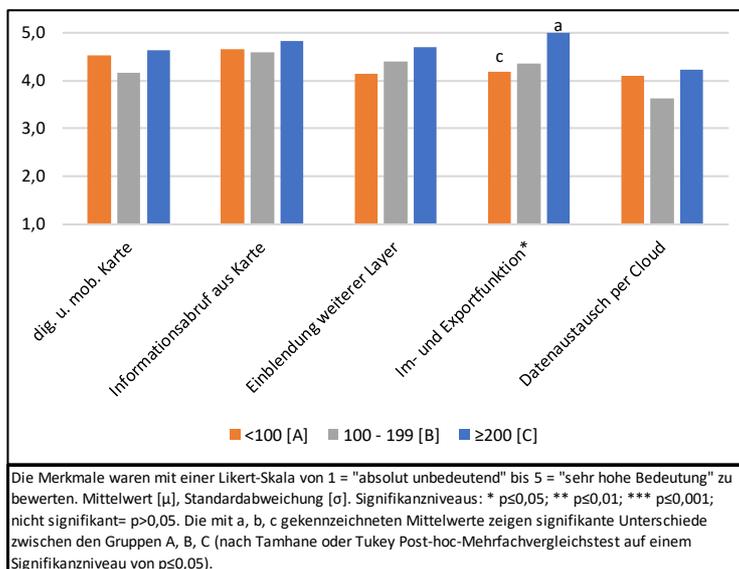


Abbildung 24: Bedeutsamkeit ausgewählter Elemente im forstbetrieblichen Alltag, ausgewertet nach Größenklassen

Demgegenüber lässt sich in Abbildung 24 erkennen, dass eben diese Funktion zusätzlicher Layer mit ansteigender Betriebsgröße eine bedeutsamere Rolle spielt. So wächst die Zustimmung entlang der drei Größenklassen von 4,1 über 4,4 auf 4,7 an. Während die Im- und Exportmöglichkeit räumlicher Punktinformationen seitens der Alterscluster durchschnittlich 89 % positive Resonanz erfährt, finden sich hier zwischen den Größenklassen von <100 ha und ≥200 ha signifikante Unterschiede. Erstere messen der Datenaustauschfunktion einen Wert von 4,2 bei und bewerten den Austausch räumlicher Daten zu 81 % als mindestens nützlich. Doch Letztere attestieren dieser Funktion mit einem Durchschnittswert von 5,0 zu 100 % sehr hohe Bedeutung. Die Option des cloudbasierten Datenaustausches

mit eigenständig festgelegten Dritten erfährt im Vergleich mit durchschnittlich 4,0 die geringste Zustimmung. Dabei halten dies die älteren Teilnehmer mit 3,8 für verhältnismäßig unbedeutend. Dennoch sehen zwei Drittel der über 60-Jährigen diese Funktion für sehr bedeutsam an. Gleichzeitig unterliegen diese Werte einer Standardabweichung von knapp 1,4, welche bei Betrachtung der Größenklassen auf 1,6 anwächst. Dennoch empfinden 69 % diese Funktion mindestens als bedeutsam.

Eine weitere Annäherung an das im gesamten Kontext der vorliegenden Arbeit relevante Thema einfachen Naturalcontrollings spiegelt sich auch in der Interviewreihe wider. Demnach dokumentieren von der Gesamtzahl der Befragten 15 aktiv Maßnahmen des forstlichen Vollzugs, welche über das steuerlich geforderte Mindestmaß hinausgehen. Folglich unterbleibt eine solche Niederschrift zu 73 %. Innerhalb Altersgruppen findet sich im Cluster der Ältesten mit 44 % der größte Anteil derer, die mehr als das erforderliche Minimum dokumentieren. Ein ähnliches Bild liegt bei der Betrachtung unterschiedlicher Größenstrukturen vor. So dokumentiert bei den Betrieben  $\geq 200$  ha knapp die Hälfte der Befragten zusätzliche Informationen. Mit sinkender Forstbetriebsgröße nimmt diese Tätigkeit nochmals stark ab. Während es im Bereich der Betriebe von 100-199 ha annähernd ein Viertel der Befragten umsetzt, unterbleibt dies in den kleinen Betrieben zu 86 %. Bei den 26 Teilnehmern mit forstfachlichen Ausbildungs- bzw. Studienhintergrund wird dies wiederum von 35 % vorgenommen. Demgegenüber verneinen 79 % der Befragten ohne einen solchen Wissensstand diese Tätigkeit.

Oftmals bemängeln die Teilnehmer bezüglich der Dokumentation durchgeführter Maßnahmen den hohen Aufwand eines solchen Arbeitsschrittes, welcher gleichzeitig einen merklich zu geringen Nutzen stiftet. Dieser Aufwand umfasst dabei neben zeitlichen Aspekten eine allgemein unpraktikable Handhabung des Dokumentationsaufwandes. Einige der Befragten betonen in hier den fehlenden, digitalen Flächenbezug bestimmter Werte und hier insbesondere geernteter Holzvolumina (z.B. Interview 6, 28 und 30). Zudem weisen sie auf elementare Hürden bei der Ermittlung von Holzerntevolumina einzelner Baumarten und bei der sachgerechten Aufteilung auf die entsprechenden Flächen bzw. Bestände hin. Rein rechnerische Aufteilungen würden oftmals falsche Aussagen generieren oder aber i.d.R. mindestens Fehlschlüsse nahelegen. Andere Experten bemängeln an dieser Stelle die fehlende Abstraktionsgrenze bei der Verbuchung. So sei es nicht möglich, den entsprechenden Maßnahmenvollzug auch außerhalb der Flächeneinheit und bspw. auf der nächsthöheren Ebene zu vermerken (z.B. Interview 1, 9, 28 und 30). Zusätzlich kritisieren einige Teilnehmer, dass sie keine geeignete Möglichkeit besäßen, da ihnen die technische Unterstützung zur adäquaten digitalen Dokumentation fehle oder der Digitalisierungsgrad bei den Beteiligten zu niedrig sei (z.B. Interview 14, 26 und 28). Gemäß Interviewpartner 3 und 22 fehle außerdem die Möglichkeit zur Dynamisierung und Auswertung analog vorliegender Daten. Gleichzeitig betonen einige Akteure die Bedeutung einer solchen Niederschrift. Dies sei bspw. angesichts einer gezielten Betreuung, der Dokumentation durchgeführter Maßnahmen gegenüber Fördermittelgebern oder auch im Hinblick auf Vererbungs- oder Schenkungsfälle von hoher Relevanz. Neben der wiederholt vorkommenden Bezeichnung als „Chronik“ oder „Betriebschronik“ bezeichnet Interviewpartner 53 dies als „Kirchenbuch“. So würde er gemäß der früher üblichen Kirchenbuchführung in regelmäßigen Abständen betriebliche Aktionen notieren.

Etwa 84 % der Befragten können sich vorstellen, dass sie die Maßnahmen des Naturalvollzugs zukünftig mit einer deutlich höheren Intensivität dokumentieren. Voraussetzung hierzu sei ein Programm, welches die digitale Niederschrift der entsprechenden Maßnahmen in einfacher Struktur, mit geringem Aufwand und flexibel entlang der Flächenhierarchie unterstützt. Auf Basis einer Likert-Skala von eins (absolut unvorstellbar) bis fünf (absolut vorstellbar) bewerten die Befragten eine solche technische Möglichkeit durchschnittlich mit 4,3. Gleichzeitig betragen Median und Standardabweichung 4,0 bzw. 1,2. Die sechs Teilnehmer, die der Nutzung eines solchen Tools ablehnend gegenüber stehen finden sich ausschließlich in den Altersgruppen der über 30-Jährigen. Dennoch können sich in diesen

Clustern wiederum 82 % (30-59-Jährige) bzw. 78 % ( $\geq 60$ -Jährige) die Verwendung eines entsprechenden Tools vorstellen. In der jüngsten Altersgruppe äußern sich 89 % der Probanden offen zur Nutzung dieser Anwendung. Entlang der Größenklassen zeigt sich ebenfalls eine wechselnde Haltung bezüglich potentieller digitaler Unterstützung. Grundsätzlich können sich im Mittel alle Größenklassen eine verstärkte Anwendung der Dokumentation gut oder gar sehr gut vorstellen. Dabei stechen die Betriebe der Größenklasse „ $\geq 200$  ha“ mit 94 % Zustimmung hervor, wohingegen die Cluster mit abnehmender Größe einem solchen Dokumentationsprogramm zunehmend skeptisch gegenüberstehen. So stimmen die mittelgroßen Betriebe der Nutzung zu 82 % zu. Mit Blick auf die Betriebe  $<100$  ha sinkt die Zustimmung auf 76 %. Hinsichtlich der erwähnten Clusterung nach laub- und nadelholzdominierten Betrieben äußern sich Letztere mit 86 % Zustimmung leicht positiver.

An die „fiktive“ Option eines adäquaten Dokumentationsinstrumentes anknüpfend erfolgt die Validierung entsprechender Dokumentationsparameter (vgl. Kapitel 5.3.2). So sollten die Interviewpartner diese Merkmale hinsichtlich ihrer Eignung, Relevanz und Ausgestaltung entlang der angeführten Likert-Skala bewerten. Angesichts der Auswertung nach Altersgruppen und Größenklassen findet sich die Darstellung ausgewählter Ergebnisse in den Abbildungen 25 und 26. So zeigt Abbildung 25 hinsichtlich der jüngsten Altersgruppe regelmäßig höhere Zustimmungswerte gegenüber den abgefragten Parametern als die Gruppe der Ältesten. Lediglich die Option des Fotos wird seitens der jüngeren als weniger relevant eingestuft. In Abbildung 26 liegt bezüglich der Größenklassen eine ähnliche Verteilung der Zustimmung wie in Abbildung 25 vor. Während die Bewertungen der Cluster  $<100$  ha und  $\geq 200$  ha oftmals einander ähnlich sind, weichen sie v.a. im Bereich der Angabe von Flächenanteilen verhältnismäßig stark voneinander ab. Wie bereits Abbildung 25 zeigt, wird den Angaben eines relativen und absoluten Flächenanteils durchschnittlich eine vergleichsweise geringe Wertigkeit zugesprochen. Bei Betrachtung der Betriebsgrößen wird dieser Angabe mit ansteigendem Flächenumfang mehr Bedeutung zugewiesen. Während maximal 65 % den relativen Flächenanteil als mindestens bedeutend bewerten, bieten die Betriebe  $\geq 200$  ha mit 76 % bei der Nennung absoluter Anteile die höchste Zustimmung. Gleichzeitig lehnt bis 33 % der Betriebe  $<100$  ha eine solche Angabe als unbedeutend ab.

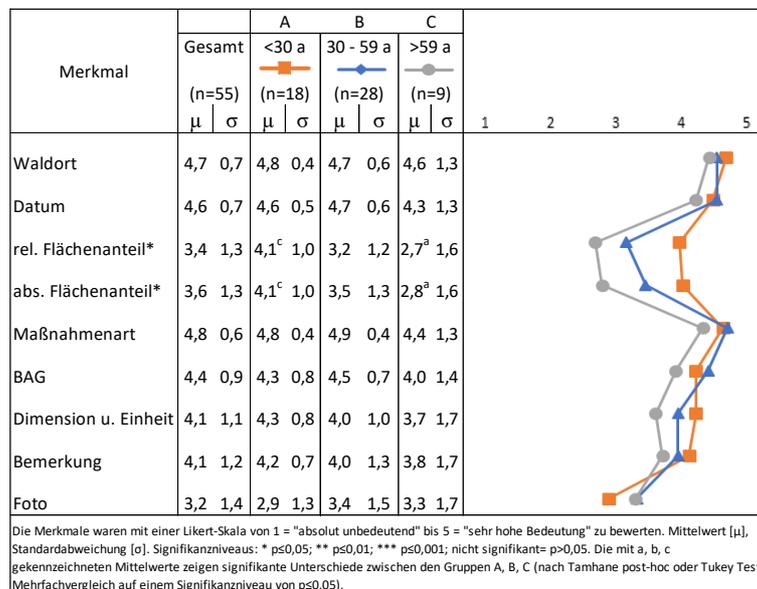


Abbildung 25: Mittelwertvergleich unterschiedlicher Dokumentationsparameter entlang der Altersgruppen

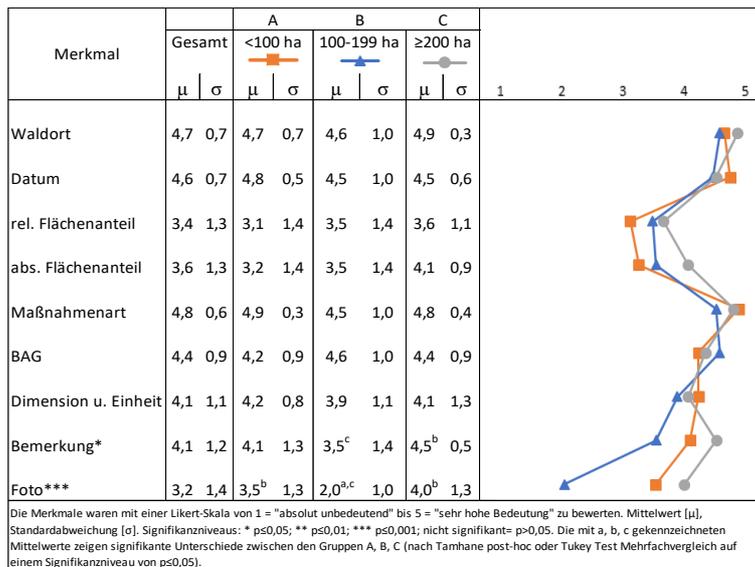


Abbildung 26: Mittelwertvergleich unterschiedlicher Dokumentationsparameter entlang der Größencluster

Die Nennung der jeweils durchgeführten Maßnahmenart halten 98 % der Experten für mindestens bedeutsam. Sie bewerten diese durchschnittlich mit 4,8 und messen ihr somit im Vergleich der einzelnen Parameter die höchste Relevanz zu. Ähnliches zeigt sich bei Betrachtung der Größenklassen. So weisen die Betriebe entlang der unterschiedlichen Größencluster diesem Merkmal zu mindestens 94 % eine hohe Relevanz zu. Das in den Abbildungen 25 und 26 als „Bemerkung“ angeführte Freitextfeld erfährt mit ansteigendem Alter der Befragten weniger Zustimmung, wird aber im Mittel mit 4,1 bewertet. So messen 78 % diesem eine hohe bis sehr hohe Bedeutung bei.

Auf die Frage nach Gründen für das weitestgehend analog durchgeführte Flächenmanagement liegt der Schwerpunkt der Antworten im Bereich der mangelnden Performance entsprechender digitaler Programme. Demnach empfindet ein Großteil der Befragten aktuell verfügbare Programme als zu teuer und zu komplex. Drei Viertel der Befragten geben zudem an, dass sich das analoge Vorgehen bewährt habe. Gleichzeitig äußert sich ein Großteil zur zukünftigen Nutzung eines geeignet erscheinenden Systems grundsätzlich bereit. Sechs der Teilnehmer merken eine aktuell geplante Umstellung des Flächenmanagements auf digitale Lösungen an. Angesichts weiterer Erwartungen an ein „smartes“ Flächenmanagementsystem wird wiederkehrend geringe Komplexität sowie eine mobil- und offlinefähige Nutzung gefordert. Außerdem betonen einige, dass das System geeignete Schnittstellen zu dritten Programmen wie z.B. MS Excel bieten sollte. Auch wünschen sie sich die Etablierung von Lese- und Schreibrechten, um so bspw. im Fall der Inanspruchnahme externer Beratung oder Betreuung geeignete Zugriffsmöglichkeiten bieten zu können. Ebenso sei es hilfreich, wenn innerhalb der Karte auch nach Sachdaten wie z.B. Baumarten oder Planungen gefiltert werden könne. Insgesamt fordert ein großer Teil der Befragten, dass mit Hilfe eines smarten Flächenmanagementsystems grundlegende Unterstützung bei der Planung und Entscheidung sowie der Dokumentation geleistet werde.

### 6.3. Diskussion und Zwischenfazit

Im Zuge der Konzeption von Flächenmanagementsystemen für den Nicht-Staatswald empfiehlt die LWK einen frühestmöglichen Einbezug der Zielgruppe (Korsin 2021). In diesem Sinne erfolgte die explorative Annäherung an den Bedarf der forstlichen Praxis mittels leitfadengestützten Experteninterviews. Die Rekrutierung der Gesprächspartner erfolgte auf drei unterschiedlichen Wegen, deren Vor- und Nachteile bereits auf Seite 113 erläutert wurden. Hinsichtlich der Rekrutierung eignet sich das Schneeballsystem besonders, um erschöpfende, multiperspektivische Informationen hinsichtlich des Sachverhalts zu gewinnen. Jedoch birgt dieses Vorgehen aufgrund der gruppeninternen Weitergabe

von Informationen und somit potentieller Absprachen die Gefahr der Einengung von Perspektiven und Meinungen, welches insgesamt die Varianz der Ergebnisse einengen kann (Petrucci und Wirtz 2007). Dieses ist zwar nicht ausgeschlossen, erscheint aber angesichts des abgefragten Themenkomplexes und jeweils betriebsindividueller Strukturen und Herausforderungen irrelevant. Insofern ist die gewählte Form der Informationsgewinnung auch aufgrund der vertraulichen Gesprächsebene mit den Interviewpartnern gut eignet. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der Generierung praxisrelevanter Informationen. Gleichzeitig bestätigen die Interviewinhalte den forstbetrieblichen Bedarf eines einfachen und smarten Flächenmanagementsystems.

Im Bereich der formalen Eigenschaften zählen lediglich neun der Befragten zur Altersgruppe  $\geq 60$  Jahre. Wiederum 51 % der Teilnehmer zählen zur Gruppe der Mittelalten und das verbleibende Drittel (33 %) fällt in das jüngste Cluster. Dies entspricht nicht der Altersstruktur von Privatwaldeigentümern, wie sie bspw. aus Mecklenburg-Vorpommern bekannt ist. Dort sind ca. 56 % älter als 60 Jahre und nur etwa 15 % der Akteure jünger als 50 Jahre (Gerdes 2016). Gleichwohl vermindert die ungleiche Gruppengröße der vorliegenden Untersuchung nicht die Aussagekraft des Antwortspektrums. Denn der Großteil der Befragten befindet sich deutlich unterhalb des klassischen Renteneintrittsalters und verantwortet somit noch mehrere Jahre das forstliche Flächenmanagement. Somit findet sich in der hier überproportional gebildeten Gruppe eine Einheit, welche die entsprechenden Belange sehr gut wiedergibt. Zudem eignet sich die erzielte Stichprobengröße zunächst für explorativ ermittelte Tendenzen. Dies gilt v.a. in Bezug auf die gebildeten ungefähr, gleich großen Größencluster. Es konnte gezeigt werden, dass sich diese Tendenzen v.a. hinsichtlich der Mittelwerte einiger Antworten der großen Betriebe ( $\geq 200$  ha) in Teilen deutlich von denen kleinerer unterscheiden. Zudem halten etwa 49 % der Befragten einen forstlichen Ausbildungs- oder Studiengrad vor, wobei Gerdes (2016) für Mecklenburg-Vorpommern zwei Dritteln der Waldeigentümern eben keine entsprechenden Hintergründe nachweist. Ein solch hoher Anteil, wie er oben dargestellt wird, kann demnach nicht als repräsentativ gelten. Gleiches ist für den beruflichen Schwerpunkt zu unterstellen. So ist etwa die Hälfte der Probanden (56 %) außerhalb der Forstbranche tätig. Demgegenüber weisen Feil et al. (2018) für lediglich 9 % der befragten Waldeigentümer eine Tätigkeit im gesamten Primärsektor und wiederum Gerdes (2016) für nur 2 % forstwirtschaftliche Berufe aus. Der im Rahmen der vorliegenden Arbeit ermittelte hohe Anteil forstlicher Hauptbeschäftigung ist vermutlich den Rekrutierungswegen, welche vorrangig auf Freiwilligkeit und die intrinsische Motivation der Probanden setzen, geschuldet. Ebenso lässt sich hiermit die große Zahl privater Forstbetriebe aus Nordrhein-Westfalen begründen. Gleichsam resultiert dieser Effekt mutmaßlich aus dem hohen Privatwaldanteil dieses Bundeslandes.

Derzeit nutzen einige der Gesprächspartner digitale Programme wie bspw. Elemente des MS Office-Pakets oder GIS zur Betriebsführung. Allerdings stellen Albert et al. (2021) bei der Verwendung von GIS-Programmen fest, dass speziell in Privatforstbetrieben unter 100 ha nahezu keine Spezialisten, welche sich schwerpunktmäßig mit GIS-Themen befassen, vorhanden sind. Für Kommunal- und Privatwaldbetriebe von mehr als 1.000 ha Größe ist zumindest in etwa 50 % der Fälle ein Mitarbeiter mit der Bearbeitung dieses Feldes beauftragt. Zudem konstatieren Albert et al. (2021), dass im Privatwald  $< 100$  ha sowie in FBG'en und Kommunalwaldstrukturen von mehr als 1.000 ha in etwa 30-40 % der Fälle Fremdfirmen mit GIS-Tätigkeiten betraut werden.

Mit Hilfe der explorativen Studie zeigt sich, dass ein Großteil der Befragten forstbetriebliche Daten systematisch aufbereitet haben möchte, um zunächst eine allgemein bessere Datengrundlage des Betriebes zu bekommen. In diesem Zusammenhang konstatieren Hoppen et al. (2021), dass gerade digital aufbereitete Inventur- und Planungsdaten die Grundlage nachhaltiger Forstwirtschaft und möglicher zielgerichteter Beratungsgesuche seien. Dies gilt verstärkt angesichts der aktuellen Umstellung von indirekter auf direkte Förderung im Zuge jüngster Kartellrechtsurteile zur forstlichen Beratung (vgl. Kapitel 1). Die hiermit verbundene Marktöffnung stellt möglicherweise auch den Grund der geringen

Zustimmung zur hypothetisch obligatorischen Voraussetzung einer solch systematischen Darstellung bei der Mitgliedschaft in einer FBG dar. So steht dem Markt nun grundsätzlich eine große Vielfalt forstlicher Berater bzw. Betreuer zur Verfügung und somit ist möglicherweise im Einzelfall die Bedeutung der FBG zurückgegangen. Gleichwohl betont Interviewpartner 49 den Mehrwert einer solch systematischen Datenaufbereitung gegenüber einer entsprechenden Organisation. Demnach sei es ihm als Geschäftsführer zweier FBG'en aktuell nur schwer möglich, Mitglieder gezielt zu beraten. Dies gelte insofern verstärkt, als dass einem Großteil dieser Organisationen sowohl die räumliche Lage als auch die Naturalausstattung der Mitgliedsbetriebe unbekannt sei (Anonym 2021b). Jedoch kann die geringe Zustimmung an sich aufgrund der geringen Stichprobengröße von 55 Beteiligten nur als Indiz gewertet werden. Zudem ist eine solche fiktive Annahme für den Einzelnen eventuell zu realitätsfern, so dass er keinen möglichen Mehrwert einer solchen Voraussetzung erkennen kann. Zusätzlich mag gelten, dass bspw. in Mecklenburg-Vorpommern 83 % der Betriebe kein Mitglied in einer FBG sind und von diesen wiederum lediglich etwa 8 % Interesse an der Einbindung in eine solche haben (Gerdes 2016). Sollten forstliche Fördermittel an das Vorhandensein systematisch aufbereiteter Betriebsdaten geknüpft sein, sähen hier 81 % einen Anlass zur Aufstellung eben jener Daten. Gleichzeitig bewerten sie es im Mittel weder bedeutend noch unbedeutend ( $\bar{X} = 3,5$ ). Doch nicht nur in Großbritannien fordern, wie in Kapitel 3.3.1 beschrieben, einige Fördermittelprogramme behördlich anerkannte Managementpläne (Rural Payments Agency et al. 2018). So kann, wie oben dargestellt, auch in Deutschland die Inanspruchnahme von Fördermitteln oder behördlicher Betreuung gegebenenfalls an das Vorhandensein eines Forsteinrichtungswerkes oder zumindest vereinfachte Planungsdaten geknüpft sein.

Die in Abbildung 23 gezeigte, mit zunehmendem Alter abnehmende Zustimmung gegenüber ausgewählten Elementen des digitalen Flächenmanagements, folgt dem von statista (2021a) ermittelten Nutzungsverhalten. Zwar wird dort explizit die mobile Internetnutzung betrachtet, doch liefert dies gleichzeitig ein Indiz hinsichtlich allgemeiner Nutzung mobiler Endgeräte. Demnach nehmen auch bei statista (2021a) die über 60-Jährigen das Angebot mobiler Nutzung deutlich weniger wahr als Jüngere. Im Umkehrschluss zum BMEL (2016, S. 9) kann gelten, dass mit zunehmender Betriebsgröße nicht nur das Interesse an der Bewirtschaftung, sondern auch die Professionalität einer solchen ansteigt. In eine ähnliche Richtung deuten die in Abbildung 24 dargestellten Ergebnisse, da seitens der Betriebe  $\geq 200$  ha in jedem Fall die höchste durchschnittliche Zustimmung vorliegt. Gleichzeitig sind die Zustimmungswerte der Betriebe  $< 100$  ha in einigen Bereichen höher als die der Mittelgroßen. Dies lässt sich zu Teilen dadurch erklären, dass nach Becker und Borchers (2000, S. 35) nicht-monetäre Ziele mit abnehmender Eigentumsgröße zunehmend mehr Bedeutung erlangen und somit ein grundsätzlich großes Interesse seitens der Eigentümer unterstellt werden kann.

Insgesamt können Albert et al. (2021) feststellen, dass speziell zur Erfassung von Sturmereignissen GIS-Lösungen und Luftbilder an sich aber auch mobile Endgeräte verwendet werden. Ein solches Vorgehen forstlicher Akteure stützt die vorgestellten Erkenntnisse, dass digital und mobil verfügbare Karten für die Befragten im forstlichen Alltag hohe bis sehr hohe Bedeutung haben. Obwohl die LWK in digitalen Anwendungen für den Privatwald grundsätzlich hohes Potential u.a. zur Informationsvermittlung unterschiedlicher Generationen oder zur Steigerung des Interesses am eigenen Wald sieht (Korsin 2021), kann dies mit den oben dargestellten Altersclustern nicht vollends bestätigt werden. Denn oftmals weist die älteste Gruppe im Vergleich zur jüngsten die geringsten Zustimmungswerte gegenüber ausgewählten Funktionen wie z.B. der Einblendung weiterer Layer oder des cloudbasierten Datenaustausches auf. Somit erscheint die von Korsin (2021) forcierte „Brücke zwischen den Generationen“ weniger von Bedeutung. Ebenso stellen Albert et al. (2021) fest, dass der erwähnte cloudbasierte Datenaustausch mit Dritten derzeit eine geringe Rolle spielt. Doch gerade im Privatwald unter 100 ha kommt dieser Kommunikationsform für interne Zwecke eine vergleichsweise große Bedeutung zu. Jedoch erfolgt die Kommunikation mit Dritten grundsätzlich mündlich, schriftlich oder in Ausnahmefällen per

USB-Stick. Möglicherweise wird in der oben dargestellten Studie dem cloudbasierten Datenaustausch seitens der Probanden insgesamt aufgrund betrieblicher Datenschutzbedenken eine verhältnismäßig geringe Bedeutung beigemessen. In eine ähnliche Richtung weist die LWK, indem sie die Gewährleistung des Datenschutzes als eine der Hauptanforderungen deklariert (Korsin 2021).

Die eruierten Aussagen hinsichtlich des Vollzugs weisen darauf hin, dass mit 84 % ein Großteil der forstlichen Akteure grundsätzlich Interesse an der Dokumentation des Maßnahmenvollzugs zeigt. Dies gilt insofern verstärkt, als dass aktuell 73 % die Niederschrift getätigter Maßnahmen oftmals aus praktikablen Gründen unterlassen. Demnach könnte ein strukturell geeignetes, digitales Verfahren diese Akteure zur Dokumentation des Vollzugs animieren. Dies gilt verstärkt, als dass ein digitales Instrument die bisher als fehlend bemängelte Dynamisierung und Auswertung der Daten zulassen könnte.

Entsprechend der in Tabelle 17 dargestellten Parameter bestehender Vollzugsmatrizen sollte auch ein solch digitales Verfahren mindestens die Parameter „Waldort“, „Datum“, „Baumartengruppe“ und „Maßnahmenart“ vorsehen. Dabei ist im Bereich des Datums zum einen kein Format und zum anderen kein Bezug festgelegt. Es ist somit nicht eindeutig definiert, ob sich die Datumsangabe bspw. auf die naturale Fertigstellung der Maßnahme oder den abgeschlossenen Holzverkauf bezieht. An dieser Stelle ist die Ausweisung und konsequente Einhaltung betriebsinterner Kriterien zielführend. Dieser Diskussion kann teilweise durch das Datumsformat selber begegnet werden. Hier ist die tagesgenaue Angabe i.d.R. weniger hilfreich und aussagekräftig als die ausschließliche Benennung des jeweiligen Monats und Jahres. Ferner erscheint in einem smarten Flächenmanagementsystem die Angabe der absoluten Flächengröße aufgrund relationaler Beziehungen nicht notwendig. Hier ist die Benennung eines relativen Flächenanteils durchaus zweckdienlicher. Dies gilt auch, obwohl nach der in Tabelle 17

dargestellten Auswertung der Dokumentenanalyse kein Vollzugsmuster explizit die Ausweisung des relativen Anteils vorsieht. Gleichzeitig ist das Vorhalten eines solchen Parameters angesichts vergleichsweise niedriger Zustimmungsraten seitens der forstlichen Praxis durchaus diskutabel. Zudem empfinden die befragten Akteure die Nennung eines relativen Anteils im Mittel weniger bedeutend als die Eingabe absoluter Werte. Außerdem ist der Bezug solcher Angaben fraglich bzw. mit Herausforderungen verbunden. So dürfte es mitunter problematisch sein, den entsprechenden Flächenanteil anzugeben, wenn zuvor bspw. die Abteilung als Bezug angegeben wurde.

Optional liegt ein Feld zur Angabe des jeweiligen Erntevolumens vor. Dabei ist der Aussagekraft dieses Wertes vor dem Hintergrund der Bildung von Hiebsblöcken oder Kalamitäten und der damit verbundenen Schwierigkeit eindeutiger Volumenzuordnungen begrenzt. So ist bei dem Angebot einer Methodik zur Vollzugsbuchung grundsätzlich die vertikal orientierte Abstraktionsgrenze entlang der forstbetrieblichen Waldeinteilung zu beachten. Dies erfährt im Falle der Bildung von Hiebsblöcken oder Kalamitätsereignissen erhöhte Bedeutung. Hier ist zum einen die Verbuchung des Vollzugs in jeder einzelnen Planungs- und Buchungseinheit mit hohem Aufwand verbunden. Zum anderen kann die gegebenenfalls automatisierte, rechnerische Zuordnung des Vollzugs dazu führen, dass bspw. Baumarten oder Holzvolumina Flächen zugewiesen werden, auf denen aufgrund der natürlichen Gegebenheiten aktuell weder die entsprechende BAG noch das zugehörige Holzvolumen realisierbar wäre. Darüber hinaus betonen Ehrhardt und Schmelz (2021), dass im Laufe der Holzbereitstellung bzw. des -verkaufs aufgrund verschiedener Aufmaßverfahren sowie unterschiedlicher Umrechnungs- und Abzugsfaktoren oftmals unterschiedliche Volumenangaben vorliegen. Gleichzeitig kann angesichts der oben formulierten Unterstellung, dass das Bestandesblatt den Informationsbedarf eines Forstbetriebes wiedergibt, der Wunsch nach der Angabe von Holzerntevolumina festgestellt werden (vgl. Tabelle 17). Nicht zuletzt bietet sich in diesem Umfeld die Dokumentation sonstiger Maßnahmen nach Menge oder Anzahl an. In diesem Kontext ist ein weiteres Feld, welches die entsprechende Einheit zeigt, vorzuhalten.

Modernen Dokumentationsansätzen folgend bietet schließlich das Ergänzen des entsprechenden Datensatzes um relevante Bilder eine grundsätzlich geeignete Dokumentationsmethodik. Außerdem kann dieses in Abhängigkeit der fotografierten Ergebnisse die Dokumentation des Vollzugs an sich maßgeblich unterstützen. Hierzu nennen einige Interviewpartner die Dokumentation von Kulturpflegemaßnahmen gegenüber eventuellen Fördermittelgebern. Abgerundet wird die Dokumentationseinheit durch ein Freitextfeld, welches das Hinzufügen individueller, erläuternder Bemerkungen zulässt. In diesem Kontext ist durchaus in Erwägung zu ziehen, die Felder zur Angabe von Flächenanteilen ersatzlos zu streichen. Denn diese Angaben können bei Bedarf im Bereich des Freitextfeldes notiert werden. Somit wäre das Angebot auszufüllender Dokumentationsfelder reduziert und eine potentielle Quelle unpräziser Angaben eliminiert. Grundsätzlich stellt die Dokumentation von Informationen eine unbeliebte und zudem zeit- sowie kostenaufwändige Tätigkeit dar (Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT 2019). Daher ist das Ziel der vorgestellten Ansätze, den Dokumentationsaufwand zu reduzieren und gleichzeitig viele Auswertungsmöglichkeiten zuzulassen, welche dem Nutzer ein hohes Maß an Informationsmehrwert bieten. Diesem Ziel kann mit Hilfe der aufgezählten Parameter im Kontext smarterer, GIS-basierter Datenbankstrukturen begegnet werden.

Stockmann und Neitzel (2021) stellen im Bereich des Kleinprivatwaldes fest, dass Merkmale wie bspw. Geschlecht oder Laub- und Nadelholzanteile forstliche Handlungsbereitschaften erklären können. Die im Zuge der vorliegenden Arbeit dargestellten Interviewergebnisse unterscheiden nicht nach Geschlecht, da eine solche Differenzierung bei lediglich drei weiblichen Teilnehmern wenig zielführend wäre. Doch z.B. die mit Hilfe der oben skizzierten Interviewergebnisse festgestellte erhöhte Dokumentationsbereitschaft von mehrheitlich nadelholzgeprägten Betrieben wird durch Stockmann und Neitzel (2021) gestützt. Dies gilt insofern, als dass sie ebenfalls für diesen Betriebstyp eine gegenüber laubholzdominierten Einheiten erhöhte Bewirtschaftungsintensität feststellen.

Die seitens der Probanden wiederholt geforderte einfache Struktur eines Tools für das forstliche Flächenmanagement erfährt auch seitens der Entwicklungshinweise der LWK Bedeutung. Korsin (2021) bezeichnet dies als Benutzerfreundlichkeit. Ebenso betonen er als auch Albert et al. (2021) die Bedeutung der Offlinefähigkeit, welche in den oben stehenden Interviewergebnissen einerseits durch die hohe Bedeutung einer digital und mobil verfügbaren Betriebskarte als auch durch direkte Benennung seitens der Probanden zum Ausdruck gebracht wird. Der seitens Korsin (2021) vorgestellte Prototyp der „Waldbesitzer-App“ der LWK beinhaltet zudem die von der forstlichen Praxis gewünschte Darstellung der eigenen räumlichen Position innerhalb der digitalen Betriebskarte. Zudem findet sich die Möglichkeit des kartenbasierten Abrufens weiterer Bestandesinformationen. Letztendlich heben Albert et al. (2021) in ihrer Studie die ebenfalls aus den oben stehenden Ergebnissen ableitbaren Befürchtungen mangelnder Schnittstellenkompatibilität unterschiedlicher Softwarelösungen hervor.

Insgesamt wird deutlich, dass sich der seitens der forstlichen Praxis bestehende Informationsbedarf hinsichtlich der Erfassung und zielgerichteten Aufbereitung betrieblicher Basisdaten umfänglich darstellt. In einigen Fragen bestehen zwischen den abgeleiteten Gruppen auffällige Unterschiede. Doch grundsätzlich fordern alle die Bedienung grundlegender Fragen des naturalen Flächenmanagements. Dies erfordert einfache Strukturen, welche eine zweckmäßige und zielgerichtete Datenaufbereitung und -verwaltung zulassen. Somit erscheint die Etablierung eines solchen Systems zumindest in der Gruppe der hier untersuchten 55 Probanden möglich und seitens forstlicher Akteure erwünscht.

## 7. Modellhafte Konzeptentwicklung und -erprobung anhand einer Fallstudie

### 7.1. Einführung und Zielsetzung

Gemäß der in Kapitel 1 skizzierten Methodik der Mengenlehre erfolgt im Weiteren die Konsolidierung der zuvor in den Kapiteln 2ff. beschriebenen Erkenntnisse. Somit ist der vorliegende Abschnitt als textuelle Beschreibung der in Abbildung 1 grau markierten Schnittmenge verschiedener Objekte bzw. Themenbereiche zu verstehen. Dementsprechend erfolgt zunächst die Zusammenfassung wesentlicher Merkmale der zuvor gewonnenen Ergebnisse. Im Einklang mit der in Kapitel 5.3.2 abgeleiteten herausragenden Bedeutung des Flurstücks als eigentumscharakterisierendes Element erfährt dieses im Weiteren noch vor dem Einbezug forstlicher Inventur- und Planungsmerkmale erhöhte Aufmerksamkeit. Dies erscheint auch angesichts der Zielgruppe des kleineren Nicht-Staatswaldes bzw. im Einzelfall eventuell vorhandenen Betreuungsstrukturen durch bspw. die FBG von erhöhter Bedeutung. So stellt die Kenntnis der Lage, Größe und Eigentumszugehörigkeit im Rahmen der Bewirtschaftung und somit eines adäquaten Flächenmanagements die wesentliche Grundlage dar. Ein solches Wissen unterstützt nicht nur die Möglichkeit zur Abgrenzung und Inventarisierung des Eigentums, sondern bietet neben der Grundlage zur Planung zukünftiger betrieblicher Maßnahmen auch die Möglichkeit zur passgenauen Dokumentation vorgenommener Tätigkeiten. Somit ist das Angebot eines an die Organisationsstrukturen der Zielgruppe angepassten Flächenmanagementsystems, welches grundlegende Funktionen eines einfachen naturalen Controllingsystems bietet, ein Ziel der Erkenntniskonsolidierung.

Neben der Zusammenstellung wesentlicher Erkenntnisse gilt es die oben dargestellte und mitunter für die Zielgruppe eines solchen Flächenmanagementsystems komplex und wenig behilflich erscheinende Bestandesbeschreibung zu optimieren. Dazu erfolgt die Zusammenstellung wesentlicher Merkmale des Bestandes auf Basis der in Kapitel 5.3.2 durchgeführten Literatur- und Dokumentenanalyse. Somit findet sich in der zielgruppenadäquaten Darstellung des Bestandesblattes und hiermit verbundenen Option eigenständiger Bestandesinventur ein weiteres Ziel des vorliegenden Kapitels.

Die Merkmale eines solchen Bestandesblattes fließen wiederum in die Konzeption einer relationalen und GIS-bezogenen Datenbankstruktur für das Flächenmanagement der erwähnten Zielgruppen ein.<sup>90</sup> In dieser exemplarisch entwickelten Datenbankstruktur findet sich ein zentrales Ergebnis der vorliegenden Arbeit wieder. Zwar können die vorhergehenden Abschnitte auch für sich alleinstehend bedeutende Elemente des forstlichen Flächenmanagements hervorheben, doch leisten diese Kapitel auch wesentliche Zuarbeit im Hinblick auf die Konzeption einer solchen Struktur. Somit ist es von hoher Bedeutung, diese Elemente entsprechend einer Synopse zusammenzuführen und hinsichtlich einer vollwertigen Flächenmanagementkonzeption anzuordnen. Dazu gilt es zunächst geeignete, digitale Verwaltungsstrukturen für die bereits erwähnten Bestandteile des Flächenkatasters und die zugehörigen Eigentümer zu schaffen. Somit kann zum einen der bspw. gemäß BMF (2017) gestellten Forderung eines auf das Liegenschaftskataster abgestimmten Verzeichnisses über die zum Forstbetrieb gehören-

---

<sup>90</sup> Ursprünglich war für das vorliegende Kapitel 7 die Erprobung der Betaversion eines smarten Flächenmanagementsystems, welches in dem auf Seite 4 genannten Forschungsprojekt entwickelt und auf Basis der bisher abgeleiteten Merkmale entwickelt werden sollte, geplant. Doch u.a. wegen substantieller Umsetzungsprobleme im Bereich ESRI-basierter GIS-Technologie, musste dieses Ziel verworfen werden. Aufgrund dessen findet sich im Weiteren die konzeptionelle Entwicklung und exemplarische Erprobung eines entsprechenden Managementsystems, welches durch die Vielzahl verwendeter Programme fragmentiert erscheint. Doch eben diese Fragmentierung ist wiederum hinsichtlich der notwendigen Modellbildung, welche üblicherweise durch Isolation und Abstraktion charakterisiert ist, auch von Vorteil, da so die Übersichtlichkeit der verschiedenen Komponenten erhöht wird.

den Flächen entsprochen werden. Zum anderen findet sich hier bspw. für forstliche Dienstleister, welche mehrere Forstbetriebe betreuen, eine geeignete Möglichkeit der eindeutigen Zuordnung einzelner Flächen und ihrer entsprechenden Eigentümer. Dies gilt vor dem Hintergrund kleinparzellierter Betriebsstrukturen umso mehr für z.B. FBG'en. In Anbetracht des Zieles eines forstbetrieblichen Flächenmanagementsystems sind solche Katasterdaten im Weiteren mit Informationen der Flächengliederung und Waldeinteilung sowie den zugehörigen Inventur- und Planungsdaten zu verknüpfen. Darüber hinaus gilt es, entsprechende Dateneingabemasken für die Dokumentation des Naturalvollzugs zu schaffen sowie geeignete Berichte und Zusammenfassungen des jeweiligen Status quo des Flächenmanagements abzuleiten. Erst nach der Umsetzung dieser Merkmale können die bereits erwähnten Stärken eines solchen Systems ausgespielt werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, der forstlichen Praxis eine entsprechend geeignete Lösung für das Flächenmanagement zu bieten. Dazu erfährt die zunächst in der Theorie entwickelte Konzeption eines solchen Systems in Kapitel 7.5 eine exemplarische Umsetzung. Diese dient neben der Erprobung grundlegender Funktionen der Ableitung zentraler Stärken und v.a. auch der von Schwächen, welche bei weiteren Entwicklungen zu berücksichtigen sind. Bei der Konsolidierung der Erkenntnisse und der exemplarischen Entwicklung einer Konzeption für ein zielgruppenadäquates Flächenmanagementsystem finden sich in den u.a. in Kapitel 6.2 dargestellten Interviews praxisnahe Hinweise.

## 7.2. Wesentliche Erkenntnisse und Ableitungen

### 7.2.1. Zentrale Bedeutung des Flurstücks

In Kapitel 5.3.1 wird der rechtsverbindliche Charakter des Flurstücks als eigentumszuweisende bzw. -dokumentierende Größe gemäß dem Liegenschaftskataster dargestellt. Vor dem Hintergrund, dass das Flurstück eine zentrale Bedeutung im Rahmen der Zuweisung des Eigentums innehat (vgl. §§ 2f. NVerMG), entfaltet diese rechtsverbindliche Einheit bei der Bewirtschaftung von Flächen zentrale Bedeutung. Dies wird auch durch die Forderung, dass Waldeigentümer nach § 142 AO u.a. ein Anbauverzeichnis zu führen haben (vgl. Kapitel 2.3.1), verdeutlicht. Ein solches Verzeichnis enthält alle dem Betrieb dienenden Flächen und hinsichtlich der selbstbewirtschafteten Flächen neben der Angabe ihrer Größe, Nutzungs- und Kulturart auch Flur- und Parzellenbezeichnungen oder ortsübliche Benennungen (BMF 2020). Ein Anbauverzeichnis erübrigt sich jedoch, wenn für einen Forstbetrieb ein amtlich anerkanntes Betriebsgutachten oder -werk vorliegt (Ebenda). Soll dieses wiederum im Kontext einkommenssteuerlicher Vergünstigungen eingesetzt werden, fordert das BMF (2017) ein auf das Liegenschaftskataster abgestimmtes Verzeichnis über die zum Forstbetrieb gehörenden Flächen. Im föderalen Sinne unterstreichen dies z.B. die entsprechenden Vorgaben der Bundesländer Hessen, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen (HMULF 2002, Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei 2002 und LWK 2013). Sie fordern, dass die oben erwähnte und gegliederte Forstbetriebsfläche grundsätzlich auf das Liegenschaftskataster abzustimmen ist. Mit Hilfe dieser Gegenüberstellung erfolgt der Eigentumsnachweis der forstlichen Betriebsflächen. Entsprechend enthält das Flächenverzeichnis eines Forsteinrichtungswerkes die nach Abteilungen und Unterabteilungen untergliederte Forstbetriebsflächen (LWK 2013).

Seitens der LWK wird dem Flurstück und somit dem Flächenwerk grundlegende Bedeutung beigemessen. Im Privatwald steht die Erfassung der Waldbesitzerverhältnisse im Vordergrund. Daher erfolgt die Inventur flurstücksweise bzw. werden über das einzelne Flurstück alle weiteren Daten, insbesondere die der Waldbesitzerstruktur, verknüpft (LWK 2013). Ein Beispiel für die forstliche Flächeneinteilung gemäß einer möglichen Vorgehensweise der LWK auf Basis des ALKIS findet sich in Abbildung 20. Hier werden die kartographischen Ergebnisse der Inventur und Planung exemplarisch anhand kleiner Flur-

stücke dargestellt. Aufgrund der kleinstrukturierten Eigentumsverhältnisse zeigt sich eine entsprechend kleinstrukturierte Waldeinteilung. Jedoch ist eine flurstücksübergreifende und rein flächenmäßig größere Ausweisung zusammenhängender Bewirtschaftungseinheiten durch wechselnde Eigentumsstrukturen oder die Flurstücksgrenze an sich limitiert.

Von herausragender Relevanz ist neben den skizzierten Eigenschaften jedoch die Bedeutung des Flurstücks als eigentumsrechtliche Größe. Anhand der zugehörigen Daten ist jedes Flurstück nicht nur einem Eigentümer exakt zugeordnet, sondern es kann auch präzise lokalisiert werden. Ein erster Schritt findet sich z.B. in dem digitalen Angebot einiger Bundesländer. Diese ermöglichen die räumliche Verortung der jeweils relevanten Fläche durch die nutzerseitige Eingabe zugehöriger Katasterdaten. Auf dieser Basis ist es dem jeweiligen Akteur möglich, das gewünschte Objekt auf einer Grundkarte in seiner räumlichen Lage zu betrachten und somit eine erste Orientierung diesbezüglich vorzunehmen. Zudem können diese digitalen Flurdaten gemäß Kapitel 3.6 zur GNSS-basierten Abgrenzung des Eigentums vor Ort verwendet werden. Die Kenntnis der jeweiligen Eigentumsgrößen dient als wesentliche Grundlage forstlicher Bewirtschaftung. Sowohl das exemplarisch dargestellte Vorgehen der LWK als auch die in Kapitel 5.4 erwähnten flurstücksbezogenen Angebote zur Mobilisierung des kleinstrukturierten Nicht-Staatswaldes heben nochmals die Bedeutung des Flurstücks als Zugang zur potentiellen Flächenbewirtschaftung hervor. Insbesondere im Kontext des Zusammenschlusses kleinstrukturierter Einheiten in bspw. FBG'en ist das Flurstück als eigentumscharakterisierende Größe von zentraler Bedeutung. Hier dienen die Angaben des Liegenschaftskatasters primär zur Feststellung der Eigentumszugehörigkeit forstlicher Parzellen und deren räumlicher Verortung. Im Weiteren stellen sie oftmals die Grundlage der Finanzierung solcher Zusammenschlüsse dar.

Aufgrund der Bedeutung und Eigenschaften von Katasterangaben können bezüglich der Konzeption eines smarten Flächenmanagementsystems grundlegende Bestandteile abgeleitet werden. So lässt sich konstatieren, dass ein solches System den Zugang des Nutzers zu entsprechenden Flächen u.a. grundsätzlich die kartographische Darstellung von Flurstücken erlauben muss. Wie in Kapitel 3.6 vorgestellt, besteht die WMS-basierte, kartographische Einbindemöglichkeit von Katasterinformationen, welche gemäß der in Kapitel 3.1 vorgestellten INSPIRE-Richtlinie zeitnah zur Verfügung stehen. Vor dem Hintergrund der digitalen Einbindung findet sich jedoch u.a. der Nachteil, dass ein solcher Layer selbst nicht durchsuchbar oder veränderbar ist. Der Nutzer wird also lediglich dazu befähigt, Flurstücke zu betrachten und so z.B. Orientierungsmöglichkeiten hinsichtlich der Betriebsgrenzen zu finden. Angesichts des Managementsystems sollte der Anwender zudem das Angebot weiterer Optionen vorfinden. So bietet sich die Funktion eines neuen, die Katasterdaten überblendenden Layers an. Mit dessen Hilfe kann der Nutzer die ihm bekannten Betriebsgrenzen manuell entlang der per WMS-Layer angezeigten Flurstücke nachzeichnen. Um die Betriebsabgrenzung auf Basis der Flurstücke professioneller zu gestalten, muss dem Anwender eine Schnittstelle für den Import relevanter Flurstücke in etablierten GIS-Formaten angeboten werden. Hierüber kann der Nutzer die erworbenen Grenzdarstellungen in das System einlesen und darstellen. Ein ähnlicher Ansatz zur Betriebsabgrenzung mit Hilfe externer Daten findet sich u.a. in der Anwendung „myForest“ (vgl. Kapitel 3.3.1.2). Diese bietet dem Anwender eine einfache Möglichkeit des Imports von Linien und Polygonen welche z.B. die Betriebsgrenzen darstellen. Die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (o.J.) bietet diesbezüglich mit ihrer Smartphone-Applikation „WaldExpert“ einen nochmals professionelleren Lösungsansatz. Hier ist es dem Anwender möglich, Flurstücke über die Eingabe zugehöriger Katasterdaten kartographisch anzeigen zu lassen und diese individuell zu benennen. Zudem kann das gesuchte Flurstück systemintern für weitere Darstellungen bspw. entlang von Luftbildern gespeichert werden.

Somit finden sich drei grundlegend unterschiedliche Ansätze, welche jedoch alle zur digitalen Abgrenzung des Eigentums bzw. des jeweiligen Betriebes führen und wiederum in Abbildung 27 als ereignis-

gesteuerte Prozesskette dargestellt werden.<sup>91</sup> Ausgangspunkt des abgebildeten Schemas stellt die fehlende digitale Abgrenzung des Betriebes oder von einzelnen, bspw. neu erworbenen Betriebsteilen gegenüber fremdem Eigentum dar. Dabei ist es das Ziel, entsprechendes Eigentum kartographisch und digital abzugrenzen. Hierauf folgt wiederum eine inklusive Oder-Regel. Demnach sind Betriebsdaten entweder digital, georeferenziert und in einem GIS-konformen Dateiformat vorhanden oder sie liegen so nicht vor. Gleichzeitig lässt das unten dargestellte Schema auch zu, dass nur ein begrenzter Anteil dieser Daten der ersten Annahme unterliegt und der verbleibende Anteil wiederum nicht in geeigneter Form vorhanden ist. Im Fall der Variante, dass die Daten entsprechend vorliegen, gilt es deren Gültigkeit zu überprüfen und infolgedessen wiederum auf eine inklusive Oder-Regel zu treffen. Diese sieht für den Fall, dass die Daten zumindest teilweise nicht die aktuelle Ausdehnung des Betriebes wiedergeben, eine Prüfung alternativer Vorgehensweisen zur digitalen Abgrenzung vor. Bezüglich des gültigen Datensatzanteils gilt es, die Kompatibilität des Datenformats gegenüber den Anforderungen des Flächenmanagementsystems, in welches die Daten integriert werden sollen, zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Zur kartographischen und tabellarischen Darstellung der relevanten Katasterangaben erfolgt daraufhin der Datenimport in einem geeigneten Dateiformat. Bevor der Forstbetrieb mit Hilfe dieser Vorgehensweise digital abgegrenzt ist, gilt es kartographisch zwischen der Darstellung von Außen- und Binnengrenzen zu unterscheiden. Erstere dienen der Abgrenzung gegenüber Fremdeigentum und sind infolgedessen von betrieblicher Relevanz. Die Bedeutung und somit die Darstellung der Binnengrenzen sind aus betrieblicher Perspektive eher vernachlässigbar.

Wie bereits erwähnt, besteht die Möglichkeit, dass der Betrieb oder zumindest zugehörige Bestandteile noch nicht digital, georeferenziert und GIS-konform vorliegen. In diesem Fall bietet sich die Digitalisierung der Betriebsflächen mit Hilfe einer Suchmaske nach Katasterdaten wie sie bspw. in den Geo-Webportalen der Bundesländer oder durch die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (o.J.) angeboten wird, an. Als dritte Variante zur Flächendigitalisierung und v.a. -abgrenzung nennt Abbildung 27 das manuelle Einzeichnen auf einer kartographischen Grundlage, wie es bereits oben beschrieben wird. Dieser Ansatz folgt z.B. der Vorgehensweise des in Kapitel 3.3.1.2 vorgestellten britischen Flächenmanagementsystems, welches neben dem Datenimport auch das manuelle Einzeichnen auf einer entsprechenden Grundlage zulässt. Gleichzeitig basiert es insbesondere auf der Kenntnis des zugehörigen Akteurs hinsichtlich zum Betrieb gehörender Flächen. So bietet es sich an, die Abgrenzung nicht nur über die bereits erwähnte WMS-gestützte Darstellung von Flurstücksgrenzen, sondern auch bspw. über Orthofotos vorzunehmen. An dieser Stelle ist jedoch zu beachten, dass Grenzpunkte in Gebieten, denen eine einwandfreie Vermessung zugrunde liegt, im Liegenschaftskataster mit einer Genauigkeit von bis zu 3 cm Abweichung erfasst und mit entsprechender Genauigkeit kartographisch dargestellt werden. In Gebieten, welche jedoch keine einwandfreie Vermessung vorweisen können, kann die Abweichung der in der Karte dargestellten Daten wiederum einige Meter betragen (Geoportal Baden-Württemberg o.J.). Somit besteht zu der Darstellung von Katasterdaten in einem Orthofoto und der damit gegebenenfalls verbundenen manuellen Flächenabgrenzung grundsätzlich die Möglichkeit mangelnder Präzision bei der digitalen Eigentumsabgrenzung. Diese Unzulänglichkeit kann zudem u.a. durch den Anzeigemaßstab der dargestellten Objekte, der nutzerindividuellen Klickgenauigkeit und der Bildschirmauflösung verstärkt werden (Ebenda).

---

<sup>91</sup> Die Grundlagen der EPK finden sich in Kapitel 1.

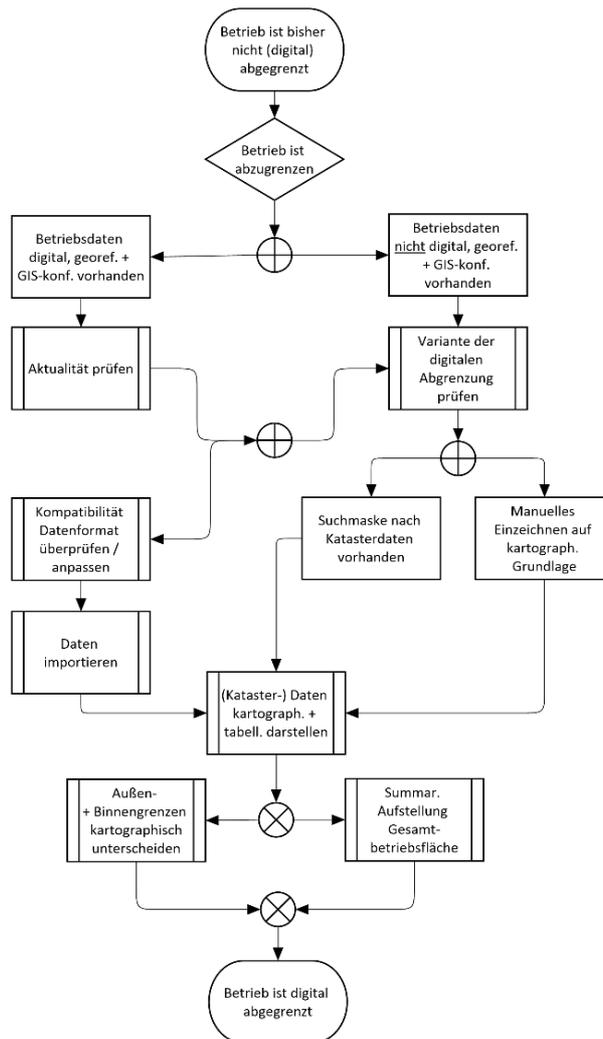


Abbildung 27: Schematisches Vorgehen der digital unterstützten Betriebsabgrenzung

Gemäß Abbildung 27 ist nach der erfolgreichen kartographischen Darstellung der betriebszugehörigen Katasterdaten diese auch tabellarisch abzubilden. Das dient der im Weiteren erforderlichen summarischen Aufstellung der Gesamtbetriebsfläche. Im Rahmen forstwirtschaftlicher Prozesse ist außerdem insbesondere die Außen- bzw. die Eigentumsgrenze des Betriebes von Relevanz. Daher gilt es diese zur eindeutigen Differenzierung gegenüber forstbetriebsfremden Parzellen kartographisch hervorzuheben. Darüber hinaus sind diese auch gestalterisch von den Binnengrenzen der Flurstücke, welche nicht an Fremdeigentum angrenzen, abzuheben. Mit Abschluss dieser Schritte gilt der jeweilige Forstbetrieb mit Hilfe unterschiedlicher Vorgehensweisen als digital abgegrenzt.

Trotz der Abgrenzung des Betriebes bspw. auf Basis bekannter Geometrien in Orthofotos kommt den Elementen des Liegenschaftskatasters und hier v.a. dem Flurstück zentrale Bedeutung bei der flächenmäßigen Darstellung des Eigentums zu. Es dient nicht nur der Lokalisierung zugehöriger Flächen, sondern stellt zudem die Grundlage der offiziellen Flächengröße und der Eigentumsabgrenzung gegenüber dritten Flächen dar. Bei der Waldinventur als auch der Forsteinrichtung steht als erster Schritt insbesondere die Erfassung der Waldeigentumsverhältnisse im Vordergrund. Dies gilt seitens der LWK (2013) insbesondere für den Privatwald. Weiterhin basiert die Waldaufnahme auf den einzelnen Flurstücken. Das in diesem Kontext erstellte forstliche Flächenverzeichnis enthält die Ergebnisse der rechnerischen Herleitung der Forstbetriebsflächen. Dabei ist das Verzeichnis nach Abteilungen, Unterabteilungen und Unterflächen sowie nach Holzbodenfläche und den ausgewiesenen Nutzungsarten des

Nicht-Holzbodens zu gliedern (LWK 2013). Das BMF (2017) betont ebenfalls die Bedeutung des Flurstücks, indem sie ein auf das Liegenschaftskataster abgestimmtes Verzeichnis über die zum Forstbetrieb gehörenden Flächen verlangt. Schließlich erfolgt die Abstimmung der forstlichen Flächengrößen auf die Größenangaben des Liegenschaftskatasters. Ziel ist es dabei, weniger als vier Prozent Abweichung der Forstfläche zur Katasterfläche darstellen zu können (LWK 2013).

#### 7.2.2. Flächengliederung und Waldeinteilung

Auf die Betriebsabgrenzung folgt die Gliederung der Betriebsfläche. Hierbei wird die bereits in Abbildung 19 vorgestellte Flächengliederung nach Speidel (1972, S. 79) zugrunde gelegt. Für die im Rahmen der Inventur zu kategorisierenden und zu dokumentierenden Holzboden- als auch die Nicht-Holzbodenfläche empfiehlt sich gerade vor dem Hintergrund einer bundesweit einheitlichen Vorgehensweise die Verwendung gleicher Begrifflichkeiten. Ein solcher Katalog, welcher die bundeseinheitliche Gliederung und Bezeichnung der tatsächlichen Nutzungen sicherstellen soll, wird seitens der Arbeitsgemeinschafts der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2011) angeboten. Dieser enthält im Bereich der Nutzungsarten dezidierte Ausführungen und dient daher im Weiteren als Referenz zur Benennung der Nicht-Holzbodenflächen wie z.B. Unland oder Parkplätze. Bezüglich der Holzbodenflächen erfolgt hier jedoch ausschließlich eine Differenzierung der Nutzungsarten in Laub- oder Nadelholz bzw. Laub- und Nadelholz. Dies entspricht nicht der Kategorisierung gemäß forstlicher Inventur- und Planungsinteressen. Somit gilt es zweckmäßigerweise der Einteilung der LWK (2013) bzw. von Kramer (1985, S. 36) in die Kategorien „Holzboden“ und „Blöße“ zu folgen. Demnach zählen alle mit Waldbäumen bestockten Flächen einschließlich bis zu fünf Meter breiten Schneisen und Wege sowie Wasserläufe zur Holzbodenfläche. Eine eigene, extra auszuweisende Kategorie der Holzbodenflächen findet sich in der Blöße. Diese entspricht infolge von Nutzungen oder Kalamitäten vorübergehend unbestockten Flächen (LWK 2013; Kramer 1985, S. 36). Eine für forstbetriebliche Zwecke entlang der dargestellten Referenzen zusammengefasste Aufstellung der Nutzungsarten von Holz- und Nicht-Holzbodenflächen findet sich in Tabelle 19. Im Zuge der Flächengliederung erfolgt die Subsumierung der vorgefundenen Nutzungsarten unter eine dieser Kategorien.

Tabelle 19: Nutzungsartenkatalog für Holzboden und Nicht-Holzbodenflächen

Nr.	Nutzungsart	Abkürzung	Zuordnung	AdV-Nutzungsarten-schlüssel
1	Abbauland	Abb	Nicht-Holzboden	15000
2	Acker	Ack	Nicht-Holzboden	31100
3	Betriebszugehörige Gebäude	Geb	Nicht-Holzboden	16200
4	Blöße	Blö	Holzboden	-
5	Brachland	Bra	Nicht-Holzboden	31600
6	Fließgewässer	FGew	Nicht-Holzboden	41000
7	Friedhof	Fhf	Nicht-Holzboden	19000
8	Grünland	Grü	Nicht-Holzboden	31200
9	Holzboden	HB	Holzboden	-
10	Parkplatz	Parkp	Nicht-Holzboden	23020
11	Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche	Sonst	Nicht-Holzboden	18000
12	Stehendes Gewässer	SGew	Nicht-Holzboden	41300
13	Unland	Unl	Nicht-Holzboden	37000
14	Versorgungsanlage	Vers	Nicht-Holzboden	12300
15	Weg	Weg	Nicht-Holzboden	22000

Des Weiteren gilt gemäß der LWK (2013) zur zielgerichteten Betriebsführung, dass jegliche Planungseinheiten auf der Fläche eindeutig zugeordnet werden können. Wesentliches Instrument ist hierbei die Waldeinteilung, welche in Kombination mit der Walderschließung die Merkmale der Holzbodenfläche horizontal gliedert (Kurth 1994, S. 75). In Abbildung 28 findet sich die für smartes Flächenmanagementsystem vorgesehene hierarchische Darstellung der Waldeinteilung in exemplarischer Form. Angesichts der Zielgruppe der vorliegenden Arbeit entfällt hier die durch Speidel (1972, S. 217) vorgeschlagene erste Gliederungsebene in Distrikte bzw. Forstorte.

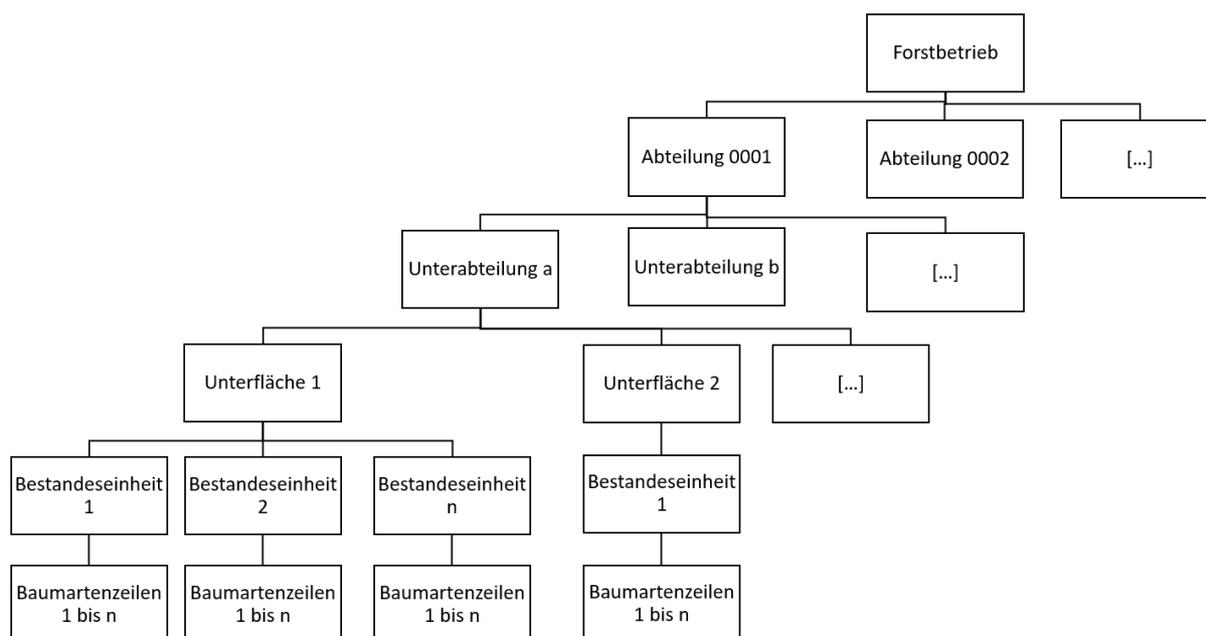


Abbildung 28: Hierarchie der Waldeinteilung

In Anlehnung an Abbildung 19 zeigt Abbildung 28 die Hierarchie der Waldeinteilung. Wie beschrieben, erfolgt die Einteilung des Forstbetriebes in Abteilungen. Eine Abteilung entspricht der dauerhaften geographischen Waldeinteilung von rund 10 – 30 ha Größe. Ihre Ausdehnung wird durch anliegende Abteilungen sowie Wald- oder Eigentumsgrenzen abgesteckt (Kramer 1985, S. 9). Die kartographische Darstellung erfolgt mit Hilfe einer gepunkteten Linie (Speidel 1972, S. 216). Abteilungen werden unter Verwendung arabischer Ziffern ein- bis vierstellig sowie von Ost nach West und von Süd nach Nord fortlaufend nummeriert und entsprechend kartographisch dargestellt (Landesbetrieb Forst Brandenburg 2013a; LWK 2013).

Überdies erfolgt eine weitere Untergliederung der Abteilungen hin zu Unterabteilungen (vgl. Abbildung 28). Gemäß der LWK (2013) ist die Ausweisung solcher Einheiten bspw. bei wechselnder Betriebsklasse, Hauptbaumartengruppe oder waldbaulicher Zielsetzung notwendig. Auch eignet sie sich zur Abgrenzung von Holzbodenflächen gegenüber Nicht-Holzbodenflächen. Die Mindestgröße dieser liegt bei etwa drei Hektar (Kramer 1985, S. 59). Eine entsprechende Kennzeichnung der Unterabteilung erfolgt auf Basis der lateinischen Großbuchstaben A bis V. Dabei ist bei der Ausweisung darauf zu achten, diese alphachronologisch sowie von Ost nach West und von Süd nach Nord fortlaufend zu vergeben. Gleichzeitig ist eine zurückhaltende Ausweisung zielführend. Dies gilt v.a. angesichts der Möglichkeit zukünftiger Flexibilität bei der Ausweisung von Unterabteilungen. Demgegenüber werden die Kleinbuchstaben w, x und y Nicht-Holzbodenflächen vorbehalten. So ist bspw. „w“ Wegen über fünf Metern Breite zgedacht. Um optische Verwechslungen mit l bzw. i auszuschließen, erfolgt gemäß der LWK (2013) keine Vergabe der Buchstaben J bzw. j.

Kramer (1985, S. 60) charakterisiert die der Unterabteilung nachgeordneten Unterflächen als Bestandteil einer Unterabteilung, für welchen eine gesonderte Dokumentation des Waldzustandes zweckmäßig erscheint. Unterflächen werden in chronologischer Reihenfolge numerisch, nach Flächengröße absteigend und maximal zweistellig in der Folge von Ost nach West sowie von Süd nach Nord nummeriert. Somit ergibt sich in Kombination aus Abteilung, Unterabteilung und -fläche die Möglichkeit der eindeutigen Adressierung einer forstlichen Parzelle, welche durch die Kombination der einzelnen Bezeichnungen gemäß dem Muster „1234 A 1“ beschrieben und kodiert wird. Diese eindeutige Kurzform eignet sich zur präzisen Angabe des jeweiligen Forstortes auf dem einzelnen Bestandesblatt (vgl. Kapitel 7.3) bzw. in der kartographischen Darstellung (vgl. Abbildung 36).

Der in Abbildung 28 auf unterster Hierarchieebene eingeführte Begriff der Bestandeseinheit beschreibt ein Kollektiv von Bäumen auf einer zusammenhängenden Mindestfläche, welches wiederum eine einheitliche Behandlung erfordert bzw. ermöglicht (Kramer 1985, S. 14). Wie beschrieben, besteht die Unterfläche an sich regelmäßig aus nur einer Bestandeseinheit. In Ausnahmefällen darf die Unterfläche auch durch mehrere Bestandeseinheiten charakterisiert werden. Damit werden in der Praxis etablierte „Hilfsflächen“ oder „Strukturelemente“, welche sich vom Bestand abgrenzen, aufgegriffen. Somit wird den bei Thuemmler (2012, S. 16ff.) gezeigten Strukturen, welche eine bis zu vierstufige Waldeinteilung vorsehen, Rechnung getragen. Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Einheiten aus Abteilung, Unterabteilung und -fläche erfolgt keine unmittelbar kartographische Darstellung der Bestandeseinheiten. Diese unterliegen zum Zwecke der Eindeutigkeit ebenfalls einer chronologischen Nummerierung, welche ausschließlich bei der tabellarischen Bestandesbeschreibung erfolgt.

Nachfolgende Abbildung 29 setzt voraus, dass eine Flächengliederung mitsamt Waldeinteilung des entsprechenden Betriebes in dem Flächenmanagementsystem noch nicht vorliegt. Ähnlich zur oben dargestellten Abbildung 27 existieren auch hier unterschiedliche Herangehensweisen. Zunächst besteht die Möglichkeit der Vorlage eines bereits vorhandenen, analogen Datensatzes. In diesem Fall gilt es, die Daten zu digitalisieren. So erfolgt zunächst die Überprüfung der Datenaktualität. Dieser Kontrolle bedarf es auch im Kontext des zweiten Zugangs der Zuweisung räumlicher Geometrien. Neben der Gültigkeit sowie der vollständigen und korrekten Darstellung dieser Angaben ist die Kompatibilität des Datenformats auf die systemseitig angebotenen Formate hin zu überprüfen. Nach erfolgreicher Schaffung aller Voraussetzungen ist es dem Anwender möglich, die über die skizzierten Zugänge bereitgestellten Daten in das System zu importieren. Die folglich systemintern verfügbaren Daten sind nun gegebenenfalls hinsichtlich der oben erwähnten Kategorien der Flächengliederung und Waldeinteilung zu subsumieren. Bezüglich der erfolgreich an die weit gefassten Vorgaben des Flächenmanagementsystems angeglichenen Betriebsdaten bietet sich sodann die Überprüfung oder eventuelle Neuermittlung der Flächengrößen an. Final sind sowohl die Ergebnisse der Flächengliederung als auch die der Waldeinteilung in das zugehörige GIS bzw. die entsprechende Datenbank einzupflegen.

Der dritte Zugang sieht vor, dass entsprechende Daten nicht vorliegen. Demnach ist neben der forstlichen Betriebsfläche auch die Waldeinteilung vorzunehmen. Insbesondere bei der Differenzierung von Holzboden und Nicht-Holzbodenflächen über ein systemintern bereitgestelltes Orthofoto bietet sich zunächst die Bestimmung der Nicht-Holzbodenflächen an. Auf dieser Grundlage entspricht die verbleibende Nettofläche der Holzbodenfläche. Gleichmaßen können diese Kategorien der forstlichen Betriebsfläche neben der Herausstellung auf Basis des Orthofotos auch mittels GNSS-Unterstützung hergeleitet werden. Im Weiteren hat der jeweilige Akteur den ermittelten Flächen entsprechende Kategorien gemäß der in Tabelle 19 aufgelisteten Nutzungsarten zuzuweisen und eine zweckmäßige Waldeinteilung gemäß Abbildung 28 vorzunehmen. Abschließend gilt es, die jeweilige Flächengröße zu ermitteln und die Datensätze sowohl im GIS als auch der Sachdatenbank des Flächenmanagementsystems abzubilden. Weiterhin ist davon auszugehen, dass das im Rahmen der vorliegenden Arbeit konzeptionell zu entwickelnde System die explizit getrennt voneinander erwähnte Geo- und Sachdatenbank in einer Anwendung bündelt.

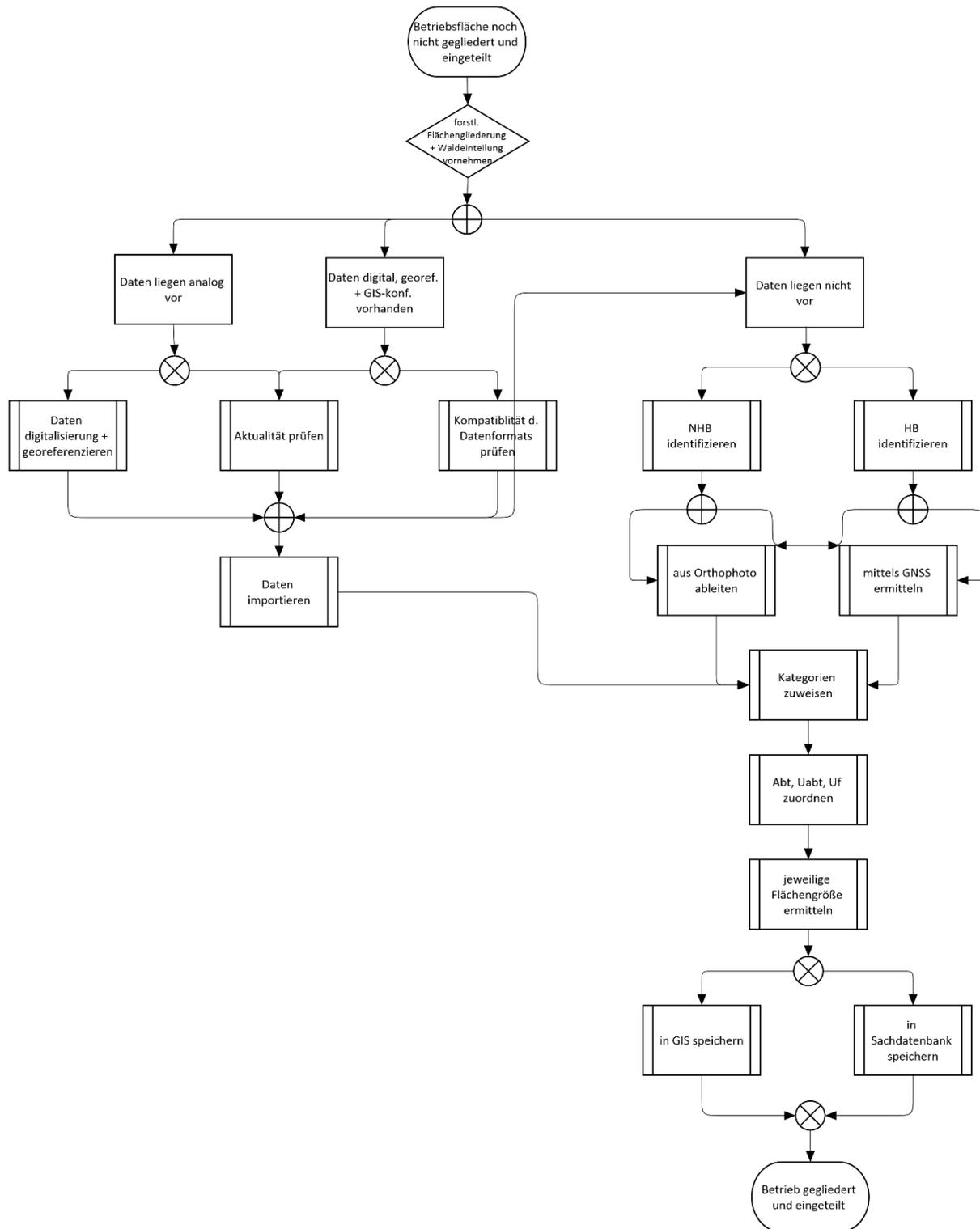


Abbildung 29: Schematisches Vorgehen bei der forstlichen Flächengliederung und Waldeinteilung

Im Weiteren wird das Vorgehen der inhaltlichen Attributierung von ausgewiesenen Flächen mit Inventur- und Planungsdaten schematisch beschrieben. Gemäß Speidel (1972, S. 217) kann es hierbei zu Überschneidungen des in Abbildung 29 skizzierten Ablaufes der Flächengliederung und Waldeinteilung kommen. Dies gilt insofern, als dass die Gliederung des Forstbetriebs in Abteilungen dem ersten Schritt der Waldeinteilung entspricht. Die weitere Aufteilung in Unterabteilung und -flächen erfolgt demnach oftmals im Zusammenhang mit der Bestandesinventur. Dennoch lässt sich bereits hier konstatieren, dass die Kenntnis der jeweiligen Flächengröße, welche gemäß Abbildung 29 zuvor im Rahmen der

Waldeinteilung hergeleitet wird, in jedem Fall eine wesentliche Grundlage des weiteren Vorgehens darstellt. Im Kontext der inhaltlichen Attributierung ist die jeweilige Flächengröße im Falle mehrerer Bestandeseinheiten je Unterfläche individuell abzuleiten.

Losgelöst von den bei Speidel (1972, S. 217) angeführten möglichen Überschneidungen von Prozessen der Waldeinteilung und inhaltlichen Attributierung erfolgt in Abbildung 30 die eigenständige Darstellung des Prozesses inhaltlicher Attributierung der Holzbodenflächen. Zum Auftakt der Prozesskette wird festgestellt, dass die Inventur und Beplanung der Holzbodenfläche noch aussteht. Die Attributierung kann auch hier über drei Zugänge erfolgen. Die erste Möglichkeit unterstellt ein analoges Vorliegen der entsprechenden Daten. Hier gilt es, die jeweilige Aktualität der Angaben zu überprüfen und diese dann zu importieren. Der Import erfolgt in diesem Fall aufgrund des Charakters der Ausgangsdaten regelmäßig durch manuelle Übertragung. Dabei sind einige der bereits bestehenden Daten entlang eines Kataloges zu subsumieren. Dieser Katalog wurde bspw. für die einzelnen Baumarten, Schichten und planbaren Maßnahmen entlang bundesweit etablierter Kriterien entworfen und findet sich im Anhang (S. XXIIff). Bevor die Holzbodenfläche über diesen Zugangsweg als inventarisiert und beplant gilt, sind die eingepflegten Daten zwischen Sach- und Geodatenbank zu synchronisieren und zu speichern. Der zweite Zugang unterstellt das Vorliegen des entsprechenden Datensatzes in digitaler, georeferenzierter und GIS-angepasster Form. Sodann erfolgt die Überprüfung der Daten auf ihre Aktualität und zudem Kompatibilität gegenüber den durch das System angebotenen Dateiformaten. Nach erfolgreichem Abschluss dieser Überprüfungen erfolgen der Datenimport und die Subsumierung dieser entlang des oben erwähnten Kataloges. Abschließend gilt es auch hier die Inventur- und Planungsdaten zwischen der Sach- und Geodatenbank zu synchronisieren und zu speichern.

Die dritte Zugangsmöglichkeit setzt gemäß Abbildung 30 voraus, dass die zugehörigen Daten nicht vorliegen. Die anschließende GNSS-gestützte Datenerhebung kann durch vorhergehende GIS-basierte Tätigkeiten unterstützt werden. So bietet sich z.B. die Ausweisung von Unterflächen und gegebenenfalls auch Bestandeseinheiten sowie die Ableitung zugehöriger Flächengrößen über aktuelle Orthofotos, welche wiederum mit Hilfe per WMS in das System eingebunden werden, an. Bei der anschließenden lokalen Bestandesinventur ist die entsprechende Unterfläche entweder räumlich abzugrenzen oder aus der bereits vorgenommenen Klassifikation über ein GIS auszuwählen.

Darüber hinaus gilt es, die Notwendigkeit zur Ausweisung mehrerer Bestandeseinheiten je Unterfläche abzuwägen und diese Einheiten mit Hilfe der Inventurmaske (vgl. Kapitel 7.3) numerisch eindeutig zu bezeichnen. Nach Abbildung 30 existieren zur Ableitung der für die Bestandesinventur benötigten Parameter unterschiedliche Zugangswege. Zum einen bietet sich eine automatisierte Herleitung der Flächengröße mittels GIS an. Diese Option ist insbesondere dann geeignet, wenn die Unterflächen zuvor bspw. über ein Orthofoto ausgewiesen wurden und aus lediglich einer Bestandeseinheit bestehen. Zum anderen bietet sich die eigenständige Ermittlung der Flächengröße, wie es in Kapitel 3.6 exemplarisch dargestellt ist, an. Dieses Verfahren erscheint insbesondere bei Unterflächen, welche aus mehreren Bestandeseinheiten zusammengesetzt sind und somit nicht zuvor über das GIS vorbereitet wurden, an. Gleichzeitig erlaubt das in Kapitel 3.6 dargestellte Verfahren keine unmittelbare Darstellung der, gemäß der in Kapitel 7.3 vorgestellten Inventurmaske, erhobenen Bestandesdaten wie bspw. dem berechneten Bestandesvorrat und -zuwachs. Hier müsste z.B. LogBuch das vollumfängliche Flächenaufmaß mitsamt der Darstellung der zu ermittelnden Flächengröße auch in der mobilen Version ermöglichen. Andernfalls kann die Größe der zu beschreibenden Bestandeseinheit im Bestand selbst zunächst nur gutachterlich eingeschätzt werden. Entsprechend unterliegt die gemäß Kapitel 7.3 unmittelbare Darstellung der Bestandesgrößen bis zur abschließenden Herleitung des Flächenaufmaßes einigen Unsicherheiten. Unabhängig von der Wahl der Methodik des Flächenaufmaßes gilt es im Weiteren die entsprechende Bestandeseinheit baumartenzeilenweise zu attributieren (vgl. Kapitel 7.3). Hieran schließt sich die Synchronisation der mobil erhobenen Daten mit dem zugehörigen Webportal, in

welchem das Flächenmanagementsystem mitsamt zugehöriger Sach- und Geodatenbank verortet ist, an. In diesem erfolgen anwenderseitig eventuelle Korrekturen sowie gegebenenfalls die erneute Synchronisation der Sach- und Geodatenbank.

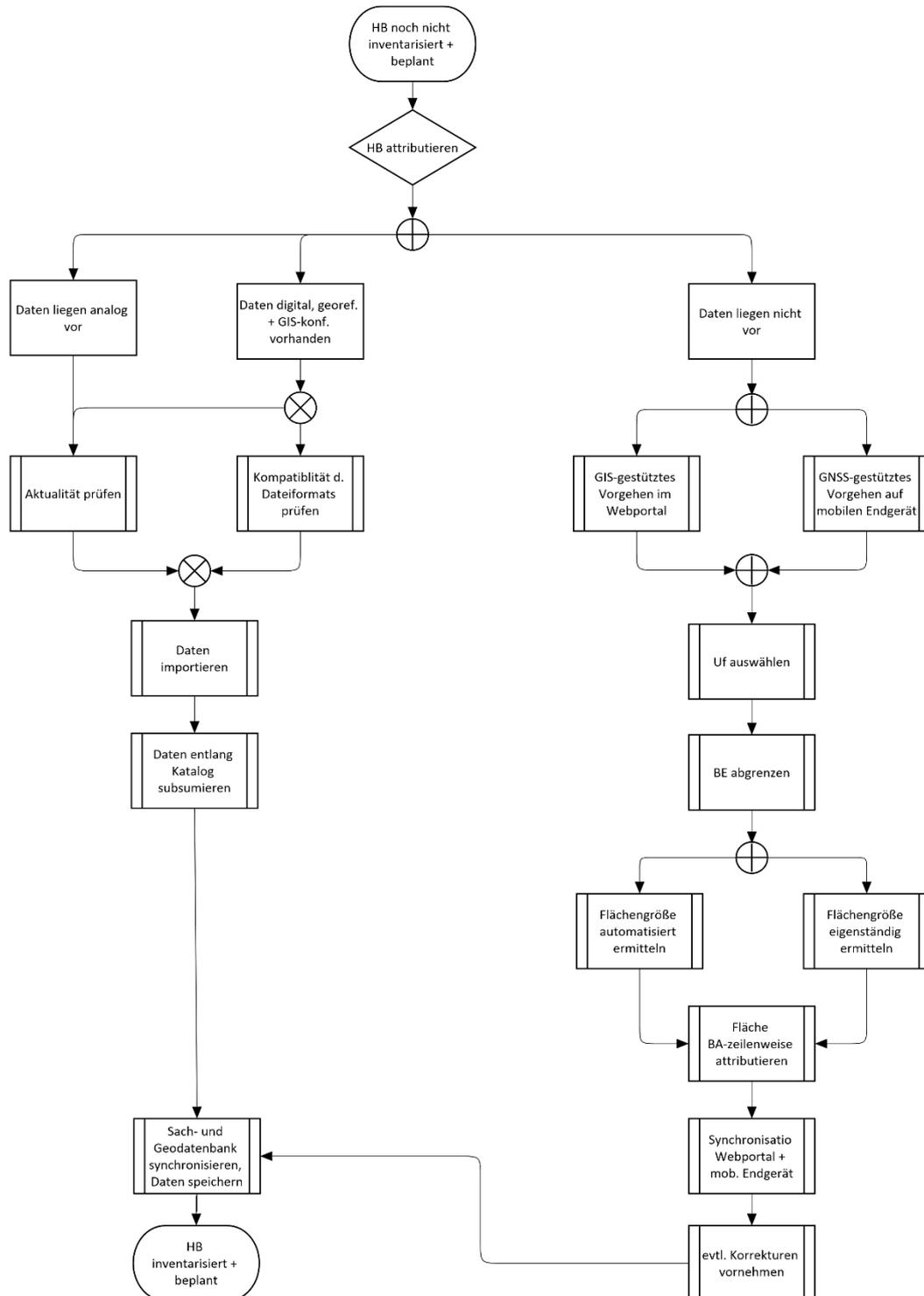


Abbildung 30: Schematisches Vorgehen bei der Attributierung der Holzbodenflächen

Weitergehende, detailliertere Ausführungen zur Flächengliederung und Waldeinteilung sowie hinsichtlich des Vorgehens bei der Attributierung forstlicher Geometrien finden sich u.a. beim Landesbetrieb Forst Brandenburg (2013b), der LWK (2013) oder dem HMULF (2002). Zudem erfolgt in

Kapitel 7.3 die Darstellung wesentlicher Elemente der inhaltlichen Attributierung der zuvor ausgewiesenen Flächen. Angesichts der kartographischen Unterscheidung dieser genannten Merkmale eines Forstbetriebes untereinander sind neben den erwähnten Bezeichnungszuweisungen die an den Landesbetrieb Forst Brandenburg (2013b) angelehnten Merkmale zu verwenden (vgl. Abbildung 31).

Betriebsgrenze	——
Abteilungsgrenze	••••
Unterabteilungsgrenze	——
Unterflächengrenze	----
LKW-befahrbarer Weg	——
LKW-befahrbarer Weg Kopie	——
Abteilung	1 / 2 / 3
Unterfläche (Holzboden)	A / B / C
Nicht-Holzbodenfläche	w / x / y
Unterfläche	1 / 2 / 3

Abbildung 31: Elemente der Forstbetriebskarte (Stark vereinfacht nach Landesbetrieb Forst Brandenburg (2013b))

Darüber hinaus sind die Unterflächen nach der Hauptbaumart der größten, zugehörigen Bestandeseinheit farblich hervorzuheben. Der zugehörige Farbkatalog findet sich im Anhang (S. XXIIIff.). Die dort vorgestellte Farbgebung orientiert sich an Staupendahl (2013) und entspricht i.d.R. dem bspw. in Niedersachsen verbreiteten Schema. In Einzelfällen kommt es hier dennoch zu Abweichungen. So wird bspw. der BAG Buche in Niedersachsen ein brauner und in Thüringen ein grüner Farbton zugeordnet. Grün charakterisiert demgegenüber in Niedersachsen, je nach Farbnuance sogenanntes anderes Laubholz mit hoher bzw. niedriger Umtriebszeit. In Anbetracht des Ziels der Konzeptentwicklung für ein smartes Flächenmanagementsystem des kleinparzellierten Nicht-Staatswaldes in Deutschland empfiehlt es sich, die im Anhang (S. XXIIIff.) angeführten RGB-Codes zur standardisierten Darstellung der jeweiligen Hauptbaumarten zu verwenden. Entsprechend der dort vorliegenden Farbdaten entfällt in den kartographischen Darstellungen die farbliche Differenzierung nach Altersklassen oder -stufen. Dies ist insbesondere daher möglich, als dass die nachfolgend in Kapitel 7.4 vorgestellte Datenbankkonzeption dem Nutzer einfache Abfragen bzw. Darstellungen des zugehörigen Alters bzw. der entsprechenden Altersklasse in einem digitalen Format erlaubt.

### 7.2.3. Vorschlag zur Dokumentation des Maßnahmenvollzugs

Auch wenn bei Vertragsnaturschutzmaßnahmen und im Bereich der Zertifizierung zunehmend Dokumentationsanforderungen entstehen, existiert im Bereich der Forstwirtschaft i.d.R. kein externer Dokumentationsdruck, wie er in Kapitel 3.2 für die Landwirtschaft durch bspw. Cross-Compliance-Regelungen skizziert wird. Gleichzeitig lässt sich für das forstwirtschaftliche Umfeld in Kapitel 5.3.2 die Bedeutung der rückwirkenden Analyse, welche Speidel (1972, S. 244) zurückliegenden Handlungen beimisst, hervorheben. Speidel betont dabei explizit die Darstellung des Betriebsvollzugs und dessen Gegenüberstellung mit den ursprünglichen Planungen. Hiermit greift er der Idee eines forstlichen Controllingystems nach Merker (1997, S. 145) vor. Merker schreibt der forstlichen Informationsbereitstellung eine zukunftsweisende Bedeutung zu. Entsprechend zählt die Entwicklung zentraler Steuergrößen und betrieblicher Zielvorgaben zu den Kernelementen eines Controllingablaufes. Hierauf bauen die Bausteine der Planung, Kontrolle und Reaktion auf Abweichungen auf (Merker 1997, S. 157). Bereits zuvor unterstreicht Bitter (1990b, S. 10) ein erhebliches Missverhältnis zwischen dem Aufwand der Datengewinnung und dem daraus gezogenen Nutzen.

Diese Diskrepanz zeigt sich auch in der Kombination der Kapitel 2.3.3 und 5.3.2. So erfolgt einerseits die Darstellung der forstbetrieblichen Kosten bei der Forsteinrichtung. Andererseits wird das Unterlassen der Maßnahmendokumentation, welche bspw. Merker (1997) oder Speidel (1972) im Sinne des Naturalcontrollings fordern, untersucht. Ein solches Unterlassen erfolgt aus unterschiedlichen Gründen. Bspw. finden sich nur selten geeignete Vorlagen. Die Fachgespräche mit forstwirtschaftlichen Schlüsselakteuren zeigen in Kapitel 6, dass Viele die Vollzugsdokumentation als zu aufwändig empfinden. Als zentrale Hürde stellen sich dabei neben der analogen Form auf dem Bestandesblatt auch ein hoher Detaillierungsgrad der vorgefertigten Muster sowie ein großer Zeitaufwand dar.

Eine zentrale Herausforderung bei der Entwicklung der Flächenmanagementkonzeption stellt die Schließung des forstlichen Controllingkreislaufes dar. Demnach gilt es, ein digitales Dokumentationsformat, welches aufgrund seines Flächenbezugs einen direkten Abgleich des aktuellen Zustandes mit Inventur- und Planungsdaten erlaubt, zu entwickeln. Gleichzeitig enthält dieses zur Reduktion des zeitlichen Aufwandes lediglich wenige Dokumentationsmerkmale, die wiederum ein adäquates Mindestmaß an forstlich relevanten Informationen darstellen.

Die angesprochene verringerte Anzahl an Dokumentationsmerkmalen findet sich in nachstehender Tabelle 21. Diese orientiert sich an den in den Kapiteln 5.3.2 und 6.2 ermittelten Parametern der adäquaten Maßnahmendokumentation. Dabei stellt die Angabe des jeweiligen Waldortes den entsprechenden Flächenbezug der schriftlich festgehaltenen Merkmale dar. In diesem Kontext ist von hoher Relevanz, dass der jeweilige Akteur die Buchungseinheit eigenständig festlegen kann. Demnach steht es ihm frei, ob er die Verbuchung des Maßnahmenvollzugs bspw. auf Ebene der Unterfläche, der Unterabteilung oder der zugehörigen Abteilung vornimmt. Hinsichtlich der Dokumentation von Sammelhiebsen, wie sie bspw. im Rahmen von Kalamitäten anstehen, ist auch explizit der Betrieb an sich als Buchungsebene zur Dokumentation des Maßnahmenvollzugs auswählbar. Die jeweils individuell auswählbare Abstraktion der Buchungsebene trägt nicht nur zur Attraktivitätssteigerung der Dokumentation durch eigenständige Festlegung des Detaillierungsgrades bei. Vielmehr erlaubt sie auch die Verbuchung der Ergebnisse sogenannter Hiebsblöcke, wie sie in der forstlichen Praxis oftmals zur Rationalisierung und Effizienzsteigerung der Holzernte gebildet werden. Als zweite Variable ist das Datum zu benennen. Nach Kurth (1994, S. 513) genügt die Benennung des zugehörigen Jahres. Dennoch setzt sich diese Angabe im Weiteren aus Monat und Jahr zusammen. Dies erhöht die Aussagekraft einer solchen Angabe. So ist bei der Planung zukünftiger Tätigkeiten nachvollziehbar, ob z.B. Pflanzmaßnahmen des entsprechenden Betriebes tendenziell im Frühjahr oder im Herbst eines Jahres vorgenommen wurden. Gleichzeitig stellt sich bei weiterer Präzisierung der Datumsangabe um den jeweiligen Tag die Frage nach dem Bezug dieses Datums. So ist unklar, ob z.B. das Ende der eigentlichen Holzerntetätigkeiten oder das Datum der Holzaufnahme gemeint ist. Eine solche Fragestellung kann auch bei der Kombination aus Monat und Jahr auftreten. Da der entsprechende Zeitraum vergrößert wird und somit die zeitlich bestenfalls relativ eng verbundenen Aktivitäten innerhalb einer solchen Monatsspanne liegen, wird dieser Diskussion wenig Platz eingeräumt. Trotz der oben angeführten Bedenken findet sich in der Quantifizierung des relativen Flächenanteils ein weiteres Kernelement. Dieses drückt den prozentualen Anteil einer Fläche aus, auf welchem die entsprechende Maßnahme angewendet wurde, und ist im Vergleich zu absoluten Anteilen oftmals einfacher abschätzbar. Gleichzeitig kann diese Angabe ihre volle Aussagekraft erst auf der geringstmöglichen Abstraktionsebene der Buchungseinheiten entfalten. So ist z.B. die Kenntnis um eine lediglich zu Teilen vorgenommene Durchforstung auf Ebene der Unterfläche bzw. Bestandeseinheit für weitere Holzerntemaßnahmen von planerischer Bedeutung. Schlussendlich findet die Darstellung getätigter Maßnahmen entlang eines voreingestellten Maßnahmenartenkatalogs statt (vgl. Tabelle 20). Diese kennzeichnet die vollzogenen Maßnahmen eindeutig und betriebsweit standardisiert.

Tabelle 20: Maßnahmenartenkatalog

Maßnahmenart	Übergeordnete Kategorie
Ästung	Pflege
Durchforstung	VN
Endnutzung	EN
Freihalten	Pflege
Gassenhieb (Feinerschließung)	VN
Kultur- / Jungwuchspflege	Pflege
Pflanzung, NV einleiten	Bestandesbegründung
Sammelhieb	Sonstiges
Sonstiges	Sonstiges
Wegebau / -pflege	Sonstiges
Wildschutz (anbringen / entfernen)	Sonstiges

Die in Tabelle 21 angeführten Kernelemente der Dokumentation des Naturalvollzugs erlauben die nachvollziehbare und flächenbezogene Darstellung grundlegender Aspekte durchgeführter Aktionen. In diesem Sinne können die Kernelemente als Minimalanforderungen an die Dokumentation verstanden werden. Die sodann als „optionale Erweiterung“ kategorisierten Parameter präzisieren die jeweiligen Aktionen fakultativ. Diesbezüglich ist die Zuweisung von Daten für das grundsätzliche Verständnis der Maßnahmen nicht notwendig. Gleichzeitig ist ein solcher Hinweis in der forstlichen Praxis bei mehreren Baumarten je Buchungseinheit von Relevanz. Durch die Zusammenfassung und Zuordnung der Baumarten zu wenigen Gruppen erfährt der Dokumentationsprozess an dieser Stelle weitere Rationalisierung. Die Notwendigkeit dessen wird insbesondere durch die im Anhang (S. XXIII) genannte Vielzahl an Baumarten verdeutlicht.

Tabelle 21: Dokumentationsparameter des Naturalvollzugs

Kategorie	Parameter	Hinweis
Kernelement	Waldort	Buchungsebene frei wählbar
	Datum	i.d.R. operativer Abschluss der Maßnahme
	Relativer Flächenanteil	Prozentualer Anteil der bearbeiteten Fläche; in Wechselwirkung mit absolutem Anteil
	Absoluter Flächenanteil	Absoluter Anteil der bearbeiteten Fläche; in Wechselwirkung mit relativem Anteil
	Maßnahmenart	Vgl. Tabelle 20
Optionale Erweiterung	Baumartengruppe	Vgl. Tabelle im Anhang (S. XXIII)
	Volumen	Ggfs. auf Herausforderungen und Probleme bei der flächenbezogenen Angabe des Volumens per Tooltip hinweisen
	Maßeinheit	Erntefestmeter / Stückzahl / Meter
	Bemerkungen	Individueller Kommentar
	Anhang	Individuelles Bild, Rechnung oder sonstige Datei

Eine ebenfalls optionale Erweiterung der Vollzugsdokumentation findet sich nach Tabelle 21 in der Angabe der Dimension und der zugehörigen Maßeinheit, welche aus den dargestellten Merkmalen besteht. Diese fakultativen Angaben geben z.B. das jeweils geerntete Volumen in Erntefestmetern oder die Stückzahl entsprechender Aufforstungsmaßnahmen wieder. Hinsichtlich der Eignung dieser Angabe sei auf die auf Seite 125 dargestellten Herausforderungen dieser Dokumentation verwiesen. Dennoch kann angesichts der oben formulierten Unterstellung, dass ein Bestandesblatt den Informationsbedarf des zugehörigen Forstbetriebes wiedergibt, der Wunsch nach der Angabe von Holzerntevolumina festgestellt werden (vgl. Tabelle 17). Nicht zuletzt bietet sich in diesem Umfeld die Dokumentation sonstiger Maßnahmen nach Menge oder Anzahl an. Insofern liegt ein weiteres Feld vor, welches die entsprechende Einheit zeigt. Abgerundet werden diese Erweiterungen durch die bereits auf Seite 125 beschriebene Option individueller Bemerkungen und Anhänge.

Der Definition dieser Parameter kann bezüglich der erwähnten Herausforderungen bei der Vollzugsdokumentation hohe Bedeutung beigemessen werden. So trägt sie dazu bei, dass der nach Merker (1997) oder Speidel (1972) erwähnte ganzheitliche Ansatz der Forsteinrichtung als Controllinginstrument aufgrund des rationalisierten Dokumentationsaufwandes auch im Nicht-Staatswald etablierbar ist. Dementsprechend betont Kurth (1994, S. 518) nochmals explizit den Zweck der Vollzugsdokumentation als Element planmäßiger Betriebsführung und Mittel zur Überprüfung betrieblicher Tätigkeiten. Überdies schreibt er der Dokumentation die Möglichkeit zur Bereitstellung wichtiger Informationen für zukünftige Einrichtungstätigkeiten zu. Neben den bereits erwähnten Auswirkungen auf die Betriebssteuerung eignet sich eine solche Dokumentation verrichteter Maßnahmen auch zur nachvollziehbaren Darstellung dieser gegenüber Dritten. Solche mitunter betriebsfremde Dritte finden sich z.B. in Beratern oder auch im Rahmen von Kaufs- bzw. Verkaufs- sowie Erbschafts- und Schenkungsfällen.

Gerade unter Berücksichtigung der Vorzüge der in Kapitel 3 exemplarisch vorgestellten Flächenmanagementsysteme erscheint die Verwendung eines solchen zielgruppenadäquaten Ansatzes zur Vollzugsdokumentation sehr geeignet. So kristallisiert sich bei diesen Systemen heraus, dass v.a. ein übersichtlich strukturiertes Layout sowohl der Anwendungen als auch des jeweiligen Inhaltes von zentraler Bedeutung ist. Ebenso deuten z.B. Avenza Maps oder das myForest-System sowie die QGIS-Anwendun-

gen darauf hin, dass ein forstliches Flächenmanagementsystem eine sehr niedrighschwellige Kostenstruktur aufweisen muss. So bieten einige Anwendungen kostenfreie Basisversionen an, welche um eventuell kostenpflichtige Funktionen erweiterbar sind. Prinzipiell können auch webbasierte Kartendienste sowie die INSPIRE-basierten Geodaten die Preisstruktur eines solchen Systems niedrig halten und somit die Etablierung eines einfachen Naturalcontrolingsystems unterstützen.

### 7.3. Das zur quantitativen Bestandesbeschreibung optimierte Bestandesblatt

Die bisher in Kapitel 3 aufgeführten Ergebnisse münden im Weiteren in einer zielführenden Zusammenstellung dieser. So erfolgt nun aus den zuvor ausgewerteten Bestandesblättern die Ableitung eines Bestandesblattes, welches dem überwiegenden Informationsbedarf der Zielgruppe entsprechend dürfte. Neben der Beschreibung dessen findet eine exemplarische Modellierung der gesammelten Erkenntnisse in MS Excel statt.

Basierend auf dem in Kapitel 5.3.2 angestellten Vergleich der Bestandesblätter unterschiedlicher Eigentumsarten wird im Weiteren ein in Sachen Inventur- und Planungsdaten optimiertes Bestandesblatt entwickelt. Dieses enthält i.d.R. die seitens der Nutzungssatzrichtlinie geforderten, aber auch die in den erwähnten Kapiteln aufgezeigten Merkmale der Inventur und Planung. Dem Ansatz der Herleitung von Bestandesdaten durch den jeweiligen Bewirtschafter folgend, werden ausgewählte Felder der Tabellen 15 und 16 übernommen und teilweise modifiziert oder ergänzt. Grundsätzlich ist bei der Aufstellung dieses Bestandesblattes zu beachten, dass die Eingabemaske flexible Dateneingaben zulässt. Somit wird gewährleistet, dass sich der Anwender verschiedenen Parametern unterschiedlich nähern kann. In diesem Sinne ist es unerlässlich, dass die Eingabemaske wechselseitige Eingaben zulässt. Bspw. bedeutet dies, dass der Nutzer in einer Baumartenzeile durch die Eingabe von Baumart, -alter und -höhe die zugehörige Bonität ermittelt. Gleichzeitig besteht für ihn die Möglichkeit, über die Kenntnis um Baumart und -alter sowie der Bonität die entsprechende Baumhöhe abzuleiten (vgl. Abbildung 32). Gleichermaßen soll es dem Anwender erlaubt sein, die jeweiligen Mischungsanteile einer Baumart am Bestand nicht nur abzuleiten, sondern auch manuell einzutragen zu können. Jedoch sind die Felder in MS Excel einfach belegt. D.h. die bereits vorhandenen Daten werden bei der Neueintragung von Werten vollständig überschrieben. Entsprechende, VBA-basierte<sup>92</sup> Programmanweisungen, die dies dennoch ermöglichen würden, beeinträchtigen wiederum die Geschwindigkeit und allgemeine Funktion des Tools negativ. Somit beschränkt sich die exemplarische Darstellung solch wechselseitiger Beziehungen auf die Betonung der Notwendigkeit dieser.

Auf Basis der Analysen unterschiedlicher Bestandesblätter stellt Abbildung 32 die für den Bereich der Bestandesinventur mindestens benötigten Parameter exemplarisch dar. Ergänzt wird diese Skizze durch grau hinterlegte Felder, welche beispielhaft den regelmäßig und verhältnismäßig einfach durch den Anwender zu bestimmenden Zustandsparametern entsprechen. Mit Hilfe dieser sechs Felder können die Werte sämtlicher nicht farblich betonter Felder bestimmt werden. Gemäß Tabelle 15 weisen lediglich 57 % der aus Privatforstbetrieben zusammengetragenen Bestandesblätter die eindeutige Benennung der Bestandesschicht auf. Dennoch erfolgt gemäß Abbildung 32 die explizite Angabe der Schicht, da diese eine originäre Eingangsgröße darstellt und zur verbesserten Nachvollziehbarkeit der Bestandesdaten beiträgt. Hinsichtlich der in Abbildung 32 gezeigten Oberhöhe findet sich nur bei 10 % aller untersuchten Bestandesblätter die eindeutige Charakterisierung der Höhenangabe als Oberhöhe (vgl. Tabelle 15). Dennoch wird die Oberhöhe (Weise'sche Oberhöhe nach Kramer et al. (1973, S. 45))

---

<sup>92</sup> VBA entspricht der Abkürzung für „Visual Basic for Applications“ und stellt eine leistungsfähige Skriptsprache dar. Diese erlaubt es dem Anwender, innerhalb von MS Office bspw. wiederkehrende Tätigkeiten automatisiert ablaufen zu lassen. So können individuell erstellte Programmierbefehle beliebigen Schaltflächen und Formen zugewiesen und durch den Nutzer zukünftig mit geringem Aufwand aktiviert werden.

verwendet, da diese nach Kramer (1985, S. 47) und Kramer et al. (1973, S. 46) nicht nur leichter und genauer, sondern auch ohne mathematische Hindernisse empirisch messbar ist. Gleiches gilt für die gemäß Tabelle 15 in nur etwa einem Fünftel aller Fälle beobachtete Grundfläche. Denn auch sie entspricht einer originär und verhältnismäßig einfach messbaren Eingangsgröße. Gleichwohl ist es diskutabel, ob die Darstellung dieses Parameters auf dem eigentlichen Bestandesblatt, welches u.a. die Ergebnisse der Inventur übersichtlich präsentieren soll, entfallen darf. Der durchschnittlich nur zu 52 % dargestellte mittlere BHD ( $D_g$ ) eines Bestandes erfährt trotz seiner geringen Benennung im Weiteren als aus der zugrunde gelegten Ertragstafel abgeleitete Größe Beachtung. Denn auch hier handelt es sich um eine praxisnahe Größe zur Unterstützung bei der forstlichen Planung. Gleiches gilt für den laufenden Zuwachs, der gemäß Tabelle 15 lediglich zu 54 % Beachtung findet.

Für das bessere Verständnis der Skizze ist jedem Feld eine individuelle Nummer zugewiesen. Die darunterliegende Zeile weist exemplarisch auf eine Herleitungsmöglichkeit hin. Teilweise enthalten einzelne Spalten noch eine weitere Zeile, welche alternative Herleitungsoptionen des jeweiligen Parameters aufzeigt. So besteht z.B. für den  $D_g$  die Variante der Ableitung aus Baumart und -alter sowie den zugehörigen Werten aus der hinterlegten Ertragstafel. Alternativ kann er auch durch Messvorgänge erhoben werden. Die in Abbildung 32 dargestellten Pfeile skizzieren die bereits oben beschriebene Möglichkeit der wechselseitigen Parameterbestimmung exemplarisch für Baumhöhe und Bonität.

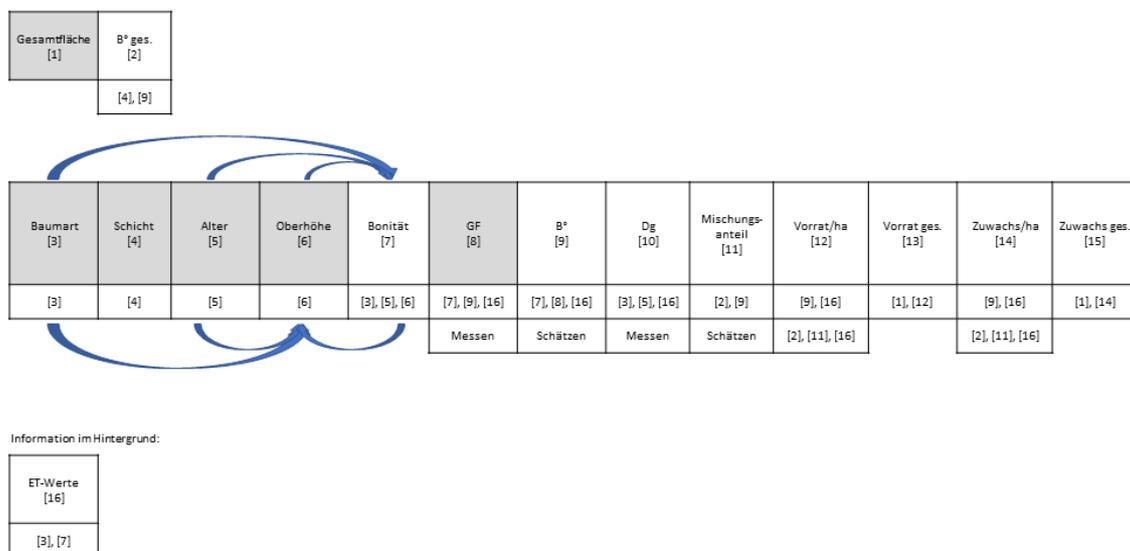


Abbildung 32: Darstellung ausgewählter Herleitungsmöglichkeiten unterschiedlicher Bestandesparameter

Im Zuge der Entwicklung eines Werkzeuges zur Bestandesinventur auf Basis von MS Excel sind die in Abbildung 32 skizzierten Parameter teilweise weiterzuentwickeln. So bonitiert bspw. ein Großteil der Ertragstafeln nach der Mittelhöhe, was wiederum die Umrechnung der Ober- in die Mittelhöhe erfordert. Gleichzeitig unterliegt die Ermittlung der Oberhöhe den oben dargestellten Vorteilen. Daher ist in der MS Exceldatei ein entsprechendes Formular zur Umrechnung der jeweiligen Höhenwerte zu hinterlegen. Ähnliches gilt für die erwähnte Weiterentwicklung der obigen Skizze z.B. bezüglich des Mischungsanteils einer jeweiligen Baumart. Zweckmäßigerweise hat diese Angabe nach absoluten und relativen Anteilswerten an der jeweiligen Fläche zu erfolgen und die Parameter sind also um ein Feld zu erweitern. Gleichzeitig sind die Eigenschaften der sogenannten „überschießenden Flächen“ zu berücksichtigen.<sup>93</sup> Im Rahmen der exemplarischen Umsetzung von Abbildung 32 ist schließlich diskuta-

<sup>93</sup> Überschießende Flächen entsprechen Flächen bzw. -anteilen von Bestandesschichten, die nicht der Hauptschicht zugeordnet sind. Demnach gehen überschießende Flächen nicht in die Herleitung der Holzbodenfläche des Forstbetriebes ein.

bel, ob die einzelne Baumartenzeile durch ein weiteres Feld, welches individuelle Bemerkungen zulässt, ergänzt werden sollte. Die Inventurergebnisse werden durch die zeilenweise Darstellung der nach der Hauptschicht eines Bestandes gewichteten Durchschnitts- oder auf diese bezogene Summenwerte ausgewählter Parameter abgerundet. Somit können wesentliche Merkmale wie bspw. der Vorrat je Hektar übersichtlich und eindeutig dargestellt werden. Das in Abbildung 32 skizzierte Bestandesblatt enthält demnach alle Parameter, welche einen Bestand im Sinne der Inventur beschreiben und die Grundlage der Planung bilden. Gleichzeitig entspricht die Auswahl der Parameter den Mindeststandards der Nutzungssatzrichtlinie.

Auf Basis der beschriebenen Inventurparameter erfolgt die Planung forstlichen Handelns. Diese differenziert gemäß der in Tabelle 20 aufgeführten Maßnahmenartenkataloges auf Baumartenzeilenebene nach Holzerntemaßnahmen und auf der Ebene der Bestandeseinheiten nach sonstigen Tätigkeiten. Dabei ist hinsichtlich der Holzernteplanung zwischen Vor- und Endnutzungsmaßnahmen zu unterscheiden, wobei sich die Vornutzung wiederum schematisch in Gassenhieb und Durchforstung aufteilt. Präzisiert werden die geplanten Maßnahmen der Holznutzung wiederum durch die Benennung der Eingriffsanzahl und individuelle Bemerkungen. Abschließend erfolgt auch im Bereich der Holzernteplanung die Darstellung der summierten Maßnahmenfläche sowie der Nutzungsvolumina je Hektar und im Gesamten. Der Bereich sonstiger Maßnahmen besteht u.a. aus Ästungs- oder Pflagetätigkeiten. Sie werden durch die Angabe der Flächenanteile und individuelle Bemerkungen konkretisiert.

Im Kontext der in Abbildung 33 exemplarisch dargestellten, MS Excel-gestützten Bestandesbeschreibung ist die Eingabe weniger Basiswerte zur Ableitung und Darstellung weiterer Bestandesparameter obligatorisch. Abbildung 33 zeigt mit Hilfe der grün hinterlegten Felder eine beispielhafte Kombination dieser Basisdaten. Zur vollständigen Bestandesbeschreibung hat die Eingabe weiterer, fakultativer Merkmale entlang der blau schattierten Felder zu erfolgen. Die weiß hinterlegten Felder dienen der Ausgabe von Werten, welche wiederum aus den Daten der farblich markierten Felder abgeleitet werden. Die zugehörige Berechnung und Ableitung erfolgt entlang waldwachstumskundlicher Standards im Hintergrund. Um die in den weißen Feldern hinterlegten Formeln und Funktionen durch eine nutzerseitige Dateneingabe nicht zu überschreiben, ist hier kein manueller Input zulässig. Für die weitere Verarbeitung der erhobenen Bestandesdaten in bspw. einer Datenbankstruktur (vgl. Kapitel 7.4) werden diese in einem gesonderten Tabellenblatt konsolidiert und zwischengespeichert. Dazu enthält das in Abbildung 33 dargestellte Bestandesblatt entsprechende VBA-basierte Makros, welche dem Anwender in Form von Schaltflächen zur Verfügung stehen. Diese erlauben ihm zum einen das einfache Übertragen und chronologische Speichern der Bestandesdaten in dem zusätzlichen Tabellenblatt. Zum anderen ermöglichen die Schaltflächen durch ihre Exportfunktion bereits prozessierter Ergebnisse einer Bestandeseinheit wiederum die Dateneingabe und Beschreibung weiterer Bestandeseinheiten. Überdies kann der Nutzer in der vorliegenden Datei u.a. aufgrund des nicht vorhandenen Schreibschutzes weitere Merkmale wie bspw. zusätzliche Baum- oder Maßnahmenarten ergänzen, Begriffe verändern oder weitere Ertragstafeldaten hinterlegen. Grundsätzlich dient die MS Excel-basierte Bestandesbeschreibung der exemplarischen Darstellung von Parametern der Bestandesbeschreibung sowie dem allgemeinen Verständnis der Abhängigkeiten unterschiedlicher Daten. Sie hat somit vornehmlich didaktischen Wert und das zugehörige Ablaufschema findet sich im Anhang (S. XXVIII).

Die Darstellung dieser Merkmale in MS Excel erlaubt die Bestandesbeschreibung nach den oben dargestellten Merkmalen auf Basis von bis zu fünf Baumartenzeilen. Dabei ist zunächst die Angabe des entsprechenden Waldortes im Sinne der forstlichen Verortung nach Betrieb bzw. Revier, Abteilung, Unterabteilung und Unterfläche sowie der Größe der Unterfläche von Bedeutung. Angesichts der Zielgruppe der vorliegenden Arbeit unterliegt die Unterscheidung von Betrieb und Revier keiner großen Bedeutung. Denn es wird unterstellt, dass diese beiden Einheiten in diesem Kontext regelmäßig de-

ckungsgleich auftreten. Da eine Unterfläche in Ausnahmefällen mehr als eine Bestandeseinheit enthalten kann, ist zudem die entsprechende Größe der zu beschreibenden Bestandeseinheit anzugeben. Die Angabe der jeweiligen Flächenart erfolgt dabei automatisiert. So findet sich die Festlegung auf „Bestand“ standardmäßig, sobald der ersten Baumartenzeile eine Baumart zugewiesen wird. Andernfalls ist die Flächenart als Blöße definiert. Im Weiteren gibt MS Excel das aktuelle Datum automatisch als Erhebungsdatum an und leitet hieraus den nächstmöglichen Stichtag der Inventur ab. Dieser ist auf den Start des jeweils anstehenden, klassischen Forstwirtschaftsjahres terminiert.

Die exemplarische, in Form einer MS Exceldatei aufbereitete Lösung verwendet die im Anhang (S. XXIII) aufgeführten Baumarten des elektronischen Datenstandards für Holzdaten (eldat). An gleicher Stelle finden sich auch die zugehörigen Ertragstabellen. Zudem orientiert sich die Benennung der Bestandesschichten an den seitens der LWK (2013) verwendeten Begriffen. Gemäß dem in Abbildung 33 dargestellten Formblatt zur Bestandesbeschreibung können Baumart und Bestandesschicht über ein Dropdownmenü ausgewählt und zeilenweise beschrieben werden. Nach manueller Eingabe des durchschnittlichen Baumalters und der Oberhöhe ( $h_{100}$ ) wird die zugehörige Ertragsklasse automatisch hergeleitet. Des Weiteren werden aus den zuvor aktiv eingegebenen Grundflächenwerten die Daten der Bestockungsanteile einer Baumart an einer Schicht berechnet. Jedoch wird auf dem in Abbildung 33 dargestellten Muster lediglich der Bestockungsanteil der Hauptbaumart einer jeden Schicht als Bestockungsgrad dargestellt. Entsprechend findet sich dieser Wert der Hauptbaumart bei den Nebenbaumarten der jeweiligen Schicht wieder. Für die Berechnung und Darstellung des  $D_g$ , der Mischungsanteile sowie des Vorrates und Zuwachses einer jeden Baumart stellt wiederum die Eingabe der Grundfläche eine zusätzliche Voraussetzung dar. Die Mischungsanteile entsprechen dabei ideellen Teilflächen, welche gemäß Abbildung 33 relativ und absolut vorliegen. Dabei erfolgt die Herleitung analog zur Anteilsflächenberechnung nach Kramer et al. (1973, S. 103). Die Angabe von Vorrats- und Zuwachswerten erfolgt hektar- und anteilsflächenbezogen sowie ausschließlich in der Einheit „Erntefestmeter“. Mit Ausnahme absoluter Flächenangaben erfolgt die Darstellung sämtlicher Werte mit lediglich einer Dezimalstelle. Zudem gilt für alle Baumarten außerhalb der Hauptschicht einer Bestandeseinheit, dass sämtliche nicht primär eingefügten Inventurdaten durch runde Klammern gerahmt werden. Dies zeigt dem Anwender nochmals, dass diese Daten nicht der Hauptschicht angehören. Schließlich kann der Anwender die ermittelten Inventurdaten der einzelnen Baumartenzeilen durch individuelle Bemerkungen konkretisieren. Abgerundet wird der Inventurabschnitt u.a. durch die summarische Darstellung der Anteilsfläche, wobei hier lediglich die ideellen Anteile der Baumarten der Hauptschicht eingehen. Gleichzeitig entspricht die Summe dieser Mischungsanteile der Gesamtfläche dieser Bestandeseinheit. Darüber hinaus finden sich in der letzten Zeile die Vorrats- und Zuwachswerte sowohl je Hektar als auch in Bezug auf die Gesamtfläche der Bestandeseinheit.

Wie bereits auf Seite 145 erwähnt, wird bei der Beplanung der zuvor erzeugten Inventurdaten zwischen Nutzungsmaßnahmen und sonstigen Arbeiten gemäß des in Tabelle 19 aufgeführten Kataloges unterschieden. Die dort benannten Tätigkeiten entsprechen einer kondensierten Form der u.a. bei der LWK (2013) und in vorliegenden Bestandesblättern (vgl. Kapitel 5.3.2.) dokumentierten Planungsmerkmale. Im Rahmen der Planung einer Vornutzungsmaßnahme kann der Nutzer das Nutzungsvolumen über die Variation des Zielbestockungsgrades mit Hilfe eines Drehfeldes je Hektar und im Gesamten planen. Mit Hilfe der Variation des Nutzungsprozentes besteht für den Planer wiederum die Möglichkeit zur Anpassung der Nutzungsvolumina bei Endnutzungsmaßnahmen. Insgesamt orientiert sich die Funktionalität der einzelnen Drehfelder an der zum Planungsbeginn per Dropdownmenü ausgewählten Nutzungsart. Entsprechend gilt, dass das Feld des Zielbestockungsgrades erst bei Auswahl einer Vornutzungsart freigeschaltet wird. Die dann nachfolgend dargestellten Nutzungsvolumina orientieren sich an diesem Feld. Das Drehfeld der Nutzungsprozente bleibt dabei ohne Funktion und wird erst

bei der nutzerseitigen Festlegung auf Endnutzung aktiviert. Über die Drehfelder und die damit vorgenommenen Veränderungen ergibt sich eine unmittelbare optische Rückkopplung hinsichtlich der nun veranschlagten Nutzungsvolumina. Somit bietet sich bereits an dieser Stelle eine Option zur Validierung der Eingaben. Unabhängig von der Maßnahmenart entspricht die zugehörige Maßnahmenfläche standardmäßig der des jeweiligen Mischungsanteils. Sie kann ebenfalls durch den Planer variiert werden. Dieser darf dabei den Mischungsanteil der beplanten Baumart am Bestand nicht überschreiten. Dies ist technisch durch eine entsprechend hinterlegte Restriktion gewährleistet und wird dem Anwender bei Überschreitung dieser Grenze mittels einer Pop-up-Meldung mitgeteilt.

Ähnlich den Inventurdaten kann die Nutzungsplanung durch weitere Bemerkungen präzisiert werden. Die Bereiche der sonstigen Maßnahmen lassen sich durch die Angabe des zugehörigen relativen und absoluten Flächenanteils sowie individuelle Bemerkungen präzisieren. Ebenso kann der relative Flächenanteil über ein Drehfeld variiert werden. Zweckmäßigerweise darf die Angabe des absoluten Flächenanteils die Flächengröße der zugehörigen Einheit nicht überschreiten. Auch hier sind entsprechend technische Restriktionen hinterlegt.

**Bestandesblatt von Bestand 2 a 7**

Waldort	2 a 7	Erhebungsdatum	Stichtag
Nr. Revier/Betrieb	11	23.04.2021	01.10.2021
Abteilung	2		
Unterabt.	a		
Unterfläche	7		
Größe Unterfläche	2,37 ha		
Flächenart	Bst		

Bestandesfläche: 2,37 ha

BE	BA	Schicht	Alter	Oberhöhe [m]	EKL	GF	B*	Zustand			Vorrat		Zuwachs		Bemerkungen	Nutzungsplanung							
								Dg [cm]	MA [%]	MA [ha]	je ha	i.G.	je ha	i.G.		Nutzungsart	Ziel-B*	Nutzung [%]	Maßnahmenfläche [ha]	Anzahl Eingriffe	je ha	i.G.	Bemerkungen
1	Rotbuche	H	133	30	2,8	28	0,9	37,0	44,8	1,06	374,1	397,5	6,4	6,8	Splitterschäden	EN	30,0	30,0	1,06	1 x	130,1	138,3	
1	Traubeneiche	H	133	28	1,7	28	0,9	43,3	55,2	1,31	332,1	434,2	4,8	6,3	Splitterschäden	Df	0,8	0,8	1,31	2 x	205,1	268,1	
1	Gemeine Esche	U	66	22	(2,0)	28	(1,2)	(20,6)	(100,0)	(2,37)	(248,0)	(587,8)	(6,1)	(14,5)	Naturverjüngung	EN	70,0	70,0	(2,37)	1 x	274,3	650,1	Eschentriebsterben
1	Hainbuche	N	23	4		28								Naturverjüngung									
1	Rotbuche	N	23	4		28								Naturverjüngung									
Summe										2,37	350,9	831,7	5,5	13,0					2,37		445,8	1.056,5	

Sonstige Maßnahmen				
Maßnahmen- nr.	art	Flächenanteil		Bemerkungen
		[%]	[ha]	
1	Pfe	100	2,37	Z-Baumauswahl

Alle Volumenangaben in Efm

Eingabefeld (Pflicht)
Eingabefeld (Optional)
Ausgabefeld (Nicht ausfüllen!)

```

graph TD
    A[Grunddaten konsolidieren] --> D[Alle Daten auf einmal konsolidieren]
    B[Bestockungsdaten konsolidieren] --> D
    C[Sonstige Maßnahmen konsolidieren] --> D
  
```

Abbildung 33: Abgeleitete Parameter eines Bestandesblattes

Mit Blick auf das in Abbildung 33 dargestellte Formular fällt zunächst auf, dass hier aus Rationalisierungsgründen kein Feld zur anwenderseitigen Integration einer betriebsinternen Flächenbezeichnung vorgesehen ist. Dabei ist es durchaus diskutabel, in weiterführenden Anwendungen die Möglichkeit zur Eingabe eines individuell vergebenen, oftmals historisch gewachsenen Namens dieser Fläche anzubieten. Dies gilt verstärkt angesichts dessen, dass solche namentlichen Benennungen eines Forstortes gerade in Privatforstbetrieben deutlich eher als eine sich an der Flächengliederung orientierende Kennzeichnung Verwendung finden. Zudem ist bemerkenswert, dass fünf Baumartenzeilen aufgeführt werden. Ein solcher Umfang besitzt lediglich exemplarischen Charakter. Im Rahmen einer vollumfänglichen Umsetzung des vorgestellten Konzeptes sollte die Anzahl der Baumartenzeilen flexibel sein. So dürfen keine Leerzeilen, wie sie in Abbildung 33 zu sehen sind, entstehen. Bei den in Kapitel 5.3.2 untersuchten Bestandesblättern führte die Bestandesstruktur regelmäßig zu bis zu fünf Baumartenzeilen. Das Maximum lag bei zwölf Zeilen. Demnach sollte der Anwender zum anderen entsprechend der jeweiligen Bestandesstruktur bis zu elf zusätzliche Zeilen einfügen und ausfüllen können.

Das verdichtete Bestandesblatt versucht für kleinere Forstbetriebe den Spagat zwischen hohem Kondensationsgrad und Darstellung des informationellen Mindestgehalts zu lösen. Dabei unterliegt dieses Bestandesblatt ebenfalls einem verhältnismäßig eingegengten Informationsangebot. Gleichzeitig beinhaltet es alle relevanten Merkmale und einen Großteil der zuvor bei der quantitativen Analyse festgestellten, relevanten Parameter der Bestandesbeschreibung (vgl. Kapitel 5.3.2). Insgesamt zeigt sich, dass die Elemente der Bestandesbeschreibung auf zentrale Aspekte entlang der institutionellen Anforderungen als auch der der forstlichen Akteure reduziert werden können. Der oben skizzierten MS Exceldatei, welche im Kontext der exemplarischen Anwendung dieses optimierten Bestandesblattes als Datenerhebungs- und -prozessierungsinstrument dient, kommt hierbei eine hohe konzeptionelle Absicht zu.<sup>94</sup>

#### 7.4. Konzeption einer Datenbank für das smarte Flächenmanagement

Hinsichtlich der Entwicklung eines smarten Flächenmanagementsystems gilt es die bisherigen Erkenntnisse in der Konzeption einer relationalen Datenbank gemäß der in Kapitel 1 genannten Grundlagen zusammenzuführen. Zudem ist die Relevanz der kartographischen Darstellung räumlicher Informationen in den bisherigen Kapiteln herausgestellt worden. Dementsprechend erfolgt im Weiteren die exemplarische Anbindung der relationalen Datenbank an ein GIS. Dabei ist es das Ziel, den u.a. in Kapitel 5.3 skizzierten Informationsbedarf und die in v.a. den Kapiteln 7.2f. dargestellten Anforderungen an ein Flächenmanagementsystem zu verknüpfen.

Eine solche Verbindung von Sach- und Geodaten erfolgt exemplarisch mit Hilfe von MS Access und einer Schnittstelle zu QGIS (vgl. Kapitel 3.2).<sup>95</sup> Dabei entspricht MS Access einem DBMS, welches zum einen oftmals Bestandteil des MS Office-Paketes ist. Dadurch dürfte mindestens

---

<sup>94</sup> Dies gilt nicht nur vor dem Hintergrund, dass dieses Programm aufgrund seiner Zugehörigkeit zur MS Office-Familie in Deutschland einen hohen Marktanteil von etwa 85 % genießt (statista 2021b). Sondern es kann aufgrund der in Kapitel 6.2 herausgestellten weiten Verbreitung dieses Tools auch auf eine allgemein vorhandene Versiertheit im Umgang mit MS Excel geschlossen werden. Im Übrigen eignet sich MS Excel mit Hilfe der in den einzelnen Feldern hinterlegten Formeln gut zur nachvollziehbaren Darstellung vorgenommener Rechenschritte. Dies gilt auch für die Beziehungen und Abhängigkeiten einzelner Parameter zueinander. Auch aufgrund der Möglichkeit zur mobilen Anwendung von MS Excel auf tragbaren Endgeräten, findet sich in der entwickelten Lösung ein geeignetes System zur Bestandesbeschreibung. Somit ist die vorgestellte Lösung gegebenenfalls partiell in der forstlichen Lehre nutzbar.

<sup>95</sup> In Fußnote 90 (S. 127) finden sich ausgewählte Gründe für die in mehrere technische Bestandteile fragmentierte Entwicklung und Erprobung der avisierten Konzeption für das smarte Flächenmanagement.

die Struktur der Programmoberfläche zukünftigen Anwendern vertraut vorkommen. Zum anderen erlaubt eben diese Oberfläche wiederum die verhältnismäßig einfache Entwicklung relationaler Datenbeziehungen bzw. -strukturen und eine darauf aufbauende Verwaltung dieser. Der Nutzer wird dabei durch zahlreiche Assistenten unterstützt und benötigt keine Programmierkenntnisse. Da die Speicherung entsprechender Inhalte in nur einer Datei erfolgt, kann des Weiteren eine mit MS Access erstellte Datenbank i.d.R. ohne Schwierigkeiten auf andere Geräte übertragen oder mit Dritten geteilt werden.

Demgegenüber zeichnet sich QGIS insbesondere durch seinen Open Source Charakter als Pendant zur Sachdatenbank aus. Diese Eigenschaft wird durch eine große Entwicklergemeinschaft, welche das Programm laufend weiterentwickelt und das System somit potentiell auf dem neuesten Stand der Technik hält, unterstützt. QGIS lässt sich zum einen in Grundzügen ohne nennenswerte EDV-Kenntnisse nutzen und individualisieren. Zum anderen können mit Hilfe dieser Fähigkeiten Vorlagen zur anwenderseitigen Nutzung entwickelt und etabliert werden. Diese Vorlagen umfassen bspw. übersichtlich strukturierte und systemweit einheitlich gestaltete Daten- oder Kartenlayouts. Die Anwendung selbst verfügt zwar grundsätzlich über räumliche Datenbankstrukturen, wie sie bspw. über das Format „Geopackage“ oder darüber hinaus mittels PostGIS angeboten werden. Dennoch wird zur Entwicklung des Datenmodells und auch zur späteren exemplarischen Umsetzung des Modells aus den oben genannten Gründen im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf die Kombination aus MS Access und QGIS zurückgegriffen.

#### 7.4.1. Relationale und GIS-bezogene Datenbank auf betriebsübergreifender Ebene

Die im Weiteren zu konzipierende Datenbankstruktur unterliegt einem betriebsübergreifenden Ansatz, wie er bspw. in einer FBG zu finden ist. Dabei orientieren sich Aufbau und Inhalt an den in Kapitel 2ff. hergeleiteten Anforderungen und Rahmenbedingungen forstlichen Handelns. Bezüglich der Inventur-, Planungs- und Vollzugsdaten sind hierbei u.a. die Erkenntnisse der Kapitel 7.2 und 7.3 von Bedeutung. Dementsprechend gilt es, eine Schnittstelle zur in Kapitel 7.3 vorgestellten, exemplarisch mittels MS Excel ermöglichten Bestandesbeschreibung anzubringen. So bietet die erwähnte Datei dem Anwender die Möglichkeit, Daten der Bestandesinventur und -planung eigenständig abzuleiten und zu konsolidieren. Entsprechend der in dieser Arbeit zu entwickelnden, exemplarischen Konzeption eines forstlichen Flächenmanagementsystems sollen die Daten der Bestandesebene mit Hilfe der relationalen Datenbank aufbereitet und Planungs- und Entscheidungsgrundlagen auf Betriebsebene entwickelt und umgesetzt werden.

Hinsichtlich der Eigentumsstrukturen stellen Suda et al. (2013) exemplarisch für den Freistaat Bayern fest, dass im Privatwald zukünftig Erbgemeinschaften mit komplizierten Entscheidungsstrukturen an Bedeutung gewinnen können. Entsprechend bedarf es hinsichtlich der betriebsübergreifenden Datenbank einer Lösung, welche solche Eigentumsverhältnisse bis auf die Ebene der Einzelperson aufschlüsselt. Einzelpersonen sind wiederum mit weiteren Attributen wie z.B. der Adresse für den Schriftverkehr zu belegen. Zusätzlich ist datenbankseitig ein Ansatz zur eindeutigen Zuordnung von Flurstücken und Eigentümern vorzunehmen. An dieser Stelle ist nochmals zu betonen, dass ein Flurstück grundsätzlich auch mehr als einem Eigentümer sowie mehreren Personen zugeordnet sein kann. Ebenso gilt wiederum, dass möglicherweise ein Eigentümer bzw. eine Person mehrere Flurstücke sein Eigen nennt. Ein möglicher Lösungsansatz findet sich in der Kombination der skizzierten atomaren Zerlegung von Eigentümerdaten und der Erweiterung des sogenannten Flurstückskennzeichens. Dieses Merkmal ist grundsätzlich objektbildend (Arbeitsgemeinschafts der Vermessungsverwaltungen der Länder der

Bundesrepublik Deutschland 2004). Dementsprechend erscheint es zur Verwendung als Primärschlüssel zunächst geeignet, ist allerdings aufgrund seiner Struktur und zur Einhaltung der Normalformen (vgl. Kapitel 1) umzuformen.<sup>96</sup>

Entlang dieser numerischen Daten sind die einzelnen Elemente der Katasterdaten als eigene Gegenstandstypen mitsamt ihren Attributen in der Datenbank darzustellen. Insgesamt wird somit die relationale Beziehung der Katasterfläche und der Einzelpersonen, welche wiederum als Eigentümer dieser Fläche definiert sind, mitsamt ihren angehängten Attributen abgebildet. Die entsprechende Beziehung findet sich als ERM im linken Bereich der Abbildung 34.<sup>97</sup>

Zentrales Merkmal forstwirtschaftlichen Handelns stellt die nach verschiedenen Merkmalen klassifizierte Forstbetriebsfläche dar. Gemäß Kapitel 7.2.2 ist zur näheren Kategorisierung der jeweiligen Nutzungsart einer solchen Fläche der in Tabelle 19 angeführte Nutzungsartenkatalog zu verwenden. Nach Abbildung 34 sieht das ERM als weiteren wichtigen Baustein der Datenbank die Elemente der Waldeinteilung in Form der „forstlichen Adresse“ vor. Auf Basis der in Kapitel 7.2.2 abgeleiteten Merkmale forstlicher Flächenhierarchie erfolgt die Ableitung des Primärschlüssels der Tabelle „Flaeche [Bestandeseinheit]“. Der verwendete Schlüssel „ID\_Flaeche“ wird entweder automatisiert mit der auf den Seiten 145ff. beschriebenen MS Exceldatei im Rahmen der MS Office-basierten Bestandesinventur erstellt oder nutzerseitig hergeleitet. Angesichts der Zielgruppe und der damit verbundenen geringen Flächengröße des einzelnen Forstbetriebs treten die Merkmale „Betrieb“ und „Revier“ regelmäßig synonym auf. Somit wird keine Weiterentwicklung des Primärschlüssels um ein gesondertes Ziffern paar für das Merkmal „Betrieb“ vorgenommen. Alle weiteren verarbeiteten Parameter der Waldeinteilung sind u.a. zur Wahrung des auf Seite 134 angeführten Merkmals ostdeutscher Abteilungsziffern in ihrer Ausprägung nicht variabel.<sup>98</sup> Demnach werden zur Gewährleistung eines bundesweit funktionierenden Systems Abteilungen grundsätzlich als vierstellige Werte ausgegeben. So wird bspw. die Abteilung 9 mit „0009“ kodiert. Die gemäß Kapitel 7.2.2 mit Buchstaben betitelten Unterabteilungen erfahren in diesem Kontext eine Umwandlung der Buchstaben in zweistellige Ziffernkombinationen. Dabei entspricht die einzelne Kombination jeweils der Zahl, welche der entsprechende Buchstabe im Alphabet gemäß der üblichen Reihenfolge zugeordnet ist. Unterflächen und Bestandeseinheiten werden in zweistellige Zahlen übersetzt. Gemäß dieser numerischen Darstellung und der auf Seiten 134 vorgestellten Kodierung der Waldeinteilung ergibt sich ein bis zu 14 Stellen haltiger Primärschlüssel. Die ebenfalls in diesem Umfeld angesiedelte „ID\_Revier“ trägt dazu bei, dass bspw. forstliche Dienstleister oder FBG´en ihre unterschiedlichen Mandaten betriebs- oder flächenweise verwalten können. Die beschriebene Kombination des Primärschlüssels wird von der in Kapitel 7.3 vorgestellten Datei zur Primärdatenprozessierung automatisiert erstellt und kann in einer entsprechenden Datenbank weiterverwendet werden. Aus Gründen der Vereinfachung sind die zur Ableitung der „ID\_Flaeche“ umkodierte Einzelbezeichnungen der forstlichen Flächen wiederum als Klarnamen erkennbar. Dies stellt eine wesentliche Grundlage der zielgerichteten Nutzung der Datenbank seitens forstlicher Akteure dar.

Wie in Abbildung 34 dargestellt ist, erfolgt die Charakterisierung der Tabelle „Flaeche [Bestandeseinheit]“ durch zahlreiche weitere Merkmale wie bspw. die beschriebenen Katasterdaten, welche grundsätzlich einer m:n-Beziehung zur forstlichen Bestandeseinheit unterliegen. Diese

---

<sup>96</sup> Ein Flurstücksnummer mit der einfachen Ziffer „1“ wird in „0001“, einer mit der zweistelligen Zahl „12“ in „0012“, einer mit der dreistelligen Zahl „123“ in „0123“ usw. übersetzt.

<sup>97</sup> Diese Abbildung basiert auf einer seitens des Autors der vorliegenden Arbeit betreuten Hausarbeit.

<sup>98</sup> Vgl. Landesbetrieb Forst Brandenburg (2013a).

Beziehung wird hier mit Hilfe einer Kreuztabelle dargestellt. Somit ist eindeutig festgelegt, welche katastermäßig ausgewiesene Fläche entsprechenden Elementen der forstlich gegliederten Betriebsfläche zugeteilt sind. Dies ermöglicht wiederum eine präzise Zuordnung der jeweiligen Flächen zu den entsprechenden Eigentümern, welches gerade für gemeinschaftlich bewirtschaftete Waldgebiete oder in Fällen forstbetrieblicher Betreuung von Relevanz sein kann. Darüber hinaus enthält die Tabelle der Bestandeseinheiten das Datum der Datenerhebung und den daraus abgeleiteten Stichtag dieser sowie die zugehörige Flächengröße in Hektar. In Form einer 1:n-Beziehung ist der Tabelle „Flaeche [Bestandeseinheit]“ die Tabelle „BA\_Zeilen“ angehängt. Diese enthält wiederum die Ergebnisse der Bestandesinventur auf Ebene der einzelnen Baumarten und die daraus resultierenden Planungen. Somit fließen die mit Hilfe der MS Exceldatei abgeleiteten Elemente der Bestandesbeschreibung vornehmlich in die Tabelle „BA\_Zeilen“ ein. Gleichzeitig finden sich sowohl die hektarbezogenen als auch die mit der Gesamtbestandesfläche verknüpften Ergebnisse der Inventur und Planung als gewichteter bzw. summierter Wert für den Einzelbestand wieder. Gemäß der oben beschriebenen atomaren Zerlegung einzelner Elemente enthält die Tabelle „BA\_Zeilen“ auch einige Fremdschlüssel, welche wiederum auf die Attribute weiterer Tabellen verweisen. Hierzu zählen z.B. die Bestandesschicht oder Baum- und Maßnahmenarten. Auf diesen bauen die ebenfalls in Abbildung 34 als Attribut der Tabelle „Flaeche [Bestandeseinheiten]“ skizzierten Inventur- und Planungsmerkmale des Einzelbestandes auf. Letztere erfahren durch die Tabellen „S\_Massnahmen“ und „S\_Massnahmenart“ eine weitere Präzisierung. Mit Hilfe dieser Tabelle können geplante Maßnahmen hinsichtlich ihrer Art, der zu behandelnden Flächengröße und des hier gültigen Flächenanteils flächenbezogen abgerufen werden. Gleichzeitig dient die Tabelle „S\_Massnahmenart“ der Unterstützung bei der flächenbezogenen Dokumentation des Naturalvollzugs. Eine solche Dokumentation erfolgt entlang der in Kapitel 7.2.3 vorgestellten wesentlichen Merkmale vorgenommener Tätigkeiten und ist datenbankmäßig über eine 1:n-Beziehung an die Tabelle „Flaeche [Bestandeseinheit]“ angeknüpft. Auf Basis der Veränderungsdokumentation<sup>99</sup> bietet die vorgestellte relationale Datenbank dem Anwender nun die Grundzüge eines smarten Flächenmanagementprogrammes. Dieses entspricht aufgrund der regelkreisbezogenen Darstellung der Inventur-, Planungs- und Vollzugsdaten im weitesten Sinne einem flächenbezogenen Controllinginstrument.

---

<sup>99</sup> Der Begriff der Veränderungsdokumentation wurde durch den Gesprächspartner im Experteninterview Nr. 24 geprägt (vgl. Kapitel 6.2).



Zur zielorientierten Anwendung dieser Basiselemente eines flächenbezogenen Controllinginstrumentes bedarf es jedoch der Verknüpfung und Dynamisierung von Tabellen mitsamt den zugehörigen Attributen. Dies erfolgt gemäß Kapitel 1 regelmäßig über die Erstellung von Abfragen. Im Zuge der Konzeption wurden 26 beispielhafte Abfragen entwickelt. Diese stellen wiederum die Grundlage weiterer zwölf Formulare und 20 Berichte dar. Mit Hilfe dieser Datenbankobjekte werden dem Anwender folgende Forstbetriebs- bzw. Flächendaten bereitgestellt:

- Altersklassenverteilung allgemein
- Altersklassenverteilung nach Baumarten und BAG
- Baumarten- und BAG-Verteilungen
- Bestandesbeschreibungen, getrennt nach Inventur- und Planungsdaten
- Gegenüberstellung der Kataster- und Forstbetriebsflächen
- Matrix zur Dokumentation des Naturalvollzugs
- Übersicht bestandesbezogener Maßnahmenplanungen
- Übersicht der Holzboden- und Nicht-Holzbodenflächen
- Vorrat je Altersklasse, Baumarten und BAG
- Zuordnung der Waldeigentümer und ihrer Flurstücke sowie der zugehörigen Waldorte
- Zusammenstellung aller forstbetrieblichen Flurstücke (Flächenkontrolltabelle / Katasterplan)
- Zusammenstellung der Waldeigentümer
- Zusammenstellungen nach Betriebsklassen gemäß der BAG
- Zuwachs je Altersklasse, Baumarten und BAG

Hinsichtlich der Auswertungen und Zusammenstellungen nach BAG erfolgt lediglich die Verwendung der im Anhang (S. XXIIIff.) angeführten BAG. Bei baumarten- bzw. BAG-bezogenen Grafiken werden die ebenfalls im Anhang (S. XXIIIff.) vorgeschlagenen Baumartenfarben verwendet. Tabellarisch aufbereitete Betriebsdaten enthalten neben einem aussagefähigen Titel eine übersichtliche Struktur, das Datum des Datenabrufs sowie die Angabe der Seitenzahlen. Dies betrifft z.B. den Katasterplan, welcher die zum Forstbetrieb gehörenden Flurstücke nach Gemeinde, Gemarkung, Flurstücksnummern und der Flächengröße aufführt. Dem gleichen Muster folgt die tabellarische Gegenüberstellung der Kataster- und Forstbetriebsflächen. Diese kann gemäß der in den Kapiteln 5.4 und 7.2.1 dargestellten Bedeutung des einzelnen Flurstücks u.a. bei Fördermittelbeantragungen von zentraler Bedeutung sein.

Die als Bericht formatierten Bestandesblätter sind zum einen klassisch aufgebaut und zum anderen nach Inventur und Planung getrennt. Somit liegen drei Abfragen vor, welche die entsprechenden Bestandesmerkmale in jeweils unterschiedlicher Intensität und Zielsetzung darstellen. Ein solcher Ansatz wird der u.a. seitens der Interviewpartner (vgl. Kapitel 6.2) betonten Bedeutung der Inventur- und Planungsdaten eines Bestandes gerecht. Wie auf den Seiten 118 bzw. XIVf. dargestellt, messen einige Probanden der Darstellung von Inventurdaten eine höhere Bedeutung als den ihnen nachgestellten Planungsmerkmalen zu. Folglich finden in der hier erwähnten Mehrfachausfertigung der Bestandesblätter sowohl die Anhänger klassisch aufgebauter Bestandesblätter als auch die Interessenten reiner Inventurdaten sämtliche relevante Informationen. Die zusätzliche Darstellung der Planungen auf Baumartenzeilenebene dient somit lediglich der Vollständigkeit. Eine bestandesweise Zuordnung sonstiger Maßnahmen auf dem einzelnen Bestandesblatt ist in MS Access technisch nur bedingt umsetzbar und führt regelmäßig zu einer erheblich reduzierten Datendarstellung. Daher findet sich die flächenbezogene Zusammenstellung sonstiger Maßnahmenplanungen als ergänzende vierte Variante der Bestandesblätter in

einer gesonderten Abfrage bzw. Bericht. In der vorliegenden MS Access-Struktur findet der Anwender zudem die Möglichkeit innerhalb der Abfragen, welche den als Bericht formatierten Bestandesblättern zugrunde liegen, einfache Filtermöglichkeiten. Mit Hilfe dieser kann der Nutzer die Daten bspw. nach Waldorten, Baumarten oder Maßnahmen sortieren und filtern.

Neben der Verwaltung von Inventur- und Planungsdaten ermöglicht eine solche Datenbank auch die bereits auf Seite 152 erwähnte Dokumentation des Naturalvollzugs, welche anwenderseitig mit Hilfe eines Formulars vorgenommen werden kann. Dieses orientiert sich an den in Tabelle 21 dargestellten Parametern und speichert die entsprechenden Eingaben flächenbezogen in der zugehörigen Tabelle ab. Der Nutzer kann die Tabelle daraufhin mit Hilfe einer Abfrage ähnlich der oben im Kontext der Inventur- und Planungsdaten beschriebenen Vorgehensweise nach den gewünschten Parametern filtern. Eine solche Zusammenstellung vorgenommener Maßnahmen sowie der ebenfalls ermöglichte Soll-Ist-Abgleich von Planung und Vollzug bieten dem Anwender einfache und wirksame Planungs- und Entscheidungsgrundlagen.

Insgesamt verdeutlicht das in Abbildung 34 vorgestellte ERM zwei wesentliche Aspekte. Zum einen unterstreicht es, dass sich in den Merkmalen des katastermäßigen Eigentums und der Verlinkung dessen zu den Attributen der forstlichen Bewirtschaftungseinheiten die zentralen Einheiten des forstlichen Flächenmanagements befinden. Zum anderen betont das Modell, dass auf diesen Merkmalen bzw. auf der gegenseitigen Zuordnung dieser alle weiteren Kennzeichen des forstlichen Flächenmanagements mitsamt den zugehörigen Attributen aufbauen. Gemäß Kapitel 3 verbindet ein smartes Flächenmanagementsystem regelmäßig die oben dargestellten Sachdaten so mit den zugehörigen Flächen, dass diese Verbindung intuitiv durch den Anwender genutzt werden können. Grundsätzlich ist es ihm nun möglich, die zuvor mit Hilfe der Datenbankstruktur aggregierten Einzeldaten flächenbezogen abzurufen. Voraussetzung hierfür ist die systeminterne Verknüpfung der räumlichen Informationen mit den jeweils zugehörigen Flächen. In eben diesem Zusammenhang ist erneut der Schlüssel „ID\_Flaeche“ von hoher Relevanz. Über die interne Benennung der einzelnen, kartographisch dargestellten Polygone können die datenbankinternen Flächendaten im GIS eindeutig der Einzelfläche zugeordnet werden.

In der exemplarischen Umsetzung des Flächenmanagementkonzeptes erfolgt die technische Verbindung zwischen der MS Access-Datenbank und der in Kapitel 3.2 vorgestellten Anwendung „QGIS“ mittels einer 32 bit ODBC-Verknüpfung.<sup>100</sup> Nach erfolgreicher Anbindung der Datenbank an QGIS können die in der Datenbank aggregierten Merkmale in Form von Attributtabelle genutzt werden. Für eine zweckdienliche Ansicht und Nutzung dieser Daten empfiehlt sich innerhalb von QGIS eine manuelle Optimierung der Datenfelder. Eine solche Optimierung wirkt sich insbesondere hinsichtlich der mobilen Verwendung des Datensatzes im forstbetrieblichen Alltag positiv aus. Diesem Ziel wird durch die Gruppierung und gegebenenfalls eindeutige Zuweisung eines Alias für einzelne Datenfelder entsprochen.

Gemäß Abbildung 35 werden die primär erhobenen Bestandesdaten innerhalb von MS Excel entlang der in Abbildung 33 dargestellten Parameter weiterentwickelt. Nach Kapitel 7.3 finden sich bereits hier sämtliche Elemente der zielgruppenoptimierten Bestandesbeschreibung. Die in

---

<sup>100</sup> Die Open Database Connectivity (ODBC) entspricht einer standardisierten, offenen Schnittstelle, welche einer externen Anwendung in einfacher Form einer Programmierschnittstelle (Application Programming Interface (API)) Zugriff auf die eigenständig dastehende Datenbank gewährt. Dies geschieht via SQL als universale Datenbanksprache und ermöglicht somit die Kommunikation einer externen Anwendung mit der Datenbank, ohne dass diese Anwendung die proprietären Protokolle des DBMS kennt.

Die bit-Version der ODBC-Verknüpfung ist in Abhängigkeit des bit-Wertes der Anwendung, welche der Zugriff auf die Datenbank gewährt werden soll, zu wählen.

MS Excel aggregierten Bestandesdaten werden mit MS Access so verwaltet, dass hier die auf Seite 154 aufgeführten Ergebnisse dem jeweiligen Anwender zur Verfügung stehen. Der zu QGIS erstellte Link ermöglicht die kartographische Visualisierung der zuvor mit Hilfe der MS Office-Programme hergeleiteten Flächenattribute. Ein Plugin führt zur Darstellung dieser Daten auf einem mobilfähigen Endgerät über die erwähnte Anwendung „QField“.

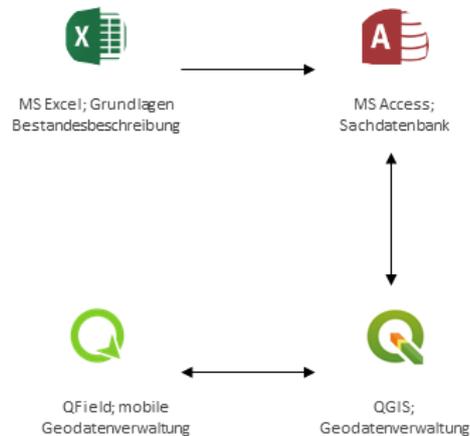


Abbildung 35: Schematische Darstellung der einzelnen Anwendungen des Flächenmanagementkonzeptes

Zudem ist in Abbildung 35 erkennbar, dass zwischen der in MS Access vorliegenden Sachdatenbank und den in QGIS befindlichen Geodaten eine Wechselbeziehung besteht. Demnach können vorgenommene Datensatzveränderungen oder -erweiterungen wie bspw. die digitale Dokumentation des Naturalvollzuges zwischen den Anwendungen ausgetauscht werden. Somit stehen sie hier jeweils für weitere Zwecke zur Verfügung. Gleiches gilt für die Relation von QGIS und QField. Zwischen den beiden MS Office-Programmen liegt wiederum keine solche Wechselbeziehung vor. Gleichzeitig ist es dem Anwender jederzeit möglich, ausgewählte Datenbankelemente in MS Excel zu transferieren und dort zu nutzen. Ähnliches gilt zur Dokumentation und Integration von Flächengeometrien. Diese können jederzeit mit den hier abgebildeten GIS-Programmen kartographiert und in das Flächenmanagementsystem überführt werden. Gerade angesichts bspw. unzureichender Darstellung räumlicher Informationen in Luftbildern bietet sich die Digitalisierung der Geometrien in der Fläche selbst an (vgl. Abbildungen 29 und 30). Hierbei kann u.a. das exemplarisch erprobte LogBuch-System (vgl. Kapitel 4) unterstützen.

#### 7.4.2. Zwischenfazit

Die im obigen Kapitel vorgenommene Verknüpfung einer proprietären Datenbank mit Open Source basierter GIS-Software enthält einige der zuvor abgeleiteten Anforderungen an ein forstbetriebliches Flächenmanagementsystem. Dies betrifft weniger die technische Umsetzung oder das Layout entsprechender Abfragen, Formulare und Berichte als vielmehr das konzeptionelle Design smarterer Flächenmanagementsysteme für den kleineren Nicht-Staatswald.

In diesem Zusammenhang sind insbesondere vier grundlegende Aspekte der vorgestellten Struktur als vorteilhaft und zielführend zu nennen. Zunächst erlaubt die Sachdatenbank hinsichtlich der Verwaltung mehrerer unterschiedlicher Eigentümer innerhalb eines bestimmten Bezirks die gezielte Abfrage und Zuordnung von Flächen und Eigentümern. Eine solche Eigenschaft ist bspw. für forstliche Dienstleister, die mehrere Flächen unterschiedlicher Eigentümer betreuen, oder für FBG´en für die gezielte Ansprache ausgewählter Flächeneigentümer hilfreich. Bezüglich einer

FBG stellt die Mitgliederliste in Kombination mit einem Flächenbuch, welches zusätzlich katastermäßige Flächendaten enthält, die wesentliche Grundlage für Fördermittelanträge dar (Bornemann 2019). Eine solche Liste kann mit Hilfe der entwickelten Datenbank verwaltet und bei Bedarf vorgelegt werden. Somit findet sich in der Fähigkeit der einfachen Mitgliederverwaltung eine wertvolle und grundlegende Eigenschaft smarter Flächenmanagementsysteme. In diesem Zusammenhang ist die Erweiterung der gemäß Abbildung 34 bereits angelegten Attribute um weitere Daten wie z.B. telefonische Erreichbarkeit oder die explizite Benennung des Ansprechpartners innerhalb einer Eigentümergemeinschaft denkbar.

Des Weiteren findet sich durch die in Kapitel 6 dargestellten Interviewergebnisse insgesamt eine deutliche Bestärkung der Darstellung forstbetrieblicher Sach- und Geodaten mit Hilfe eines DBMS. Dies gilt besonders angesichts der stationären als auch mobilfähigen Nutzung. Puttkamer (o.J.) fasst dies wie folgt zusammen: „Eine klare Datenstruktur, auf die wir jederzeit von überall aus zugreifen können, spart bei der Bewirtschaftung von Flächen Zeit und Ressourcen. [...] Hierzu müssen wir genau wissen, wann welche Maßnahmen im Forst notwendig sind. Relevante Daten können wir jederzeit von überall aus abrufen und verändern.“ Die Verwendung von QGIS weist insbesondere hinsichtlich ihres Open Source Charakters eine zentrale Stärke auf. Eine solche Vorteilhaftigkeit lässt sich nochmals in anderer Perspektive verstärken. Denn gemäß Kapitel 3.2 lässt sich QGIS auf eine anwenderfreundliche Nutzeroberfläche und somit wenige, aber potentiell regelmäßig genutzte Werkzeuge reduzieren. In jedem Fall besteht die Möglichkeit, bspw. in einer externen MS Exceldatei vorliegende Bestandesdaten mit den zugehörigen Flächen zu verknüpfen. Die so integrierten Daten können dann in Form von Karten, Tabellen oder in Geodatenformaten ausgegeben werden. Grundsätzlich betont die erwähnte Anbindungsmöglichkeit von extern vorliegenden Daten die Bedeutung der im Rahmen der vorliegenden Arbeit bereits wiederholt unterstrichenen Notwendigkeit eines optionalen Datenim- und -exportes in bzw. aus MS Office-Produkten. Da MS Excel-basierte Dateien in der forstlichen Praxis große Verbreitung finden, erscheint das Angebot solcher Schnittstellen als logische Konsequenz.

Grundsätzlich sollte die GIS-gestützte Flächeneinteilung hierarchiegestützt ablaufen (vgl. Kapitel 7.2.2). Zum einen bedeutet dies, dass jeweils eingezeichnete Abteilungen systemseitig als solche erkannt werden und die Abgrenzung von Unterabteilungen und Unterflächen innerhalb dieser Abteilung stattfinden. Demnach sollte ein Überzeichnen bspw. der Unterabteilungsgrenzen über die Abteilungslinien hinweg technisch nicht zulässig sein. Somit ist garantiert, dass die Summen der jeweiligen Flächeninhalte identisch sind und an keiner Stelle Überlappungen vorliegen. Zum anderen hilft an dieser Stelle eine automatische Herleitung von Brutto- und Nettoflächen weiter. Dies bedeutet also, dass Nicht-Holzbodenflächen wie bspw. Wege v.a. angesichts ihres Flächeninhaltes von dem der übergeordneten Abteilung subtrahiert werden. Bezüglich allgemeiner Performance und Nutzerfreundlichkeit besteht in der vorgestellten Lösung ein grundlegendes Problem. Hiervon sind v.a. Veränderungen von Bezeichnungen der einzelnen Waldorte, wie sie z.B. bei flächenmäßigen Zu- oder Abgängen entstehen können, betroffen. Denn diese sind nur mit vergleichsweise großem Aufwand innerhalb der Datenbank anpassbar. Dies gilt insbesondere dann, wenn die in Kapitel 7.2.2 betonte alphachronologische Benennung der einzelnen Betriebsflächen eingehalten wird. Hierfür sieht die in Kapitel 3.2 vorgestellte, ebenfalls QGIS-basierte Lösung „qForst“ kaskadierende und in Beziehung zueinanderstehende Abteilungs-, Unterabteilungs- und Bestandseinheitskürzel vor. Dies führt in Konsequenz regelmäßig zur Weitergabe jedweder Veränderung oder Löschung der jeweiligen Kurztitel. Wenn also die Bezeichnung der Abteilung verändert wird, wirkt sich dies unmittelbar und ohne zusätzlichen Arbeitsschritt auf die jeweils nachgeordneten Einheiten aus. Durch eine solche Funktion können die Performance und Nutzerfreundlichkeit der Anwendung merklich gesteigert werden. In der

aktuellen Geodatendarstellung liegt hinsichtlich dieser Aspekte ebenfalls eine Schwäche vor. So werden die Farbgebung und Beschriftung der kartographisch dargestellten Objekte regelmäßig per Zufallsauswahl bestimmt. Ein solches Verhalten lässt sich jedoch bspw. durch die programminterne Voreinstellung geeigneter Layerstile, welche sich bei der Farbgebung an der im Anhang (S. XXIII) aufgeführten Tabelle orientieren, beheben.

In weiteren Entwicklungs- und Umsetzungsstufen der Konzeption ist es durchaus diskutabel, mindestens die Geometrien kartographisch dargestellter Betriebsflächen oder auch die Koordinaten einzelner Flurstücke bspw. im Well-Known-Textformat (WKT) der Datenbank hinzuzufügen. Das WKT speichert zum einen die geografische Beschreibung der Vektorgeometrieobjekte in einem lesbaren Format ab. Zum anderen bereichert es die Sachdatenbank um die wesentliche Information der räumlichen Lage der Flächen. Da bspw. QGIS aus WKT-Dateien Geometrien erzeugen kann, bietet sich eine geeignete Form zur einfachen Übertragung der proprietär in MS Access angelegten Datenbank an Dritte. Wird diesen Dritten z.B. aus technischen Gründen lediglich die Datenbank und kein GIS-Dateiformat der Flächen übergeben, besteht für diese nun wiederum die verhältnismäßig einfache Möglichkeit der graphischen Darstellung räumlicher Informationen in QGIS. Ein entsprechendes Attribut findet sich bereits in Abbildung 34.

Als Dritter der oben als vorteilhaft und zielführend angekündigten Aspekte der vorgestellten Struktur ist die Bereitstellung auswertbarer Strukturen der Bestandesdaten zu nennen. Die in diesem Zusammenhang erstellten Abfragen erlauben es dem Nutzer, gezielt nach bspw. Flächen, Baumarten und Altersklassen zu filtern. Eine solche Funktion ist grundsätzlich dazu geeignet, den forstbetrieblichen Alltag durch gezielte Datenausgaben merklich zu unterstützen. Das gilt u.a. hinsichtlich der Abfrage nach pflegebedürftigen Einheiten oder nach besonders alten Beständen, welche potentiell Wertholz enthalten. Unmittelbar mit diesen vorteilhaften Elementen ist die Ausgabe der Bestandesblätter in Form von Berichten verbunden. Grundsätzlich enthalten diese die in Kapitel 7.3 abgeleiteten Kernelemente der Bestandesbeschreibung. Angesichts des gewählten Layouts erscheint zum einen die dokumententechnische Trennung der Inventur- und Planungsdaten auf Baumartenzeilenebene gegenüber den sonstigen Maßnahmen, welche wiederum auf Bestandesebene anstehen, unzweckmäßig. Eine solche Trennung verursacht einen vermeidbaren Mehraufwand bei der praktischen Handhabung der Bestandesblätter als unterstützendes Element der Planung und Entscheidung. Denn die hier vorgenommene Aufteilung bewirkt, dass nun je Einheit zwei Bestandesblätter mit der zuvor skizzierten Aufteilung auf Baumartenzeilen- und Bestandesdaten ausgewiesen werden. Gleichzeitig findet sich in dieser exemplarischen Umsetzung die einzige Lösung zur vollständigen Darstellung dieser Daten. Aus technischen Gründen führt die gemeinsame Darstellung aller Bestandesmerkmale dazu, dass hier nur ein geringer Anteil des gesamten Datensatzes in Form eines Bestandesblattes dargestellt wird. Weitere technische Schwächen finden sich in der fehlerhaften alphanumerischen Sortierung der Bestandesblätter. Obwohl die Reihenfolge innerhalb der entsprechenden Abfragen korrekt vorliegt, lässt sich die entsprechende Abfolge nicht fehlerfrei in Form eines Bestandesblattes darstellen. Nicht zuletzt fehlt hier die Möglichkeit zur Einstellung einer zweckdienlichen Sortierung der Baumartenzeilen gemäß der vertikalen Bestandesstruktur. Das DBMS lässt lediglich eine alphabetische bzw. eine auf- oder absteigende Reihenfolge zu. Bezüglich der weiteren Ausgestaltung von Berichten zeigen sich v.a. bei der graphischen Darstellung von Sachverhalten weitere Restriktionen. So erlaubt das DBMS bei Verwendung der Verweisfunktion keine individuelle Farbauswahl. Werden Daten jedoch unmittelbar und nicht in Form weiterer Rechenprozesse in die Berichtsausgabe eingespielt, ist diese Zuweisung wiederum möglich.

An vierter Stelle ist die Option zur Dokumentation des Naturalvollzugs zu nennen. Hier findet der Anwender die in Tabelle 21 dargestellten Parameter wieder. Doch bereits vor der eigentlichen Erprobung dieser Konzeption in nachstehendem Kapitel 7.5 erscheinen im Kontext dieser Dokumentationsmöglichkeit grundlegende Schwächen. So findet der Anwender hier bei der Dokumentation lediglich verschiedene ID's als Dropdownauswahl. Diese garantieren zunächst die Funktion des Formulars und somit eine Dokumentationsmöglichkeit der auf der Fläche vorgenommenen Veränderungen. Doch gleichzeitig stellt sich die Verwendung von ID's zur Dateneingabe als unzweckmäßig dar. Ein solches Interface benötigt eindeutige Werte zur Dateneingabe. Dies gilt nicht zuletzt hinsichtlich der Zielgruppe, welcher die Verwendung einer mehrstelligen ID nicht zugänglich und sachdienlich ist. Demnach ist die Darstellung technischer Ziffernkombinationen gegenüber dem Anwender unbedingt zu vermeiden.

In der vorliegenden Dokumentationsmaske besteht die Möglichkeit zur Maßnahmenverbuchung auf Ebene der Unterfläche bzw. des Einzelbestandes. Zwar wünschen sich gemäß Kapitel 6.2 einige der Akteure eine solch präzise Buchungsebene. Doch gleichzeitig kann dies zu spürbarem Mehraufwand bei der tatsächlichen Verbuchung führen. Darauf, dass in diesem Fall die Dokumentation unterbleibt, weisen die Ergebnisse aus Kapitel 6.2 hin. Dementsprechend sollte in der weiteren Entwicklung auf eine Reduzierung dieses Aufwandes hingewirkt werden. Eine Möglichkeit besteht darin, die Buchungsebene entlang der Waldeinteilungshierarchie flexibel zu ermöglichen. So erwähnen einige der Gesprächspartner, dass ihnen die Dokumentation auf Abteilungs- oder Unterabteilungsebene genüge. In Bezug auf das Nachhalten von Sammelhieben und den damit verbundenen Hürden bei der flächenweisen Zuordnung von Erntevolumina (vgl. Kapitel 7.2.3) liegt mit dieser Flexibilität eine praktikable Lösung vor.

Des Weiteren ist in der Datenbank die in Kapitel 6.2 geforderte Wechselbeziehung der relativen und absoluten Flächenanteile nicht abgebildet. Allerdings sollte dies in weiteren Entwicklungen berücksichtigt werden. Das gilt v.a. hinsichtlich der erwähnten Notwendigkeit zur Reduzierung von Mehraufwänden. Wobei solche Zusatzaktivitäten im Rahmen der ausstehenden Erprobung (vgl. Kapitel 7.5) bezüglich ihrer Praktikabilität und des tatsächlichen Mehraufwandes zu überprüfen sind. Auch angesichts von Mischbeständen und den dort stockenden unterschiedlichen Baumarten, welche wiederum innerhalb einer Maßnahme behandelt werden könnten, liegt mit der aktuellen Variante eine noch unpraktikable Lösung vor. Bestenfalls werden in der Dokumentationsmaske alle innerhalb des Betriebes bzw. der betreuten Flächen vorkommenden BAG aufgeführt. Diesen sollte dann wiederum jeweils eine Checkbox vorgeschaltet sein, so dass zum einen mehrere BAG je Maßnahmendokumentation erfasst werden können. Zum anderen ließe sich hiermit der Aufwand reduzieren. Eine weitere Optimierung ist durch die Gestaltung der Felder zur Angabe von Maßeinheiten möglich. Da gegebenenfalls unterschiedliche Schreibweisen der Einheiten auftreten können und somit eine spätere Auswertung erschweren, empfiehlt sich die Vorgabe von Maßeinheiten über ein Dropdownmenü.

Einleitend zu Kapitel 7.4 erfolgt die Betonung der Vorteilhaftigkeit dessen, dass sämtliche Daten und Merkmale der Sachdatenbank innerhalb einer Datei gespeichert werden. Doch aufgrund dessen beansprucht diese viel Speicherplatz. Zudem finden sich in MS Access nur vergleichsweise eingeschränkte Funktionen und der Mehrbenutzermodus unterliegt ebenfalls Restriktionen, welche sich bspw. auf die Performance des Programms auswirken können. Schließlich handelt es sich um ein DBMS, welches kostenpflichtig und nur auf Windows-Computern verfügbar ist. Zudem hängt die Performance der ODBC-Schnittstelle zwischen MS Access und QGIS in hohem Maße von der jeweils verwendeten MS Office-Version ab. Wenn das entsprechende MS Office-Paket aktualisiert wird, kann sich das wiederum negativ auf die Kompatibilität der

beiden Systeme auswirken. Daher sollten sämtliche Informationen zukünftig in einem DBMS vorhanden und relational verknüpft sein. Dieser Forderung konnte im Zuge der Konzeption nicht Folge geleistet werden. So liegen beide Dateneinheiten in jeweils getrennten Systemen vor, was wiederum den Vorteil hat, dass flexibel und lokal auf Fehlentwicklungen und Verbesserungshinweise reagiert werden kann. Grundsätzlich wird der hier vorliegenden Separierung in unterschiedlichen Programmen auch ein hoher didaktischer Wert beigemessen.

Ein weiteres Problem hinsichtlich der arbeitsplatzunabhängigen Nutzung verbundener Sach- und Geodaten über MS Access und QGIS äußert sich in der Verwendung einer ODBC-Schnittstelle. Grundsätzlich erscheint die angebotene API bei der Konzeption eines Flächenmanagementsystems geeignet. Dies gilt nicht zuletzt dahingehend, als dass entsprechende Anwender keine datenbankspezifischen Detailkenntnisse besitzen müssen. Im Übrigen besteht auch die Option des Zugriffs mehrerer unterschiedlicher Anwendungen auf eine gemeinsame Datenquelle. Dies ermöglicht potentiell die Vernetzung dieser Tools untereinander, ohne dass zwischen diesen eine direkte Kommunikation besteht. Zudem erlaubt die toolseitige Verwendung der allgemein anerkannten Datenbanksprache „SQL“ grundsätzlich eine Kommunikation der externen Anwendung mit der Datenbank. Die angeführte Schnittstelle führt jedoch dazu, dass die ODBC-basierte Verknüpfung von MS Access und QGIS örtlich gebunden ist. So bedingt die Übertragung entsprechender Dateien auf ein anderes Endgerät, dass diese Schnittstelle am Zielort erneut herzustellen ist. Eine erste Lösung dieses Problems findet sich anstatt in der Etablierung lokaler Schnittstellen in der Nutzung von Netzwerkanbindungen. Alternativ bietet sich die Verwendung von leistungsfähigeren und auf die Verwaltung von Geodaten spezialisierte DBMS wie z.B. SpatiaLite, PostgreSQL oder der zugehörigen Erweiterung „PostGIS“ an.

Insgesamt findet sich jedoch mit der beschriebenen und in Abbildung 35 dargestellten Kombination verschiedener Anwendungen für die Verwaltung von sonstigen Sach- und Geodaten eine konzeptionell funktionale Lösung. Diese entspricht u.a. aufgrund ihrer Verknüpfung der Sachdatenbank und geografischen Elementen einem Flächenmanagementsystem. Eine solche Einschätzung gilt auch trotz der genannten Kritikpunkte und Optimierungsaspekte, für welche bereits teilweise ein potentieller Lösungsweg aufgezeigt wurde.

## 7.5. Erprobung ausgewählter Merkmale im Rahmen einer Fallstudie

### 7.5.1. Einführung und Ziel

Die bisherigen Abschnitte stellen die wesentlichen Elemente zur Entwicklung eines zielgruppenorientierten Managementsystems dar. Dabei zeigen die bisherigen Kapitel, dass die katastermäßigen und forstlichen Geometrien von zentraler Bedeutung sind. Gerade aufgrund ihrer oftmals nicht kongruenten Ausformung ist nicht nur die Kenntnis der jeweiligen Parameter, sondern auch das Wissen bzw. die Darstellung der zugehörigen Attribute von hoher Bedeutung.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein Konzept für das Flächenmanagement zu entwickeln. Die trotz Anlehnung an die forstliche Praxis bisher vornehmlich in der Theorie entwickelte Konzeption eines solchen Systems erfährt im Weiteren eine exemplarische Anwendung. Diese als Fallstudie angelegte praktische Umsetzung des Konzeptes dient neben der Erprobung grundlegender Funktionen der Ableitung zentraler Stärken und insbesondere auch der Herausstellung von Schwächen, welche hinsichtlich weiterer Entwicklungen zu berücksichtigen sind.

## 7.5.2. Material und Methoden

Die exemplarische Erprobung des oben beschriebenen Datenbankkonzeptes erfolgt entlang der Naturalstrukturen des thüringischen Privatforstbetriebes „Krahnberg“. Dieser umfasst in Summe rund 313 ha Betriebsfläche, welche sich wiederum in 306 ha Holzboden- und 7 ha Nicht-Holzbodenfläche unterteilt. Zu Testzwecken wird lediglich ein Teil der Gesamtbetriebsfläche in anonymisierter und teilweise leicht veränderter Form betrachtet. Dazu erfährt insbesondere die Nicht-Holzbodenfläche Anpassungen und flächenmäßige Erweiterungen. Nebst dem erfolgt die Benennung weiterer Maßnahmen, welche insbesondere der Anreicherung zuvor nicht vorhandener Daten des Naturalvollzugs dienen. Die wesentlichste Veränderung findet sich jedoch in der Eigentümerstruktur. So werden dem Forstbetrieb sechs fiktive Eigentümer, welche die in Abbildung 36 dargestellte Fläche durch einen ebenfalls nicht realen Forstdienstleister betreuen lassen, zugeordnet. Während drei dieser hypothetischen Eigentümer Einzelpersonen entsprechen, besteht die andere Hälfte aus Erbengemeinschaften. Die Eigentumsanteile an der Gesamtfläche werden den einzelnen Eigentümern wiederum nach dem Zufallsprinzip zugewiesen. Zur adäquaten Verwaltung der bewirtschafteten Flächen liegt dem betreuenden Forstdienstleister die oben beschriebene Datenbankstruktur vor.

Räumlich liegen die in Abbildung 36 dargestellten Fallbeispiel-Forstbetriebe nordwestlich der Stadt „Gotha“. Dabei bildet das Thüringer Becken das zugehörige Wuchsgebiet bzw. der westliche Beckenrand den zugehörigen Wuchsbezirk. Der Krahnberg stellt den höchsten Punkt innerhalb des Wuchsbezirks dar und ist stark durch die Ceratitenschichten (mo2) des Oberen Muschelkalks geprägt (Burse und Neumann 2019). Neben entsprechenden Sedimenten des Oberen Muschelkalks finden sich v.a. lehmige und steinige bis stark steinige Tone. Die Höhenlage erstreckt sich zwischen 293 und 431 m ü. NN. Der jährliche Niederschlag beträgt zwischen 620 und 730 mm, wobei sich dieser im Mittel durch etwa 670 mm auszeichnet. Dabei beträgt die Jahresdurchschnittstemperatur etwa 9 C (Burse und Neumann 2019).

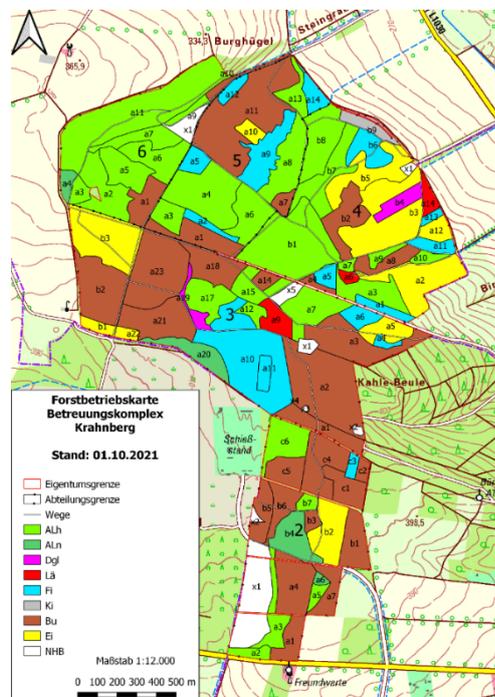


Abbildung 36: Forstbetriebskarte des Betreuungskomplexes "Krahnberg"

Bezüglich der Baumartenausstattung ist der Krahnberg merklich durch anderes Laubholz mit hoher Umtriebszeit geprägt. So nehmen Berg- und Feldahorn (*Acer pseudoplatanus* L. und *Acer campestre* L.) sowie Winterlinde (*Tilia cordata* MILL.) einen Anteil von rund 40 % ein. Zudem treten zu 27 % Rotbuchen und zu 11 % Stiel- bzw. Traubeneichen (*Quercus robur* L. und *Quercus petraea* (MATTUSCHKA) LIEBL.) auf. Das verbleibende Fünftel ist durch Douglasien (*Pseudotsuga menziesii* (MIRBEL) FRANCO), Europäische Lärchen (*Larix decidua* MILL.) und anderes Laubholz mit niedriger Umtriebszeit geprägt. Gemäß Abbildung 37 findet sich im Flächenanteil der Altersklasse zwei ein vergleichsweise hoher Schwerpunkt. Gleichzeitig existiert in den Altersklassen sechs bis acht insbesondere bei der BAG „Buche“ als auch der des „anderen Laubholzes mit hoher Umtriebszeit“ ein Überhang.

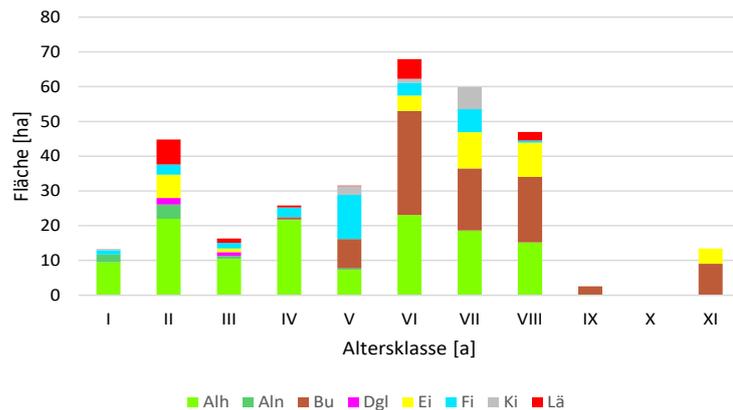


Abbildung 37: Altersklassenverteilung "Krahnberg"

Aufgrund der historischen Nutzung des Krahnbergs als Militärübungsplatz finden sich in zahlreichen Bäumen Geschosse, Metallsplinter oder sonstige Rückstände einer solchen Nutzung. Der hierdurch bedingte Charakter einer mindestens in Teilen besonders schützenswerten Landschaft findet sich in der Ausweisung des FFH-Gebietes Nr. 53 „Krahnberg-Kriegberg“ und des gleichnamigen Naturschutzgebietes Nr. 469 wieder. Zugleich liegen die Flächen innerhalb des Vogelschutzgebietes „Ackerhügelland westlich Erfurt mit Fahnerscher Höhe“ (SPA 16).

Zur exemplarischen Darstellung der jeweiligen Forstbetriebsdaten innerhalb der konzipierten Datenbank bedarf es der Überführung zugehöriger Geo- und Sachdaten in ein passendes Format. Dementsprechend gilt es zunächst die einzelnen forstbetrieblichen Geometrien mit Hilfe von QGIS (vgl. Kapitel 3.2) zu visualisieren. Als Hilfestellung dienen vornehmlich die Katasterübersicht des Forstbetriebs „Krahnberg“ sowie die digitalen Darstellungen der sich im Zielgebiet befindlichen Flurstücke, welche mit Hilfe offener Geodaten (vgl. Kapitel 3.1) visualisiert werden. Darüber hinaus steht bereits ein durch Dritte erstellter Geodatensatz, welcher die Wald-einteilung des Privatforstbetriebes enthält, im Shapefile-Format zur Verfügung. Aufgrund dessen unterbleibt die in Kapitel 5.2.1 vorgestellte Einteilung der Forstbetriebe. Gleichwohl gilt es aufgrund der in Kapitel 5.4 vorgestellten Gründe, die Flurstücke und somit die Eigentümer den entsprechenden forstlichen Einheiten relational zuzuordnen. Die in Abbildung 36 bereits vorhandene farbliche Differenzierung der einzelnen Flächen erfolgt lediglich auf Basis der im Rahmen der Sachdaten bereitgestellten Baumartenangaben. Für eine vollwertige Nutzung der später durch entsprechende Sachdaten angereicherten kartographischen Darstellung erfolgt die Einbindung zusätzlicher Hintergrundinformationen über kostenfreie WMS-Dienste.

Zusätzlich erfolgt die manuelle Integration der lediglich als PDF vorliegenden Bestandesblätter in die oben beschriebene Datenbankstruktur. An dieser Stelle gilt es darauf zu achten, die jeweiligen Primärschlüssel gemäß ihrer Systematik und Stellenanzahl fehlerfrei zu verwenden. Demnach ist für eine einwandfreie Funktion der Datenbank bei der Übertragung bspw. der originär alphanumerisch geordneten Baumartenzeilen in das System der entsprechenden ID auf die Einhaltung des mehrstelligen, eindeutigen und rein numerischen Musters zu achten. Gleiches gilt bspw. bei der Zuordnung der Baum- oder Maßnahmenarten gegenüber den im Anhang (S. XXIIIff.) aufgeführten Primärschlüsseln. Zudem wird die Datenbank mit der erwähnten Eigentümerstruktur, den zugehörigen und eigentümerbezogenen Merkmalen des Liegenschaftskatasters sowie weiteren Datensätzen angereichert.

Hinsichtlich der u.a. in Abbildung 35 skizzierten Flächenmanagementkonzeption ist eine Verbindung der Geodaten zu den in MS Access hinterlegten Sachdaten mit Hilfe einer ODBC-Verknüpfung notwendig. Diese Sachinformationen liegen nach erfolgreicher Anbindung in QGIS jeweils als geometrielooser Layer in Form einer Tabelle vor. Sodann eignen sich die zuvor eingebundenen Geodaten der Waldeinteilung, um innerhalb dieses Layers die relevanten Sachdaten mit den jeweiligen Geometrien zu verknüpfen. Hierfür sieht QGIS entsprechende Funktionen innerhalb der Projekt- und Layereigenschaften vor. Des Weiteren bietet sich die manuelle Anordnung und Gruppierung der per ODBC-Schnittstelle eingebundenen Attribute sowie die Zuweisung eines Alias innerhalb des Attributformulars des Waldeinteilungslayers an. Gerade im Hinblick auf die mobilfähige GIS-Lösung ist zudem die regelmäßige Synchronisation des QGIS-Projektes mit QField sowie eine Überprüfung der entsprechenden Datensätze notwendig. Dies gilt gleichermaßen für die wechselwirkend angelegten Datenverknüpfungen der Sachdatenbank mit den anzuwendenden GIS-Lösungen. Zur Überprüfung dieser in Abbildung 35 skizzierten Funktion der Informationsrückkopplung werden nach erfolgreicher Verknüpfung der einzelnen Instrumente Informationen aus der MS Access Sachdatenbank manuell gelöscht. Daraufhin ist die Weitergabe dieses aktiv herbeigeführten Datenverlustes an die nachgeschalteten GIS zu überprüfen. Zur vollumfänglichen Funktionsüberprüfung der Flächenmanagementkonzeption sind die nun entstandenen Datenlücken wiederum mit Hilfe des in Kapitel 7.3 vorgestellten MS Excel-Tools zur Bestandesbeschreibung und dessen Anknüpfungsfähigkeit an MS Access wieder aufzufüllen. Auch in diesem Kontext ist die interne Weitergabe veränderter bzw. neuer Attribute zwischen den zu einem Gesamtwerkzeug zusammengeführten Einzelprogrammen zu überprüfen.

### 7.5.3. Zwischenergebnisse

Das bislang skizzierte Set eines smarten Flächenmanagementsystems ist gemäß des in Abbildung 35 dargestellten Schemas grundsätzlich in vier aufeinander abgestimmte Teilbereiche untergliedert. Zudem besteht ein Ziel darin, dass zwischen der Sachdatenbank und QGIS sowie QField Lösch- und Veränderungsvorgänge kommuniziert werden. Die zunächst hierfür erforderlichen kartographischen Maßnahmen sind in chronologischer Reihenfolge in Abbildung 38 abgebildet. Insgesamt bezieht sich die nachstehende Ergebnisdarstellung weniger auf die Präsentation inhaltlicher Merkmale wie z.B. der abgeleiteten Zuwachsverteilung. Vielmehr liegt das Augenmerk auf der korrekten Verschneidung und Darstellung dieser Inhalte sowie der entsprechend einwandfreien Funktion des in Abbildung 35 dargestellten Schemas.

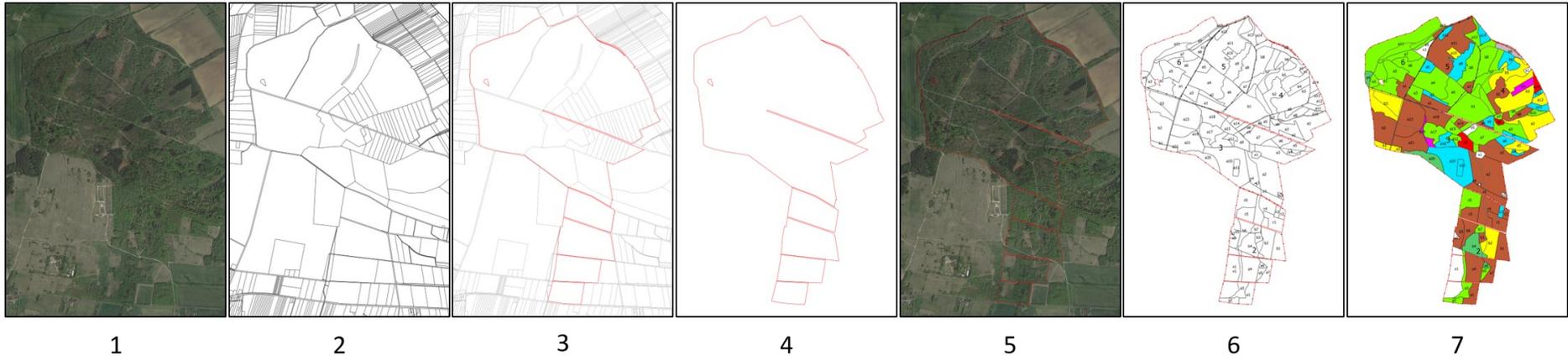


Abbildung 38: Graphisch dargestellte Abfolge der exemplarischen Betriebsabgrenzung, Flächengliederung und Waldeinteilung

Um sich der digitalen Darstellung zu nähern, ist zunächst das oben dargestellte Schema der Eigentumsabgrenzung umzusetzen. In dem vorliegenden Fall eines Betreuungskomplexes wird jedoch aus betreuungstechnischen Gründen auf die vollumfängliche Ausweisung sämtlicher Eigentums Grenzen verzichtet. Demnach erfolgt hier lediglich die Abgrenzung des Betreuungskomplexes gegenüber den Parzellen sonstiger Dritter mit Hilfe der Außengrenzen (vgl. Abbildung 38, Bild 1 bis 4). Gleichzeitig findet keine Darstellung der Flurstückgrenzen als Eigentumsabtrennung innerhalb dieses betreuten Konglomerats statt. Somit gelten diese Grenzen gemäß des oben skizzierten Schemas als Binnengrenzen und finden keine weitere Beachtung. Nach erfolgreicher Abgrenzung der zu betreuenden Einheiten wird die Ausweisung der Nicht-Holzbodenflächen, welche im Anhang (Abbildung 38, Bild 5) exemplarisch für Wege dargestellt sind, vorgenommen. Die bereits vorliegenden Geometrien der Waldeinteilung werden gemäß des in Abbildung 29 dargestellten Schemas in den Datensatz integriert (vgl. Abbildung 38, Bild 6). Entsprechend der auf S. 135 gemachten Vorgaben sind diese Geometrien auf Vollständigkeit und v.a. korrekte Abgrenzung hin zu überprüfen. Nach eventueller Korrektur sind die geographischen Einheiten so weit vorbereitet, dass sie im Weiteren durch Sachdaten angereichert und basierend auf der jeweiligen Hauptbaumart entsprechend eingefärbt werden können (vgl. Abbildung 38, Bild 7).

Hierzu sind zunächst die bereits vorliegenden Bestandesdaten zu digitalisieren und in das oben vorgestellte Datenbankmuster einzupflegen. Die in der Sachdatenbank hinterlegten Relationen (vgl. Abbildung 34) erlauben daraufhin u.a. die Zusammenführung der originär nach Eigentümern getrennt vorliegenden Forstbetriebsdaten, welche wiederum weitere Auswertungen zulassen. Diese Auswertungen können sich nun auf das gesamte Betreuungsgebiet bspw. eines privaten Forstdienstleisters oder einer FBG beziehen. So lassen sich zunächst die flächenmäßigen Anteile der jeweiligen Eigentümer an der betreuten Gesamtfläche mit Hilfe der hinterlegten Sachdaten ableiten. Diese betragen im vorliegenden Fall bis zu 39 % der Gesamtfläche. Dabei verteilen sich die Anteile in Summe zu 48 % auf Einzelpersonen und zu 52 % auf die ansässigen Erbgemeinschaften. In diesem Zusammenhang beträgt der summierte Flächenanteil der größten Erbgemeinschaft knapp das Dreifache der beiden anderen Parteien. Gleichsam ist in Kombination mit der angeknüpften Geodatenbank gemäß der im Anhang (S. XXIX) dargestellten Flurstückkarte erkennbar, dass das Eigentum aller an der Gesamtfläche beteiligten Akteure nur bedingt arrondiert vorliegt. Sachdatenbankintern lassen sich zudem weitere Auswertungen und Zusammenstellungen in Form von Berichten ableiten. Hierzu zählen u.a. die in Tabelle 22 aufgelisteten und entsprechend im Anhang verkürzt dargestellten Merkmale.

Tabelle 22: Auswahl der mit Hilfe der Sachdatenbank exemplarisch erstellten Berichte

Nr.	Bezeichnung innerhalb der Datenbank	Seite im Anhang
1	A1_Altersklassenverteilung	XXIX
2	A1_Altersklassenverteilung nach BA	XXIX
3	A1_Altersklassenverteilung nach BAG	XXIX
4	A2_BA-Verteilung H	XXX
5	A2_BAG-Verteilung H	XXX
6	A30_Ansprechpartner_Waldeigentuemer	XXX
7	A31_Katasterplan	XXXI
8	A32_Waldeigentuemer_Kataster	XXXII
9	A33_Waldeigentuemer_Waldflaeche	XXXII
10	A4_Uebersicht_Forstbetriebsflaechen	XXXIII
11	A5_Vorrat nach BA&AK	XXXIV
12	A5_Vorrat nach BAG&AK	XXXIV
13	A5_Zuwachs nach BA&AK	XXXIV
14	A5_Zuwachs nach BAG&AK	XXXIV
15	A50_Vollzug	XXXV
16	A6_Verhaeltnis_HB-NHB	XXXVI
17	A7_Bestandesblatt_klassisch	XXXVII
18	A73_Bestandesblatt_sonstige_Maßnahmen	XXXVIII

Die in den Dokumenten Nr. 4 und 5 hinterlegte Baumarten- bzw. BAG-Verteilung bietet dem Betreuer einen Überblick hinsichtlich der in der Hauptschicht vorliegenden Baumartenausstattung aller Betriebe. Gemäß der im Anhang (S. XXX) dargestellten Baumartenverteilung ist der Betreuungskomplex v.a. durch anderes Laubholz mit hoher Umtriebszeit geprägt. Gleichwohl existieren bei der Bereitstellung solcher Kreisdiagramme Schwierigkeiten, welche die intuitive Nutzung dieser Daten behindern. So lässt MS Access diesbezüglich keine individuelle Farbgebung entlang der Baumartenfarben (vgl. S. XXIII) zu. Ebenso wird hier die Angabe relativer Baumartenanteile sowie die von Dezimalstellen programmseitig unterbunden. Demgegenüber sind die Dokumente Nr. 11 bis 14 farblich gestaltbar. Jedoch treten gelegentlich programminterne Fehler bei der Speicherung in Erscheinung und MS Access wählt infolgedessen beim Neustart eigenständig eine Farbpalette aus. Kleine Schwachpunkte finden sich zudem in der fehlenden Zifferngruppierung durch Tausenderpunkte zur verbesserten der Lesbarkeit solcher Grafiken (vgl. S. XXXIV) sowie der fehlenden Darstellungsmöglichkeit der Altersklassen in der üblichen Form römischer Zahlen. Im vorliegenden Fall verdeutlicht Dokument Nr. 12, dass sich die höchsten Vorräte innerhalb der Altersklassen VI bis VIII befinden. Hier zeigen jeweils das Edellaubholz und die BAG „Buche“ die höchsten Vorräte. Die Altersklassen I, IX und X sind jeweils nur sehr gering bzw. nicht vertreten. Ein ähnliches Bild zeichnet sich bei Betrachtung der Zuwachsverteilung ab. Hier besteht zwischen den Altersklassen VI bis VIII ein degressiver Verlauf der Volumina. Gleichzeitig findet sich der größte Zuwachsanteil innerhalb der Altersklasse II.

Mit den Dokumenten 6 bis 10 finden sich vier für den Betreuer grundlegende Objekte. Durch Dokument Nr. 6 stehen dem Betreuer die Namen und postalischen Kontaktdaten der jeweiligen Ansprechpartner zur Verfügung. Der unter Nr. 7 subsumierte Katasterplan enthält wiederum in chronologischer Reihenfolge alle 67 im Betreuungskomplex enthaltenen Flurstücke mit den zugehörigen Angaben des Katasters. Dieser wird wiederum durch Nr. 8 präzisiert, indem hier entlang der Katasterdaten die entsprechenden Eigentümer und jeweiligen Ansprechpartner tabellarisch gegenübergestellt werden. Mit Hilfe von Dokument Nr. 9 sind wiederum den forstlichen Geometrien die jeweiligen Eigentümer mitsamt Ansprechpartnern und postalischer Erreichbarkeit zusammengeführt. Final stellen die unter Nr. 10 aufgeführten Merkmale die Zuordnung eben dieser forstlichen Geometrien gegenüber den jeweils zugehörigen Katasterflächen dar.

Innerhalb von Dokument Nr. 15 findet sich die nutzerseitig vorgenommene Dokumentation des Naturalvollzugs. Hier sind die Ergebnisse der Naturalbuchführung flächenweise und nach Maßnahmenart sowie in chronologischer Reihenfolge sortiert dargestellt. Ebenso finden die weiteren, in Kapitel 7.2.3 abgeleiteten Parameter Verwendung. Gemäß dem exemplarisch im Anhang (S. XXXV) beigefügten Auszug des Aktivitätenberichts kann trotz fehlender Angaben in den Bereichen der relativen und absoluten Flächenanteile sowie der volumenbezogenen Maßeinheit eine aussagekräftige Dokumentation vorgenommen werden. Gegebenenfalls nicht aus den regelmäßig einzutragenden Attributen hervorgehende Informationen sind hier durch individuelle Bemerkungen oder Bilder der Maßnahme ergänzt.

Mit Dokument Nr. 17 liegt innerhalb der Sachdatenbank ein zentraler Bestandteil des forstlichen Flächenmanagements vor. Die hier dargestellten Merkmale entsprechen weitestgehend den Merkmalen eines klassischen Revier- bzw. Bestandeslagerbuches. Angesichts der oben angeführten Forderung, zwischen der Planung baumartenzeilenbezogener und sonstiger Maßnahmen zu unterscheiden, finden sich Letztere in einem gesonderten Bericht wieder. Dieser bezieht sich gemäß Anhang (S. XXXVIII) auf die gesamte Bestandeseinheit und beschreibt die dort geplanten Maßnahmen durch die Angabe des jeweils zu behandelnden Flächenanteils sowie mit Hilfe einer die Maßnahme präzisierenden Bemerkung.

Neben den vorgestellten exemplarischen Berichten, welche der Sachdatendarstellung dienen, bestehen Formulare zur Integration neuer Daten. Dies umfasst v.a. die Möglichkeiten des Hinzufügens neuer Kontaktdaten und die Dokumentation des Naturalvollzugs. Hinsichtlich der Dokumentation ist die entsprechende Eingabemaske gemäß Tabelle 21 in Kernelemente und optionale Bestandteile untergliedert. Dabei gilt angesichts des Bemerkungsfeldes, dass hier anwenderseitige Notizen außerhalb von Formatierungsvorgaben vorgenommen werden können.

Im Kontext der Verknüpfung von Sach- und Geodaten in QGIS verlieren die bisher als Ergebnis vorgestellten Formulare und Berichte der MS Access-Datenbank an Bedeutung. Denn innerhalb des GIS können lediglich die Tabellen und Abfragen der per ODBC angebotenen Sachdatenbank verwendet werden. Eine Darstellung der Formulare und Berichte aus MS Access ist nicht möglich. Demnach basiert die Illustration raumbezogener Sachdaten, wie sie u.a. Abbildung 38 vorliegen, vornehmlich auf den entsprechenden Abfragen der Sachdatenbank. Diese sind wiederum über den Waldeinteilungslayer mit den jeweiligen Flächen verknüpft und bilden so u.a. die Grundlage zur Farbgebung der Forstbetriebskarte (vgl. Abbildung 36).

Nach erfolgreicher Verknüpfung der Sach- und Geodaten kann das Flächenmanagement durch zielgerichtete räumliche Abfragen vorgenommen werden. So ist es dem Betreuer z.B. möglich, Daten eines Flurstücks und des zugehörigen Eigentümers abzufragen (vgl. Anhang, S. XXXIX). Eine ähnliche Option findet sich bei der Abfrage entlang forstlicher Geometrien. Demnach liegt

bspw. mit der sich im Anhang (S. XXXIX) befindenden Darstellung eine Abfrage nach allgemeinen Flächendaten und den zugehörigen Eigentümerdaten ein weiterer Anwendungsbereich des Flächenmanagements vor. Gemäß den auf den Seiten XLff. dargestellten Abbildungen besteht für den Anwender zudem die Möglichkeit des flächengenauen Abrufens von Inventur- und Planungsdaten sowie den dokumentierten Merkmalen des Naturalvollzugs. Bezüglich der Inventur- und Planungsdaten liegen die entsprechenden Angaben entlang der einzelnen Baumartenzeilen vor. Die Inhalte der Naturalbuchführung sind wiederum je Unterfläche nach Datum und Maßnahme gruppiert. So wurde bspw. gemäß Seite XLI eine Endnutzungsmaßnahme aufgrund starker Nässe frühzeitig beendet. Gleichzeitig ist dargestellt, dass innerhalb dieser Unterfläche in den nachfolgenden Jahren wiederholt weitere Maßnahmen stattgefunden haben.

Ein solcher Hinweis der Maßnahmenunterbrechung dient im Anhang (S. XLI) der exemplarischen Darstellung entsprechender Filtermöglichkeiten. Demnach zeigt die Abbildung alle fünf Flächen, auf denen Erntemaßnahmen wegen starker Nässe unterbrochen wurden. Ein weiteres Beispiel räumlicher Abfragen in Bezug auf erfolgte Durchforstungen findet sich auf Seite XLII. Ähnliche Abfragen können bei entsprechender Datengrundlage z.B. hinsichtlich durchgeführter Pflegemaßnahmen oder auch nach potentiellen Submissionsholzrieben vorgenommen werden. Nicht zuletzt ermöglicht dies baumarten- und altersklassenbezogene Abfragen.

Im Hinblick auf Lösch- und Veränderungsweitergaben zwischen der Sach- und Geodatenbank finden sich einige technisch bedingte Schwierigkeiten. Aufgrund der lediglich via Verknüpfung eingebundenen Sachdaten können diese nicht innerhalb QGIS bearbeitet werden. Insofern ist es dem Nutzer verwehrt, mit QGIS als Eingabeinstrument Merkmale des Naturalvollzugs in der MS Access-Datenbank abzuspeichern. Auch bezüglich der geplanten Anbindung der zuvor entsprechend aufbereiteten räumlichen Informationen besteht ein zentrales Problem. So scheitert die Anbindung des QGIS-Projektes an QField wiederholt an der ODBC-Verknüpfung des QGIS-Projektes zur MS Access-Datenbank. Zur Überprüfung dieser These wurden einfache, nicht relational verknüpfte Attributtabelle mit Hilfe von QGIS an die forstlichen Geodaten angeknüpft und im Weiteren mit QField synchronisiert. Dies führte wiederum zu keinen Einschränkungen. Demnach ließen sich die entsprechenden Daten sowohl Desktop-basiert als auch mobil darstellen. Auch bei der Dokumentation des Naturalvollzugs ergaben sich keine Fehler. Dabei erfährt die Dateneingabe gemäß Anhang (S. XLII) insbesondere im Bereich mobiler Verwendung durch entsprechend vorbereitete Bedienelementtypen Unterstützung.

Bei der MS Excel-basierten Anreicherung der Sachdatenbank treten wiederum keine Probleme in Erscheinung. So können mit Hilfe des in Kapitel 7.3 vorgestellten MS Excel-Tools Bestandesdaten hergeleitet und entsprechend in MS Access verwendet werden. Die wesentliche Herausforderung findet sich dabei in der Ausbildung eines korrekten Primärschlüssels zur eindeutigen Kennzeichnung der Bestandesdaten. Auf dieser Basis können bspw. neu erworbene oder auch mit Hilfe des in Kapitel 3.5 vorgestellten Systems „LogBuch“ digitalisierte Flächen gemäß ihrer forstlichen Parameter attribuiert und dem Managementsystem hinzugefügt werden.

#### 7.5.4. Zwischenfazit

Bei der exemplarischen Erprobung der Konzeption für ein forstliches Flächenmanagementsystem treten einige Stärken und Schwächen auf. Dabei sind Letztere größtenteils technischer Natur. Hinsichtlich der Sachdatenbank findet sich ein großer Vorteil in der Möglichkeit zur eindeutigen Zuordnung von Flurstücken und Eigentümern. Hieraus resultiert die Option zur präzisen

Abfrage aller zu einer bestimmten Waldfläche zählenden Eigentümer. Somit können die entsprechenden Eigentümer bspw. bei anstehenden Maßnahmen gezielt angesprochen werden. Im Kontext einer solchen Ansprache stehen seitens der Sachdatenbank die zugehörigen Ansprechpartner, welche wiederum bspw. bei Erbgemeinschaften von Bedeutung sind, zur Verfügung. Den Ansprechpartnern sind die entsprechenden Kontaktdaten beigeordnet. Dabei sollte sich die vorliegende Adressverwaltung nicht nur auf postalische Kontaktdaten beschränken, sondern z.B. um E-Mail-Adressen oder Telefonnummern erweitert werden.

Wie oben dargestellt, liegen die Merkmale der Waldeinteilung bereits vor. Dabei ist es möglich, dass die Eigentumsabgrenzung marginale Fehler enthält. Diese können die hergeleitete Größe eines Forstbetriebes negativ beeinflussen und somit die forstliche Betreuung bzw. die Bewirtschaftung des Betriebes erheblich erschweren. In diesem Kontext weist der Aspekt fehlerhafter Datengrundlagen deutlich auf die in Kapitel 7.2.2 betonte Überprüfung der Datengültigkeit hin. Außerdem fällt bei Betrachtung der vorliegenden Waldeinteilung auf, dass diese sich nicht an der flurstücksweisen Ausweisung forstlicher Geometrien, wie es in Kapitel 5.3.1 für kleinparzellierte Betriebe empfohlen wird, orientiert. Dies ist dadurch begründet, dass sich der exemplarisch verwendete Forstbetrieb in der Realität in der Hand eines Eigentümers befindet. Somit kann von einer Orientierung an den Flurstücksgrenzen abgesehen werden. Im Rahmen des zur Erprobung entwickelten, fiktiven Betreuungskomplexes wäre die flurstückbezogene Ausweisung forstlicher Geometrien mit erhöhtem Aufwand verbunden. Dies gilt insbesondere im östlichen Teil der Abteilung 3 und im südlichen Bereich der Abteilung 4 (vgl. Anhang, S. XXIX). Doch böte dies die Vorteile exakter Zuteilung forstlicher Merkmale gegenüber den einzelnen Eigentümern. Zudem nähme es der Sachdatenbank Komplexität. Das gilt v.a., da die jeweilige Zuordnung von Eigentümer, Flurstück und forstlicher Geometrie eindeutig wäre und somit keine m:n-Relation vorläge. Angesichts der hieraus resultierenden systematischen Gegenüberstellung von Katasterfläche und entsprechendem Waldort kann die bislang gewählte Darstellungsart gemäß des bei der klassischen Betriebsregelung üblichen Layouts erweitert werden. So sieht die nach Kramer (1985, S. 28) als Flächenbuch bezeichnete Zusammenstellung zwar lediglich die Ordnung der Katasterangaben entlang der betrieblichen Abteilungen und Unterabteilungen vor. Doch fordert die LWK (2013) eine weitere Detaillierung nach Unterflächen, wie sie innerhalb der Sachdatenbank angewandt wird. Bei dem Vergleich des exemplarisch auf Seite XXXIII vorliegenden Flächenbuchauszugs des Betreuungskomplexes mit Flächenbüchern der forstlichen Praxis fallen jedoch im Bereich der Größenangaben Unterschiede auf. Zunächst erfolgt die Angabe der Flächengrößen sowohl für das zugehörige Flurstück als auch summiert nach Abteilungen. Dabei setzt sich die Angabe untergliedert nach Hektar, Ar und Quadratmetern zusammen. Hiernach enthält eine solche Zusammenstellung einen deutlich höheren Informationsgrad als die auf Seite XXXIII dargestellte, welche wiederum lediglich die Größenangabe der jeweiligen Unterfläche abbildet.

Darüber hinaus kann es bei der Kommunikation mit den jeweiligen Eigentümern auch von Vorteil sein, innerhalb der Datenbankstruktur ein Attribut zu entwickeln, welches die jeweilige umgangssprachliche bzw. betriebsinterne Bezeichnung einer bestimmten Unterfläche enthält. Eine solche, individuelle Bezeichnung des Forstortes ist innerhalb der Forstwirtschaft nicht nur verbreitet, sondern dient auch der eindeutigen Kommunikation und wird zudem seitens des Landesbetriebes Forst Brandenburg (2013b) als wichtige Information eingestuft.

Mit der grafischen Darstellung von bspw. Altersklassen-, Vorrats- und Zuwachsverteilungen finden sich nicht nur wesentliche Ergebnisse klassischer Forsteinrichtung (Kramer 1985, S. 10ff.), sondern auch durchaus hilfreiche Grundlagen forstbetrieblicher Planung. Dabei ist die Untertei-

lung entlang der einzelnen Baumarten aufgrund der mitunter gleichen Farbkodierungen unterschiedlicher Baumarten (vgl. Anhang, S. XXIII) nicht immer zielführend. So bekommen z.B. Berg- und Feldahorn sowie die Winterlinde innerhalb des entsprechenden Säulendiagramms die gleiche Farbgebung zugewiesen und sind im vorliegenden Fall

. Doch erfolgt die farbliche Gestaltung der Forstgrundkarte auf Basis der hierin zusammengetragenen Daten entlang der auf den Seiten XXIIIff. notierten Farbcodes. Ebenso ermöglichen die hier angeknüpften Daten räumliche Abfragen, wie sie z.B. auf den Seiten XLIf. abgebildet sind. Gleichzeitig lediglich aufgrund unterschiedlicher Rahmenfarben voneinander zu unterscheiden. Für eine effektive Nutzung der mit diesen Grafiken verbundenen Aussagen bietet sich demnach die Verwendung von BAG an.

Insbesondere hinsichtlich der Möglichkeit zur Dokumentation des Naturalvollzugs zeigt sich die Benennung des jeweiligen Waldortes technisch bedingt als eine aufwändige Lösung. Zunächst liegt mit dem Angebot der attributierbaren Flächen per Dropdownmenü eine grundsätzlich geeignete Möglichkeit vor. Doch ist die Darstellung dieser Orte in Form des zugehörigen, Datenbank-internen Primärschlüssels v.a. für Anwender aus der Zielgruppe eines solchen Managementsystems gänzlich ungeeignet. Eben solche Hindernisse stimmen nicht mit der Norm DIN EN ISO 9241 überein. Diese definiert die sogenannte Usability gemäß Thiemann (2008, S. 1) als „das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Nutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“ Dabei meint der Begriff der Effektivität die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der seitens des Anwenders ein Ziel erreicht wird. Effizienz beschreibt dagegen den geringstmöglichen Aufwand, den ein Anwender zur Zielerreichung erbringen muss (Thiemann 2008, S. 2). Demnach kann der Maske zur Dokumentation von Vollzugsmerkmalen zwar Effektivität, aber keine Effizienz zugesprochen werden. Dies könnte in Konsequenz wiederum zur Unterlassung der über die steuerlichen Belange hinausgehenden Naturalbuchführung, wie es gemäß Kapitel 6.2 bereits heute von einem Großteil forstlicher Akteure praktiziert wird, führen. Um dies zu vermeiden und um ein zeitgemäßes Managementinstrument forstbetrieblicher Tätigkeiten bieten zu können, ist zukünftig von der Darstellung solcher Zahlencodes in der Benutzeroberfläche abzusehen. Hier bieten sich stattdessen die mit einer solchen Ziffernkombination verbundenen und im forstlichen Umfeld verbreiteten Bezeichnungen wie z.B. „2a3“ an. In diesem Kontext erscheint die Möglichkeit der Maßnahmenverbuchung ausschließlich auf Ebene der Unterfläche bzw. Bestandeseinheit ebenfalls als nicht zielführend. Insbesondere vor dem Hintergrund der in Kapitel 7.2.3 herausgearbeiteten Schwierigkeiten bei der Zuordnung entsprechender Holzvolumina bietet sich eine Option zur Auswahl der entsprechenden Buchungsebene an. Demnach kann der Nutzer im Zuge der Dokumentation frei wählen, ob die Abteilung, Unterabteilung oder Unterfläche die jeweilige Bezugsgröße darstellt. Gemäß Bitter (1990a, S. 232) werden Sammelhiebe oftmals ohne flächenmäßige Zuordnung dokumentiert. Daher ergibt sich hieraus der Gesamtbetrieb als weitere und gleichzeitig höchste Buchungsebene bei der Dokumentation des Naturalvollzugs. Zudem kann hierüber den in Kapitel 6.2 erkennbaren Präferenzen forstlicher Akteure hinsichtlich des Detaillierungsgrades bei der Dokumentation entsprochen werden. Der Ansatz der Usability gilt ebenfalls für die Auswahl der entsprechenden BAG innerhalb der Eingabemaske. So erscheint es diesbezüglich gerade vor dem Hintergrund der Zunahme von Mischwaldstrukturen (BMEL 2016) angebracht, den Eintrag von mehr als nur einer BAG zuzulassen.

Den Feldern der BAG und Maßnahmenart sind innerhalb der Dokumentationsmaske noch Platzhalter zur Angabe relativer und absoluter Flächenanteile vorgeschaltet. Angesichts der im vorherigen Absatz hergeleiteten flexiblen Auswahl der Buchungsebene ist diskutabel, ob sich der

anzugebende Flächenanteil nach wie vor auf die bisher forcierte Unterfläche oder bspw. die nun angegebene Abteilung bezieht. Neben der schwierigen Herleitung eines angemessenen Flächenanteils auf Abteilungsebene ist dessen Aussagekraft mit Bedacht auf die übliche Größe einer forstlichen Abteilung von rund 10 - 30 ha Größe vernachlässigbar. Gleichzeitig messen die Anforderungen der forstlichen Praxis der Angabe solcher Flächenanteile Bedeutung zu (vgl. Kapitel 6.2). Im Kontext der bereits erwähnten Usability kann jedoch eine Möglichkeit darin liegen, diesen Feldern eine Wechselwirkung zuzuordnen. Demnach erfolgt auf die Eingabe eines absoluten Wertes automatisch die Angabe des zugehörigen relativen Anteils und vice versa. Gleichzeitig fordern Akteure des Nicht-Staatswaldes in Kapitel 6.2 angesichts eines forstlichen Flächenmanagementsystems eine geringe Komplexität. In Kombination mit der beschriebenen Usability kann dieser Forderung entsprochen werden, indem die Felder zur Angabe der Flächenanteile entfallen. Sollte ein Nutzer die Angabe von Flächenanteilen im Einzelfall dennoch als nutzbringend empfinden, steht ihm hierfür das Freitextfeld der Bemerkungen zur Verfügung.

Die auf Seite XLI dargestellte, wegen starker Nässe frühzeitig abgebrochene Endnutzungsmaßnahme weist exemplarisch auf das Problem regelmäßiger und v.a. gewissenhafter Naturalbuchführung hin. So ist im Bereich des Volumens zwar ein Wert erkennbar, doch wurde das Feld der Maßeinheit nicht ausgefüllt. Demnach ist die Angabe eines solch unbestimmten Wertes für Dritte wenig hilfreich. Eine ähnliche, ebenfalls unvollständig durchgeführte Dokumentation weist auch Bitter (1990a, S. 232) aus. Demzufolge scheint das Problem lückenhafter Niederschriften und die sich hieraus möglicherweise ergebenden Informationsdefizite bekannt zu sein. Dagegen kann die Möglichkeit zur Ergänzung der jeweiligen Angaben mit Hilfe eines Anhangs, wie bspw. einem Foto der Maßnahme den Mehrwert einer solchen Dokumentation merklich erhöhen. Insgesamt entspricht die vorgestellte Möglichkeit zur Dokumentation des Naturalvollzugs einem grundsätzlich geeigneten Tool. Dies gilt insbesondere hinsichtlich räumlicher Verwaltungs- und Abfrageoptionen, welche bspw. seitens eines von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2017) lediglich im Papierformat herausgegebenen Dokumentationsheftes nicht gegeben sind. Zudem bestehen wesentliche Unterschiede darin, dass dieses Heft keine räumliche Verortung der Maßnahmen vorsieht und einen Schwerpunkt auf handschriftlich geführte Einnahmen-Überschuss-Rechnung legt. Dabei gilt es eben solche monetären Aspekte des Flächenmanagements in der oben entwickelten Konzeption zwingen zu vermeiden.

Die exemplarische Anwendung der Sachdatenbank zielt zunächst auf übergeordnete, zusammenfassende Darstellungen ab. So kann der Nutzer im vorliegenden Fall der betriebsübergreifenden Betreuung durch bspw. eine FBG über alle zugehörigen Betriebe hinweg Auswertungen tätigen. Gleichzeitig bietet es sich jedoch hinsichtlich der weiteren Entwicklung an, diese Auswertungen auch eigentumsbezogen vorzunehmen und somit die forstbetriebliche Betreuung nochmals qualitativ zu verstärken. Neben der Baumartenverteilung gilt dies insbesondere für die Darstellung der Altersklassen-, Vorrats- und Zuwachsverteilungen. In diesem Zusammenhang bietet sich nicht nur die betriebsweise Auswertung solcher Daten, sondern bezüglich der genannten Verteilungen auch eine Darstellung nach BAG an. Im Kontext der Einschätzung von Bestockungs- und Wuchsverhältnissen kann zudem die Ableitung des durchschnittlichen Alters und Bestockungsgrades sowie der mittleren Ertragsklasse hilfreich sein.

Da es sich bei der in MS Access angelegten Sachdatenbank nicht um eine Geodatenbank handelt, ist eine Anbindung dieser Sachdaten an räumliche Einheiten in QGIS mittels ODBC-Schnittstelle vorzunehmen. Diese Schnittstelle wird von Luber und Litzel (2017) als „eine Art Standard“ für den Zugriff von Anwendungen auf unterschiedliche Datenbanken tituliert. Zwar können hier keine Daten der Formulare und Berichte, dafür aber die diesen zugrundeliegenden Abfragen an

QGIS übertragen werden sind Veränderungen dieser Datensätze aus QGIS heraus nicht möglich. Dies betrifft v.a. die Dokumentation des Naturalvollzugs, welche lediglich innerhalb von MS Access vorgenommen werden kann.

Darüber hinaus erkennt MS Access nach der Anbindung an QGIS mittels ODBC-Schnittstelle QGIS selbst als weiteren Datenbanknutzer. Jedoch wird für Speichervorgänge der exklusive Zugriff des eigentlichen Anwenders benötigt. Nicht zuletzt bricht die Verknüpfung von MS Access zu QGIS gelegentlich ab und erfordert eine Neuankündigung. Damit ist die erneute Verknüpfung der als Vektorlayer in QGIS eingebundenen Sachdatenbank innerhalb der QGIS-Projekt- und Layereigenschaften notwendig. Eine weitere Einschränkung der Usability findet sich darin, dass die ODBC-Schnittstelle lediglich lokaler Natur ist. In Konsequenz dessen gehen die zuvor erstellten Verknüpfungen von Sach- und Geodatenbank bei Weitergabe dieses Paketes an Dritte verloren. Vermutlich verhindert eben jene lokal ausgerichtete ODBC-Schnittstelle die gemäß Abbildung 35 erwünschte Mobilgestaltung der jeweiligen Forstbetriebsdaten in QField. Für die weitere, funktionsfähige und vollumfängliche Verwaltung von Sach- und Geodaten bietet sich die Verwendung spezieller Geodatenbanken wie bspw. der oben erwähnten PostgreSQL oder der entsprechenden Erweiterung „PostGIS“ an. Dies gilt umso mehr, als dass eine PostGIS-basierte Datenbank auch cloudfähig ist und dies somit nicht nur den Anforderungen eines smarten Flächenmanagementsystems, sondern auch der in Kapitel 6.2 vorgestellten Nutzungsbereitschaft forstlicher Akteure gegenüber einer Cloudlösung aufzeigt.

Im Zuge der exemplarischen Anwendung innerhalb von QGIS können nicht nur räumliche Informationen erfolgreich visualisiert, sondern durch entsprechende Abfragen auch verwaltet werden. Dies gilt bspw. hinsichtlich der Abfrage nach einzelnen Baumarten, Maßnahmen oder Bemerkungen. Die Erprobung zeigt, dass QGIS nicht nur ein geeignetes Instrument zur Visualisierung und Abfrage räumlicher Daten darstellt, sondern v.a. angesichts seines Funktionsumfangs sehr komplex erscheint. Daher bietet sich zur weiteren Verwendung der skizzierten Konzeption ein verstärkter Zuschnitt auf die Zielgruppe ähnlich zu QGIS Forst (Kapitel 3.2) an.

Gemäß der oben geführten Diskussion bietet sich hinsichtlich der weiteren Konzeptentwicklung die Funktion an, dass der Eigentümer selbst auf Basis von Zugriffsrechten auf die bspw. in einer Cloud hinterlegten forstbetrieblichen Daten zugreifen und diese auswerten kann. Hierzu zählen z.B. Altersklassen- und Baumartenverteilungen oder auch die Gliederung der Holzbodenflächen sowie die der Vorräte und Zuwächse. Die exemplarisch erprobte Konzeption sieht eine solche Funktion bisher nicht vor und lässt lediglich flächenweite Auswertungen zu, welche im vorliegenden Fall den gesamten Betreuungskomplex betreffen.

Insgesamt zeigt sich, dass im Kontext eines smarten Flächenmanagementsystems auf den allgemeinen Textteil klassischer Forsteinrichtungswerke verzichtet werden kann. Dieser wird seitens der forstlichen Praxis oftmals als recht interessant, aber hinsichtlich des betrieblichen Handelns als wenig relevant bezeichnet (vgl. Kapitel 6.2). Im Zuge der exemplarischen Erprobung der entwickelten Flächenmanagementkonzeption erscheint das Konzept daher grundsätzlich geeignet. Trotz der Inkompatibilität der verwendeten Programme konnten zentrale Herausforderungen des forstlichen Flächenmanagements konzeptionell aufgezeigt werden. Dabei war eben diese Herausstellung und nicht die Entwicklung eines technisch einwandfreien Tools das Ziel. Bezüglich einer solchen Entwicklung bedarf es der Umsetzung in geeigneter Softwareumgebung. Hinsichtlich der weiterführenden Validierung bietet sich der Rückgriff auf mehrere, strukturell unterschiedlich aufgebaute Testbetriebe an. Neben forstlichen Einzelbetrieben zählen hierzu auch private, forstliche Betreuungsdienstleister und übergeordnete Strukturen wie z.B. FBG'en.

## 8. Schlussdiskussion und Ausblick

Die vorliegende Arbeit erhält durch die übergeordnete Forschungsfrage nach der technologischen Strukturierung und Gestaltung eines smarten Flächenmanagementsystems für den kleinparzellierten Nicht-Staatswaldes ihren Rahmen. Diese Leitfrage wird eingangs (vgl. S. 6) durch weitere Ziel- und Fragestellungen und Annahmen, welche sich aus der forschungsleitenden Fragestellung der Arbeit ergeben, strukturiert. Dementsprechend folgt die nachstehende Schlussdiskussion diesem Aufbau. Hierbei gilt es zu beachten, dass tiefergehende Beurteilungen der einzelnen Abschnitte im jeweils zugehörigen Zwischenfazit vorliegen und sich im Weiteren lediglich Kernbotschaften entlang der erwähnten Fragestellungen und Annahmen finden.

*[Fragestellung / Annahme Nr. 1: „Zunächst gilt es zu untersuchen, inwiefern im Nicht-Staatswald rechtliche oder sonstige institutionelle Anreize und Verpflichtungen hinsichtlich der Forstbetriebsplanung bestehen. Zudem ist zu analysieren, welche dieser im Kontext des forstbetrieblichen Flächenmanagements von grundlegender Bedeutung sind.“]*

Wie eingangs angeführt, handelt es sich bei Wald in privater Hand nahezu grundsätzlich um Betriebs- und eben nicht um Privatvermögen. Die zugehörige Besteuerungs- und v.a. forstbetriebliche Arbeitsgrundlage basiert regelmäßig auf der adäquaten Bereitstellung entsprechender Inventur- und Planungsdaten. Die Bundesregierung konstatiert diesbezüglich 2019, dass hierzu bereits seit geraumer Zeit GIS genutzt werden und dementsprechend ein Gros räumlicher Informationen digital zur Verfügung stehe. Gleichzeitig bestehe die große Herausforderung darin, die vorhandenen Daten nicht nur den Akteuren zugänglich zu machen, sondern auch entsprechend nutzbar zu vernetzen. Die vorliegende Arbeit zeigt auf, dass bereits im Zuge der Generierung und Bereitstellung solcher Daten Hürden existieren. Solche Hürden zeigen sich bereits in den waldrechtlichen Vorgaben, welche föderal bedingt stark heterogen gestaltet sind. Demnach liegen in einzelnen Bundesländern nicht nur unterschiedliche Bedingungen angesichts der systematischen Aufbereitung forstlicher Betriebsdatenvor. Diese Grundlagen forstbetrieblicher Planung sind zudem in Abhängigkeit von z.B. Eigentums- und Betreuungsstrukturen sowie Betriebsgrößen unterschiedlich gestaltet. So ist in lediglich vier Bundesländern für Privatwald in Abhängigkeit der Betriebsgröße eine waldrechtliche Verpflichtung zur Forstbetriebsplanung erkennbar. Demnach sieht u.a. das hessische Waldgesetz für Privatwald von mehr als 100 ha Größe die Aufstellung von Betriebs- und Wirtschaftsplänen vor. Für kleinere Betriebe unterliegt diese Auflage dem Ermessen der zuständigen Behörde. Zudem finden sich gerade im Kontext der oben erwähnten Kalamitätsergebnisse einkommenssteuerrechtliche Anreize hinsichtlich der Forstbetriebsplanung. Diese entfalten aufgrund der oben gezeigten Aspekte zur legalen Steuervermeidung grundlegende Bedeutung. Doch gerade im Hinblick auf die steuerliche Nutzung der im Forsteinrichtungswerk zusammengeführten natürlichen Betriebsdaten finden sich unterschiedliche institutionelle Anforderungen an den Ausbildungsgrad der Akteure, welche diese Daten zusammentragen und aufbereiten. Nicht zuletzt kann die Zusammenstellung dieser Merkmale in Form des Forsteinrichtungswerkes mit hohen Kosten verbunden sein. Dabei ist allerdings nicht gewährleistet, dass die generierten Inventur- und Planungsdaten dem jeweiligen Eigentümer entsprechend digital zur Verfügung stehen. Darüber hinaus finden sich in der Literatur wiederholt Forderungen zur Wahrung des betriebswirtschaftlichen Kreislaufes aus Inventur, Planung und Kontrolle. Doch an dieser Stelle mangelt es der Zielgruppe an einem Instrument einfachen Naturalcontrollings, welches neben Inventur- und Planungsaspekten v.a. die maßnahmenbezogene Dokumentation des Vollzugs zulässt. Somit sind bereits waldgesetzliche und ein-

kommenssteuerrechtliche Rahmenbedingungen von grundlegender Bedeutung für das forstbetriebliche Flächenmanagement. Weitere Anreize und Verpflichtungen können bspw. aus den Beiträgen zur Berufsgenossenschaft sowie forstlichen Zertifizierungssystemen erwachsen.

[Fragestellung / Annahme Nr. 2: „Möglicherweise existieren bereits Anwendungen des Flächenmanagements, welche Leuchtturmcharakter aufweisen und somit der Konzeptentwicklung eines Flächenmanagementsystems für den kleinparzellierten Nicht-Staatswald Anknüpfungspunkte bieten. Zur Annäherung an dieses Thema gilt es, exemplarische Anwendungen in den nachfolgend genannten Bereichen zu identifizieren und entsprechende Merkmale abzuleiten:

- a. Nationale Forstwirtschaft
- b. Europäische Forstwirtschaft
- c. Nationales Agrarumfeld, mit dem Schwerpunkt Ackerbau“]

Insbesondere bezüglich der digitalen Darstellung und Verwaltung solcher Forstbetriebsdaten stehen potentiell zahlreiche Instrumente zur Verfügung. Gemäß Kapitel 3 finden sich hierbei verschiedene Herangehensweisen und dementsprechend unterschiedliche Komplexitätsgrade. Dabei fällt auf, dass ein Großteil allgemeiner räumlicher Informationen im Internet zur freien Verfügung steht und ein wesentlicher Teil der Programme kostengünstig oder teilweise kostenfrei nutzbar ist. Als nennenswertes Beispiel sticht zunächst das schwedische Modell hervor. Hier stehen aufgrund relativ einfach strukturierter, homogener Bestände landesweit zentrale Basisdaten wie bspw. Flächengröße und Vorrat zur Verfügung. Zudem fällt das in Großbritannien etablierte myForest-System auf. Dies entspricht einem Webprogramm, welches dem Nutzer die digitale Aufbereitung forstlicher Geometrien und Attribute entlang zentraler Flächeninformationen ermöglicht. Dabei besticht das Portal insbesondere durch seine aufgeräumte Nutzeroberfläche, welche dem zugehörigen Kartenausschnitt einen Großteil der Bildschirmoberfläche einräumt. Außerdem erlaubt es die inhaltliche Attributierung der Betriebsflächen entlang weniger, aber grundlegender Inventur- und Planungsdaten. Nicht zuletzt bietet es Einzelbetrieben aber auch bspw. Forstdienstleistern, welche mehrere Einzelbetriebe über dieses Portal betreuen können, über die Zuweisung von Lese- und Schreibrechten die Möglichkeit des zielgerichteten Informationsaustausches. Aufgrund dieser Merkmale einfacher digitaler Flächenverwaltung kann das myForest-Tool als Blaupause hinsichtlich eines entsprechenden Managementsystems für den deutschen kleinparzellierten Nicht-Staatswald gelten.

[Fragestellung / Annahme Nr. 3: „Wie gestaltet sich der aktuelle Status quo des forstbetrieblichen Flächenmanagements?“]

In Deutschland ist das Eigentum einer Fläche grundsätzlich an das Flurstück gebunden. Durch die systematische Zusammenstellung und inhaltliche Aufbereitung dieser mit Naturaldaten wird die Basis zur Bewirtschaftung der Forstbetriebe geschaffen. Hierzu bedarf es zunächst Such- und Identifizierungsmöglichkeiten dieser Flurstücke. Allerdings existieren solche Instrumente im Bereich der Forstwirtschaft im Gegensatz zur Landwirtschaft nicht. Es ist den Akteuren zwar gestützt durch INSPIRE (vgl. Kapitel 3.1) möglich, Flurstücke bspw. per Internetdienst zu suchen, die Lage digital zu betrachten und die Daten eventuell GIS-konform herunterzuladen oder per WMS in ein drittes GIS einzubinden. Doch in Bezug auf die Identifizierung konkreter Flurstücke vor Ort wird mit den oben stehenden Ergebnissen gezeigt, dass eine amtliche Einmessung der Grenzen für den Eigentümer mit im Verhältnis zum Wert der forstlichen Nutzung unverhältnismäßig hohe Kosten verbunden sein können. Zwar können gemäß jüngster Rechtsprechung die Grundstücksnachbarn an diesen Kosten beteiligt werden (vgl. Rathmann 2021), doch führt ein

solches Vorgehen vermutlich in nur seltenen Fällen zur Erhaltung guter nachbarschaftlicher Verhältnisse. Vielmehr scheint das exemplarisch mit LogBuch gezeigte Verfahren zur relativ genauen Annäherung an den Grenzverlauf geeignet. Sollte dieses Instrument bspw. in einer FBG oder durch einen Forstdienstleister eingesetzt werden, können dessen zahlreiche Anwendungsgebiete auch für den einzelnen Eigentümer als potentiellen Kunden eines Auftrags zur Identifizierung des Grenzverlaufs zur Absenkung finanzieller Belastungen führen. Jedenfalls dürften diese in Abhängigkeit des Auftragsvolumens oftmals merklich unterhalb der oben angegebenen Dimension entsprechender Vermessungseinrichtungen liegen. Das vorgestellte Vorgehen zur Grenzverortung sollte aufgrund seines fehlenden amtlichen Charakters jedoch auf gutachterlich gestützter Verständigung hinsichtlich des Grenzverlaufs mit den Nachbarn beruhen.

Mit Blick auf das forstbetriebliche Flächenmanagementsystem ist grundlegend festzuhalten, dass nach Becker und Borchers (2000) die Bedeutung des Waldeigentums als bewirtschaftbarer Grundbesitz ab etwa 20 ha Größe beginnt. Gemäß den genannten Autoren wird das Waldeigentum in finanzieller Hinsicht ab etwa 50 ha als sogenannte „Sparkasse“ attraktiv und es beginnt wiederum ab 500 ha die Bedeutung für den Lebensunterhalt. Grundsätzlich erlangen nicht-monetäre Ziele wie bspw. Naturschutz mit abnehmender Eigentumsgröße mehr Bedeutung (Becker und Borchers 2000). Oftmals findet sich auch ein Engagement der Eigentümer hinsichtlich grundsätzlicher Bewirtschaftung und effektiver Holznutzung (Feil et al. 2018). Jedoch haben insbesondere Betriebe unterhalb einer Größe von 500 ha oft keine Mitarbeiter, die allein für die Forstwirtschaft tätig sind (Möhring et al. 2021). Gleichzeitig fehlt es aber an kostenoptimalen Lösungen für ein adäquates Flächenmanagement, welche die Aspekte der Inventur, Planung und Kontrolle integrieren. Zudem zeigt Kapitel 6 auf, dass innerhalb der Zielgruppe entwickelten Flächenmanagementkonzeption zu 86 % ein Forsteinrichtungswerk vorliegt. Somit existiert hier bei einem Großteil nicht-staatlicher Forstbetriebe bereits ein grundlegendes, klassisches Instrument forstlichen Flächenmanagements. Zudem stehen diesen Forstbetrieben zu 64 % Ergebnisse der Forsteinrichtung digital zur Verfügung. Dies umfasst oftmals die Bestandesdaten in Form einer MS Exceldatei sowie eine Betriebskarte als PDF. In wenigen Fällen liegt Letztere bspw. im GIS-konformen Shapefile-Format vor. Somit stehen angesichts der Befragungsergebnisse v.a. den größeren Betrieben der Zielgruppe mit dem Forsteinrichtungswerk prinzipiell Inventurdaten und Planungsgrundlagen zur Verfügung. Gleichwohl mangelt es an entsprechend integrierten Systemen. Dies ist mit ein Grund für das mehrheitliche Unterlassen der Vollzugsdokumentation. Somit fehlt den Akteuren eine wertvolle Grundlage naturalen Controllings.

*[Fragestellung / Annahme Nr. 4: „Welcher Bedarf und welche Perspektiven ergeben sich hieraus (Anm.: Aus dem Status quo des forstbetrieblichen Flächenmanagements) für ein übergeordnetes, zielgruppenadäquates Flächenmanagement?“]*

Ebenfalls wurde in Kapitel 6 ein grundsätzlich hoher Bedarf seitens der Zielgruppe an systematisch aufbereiteten Forstbetriebsdaten festgestellt. Neben der Generierung einer allgemein besseren Datengrundlage spielen im Bereich der Privatforstbetriebe einkommenssteuerrechtliche Aspekte des § 34b EStG eine nennenswerte Rolle. Grundsätzlich messen v.a. die jüngeren Akteure der forstlichen Praxis insbesondere digitalen Karten hohe Bedeutung bei. Im Sinne einfacher GIS-Lösungen bedarf es hier neben mobilfähigen Anwendungen der Option zur Einblendung relevanter Bestandesinformationen und weiterer Layer. Ebenso kommt der Im- und Exportfunktion entlang standardisierter Austauschformate Gewicht zu. Hinsichtlich des flächenbezogenen Datenaustausches mit Dritten erkennt die Praxis in Cloudlösungen größtenteils einen hohen Nutzen. Dies begünstigt die Möglichkeit übergeordneten Flächenmanagements, wie es bspw. durch forstliche Betreuer oder die FBG durchgeführt werden kann.

In Anbetracht zunehmender Digitalisierung ergibt sich für die Zielgruppe der Bedarf eines kostengünstigen und smarten Flächenmanagementsystems, welches vorwiegend natural orientiert und losgelöst von Aspekten des finanziellen Controllings ist.<sup>101</sup> Dieser Bedarf wird insofern verstärkt, als dass hinsichtlich der FBG als potentiell übergeordnete Instanz des Flächenmanagements derzeit kaum geeignete Lösungen zur Darstellung der Flächen von Mitgliedsbetrieben existieren. Dies gilt sowohl für die Verortung der räumlichen Lage als auch die Darstellung zugehöriger Naturalinformationen. Entsprechend ist ein eigentümerübergreifendes Management relevanter Inventur-, Planungs- und Vollzugsdaten nur bedingt möglich. In diesem Kontext unterstreicht die bereits eingangs erwähnte Vielzahl jüngst am Markt auftauchender Instrumente wie bspw. WoodsApp, WaldExpert, iWald oder ForestManager nochmals den entsprechenden Bedarf an Flächenmanagementlösungen.

*[Fragestellung / Annahme Nr. 5: „Durch die digitale Verschneidung forstlich relevanter Informationen gelingt es konzeptionell, die Aspekte Inventur, Planung und Kontrolle nicht nur zu dynamisieren, sondern auch potentiell mobilfähig zu gestalten und dem jeweiligen Akteur ortsunabhängig grundlegende, flächenbezogene Informationen bereitzustellen. Somit bietet sich dem kleinparzellierten Nicht-Staatswald konzeptionell ein modernes Flächenmanagementsystem.“]*

Bezüglich der erwähnten inhaltlichen Aufbereitung forstlicher Geometrien zeigen die Kapitel 7.2.2 und 7.2.3 sowie 7.3 eine geeignete Möglichkeit der Attributierung. Nachdem zunächst die Fläche mit Hilfe von Luftbildern gegliedert und dann der forstliche Grundbesitz eingeteilt wurde, können detailliertere örtliche Abgrenzungen bspw. mit Hilfe von LogBuch vorgenommen sowie digital und räumlich bezogen gespeichert werden. Gemäß der vorgestellten Struktur lassen sich diese Merkmale dann im Weiteren z.B. in QGIS mit den bereits vorhandenen Daten der Einteilung verknüpfen. Zur inhaltlichen Aufbereitung der Naturaldaten eignet sich das in Kapitel 7.3 vorgestellte Formular quantitativer Bestandesbeschreibung. Dieses enthält, wie in Kapitel 5.3.2 festgehalten, ein qualifiziertes Maß geeigneter Parameter zur Bestandesbeschreibung. U.a. bedingt durch die föderale Struktur institutioneller Rahmenbedingungen findet sich in Deutschland eine große Vielzahl unterschiedlicher Bestandesblätter. Mit der vorliegenden Arbeit gelingt es, eine empirisch belastbare und gleichzeitig für verschiedene Forstbetriebsstrukturen geeignete Grundlage der inhaltlichen Attributierung räumlicher Geometrien anzubieten. Diese Basis spiegelt nicht nur die rechtlich geforderten Merkmale, sondern auch eine an dem entsprechenden Informationsbedarf der Zielgruppe ausgerichtete Eingabemaske wider.

Hinsichtlich der vollwertigen Konzeption eines smarten Flächenmanagementsystems für den kleinparzellierten Nicht-Staatswald gilt es, die Geodaten der Flächengliederung und Waldeinteilung mit den Sachdaten der inhaltlichen Attributierung dieser Geometrien relational zu verknüpfen. Zudem sind diese in einem universell weiter nutzbaren Format abzuspeichern. Dies eröffnet zukünftig vereinfachte Möglichkeiten der Aktualisierung.

Die in Abbildung 35 dargestellte Kombination unterschiedlicher Anwendungen hin zu einem funktionalen Flächenmanagementsystem stellt sich im Rahmen der exemplarischen Erprobung (Kapitel 7.5) trotz ihrer Fragmentierung in unterschiedliche Einzelanwendungen als geeignet heraus. Dies gilt v.a. in Bezug auf die funktionale Illustration der Abläufe. Hier trägt auch die inhaltliche Vielfalt dieser Programme zur erfolgreichen Entwicklung und Erprobung der Konzeption bei. Insbesondere die dadurch erzielte Isolation und Abstraktion führt zur eindeutigeren

---

<sup>101</sup> Das finanzielle Controlling kann und sollte nur an die aus steuerlichen Gründen i.d.R. ohnehin vorliegenden Informationen des Rechnungswesens anknüpfen.

Herausstellung wesentlicher Merkmale des Modells. Für die forstliche Praxis erscheint die kombinierte Nutzung dieser Einzelprogramme angesichts der aufgezeigten Schwächen nicht zielführend. Insbesondere weist hierauf die fehleranfällige Verknüpfung der Sach- und Geodaten mittels ODBC-Schnittstelle hin. Dementsprechend gilt es für zukünftige Umsetzungen und Weiterentwicklungen des vorliegenden Modells zwingend eine eigene Anwendung zu programmieren, die eine vollumfängliche Anwendung der verschiedenen Module ermöglicht. Somit läge für den Nutzer ein eigenständiges Programm, welches bestenfalls sowohl als Desktop- als auch als Mobilversion in jeweils einfachen Strukturen grundlegende Funktionen bietet, vor.

Zwar funktionierte die in Abbildung 35 dargestellte Verknüpfung von Sach- und Geodatenbank nicht einwandfrei und insbesondere schlug die Verbindung von QGIS zu QField aus den oben genannten Gründen fehl. Dennoch eröffnet die skizzierte Konzeption praxistaugliche Lösungen. Dazu zählt, dass bereits bestimmte Komponenten der Konzeption an anderer Stelle eingesetzt werden können. Dies zeigen zum einen die Ergebnisse der in Kapitel 6.2 vorgestellten Interviewergebnisse. Zum anderen findet sich in der Verwendung Open Source basierter GIS-Techniken insofern Bestätigung, als dass eine der größten deutschen Privatforstverwaltungen im Kontext des Flächenmanagements ebenfalls auf diese Instrumente setzt. Zusätzlich zur Verwaltung der eigenen Forstbetriebsflächen erfolgt hierüber auch das Flächenmanagement dritter Forstbetriebe, welche über Dienstleistungsverträge betreut werden. Für eine adäquate Nutzung wird hier die empfohlene Struktur einer PostgreSQL-Geodatenbank verwendet. Es ist dem Autor zudem bekannt, dass ein hessisches Stadtforstamt auch die kombinierte Lösung von QGIS und QField für das Flächenmanagement verwendet. Hier sind zunächst die Daten der Forsteinrichtung visualisiert und im Weiteren durch Planungs- und Vollzugsmerkmale erweitert. Zudem besteht die Möglichkeit der flächenbezogenen Digitalisierung von naturschutzfachlich relevanten Daten. In eine ähnliche Richtung der Rationalisierung forstlicher Prozesse deutet die Einsatzmöglichkeit von LogBuch bei der Hiebsvorbereitung. Hier können Einzelbaumdaten des Auszeichnungsprozesses digital gespeichert und später bspw. in einer MS Exceldatei ausgewertet werden. Neben einer fundierten Aussage bezüglich der Anzahl ausgezeichneter Bäume lässt sich die jeweilige Baumart und BHD-Verteilung ablesen. Dieses Vorgehen rationalisiert und konkretisiert nicht nur die Planung der Holzernte, sondern kann bereits im Hinblick auf die Dokumentation des anstehenden Vollzugs maßgeblich zur adäquaten Bewältigung dessen beitragen.

Das skizzierte System entspricht einem Instrument des naturalen Controllings und soll somit das Flächenmanagement in Betrieben des kleinparzellierten Nicht-Staatswaldes zielführend unterstützen. Dies erzwingt die eindeutige Abgrenzung zum forstbetrieblichen Rechnungswesen und dem hier zugehörigen finanziell orientierten Controlling. Demnach erweist sich die Zuordnung von Kosten wie es bspw. seitens einiger Gesprächspartner aus der forstlichen Praxis (vgl. Kapitel 6.2) gewünscht oder auch seitens der Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2017) in analoge Form angeregt wird, bei der flächenbezogenen Dokumentation des Vollzugs als nicht zielführend. So treten hier zum einen ähnliche Herausforderungen wie bei der oben beschriebenen Verortung geernteter Holzvolumina auf. Zum anderen entspricht dies nicht der Forderung forstlicher Akteure nach geringstmöglicher Komplexität für ein solches Instrument einfachen, naturalen Controllings. Die Erweiterung dessen auf finanzielle Aspekte würde gerade im Kontext der dargestellten Probleme bei der Verbuchung von Mengen und Volumina zu erheblichen Schwierigkeiten führen. Dies kann im Weiteren nicht nur zu unbrauchbaren, sondern schlimmstenfalls auch falschen Aussagen bzw. Schlussfolgerungen betrieblicher Kennzahlen führen. Somit würde ein entsprechend komplexes Produkt eventuell keinen betrieblichen Mehrwert stiften und dementsprechend durch die Akteure nicht genutzt werden.

Außerdem entspricht die Dokumentation des liegenden, unverkauften Holzes als Bestandteil des Umlaufvermögens dem Aufgabenbereich des externen Rechnungswesens des Einzelbetriebes. Die hierzu zählende Gewinnermittlung zählt zum Bestandteil der eigenbetrieblichen Verantwortung und ist regelmäßig kein Bestandteil des Aufgabenspektrums von FBG'en, in welchen kleine Forstbetriebe oftmals eine geeignete Form der überbetrieblichen Organisation finden. Somit liegt erneut ein Hinweis vor, dass die Beschränkung auf ein einfaches Naturalcontrolling im Bereich des forstlichen Flächenmanagements des kleineren Nicht-Staatswaldes zielführend ist. Denn die FBG'en tragen oftmals bspw. durch Beförsterungsdienstleistungen und Unterstützung beim Holzverkauf aktiv zum forstbetrieblichen Flächenmanagement, aber nicht zur einzelbetrieblichen Buchführung bei. Demnach bietet es sich lediglich an, das aktive und gebündelte Flächenmanagement solcher Zusammenschlüsse oder auch anderer Bewirtschaftungsorganisationen durch ein modernes, digitales System zu stärken. Nicht zuletzt weisen die in Kapitel 6.2 dargestellten Interviewergebnisse darauf hin, dass in der Dokumentation des Naturalvollzugs, wie sie aktuell in analoger Form erfolgt, seitens der forstlichen Akteure kein Mehrwert bzw. ein zu hoher Aufwand gesehen wird. Gleichzeitig können sich jedoch 84 % der Befragten vorstellen, die Daten des Naturalvollzugs zu dokumentieren, wenn dies zukünftig digital, auf Basis weniger Eingaben und flächenbezogen angeboten würde.

Insgesamt weist die vorgestellte Konzeption eines modernen Flächenmanagementsystems in der Umsetzung noch einige grundlegende Schwächen auf. An dieser Stelle seien nur die in Abbildung 35 gezeigte Vielzahl verwendeter Programme sowie die technischen Hürden bei der Interaktion dieser Systeme genannt. Doch durch die Zusammenführung der dargestellten Kernelemente dieser Instrumente in einem System, welches gleichzeitig die im Rahmen der Arbeit dauerhaft forcierte einfache, zieladäquate Struktur beibehält, erscheint es möglich, deutliche Mehrwerte sowohl für den Einzelbetrieb als auch die überbetriebliche Kooperation generieren zu können. Diese Benefits orientieren sich an den Grundlagen naturalen Controllings, welches den Dreiklang aus Inventur, Planung und Kontrolle vereinigt. Somit wird der in Kapitel 1 angeführten Kritik, dass derzeit weder ein bundeseinheitlicher Standard zur Darstellung forstbetrieblicher Daten noch ein praxisnahes Instrument zur Verfügung steht, begegnet. Denn mit der vorliegenden Arbeit existiert ein solcher Standard nun zumindest konzeptionell.

Unter Verwendung der in Kapitel 3.6 zusammengestellten technischen Kernelemente und bei Einhaltung datenschutzrechtlicher Aspekte findet sich dann ein Instrument, welches den Eigentümer bei der Bewirtschaftung seines Forstbetriebes unterstützt. Allerdings bestehen auch darüber hinaus Mehrwerte angesichts der Möglichkeit zielgerichteter Kommunikation mit den bereits in Abbildung 4 dargestellten Akteuren. An dieser Stelle seien aufgrund der kartellrechtlichen Entwicklungen insbesondere forstliche Dienstleister und die FBG hervorgehoben. Denn diesen Gruppen kommt in Anbetracht sich stark wandelnder Betreuungssituationen gerade im Bereich des kleinparzellierten Nicht-Staatswaldes eine stark erhöhte Bedeutung im Bereich des forstbetrieblichen Flächenmanagements zu. Der hier notwendigen Kommunikation soll seitens der erwähnten iWald-App ebenfalls Vorschub geleistet werden.

### Ausblick

Die Existenz digitaler und v.a. in Datenbankstrukturen eingeordneter Forstbetriebsdaten bietet zum einen die Vorteile moderner Datenauswertung und -verwaltung sowie die Möglichkeit zur einfachen Weitergabe dieser an Dritte. Zum anderen findet sich hier die wertvolle Option der späteren, einfachen Datenaktualisierung. Des Weiteren können die so vorliegenden Daten als

Grundlage zur Herleitung und Bewertung der zukünftig immer relevanteren Kohlenstoffspeicherleistung (BMEL 2021a) des jeweiligen Forstbetriebes genutzt werden. So erfordert bspw. ein seitens verschiedener Bundesministerien gefördertes Projekt<sup>102</sup>, welches eben diese Speicherleistung bewertet, den Upload von Bestandesdaten im .csv-Format. Dieses Standarddatenaustauschformat kann üblicherweise durch Datenbanken erzeugt werden.

Entsprechend wird heute schon die Übertragung bereits bestehender Forstbetriebsdaten als kommerzielle Dienstleistung angeboten. Dies gilt sowohl für digital als auch analog vorliegende Daten. Eine solche Datenmigration wird dabei seitens eines entsprechenden Startups regelmäßig für einen höheren dreistelligen Betrag angeboten (Anonym 2021a). Trotz fehlenden Größenbezugs dieser Angabe ist hier angesichts des oben vorgestellten Kostenrahmens bei der Aufstellung von Forsteinrichtungswerken eine unnötig hohe finanzielle Belastung des einzelnen Forstbetriebes erkennbar. Umso vorteilhafter erscheint die oben entwickelte Konzeption. Denn mit Hilfe dieser können Forstakteure perspektivisch Inventur- und Planungsdaten eigenständig ermitteln, dokumentieren und verwalten. Ein merkliches Plus findet sich darin, dass Betriebe nun konzeptionell zur flächenbezogenen und inhaltlich adäquaten Dokumentation des Maßnahmenvollzugs befähigt sind und der Controllingkreislauf somit geschlossen wird. Darüber hinaus findet sich hier eine geeignete Planungs- und Beratungsgrundlage. Dies gilt sowohl für den Einzelbetrieb als auch eine betriebsübergreifende Organisation wie bspw. die FBG. Denn eine solche Struktur kann zukünftig nicht nur die räumliche Lage einzelner Mitgliedsbetriebe, sondern auch die zugehörige Naturalausstattung adäquat darstellen.

Bestenfalls eignet sich die Verwendung des Flächenmanagementsystems nicht nur als betriebliches Controllinginstrument, sondern auch in eben diesem Bereich der Vollzugsdokumentation zur Nachweiserbringung gegenüber Dritten. Dies gilt bspw. bezüglich der Niederschrift, dass den mit Fördermitteln verbundenen Auflagen nachgekommen wurde. So konstatiert einer der Gesprächspartner aus Kapitel 6, dass ein Flächenmanagementsystem dem Anwender vermutlich in eben diesem Bereich der Fördermittelgewährung einen tatsächlich messbaren Vorteil bringt. Dieser wirke sich insofern aus, als dass dieses bspw. im Zuge der Beantragung von Fördermitteln oder hinsichtlich des Nachweises nachhaltiger Bewirtschaftung gemäß den wald- oder naturschutzrechtlichen Vorgaben unterstützend wirkt. Hierzu bedarf es zukünftig der verstärkten, lösungsorientierten Untersuchung bekannter Schnittstellenproblematiken bei der kombinierten Verwendung digitaler Systeme unterschiedlicher Institutionen.

Mit der vorliegenden Arbeit ist die Hoffnung verbunden, perspektivisch Nicht-Staatswaldbetrieben angesichts zahlreicher Herausforderungen ein geeignetes System für das grundlegende Management der Forstbetriebsflächen bieten zu können. Diese Hoffnung gilt verstärkt vor dem Hintergrund zahlreicher positiver Rückmeldungen, welche u.a. im Kontext der Übermittlung ausgewählter Ergebnisse von Kapitel 6 an die jeweiligen Probanden gegenüber dem Autor geäußert wurden. Hier kam regelmäßig die Bitte einer zeitnahen Meldung der erfolgreichen Konzeptumsetzung auf. Denn ein solches Flächenmanagement wäre von hohem betrieblichem Mehrwert und könne zu einem rationalisierten Flächenmanagement beitragen. Gleichzeitig wurde dem Autor seitens der Teilnehmer mehrfach der jeweilige Betrieb zur Validierung des Systems bzw. entsprechender Prototypen angeboten. Zudem gibt die stellvertretend erwähnte iWald-App diesbezüglich Hoffnung.

---

<sup>102</sup> Gemeint ist das Projekt „Bewertung der Klimaschutzleistungen der Forst- und Holzwirtschaft auf lokaler Ebene (BEKLIFUH)“.

Es ist dem Autor jedoch bewusst, dass es hier sowohl weiterer Forschung aber insbesondere auch technischer Umsetzung und politischer Entscheidungen hinsichtlich der Beratung und Betreuung entsprechender Waldeigentümer bedarf. Dies gilt weniger der Fachkompetenz, sprich dem Know-how, forstlicher Akteure. Vielmehr wird es zukünftig in Anbetracht stark zunehmender Datenmengen verstärkt auf die kritische Beurteilung tatsächlich relevanter Daten, sprich das Know-why, ankommen. Hierzu gehört eindeutig die technische Möglichkeit aber auch die Förderung digitaler und forstfachlicher Kompetenz zur adäquaten Darstellung und Verwaltung von Inventur-, Planungs- und Vollzugsdaten. Dies gilt verstärkt aufgrund der aktuell großen Waldschäden sowie der Debatte um die Honorierung der Klimaschutzleistung des deutschen Waldes, welche insbesondere auf einzelbetrieblicher Ebene eindeutiger Sachgrundlagen bedarf.

# Anhang

1. Darstellung eines barrierefrei nutzbaren Feldblockfinders .....	XI
2. myForest: Schrittweises Attributieren der Geometrien .....	XII
3. myForest: Auswertungsoptionen im Rahmen der `planning`-Funktion .....	XII
4. LogBuch - Automatisch erkannte Kategorien .....	XII
5. LogBuch - Den Kategorien zugehörige und durch Spracherkennung automatisch erkannte Eigenschaften.....	XIII
6. LogBuch - Navigationsfunktion bei der Suche und Dokumentation von Grenzverläufen .....	XIII
7. LogBuch - Einfluchten des Grenzverlaufes mit Hilfe farblicher Markierungen in unübersichtlichem Gelände .....	XIII
8. Bedeutsamkeit der üblichen Ergebnisse klassischer Forsteinrichtung seitens unterschiedlicher Altersgruppen .....	XIV
9. Bedeutsamkeit der üblichen Ergebnisse klassischer Forsteinrichtung seitens unterschiedlicher Betriebsgrößenklassen.....	XIV
10. Interviewleitfaden zur Ermittlung des Informationsbedarfes seitens nicht-staatlicher Forstakteure.....	XV
11. Bestandesschichten .....	XXII
12. Liste der Baumarten, -zuordnungen und -farben sowie der zugehörigen Ertragstafel .....	XXIII
13. Ablaufschema der MS Excel-basierten Bestandesbeschreibung .....	XXVIII
14. Räumliche Verteilung der Flurstücke .....	XXIX
15. Exemplarische Konzepterprobung – A1_Altersklassenverteilung .....	XXIX
16. Exemplarische Konzepterprobung – A2_BA- und BAG-Verteilung .....	XXX
17. Exemplarische Konzepterprobung – A30_Ansprechpartner_Waldeigentümer .....	XXX
18. Exemplarische Konzepterprobung – A31_Katasterplan .....	XXXI
19. Exemplarische Konzepterprobung – A32_Waldeigentuemer_Kataster .....	XXXII
20. Exemplarische Konzepterprobung – A33_Waldeigentuemer_Waldflaeche .....	XXXII
21. Exemplarische Konzepterprobung – A4_Uebersicht_Forstbetriebsflaechen.....	XXXIII
22. Exemplarische Konzepterprobung – A5_Vorrat .....	XXXIV
23. Exemplarische Konzepterprobung – A5_Zuwachs.....	XXXIV
24. Exemplarische Konzepterprobung – A50_Vollzug .....	XXXV
25. Exemplarische Konzepterprobung – A6_Verhaeltnis_HB-NHB .....	XXXVI
26. Exemplarische Konzepterprobung – A7_Bestandesblatt_klassisch.....	XXXVII

27. Exemplarische Konzepterprobung – A73_Bestandesblatt_sonstige_Maßnahmen .....	XXXVIII
28. Räumliche Abfrage nach Waldeigentümer und Katasterinformationen .....	XXXIX
29. Räumliche Abfrage nach Waldeigentümer und Basisdaten der forstlichen Geometrie 6a2 .....	XXXIX
30. Räumliche Abfrage nach Inventurdaten der forstlichen Geometrie 6a2 .....	XL
31. Räumliche Abfrage nach Inventurdaten der forstlichen Geometrie 6a2 .....	XL
32. Räumliche Abfrage nach Vollzugsdaten der forstlichen Geometrie 6a2 .....	XLI
33. Räumliche Abfrage nach frühzeitig wegen Nässe unterbrochenen Maßnahmen .....	XLI
34. Räumliche Abfrage aller seit dem Jahr 2016 durchforsteten Flächen .....	XLII
35. QField-gestützte Dokumentation des Naturalvollzugs .....	XLII

1. Darstellung eines barrierefrei nutzbaren Feldblockfinders (Verändert nach Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung (o.J.a))

Ebenen

Legende

Suchen Flurbereinigung

Suche Agrarförderung

Feldblock nach FLIK

FLIK\*

DENIL1965180020

Suchen Zurücksetzen

Ergebnisse: 1

ID	FLIK
479749	DENIL1965180020

Download

Ortssuche

Informationen zur NDÜngGewNPVO

Lizenzhinweise

Featureinfo

Agrarförderung Niedersachsen (Referenzdaten)

**Feldblocke**

**FLIK:** DENIL1965180020

**Fläche:** 7.023 ha

**Antragsjahr:** 2020

**Bodennutzung:** Ackerland

**Stand:** 1/31/20 12:00 AM

Schließen

---

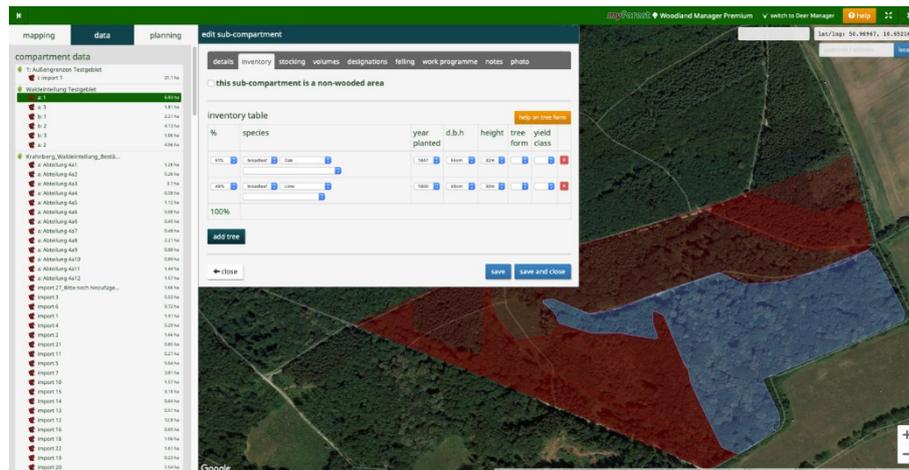
Fläche messen

10182.50 m<sup>2</sup>

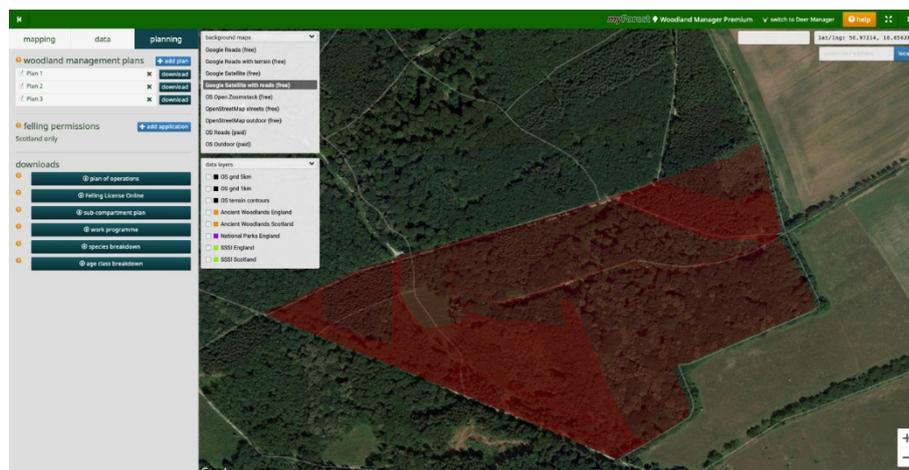
Schließen

zum Portal Schlaginfo Karte, farbig Luftbilder

2. myForest: Schrittweises Attributieren der Geometrien (der im eingeblendeten Auswahlfenster beschriebene Bestand ist auf der Karte blau eingefärbt)



3. myForest: Auswertungsoptionen im Rahmen der "planning"-Funktion



4. LogBuch - Automatisch erkannte Kategorien (Quelle: LogBuch (o.J.a, S. 52))

**Kategorien:**

Entnahme Baum (Standard)
Bestattung
Polter
Stamm

Rückegasse
Z-Baum
Habitatbaum
Jagd
Grenze
Kalamität

Pflege
Verkehrssicherung
Sonstiges

**Baumarten:** Buche, Fichte, .... (forstspezifische Baumarten)

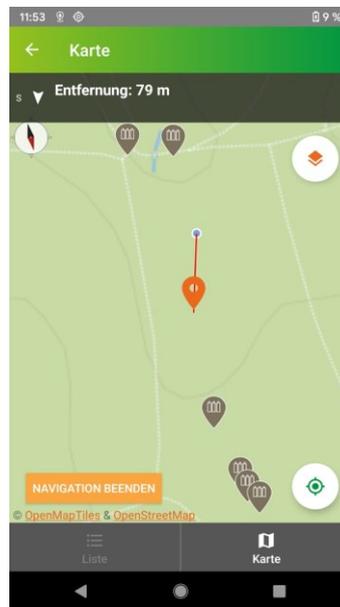
**Attribute:** (Folgende drei Attribute können vergeben werden, das Kategorie-Symbol wird zusätzlich rot unterstrichen, sobald eines der Attribute ausgewählt ist.)

- Hinweis
- Vorsicht
- Totholz

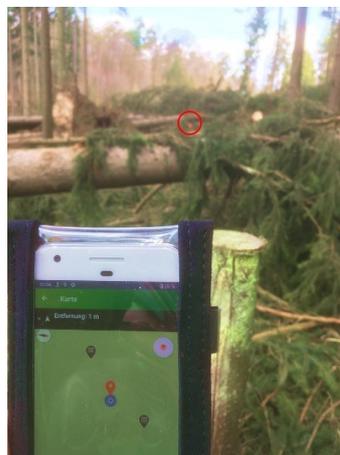
5. LogBuch - Den Kategorien zugehörige und durch Spracherkennung automatisch erkannte Eigenschaften (Quelle: LogBuch (o.J.a, S. 53))



6. LogBuch - Navigationsfunktion bei der Suche und Dokumentation von Grenzverläufen



7. LogBuch - Einfluchten des Grenzverlaufes mit Hilfe farblicher Markierungen in unübersichtlichem Gelände



## 8. Bedeutsamkeit der üblichen Ergebnisse klassischer Forsteinrichtung seitens unterschiedlicher Altersgruppen

Merkmal	Gesamt		A		B		C						
	(n=55)		<30 a (n=18)		30-59 a (n=28)		>59 a (n=9)		1	2	3	4	5
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$					
Allgemeiner Teil	3,3	1,1	3,3	1,0	3,4	1,2	2,9	1,2					
Katasterübersicht	3,8	1,3	3,7	1,3	4,1	1,2	3,2	1,6					
Analoge Karte	4,1	1,1	3,8	0,9	4,0	1,4	4,7	0,5					
Digitale Karte	4,5	0,9	4,8	0,4	4,4	1,0	4,4	1,3					
Aufteilung HB / NHB	3,1	1,1	3,3	0,9	3,1	1,2	2,8	1,2					
Zustand	4,2	1,1	4,7	0,6	4,1	1,0	3,7	1,7					
Planung	3,4	1,4	3,8	1,2	3,2	1,4	2,9	1,8					
Naturalvollzug	3,0	1,4	3,2	1,1	3,1	1,4	2,2	1,9					

Die Merkmale waren mit einer Likert-Skala von 1 = "absolut unbedeutend" bis 5 = "sehr hohe Bedeutung" zu bewerten. Mittelwert [ $\mu$ ], Standardabweichung [ $\sigma$ ]. Signifikanzniveaus: \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; nicht signifikant=  $p > 0,05$ . Die mit a, b, c gekennzeichneten Mittelwerte zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen A, B, C (nach Tamhane oder Tukey Post-hoc-Mehrfachvergleichstest auf einem Signifikanzniveau von  $p \leq 0,05$ ).

## 9. Bedeutsamkeit der üblichen Ergebnisse klassischer Forsteinrichtung seitens unterschiedlicher Betriebsgrößenklassen

Merkmal	Gesamt		A		B		C						
	(n=55)		<100 ha (n=21)		100-199 ha (n=17)		$\geq 200$ ha (n=17)		1	2	3	4	5
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$					
Allgemeiner Teil	3,3	1,1	3,3	1,2	3,4	1,2	3,0	1,0					
Katasterübersicht	3,8	1,3	4,3	1,0	3,5	1,4	3,5	1,5					
Analoge Karte	4,1	1,1	4,0	1,2	4,1	1,0	4,1	1,2					
Digitale Karte	4,5	0,9	4,7	0,7	4,5	1,0	4,5	1,0					
Aufteilung HB / NHB	3,1	1,1	3,1	1,2	3,1	1,1	3,2	1,1					
Zustand	4,2	1,1	4,4	0,7	4,5	1,0	3,8	1,4					
Planung	3,4	1,4	3,5	1,3	3,4	1,4	3,2	1,6					
Naturalvollzug	3,0	1,4	3,0	1,2	2,8	1,3	3,1	1,8					

Die Merkmale waren mit einer Likert-Skala von 1 = "absolut unbedeutend" bis 5 = "sehr hohe Bedeutung" zu bewerten. Mittelwert [ $\mu$ ], Standardabweichung [ $\sigma$ ]. Signifikanzniveaus: \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; nicht signifikant=  $p > 0,05$ . Die mit a, b, c gekennzeichneten Mittelwerte zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen A, B, C (nach Tamhane oder Tukey Post-hoc-Mehrfachvergleichstest auf einem Signifikanzniveau von  $p \leq 0,05$ ).

## 10. Interviewleitfaden zur Ermittlung des Informationsbedarfes seitens nicht-staatlicher Forstakteure

Leitfadengestütztes Experteninterview zum Thema

### **Anforderungen an ein forstliches Flächenmanagementsystem aus Sicht des Waldeigentümers und forstbetrieblicher Betreuer**

#### Interviewleitfaden

---

##### **Ziel des Interviews**

Skizzierung der Anforderungen an ein modernes und digital verfügbares System für das forstliche Flächenmanagement seitens der nicht-staatlichen Waldeigentümer und forstbetrieblicher Betreuer.

##### **Stichprobe**

Mindestens 20 verschiedene Eigentümer bzw. Betreuer von Nicht-Staatswaldflächen (Erweiterung der Stichprobengröße durch Schneeballeffekte).

- Eigentümer und forstbetriebliche Betreuer stellen Schlüsselakteure des Flächenmanagements dar
- Zielgruppe: 5 – 100 ha; maximale Betriebsgröße: ca. 500 ha
- Betriebsgröße eignet sich nicht zur Generierung des Haupteinkommens des einzelnen Akteurs bzw. bedingt die Betriebsgröße die Organisation in einer FBG o.ä.
- Kein eigenes Forstfachpersonal vorhanden

##### **Zeitbedarf und Durchführung**

Ca. 30 Minuten; April bis Juni 2021

##### **Legende**

Normal = Regieanweisung oder Antwortmöglichkeit, die bei stockendem Gesprächsfluss unterstützend durch Interviewführer eingebracht werden kann

*Kursiv* = wörtlich vortragen bzw. vorlegen

**Fett** = Gliederungspunkt

##### **Hinweis**

Handelt es sich bei dem Interviewpartner nicht um den Eigentümer, sondern um einen forstbetrieblichen Betreuer, sind die Fragen entsprechend vorsichtig umzuformulieren. Dies gilt bspw. für die Fragen 1, 2 und 11. Die Umformulierung hat so zu geschehen, dass die erzielten Aussagen dennoch mit den Antworten der Eigentümer vergleichbar sind.

### **Vorstellung des Forschungsprojektes (Kurzform)**

*Die folgende Befragung findet im Rahmen des Projektes „Integriertes forstliches Informationssystem für den kleinparzellierten Nicht-Staatswald“ statt. Dieses wird aus Mitteln des Bundes gefördert.*

*Zu den Projektpartnern zählen u.a. ThüringenForst, die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, ein großer privater Forstdienstleister aus Niedersachsen und eine IT-Firma.*

*Ziel des Projektes ist ein Informationssystem, das auf moderne Art und Weise forstbetriebliche Informationen bereitstellt, welche wiederum der Entwicklung betriebswirtschaftlicher Strategien als Grundlage dienen.*

*Um dies möglichst praxisnah umzusetzen, möchte ich gerne mit Ihnen als Experten über den Status quo Ihres Flächenmanagements und mögliches technisches Weiterentwicklungspotential dieses Managements sprechen.*

*Das Gespräch wird etwa 30 Minuten dauern.*

*Ihre Angaben werden selbstverständlich vertraulich behandelt und anonymisiert.*

## **Interview**

**Datum:**

**Basisdaten des Interviewpartners:**

- *Eigentümer oder Betreuer?*
- *Alter:*
- *Forstlicher Ausbildungsgrad:*
- *Beruflicher Schwerpunkt:*
- *Audioaufnahme des Gesprächs zur besseren Gesprächsführung gestattet?*

### **Beschreibung des Betriebes / der Betreuungssituation**

1) *Bitte beschreiben Sie Ihren Betrieb kurz hinsichtlich nachfolgender Kriterien.*

- *Betriebsgröße*
- *Räumliche Lage(n)*
- *Baumartenverteilung*
- *Ziele bzw. Bedeutung für den Eigentümer*
- *Eigenständige Bewirtschaftung oder mind. teilweise Unterstützung durch forstlichen Dienstleister*
- *Mitgliedschaft in einer FBG bzw. Holzvermarktungsorganisation*
- *Welche Aufgaben nimmt diese jeweils wahr?*
- *(Freiwillig) buchführungspflichtig oder EÜR?*
- *Zur Betriebsführung verwendete Programme (bspw. Office, GIS, DekaData)*

2) *Verfügt Ihr Betrieb über ein gültiges Forsteinrichtungswerk? Bzw. existierte in den letzten Jahren ein solches Werk?*

- *Ja gültig / Ja veraltet / Nein / Weiß nicht*
- *→ Wenn „nein / weiß nicht“, dann entfällt Frage 3*
  - *Wenn „nein“ → Welches sind hierfür die Gründe?*

3) *Würden Sie mir freundlicherweise eine Kopie der Hauptergebnisse der Forsteinrichtung und eines Bestandesblattes überlassen?*

**Status quo der Bereitstellung forstlich relevanter Informationen**

Stellen Sie sich bitte eine Spanne von 1 bis 5 vor. Hier bedeutet die Zahl 1, dass Sie dem genannten Aspekt eindeutig zustimmen. Die Zahl 5 entspricht genau dem Gegenteil, d.h. Sie stimmen dem genannten Aspekt nicht zu. Die Zahl 3 entspricht ein einer unschlüssigen, neutralen Meinung. Gibt es dazu noch Fragen?

- 4) In unserem Gespräch heute geht es u.a. um Ihre Motivation zur Darstellung forstlicher Betriebsdaten. Können Sie bitte den nachstehenden Gründen eine entsprechende Bewertung zuteilen? Nutzen Sie hierzu bitte die Skala von 1 bis 5.

Die Tabelle darf gerne ergänzt werden.

Motivation / Anlass	1	2	3	4	5	k.A.
Waldgesetzliche Vorgabe						
Bessere Datengrundlage für betriebliche Abläufe						
Anwendung des ¼-Steuersatzes gem. § 34b EstG						
Mitgliedschaft in FBG o.ä. erfordert dies						
Zertifizierung						
Voraussetzung bei Fördermittelgewährung						

- 5) Bitte ordnen Sie den nachstehend genannten Dokumenten eines klassischen Forsteinrichtungswerkes die Wertigkeit zu, die dieses Dokument jeweils für Sie hat bzw. hätte. Nutzen Sie hierzu bitte die Skala von 1 bis 5.  
Die Tabelle darf gerne ergänzt werden.

Bestandteil	1	2	3	4	5	k.A.
Allgemeiner Teil						
Katasterübersichten						
Analoges Kartenwerk						
Digitales Kartenwerk						
Übersicht der Holzboden- und Nicht-Holzbodenflächen						
Zustandsmerkmale (Bestandesdaten)						
Planungstabellen						
Tabellen für Vollzugsdokumentation						
Simulation zukünftiger Bestandesentwicklungen						

- 6) Können Sie auf Betriebsdaten wie z.B. Karten oder Bestandesblätter digital zugreifen? Bspw. als Exceldatei oder im betrieblichen GIS.
- Ja / Nein / Weiß nicht
- a) Wenn ja: Welche Bestandteile des Forsteinrichtungswerkes stehen Ihnen bspw. auf Ihrem Laptop, Tablet oder Smartphone zur Verfügung?

### Relevanz digital verfügbarer Daten und Ausgestaltung dieser

Nun soll es speziell um die grundsätzliche Relevanz digital verfügbarer Elemente klassischer Forsteinrichtung gehen. Bitte stellen Sie sich erneut die oben erwähnte Spanne von 1 bis 5 vor.

- 7) Können Sie sich vorstellen, dass eine digital und mobil verfügbare Betriebskarte Ihre Prozesse im Forstbetrieb unterstützt bzw. in welchem Umfang unterstützt diese Sie bereits?

→ Skala (1 = unterstützt mich sehr, 3 = unschlüssig, 5 = unterstützt mich nicht)

- 8) Sollten in einer digital und mobil verfügbaren Betriebskarte Bestandesinformationen hinterlegt sein, die Sie, bildlich gesprochen, mit „einem Klick“ abrufen können?

→ Skala (1 = Angabe ist von hoher Bedeutung für mich, 3 = unschlüssig, 5 = Angabe ist nicht hilfreich)

9) *Als wie hilfreich empfinden Sie die digitale Einblendmöglichkeit unterschiedlicher Themen wie bspw. Luftbilder, Jagd, Hangneigungs- oder Standortskarten auf der Betriebskarte?*

→ Skala (1 = Option ist von hoher Bedeutung für mich, 3 = unschlüssig, 5 = Option ist nicht hilfreich)

10) *Die Möglichkeit des Im- und Exports forstlicher Punktinformationen kann z.B. die Kommunikation mit Dienstleistern und Holzkäufern erleichtern oder Ihnen selber räumliche Informationen zu bspw. der Lage von Holzpoltern anzeigen. Bitte beurteilen Sie mit Hilfe der Skala, wie bedeutsam dieser Ansatz für Sie ist.*

→ Skala (1 = Ansatz ist von hoher Bedeutung für mich, 3 = unschlüssig, 5 = Ansatz ist nicht hilfreich)

11) *Inwiefern sind Sie bereit, Ihre Forstbetriebsdaten über eine Cloud mit Dritten wie bspw. dem Geschäftsführer der FBG oder einem anderen forstlichen Betreuer zu teilen.*

→ Skala (1 = hohe Bereitschaft, 3 = unschlüssig, 5 = keine Bereitschaft)

### **Dokumentation des laufenden Betriebsvollzugs**

12) *Dokumentieren Sie jenseits der steuerlichen Anforderungen Merkmale des Naturalvollzugs?*

a) Wenn dokumentiert wird, dann: *Wo dokumentieren Sie diese Merkmale?*

(Bspw. auf dem Bestandesblatt selber, Exceldatei oder andere)

b) Wenn nicht dokumentiert wird, dann: *Warum dokumentieren Sie keine weiteren Merkmale?*

13) *Können Sie sich vorstellen, dass Sie die Dokumentation des Naturalvollzugs deutlich eher / nochmals verstärkt vornehmen, wenn ein Programm existiert, welches die Ergebnisse durchgeführter Maßnahmen auf Basis weniger Eingaben auswertbar und flächenbezogen abspeichert?*

→ Skala (1 = kann ich mir gut vorstellen, 3 = unschlüssig, 5 = kann ich mir nicht vorstellen)

14) Wie bewerten Sie auf der Skala von 1 bis 5 die nachfolgenden Parameter hinsichtlich der Dokumentation des Naturalvollzugs? Die Tabelle darf gerne ergänzt werden.

→ Skala (1 = sehr bedeutsam, 3 = unschlüssig, 5 = unbedeutsam)

Parameter	1	2	3	4	5	k.A.
Waldort						
Datum						
Relativer Flächenanteil						
Absoluter Flächenanteil						
Maßnahmenart						
Baumartengruppe						
Dimension und Einheit						
Bemerkungen						
Foto						

15) Welches sind die Gründe, warum Sie derzeit ihre betrieblichen Informationen in der von Ihnen beschriebenen Art und Weise weitgehend analog verwalten? Also warum verwalten Sie Ihre Flächeninformationen nicht in einem digitalen / digitaleren Format, welches bspw. dem von mir dargestellten, einfachen Inventur-, Planungs- und Kontrollsystem ähnelt?

16) Welche Erwartungen haben Sie über das Gesagte hinaus an ein forstliches Informationssystem, wie es in unserem Gespräch skizziert wurde? Sehen Sie Probleme oder sonstige Hürden?

- Geringe Komplexität
- Inventur-, Planungs- und Vollzugsdaten in einem digitalen Programm.
- Karte digital und ggfs. mobil verfügbar sowie um Themen erweiterbar
- Vereinfachter Informationsaustausch mit ausgewählten Dritten
- Eigenständige Erhebung von Inventur- und Planungsdaten
- Niedrige Kosten

### Abschluss

Dank, Frage nach Vorschlag weiterer Gesprächspartner, Angebot der Bereitstellung der Ergebnisse, Verabschiedung.

## 11. Bestandesschichten

Bezeichnung	Abkürzung
Hauptschicht	H
Keine Angabe	kA
Nachwuchs	N
Überhalt	Ü
Unterstand	U

## 12. Liste der Baumarten, -zuordnungen und -farben sowie der zugehörigen Ertragstafel

Lfd. Nr.	Deutscher Name	Botanischer Name	Bezeichnung eldat	Abkürzung eldat	ID Baumart	Zuordnung Baumarten-gruppe	ID Baumarten-gruppe	BA-Farbe (RGB-Farbcode)	Zuordnung Ertragstafel
1	Amerik. o. spätbl. Traubenkirsche	<i>Prunus serotina</i>	Amerikanische / Spätblühende Traubenkirsche	stk	452	ALn	400	087,206,108	Birke Schwappach 1903/29
2	And. Lbh m. hoher Umtriebszeit		Sonstiges Hartlaubholz	slbh	300	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
3	And. Lbh m. niedriger Umtriebszeit		Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer	soln	400	ALn	400	087,206,108	Birke Schwappach 1903/29
4	Aspe o. Zitterpappel	<i>Populus tremula</i>	Aspe / Zitterpappel	zpa	431	ALn	400	087,206,108	Pappel Grosscurth 1983
5	Baumhasel	<i>Corylus colurna</i>	Baumhasel	has	424	ALn	400	087,206,108	Birke Schwappach 1903/29
6	Bergahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Bergahorn	bah	321	ALh	300	128,255,000	Ahorn Nagel, 1985 mäßige Df.
7	Douglasie	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Douglasie	dgl	611	Dgl	600	255,000,255	Douglasie Bergel 1985 mäßige Df. (mittleres Ertragsniveau)
8	Eberesche	<i>Sorbus aucuparia</i>	Vogelbeere / Eberesche	vb	451	ALn	400	087,206,108	Birke Schwappach 1903/29
9	Eibe	<i>Taxus baccata</i>	Eibe	eib	560	Ta	520	031,073,125	Tanne Schmidt 1955
10	Elsbeere	<i>Sorbus terminalis</i>	Elsbeere	els	357	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
11	Esskastanie	<i>Castanea sativa</i>	Edelkastanie / Esskastanie	eka	352	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
12	Europäische Lärche	<i>Larix decidua</i>	Europäische Lärche	ela	811	Lä	800	255,000,000	Europäische Lärche Schober 1946 mäßige Df.

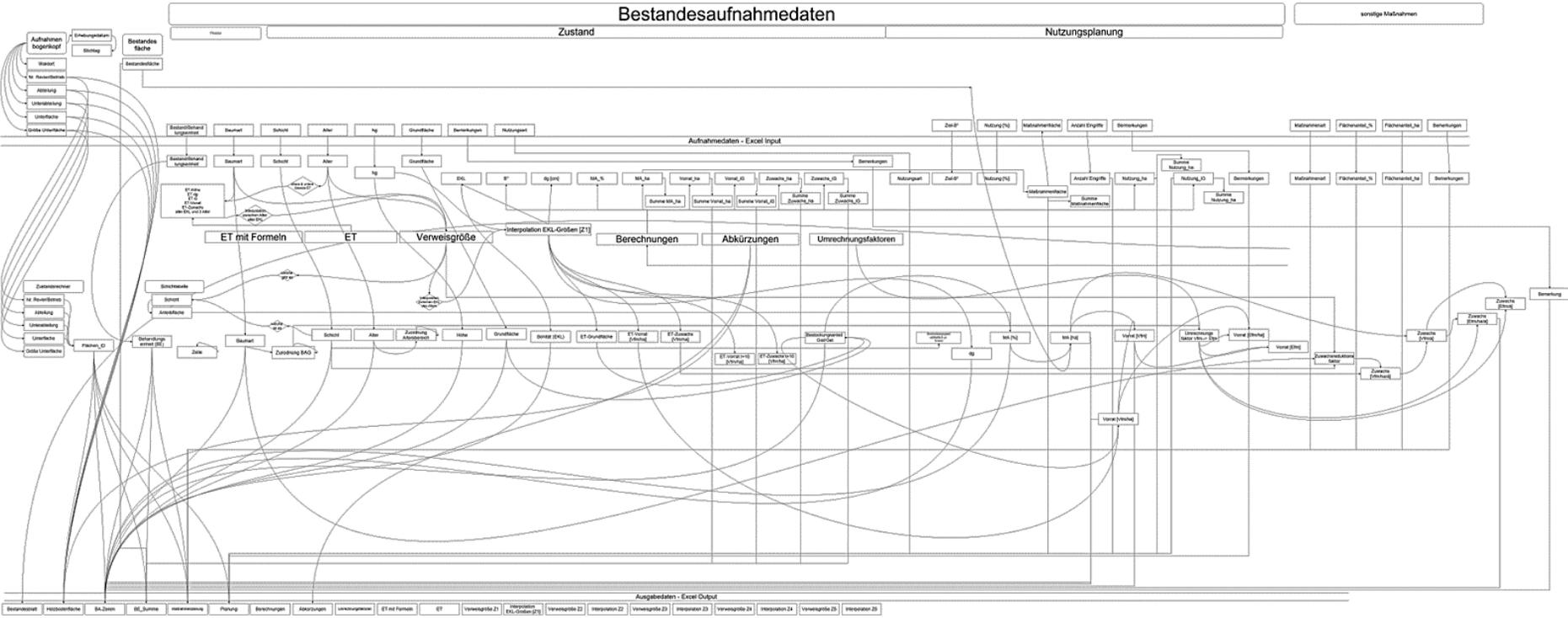
Lfd. Nr.	Deutscher Name	Botanischer Name	Bezeichnung eldat	Abkürzung eldat	ID Baumart	Zuordnung Baumarten-gruppe	ID Baumarten-gruppe	BA-Farbe (RGB-Farbcode)	Zuordnung Ertragstafel
13	Feldahorn	<i>Acer campestre</i>	Feldahorn	fah	323	ALh	300	128,255,000	Ahorn Nagel, 1985 mäßige Df.
14	Gemeine Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>	Esche	es	311	ALh	300	128,255,000	Esche Wimmenauer 1919 schwache Df.
15	Gemeine Fichte	<i>Picea abies</i>	Gemeine Fichte	gfi	511	Fi	510	000,230,255	Fichte Wiedemann 1936/42 mäßige Df.
16	Gemeine Kiefer	<i>Pinus silvestris</i>	Gemeine Kiefer	ki	711	Kie	700	191,191,191	Kiefer Wiedemann 1943 mäßige Df.
17	Gr. Küstentanne	<i>Abies grandis</i>	Küstentanne	kta	523	Ta	520	031,073,125	Tanne Schmidt 1955
18	Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i>	Hainbuche / Weißbuche	hbu	221	Bu	200	189,091,057	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
19	Japanische Lärche	<i>Larix kaempferi</i>	Japanische Lärche	jla	812	Lä	800	255,000,000	Japanische Lärche Schober/Rusack 1953/72 mäßige Df.
20	Laubholz		Laubholz	lbh	100	Lbh	100		
21	Mammutbaum	<i>Sequoiadendron giganteum</i>	Mammutbaum	mam	551	Ta	520	031,073,125	Tanne Schmidt 1955
22	Mehlbeere	<i>Sorbus aria</i>	Echte Mehlbeere	meb	359	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
23	Moorbirke	<i>Betula pubescens</i>	Moorbirke	mbi	412	ALn	400	087,206,108	Birke Schwappach 1903/29
24	Nadelholz		Nadelholz	ndh	500	Ndh	500		
25	Nicht-Holzboden oder Blößen		Keine	xy	0	NHB/BLÖ	0		
26	Nordmannstanne	<i>Abies nordmanniana</i>	Nordmannstanne	nota	522	Ta	520	031,073,125	Tanne Schmidt 1955
27	Platane	<i>Platanus acerifolia</i>	Platane	pla	363	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
28	Riesen-Lebensbaum	<i>Thuja plicata</i>	Lebensbaum	lb	542	Ta	520	031,073,125	Tanne Schmidt 1955

Lfd. Nr.	Deutscher Name	Botanischer Name	Bezeichnung eldat	Abkürzung eldat	ID Baumart	Zuordnung Baumarten-gruppe	ID Baumarten-gruppe	BA-Farbe (RGB-Farbcode)	Zuordnung Ertragstafel
29	Robinie	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinie	rob	351	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
30	Roskastanie	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Roskastanie	rka	442	ALn	400	087, 206,10	Birke Schwappach 1903/29
31	Rotbuche	<i>Fagus silvatica</i>	Rotbuche	bu	211	Bu	200	189,091,057	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
32	Roteiche	<i>Quercus rubra</i>	Roteiche	rei	113	Ei	110	255,255,000	Roteiche Bauer 1955
33	Roterle	<i>Alnus glutinosa</i>			421	ALn	400	087,206,108	Birke Schwappach 1903/29
34	Schwarzkiefer	<i>Pinus nigra</i>	Schwarzkiefer	ski	712	Kie	700	191,191,191	Kiefer Wiedemann 1943 mäßige Df.
35	Schwarznuss	<i>Juglans nigra</i>	Schwarznuss (+Hybriden)	snu	368	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
36	Schwarzpappel	<i>Populus nigra</i>	Schwarzpappel	spa	432	ALn	400	087,206,108	Pappel Grosscurth 1983
37	Sitkafichte	<i>Picea sitchensis</i>	Sitkafichte	sfi	512	Fi	510	000,230,255	Fichte Wiedemann 1936/42 mäßige Df.
38	Speierling	<i>Sorbus domestica</i>	Speierling	spe	358	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
39	Spitzahorn	<i>Acer platanoides</i>	Spitzahorn	sah	322	ALh	300	128,255,000	Ahorn Nagel, 1985 mäßige Df.
40	Stieleiche	<i>Quercus robur</i>	Stieleiche	sei	111	Ei	110	255,255,000	Eiche Jüttner 1955 mäßige Df.
41	Strobe (Weymouthskiefer)	<i>Pinus strobus</i>	Weymouthskiefer /Strobe	wki	731	Kie	700	191,191,191	Strobe Eckstein 1965 mäßige Df
42	Traubeneiche	<i>Quercus petraea</i>	Traubeneiche	tei	112	Ei	110	255,255,000	Eiche Jüttner 1955 mäßige Df.
43	Traubenkirsche	<i>Prunus padus</i>	Gewöhnliche Traubenkirsche	gtk	366	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.

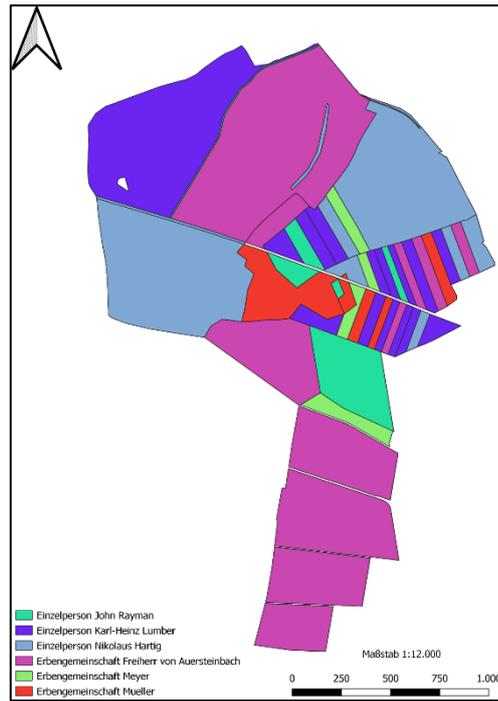
Lfd. Nr.	Deutscher Name	Botanischer Name	Bezeichnung eldat	Abkürzung eldat	ID Baumart	Zuordnung Baumarten-gruppe	ID Baumarten-gruppe	BA-Farbe (RGB-Farbcode)	Zuordnung Ertragstafel
44	Unbek. o. sonst. Ahornart	Acer spec.	Ahorn	ah	320	ALh	300	128,255,000	Ahorn Nagel, 1985 mäßige Df.
45	Unbek. o. sonst. Birkenart	Betula	Birke	bi	410	ALn	400	087,206,108	Birke Schwappach 1903/29
46	Unbek. o. sonst. Buchenart	Fagus spec.	Buche	bu	210	Bu	200	189,091,057	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
47	Unbek. o. sonst. Eichenart	Quercus spec.	Eiche	ei	110	Ei	110	255,255,000	Eiche Jüttner 1955 mäßige Df.
48	Unbek. o. sonst. Erleart	Alnus spec.	Erle	erl	420	ALn	400	087,206,108	Erle Mitscherlich 1945 starke Df.
49	Unbek. o. sonst. Fichtenart	Picea spec.	Fichte	fi	510	Fi	510	000,230,255	Fichte Wiedemann 1936/42 mäßige Df.
50	Unbek. o. sonst. Kiefernart	Pinus spec.	Kiefer	kie	710	Kie	700	191,191,191	Kiefer Wiedemann 1943 mäßige Df.
51	Unbek. o. sonst. Lärchenart	Larix spec.	Lärche	la	810	Lä	800	255,000,000	Europäische Lärche Schober 1946 mäßige Df.
52	Unbek. o. sonst. Lindenart	Tilia spec.	Linde	li	340	ALh	300	128,255,000	Winterlinde Böckmann 1990
53	Unbek. o. sonst. Pappelart	Populus spec.	Pappel	pap	430	ALn	400	087,206,108	Pappel Grosscurth 1983
54	Unbek. o. sonst. Tannenart	Abies spec.	Tanne	ta	520	Ta	520	031,073,125	Tanne Schmidt 1955
55	Unbek. o. sonst. Ulmenart	Ulmus spec.	Ulme	ul	330	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
56	Unbek. o. sonst. Weidenart	Salix spec.	Weide	wei	441	ALn	400	087,206,108	Birke Schwappach 1903/29
57	Vogelkirsche	Prunus avium	Vogelkirsche	vk	354	ALh	300	128,255,000	Kirsche Rööß 1990
58	Walnuss	Juglans regia	Walnuss	wnu	353	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiedemann 1931 mäßige Df.
59	Weißtanne	Abies alba	Weißtanne	wta	521	Ta	520	031,073,125	Tanne Schmidt 1955

Lfd. Nr.	Deutscher Name	Botanischer Name	Bezeichnung eldat	Abkürzung eldat	ID Baumart	Zuordnung Baumarten-gruppe	ID Baumarten-gruppe	BA-Farbe (RGB-Farbcode)	Zuordnung Ertragstafel
60	Westliche Hemlock-stanne	<i>Tsuga heterophylla</i>	Hemlockstanne	ht	541	Ta	520	031,073,125	Tanne Schmidt 1955
61	Wildapfel	<i>Malus silvestris</i>	Holzapfel / Wildapfel	wap	355	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiede-mann 1931 mäßige Df.
62	Wildbirne	<i>Pyrus pyraeaster</i>	Holzbirne / Wildbirne	wbi	356	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiede-mann 1931 mäßige Df.
63	Wildzwetschge	<i>Prunus domestica</i>	Zwetschge	zwe	365	ALh	300	128,255,000	Rotbuche Wiede-mann 1931 mäßige Df.

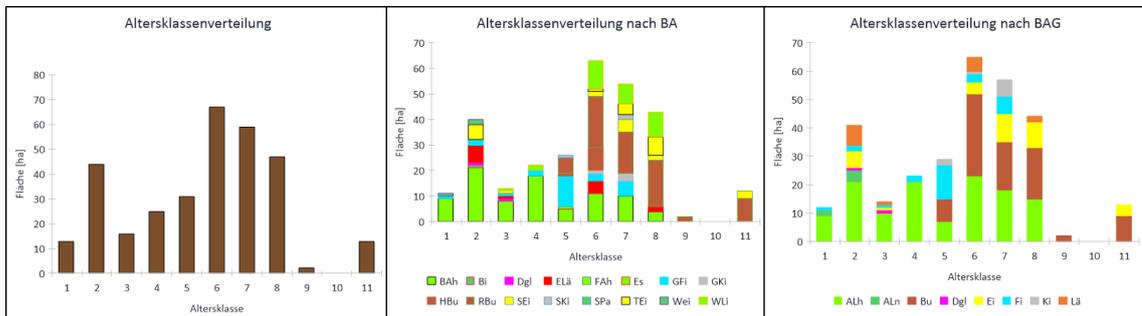
13. Ablaufschema der MS Excel-basierten Bestandesbeschreibung



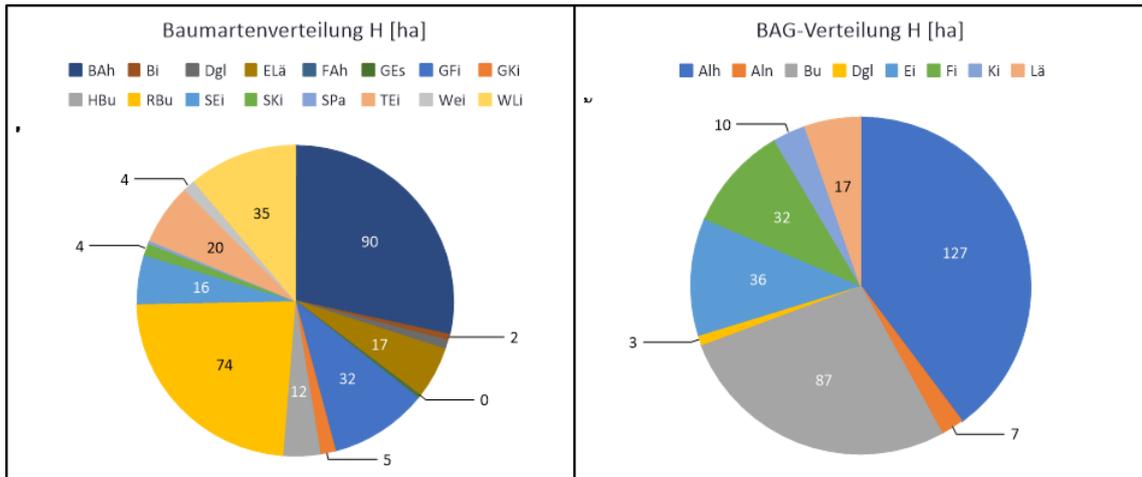
## 14. Räumliche Verteilung der Flurstücke



## 15. Exemplarische Konzepterprobung – A1\_Altersklassenverteilung



## 16. Exemplarische Konzepterprobung – A2\_BA- und BAG-Verteilung



## 17. Exemplarische Konzepterprobung – A30\_Ansprechpartner\_Waldeigentümer

Ansprechpartner Waldeigentümer								
Anrede	Titel	Namensbestandteil	Vorname	Nachname	Strasse, Nr.	Nr	PLZ	Ort
Herr	Prof. Dr.		Hanno	Müller-Meyer	Buckelpiste	3	26835	Neukamperfehn
Frau	Dr.		Janina	Schmidt	Kammolchweg	38	99867	Gotha
Herr			Karl-Heinz	Timber	Karl-Liebknecht-Strasse	43	99086	Erfurt
Herr		von	Nikolaus	Hartig	Angerweg	24	53783	Eitorf
Herr			John	Rayman	Kellnerweg	19b	37077	Göttingen
Herr		Freiherr von	Dirk	Auersteinbach	Hainbuchering	11	26835	Brinkum

Dienstag, 27. Juli 2021 Seite 1 von 1

## 18. Exemplarische Konzepterprobung – A31\_Katasterplan

A31_Katasterplan						
Landkreis	Gemeinde	Gemarkung	Flur	Flurstück	Größe [qm]	Größe [ha]
Gotha	Gotha	Gotha	19	333/1	21.945	2,19
			19	344	575.452	57,55
			19	344/1	2.467	0,25
			19	344/2	4.893	0,49
			19	344/3	220	0,02
			19	359	1.461	0,15
			19	374/1	2.080	0,21
			19	374/2	2.243	0,22
			19	375	45.690	4,57
			19	377	24.970	2,50
			19	435	24.160	2,42
			26	354	265.175	26,52
			26	355	131.785	13,18
			26	356	195.985	19,60
			26	365/3	32.801	3,28
			26	365/6	97.264	9,73
			26	366/1	19.283	1,93
			26	366/2	154.585	15,46
			26	366/3	1.188	0,12
			26	367/1	19.573	1,96
			26	367/3	20.119	2,01
			26	367/5	20.809	2,08
			26	367/6	20.698	2,07
			26	367/7	20.648	2,06
			26	369/1	22.732	2,27
			26	369/10	10.124	1,01
			26	369/13	9.752	0,98
			26	369/14	16.500	1,65
			26	369/2	14.883	1,49
			26	369/3	14.901	1,49
			26	369/5	21.107	2,11
			26	369/6	20.660	2,07
			26	369/8	14.978	1,50
			26	370	9.770	0,98
			26	372/10	14.839	1,48

Dienstag, 27. Juli 2021

Seite 1 von 2

## 19. Exemplarische Konzepterprobung – A32\_Waldeigentümer\_Kataster

A32_Waldeigentümer_Kataster														
Landkreis	Gemeinde	Gemarkung	Flur	Flurstück	Zuordnung	Anrede	Titel	Vorname	Zusatz	Nachname	Strasse	Nr.	PLZ	Ort
Gotha	Gotha	Gotha												
			19	333/1	Einzelperson Karl-	Herr		Karl-Heinz		Timber	Karl-Liebkech	43	99086	Erfurt
			19	344	Erbengemeinschaft	Herr		Dirk	Freiherr von	Auersteinbach	Hainbuchenrin	11	26835	Brinkum
			19	344/1	Einzelperson John	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19	37077	Göttingen
			19	344/2	Erbengemeinschaft	Herr	Prof. Dr	Hanno		Müller-Meyer	Buckelpiste	3	26835	Neukamperfehn
			19	344/3	Erbengemeinschaft	Herr		Dirk	Freiherr von	Auersteinbach	Hainbuchenrin	11	26835	Brinkum
			19	359	Einzelperson John	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19	37077	Göttingen
			19	374/1	Einzelperson Nikol	Herr		Nikolaus	von	Hartig	Angerweg	24	53783	Eitorf
			19	374/2	Erbengemeinschaft	Herr		Dirk	Freiherr von	Auersteinbach	Hainbuchenrin	11	26835	Brinkum
			19	375	Erbengemeinschaft	Herr		Dirk	Freiherr von	Auersteinbach	Hainbuchenrin	11	26835	Brinkum
			19	377	Einzelperson John	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19	37077	Göttingen
			19	435	Einzelperson Karl-	Herr		Karl-Heinz		Timber	Karl-Liebkech	43	99086	Erfurt
			26	354	Erbengemeinschaft	Herr	Prof. Dr	Hanno		Müller-Meyer	Buckelpiste	3	26835	Neukamperfehn
			26	355	Einzelperson John	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19	37077	Göttingen
			26	356	Einzelperson Karl-	Herr		Karl-Heinz		Timber	Karl-Liebkech	43	99086	Erfurt
			26	365/3	Erbengemeinschaft	Frau	Dr.	Janina		Schmidt	Kammolchw	38	99867	Gotha
			26	365/6	Einzelperson Karl-	Herr		Karl-Heinz		Timber	Karl-Liebkech	43	99086	Erfurt
			26	366/1	Einzelperson Karl-	Herr		Karl-Heinz		Timber	Karl-Liebkech	43	99086	Erfurt
			26	366/2	Erbengemeinschaft	Herr		Dirk	Freiherr von	Auersteinbach	Hainbuchenrin	11	26835	Brinkum
			26	366/3	Einzelperson Nikol	Herr		Nikolaus	von	Hartig	Angerweg	24	53783	Eitorf
			26	367/1	Einzelperson John	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19	37077	Göttingen
			26	367/3	Einzelperson John	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19	37077	Göttingen
			26	367/5	Einzelperson Karl-	Herr		Karl-Heinz		Timber	Karl-Liebkech	43	99086	Erfurt
			26	367/6	Einzelperson Nikol	Herr		Nikolaus	von	Hartig	Angerweg	24	53783	Eitorf
			26	367/7	Erbengemeinschaft	Frau	Dr.	Janina		Schmidt	Kammolchw	38	99867	Gotha
			26	369/1	Einzelperson Nikol	Herr		Nikolaus	von	Hartig	Angerweg	24	53783	Eitorf

Dienstag, 27. Juli 2021 Seite 1 von 3

## 20. Exemplarische Konzepterprobung – A33\_Waldeigentümer\_Waldflaeche

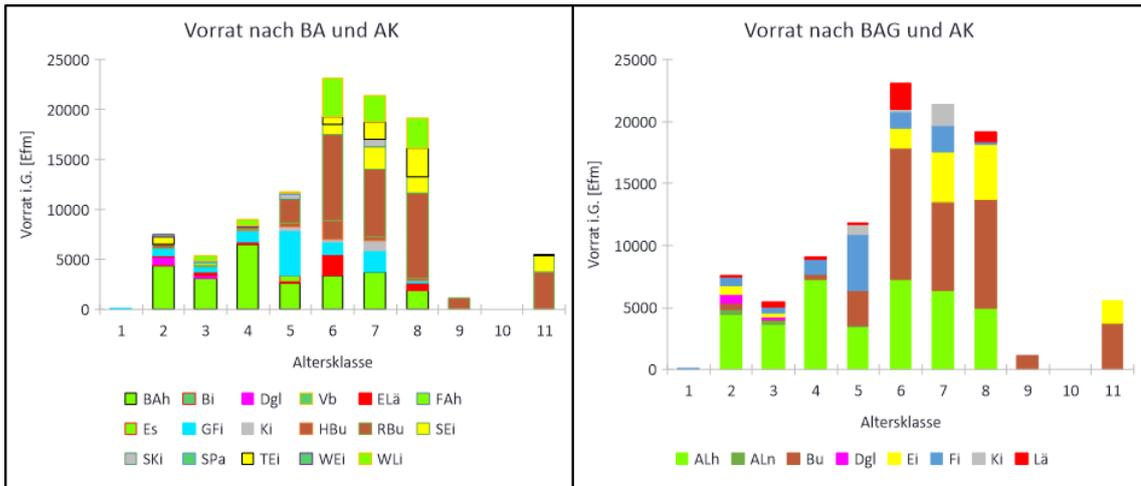
A33_Waldeigentümer_Waldflaeche													
Abt	UAbt	UF	BE	Zuordnung	Anrede	Titel	Vorname	Zusatz	Nachname	Strasse	Nr.	PLZ	Ort
2	a	1	1										
				Einzelperson John Rayman	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19b	37077	Göttingen
				Einzelperson John Rayman	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19b	37077	Göttingen
				Einzelperson John Rayman	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19b	37077	Göttingen
				Einzelperson John Rayman	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19b	37077	Göttingen
				Einzelperson John Rayman	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19b	37077	Göttingen
				Einzelperson John Rayman	Herr		John		Rayman	Kellnerweg	19b	37077	Göttingen
				Einzelperson Nikolaus Hartig	Herr		Nikolaus	von	Hartig	Angerweg	24	53783	Eitorf
				Einzelperson Nikolaus Hartig	Herr		Nikolaus	von	Hartig	Angerweg	24	53783	Eitorf
				Einzelperson Nikolaus Hartig	Herr		Nikolaus	von	Hartig	Angerweg	24	53783	Eitorf
				Einzelperson Nikolaus Hartig	Herr		Nikolaus	von	Hartig	Angerweg	24	53783	Eitorf
				Einzelperson Nikolaus Hartig	Herr		Nikolaus	von	Hartig	Angerweg	24	53783	Eitorf
				Einzelperson Nikolaus Hartig	Herr		Nikolaus	von	Hartig	Angerweg	24	53783	Eitorf
				Erbengemeinschaft Freiherr von	Herr		Dirk	Freiherr	Auersteinbach	Hainbuchenring	11	26835	Brinkum
				Erbengemeinschaft Freiherr von	Herr		Dirk	Freiherr	Auersteinbach	Hainbuchenring	11	26835	Brinkum
				Erbengemeinschaft Freiherr von	Herr		Dirk	Freiherr	Auersteinbach	Hainbuchenring	11	26835	Brinkum
				Erbengemeinschaft Freiherr von	Herr		Dirk	Freiherr	Auersteinbach	Hainbuchenring	11	26835	Brinkum
				Erbengemeinschaft Freiherr von	Herr		Dirk	Freiherr	Auersteinbach	Hainbuchenring	11	26835	Brinkum
				Erbengemeinschaft Freiherr von	Herr		Dirk	Freiherr	Auersteinbach	Hainbuchenring	11	26835	Brinkum
				Erbengemeinschaft Freiherr von	Herr		Dirk	Freiherr	Auersteinbach	Hainbuchenring	11	26835	Brinkum
				Erbengemeinschaft Freiherr von	Herr		Dirk	Freiherr	Auersteinbach	Hainbuchenring	11	26835	Brinkum
				Erbengemeinschaft Freiherr von	Herr		Dirk	Freiherr	Auersteinbach	Hainbuchenring	11	26835	Brinkum
				Erbengemeinschaft Freiherr von	Herr		Dirk	Freiherr	Auersteinbach	Hainbuchenring	11	26835	Brinkum

Dienstag, 27. Juli 2021 Seite 1 von 56

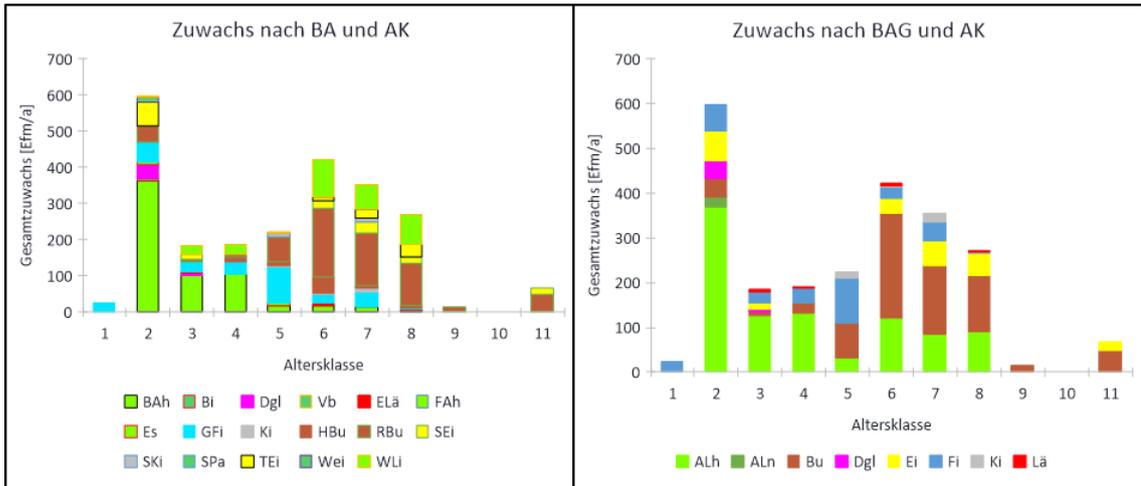
## 21. Exemplarische Konzepterprobung – A4\_Uebersicht\_Forstbetriebsflaechen

A4_Uebersicht_Forstbetriebsflaechen								
Abt	UAbt	UF	BE	Groesse [ha]	Gemeinde	Gemarkung	Flur	Flurstueck
2								
	a							
		1						
			1	2,42				
					Gotha	Gotha	19	344
					Gotha	Gotha	19	374/1
					Gotha	Gotha	19	374/2
					Gotha	Gotha	19	377
		2						
			1	1,16				
					Gotha	Gotha	19	344
					Hörsel	Trügleben	4	10
					Hörsel	Trügleben	4	3
		3						
			1	2,67				
					Gotha	Gotha	19	344
					Gotha	Gotha	19	344/1
					Gotha	Gotha	19	374/1
		4						
			1	5,15				
					Gotha	Gotha	19	344
					Gotha	Gotha	19	344/1
		5						
			1	0,77				
					Gotha	Gotha	19	344
		7						
			1	2,37				
					Gotha	Gotha	19	344
					Gotha	Gotha	19	344/1
					Gotha	Gotha	19	344/2
					Gotha	Gotha	19	375
	b							
		1						
			1	3,47				
					Gotha	Gotha	19	333/1
					Gotha	Gotha	19	344
		2						
			1	4,52				

## 22. Exemplarische Konzepterprobung – A5\_Vorrat



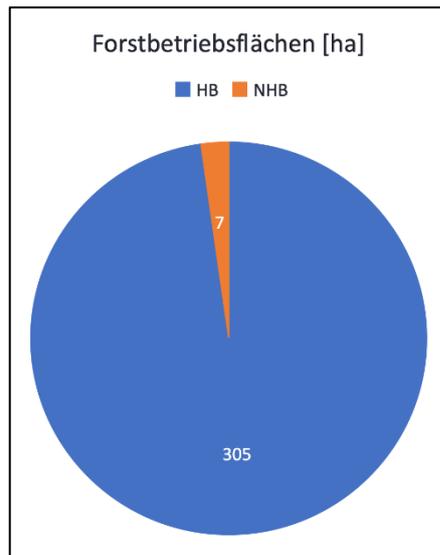
## 23. Exemplarische Konzepterprobung – A5\_Zuwachs



## 24. Exemplarische Konzepterprobung – A50\_Vollzug

Abt	Uabt	UF	Massnahmenart	Datum	BAG	Flaechenanteil [%]	Flaechenanteil [xy]	Volumen	Einheit	Bemerkung
2	a	3								
			Äst							
				25.05.2021	Ki			789,123		6m Ästungshöhe
			Df							
				31.01.2016	Alh			19,53		
				28.02.2017	Alh			39,084		Brennholz Müller
				30.09.2017	Alh			37,928		
				31.01.2018	Alh			0,9		
				31.01.2018	Alh			6		Verkehrssicherung
				31.01.2018	Alh			18		Verkehrssicherung
				31.01.2018	Aln			2	Bäume	Verkehrssicherung entlang der Zuwegung zur Wanderhütte
			 	30.04.2018	Alh			0,09		
				30.04.2018	Alh			0,6		nur bis Querweg
				31.05.2018	Alh			1,19		
				31.03.2019	Alh			4,2		
				31.03.2019	Alh			26,4		
				31.03.2019	Alh			34,68		
				30.11.2019	Alh			55,12		
				29.02.2020	Alh			750		Containerholz
				29.02.2020	Alh			250		Containerholz

25. Exemplarische Konzepterprobung – A6\_Verhaeltnis\_HB-NHB





## 27. Exemplarische Konzepterprobung – A73\_Bestandesblatt\_sonstige\_Maßnahmen

A73_Bestandesblatt_Maßnahmenplanung								
Abt	UAbt	UF	BE	Fläche [ha]	Massnahme	Flächenanteil [ha]	Flächenanteil [%]	Bemerkung
2								
	a							
		1						
			1	2,42	Äst	2,42	100	6m Astung
					Pfle	2,42	100	Z-Baumauswahl
		2						
			1	1,16	Pflan	0,4	100	Dgl pflanzen
		3						
			1	2,67	Pfle	2,67	100	Entrümpeln
					Pfle	1	100	Z-Baumauswahl
		4						
			1	5,15	Pfle		100	Mischungsregulierung zu Gunsten der Buche
		6						
			1	0,37	Äst		100	6m Astung
		7						
			1	2,37	Wild		100	Schältschäden mindern
	b							
		1						
			1	3,47	Pflan	0,47	100	Fi pflanzen
					Pfle	3	100	NV einleiten
		3						
			1	0,75	Pfle	0,5	100	NV einleiten
	c							
		3						
			1	0,64	Frei	0,75	100	
		6						
			1	4,01	Sonst		100	Naturverjüngung einleiten
		3						

## 28. Räumliche Abfrage nach Waldeigentümer und Katasterinformationen

The image shows a cadastral map of a forest area with various parcels labeled with alphanumeric codes (e.g., a1, a2, b1, b2, c1, c2). A red outline highlights a specific parcel. A pop-up window titled "Flurstueck\_zuschnitt - Objektattribute" is overlaid on the map, displaying the following information:

Flurstueck_zuschnitt - Objektattribute	
Zuordnung	Einzelperson Karl-Heinz Lumber
Anrede	Herr
Titel	NULL
Namensbestandteil	NULL
Vorname	Karl-Heinz
Nachname	Timber
Straße	Karl-Liebnecht-Strasse
Nr.	43
PLZ	99086
Ort	Erfurt
Landkreis	Gotha
Gemeinde	Nesselal
Gemarkung	Goldbach
Flur	7
Flurstück	1339/1
Flächengröße [qm]	3996.10

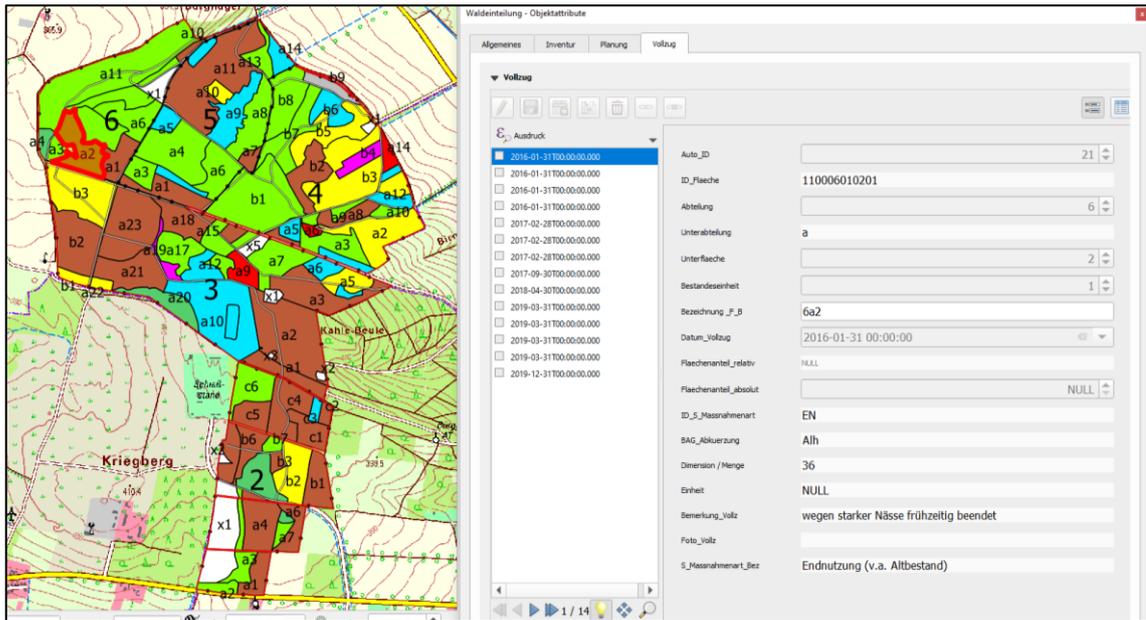
## 29. Räumliche Abfrage nach Waldeigentümer und Basisaten der forstlichen Geometrie 6a2

The image shows the same cadastral map as in the previous figure. A pop-up window titled "Waldeinteilung - Objektattribute" is overlaid on the map, displaying the following information:

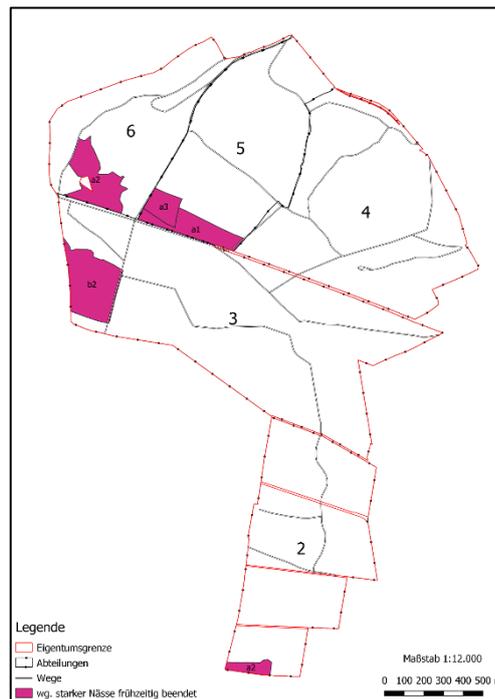
Waldeinteilung - Objektattribute											
<p>Abt: <input type="text" value="6"/></p> <p>UAbt: <input type="text" value="a"/></p> <p>UF: <input type="text" value="3"/></p> <p>Größe [ha]: 5,046366987901184</p>											
<p><b>Eigentümer</b></p> <p>Eigentümer: Erbengemeinschaft Mueller</p>											
<p><b>Ansprechpartner</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Anrede: Herr</td> <td>Titel: Prof. Dr.</td> </tr> <tr> <td>Namenszusatz: NULL</td> <td>Vorname: Hanno</td> </tr> <tr> <td>Nachname: Müller-Meyer</td> <td>Straße: Buckebaste</td> </tr> <tr> <td>Nr.: 3</td> <td>PLZ: 26835</td> </tr> <tr> <td>Ort: Neukamperfehn</td> <td></td> </tr> </table>		Anrede: Herr	Titel: Prof. Dr.	Namenszusatz: NULL	Vorname: Hanno	Nachname: Müller-Meyer	Straße: Buckebaste	Nr.: 3	PLZ: 26835	Ort: Neukamperfehn	
Anrede: Herr	Titel: Prof. Dr.										
Namenszusatz: NULL	Vorname: Hanno										
Nachname: Müller-Meyer	Straße: Buckebaste										
Nr.: 3	PLZ: 26835										
Ort: Neukamperfehn											



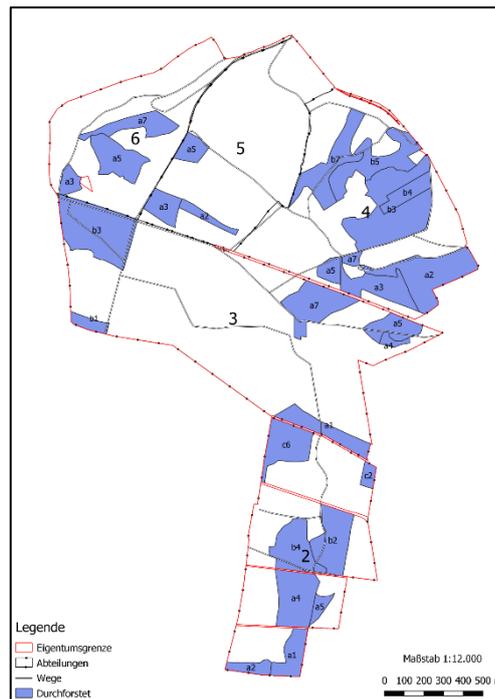
### 32. Räumliche Abfrage nach Vollzugsdaten in Fläche 6a2



### 33. Räumliche Abfrage nach frühzeitig wegen Nässe unterbrochenen Maßnahmen



### 34. Räumliche Abfrage aller seit dem Jahr 2016 durchforsteten Flächen



### 35. QField-gestützte Dokumentation des Naturalvollzugs

Objekt in Vollzug (offline) bearbeiten

Monat/Jahr  
2019-Dezember

Maßnahmenart

- Astung
- Bestandesbegründung
- Durchforstung
- Endnutzung
- Freihalten

Flächenanteil [h]  
100

Zugehörige Baumartengruppe

- NHB / Blö
- Ei
- Bu
- ALh
- ALn

Holzvolumen / Menge / Stück etc.

Einheit

Bemerkungen  
Holzvolumen unbekannt, bei Eiche Parketholz

# Selbstständigkeitserklärung

Name: Graf von Plettenberg-Lenhausen, Ferdinand

Anschrift: Weender Landstraße 25a, 37073 Göttingen

Ich beabsichtige, eine Dissertation zum Thema „Konzeption eines „smarten“ betrieblichen Flächenmanagementsystems für den kleineren Nicht-Staatswald“ an der Georg-August-Universität Göttingen anzufertigen.

Dabei werde ich von Herrn Prof. Dr. Bernhard Möhring betreut.

Ich gebe folgende Erklärung ab:

1. Die Gelegenheit zum vorliegenden Promotionsvorhaben ist mir nicht kommerziell vermittelt worden. Insbesondere habe ich keine Organisation eingeschaltet, die gegen Entgelt Betreuerinnen und Betreuer für die Anfertigung von Dissertationen sucht oder die mir obliegenden Pflichten hinsichtlich der Prüfungsleistungen für mich ganz oder teilweise erledigt.
2. Hilfe Dritter wurde bis jetzt und wird auch künftig nur in wissenschaftlich vertretbarem und prüfungsrechtlich zulässigem Ausmaß in Anspruch genommen. Insbesondere sind alle Teile der Dissertation selbst angefertigt; fremde Hilfe habe ich dazu weder unentgeltlich noch entgeltlich entgegengenommen und werde dies auch zukünftig so halten.

Des Weiteren ist mir bekannt, dass Unwahrhaftigkeiten hinsichtlich der vorstehenden Erklärung die Zulassung zur Promotion ausschließen bzw. später zum Verfahrensabbruch oder zur Rücknahme des erlangten Grades berechtigen.

Göttingen, im April 2022

.....  
Ferdinand Graf von Plettenberg-Lenhausen

## Rechtsquellenverzeichnis

- Abgabenordnung (AO). In der Fassung der Bekanntmachung vom 1. Oktober 2002 (BGBl. I S. 3866; 2003 I S. 61), die zuletzt durch Artikel 28 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3096) geändert worden ist.
- Antrag Förderung der Forstwirtschaft – Gewährung einer Zuwendung für Wegeneubau oder Wegeausbau oder Wegegrundinstandsetzung. Rheinland-Pfalz. Vom 15. Juli 2019. GAK/L/De-M. Stand 28.01.2021 verfügbar unter: [https://www.wald-rlp.de/index.php?eID=tx\\_securedownloads&u=0&g=0&t=1929144486&hash=957250ff2ca70069f18760594456d7c33873f5cc&file=fileadmin/website/downloads/3nutzen/Textdateien\\_Foerderung/Vordrucke\\_Wegebau/2019-07-15\\_Wegebau\\_Antrag.pdf](https://www.wald-rlp.de/index.php?eID=tx_securedownloads&u=0&g=0&t=1929144486&hash=957250ff2ca70069f18760594456d7c33873f5cc&file=fileadmin/website/downloads/3nutzen/Textdateien_Foerderung/Vordrucke_Wegebau/2019-07-15_Wegebau_Antrag.pdf).
- Bayerisches Waldgesetz (BayWaldG). In der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Juli 2005 (GVBl. S. 313, BayRS 7902-1-L). Das zuletzt durch § 3 II des Gesetzes vom 27. April 2020 (GVBl. S. 236) geändert worden ist. [BS1].
- Bewertungsgesetz (BewG). In der Fassung der Bekanntmachung vom 01. Februar 1991 (BGBl. I S. 230). Das zuletzt durch Artikel 25 des Gesetzes vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2451) geändert worden ist.
- Bürgerliches Gesetzbuch (BGB). In der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Januar 2002 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S.738). Das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 9. Juni 2021 (BGBl. I S. 1666) geändert worden ist.
- Bundeswaldgesetz (BWaldG). Vom 2. Mai 1975 (BGBl. I S. 1037). Das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Januar 2017 (BGBl. I S. 75) geändert worden ist.
- Durchführungsverordnung (EU) Nr. 809/2014 der Kommission vom 17. Juli 2014 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EU) Nr. 1306/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich des integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems, der Maßnahmen zur Entwicklung des ländlichen Raums und der Cross-Compliance.
- Einkommenssteuergesetz (EStG). In der Fassung der Bekanntmachung vom 8. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3366, 3366, 3862). Das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 21. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2886) geändert worden ist.
- Einkommensteuer-Durchführungsverordnung (EStDV). In der Fassung der Bekanntmachung vom 10. Mai 2000 (BGBl. I S. 717). Die zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2730) geändert worden ist.
- Einkommensteuer-Richtlinien 2012 (EStR). Vom 16. 12. 2005 (BStBl I Sondernummer 1/2005). Geändert durch Einkommensteuer-Änderungsrichtlinien 2008 (EStÄR 2008) vom 18. 12. 2008 (BStBl I S. 1017) und Einkommensteuer-Änderungsrichtlinien 2012 (EStÄR 2012) vom 25. 03. 2013 (BStBl I S. 276).
- Erbschaftsteuer- und Schenkungssteuergesetz (ErbStG). In der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 1997 (BGBl. I S. 378). Das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 26. November 2019 (BGBl. I S. 1794) geändert worden ist.
- Empfehlung 2003/361/EG der Europäischen Union: Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und

mittleren Unternehmen (Text von Bedeutung für den EWR) (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2003) 1422)

Forstgesetz 1975. Bundesgesetz vom 3. Juli 1975, mit dem das Forstwesen geregelt wird (Forstgesetz 1975). StF: BGBl. Nr. 440/1975 (NR: GP XIII RV 1266 AB 1677 S. 150. BR: 1392 AB 1425 S. 344.)

Grundbuchordnung in der Fassung der Bekanntmachung. Vom 26. Mai 1994 (BGBl. I S. 1114), die zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2602) geändert worden ist.

Hessisches Waldgesetz (HWaldG). Vom 27. Juni 2013 (GVBl. S. 458). Zuletzt geändert durch Gesetz vom 19. Juni 2019 (GVBl. S. 160). [HL].

Körperschaftswaldverordnung des Freistaates Bayern (KWaldV). Vom 09. Februar 2007 (GVBl. S. 196, BayRS 7902-3-L). Die zuletzt durch § 8 der Verordnung vom 05. Dezember 2017 (GVBl. S. 589) geändert worden ist. [BS2].

Kostenverordnung für das amtliche Vermessungswesen (KOVerm). Vom 25. März 2017 in der letzten berücksichtigten Änderung: Anlagen 1, 3 und 4 geändert durch Artikel 1 sowie Anlage 1 geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 02.12.2019 (Nds. GVBl. S. 366).

Landesforstgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landesforstgesetz - LFoG). In der Fassung der Bekanntmachung vom 24. April 1980 (GV. NRW. S. 546). Zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 26. März 2019 (GV. NRW. S. 193, 214). [LN].

Landeswaldgesetz des Landes Rheinland-Pfalz (LWaldG). Vom 30. November 2000 (GVBl. S. 504). Zuletzt geändert am 5. Oktober 2007 (GVBl. S.193). [LR].

Landeswaldgesetz Sachsen-Anhalt. Gesetz zur Erhaltung und Bewirtschaftung des Waldes, zur Förderung der Forstwirtschaft sowie zum Betreten und Nutzen der freien Landschaft im Land Sachsen-Anhalt (LWaldG). Vom 25. Februar 2016. Letzte berücksichtigte Änderung: § 6 geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 5. Dezember 2019 (GVBl. LSA S. 946). [LS3].

Niedersächsisches Gesetz über das amtliche Vermessungswesen (NVermG). Vom 12. Dezember 2002 in der letzten berücksichtigten Änderung: § 3 geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 16.05.2018 (Nds. GVBl. S. 66).

Niedersächsisches Gesetz über den Wald und die Landschaftsordnung (NWaldLG). Vom 21.03.2002. Das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 08.06.2016 (Nds. GVBl. S. 97) geändert worden ist. [NL].

Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. Vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE).

Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung der nachhaltigen Waldbewirtschaftung in forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen. Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz III- 3 - 40-00-00.34 -Vom 30. Januar 2019 (MBL. NRW Ausgabe 2019 Nr. 3 vom 15.2.2019. S. 67-82)

Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung forstlicher Maßnahmen im Privatwald RdErl. des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und

Verbraucherschutz - III - 3 40-00-00.30 v. 20.7.2015 (MBL NRW Ausgabe 2015 Nr. 22. Vom 11.8.2015. S. 471-598)

Siebtes Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Unfallversicherung (SGB VII). Vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1254). Das zuletzt durch Artikel 2d G vom 14. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2112, 2113) geändert worden ist.

Thüringer Waldgesetz. Gesetz zur Erhaltung, zum Schutz und zur Bewirtschaftung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (ThürWaldG). Vom 6. August 1993. Zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 10. Oktober 2019 (GVBl. S. 414). [TL].

Tiroler Waldordnung. Gesetz vom 11. Mai 2005 über die Regelung bestimmter Angelegenheiten des Forstwesens in Tirol. StF: LGBl. Nr. 55/2005 - Landtagsmaterialien: 153/05

Verordnung (EU) Nr. 1306/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über die Finanzierung, die Verwaltung und das Kontrollsystem der Gemeinsamen Agrarpolitik und zur Aufhebung der Verordnungen (EWG) Nr. 352 / 78, (EG) Nr. 165 / 94, (EG) Nr. 2799 / 98, (EG) Nr. 814 / 2000, (EG) Nr. 1290 / 2005 und (EG) Nr. 485 / 2008 des Rates.

Verwaltungskostenordnung für den Geschäftsbereich des Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (VwKostO-MWEVW). Vom 19. November 2012 in der letzten berücksichtigten Änderung: Anlage zu § 1 geändert, Anlagen 2 und 3 neu gefasst durch Verordnung vom 28. Januar 2020 (GVBl. S. 98).

Waldgesetz für Baden-Württemberg (Landeswaldgesetz - LWaldG). In der Fassung vom 31. August 1995. Zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Juni 2019 (GBl. S. 161, 162). [LB].

Waldgesetz für das Land Mecklenburg-Vorpommern (Landeswaldgesetz - LWaldG). In der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Juli 2011. GVOBl. M-V 2011, S. 870. [LM].

Waldgesetz für das Saarland (Landeswaldgesetz - LWaldG). Gesetz Nr. 1069. Vom 26. Oktober 1977 (Amtsbl. S. 1009). Zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 13. Februar 2019 (Amtsbl. I S. 324). [LS2].

Waldgesetz für den Freistaat Sachsen (SächsWaldG). Vom 10.04.1992 (SächsGVBl. S. 137). Das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 29. April 2015 (SächsGVBl. S. 349) geändert worden ist. [SL].

## Literaturverzeichnis

- 365FarmNet (o.J.a): 365FarmNet - Partner-Netzwerk. Online verfügbar unter <https://www.365farmnet.com/de/partner/>, zuletzt geprüft am 06.01.2020.
- 365FarmNet (o.J.b): Baustein-Übersicht. Online verfügbar unter <https://www.365farmnet.com/de/produkte/bausteine/>, zuletzt geprüft am 08.01.2021.
- 365FarmNet (o.J.c): FAQ - die meistgestellten Fragen zu 365FarmNet. Online verfügbar unter <https://www.365farmnet.com/de/support/faq/>, zuletzt geprüft am 06.01.2021.
- 365FarmNet (2017): Whitepaper Landwirtschaft 4.0 - Landtechnik anschlussfähig machen. Herausforderungen und technische Lösungen für die digitale Landwirtschaft in gewachsenen Strukturen mit gemischten oder analogen Maschinenbeständen. Berlin.
- 365FarmNet (2018): Standards sichern wirtschaftliches Wachstum. ISOBUS - Technologischer Meilenstein für die Landwirtschaft (Infobrief, 04).
- 365FarmNet (2019): Unser Preismodell: Kostenlos. Online verfügbar unter <https://www.365farmnet.com/preise/preise/>, zuletzt geprüft am 10.04.2019.
- Abetz, Karl; Mantel, Wilhelm (1954): Die Festlegung von Forsteinrichtungsbezeichnungen. In: *Allgemeine Forstzeitschrift* 9 (20), S. 217–218.
- Aghamanoukjan, Anahid; Buber, Renate; Meyer, Michael (2007): Qualitative Interviews. In: Renate Buber und Hartmut H. Holzmüller (Hg.): *Qualitative Marktforschung. Konzepte - Methoden - Analysen*. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler Verlag / GWV Fachverlage, S. 415–436.
- Aid Infodienst (2011): *Betriebswirtschaft und Rechnungswesen in der Forstwirtschaft*. Bonn (AID / Aid Infodienst Ernährung, Landwirtschaft Verbraucherschutz).
- Albert, Nicole; Reder, Stefan; Schmidt, Jenny; Mund, Jan-Peter (2021): *Digitales Krisen- und Risikomanagement vor und nach Sturmschadensereignissen. Eine Umfrage unter Forstakteuren. Vorläufige Ergebnisse*. FoWiTa. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde. Freising [u.a], 14.09.2021.
- Alexander, Michael; Kusleika, Dick (2018): *Access 2019 Bible. The comprehensive tutorial resource*. Indianapolis: Wiley.
- Anonym (2018a): *Aspekte und Herausforderungen zukünftiger Arbeitsweisen von Forstbetriebsgemeinschaften*. Göttingen, 07.11.2018. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg.
- Anonym (2018b): *Kosten für die Erstellung eines Forsteinrichtungswerkes*, 15.11.2018. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg.
- Anonym (2020a): *Angebot für die Verortung von Grenzpunkten im Wald*. Göttingen, 2020. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg.
- Anonym (2020b): *Verortung der Grenzpunkte im kleinparzellierten Privatwald im nordosthessischen Realteilungsgebiet*. Eschwege, 2020. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg.
- Anonym (2020c): *Ablauf der Grenzverortung im Landesbetrieb HessenForst*. Göttingen, 16.04.2020. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg.

- Anonym (2020d): Kosten für die Erstellung eines Forsteinrichtungswerkes, 07.10.2020. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg.
- Anonym (2020e): Kosten für die Erstellung eines Forsteinrichtungswerkes im hessischen Privatwald, 07.10.2020. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg.
- Anonym (2020f): Kosten eines Forsteinrichtungswerkes und zugehörige Kostentreiber. Göttingen, 14.10.2020. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg.
- Anonym (2021a): Moderne Methoden der luftbildgestützten Forsteinrichtung. Göttingen, 08.06.2021. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg.
- Anonym (2021b): Expertengespräch im Rahmen der Interviewreihe "Anforderungen an ein forstliches Flächenmanagementsystem aus Sicht des Waldeigentümers und forstbetrieblicher Betreuer" - Interview Nr. 49. Göttingen, 15.08.2021.
- Appelstrand, Marie (2007): Miljömålet i skogsbruket - styrning och frivillighet. Lund University, Lund. Rättsociologiska institutionen.
- Arbeitsgemeinschafts der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2004): Auszug aus dem ALKIS-Fachschemata. ALKIS Grunddatenbestand zur Version 3.0; Stand: 01.04.2004. Online verfügbar unter <http://www.adv-online.de/icc/ext-deu/binarywriterservlet?imgUid=c4b6060f-59e3-cbfe-86ab-480376a11297&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111>, zuletzt geprüft am 05.06.2021.
- Arbeitsgemeinschafts der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2011): Katalog der tatsächlichen Nutzungsarten im Liegenschaftskataster und ihrer Begriffsbestimmungen. AdV-Nutzungsartenkatalog. Arbeitskreis Liegenschaftskataster. Online verfügbar unter <http://www.adv-online.de/AdV-Produkte/Liegenschaftskataster/Download/>, zuletzt geprüft am 08.03.2021.
- Atteslander, Peter (1971): Methoden der empirischen Sozialforschung. Unter Mitarbeit von Klaus Baumgartner. 2. Aufl. Berlin, New York: de Gruyter.
- Atteslander, Peter (2006): Methoden der empirischen Sozialforschung. 11., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin: Erich Schmidt Verlag (ESV basics).
- Avenza Systems (Hg.) (o.J.a): About Us. Online verfügbar unter <https://www.avenzamaps.com/help/about>, zuletzt geprüft am 14.12.2020.
- Avenza Systems (Hg.) (o.J.b): Achieve better GPS Accuracy in Avenza Maps with Trimble GPS Devices. Online verfügbar unter <https://www.avenzamaps.com/blogs/achieve-better-gps-accuracy-in-avenza-maps-with-trimble-gps-devices>, zuletzt geprüft am 14.12.2020.
- Avenza Systems (Hg.) (o.J.c): Avenza Maps Subscription Tiers. Online verfügbar unter [https://www.avenzamaps.com/subscription\\_tiers](https://www.avenzamaps.com/subscription_tiers), zuletzt geprüft am 14.12.2020.
- Bachmann, Peter (1990): Die Forsteinrichtung muß sich veränderten Bedürfnissen anpassen. Zitiert in: Kätsch, Christoph (1998): Konzeption für ein forstliches Produktionsplanungs- und -steuerungssystem unter besonderer Berücksichtigung der Forsteinrichtung. Frankfurt am Main. Sauerländer. S. 19.
- Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Plinke, Wulff; Weiber, Rolf (2018): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 15. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.

- Baumeister, Roy F.; Leary, Mark R. (1997): Writing Narrative Literature Reviews. In: *Review of General Psychology* 1 (3), S. 311–320.
- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2005): Die zweite Bundeswald-inventur 2002: Ergebnisse für Bayern. Freising (LWF Wissen - Beiträge der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 49). Online verfügbar unter [https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/w49\\_die\\_zweite\\_bundeswaldinventur\\_2002\\_gesamtheft\\_gsch.pdf](https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/w49_die_zweite_bundeswaldinventur_2002_gesamtheft_gsch.pdf), zuletzt geprüft am 04.02.2021.
- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2017): Dokumentation. Mein Wald. Unter Mitarbeit von Holger Hastreiter, Michael Mößnang, Carina Schwab, Christine Hopf und Nicole Maushake. Freising.
- Bayerische Staatsforsten (2011): Richtlinie für die mittel- und langfristige Forstbetriebsplanung in den Bayerischen Staatsforsten (Forsteinrichtungsrichtlinie – FER 2011).
- Bayerisches Landesamt für Steuern (2019): Anforderungen an den Ersteller von Forstwirtschaftsplänen im bayerischen Privatwald. Göttingen, Nürnberg, 12.02.2019. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg. [BL].
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2012): Richtlinien für die Forsteinrichtung im Körperschaftswald. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVwV257553>true>, zuletzt geprüft am 25.03.2020.
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2019): Zentrale InVeKoS Datenbank / Zahlungsansprüche. Online verfügbar unter <https://www.zi-daten.de/zdb-adress.html>, zuletzt geprüft am 13.04.2020.
- Becker, Gero; Borchers, Jens (2000): Strukturen und Motive der Privatwaldbesitzer in Nordrhein-Westfalen als Basis zur Entwicklung alternativer Nutzungskonzepte und neuer forstwirtschaftlicher Instrumente. Gutachten für den Waldbauernverband Nordrhein-Westfalen e.V. Freiburg, Neupfalz.
- Beeckmann, Heinrich (1988): Geographische Informationssysteme für die technische Verwaltung. München (Schriftenreihe data praxis).
- Berekoven, Ludwig; Eckert, Werner; Ellenrieder, Peter (2001): Marktforschung. Methodische Grundlagen und praktische Anwendung. 9. Aufl. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Berger, Michael (1997): Controlling mit Kennzahlen im Betrieb. Entwicklung eines forstspezifischen Kennzahlensystems zur operativen Betriebssteuerung. Zugl.: München, Univ., Diss., 1997. Aachen: Shaker (Berichte aus der Betriebswirtschaft).
- Bernhardt, Heinz; Demmel, Markus; Richarz, Wilfried; Schaffner, Achim; Träger-Farny, Wolfgang; Uppenkamp, Norberg (2009): DLG-Merkblatt 348: Dokumentation in der Pflanzenproduktion. Frankfurt a.M.
- Bitcomp (o.J.): WoodsApp. Your forest in your pocket. München. Online verfügbar unter <https://bitcomp-germany.de/woodsapp-den-eigenen-wald-immer-im-blick/>, zuletzt geprüft am 08.02.2021.
- Bitter, Andreas W. (1990a): Das flächenbezogene Betriebsinformationssystem. Ein Hilfsinstrument für die Simulation und Unternehmensführung im Forstbetrieb. Bericht zum Forschungsvorhaben "Betriebssimulation als innerbetriebliche Informations- und Entscheidungshilfe". Göttingen.

- Bitter, Andreas W. (1990b): EDV-gestützte Unternehmensführung im Forstbetrieb mit Hilfe eines flächenbezogenen Betriebsinformationssystems. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.
- Bitter, Andreas W. (1994): Aufgaben der Forsteinrichtung im Rahmen einer multifunktionalen Forstwirtschaft. In: *Forst und Holz* 49 (6), S. 162–165.
- Blairstow, David (2020): The Difference Between Location Accuracy and Precision and Why You Need To Know. Skyhook. Online verfügbar unter <https://www.skyhook.com/blog/advertising/the-difference-between-location-accuracy-and-precision-and-why-you-need-to-know>, zuletzt geprüft am 05.10.2021.
- BMEL (2015): Umsetzung der EU-Agrarreform in Deutschland. Berlin. Online verfügbar unter [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Umsetzung-GAPinD.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Umsetzung-GAPinD.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 12.04.2020.
- BMEL (2016): Der Wald in Deutschland - Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. 2. Aufl. Berlin: Bonifatius GmbH.
- BMEL (2017): EU-Agrarpolitik. Cross-Compliance. Online verfügbar unter [https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Foerderung-Agrarsozialpolitik/\\_Texte/Cross-Compliance.html](https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Foerderung-Agrarsozialpolitik/_Texte/Cross-Compliance.html), zuletzt geprüft am 08.04.2019.
- BMEL (2018): Änderungen bei den Direktzahlungen ab dem Antragsjahr 2018. Online verfügbar unter [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EU/AendDirektzahlungen2018.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EU/AendDirektzahlungen2018.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 11.04.2020.
- BMEL (2019a): Ackerbau. Düngung. Online verfügbar unter [https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Ackerbau/\\_Texte/Duengung.html](https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Ackerbau/_Texte/Duengung.html), zuletzt geprüft am 11.04.2019.
- BMEL (2019b): Digitalisierung in der Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/digitalisierung-landwirtschaft.html>, zuletzt aktualisiert am 10.05.2019, zuletzt geprüft am 07.01.2021.
- BMEL (2019c): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2018. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag.
- BMEL (2020a): Direktzahlungen. Online verfügbar unter [https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Foerderung-Agrarsozialpolitik/Direktzahlungen/direktzahlungen\\_node.html](https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Foerderung-Agrarsozialpolitik/Direktzahlungen/direktzahlungen_node.html), zuletzt geprüft am 11.04.2020.
- BMEL (2020b): Massive Schäden - Einsatz für die Wälder. Online verfügbar unter <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/wald-trockenheit-klimawandel.html>, zuletzt aktualisiert am 08.12.2020, zuletzt geprüft am 18.01.2021.
- BMEL (2020c): Massive Schäden - Einsatz für die Wälder. Online verfügbar unter [https://www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/Forst-Holzwirtschaft/\\_texte/Wald-Trockenheit-Klimawandel.html](https://www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/Forst-Holzwirtschaft/_texte/Wald-Trockenheit-Klimawandel.html), zuletzt aktualisiert am 17.01.2020, zuletzt geprüft am 26.03.2020.
- BMEL (2021a): Waldbericht der Bundesregierung 2021. Bonn, Berlin.
- BMEL (2021b): Waldstrategie 2050. Nachhaltige Waldbewirtschaftung - Herausforderungen und Chancen für Mensch, Natur und Klima. Bonn. Online verfügbar unter

[https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Waldstrategie2050.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Waldstrategie2050.pdf?__blob=publicationFile&v=8), zuletzt geprüft am 07.10.2021.

- BMF (2012): Besteuerung der Forstwirtschaft; Auswirkungen der Rechtsprechung des Bundesfinanzhofs vom 5. Juni 2008 (BStBl 2008 II S. 960 und 968) und Anpassung an die Änderungen des Steuervereinfachungsgesetzes 2011. Bezug: BMF v. 2.3.2010 - IV D 4 - S 2232/0. BMF v. 16.05.2012 - IV D 4 – S 2232/0-01.
- BMF (2017): Richtlinien für die Bemessung von Nutzungssätzen nach § 34b EStG und andere steuerrechtliche Zwecke. E-Mail an die Obersten Finanzbehörden der Länder. Berlin.
- BMF (2018): Besteuerung der Forstwirtschaft; Ertragssteuerrechtliche Behandlung von forstwirtschaftlichen Flächen als Betriebsvermögen eines Erwerbsbetriebs. Bezug: Besprechung mit den Vertretern der obersten Finanzbehörden der Länder vom 24. bis 26. April 2018 (TOP 18 Est II/18). Berlin.
- BMF (2020): Buchführung in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben. BMF vom 15.12.1981 (BStBl I S. 878). BMF Amtliches Einkommenssteuer-Handbuch.
- BMLRT (2017): Datensammlung zum Österreichischen Wald - 2017. Wien.
- BMLRT (2019): Waldinventur des BFW. Daten und Fakten. Wien.
- Böckmann, Thomas (2016): Warum sind Betriebsinventuren für die forstliche Praxis wichtig? In: *Forstarchiv* 87 (1), S. 31–37.
- Boden, Thomas (2020): Zur Wirtschaftlichkeit verschiedener Methoden der forstlichen Flächenaufnahme - Ein Vergleich. Bachelorarbeit an der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen. Betreut durch Ferdinand v. Plettenberg.
- Bornemann, Edzard (2019): To-Do-Liste FBG. Wald und Holz NRW. Münster. Online verfügbar unter <https://www.wald-und-holz.nrw.de/waldblatt/rfa-15/1812-to-do-liste>, zuletzt geprüft am 11.06.2021.
- Bortz, Jürgen; Döring, Nicola (2006): Forschungsmethoden und Evaluation. Für Human- und Sozialwissenschaftler. 4., überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg (Springer-Lehrbuch). Online verfügbar unter <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10157732>.
- Böttcher, Fabian; Husmann, Kai (2020): Digitale Warenwirtschaft in deutschen Forstbetrieben. Einführung eines bundesweit einheitlichen Datenstandards ist an vielen Betrieben vorbeigegangen. In: *Holz-Zentralblatt* 146 (9), S. 179.
- Bronner, Günther; Pedarnig, Nikolaus; Pelzmann, Gerhard (2016): Managementplan Forst MPFORST. Forsteinrichtungswerkzeug für eine geregelte multifunktionale und nachhaltige Waldbewirtschaftung. Unveröffentlichtes Manuskript. Landwirtschaftskammer Steiermark.
- Bronner, Günther; Pelzmann, Gerhard (2016): WZPX. Winkelzählprobe nach Bitterlich ergänzt mit dem Substitutionsprinzip und einer erweiterten Auswertung. o.O.
- Brosius, Felix (2014): SPSS 22 für Dummies. 1. Aufl. Weinheim: Wiley.
- Brukas, Vilis; Felton, Adam; Lindbladh, Matts; Sallnäs, Ola (2013): Linking forest management, policy and biodiversity indicators – A comparison of Lithuania and Southern Sweden. In: *Forest Ecology and Management* 291, S. 181–189.

- Brukas, Vilis; Sallnäs, Ola (2012): Forest management plan as a policy instrument: Carrot, stick or sermon? In: *Land Use Policy* 29 (3), S. 605–613.
- Bühl, Achim (2008): SPSS 16. Einführung in die moderne Datenanalyse ab. 11. Aufl. München [u.a.]: Pearson Studium.
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2020): Geoportal.de. suchen. finden. verbinden. Online verfügbar unter <https://geoportal.de/portal/main/>, zuletzt geprüft am 06.10.2020.
- Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (2007): Sparte Bundesforst - Geschäftsanweisung Forsteinrichtung. GA FE 2007; Ergänzungslieferung 15.07.2010.
- Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (2019): Anforderungen an Ersteller von periodischen Betriebsplänen in Sachsen. Göttingen, Erfurt, 25.02.2019. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg. [BI].
- Burse, Karl; Neumann, Tobias (2019): Die forstlichen Wuchsbezirke Thüringens. Mitteilungsheft 37 / 2019. ThüringenForst. Erfurt.
- Chen, Peter P. S.; Knöll, Heinz-Dieter (1991): Der Entity-Relationship-Ansatz zum logischen Systementwurf: Datenbank- und Programmwurf. Datenbank- und Programmwurf. Mannheim, Wien, Zürich: BI-Wissenschafts-Verlag.
- Colantoni, Andrea; Monarca, Danilo; Cecchini, Massimo; Laurendi, Vincenzo; Villarini, Mauro; Gambella, Filippo (Hg.) (2018): Smart machines, remote sensing, precision farming, processes, mechatronic, materials and policies for safety and health aspects. First edition. Basel, Beijing, Wuhan, Barcelona, Belgrade: MDPI. Online verfügbar unter <https://www.doabooks.org/doab?func=fulltext&uiLanguage=en&rid=26719>.
- computerfrage (2009): Wie bekomme ich raus, wann eine Aufnahme von Google Maps bzw. Streetview gemacht wurde? Online verfügbar unter <https://www.computerfrage.net/frage/wie-bekomme-ich-raus-wann-eine-aufnahme-von-google-maps-bzw-streetview-gemacht-wurde->, zuletzt aktualisiert am 2016, zuletzt geprüft am 10.12.2020.
- Corput, Stien van den (2019): Resulteert het gebruik van Smatrix in de beoordeling van gewasbeschermingsproeven tot een significance tijdwinst? Bachelor in Agro- en biotechnologie. Thomas More. Geel (Belgien).
- Dethlefs, Lars (1997): Kennzahlencontrolling in Kleinen und Mittleren Unternehmen (KMU). Frankfurt am Main: Verlag Peter Lang (Europäische Hochschulschriften).
- Deutscher Bundestag (2019): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage Abgeordneter Karlheinz Busen, Frank Sitta, Dr. Gero Clemens Hocker, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP - Drucksache 19/6554 -. Forst- und Waldwirtschaft 4.0. Berlin.
- Deutscher Forstwirtschaftsrat (1998): Empfehlungen zur Vereinheitlichung des forstlichen Rechnungswesens. Rheinbach bei Bonn.
- Deutscher Städte- und Gemeindebund; Städte- und Gemeindebund Nordrhein-Westfalen; Kommunalwald NRW (2018): Neuorganisation der kooperativen Holzvermarktung unter Beibehaltung kommunaler Strukturen. Ausgangssituation, Rechtslage und Lösungsansatz. Positionspapier. Online verfügbar unter <https://www.dstgb.de/publikationen/positionspapiere/neuorganisation-der-kooperativen-holzvermarktung/2018-04->

20-positionspapier-holzvermarktung-nrw-endg.pdf?cid=6am, zuletzt geprüft am 12.10.2021.

- Dicicco-Bloom, Barbara; Crabtree, Benjamin F. (2006): The qualitative research interview. In: *Medical education* 40 (4), S. 314–321.
- Dietsch, Patrick; Ziesak, Martin (2018): Überprüfung der Verortungsgenauigkeit und Praxistauglichkeit von LogBuch. Bern.
- Dirks, Henning; Kormann, Jonathan; Pohle, Christopher (2021): INKA-Betriebserfassung. Evaluation eines Inventur-, Planungs- und Dokumentationskonzeptes. Handlungsempfehlung der Forstgenossenschaft Oberscheden - Projektgruppe Forstökonomie I. Göttingen.
- Ehrhardt, Ina; Schmelz, Denny (2021): Mengenabweichungen im Holzbereitstellungsprozess. Ursachen, Folgen und (digitale?) Lösungsansätze. FoWiTa. Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung. Freising [u.a], 15.09.2021.
- Eiper, Michael Franz (2015): Der Waldwirtschaftsplan gibt klare Linie für Bewirtschaftung vor. Bundesforschungszentrum für Wald. Ossiach (Österreich). Online verfügbar unter <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/betriebsfuehrung/organisation-und-planung/waldwirtschaftsplaene>, zuletzt aktualisiert am 08.05.2015, zuletzt geprüft am 04.01.2021.
- Eirund, Helmut; Kohl, Ullrich (2003): Datenbanken - leicht gemacht. Ein Arbeitsbuch für Nicht-Informatiker. 2., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag (Informatik & Praxis).
- Enander, Karl-Göran (2007): Skogsbruk på samhällets villkor - skogsskötsel och skogspolitik under 150 år. Umeå. Online verfügbar unter <https://pub.epsilon.slu.se/8483/>, zuletzt geprüft am 09.12.2021.
- Erik Wilhelmsson (2011): Enskilda skogsägarnas målformulering - Individual Forest Owners' Goal Formulation. Working report SLU-SRG-AR-305-SE. Umeå. Online verfügbar unter [https://www.researchgate.net/publication/50219412\\_Enskilda\\_skogsagarnas\\_malformulering](https://www.researchgate.net/publication/50219412_Enskilda_skogsagarnas_malformulering).
- Eriksson, Mattias; Lindroos, Ola (2014): Productivity of harvesters and forwarders in CTL operations in northern Sweden based on large follow-up datasets. In: *International Journal of Forest Engineering* 25 (3), S. 179–200.
- Esri (o.J.): WFS-Services. Online verfügbar unter <https://enterprise.arcgis.com/de/server/latest/publish-services/linux/wfs-services.htm>, zuletzt geprüft am 06.10.2020.
- Europäische Kommission (2014): Forest Management Plans or equivalent instruments. Online verfügbar unter [https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/fmp\\_table.pdf](https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/fmp_table.pdf), zuletzt geprüft am 20.04.2020.
- Europäische Kommission (2018): Evaluation and assessment of INSPIRE directive 2007/2/EC Data sharing between public authorities and public access and use provisions. Final Task 1 Report. Specific Contract No. 07.0203/2017/765008/SER/ENV.E.4 Framework Contract ENV(EX-D.4)E.4/FRA/2016/0003.
- Europäische Kommission (2020): Germany - 2020: Country fiche. Indicators in support of Commission Decision (EU) 2019/1372 implementing Directive 2007/2/EC(INSPIRE) as re-

- gards to monitoring and reporting. Online verfügbar unter [https://inspire.ec.europa.eu/sites/default/files/inspire\\_-\\_germany\\_-\\_2020\\_country\\_fiche.pdf](https://inspire.ec.europa.eu/sites/default/files/inspire_-_germany_-_2020_country_fiche.pdf), zuletzt geprüft am 06.10.2020.
- eurostat (2015): Agriculture, forestry and fishery statistics. 2014 edition. Luxembourg. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/6639628/KS-FK-14-001-EN-N.pdf/8d6e9dbe-de89-49f5-8182-f340a320c4bd?t=1424172417000>, zuletzt geprüft am 04.01.2021.
- Falkenried, Lutz (2004): Pilotphase zur Zustandserfassung der Gebiete Eifel und Winterberg-Glindfeld. Forschungsbericht. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW. Recklinghausen.
- Feil, Philine; Neitzel, Christoph; Seintsch, Björn; Dieter, Matthias (2018): Privatwaldeigentümer in Deutschland: Ergebnisse einer bundesweiten Telefonbefragung von Personen mit und ohne Waldeigentum. In: *Landbauforschung - Applied Agricultural and Forestry Research* 68 (3-4), S. 87–130.
- Finanzamt Calau (2019): Anforderungen an Ersteller von periodischen Betriebsplänen in Brandenburg. Göttingen, Calau, 19.02.2019. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg. [FC].
- Finanzamt Haldensleben (2019): Anforderungen an Ersteller von periodischen Betriebsplänen in Sachsen-Anhalt. Göttingen, Haldensleben, 19.02.2019. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg. [FH].
- Finanzministerium Schleswig-Holstein (2019): Anforderungen an Ersteller von periodischen Betriebsplänen in Schleswig-Holstein. Göttingen, Kiel, 19.02.2019. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg. [FS].
- Firth, John; Brownlie, Rod (1998): An Efficiency Evaluation of the Global Positioning System under the Forest Canopies. In: *N.Z. Forestry* (43), S. 19–25.
- Forest Research (2019): Forestry Statistics 2019. Online verfügbar unter <https://www.forestryresearch.gov.uk/tools-and-resources/statistics/forestry-statistics/forestry-statistics-2019/>, zuletzt aktualisiert am 26.09.2019, zuletzt geprüft am 24.08.2020.
- Forestry Commission (2017): The UK Forestry Standard. The governments' approach to sustainable forestry. Edinburgh. Online verfügbar unter [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/687147/The\\_UK\\_Forestry\\_Standard.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/687147/The_UK_Forestry_Standard.pdf), zuletzt geprüft am 24.08.2020.
- Forestry Commission (2018): Apply online for a felling licence. Guidance. Online verfügbar unter <https://www.gov.uk/guidance/apply-online-for-a-felling-licence>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2020, zuletzt geprüft am 24.08.2020.
- Forestry Commission (2020): Tree felling. Getting permission. Online verfügbar unter [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/876641/Tree\\_Felling\\_-\\_Getting\\_Permission\\_-\\_office\\_print\\_version.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/876641/Tree_Felling_-_Getting_Permission_-_office_print_version.pdf), zuletzt geprüft am 24.08.2020.
- Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (o.J.): WaldExpert. Die App für Waldbesitzende in Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <https://wald.expert/>, zuletzt geprüft am 08.02.2021.

- Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT (2019): Hannover Messe 2019 - Hände frei für das Wesentliche dank Spracherkennung. Oldenburg. Online verfügbar unter <https://idw-online.de/de/news712947>, zuletzt geprüft am 09.09.2020.
- Free Software Foundation (Hg.) (2020): GNU Operating System. Frequently Asked Questions about the GNU Licenses. Online verfügbar unter <http://www.gnu.org/licenses/gpl-faq.html#CanIUseGPLToolsForNF>, zuletzt aktualisiert am 01.01.2020, zuletzt geprüft am 17.12.2020.
- Friedrichs, Jürgen (1990): Methoden empirischer Sozialforschung. 14. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (WV studium).
- Gadow, Klaus von (2005): Forsteinrichtung. Analyse und Entwurf der Waldentwicklung. Göttingen: Univ.-Verl. Göttingen.
- Gadow, Klaus von (2006): Forsteinrichtung. Adaptive Steuerung und Mehrpfadprinzip. Göttingen: Univ.-Verl. Göttingen.
- Gänßlen, Siegfried; Losbichler, Heimo; Niedermayr, Rita; Rieder, Lukas; Schäffer, Utz; Weber, Jürgen; Internationaler Controller Verein (Hg.) (2012): Grundsatzposition des Internationalen Controller Vereins (ICV) und der International Group of Controlling (IGC). Online verfügbar unter [https://www.icv-controlling.com/fileadmin/Verein/Verein\\_Dateien/Grundsatzpapier/Grundsatzpapier\\_DEUTSCH.pdf](https://www.icv-controlling.com/fileadmin/Verein/Verein_Dateien/Grundsatzpapier/Grundsatzpapier_DEUTSCH.pdf), zuletzt geprüft am 19.03.2019.
- Geoportal Baden-Württemberg (o.J.): FAQs - Häufig gestellte Fragen. Wie genau ist eine Messung (Punkt, Strecke, Fläche) im Geoportal-BW? Online verfügbar unter [https://www.geoportal-bw.de/faq-h%C3%A4ufig-gestellte-fragen#Anker\\_7](https://www.geoportal-bw.de/faq-h%C3%A4ufig-gestellte-fragen#Anker_7), zuletzt geprüft am 24.02.2021.
- Gerdes, Johannes (2016): Waldbesitzerbefragung 2016. Waldbesitzerbefragung M-V 2016. Unveröffentlicht. Institut für angewandte sozialwissenschaftliche Forschung und Evaluation. Landesforst Mecklenburg-Vorpommern. Leipzig, 12.2016.
- GIS Geography (2020a): 13 Free GIS Software Options: Map the World in Open Source. Online verfügbar unter <https://gisgeography.com/free-gis-software/>, zuletzt aktualisiert am 12.12.2020, zuletzt geprüft am 20.12.2020.
- GIS Geography (2020b): 30 GIS Software Applications [2020 Rankings]. Online verfügbar unter <https://gisgeography.com/gis-software/>, zuletzt aktualisiert am 14.12.2020, zuletzt geprüft am 20.12.2020.
- Gläser, Jochen; Laudel, Grit (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. 4. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag (Lehrbuch).
- Glinz, Martin (2011): Datenmodellierung. Kapitel 3. Informatik II: Modellierung. Online verfügbar unter [https://files.ifi.uzh.ch/rerg/amadeus/teaching/courses/inf\\_II\\_fs11/inf\\_II\\_kapitel\\_03.pdf](https://files.ifi.uzh.ch/rerg/amadeus/teaching/courses/inf_II_fs11/inf_II_kapitel_03.pdf), zuletzt geprüft am 22.01.2021.
- Google (2019): Standortgenauigkeit ermitteln und verbessern. Online verfügbar unter <https://support.google.com/maps/answer/2839911?co=GENIE.Platform%3DAndroid&hl=de>, zuletzt geprüft am 30.12.2019.
- Google (2020): Speech-to-Text. Durch maschinelles Lernen unterstützte Spracherkennung. Online verfügbar unter <https://cloud.google.com/speech-to-text?hl=de>, zuletzt geprüft am 27.03.2020.

- Google Cloud (o.J.): Google Maps Platform. Online verfügbar unter <https://cloud.google.com/maps-platform?hl=de>, zuletzt geprüft am 10.12.2020.
- Graeff-Hönniger, Simone; Claupein, Wilhelm (2004): Möglichkeiten und Perspektiven im Pflanzenbau durch Precision Farming. In: *Landinfo* (3), S. 4–9.
- Gubsch, Marlén; Bernasconi, Andreas; Godi, François; Iseli, Ruedi (2015): Privatwald in der Schweiz: Erfahrungen und Zukunftsvorstellungen. In: *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 166 (3), S. 191–194.
- gutefrage (2017): Wie oft aktualisiert Google Maps die Satellitenbilder? Online verfügbar unter <https://www.gutefrage.net/frage/wie-oft-aktualisiert-google-maps-die-satellitenbilder>, zuletzt geprüft am 10.12.2020.
- Gutsche, Claudia Charlotte (2014): Entwicklung strategischer Marketingkonzepte für Forstbetriebe: eine zielgruppenspezifische Analyse am Beispiel HESSEN-FORST. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.
- Hahn, Dietger (1978): Hat sich das Konzept des Controllers in Unternehmungen der deutschen Industrie bewährt? In: *Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis : BFuP* 30 (2), S. 101–128.
- Hamberger, Joachim (1999): Ist GPS geeignet um Befahrungen schwerer Holzerntemaschinen auf Rückegassen zu dokumentieren? Vergleichende Betrachtung mehrerer Empfänger hinsichtlich ihrer Eignung für Aufnahmen im Wald. In: *Forsttechnische Informationen* (5+6), 39-35.
- Hanewinkel, Marc (2012): Forsteinrichtung – Mittelfristige Planung und Kontrolle im Forstbetrieb. In: Gerhard Oesten und Axel Roeder (Hg.): *Management von Forstbetrieben. Band II Management und Informationssystem*. 1. Aufl. Göttingen, Freiburg, S. 56–83.
- Heege, Hermann J. (2013): Precision in Guidance of Farm Machinery. In: Hermann J. Heege (Hg.): *Precision in Crop Farming. Site Specific Concepts and Sensing Methods: Applications and Results*. Dordrecht: Springer Netherlands, S. 35–50.
- Hennenberg, Klaus; Hünnecke, Katja; Timpe, Christof; Krismann, Alfons (2012): Umsetzung der Biodiversitätsziele bei der nachhaltigen Bioenergienutzung. Vertiefungsstudie Schweden. Darmstadt, Singen. Online verfügbar unter [https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/erneuerbareenergien/Dokumente/Schweden\\_FINAL\\_11\\_2012\\_OEKO\\_ILN\\_Biodiv-Ziele\\_Vertiefungsstudie.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/erneuerbareenergien/Dokumente/Schweden_FINAL_11_2012_OEKO_ILN_Biodiv-Ziele_Vertiefungsstudie.pdf), zuletzt geprüft am 18.04.2020.
- Hermann, Maurer (2009): Austria-Forum. Forstwirtschaft. TU Graz. Online verfügbar unter <https://austria-forum.org/af/AEIOU/Forstwirtschaft>, zuletzt aktualisiert am 30.04.2019, zuletzt geprüft am 23.12.2020.
- Hessen-Forst (2010): Technische Richtlinie Forsteinrichtung 2004 für die Forsteinrichtung in Hessen gemäß der Hessischen Anweisung für Forsteinrichtungsarbeiten (Stand 2010). Gießen.
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2014): *Hessen - Bäume, Wälder, Lebensräume. ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur (BW13) für Hessen*. Wiesbaden.
- Hillmann, Martin (2017): *Steuervereinfachung im Kalamitätsfall - der § 34b Einkommensteuergesetz mit neuen Regelungen*. Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Online verfügbar

bar unter <https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/forstwirtschaft/nav/1520/article/18207.html>, zuletzt aktualisiert am 13.02.2017, zuletzt geprüft am 19.01.2021.

- HMULF (Hg.) (2002): Hessische Anweisung für Forsteinrichtungsarbeiten (HAFEA). Wiesbaden.
- Hoffmann, H.-D. (1994): Informationstechnologie ist Führungsaufgabe. In: *AFZ* (24), S. 1362–1365.
- Hoffmann, Markus (2005): Untersuchung verschiedener GPS- und DGPS-Empfänger zur Erfassung von Punkten, Linien und Flächen im Wald. Diplomarbeit. Freising. Online verfügbar unter <https://docplayer.org/30208113-Fachhochschule-weihenstephan-fachbereich-wald-und-forstwirtschaft-diplomarbeit.html>, zuletzt geprüft am 15.01.2020.
- Hogl, K. (2001): Königsweg Interview. In: Krott, M. und Suda, M. (Hg.): Befragung als Methode der Sozialforschung in der Forstwissenschaft. Frankfurt a.M.: J.D. Sauerländers Verlag (Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, 132).
- Holtmann, Wilfried (2018): So geht einfach. Test Schlagkartei top farmplan. In: *profi* (10), S. 108–111.
- Hoppen, Martin; Böken, David; Schluse, Michael; Roßmann, Jürgen; Rheude, Felix; Röder, Hubert et al. (2021): iWald - vernetzt den Privatwaldbesitz. FoWiTa. RWTH Aachen University (u.a.). Freising [u.a], 14.09.2021.
- Horstmann, Jan (2018): Digitalisierung durch Kommunikationssysteme. In: *Jahrbuch Agrartechnik* (29), S. 1–7.
- Horváth, Peter; Weber, Joachim (1997): Controlling. In: Hans-Christian Pfohl (Hg.): Betriebswirtschaftslehre der Mittel- und Kleinbetriebe. Größenspezifische Probleme und Möglichkeiten zu ihrer Lösung. 3. Aufl. Berlin: Erich Schmidt Verlag (44), S. 335–376.
- Horváth, Péter (2002): Controlling. 8. Aufl. München: Vahlen.
- Horváth, Péter (2012): Controlling. 12., vollst. überarb. Aufl. München: Vahlen (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften).
- Hug, Joachim (2004): Optimierung von Geschäftsprozessen in der Forstwirtschaft durch den Einsatz von Informationstechnologie: Am Beispiel der Holzbereitstellung auf Revier-ebene. Dissertation. Freiburg.
- Husemann, Christoph; Novković, Nebojša (2014): Farm management information systems: A case study on a German multifunctional farm. In: *Економика пољопривреде / Economics of Agriculture* 61 (2), S. 441–453.
- Hysing, Erik; Olsson, Jan (2008): Contextualising the Advocacy Coalition Framework: theorising change in Swedish forest policy. In: *Environmental Politics* 17 (5), S. 730–748.
- IBM (2013): Auflösungen von m:n-Beziehungen. IBM Informix 12.10. IBM Knowledge Center. Online verfügbar unter [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/de/SSGU8G\\_12.1.0/com.ibm.ddi.doc/ids\\_ddi\\_186.htm](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/de/SSGU8G_12.1.0/com.ibm.ddi.doc/ids_ddi_186.htm), zuletzt aktualisiert am 03.2013, zuletzt geprüft am 08.03.2021.

- IONOS Digital Guide (2019): Google-Maps-Alternativen. Welche Kartendienste gibt es noch? Online verfügbar unter <https://www.ionos.de/digitalguide/online-marketing/verkaufen-im-internet/welche-google-maps-alternativen-gibt-es/>, zuletzt aktualisiert am 27.03.2019, zuletzt geprüft am 08.12.2020.
- Jacobs, Jens; Letmathe, Peter; Urigshardt, Thomas; Zielinski, Marc (2009): Typologiebezogene Controllinganforderungen und -instrumente von kleinen und mittleren Unternehmen des produzierenden Gewerbes. In: David Müller (Hg.): Controlling für kleinere und mittlere Unternehmen. München: Oldenbourg Verlag, S. 29–54.
- Jaeger, Dirk (2018): Digitalisierung des Waldes - Fluch oder Segen? Interview im Rahmen der Forsttagung 2018 in Eisenstadt. Internationaler Holzmarkt - Plattform für die Holzwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.holzmarkt-online.at/digitalisierung-des-waldes-fluch-oder-segen/>, zuletzt geprüft am 05.10.2021.
- John Deere (2020): DataConnect nun verfügbar. Online verfügbar unter <https://www.deere.de/de/unser-unternehmen/news-und-medien/presse-meldungen/2020/november/dataconnect-nun-verfuegbar.html>, zuletzt geprüft am 07.01.2020.
- Karpinski, Isabella (2014): Volkswirtschaftliche Analyse einer flächenweiten Einführung von Precision Farming in Deutschland. Berlin.
- Klare, Klaus (2006): Kosten und Nutzen von Waldflurbereinigungen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Working Paper. Braunschweig. Online verfügbar unter <https://www.econ-sor.eu/bitstream/10419/39371/1/548939012.pdf>, zuletzt geprüft am 08.03.2020.
- Kleinschmit, Hartmut (2019): Forsteinrichtung in Niedersachsen - Stellung und Grundsätze. Forest Management in Lower Saxony - Situation and Principles. Herrn Landforstdirektor i.R. Dr. Gerd Dietrich Schmidt zur Vollendung seines 90. Lebensjahres gewidmet. Wolfenbüttel.
- Kloepfer, Florian (o.J.): Wirtschaftlichkeit von Precision Farming, o.J. Online verfügbar unter <https://docplayer.org/14792173-Wirtschaftlichkeit-von-precision-farming.html>, zuletzt geprüft am 15.04.2019.
- Knoke, Thomas (1999): Ist eine erfolgreiche Steuerung von Forstbetrieben durch Controlling möglich? Kritische Gedanken zu zwei Büchern zu diesem Thema. In: *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 170 (4), S. 61–66.
- Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 (2019): Umsetzungsstrategie Wald und Holz 4.0. Eine Veröffentlichung des Kompetenzzentrums Wald und Holz 4.0. Dortmund. Online verfügbar unter [https://www.kwh40.de/wp-content/uploads/2020/03/Umsetzungsstrategie\\_Wald\\_und\\_Holz\\_4.0\\_v1.0.pdf](https://www.kwh40.de/wp-content/uploads/2020/03/Umsetzungsstrategie_Wald_und_Holz_4.0_v1.0.pdf), zuletzt geprüft am 25.08.2021.
- Kompf, Martin (o.J.): Entfernungsberechnung. Rüsselsheim. Online verfügbar unter <https://www.kompf.de/gps/distcalc.html>, zuletzt aktualisiert am 11.05.2019, zuletzt geprüft am 03.07.2019.
- Kooperationsplattform Forst Holz Papier (2006): Österreichische Holzhandelsusancen 2006. Wien.
- Koordinierungsstelle GDI-DE (Hg.) (2015): INSPIRE. Grenzen aufheben mit INSPIRE - Geodaten aus ganz Europa nutzen. Online verfügbar unter <https://www.geoportal->

bw.de/documents/20147/0/InfoFlyer-INSPIRE\_neu.pdf/bb3250f4-b058-d2ae-4c7f-8cb68fb673ce, zuletzt geprüft am 06.10.2020.

- Korduan, Peter (2013): Standardisierung im Agrarsektor durch die Datenspezifikation zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE). GIL Jahrestagung. Bonn. S. 171-174.
- Korsin, Christian Nils (2021): Digitale Anwendungen um Privatwaldbesitzende zu motivieren, ihren Wald zielgerichtet zu bewirtschaften. FoWiTa. Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Freising [u.a], 15.09.2021.
- Korth, W; Resnik, B (2005): Mobile Geodatenerfassung mit Handheld-GPS-Empfängern. Probleme und Lösungsansätze. In: Günther Chesi und Thomas Weinold (Hg.): Internationale Geodätische Woche Obergurgl. Heidelberg: Wichmann, S. 82–91.
- Krähenbühl, Nikita (2020): QField im forstlichen Einsatz. Anleitung für die Erfassung und Nutzung von GIS-Daten auf mobilen Geräten im Wald. ibW Bildungszentrum Wald, Fachstelle für Gebirgswaldpflege. Maienfeld (Schweiz). Online verfügbar unter [http://www.gebirgswald.ch/tl\\_files/gebirgswald/de/05\\_Wald\\_u\\_Holz/QField/QField\\_Guide\\_def.pdf](http://www.gebirgswald.ch/tl_files/gebirgswald/de/05_Wald_u_Holz/QField/QField_Guide_def.pdf), zuletzt aktualisiert am 16.12.2020, zuletzt geprüft am 17.12.2020.
- Kramer, H; Dong, H; Rusack, H. J; Seidenschnur, W (1973): Anleitung zur Holzmeßlehre. Göttingen.
- Kramer, Horst (1985): Begriffe der Forsteinrichtung. 3. Aufl. Frankfurt am Main: Sauerländer.
- Kretzenbacher, Heinz Leonhard (1990): Rekapitulation. Textstrategien der Zusammenfassung von wissenschaftlichen Fachtexten. Zugl.: München, Univ., Diss., 1988/89. Tübingen: Narr.
- Krott, Max (1992): Analyseansatz für forstliche Planung. In: Max Krott und Jiří Matějčíček (Hg.): Die Bedeutung von Planung für die Praxis der Staatsforstverwaltung. Vergleich europäischer Staaten. Prag (Europaforum Forstverwaltung, 2), S. 5–8.
- Küpper, Hans-Ulrich (2008): Controlling: Konzeption, Aufgaben, Instrumente. 5. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Kurth, Horst (1994): Forsteinrichtung. Nachhaltige Regelung des Waldes. Berlin: Dt. Landschaftsverlag.
- Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (Hg.) (o.J.): Feldgeschworene - Partner der Bayerischen Vermessungsverwaltung. Online verfügbar unter <https://www.ldbv.bayern.de/vermessung/feldgeschworene.html>, zuletzt geprüft am 08.04.2020.
- Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (Hg.) (o.J.a): ALKIS-Datensätze - Kosten. Online verfügbar unter [https://www.lgln.niedersachsen.de/startseite/online\\_angebote\\_amp\\_services/webdienste/afis\\_alkis\\_atkis/alkis/alkis-datensaetze---kosten-106287.html](https://www.lgln.niedersachsen.de/startseite/online_angebote_amp_services/webdienste/afis_alkis_atkis/alkis/alkis-datensaetze---kosten-106287.html), zuletzt geprüft am 08.04.2020.
- Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (Hg.) (o.J.b): SAPOS-Dienste. Online verfügbar unter [https://www.lgln.niedersachsen.de/startseite/online\\_angebote\\_amp\\_services/webdienste/sapos/sapos-services-und-bereitstellung-143814.html](https://www.lgln.niedersachsen.de/startseite/online_angebote_amp_services/webdienste/sapos/sapos-services-und-bereitstellung-143814.html), zuletzt geprüft am 08.04.2020.

- Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (Hg.) (2019): Wie funktioniert ein WebMapService (WMS)? GDI-NI. Online verfügbar unter [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjv7tq8rtjoAhVC3aQKHaqnD\\_cQF-jAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.geodaten.niedersachsen.de%2Fdownload%2F26326%2FWie\\_funktioniert\\_ein\\_WebMapService\\_WMS\\_.pdf&usg=AOvVaw35TA6CoewTBFDP0vMvl3uL](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjv7tq8rtjoAhVC3aQKHaqnD_cQF-jAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.geodaten.niedersachsen.de%2Fdownload%2F26326%2FWie_funktioniert_ein_WebMapService_WMS_.pdf&usg=AOvVaw35TA6CoewTBFDP0vMvl3uL), zuletzt geprüft am 08.04.2020.
- Landesbetrieb Forst Brandenburg (2013a): Betriebliche Anweisung zur Forsteinrichtung des Landeswaldes im Land Brandenburg. Abschnitt B: Waldeinteilung. Heft 2. Potsdam. Online verfügbar unter <https://forst.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/bafe.pdf>, zuletzt geprüft am 09.03.2021.
- Landesbetrieb Forst Brandenburg (2013b): Betriebliche Anweisung zur Forsteinrichtung des Landeswaldes im Land Brandenburg. Betriebliche Anweisung 13/2011. Potsdam, Eberswalde. Online verfügbar unter <https://forst.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/bafe.pdf>, zuletzt geprüft am 13.03.2020.
- Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern (2007): Arbeitsanweisung der Forsteinrichtung für die Erfassung des Waldzustandes und die mittelfristige Waldbauplanung in Mecklenburg-Vorpommern - hier Betriebsregelung zur Forsteinrichtung im Wald der Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern (BRA 007). (Stand 31.12.07). Malchin.
- Landesforsten Rheinland-Pfalz (o.J.): Waldfläche und Baumartenverteilung. Online verfügbar unter <https://www.wald-rlp.de/de/wald/beeindruckende-zahlen/waldflaeche-und-baumartenverteilung/>, zuletzt geprüft am 01.06.2020.
- Landesforsten Rheinland-Pfalz (Hg.) (2009): Technische Erläuterungen zum Verfahren der mittelfristigen Forst-Betriebsplanung (VV-Forst-Betriebsplanung). Zentralstelle der Forstverwaltung, Forsteinrichtung Koblenz.
- Landesforstpräsidium Freistaat Sachsen (2005): Der Wald in Sachsen. Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur für den Freistaat Sachsen. Online verfügbar unter [https://www.wald.sachsen.de/Der\\_Wald\\_in\\_Sachsen.pdf](https://www.wald.sachsen.de/Der_Wald_in_Sachsen.pdf), zuletzt geprüft am 06.12.2020.
- Landeszentrum Wald Sachsen-Anhalt (2016): Definition wichtiger forstlicher Begriffe. Online verfügbar unter [https://landeszentrumwald.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/MLU/Waldbau/Definitionen\\_wichtiger\\_forstlicher\\_Begriffe.pdf](https://landeszentrumwald.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/Waldbau/Definitionen_wichtiger_forstlicher_Begriffe.pdf), zuletzt geprüft am 20.03.2020.
- Landsberg-Velen, Berno Freiherr von (2017): Zukunftsmodell für den Kleinstprivatwald. IT-gestützte Betreuung von forstlichen Zusammenschlüssen am Beispiel der FBG Lindlar und FBG Hohkeppel. Georghausen.
- Landwirtschaftskammer Steiermark (2013): Praxisplan Waldwirtschaft als Basis erfolgreicher Betriebsführung, 23.01.2013. Online verfügbar unter <https://docplayer.org/52825047-Praxisplan-waldwirtschaft-als-basis-erfolgreicher-betriebsfuehrung.html>, zuletzt geprüft am 04.01.2021.
- Langosch, Rainer (2010): Controlling in der Landwirtschaft. Management-Instrumente für die Praxis. Frankfurt a.M.: DLG-Verlag.

- LB WuH Ref. IV-4 (2007): Entwurf - Handbuch zur Dienstanweisung Standards für die Forstplanung in Nordrhein-Westfalen (STAFO 2005) Teil 1: „Durchführung der Bestandesinventur“. RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz v...200, Az. III-5 30-10-00.00.
- Link, Jörg (1982): Die methodologischen, informationswirtschaftlichen und führungspolitischen Aspekte des Controlling. In: *Journal of business economics* 52 (3), S. 261–280.
- Lisberg Jensen, Ebba (2011): Det moderna kalhyggesbruket: från framgångssaga till förhandlingslösning. The modern clear-cutting system: from a success story to a negotiation solution. In: Hans Antonson und Ulf Jansson (Hg.): *Jordbruk och skogsbruk i Sverige sedan år 1900. studier av de areella näringarnas geografi och historia*, Bd. 53: Kungl. Skogs- och lantbruksakademien (Skogs- och lantbrukshistoriska meddelanden, 53), S. 403–419.
- LogBuch (Hg.) (o.J.a): Benutzerhandbuch. Version 1.13.
- LogBuch (Hg.) (o.J.b): Wir digitalisieren den Forst. Vorteile von LogBuch im Forstbetrieb. Online verfügbar unter <https://logbuch.xyz/forst.html>, zuletzt geprüft am 10.12.2020.
- LogBuch (2020): LogBuch. Wir digitalisieren den Forst. Internetauftritt. Online verfügbar unter <https://logbuch.xyz/>, zuletzt geprüft am 15.01.2020.
- LogBuch (2021): Grundlagen der Flächenberechnung im LogBuch-Webportal, 18.01.2021. E-Mail an Ferdinand v. Plettenberg.
- Loose, Johannes M. (2008): Untersuchung polarer Aufnahmeverfahren in der forstlichen Vermessung und Entwicklung einer praxistauglichen Software zur Auswertung der Daten mit Übernahme in GIS-Systeme. Weihenstephan.
- Lothar, Georg (2003): Konzeptionelle Aspekte eines landesweiten Fachgeoinformationssystems für die Bestandsdokumentation forstlicher Geodaten. München, Techn. Univ., Diss., 2003; Deutsche Nationalbibliothek, München. Online verfügbar unter <https://portal.dnb.de/opac.htm?method=simpleSearch&cql-Mode=true&query=idn%3D969419414>.
- Luber, Stefan; Litzel, Nico (2017): Definition. Was ist ODBC? BigData-Insider. Augsburg. Online verfügbar unter <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-odbc-a-626950/>, zuletzt aktualisiert am 21.07.2017, zuletzt geprüft am 10.06.2021.
- LWK (2013): Richtlinien für die Betriebsregelung und Waldzustandserfassung (Waldinventur) im Privatwald. im Bereich der Landwirtschaftskammer Niedersachsen.
- LWK (2020): Gebührenverzeichnis der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Stand 01.04.2020.
- MacInnis, Deborah J. (2011): A Framework for Conceptual Contributions in Marketing. In: *Journal of Marketing* 75 (4), S. 136–154.
- map-site (2021): handbooks. Forsteinrichtungen-GIS (qForst). Online verfügbar unter <https://lms.map-site.de/doku.php?id=handbooks:qforst>, zuletzt aktualisiert am 05.01.2021, zuletzt geprüft am 20.01.2021.
- Mayer, Horst Otto (2013): Interview und schriftliche Befragung. Grundlagen und Methoden empirischer Sozialforschung. 6., überarb. Aufl. München: Oldenbourg.
- Mayo, Elton (1933): *The Human Problems of an Industrial Civilization*. New York.

- Mayring, Philipp (1988): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Neuausg. Weinheim: Dt. Studien-Verl.
- Mayring, Philipp (2015): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 12. Aufl. Wiesbaden: Beltz.
- Merker, Klaus (1997): Ein Controllingssystem "Naturgemäße Waldwirtschaft". Strategische Überlegungen zum Thema am Beispiel des niedersächsischen LÖWE-Programmes. Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 1997. Frankfurt am Main: J. D. Sauerländer's Verlag (Schriften zur Forstökonomie, 17).
- Michels, Marius; Fecke, Wilm; Weller von Ahlefeld, Paul Johann; Mußhoff, Oliver; Heckmann, Andreas; Benke, Frank (2019): Zahlungsbereitschaft deutscher Landwirte für eine Schulung zur Digitalisierung. In: A Meyer-Aurich, M Gandorfer, N Barta, A Gronauer, J Kantelhardt und H Floto (Hg.): 39. GIL-Jahrestagung. Digitalisierung für landwirtschaftliche Betriebe in kleinstrukturierten Regionen - ein Widerspruch in sich? Bonn, S. 141–144.
- Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum (Hg.) (2002): Dienstanweisung für die Forsteinrichtung im öffentlichen Wald Baden-Württembergs (FED 2000). Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum über eine Dienstanweisung für die Forsteinrichtung im öffentlichen Wald Baden-Württembergs.
- Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei (Hg.) (2002): Anforderungen an Forsteinrichtungswerke für Privat- und Körperschaftswaldbesitz in Mecklenburg-Vorpommern. Landesforstverwaltung Mecklenburg-Vorpommern. Online verfügbar unter <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiPwOGdxM3uAhX1JMUkHZ9ACLEQF-jABegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.wald-mv.de%2Fserviceassistent%2Fdownload%3Fid%3D1571702&usg=AOvVaw2VTMEwlhg80k0KihlsanN1>, zuletzt geprüft am 02.02.2021.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (2015): Entgelte für tätige Mithilfe der Forstbehörden bei der Bewirtschaftung des Körperschafts- und Privatwaldes, vom 13.12.2019. Fundstelle: MBl. NRW. 2015 S. 55.
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz (o.J.): Faktensammlung zur Dritten Bundeswaldinventur (BWI 3) für Mecklenburg-Vorpommern. Online verfügbar unter [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwienPv26M\\_uAhUIEcAKHwXJCTgQF-jAAegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.wald-mv.de%2Fserviceassistent%2Fdownload%3Fid%3D1570807&usg=AOvVaw3jHCgeT6\\_kzu1S5Hitf7tQ](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwienPv26M_uAhUIEcAKHwXJCTgQF-jAAegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.wald-mv.de%2Fserviceassistent%2Fdownload%3Fid%3D1570807&usg=AOvVaw3jHCgeT6_kzu1S5Hitf7tQ), zuletzt geprüft am 07.12.2020.
- Möhring, Bernhard; Volckens, Frederik; Blomberg, Moritz Freiherr von (2019): Forstbetriebsvergleich 2018. BB Göttingen. Göttingen (unveröffentlicht).
- Möhring, Bernhard; Volckens, Frederik; Blomberg, Moritz Freiherr von (2020): Forstbetriebsvergleich 2019. BB Göttingen. Göttingen (unveröffentlicht).
- Möhring, Bernhard; Volckens, Frederik; Blomberg, Moritz Freiherr von (2021): Forstbetriebsvergleich 2020. BB Göttingen. Göttingen (unveröffentlicht).

- Möhring, Bernhard; Wilhelm, Stefan; Dög, Markus (2018): The Relevance of Economic Data from Forest Accountancy Networks for Forest Management, Research and Politics Consultation. In: *Small-scale Forestry* 17 (1), S. 25–40.
- Müller, Daniel Mathias (2000): Bilanzierung des Waldvermögens im betrieblichen Rechnungswesen. Dissertation. Frankfurt am Main: Sauerländer (Schriften zur Forstökonomie).
- Müller, Fabian; Jaeger, Dirk; Hanewinkel, Marc (2019): Digitization in wood supply – A review on how Industry 4.0 will change the forest value chain. In: *Computers and Electronics in Agriculture* (162), S. 206–218.
- Mußhoff, Oliver; Hirschauer, Norbert (2010): Modernes Agrarmanagement. Betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren. München: Vahlen.
- Négre, Francois (2020): Die zweite Säule der GAP: Politik zur Entwicklung des ländlichen Raums. Europäisches Parlament. Online verfügbar unter <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/de/sheet/110/die-zweite-saule-der-gap-politik-zur-entwicklung-des-landlichen-raums>, zuletzt geprüft am 13.04.2020.
- Niedersächsische Landesforsten (Hg.) (o.J.): Anweisung zur Betriebsregelung (Forsteinrichtung) in den Niedersächsischen Landesforsten (B.A.87).
- Niedersächsisches Forstplanungsamt (Hg.) (2009): Technische Anweisung zur Bestandesinventur. Wolfenbüttel.
- Nieschulze, Jens; Böckmann, Thomas; Nagel, Jürgen; Saborowski, Joachim (2005): Herleitung von einzelbestandsweisen Informationen aus Betriebsinventuren für die Zwecke der Forsteinrichtung. In: *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 176 (9/10), S. 169–176. Online verfügbar unter [http://www.sauerlaender-verlag.com/CMS/uploads/media/AFJZ176\\_\\_09\\_10\\_\\_2005.pdf](http://www.sauerlaender-verlag.com/CMS/uploads/media/AFJZ176__09_10__2005.pdf), zuletzt geprüft am 28.01.2020.
- Nolte, Christina (2013): Gradmaß und Bogenmaß. Hg. v. Göttingen Campus QPlus. Göttingen. Online verfügbar unter <https://lp.uni-goettingen.de/get/text/7385>, zuletzt aktualisiert am 04.12.2013, zuletzt geprüft am 03.06.2019.
- Noordhof, Jens (2017): LU Trend-Report: Datenmanagement 2017. Online verfügbar unter <https://lu-web.de/redaktion/news/lu-trend-report-datenmanagement-2017-1/>, zuletzt geprüft am 11.04.2019.
- Nylund, Jan-Erik (2009): Forestry legislation in Sweden. Uppsala (Report No 14). Online verfügbar unter <https://www.semanticscholar.org/paper/Forestry-legislation-in-Sweden-Nylund/5b3814400e86e85ccf40b68a83dfcbff38c87e5>, zuletzt geprüft am 20.04.2020.
- Nylund, Jan-Erik (2010): Swedish forest policy since 1990 - reforms and consequences. Uppsala (Report No 16). Online verfügbar unter <https://pub.epsilon.slu.se/5504/>, zuletzt geprüft am 20.04.2020.
- Oberfinanzdirektion Karlsruhe (2019): Anforderungen an Ersteller von periodischen Betriebsplänen in Baden-Württemberg. Göttingen, Karlsruhe, 12.02.2019. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg. [OF].
- Oberfinanzdirektion NRW (2019): Anforderungen an Ersteller von periodischen Betriebsplänen in Nordrhein-Westfalen. Göttingen, Köln, 27.02.2019. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg. [ON].

- Obergföll, Patrick (2000): Modelle der Nutzungsplanung auf der Basis von Wiederholungsinventuren. Dissertation. Freiburg im Breisgau.
- Oesten, Gerhard; Roeder, Axel (Hg.) (2012): Management von Forstbetrieben. Band II Management und Informationssystem. Institut für Forstökonomie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. 1. Aufl. Göttingen, Freiburg.
- Open Knowledge Foundation (o.J.): Open Data Commons. Open Data Commons Open Database License (ODbL) v1.0. Online verfügbar unter <https://opendatacommons.org/licenses/odbl/1-0/>, zuletzt geprüft am 10.12.2020.
- Oppermann, Thomas (2020): Stichprobeninventur und Forsteinrichtung aus einem Guss - Teil 1. In: *AFZ-DerWald* (1), S. 10–14.
- Ordnance Survey (o.J.): OS VectorMap Local. Online verfügbar unter <https://www.ordnancesurvey.co.uk/business-government/products/vectormap-local>, zuletzt geprüft am 24.08.2020.
- Orsi, Paul (o.J.): myForest. digital forest management planning. Royal Forestry Society. Online verfügbar unter <https://www.rfs.org.uk/news/blogs/woodland-management/myforest-digital-forest-management-planning/>, zuletzt geprüft am 24.08.2020.
- OSM Wiki contributors (o.J.): Stats. Online verfügbar unter <https://wiki.openstreetmap.org/w/index.php?title=Stats&oldid=2064236>, zuletzt aktualisiert am 23.11.2020, zuletzt geprüft am 10.12.2020.
- OSM Wiki contributors (2020): Quality assurance. Hg. v. OpenStreetMap Wiki. Online verfügbar unter [https://wiki.openstreetmap.org/w/index.php?title=Quality\\_assurance&oldid=2059430](https://wiki.openstreetmap.org/w/index.php?title=Quality_assurance&oldid=2059430), zuletzt aktualisiert am 10.11.2020, zuletzt geprüft am 10.12.2020.
- Palm, Therese; Weinbrenner, Hannes; Kristina, Wirth (2020): Die Bedeutung von Stadtwäldern während der Corona-Pandemie. In: *AFZ-DerWald* (22), S. 12–15.
- Patton, Michael Quinn (2002): Qualitative research & evaluation methods. 3. Aufl. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Paul, Carola; Brandl, Susanne; Friedrich, Stefan; Falk, Wolfgang; Härtl, Fabian; Knoke, Thomas (2019): Climate change and mixed forests: how do altered survival probabilities impact economically desirable species proportions of Norway spruce and European beech? In: *Annals of Forest Science* 76 (1), S. 1–15.
- Paul, Carola; Knoke, Thomas (2015): Between Land Sharing and Land Sparing — What Role Remains for Forest Management and Conservation? In: *International Forestry Review* 17 (2), S. 210–230.
- Pelzmann, Gerhard (2013): QGIS Forst. In: *Grüner Spiegel - Magazin des Steiermärkischen Forstvereins*, 2013 (4), S. 1–3.
- Pelzmann, Gerhard (2018): Managementplan Forst. Waldwirtschaftsplan, Forsteinrichtung und Winkelzählprobenauswertung. Landwirtschaftskammer Steiermark.
- Pelzmann, Gerhard (2020a): Digitaler Nutzen für die österreichische Waldwirtschaft. Ein Überblick über bestehende Angebote und deren Nutzerzahlen. Unveröffentlichtes Manuskript.

- Pelzmann, Gerhard (2020b): Digitale Tools und Anwendungen in der Forstwirtschaft, 14.06.2020. Online verfügbar unter <https://docplayer.org/192695769-Forstliche-informations-planungsinstrumente.html>, zuletzt geprüft am 23.12.2020.
- Petrucci, Marco; Wirtz, Markus (2007): Sampling und Stichprobe. QUASUS. Qualitatives Methodenportal zur Qualitativen Sozial-, Unterrichts- und Schulforschung. Pädagogische Hochschule Freiburg. Freiburg. Online verfügbar unter <https://quasus.ph-freiburg.de/sampling-und-stichprobe/>, zuletzt geprüft am 07.06.2021.
- Pietsch, Gotthard; Scherm, Ewald (2000): Die Präzisierung des Controlling als Führungs- und Führungsunterstützungsfunktion. In: *Die Unternehmung: Swiss journal of business research and practice ; Organ der Schweizerischen Gesellschaft für Betriebswirtschaft (SGB)* 54 (5), S. 395–412.
- Plettenberg, Ferdinand von (2020): Die Vermessung der (Kahl-)Fläche. In: *AFZ-DerWald* 75 (21), S. 40–43.
- Poole, Simon (2015): How large are our national contributor communities and how are they developing? Hg. v. OpenStreetMap contributors. Online verfügbar unter <https://www.openstreetmap.org/user/SimonPoole/diary/36408>, zuletzt aktualisiert am 14.02.2016, zuletzt geprüft am 10.12.2020.
- ppm (2019): Verwendung von Korrekturdaten im Wald. Göttingen, 2019. E-Mail an Ferdinand v. Plettenberg.
- Purfürst, Frank Thomas (2010): "GNSS im Wald". Grundlagenuntersuchungen zu Störfaktoren. Master Thesis. Tharandt.
- Purfürst, Thomas (2021): Die Wunderwaffe Smartphone. Möglichkeiten und neue Potentiale für die Forst-Holz-Kette und Technikfolgenbewertung. FoWiTa. Professur für Forstliche Verfahrenstechnik, Universität Freiburg. Freising [u.a], 15.09.2021.
- Puttkamer, Johann Georg von (o.J.): Von der Flächenidentifikation bis zur Holzernte: Effizientes Forstmanagement mit ArcGIS. Kundenmeinung. Esri Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.esri.de/~media/esri-germany-group/common/files/neue-branchen/forstwirtschaft/case-study-green-value-management.pdf>, zuletzt geprüft am 18.03.2021.
- Rathmann, André (2021): Lücke im Brandenburger Vermessungsgesetz? In: *Deutscher Waldbesitzer* (3), S. 67.
- Redaktion waldwissen.net - BFW (2012): Österreichs Wald befindet sich fest in privater Hand. Online verfügbar unter [https://web.archive.org/web/20140714185435/http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/fuehrung/unternehmen/bfw\\_oesterreich\\_privatwald/index\\_DE](https://web.archive.org/web/20140714185435/http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/fuehrung/unternehmen/bfw_oesterreich_privatwald/index_DE), zuletzt aktualisiert am 23.08.2012, zuletzt geprüft am 23.12.2020.
- Redaktionsnetzwerk Deutschland (2020): Google Maps feiert 15. Jubiläum mit neuen Funktionen. Online verfügbar unter <https://www.rnd.de/digital/google-maps-update-zum-15-geburtstag-das-sind-die-neuerungen-D2Q7UNT6LJNC2J34PKKFKGWYC4.html>, zuletzt aktualisiert am 07.02.2020, zuletzt geprüft am 10.12.2020.

- REFA-Fachausschuss Forstwirtschaft (Hg.) (2004): Organisation in der Forstwirtschaft. Mit REFA-Methoden zu effizienten Arbeitsprozessen. Verband für Arbeitsgestaltung Betriebsorganisation u. Unternehmensentwicklung. 2., überarb. Aufl. Darmstadt: Ergonomia.
- Regierungspräsidium Freiburg (2019): Anforderungen an Ersteller von periodischen Betriebsplänen in Baden-Württemberg. Göttingen, Freiburg, 12.02.2019. Mitteilung an Ferdinand v. Plettenberg. [RF].
- Reichmann, Thomas (2006): Controlling mit Kennzahlen und Management-Tools. Die systemgestützte Controlling-Konzeption. Unter Mitarbeit von Hermann J Richter und Monika Palloks-Kahlen. 7. Aufl. München: Verlag Franz Vahlen.
- Reinders, Heinz (2005): Qualitative Interviews mit Jugendlichen führen: Ein Leitfaden. München, Wien: Oldenbourg Verlag.
- RIF Institut für Forschung und Transfer; Werkzeugmaschinenlabor, RWTH Aachen; Institut für Mensch-Maschine-Interaktion, RWTH Aachen; Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen; Wald und Holz NRW, Lehr- und Versuchsforstamt Arnsberger Wald, Forstliches Bildungszentrum für Waldarbeit und Forsttechnik (2019): Umsetzungsstrategie Wald und Holz 4.0. Eine Veröffentlichung des Kompetenzzentrums Wald und Holz 4.0. Hg. v. Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0. Online verfügbar unter [https://www.kwh40.de/wp-content/uploads/2020/03/Umsetzungsstrategie\\_Wald\\_und\\_Holz\\_4.0\\_v1.0.pdf](https://www.kwh40.de/wp-content/uploads/2020/03/Umsetzungsstrategie_Wald_und_Holz_4.0_v1.0.pdf), zuletzt aktualisiert am 26.07.2019, zuletzt geprüft am 22.12.2020.
- Ripken, Heiko (1992): Controlling im Forstbetrieb. dargestellt am Beispiel der Niedersächsischen Landesforstverwaltung. In: Max Krott und Jiří Matějček (Hg.): Die Bedeutung von Planung für die Praxis der Staatsforstverwaltung. Vergleich europäischer Staaten. Prag (Europaforum Forstverwaltung, 2), S. 41–48.
- Ripken, Heiko (1993): Unternehmenssteuerung durch Controlling. In: *Österreichische Forstzeitung* 108 (8), S. 48–52.
- Rosemann, Michael; Schwegmann, Ansgar; Delfmann, Patrick (2012): Vorbereitung der Prozessmodellierung. In: Jörg Becker, Martin Kugeler und Michael Rosemann (Hg.): Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. 7. korrigierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler, S. 47–111.
- Rowley, Jennifer; Slack, Frances (2004): Conducting a literature review. In: *Management Research News* 27 (6), S. 31–39.
- Rural Payments Agency; Forestry Commission; Department for Environment, Food & Rural Affairs (Hg.) (2018): Create a woodland management plan. Online verfügbar unter <https://www.gov.uk/guidance/create-a-woodland-management-plan>, zuletzt geprüft am 24.08.2020.
- Salami, Payman; Ahmadi, Hojat (2010): Review of Farm Management Information Systems (FMIS). In: *New York Science Journal* 3 (5), S. 87–95.
- Schliephake, Mandy (2019): Kostenstruktur der landwirtschaftlichen Dokumentations- und Verwaltungssoftware trecker.com. Göttingen, Berlin, 10.04.2019. Per Kundenchat an Ferdinand v. Plettenberg.

- Schneider, Dieter (1997): Betriebswirtschaftslehre. Band 2: Rechnungswesen. 2., vollst. überarb. und erw. Auflage. München [u.a.]: De Gruyter Oldenbourg.
- Schötteleindreier, Stefan (2020): Grundlagen der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau zur Berechnung der Berechnungseinheiten je Produktionsverfahren. Kassel, 2020. E-Mail an Ferdinand v. Plettenberg.
- Schraml, Ulrich (2001): Blick hinter die Kulissen. In: Krott, M. und Suda, M. (Hg.): Befragung als Methode der Sozialforschung in der Forstwissenschaft. Frankfurt a.M.: J.D. Sauerländers Verlag (132).
- Schub von Bossiazky, Gerhard (1992): Psychologische Marketingforschung. Qualitative Methoden und ihre Anwendung in der Markt-, Produkt- und Kommunikationsforschung. München: Vahlen.
- SDSD-Projekt (o.J.): SDSD - Smarte Daten, Smarte Dienste. Landwirtschaftliche Datendreh-scheibe für effiziente, ressourcenschonende Prozesse. Online verfügbar unter <http://sdsd-projekt.de/index.php>, zuletzt geprüft am 08.01.2021.
- Segersson, Malin (2020): Further information on My pages, 17.04.2020. E-Mail an Ferdinand v. Plettenberg.
- Sekot, Walter (1993): Controlling - Schlagwort oder Chance für die Forstwirtschaft? In: *Österreichische Forstzeitung* 108 (8), S. 32–34.
- Serviceportal Baden-Württemberg (2019): Flächeninformation und Onlineantrag - FIONA. Online verfügbar unter <https://www.service-bw.de/lebenslage/-/lebenslage/Flaecheninformati+und+Onlineantrag++FIONA-5000301-lebenslage-0>, zuletzt geprüft am 12.04.2020.
- Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung (o.J.a): LEA Mapbender3. Online verfügbar unter <https://sla.niedersachsen.de/landentwicklung/LEA/>, zuletzt geprüft am 12.04.2020.
- Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung (o.J.b): LEA-Portal. Online verfügbar unter <https://www.sla.niedersachsen.de/landentwicklung/anwendungen/leaportal/leaportal/lea-portal-86780.html>, zuletzt geprüft am 12.04.2020.
- Setzer, Frank; Spinner, Karsten (2006): Waldbesitzerhandbuch. Mit besonderen Hinweisen für brandenburger Waldbesitzer. Melsungen: Neumann-Neudamm.
- Setzer, Frank; Spinner, Karsten (2019): Wald im Nebenerwerb. Wenig Aufwand - gutes Geld. 3. Aufl. Frankfurt: DLG-Verlag.
- Siegel, Thomas; Siegel, Felix (2021): Besteuerung von privaten Wäldern. Steuerliche Rechte und Pflichten für nichtkommerzielle Waldbesitzer. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Skogsstyrelsen (o.J.a): Kartor. Online verfügbar unter <https://kartor.skogsstyrelsen.se/kartor/>, zuletzt geprüft am 18.04.2020.
- Skogsstyrelsen (o.J.b): Manual webbappen Mina sidor Version 4.9. Online verfügbar unter <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mina-sidor/webbapp/manual-webbappen-4.9.pdf>, zuletzt geprüft am 20.04.2020.
- Skogsstyrelsen (o.J.c): Mina sidor - Logga in med lösenord. Online verfügbar unter <https://www.skogsstyrelsen.se/mina-sidor/loggain/>, zuletzt geprüft am 20.04.2020.

- Skogsstyrelsen (2017): Se kartor över din egen skog. Online verfügbar unter <https://www.skogsstyrelsen.se/mina-sidor/kartprogrammet/sa-kartor-over-din-egen-skog/>, zuletzt geprüft am 19.04.2020.
- Skogsstyrelsen (2019a): Beräkna skogliga grunddata i din skog. Online verfügbar unter <https://www.skogsstyrelsen.se/mina-sidor/kartprogrammet/skogliga-grunddata-i-din-skog2/>, zuletzt geprüft am 20.04.2020.
- Skogsstyrelsen (2019b): Skicka in avverkningsanmälan. Online verfügbar unter <https://www.skogsstyrelsen.se/mina-sidor/kartprogrammet/skicka-in-avverkningsanmalan/>, zuletzt geprüft am 20.04.2020.
- Skogsstyrelsen (2020): Frågor och svar - Min skogsdata. Online verfügbar unter <https://www.skogsstyrelsen.se/mina-sidor/fragor-och-svar/om-min-skogsdata/>, zuletzt geprüft am 20.04.2020.
- Snyder, Hannah (2019): Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. In: *Journal of Business Research* 104, S. 333–339.
- Sonnen, Johannes (2020): Agrartechnik braucht Kompatibilität. Nur herstellerübergreifende Lösungen können Produktionsprozesse optimieren. In: *agrarzeitung*, 2020 (45), S. 7.
- Speidel, Gerhard (1972): Planung im Forstbetrieb. Grundlagen und Methoden der Forsteinrichtung. Hamburg: Parey.
- Speidel, Gerhard (1984): Forstliche Betriebswirtschaftslehre. 2., völlig neu bearb. Aufl. Hamburg & Berlin: Parey.
- Staatsbetrieb Sachsenforst (2010): Arbeitsanweisung zur bestandesweisen Zustandserfassung und Planung (AA WAB). Gültig für Forsteinrichtungen im öffentlichen Wald des Freistaats Sachsen ab Stichtag 01.01.2011 (Stand: 03. Mai 2010).
- Staatsbetrieb Sachsenforst (2016): Informationen des Forstbezirkes Oberlausitz. Wenn sich der Wald hinter Bäumen versteckt. Einleger Forstbezirk Oberlausitz (Waldpost - Zeitung für Waldbesitzer in Sachsen). Online verfügbar unter [https://www.sbs.sachsen.de/download/sbs/WaldPost2016\\_Einleger\\_Oberlausitz\\_bf.pdf](https://www.sbs.sachsen.de/download/sbs/WaldPost2016_Einleger_Oberlausitz_bf.pdf), zuletzt geprüft am 10.02.2021.
- statista (2016): Waldflächen in den Ländern der EU im Vergleich der Jahre 2000, 2005, 2010 und 2015. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/158370/umfrage/waldflaechen-in-laendern-der-eu/>, zuletzt geprüft am 25.03.2020.
- statista (2020a): Anteil der mobilen Internetnutzer in Deutschland in den Jahren 2015 bis 2019. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/633698/umfrage/anteil-der-mobilen-internetnutzer-in-deutschland/>, zuletzt aktualisiert am 25.02.2020, zuletzt geprüft am 06.05.2020.
- statista (2020b): Anzahl der Smartphone-Nutzer in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2019. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/198959/umfrage/anzahl-der-smartphonenuutzer-in-deutschland-seit-2010/>, zuletzt aktualisiert am 10.11.2020, zuletzt geprüft am 14.12.2020.
- statista (2020c): Statistiken zum Thema Millennials. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/themen/3933/millennials/>, zuletzt aktualisiert am 24.08.2020, zuletzt geprüft am 02.09.2021.

- statista (2021a): Anteil der mobilen Internetnutzer nach Altersgruppen in Deutschland im Jahr 2020. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/481749/umfrage/umfrage-zur-mobilen-internetnutzung-nach-altersgruppen-in-deutschland/>, zuletzt aktualisiert am 02.03.2021, zuletzt geprüft am 09.09.2021.
- statista (2021b): Meistgenutzte Office-Software von Büromitarbeitern in Unternehmen in Deutschland im Jahr 2020. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/77226/umfrage/internetnutzer---verbreitung-von-office-software-in-deutschland/>, zuletzt aktualisiert am 01.02.2021, zuletzt geprüft am 08.02.2021.
- Statistisches Bundesamt (2020a): Finanzen und Steuern. Umsatzsteuerstatistik (Vorankündigungen) 2018 (Fachserie 14 Reihe 8.1).
- Statistisches Bundesamt (2020b): Zusammengefasste Abschlussprüfungen nach Geschlecht, Nationalität und Durchschnittsalter. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Tabelle/bestandeneproeufungen-gruppen.html>, zuletzt aktualisiert am 02.09.2020, zuletzt geprüft am 02.09.2021.
- Stauffacher, Reto (2020): Wie aus Google Maps eine App für alles wurde. Neue Zürcher Zeitung. Online verfügbar unter <https://www.nzz.ch/technologie/google-maps-vom-kartendienst-zur-super-app-ld.1538676>, zuletzt aktualisiert am 08.02.2020, zuletzt geprüft am 08.12.2020.
- Staupendahl, Kai (2013): ARGUS Waldplaner. Version 3.3.3.0. Worpsswede.
- Steenmans, Chris (2014): INSPIRE at a crossroads? 8th INSPIRE Conference. European Environment Agency. Aalborg, 2014. Online verfügbar unter [https://inspire.ec.europa.eu/events/conferences/inspire\\_2014/pdfs/plenaries/\(1\)\\_Plenary\\_INSPIRE\\_Conference\\_2014\\_Chris\\_Steenmans.pdf](https://inspire.ec.europa.eu/events/conferences/inspire_2014/pdfs/plenaries/(1)_Plenary_INSPIRE_Conference_2014_Chris_Steenmans.pdf), zuletzt geprüft am 06.10.2020.
- Steiermärkischer Forstverein (Hg.) (o.J.): QGIS-Forst. Steiermärkischer Forstverein stellt kostenlos GIS-System speziell für die Forstwirtschaft zur Verfügung. Online verfügbar unter <https://www.steirischerwald.at/service/qgis-forst.html>, zuletzt geprüft am 22.12.2020.
- Stockmann, Johannes; Neitzel, Christoph (2021): Waldbewirtschaftung im Kleinprivatwald. Faktoren zur Erklärung forstlicher Handlungsbereitschaften. FoWiTa. Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie. Freising [u.a], 13.09.2021.
- Struckmeier, Helgard (1997): Informationsbedarf. In: Helgard Struckmeier (Hg.): Gestaltung von Führungsinformationssystemen. Betriebswirtschaftliche Konzeption und Softwareanforderungen. Gabler Edition Wissenschaft. Wiesbaden, s.l.: Deutscher Universitätsverlag, S. 21–106.
- Suda, Michael; Schreiber, Roland; Schaffner, Stefan; Koch, Marc; Gaggermeier, Anika (2013): Beratung und Kooperation als Grundlage einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung in Bayern. Freising. In: *LWF Wissen* (72), S. 133–138. Online verfügbar unter [https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/w72\\_wald\\_und\\_nachhaltigkeit\\_gesamthef\\_bf\\_gesch.pdf](https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/w72_wald_und_nachhaltigkeit_gesamthef_bf_gesch.pdf), zuletzt geprüft am 05.06.2021.
- Sutton, Tim (2009): QGIS Documentation. Eine leichte Einführung in GIS. QGIS project. Online verfügbar unter [https://docs.qgis.org/3.10/de/docs/gentle\\_gis\\_introduction/preamble.html](https://docs.qgis.org/3.10/de/docs/gentle_gis_introduction/preamble.html), zuletzt aktualisiert am 09.12.2020, zuletzt geprüft am 20.12.2020.

- Swedish University of Agricultural Sciences (2016a): The Heureka system - Software for forestry planning and analysis. Online verfügbar unter <https://www.slu.se/en/departments/forest-resource-management/program--project/forest-sustainability-analysis/heureka/heureka-systemet/en-heureka/>, zuletzt geprüft am 19.04.2020.
- Swedish University of Agricultural Sciences (2016b): The Heureka system - StandWise. Online verfügbar unter <https://www.slu.se/en/departments/forest-resource-management/program--project/forest-sustainability-analysis/heureka/heureka-systemet/standwise/>, zuletzt geprüft am 19.04.2020.
- Sylva Foundation (o.J.a): myForest Woodland Manager. Webanwendung in der kostenpflichtigen Premiumversion. Online verfügbar unter <https://myforest.sylva.org.uk/woodland-manager>, zuletzt geprüft am 24.08.2020.
- Sylva Foundation (o.J.b): premium accounts. Online verfügbar unter [https://myforest.sylva.org.uk/premium#mapping\\_costs](https://myforest.sylva.org.uk/premium#mapping_costs), zuletzt geprüft am 24.08.2020.
- Sylva Foundation (o.J.c): Statistics. Online verfügbar unter <https://myforest.sylva.org.uk/stats>, zuletzt geprüft am 24.08.2020.
- Sylva Foundation (2020): myForest newsletter August 2020, 2020. E-Mail an Ferdinand v. Plettenberg.
- The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry (2015): Forests and forestry in sweden. Online verfügbar unter [https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/in-english/forests-and-forestry-in-sweden\\_2015.pdf](https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/in-english/forests-and-forestry-in-sweden_2015.pdf), zuletzt geprüft am 26.03.2020.
- Thiemann, Petra (2008): Benutzerfreundliche Online-Hilfen. Grundlagen und Umsetzung mit MadCap Flare. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Thommen, Jean-Paul; Achleitner, Ann-Kristin (1998): Umfassende Einführung aus managerorientierter Sicht. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Thuemmler, Constanze Freiin von (2012): Erfassung von Beständen und Bestandesveränderungen im Rahmen der Forsteinrichtung. Masterarbeit. Göttingen.
- ThüringenForst (2010): Thüringer Forsteinrichtungsanweisung und Anweisung zur Fortschreibung der Waldbiotopkartierung für den Staats- und Körperschaftswald 2010. Kurz: FA 2010. Online verfügbar unter [https://infrastruktur-landwirtschaft.thueringen.de/fileadmin/z\\_th8/tmlfun/wald/Forstwirtschaft/Recht/forsteinrichtungsanweisung.pdf](https://infrastruktur-landwirtschaft.thueringen.de/fileadmin/z_th8/tmlfun/wald/Forstwirtschaft/Recht/forsteinrichtungsanweisung.pdf), zuletzt geprüft am 20.03.2020.
- Tiemeyer, Ernst; Konopasek, Klemens (2001): Access 2002: kompakt, komplett, kompetent: Markt-und-Technik-Verlag.
- Torraco, Richard J. (2005): Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. In: *Human Resource Development Review* 4 (3), S. 356–367.
- TouchTipps.de (2015): Wann wird Google Maps aktualisiert: Wie oft gibt es neue Bilder? Online verfügbar unter <https://touchtipps.de/wann-wird-google-maps-aktualisiert-wie-oft-gibt-es-neue-bilder/>, zuletzt geprüft am 10.12.2020.
- Tranfield, David; Denyer, David; Smart, Palminder (2003): Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. In: *British Journal of Management* 14 (3), S. 207–222.

- Tuček, Jan; Ligoš, J. (2019): Forest canopy influence on the precision of location with GPS receivers. In: *Journal of Forest Science* 48 (9), S. 399–407. Online verfügbar unter [https://www.researchgate.net/publication/296810619\\_Forest\\_canopy\\_influence\\_on\\_the\\_precision\\_of\\_location\\_with\\_GPS\\_receivers](https://www.researchgate.net/publication/296810619_Forest_canopy_influence_on_the_precision_of_location_with_GPS_receivers), zuletzt geprüft am 15.01.2021.
- Ulrich, Hans (1985): Controlling als Managementaufgabe. In: Gilbert J. B. Probst und Ralph Schmitz-Dräger (Hg.): *Controlling und Unternehmensführung: gewidmet Professor Dr. Hans Siegart zum 60. Geburtstag*. Bern [u.a.]: Haupt, S. 15–27.
- Universität Hohenheim (2016): Zur Cebit 2016: Mängel bei Datensicherheit blockieren Landwirtschaft 4.0. Landwirte werden IT-Fachleute / Forscher der Universität Hohenheim fordert Lösung des Datenschutz-Problems / Zukunftsvision: Ökolandbau trifft Robotik. Hohenheim. Gripenrog, Hans W. Online verfügbar unter [https://www.uni-hohenheim.de/pressemitteilung?cHash=f49a553c81&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=30895](https://www.uni-hohenheim.de/pressemitteilung?cHash=f49a553c81&tx_ttnews%5Btt_news%5D=30895), zuletzt geprüft am 13.11.2020.
- Universität Leipzig (o.J.): Dokumentenanalyse. Methodenportal. Online verfügbar unter <https://home.uni-leipzig.de/methodenportal/dokumentenanalyse/>, zuletzt geprüft am 10.02.2021.
- Unterstein, Michael; Matthiessen, Günter (2012): *Relationale Datenbanken und SQL in Theorie und Praxis*. 5. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (EXamen.press).
- Urigshardt, Thomas (2010): *Forstliches Controlling. Gründe für ein branchenspezifisches Controlling, typenbezogene Anforderungen und Lösungsansätze für ausgewählte Problemfelder*. Dissertation, Köln.
- Urigshardt, Thomas; Jacobs, Jens; Letmathe, Peter (2008): Externes Controlling als Ansatz für Klein- und Kleinunternehmen? In: Volker Lingnau (Hg.): *Die Rolle des Controllers im Mittelstand. Funktionale, institutionale und instrumentelle Ausgestaltung*, Bd. 8. Lohmar: Josef Eul Verlag (Controlling, 8), S. 1–23.
- Viergutz, Malte (2010): *Instrumente zur Information und Motivation von Kleinprivatwaldbesitzern zur Umsetzung von Pflege- und Nutzungsmaßnahmen in ihrem Wald: deskriptive Explorationsstudien zu Möglichkeiten der Holzmobilisierung*. Göttingen: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek.
- Vöry, J (1954): Analysis of the time study materials of some forest jobs. Helsinki. In: *The Forest Work Studies Section of the Central Association of Finnish Woodworking Industries* (31).
- Wagner, Christof (1928): *Lehrbuch der theoretischen Forsteinrichtung*. Berlin: Parey.
- Wald und Holz NRW (2014): *Der Wald in NRW. Waldfläche und Baumarten*. Online verfügbar unter <https://www.wald-und-holz.nrw.de/wald-in-nrw>, zuletzt aktualisiert am 08.10.2014, zuletzt geprüft am 03.02.2021.
- Waldbauernverband NRW (2014): Interview mit Roland Spittler von der SVLFG, Region NRW. In: *Die Waldbauern in NRW* (1), S. 14. Online verfügbar unter [https://waldbauernverband.de/2010/cms/upload/pdf-dateien/M\\_1\\_final\\_140210.pdf](https://waldbauernverband.de/2010/cms/upload/pdf-dateien/M_1_final_140210.pdf), zuletzt geprüft am 02.04.2020.
- Wallin, Ida (2017): *Forest management and governance in Sweden*. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp. Online verfügbar unter <https://pub.epsilon.slu.se/13995/>.

- Walser, Hans (2002): Geometrie: Skript für die Vorlesung: 91-157, G, Geometrie, 86-3, Ausgabe 2002. Sphärische Trigonometrie. Berechnungen. ETH Zürich. Zürich.
- WBW (2020): Eckpunkte der Waldstrategie 2050. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirates Waldpolitik. Berlin.
- Weber, Jürgen; Schäffer, Utz (2006): Einführung in das Controlling. 11. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Wegmann, Jürgen (2006): Betriebswirtschaftslehre mittelständischer Unternehmen. Praktiker-Lehrbuch. München, Wien: Oldenbourg.
- Weiss, Gerhard; Hogl, Karl; Rametsteiner, Ewald; Sekot, Walter (2007): Privatwald in Österreich – neu entdeckt | Private forest property in Austria – newly discovered. In: *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 158 (9), S. 293–301.
- Welge, Martin K. (1988): Controlling. Unter Mitarbeit von Dieter Rüth. Stuttgart: Poeschel (Sammlung Poeschel, 3).
- Wenzel, Anett; Frischbier, Nico; Schwerhoff, Jürgen; Wittau, Frank (2015): Bundeswaldinventur 3 im Freistaat Thüringen. Mitteilungsheft 34/2015. ThüringenForst. Erfurt.
- Whittemore, Robin; Knafl, Kathleen (2005): The integrative review: updated methodology. In: *Journal of Advanced Nursing* 52 (5), S. 546–553.
- Wierling, Roland (2016): Vortrag: Wem gehört der Wald? Wald in der Generationenfolge? Stiftung August Bier. Sauen, 17.09.2016.
- Winter, Rainer (2014): Der Markt sortiert sich neu. In: *DLG-Mitteilungen* (6), S. 30–33.
- Winterheller, Manfred (1993): Mehr Gewinn durch Controlling. In: *Österreichische Forstzeitung* 104 (8), S. 31.
- Wippel, Bernd; Weinreich, Axel; Viergutz, Malte; Seeling, Ute (2019): Kommunikation braucht IT. In: *AFZ-DerWald*, 2019 (18), S. 35–37.

## Lebenslauf

Name	Ferdinand Graf von Plettenberg-Lenhausen
Geburtsdatum	22.01.1992 in Lauterbach
Staatsangehörigkeit	Deutsch
Seit 01/2019	<b>Promotionsstudium</b> Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie, Georg-August-Universität Göttingen
11/2018 - 12/2021	Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Forstökonomie, Georg-August-Universität Göttingen
09/2016 - 08/2018	<b>Masterstudium</b> Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie, Georg-August-Universität Göttingen
09/2013 - 09/2016	<b>Bachelorstudium</b> Fakultät für Geowissenschaften und Geographie, Georg-August-Universität Göttingen