

Analyse des Entscheidungsverhaltens landwirtschaftlicher Unternehmer

Anwendung von Discrete Choice Experimenten in den Bereichen

Tierwohl, Weidehaltung und Ackerbau

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Fakultät für Agrarwissenschaften

der Georg-August-Universität Göttingen



vorgelegt von

Michael Danne

geboren in Osterode am Harz

Göttingen, im März 2018

D7

1. Referent: Professor Dr. Oliver Mußhoff
2. Korreferent: Professor Dr. Achim Spiller
3. Korreferent: Professor Dr. Guido Recke

Tag der mündlichen Prüfung: 07. Mai 2018

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen Dank an diejenigen Personen richten, die mich während meiner Promotionszeit begleitet und unterstützt haben. Einige Personen möchte ich besonders hervorheben.

Ein besonderer Dank richtet sich an Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff, der sich zu jederzeit als verständnisvoller, engagierter und motivierender Doktorvater ausgezeichnet hat. Herr Prof. Dr. Oliver Mußhoff hat über meine gesamte Promotionszeit hinweg mit seinem Enthusiasmus, seiner zielorientierten Art und seinem Interesse an meiner Forschung wesentlich zum Erreichen des Promotionsziels beigetragen. Für diese bereichernde, prägende und lehrreiche Zeit möchte ich Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff herzlich danken.

Des Weiteren gilt ein großer Dank Herrn Prof. Dr. Achim Spiller und Herrn Prof. Dr. Guido Recke, die sich bereit erklärt haben, das zweite und dritte Korreferat meiner Dissertation zu übernehmen. Zudem haben sie es mir mit ihrem Engagement im Promotionsprogramm „Animal Welfare in Intensive Livestock Production Systems“ ermöglicht, zu einem relevanten und spannenden Themenfeld zu forschen und an der ein oder anderen regen Diskussion über das Thema Tierwohl teilzunehmen.

Direkt anschließend möchte ich dankende Worte an meine Kollegen aus dem Promotionsprogramm „Animal Welfare in Intensive Livestock Production Systems“ richten. Die kontroversen Debatten, die vielfältigen Einblicke in fachfremde Themengebiete und nicht zuletzt der ein oder andere gesellige Plausch werden mir in guter Erinnerung bleiben.

Danken möchte ich auch meinen Kollegen vom Lehrstuhl für Landwirtschaftliche Betriebslehre. Vielen Dank für die fachliche und emotionale Unterstützung auf dem Weg zur Promotion, die ich sowohl vor, als auch nach dem Feierabend gerne genossen habe.

Ein großer Dank gilt meiner Familie, insbesondere meinen Eltern Utta und Hartmut, die mich zu jederzeit unterstützt und an mich geglaubt haben. Durch ihren eigenen großen Einsatz, ihre Liebe und Fürsorge haben sie es mir ermöglicht, den Weg Richtung Promotion zu Ende zu gehen.

Göttingen, März 2018

Inhaltsverzeichnis

I	Einleitung	1
	Literatur.....	9
II	Producers' valuation of animal welfare practices: Does herd size matter?	15
III	Analysis of farmers' willingness to participate in pasture grazing programs: Results from a discrete choice experiment with German dairy farmers	16
IV	Analysing the importance of glyphosate as part of agricultural strategies – a discrete choice experiment.....	17
V	E-commerce in agriculture – The case of crop protection product purchases in a discrete choice experiment	18
VI	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	19
	Literatur.....	28
	Publikationsliste	30
	Erklärung über den geleisteten Eigenanteil der Arbeit.....	31
	Eidesstattliche Erklärungen	33

I Einleitung

Mit den Schlagworten *die Landwirtschaft steht vor vielfältigen Herausforderungen* und *die Landwirtschaft befindet sich im Wandel* wird ein Prozess beschrieben, in dem der landwirtschaftliche Unternehmer mit einer wachsenden Komplexität an Entscheidungssituationen konfrontiert wird. Politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen charakterisieren dabei das Entscheidungsumfeld von landwirtschaftlichen Unternehmern. Als wesentliche Entwicklungslinien gelten hierbei unter anderem der Strukturwandel in der Landwirtschaft, zunehmende Preisvolatilitäten, steigende Tierwohlvorgaben, die Digitalisierung der Landwirtschaft sowie veränderte politische Vorgaben in der Anwendung von Pflanzenschutz- und Düngemitteln.

Akteursorientierte Ansätze (Long und van der Ploeg, 1994; Darnhofer *et al.*, 2005) gehen davon aus, dass die Entscheidungen landwirtschaftlicher Unternehmer durch diese strukturellen Rahmenbedingungen beeinflusst, aber nicht determiniert werden. Demzufolge können landwirtschaftliche Unternehmer in ihren Entscheidungen heterogen sein, auch wenn sie unter denselben Rahmenbedingungen wirtschaften. Diese Heterogenität ergibt sich aus unterschiedlichen Zielen, Interessen, Erfahrungen sowie persönlichen und betriebsindividuellen Charakteristika (Darnhofer *et al.*, 2005). In diesem Zusammenhang zielt die Entscheidungsanalyse auf einzelbetrieblicher Ebene darauf ab, akteursindividuelle Entscheidungen landwirtschaftlicher Unternehmer sowie deren Determinanten zu erfassen und zu verstehen. Dieses Verständnis ermöglicht (i) eine Verbesserung der Informationsgrundlage, auf deren Basis Entscheidungen durch die landwirtschaftlichen Unternehmer getroffen werden können, (ii) die Identifikation von entscheidungsrelevanten Anreizen und Barrieren, (iii) die Ableitung von Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung von politischen Rahmenbedingungen und (iv) das Erreichen einer hohen Akzeptanz und Umsetzungsbereitschaft der landwirtschaftlichen Entscheider für sich verändernde Rahmenbedingungen. (Louviere *et al.*, 2000; Train, 2009)

Die Entscheidungen der landwirtschaftlichen Unternehmer werden von ihren Präferenzen beeinflusst. „Präferenzen sind das Ergebnis der relativen subjektiven Bewertung von Alternativen durch die Abwägung der Kosten und des Nutzens in einem Entscheidungs- und Bewertungsprozess.“ (Mühlbacher *et al.*, 2013). Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, das Entscheidungsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer durch die Messung ihrer Präferenzen zu analysieren.

Bei der Präferenzmessung werden grundsätzlich der *Revealed* und der *Stated Preference* Ansatz unterschieden (Louviere *et al.*, 2000). Beim *Revealed Preference* Ansatz werden die Präferenzen auf Basis realen Marktverhaltens analysiert, das sich zum Beispiel durch den Kauf eines spezifischen Produktes offenbart. Daraus ergibt sich eine hohe Reliabilität und Validität dieses Ansatzes (für weitere Informationen zum *Revealed Preference* Ansatz vgl. Bateman *et al.*, 2004). Dieser Ansatz hat den Nachteil, dass nur Güter und Gütereigenschaften analysiert werden können, die bereits am Markt vorhanden sind. Er eignet sich damit nicht dazu, innovative Güter und deren Eigenschaften vor der Markteinführung zu bewerten (Louviere *et al.*, 2000; Train, 2009). Eine weitere Limitation besteht darin, dass nicht für alle Güter eine ausreichende Datengrundlage vorhanden bzw. verfügbar ist, um eine valide Präferenzmessung mittels des *Revealed Preference* Ansatzes durchzuführen. Zudem können keine hypothetischen Handlungsalternativen und Entscheidungssituationen untersucht werden. (Louviere *et al.*, 2000; Train, 2009) Der *Stated Preference* Ansatz ermöglicht es hingegen, innovative und hypothetische Güter und Entscheidungssituationen zu analysieren, für die bisher keine ausreichende Datengrundlage vorhanden ist. Hierbei werden die Präferenzen als inneres Konstrukt eines Individuums beschrieben, welche im Rahmen der Präferenzmessung Rückschlüsse und Prognosen des Entscheidungsverhaltens ermöglichen (Louviere *et al.*, 2000). Mit diesem Ansatz wird also auf eine ex-ante Wirkungsabschätzung fokussiert, die Güter und politische Entscheidungen vor ihrer Einführung bewerten und die Ableitung von Marktprognosen und Politikempfehlungen ermöglichen (Henning und Michalek, 2008).

Die Präferenzmessung im Rahmen des *Stated Preference* Ansatzes fokussiert sich zum einen auf die *Contingent Valuation* Methode und zum anderen auf die Verwendung von Discrete Choice Experimenten (DCE) (Boxall *et al.*, 1996). Während bei der *Contingent Valuation* Methode ein Gut oder eine Handlungsalternative als Ganzes analysiert wird, werden bei den DCE einzelne spezifische Eigenschaften eines Gutes oder einer Handlungsalternative untersucht (Boxall *et al.*, 1996). Die DCE-Analyse hat ihren Ursprung in der quantitativen Psychologie (Luce, 1959) und wurde in der Ökonomie zunehmend als Methode zur Entscheidungsanalyse übernommen (McFadden, 1974). Mittlerweile finden DCE auch in der agrarökonomischen Forschung eine breite Anwendung. Exemplarisch werden im Folgenden Anwendungsbeispiele von DCE dargestellt, die auf die Präferenzmessung von landwirtschaftlichen Unternehmern fokussieren. Breustedt *et al.* (2008) untersuchen die Bereitschaft von Landwirten,

gentechnik-freien Raps anzubauen. Christensen *et al.* (2011) analysieren die Bereitschaft von Landwirten, Pufferstreifen anzulegen, auf denen keine Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden dürfen. Im Gegenzug erhalten die Landwirte dafür Subventionszahlungen. Bennett und Balcombe (2012) untersuchen die Zahlungsbereitschaft von landwirtschaftlichen Unternehmern für die Verwendung eines Impfstoffs gegen Tuberkulose bei Rindern. Die Akzeptanz von Landwirten für die Ökologisierungskomponente („Greening“) in der 1. Säule der EU-Agrarsubventionen wird von Schulz *et al.* (2014) untersucht. Schreiner und Latacz-Lohmann (2015) verwenden ein DCE, um die Höhe von Incentives zu ermitteln, die Landwirte für die Produktion von gentechnik-freier Milch fordern. In einem DCE zur Bereitschaft von Landwirten, Zuckerrüben als Biogassubstrat anzubauen, untersuchen Sauthoff *et al.* (2016), wie Substratlieferverträge ausgestaltet werden müssen, damit sie von Landwirten unterzeichnet werden. Schreiner und Hess (2016) analysieren den Einfluss von *Non-Use Values* auf die Akzeptanz von Milchviehhaltern für Tierwohlprogramme. Zemo und Termansen (2018) untersuchen die Bereitschaft von Landwirten, gemeinsam in eine Biogasanlage zu investieren.

Wie der Literaturüberblick zeigt, werden DCE auf einem breiten Anwendungsfeld agrarökonomischer Fragestellungen genutzt, um das Entscheidungsverhalten von landwirtschaftlichen Unternehmern auf Basis ihrer Präferenzen zu analysieren. Die vorliegende Dissertationsschrift erweitert die Charakterisierung des Entscheidungsverhaltens landwirtschaftlicher Unternehmer, indem sie DCE auf neue agrarökonomische Fragestellungen anwendet. Dabei wird der Vorteil des *Stated Preference* Ansatzes genutzt, der die Analyse von Entscheidungssituationen ermöglicht, für die keine Datengrundlage auf Basis der Beobachtung realen Marktverhaltens vorhanden ist. Somit können in der vorliegenden Dissertationsschrift neben neuen Fragestellungen auch innovative Handlungsalternativen bzw. neuartige Eigenschaften der Handlungsalternativen analysiert werden. Dazu werden in vier wissenschaftlichen Beiträgen verschiedene agrarökonomische Entscheidungssituationen betrachtet, die nachfolgend motiviert und erläutert werden.

Im ersten Beitrag der Dissertationsschrift (Kapitel II) „Producers’ valuation of animal welfare practices: Does herd size matter?“ (erschieden als *DARE-Diskussionspapier Nr.*

1801) wird der Einfluss der Tierzahl auf die Umsetzungsbereitschaft deutscher Schweine- und Sauenhalter für Tierwohlmaßnahmen untersucht. Die Intensivierung der Tierproduktion ist ein zentraler Bestandteil der gesellschaftlichen Debatte über das Tierwohl auf landwirtschaftlichen Betrieben (Mench, 2008; Vanhonacker und Verbeke, 2014; Robbins *et al.*, 2016). Während die Anzahl der Betriebe rückläufig ist, steigt die Anzahl der Tiere pro Betrieb. Es wird angenommen, dass das Tierwohl in diesen intensiven Produktionseinheiten geringer ist als auf kleinen landwirtschaftlichen Betrieben (Fraser, 2005). Als eine Begründung dafür wird die Gewinnerorientierung der intensiven Tierhaltung genannt, die als nicht kompatibel mit dem Ziel der Maximierung des Tierwohls gesehen wird (Fraser, 2005; Lusk und Norwood, 2012; Hess *et al.*, 2014; Robbins *et al.*, 2016). Basierend auf dieser Argumentationslinie wird die Annahme getroffen, dass große Tierhaltungsbetriebe eine geringere Bereitschaft aufweisen, tierwohlfreundliche Produktionssysteme zu implementieren (Hess *et al.*, 2014). Aus Sicht der Landwirte besteht hingegen nur ein geringer Zusammenhang zwischen der Tierzahl und dem Tierwohl (Vanhonacker *et al.*, 2008). Ob das auch bedeutet, dass die Umsetzungsbereitschaft der Landwirte für Tierwohlmaßnahmen unabhängig von der Zahl der gehaltenen Tiere ist, wurde bisher nicht empirisch untersucht. Vor diesem Hintergrund besteht das Ziel des ersten Beitrags der Dissertationsschrift darin, die Umsetzungsbereitschaft für Tierwohlmaßnahmen von schweine- und sauenhaltenden Betrieben in Abhängigkeit von der Anzahl gehaltener Tiere zu untersuchen. Somit lässt sich die folgende zentrale Forschungsfrage formulieren:

(1) Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Tierzahl in der Schweineproduktion und der Bereitschaft von Landwirten zur Umsetzung für Tierwohlmaßnahmen?

Zur Klärung der Forschungsfrage werden 103 schweinehaltende und 63 sauenhaltende Betriebe im Rahmen eines DCE mit der Umsetzung von Tierwohlmaßnahmen konfrontiert. Das Design des Experiments orientiert sich dabei an in der Praxis bestehenden Tierwohlprogrammen, die den Landwirten für die Umsetzung von Tierwohlmaßnahmen Bonuszahlungen gewähren (Fraser, 2005). So ist es möglich, die generelle Umsetzungsbereitschaft der Landwirte für spezifische Tierwohlmaßnahmen sowie den Einfluss der Tierzahl auf die Präferenzen der Landwirte zu analysieren.

Der zweite Beitrag der Dissertationsschrift (Kapitel III) trägt den Titel „Analysis of farmers’ willingness to participate in pasture grazing programs: Results from a discrete choice experiment with German dairy farmers“ (erschienen im *Journal of Dairy Science* 100 (2017), 7569-7580). In den letzten Jahrzehnten hat sich die Milchindustrie hinsichtlich ihrer Produktionsmethoden, Produkte und Prozesse stark verändert. Während die Anzahl der Milchviehbetriebe gesunken ist, ist ein Anstieg der Milchkühe je Betrieb und der jährlichen Milchleistung pro Kuh zu beobachten (Gillespie *et al.*, 2009; Reijs *et al.*, 2013). Im Rahmen dieser Entwicklung ist die Weidehaltung auf den Milchviehbetrieben zurückgegangen (Burow *et al.*, 2013; Reijs *et al.*, 2013), obwohl sie sich positiv auf die Gesundheit und das Wohl der Tiere auswirkt (Burow *et al.*, 2013). Zudem haben Studien gezeigt, dass Konsumenten eine erhöhte Zahlungsbereitschaft für Weidemilch aufweisen (Ellis *et al.*, 2009; Wolf *et al.*, 2011; Weinrich *et al.*, 2014). Damit können Landwirte durch die Produktion von Weidemilch profitieren, indem sie ihre Milch zu höheren Preisen vermarkten. Vor dem Hintergrund zunehmender Preisvolatilitäten auf den In- und Outputmärkten gewinnt dieser Vorteil eine besondere Bedeutung (Government Accountability Office, 2009). Eine Möglichkeit, höhere Preise für Weidemilch zu generieren, bietet die Teilnahme an Weidemilchprogrammen, wie sie unter anderem von Molkereien in den Niederlanden, den USA und Dänemark angeboten werden (Reijs *et al.*, 2013). Durch die Vermarktung von Weidemilch können Molkereien höhere Produktpreise erzielen, wodurch den Landwirten ein höherer Milchpreis gezahlt werden kann.

Bisherige Studien zur Weidehaltung haben auf den Vergleich von Weidehaltungs- mit Stallhaltungssystemen fokussiert (vgl. White *et al.*, 2002; Gillespie *et al.*, 2009). Dabei wurde die Bereitschaft von Landwirten, an Weidemilchprogrammen teilzunehmen, nicht berücksichtigt. Dieser Beitrag ist damit der erste, der die Teilnahmebereitschaft von Milchviehhaltern an Weidemilchprogrammen analysiert. Dabei stehen folgende Forschungsfragen im Mittelpunkt des Beitrags:

- (1) *Welchen Einfluss haben spezifische Vorgaben (z.B. Weidedauer, Fütterungsvorschriften, Bonuszahlungen) eines Weidemilchprogramms auf die Teilnahmebereitschaft von Landwirten?*
- (2) *Wie wird die Teilnahmebereitschaft von betriebs- und individuen-spezifischen Charakteristika beeinflusst?*

Zur Untersuchung dieser Forschungsfragen wird ein DCE mit 293 deutschen Landwirten durchgeführt, in welchem die Teilnehmer vor die hypothetische Entscheidungssituation gestellt werden, an einem Weidemilchprogramm teilnehmen zu können. Aus der Analyse des Entscheidungsverhaltens innerhalb des DCE werden die Bonuszahlungen ermittelt, die den Landwirten für die Teilnahme an dem Programm zu zahlen sind.

Kapitel IV der Dissertationsschrift enthält den Beitrag „Analysing the importance of glyphosate as part of agricultural strategies – a discrete choice experiment“ (erschieden als *DARE-Diskussionspapier Nr. 1802*). In diesem Beitrag wird die Präferenz von Landwirten für die Nutzung von Glyphosat als Teil ihrer ackerbaulichen Strategie zur Bekämpfung von Unkräutern analysiert. Die Kontrolle und Bekämpfung von Unkräutern ist in der Landwirtschaft von großer Bedeutung. Unkräuter können durch Herbizide (Gruber *et al.*, 2004), eine intensive Bodenbearbeitung oder einer Kombination aus Bodenbearbeitung und Glyphosat bekämpft werden (Duke und Powles, 2008; Steinmann *et al.*, 2012). Die Nutzung von Herbiziden zur Unkrautkontrolle ist weit verbreitet (Chikowo *et al.*, 2009), da sie sich durch eine hohe Effektivität in der Reduzierung des Unkrautdrucks und damit der Vermeidung von Ertragseinbußen auszeichnen (Buhler *et al.*, 2000). Das nicht-selektive, systemische Herbizid Glyphosat ist dabei das weltweit am häufigsten verwendete Herbizid (Woodburn, 2000; Duke und Powles, 2008; Steinmann *et al.*, 2012; Benbrook, 2016). In Deutschland ist es mit einem Anteil von 39% der mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Fläche das am meisten verwendete Herbizid (Steinmann *et al.*, 2012). Jedoch ist die Verwendung von Glyphosat umstritten, da Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt nicht eindeutig ausgeschlossen werden können (Kurstjens, 2007). Das hat zur Folge, dass die Verwendung von Glyphosat in der EU in Zukunft verboten werden könnte. Vor diesem Hintergrund ergibt sich die Frage, welche ackerbauliche Bedeutung Glyphosat aus Sicht der Landwirte besitzt, die durch ein Verbot von Glyphosat wegfallen würde. Deshalb werden in diesem Beitrag die Präferenzen von Landwirten für die Verwendung von Glyphosat analysiert. Folgende zentrale Forschungsfragen werden dabei untersucht:

- (1) *Wird von Landwirten eine Ackerbaustrategie mit der Verwendung von Glyphosat einer Strategie ohne Glyphosat bevorzugt?*
- (2) *Wie wird die Verwendung von Glyphosat von betriebs- und individuenspezifischen Charakteristika beeinflusst?*

Diese Forschungsfragen werden durch ein DCE mit 328 deutschen Landwirten analysiert, die mit der Entscheidung konfrontiert werden, nach der Rapsernte und vor der Aussaat von Winterweizen eine Mulchsaatstrategie mit oder ohne der Verwendung von Glyphosat zu wählen. Durch dieses hypothetische Entscheidungsszenario können die Präferenzen der Landwirte sowie ihre Determinanten für die Verwendung von Glyphosat ermittelt werden.

Im vierten Beitrag der Dissertationsschrift (Kapitel V) „E-commerce in agriculture – The case of crop protection product purchases in a discrete choice experiment“ (erschienen als *DARE-Diskussionspapier Nr. 1803*) wird die Bereitschaft von Landwirten analysiert, Pflanzenschutzmittel im Onlinehandel zu beziehen. Onlinebasierte Managementsysteme gewinnen in der Landwirtschaft zunehmend an Bedeutung (Rentenbank, 2015). Ihre Funktionsfähigkeit ist dabei an die Verfügbarkeit schnellen Internets geknüpft. Die Bundesregierung Deutschland hat sich deshalb für das Jahr 2018 das Ziel gesetzt, jeden Haushalt mit einer Bandbreite von 50 Mbps auszustatten (BMVI, 2016).

Es wird erwartet, dass der Agrarbereich von neuen, online-basierten Technologien stark beeinflusst wird (Kaloxylos *et al.*, 2013). Dabei können Landwirte durch die Vorteile der Internetnutzung Prozesse optimieren und Einkommenssteigerungen erzielen (Warren, 2004; Canavari *et al.*, 2010; Hennessy *et al.*, 2016), indem sie ihre Transaktionskosten senken (Doluschitz, 2002; Mishra *et al.*, 2009; Hennessy *et al.*, 2016). In diesem Zusammenhang wird den Landwirten durch das Internet ermöglicht, Preis- und Produktinformationen zu beschaffen und sich hinsichtlich ihrer Ein- und Verkaufsmöglichkeiten breiter aufzustellen (Henderson *et al.*, 2004; Zapata *et al.*, 2016). Damit wird der E-Commerce, definiert als Internetnutzung für Geschäftszwecke (Fruhling und Digman, 2000), zu einem bedeutenden Feld in der Landwirtschaft (Wen, 2007).

Obwohl bereits 95% der Landwirte das Internet nutzen, hält sich ihre Aktivität im Einkauf von Pflanzenschutz- und Düngemitteln bisher noch in Grenzen (Kleffmann Group, 2016). Daher werden in diesem Beitrag die Präferenzen von Landwirten für die Nutzung von E-Commerce am Beispiel des Pflanzenschutzmitteleinkaufs analysiert. Dabei wird der Einfluss wesentlicher Determinanten des Einkaufs, wie z.B. Preisvorteile, Weiterempfehlungen und das Beratungsangebot der Händler, in die Analyse aufgenommen. Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen, die im Rahmen dieses Beitrags geklärt werden sollen:

- (1) Welche händlerspezifischen Faktoren beeinflussen die Bereitschaft von Landwirten, Pflanzenschutzmittel online einzukaufen?*
- (2) Wie wird die Einkaufsbereitschaft beim Onlinehändler von betriebs- und individuen-spezifischen Charakteristika beeinflusst?*

Diese Fragestellungen werden mit einem DCE, an dem 165 deutsche Landwirte teilgenommen haben, untersucht. Die Landwirte konnten im DCE wählen, Pflanzenschutzmittel bei ihrem aktuellen Händler, einem anderen Landhändler in der Umgebung oder im Onlinehandel zu erwerben. Mithilfe dieser hypothetischen Entscheidungssituation ist es möglich, die Präferenzen von Landwirten für den Onlineeinkauf von Pflanzenschutzmitteln zu bewerten.

Die vier beschriebenen Beiträge beantworten jeweils Forschungsfragen, die der Analyse des Entscheidungsverhaltens landwirtschaftlicher Unternehmer in praktischen Entscheidungssituationen dienen. In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Beiträge dargestellt, sodass ein detaillierterer Einblick in die jeweiligen Themenkomplexe möglich ist. Die Dissertationsschrift schließt mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse. Dabei wird diskutiert, welchen Beitrag die Ergebnisse im Einzelnen leisten können, die zur Entscheidungsfindung dienende Informationsgrundlage von handelnden Personen im Agrarbereich zu verbessern.

Literatur

- Bateman, I., Carson, R. T., Day, B., Hanemann, W. M. und Hanley, N. (2004). *Economic valuation with stated preference techniques: A manual*. Cheltenham: Elgar.
- Benbrook, C. M. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe* 28(1): 3.
- Bennett, R. und Balcombe, K. (2012). Farmers' Willingness to Pay for a Tuberculosis Cattle Vaccine. *Journal of Agricultural Economics* 63(2): 408–424.
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) (2016). Breitbandausbau in Deutschland. Available at: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/breitbandausbau-in-deutschland.html>, Accessed June 29, 2017.
- Boxall, P. C., Adamowicz, W. L., Swait, J., Williams, M. und Louviere, J. (1996). A comparison of stated preference methods for environmental valuation. *Ecological Economics* 18(3): 243–253.
- Breustedt, G., Müller-Scheeßel, J. und Latacz-Lohmann, U. (2008). Forecasting the Adoption of GM Oilseed Rape: Evidence from a Discrete Choice Experiment in Germany. *Journal of Agricultural Economics* 59(2): 237–256.
- Buhler, D. D., Liebmann, M. und Obrycki, J. J. (2000). Theoretical and practical challenges to an IPM approach to weed management. *Weed Science* 48: 274–280.
- Burow, E., Rousing, T., Thomsen, P. T., Otten, N. D. und Sorensen, J. (2013). Effect of grazing on the cow welfare of dairy herds evaluated by a multidimensional welfare index. *Animal* 7(5): 834–842.
- Canavari, M., Fritz, M., Hofstede, G. J., Matopoulos, A. und Vlachopoulou, M. (2010). The role of trust in the transition from traditional to electronic B2B relationships in agri-food chains. *Computers and Electronics in Agriculture* 70(2): 321–327.
- Chikowo, R., Faloya, V., Petit, S. und Munier-Jolain, N. M. (2009). Integrated Weed Management systems allow reduced reliance on herbicides and long-term weed control. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 132(3-4): 237–242.

- Christensen, T., Pedersen, A., Nielsen, H. O., Mørkbak, M. R. und Hasler, B. (2011). Determinants of farmers' willingness to participate in subsidy schemes for pesticide-free buffer zones: A choice experiment study. *Ecological Economics* 70(8): 1558–1564.
- Darnhofer, I., Schneeberger, W. und Freyer, B. (2005). Converting or not converting to organic farming in Austria: Farmer types and their rationale. *Agriculture and Human Values* 22(1): 39–52.
- Doluschitz, R. (2002). Electronic Business in der Agrar-und Ernährungswirtschaft - Ernüchterung und Konsolidierung lösen die anfängliche Euphorie ab. *Agrarwirtschaft* 51(2): 97–98.
- Duke, S. O. und Powles, S. B. (2008). Glyphosate: A once-in-a-century herbicide. *Pest Management Science* 64(4): 319–325.
- Ellis, K. A., Billington, K., McNeil, B. und McKeegan, D. (2009). Public opinion on UK milk marketing and dairy cow welfare. *Animal Welfare* 18(3): 267–282.
- Fraser, D. (2005). Animal welfare and the intensification of animal production: An alternative interpretation. *FAO Readings in Ethics* 2.
- Fruhling, A. L. und Digman, L. A. (2000). The impact of electronic commerce on business-level strategies. *Journal of Electronic Commerce Research* 1(1): 13.
- Gillespie, J., Nehring, R., Hallahan, C. und Sandretto, C. (2009). Pasture-based dairy systems: Who are the producers and are their operations more than conventional dairies? *Journal of Agricultural and Resource Economics* 34(3): 412–427.
- Government Accountability Office (2009). Retail food prices grew faster than the prices farmers received for agriculture commodities. *GAO-09-746R*.
- Gruber, S., Pekrun, C. und Claupein, W. (2004). Population dynamics of volunteer oilseed rape (*Brassica napus* L.) affected by tillage. *European Journal of Agronomy* 20(4): 351–361.
- Henderson, J., Dooley, F. und Akridge, J. (2004). Internet and e-commerce adoption by agricultural input firms. *Review of Agricultural Economics* 26(4): 505–520.
- Hennessy, T., Läpple, D. und Moran, B. (2016). The digital divide in farming: A problem of access or engagement? *Applied Economic Perspectives and Policy* 38(3): 474–491.

- Henning, C. H. C. A. und Michalek, J. (2008). Ökonometrische Methoden der Politikevaluation: Meilenstein für eine sinnvolle Agrarpolitik der 2. Säule oder akademische Fingerübung? Econometric policy evaluation techniques: milestone for effective 2nd pillar policies or pure academic exercise? *Agrarwirtschaft : Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Marktforschung und Agrarpolitik* 57(3/4): 232–243.
- Hess, S., Bolos, L. A., Hoffmann, R. und Surry, Y. (2014). Is animal welfare better on small farms? Evidence from veterinary inspections on Swedish farms. *2014 International Congress, August 26-29, 2014, Ljubljana, Slovenia*: 1–13.
- Kaloxylos, A., Wolfert, J., Verwaart, T., Terol, C. M., Brewster, C., Robbmond, R. und Sundmaker, H. (2013). The use of future internet technologies in the agriculture and food sectors: Integrating the supply chain. *Procedia Technology* 8: 51–60.
- Kleffmann Group (2016). New Media Tracker 2016. Available at <https://www.kleffmann.com/en/information-center/information-center/new-media-tracker>, Accessed May 30, 2017.
- Kurstjens, D. A. (2007). Precise tillage systems for enhanced non-chemical weed management. *Soil and Tillage Research* 97(2): 293–305.
- Long, N. und van der Ploeg, J. (1994). Heterogeneity, actor and structure: Towards a reconstitution of the concept of structure. In D. Booth (ed.), *Rethinking Social Development: Theory, Research and Practice* (pp. 62–89). Harlow, Essex, UK: Longman: 62–89.
- Louviere, J. J., Hensher, D. A. und Swait, J. D. (2000). *Stated choice methods: Analysis and applications*. Cambridge, New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Luce, R. D. (1959). *Individual choice behavior: A theoretical analysis*. New York: Wiley.
- Lusk, J. L. und Norwood, F. B. (2012). Speciesism, altruism and the economics of animal welfare. *European Review of Agricultural Economics* 39(2): 189–212.
- McFadden, D. (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. *Frontiers in Econometrics*: 105–142.
- Mench, J. A. (2008). Farm animal welfare in the USA: Farming practices, research, education, regulation, and assurance programs. *Applied Animal Behaviour Science* 113(4): 298–312.

- Mishra, A. K., Williams, R. P. und Detre, J. D. (2009). Internet access and internet purchasing patterns of farm households. *Agricultural and Resource Economics Review* 38(2): 240–257.
- Mühlbacher, A., Bethge, S. und Tockhorn, A. (2013). Präferenzmessung im Gesundheitswesen: Grundlagen von Discrete-Choice-Experimenten. *Gesundheitsökonomie und Qualitätsmanagement* 18(04): 159–172.
- Reijs, J. W., Daatselaar, C. und Helming, J. (2013). *Grazing dairy cows in North-West Europe: Economic farm performance and future developments with emphasis on the Dutch situation*. The Hague: LEI Wageningen UR.
- Rentenbank (2015). Agrar Spezial: Herausforderungen, Potenziale, Perspektiven – Ländliche Entwicklung erfolgreich gestalten, Landwirtschaftliche Rentenbank. Frankfurt/Main.
- Robbins, J. A., von Keyserlingk, M. A. G., Fraser, D. und Weary, D. M. (2016). INVITED REVIEW: Farm size and animal welfare. *Journal of Animal Science* 94(12): 5439–5455.
- Sauthoff, S., Musshoff, O., Danne, M. und Anastassiadis, F. (2016). Sugar beet as a biogas substrate? A discrete choice experiment for the design of substrate supply contracts for German farmers. *Biomass and Bioenergy* 90: 163–172.
- Schreiner, J. A. und Hess, S. (2016). The role of non-use values in dairy farmers' willingness to accept a farm animal welfare programme. *Journal of Agricultural Economics* 68(2): 553-578.
- Schreiner, J. A. und Latacz-Lohmann, U. (2015). Farmers' valuation of incentives to produce genetically modified organism-free milk: Insights from a discrete choice experiment in Germany. *Journal of Dairy Science* 98(11): 7498–7509.
- Schulz, N., Breustedt, G. und Latacz-Lohmann, U. (2014). Assessing farmers' willingness to accept "greening": Insights from a discrete choice experiment in Germany. *Journal of Agricultural Economics* 65(1): 26–48.
- Steinmann, H. H., Dickeduisberg, M. und Theuvsen, L. (2012). Uses and benefits of glyphosate in German arable farming. *Crop Protection* 42: 164–169.

- Train, K. (2009). *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Vanhonacker, F. und Verbeke, W. (2014). Public and consumer policies for higher welfare food products: Challenges and opportunities. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 27(1): 153–171.
- Vanhonacker, F., Verbeke, W., van Poucke, E. und Tuytens, F. (2008). Do citizens and farmers interpret the concept of farm animal welfare differently? *Livestock Science* 116(1-3): 126–136.
- Warren, M. (2004). Farmers online: drivers and impediments in adoption of Internet in UK agricultural businesses. *Journal of Small Business and Enterprise Development* 11(3): 371–381.
- Weinrich, R., Kühl, S., Zühlsdorf, A. und Spiller, S. (2014). Consumer attitudes in Germany towards different dairy housing systems and their implications for the marketing of pasture raised milk. *International Food and Agribusiness Management Review* 17(4): 205–222.
- Wen, W. (2007). A knowledge-based intelligent electronic commerce system for selling agricultural products. *Computers and Electronics in Agriculture* 57(1): 33–46.
- White, S. L., Benson, G. A. und Washburn, S. P. (2002). Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science* 85(1): 95–104.
- Wolf, C. A., Tonsor, G. T. und Olynk, N. J. (2011). Understanding US consumer demand for milk production attributes. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 36(2): 326–342.
- Woodburn, A. T. (2000). Glyphosate: Production, pricing and use worldwide. *Pest Management Science* 56(4): 309–312.
- Zapata, S. D., Isengildina-Massa, O., Carpio, C. E. und Lamie, R. D. (2016). Does e-commerce help farmers' markets? Measuring the impact of MarketMaker. *Journal of Food Distribution Research* 47(2): 1–18.

Zemo, K. H. und Termansen, M. (2018). Farmers' willingness to participate in collective biogas investment: A discrete choice experiment study. *Resource and Energy Economics* 52: 87–101.

II Producers' valuation of animal welfare practices: Does herd size matter?

Autoren: Michael Danne und Oliver Mußhoff

Erschienen als: DARE Diskussionspapier Nr. 1801

Abstract

It is alleged that larger farms are less willing to adopt animal welfare-friendly production systems, though empirically-based knowledge on this issue is still lacking. Therefore, the aim of this study is to analyze pig and sow producer preferences for the adoption of animal welfare standards (AWS), with primary interest in herd size effects on producers' adoption behavior. A survey was carried out with pig (n = 103) and sow (n = 63) producers in Germany. A discrete choice experiment (DCE) was conducted to analyze herd size effects on producer adoption of AWS. Producers' attitudes about the economic feasibility of animal welfare are affected by the herd sizes. The results of the DCE indicate that larger herd sizes in pig production are correlated with lower adoption of outdoor yards and bedding material, while adoption of the remaining AWS is unaffected by herd size. Sow producers show no herd size-related differences in acceptance of the analyzed AWS. The standard criticism regarding the lack of animal welfare adoption on large farms was not supported by this study. Identifying herd-size effects on the producers' adoption behavior for AWS may be an important step in clarifying the discussion about animal welfare in intensive production systems. Furthermore, the identified heterogeneity in the producers' preferences underlines the need for identification of the most effective animal welfare strategies for farms of various structures without endangering profitability. In this regard, policy is suggested to support strategies that directly improve animal welfare on farms of all sizes instead of targeting a decrease in farm size. The study is the first to demonstrate empirically based knowledge about herd size effects on the farmers' adoption of AWS.

Keywords: Animal welfare, herd size, pig production, discrete choice experiment

JEL classifications: C23, C25, Q13, Q18

III Analysis of farmers' willingness to participate in pasture grazing programs: Results from a discrete choice experiment with German dairy farmers

Autoren: Michael Danne und Oliver Mußhoff

Erschienen im Journal of Dairy Science 100 (2017), 7569 – 7580

Abstract

Over the last decades, the usage of pasture for grazing of dairy cows has considerably decreased. Pasture grazing programs initiated by dairy companies try to counteract this trend. The present paper investigates farmers' willingness to participate in such grazing programs. A special aim was to quantify the price premiums farmers require for program participation and to identify determinants influencing the premium level. The empirical analysis is based on a discrete choice experiment with 293 German dairy farmers. Models are estimated in terms of willingness to accept. It was found that farmers have no substantial preference for whether the pasture grazing program is financed by the food industry, a governmental scheme or the dairy company. However, an extension of the annual or daily grazing period results in a decreasing willingness of farmers to participate in a pasture grazing program. In addition, farmers decline the option of a feeding standard prescribing the use of only green fodder when offered an alternative program that merely reduces the amount of concentrated feed or maize silage in the diet. Farmers' with an aversion towards program participation have a significant higher price demand for fulfilling the program requirements. Furthermore, the required price premiums increase with growing milk yields and a greater number of cows kept on the farm. However, if the availability of pasture is high, farmers are more likely to participate. The estimated price premiums and factors influencing farmers' willingness to participate found by this study should be considered by dairies and policymakers to gain insights into the design of possible pasture grazing programs from the perspective of farmers. Thereby, paying price premiums to farmers may increase the attractiveness of pasture grazing which could finally result in an extended usage of pasture grazing.

Key words: Pasture grazing program, farmers' preferences, discrete choice experiment, willingness to accept

JEL classifications: C23, C25, Q13, Q18

IV Analysing the importance of glyphosate as part of agricultural strategies – a discrete choice experiment

Autoren: Michael Danne und Oliver Mußhoff

Erschienen als: DARE Diskussionspapier Nr. 1802

Abstract

The use of glyphosate plays an important role in farmers' strategic decisions for reducing weed pressure and yield losses. In this paper, the use of glyphosate is analysed as part of a complete agronomic strategy in which the farmer has to choose between the use of a combination of mechanical and chemical weed control. A special aim was to analyse the trade-off in the farmers' preferences between a cultivation strategy with or without glyphosate. The empirical analysis is based on a discrete choice experiment with 328 German farmers. It was found that after the harvest of rapeseed, the average farmer has no general preference for the use of glyphosate in a mulch seeding strategy. However, the preference for glyphosate use is affected by the weed pressure and the presence of specific weeds. While the farmers' risk attitude has no influence on the decision to use glyphosate, we observed an increasing preference for its use on larger farms. Furthermore, our results reveal that farmers prefer mechanical weed control in pre-sowing instead of the use of selective herbicides in pre- or post-emergence. This preference increases if weed resistance is an issue on the farm. Potential yield impacts caused by glyphosate use show that yield losses have a higher impact on the farmers' decision than yield gains. We conclude that farmers, in certain situations, prefer the use of glyphosate to other alternatives as it is an important part of their agronomic strategy to prevent weed infestation and save work and labour costs, especially on large farms.

Keywords: Glyphosate; mulch seeding; rapeseed; agronomic strategy; discrete choice experiment; farmers' preference

JEL classifications: C25, Q16, Q18.

V E-commerce in agriculture – The case of crop protection product purchases in a discrete choice experiment

Autoren: Wilm Fecke, Michael Danne und Oliver Mußhoff

Erschienen als: DARE Diskussionspapier Nr. 1803

Abstract

The internet is playing an increasing role in the development of rural areas. Farmers in particular, can benefit from new opportunities concerning farm management decisions. Hence, the goal of this study is to investigate German farmers' willingness to accept (WTA) e-commerce. Primary data of 165 farmers is collected by conducting a discrete choice experiment about the purchase of crop protection products. WTA estimates show that farmers are willing to switch to an online merchant if they are offered a significantly lower price. However, word-of-mouth-reputation and consultation offered via traditional media do not influence farmers' WTA for an online merchant. In contrast, delivery time significantly affects farmers' WTA for inputs purchased online. We also show that farmers' risk attitudes, prior online shopping experiences, and education are influential factors for the WTA for an online merchant. Surprisingly, age and farm size do not impact farmers' WTA. Since e-commerce has not been widely established in agriculture yet, these results are of great practical importance. The findings of this study demonstrate that online merchants of agricultural inputs should focus on trust, service quality and timely delivery. Furthermore, it might be useful to introduce farmers to e-commerce during their education.

Keywords: Internet use; e-commerce; input purchasing; online merchants; German farmers

JEL classifications: C23, C25, Q13, Q18

VI Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die vier Beiträge in der vorliegenden Dissertationsschrift untersuchen das Entscheidungsverhalten von landwirtschaftlichen Unternehmern in den Bereichen Tierwohl, Weidehaltung und Ackerbau. Ziel ist es, die Präferenzen der landwirtschaftlichen Unternehmer in den verschiedenen Entscheidungssituationen zu messen und damit die Informationsbasis für die Entscheidungsfindung von handelnden Personen im Agrarbereich zu verbessern. Zur Beantwortung der aufgestellten Forschungsfragen wurden in allen vier Beiträgen Discrete Choice Experimente (DCE) mit deutschen Landwirten durchgeführt. Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen der vier Beiträge sowie daraus abgeleitete zukünftige Forschungsmöglichkeiten werden im Folgenden dargestellt.

Im ersten Beitrag der Dissertationsschrift wurde der Einfluss der Tierzahl auf die Bereitschaft von deutschen schweine- und sauenhaltenden Betrieben zur Umsetzung von Tierwohlmaßnahmen untersucht. Um die Umsetzungsbereitschaft von Tierwohlmaßnahmen in Form einer hypothetischen Entscheidungssituation zu untersuchen, wurde in diesem Beitrag ein DCE mit deutschen Landwirten durchgeführt. Die gewonnenen Daten wurden mit einem *Mixed-Logit-Model in Preference-Space* ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bereitschaft von Schweineproduzenten, Einstreu und Ausläufe anzubieten, mit steigender Tierzahl abnimmt. Hingegen wurden die Präferenzen für die Umsetzung weiterer Tierwohlmaßnahmen nicht von der Tierzahl beeinflusst. Im Mittel der Landwirte weist der Koeffizient für den Auslauf den höchsten negativen Wert auf und hat somit den größten Einfluss auf die Wahlentscheidung der Landwirte. Dieses Ergebnis bestätigt die Erkenntnisse aus der Studie von Gocsik *et al.* (2016), in der ebenfalls eine geringe Präferenz für Ausläufe festgestellt wurde. Laut Bornett *et al.* (2003) haben Ausläufe jedoch einen positiven Einfluss auf das Tierwohl. Das wirft die Frage auf, warum gerade große Schweinezuchtbetriebe Ausläufe ablehnen. Laut Hess *et al.* (2014) neigen größere Betriebe dazu, Kosten einzusparen und die Arbeitszeit pro Tier zu reduzieren. Bock und van Huik (2007) stellen fest, dass Investitionen in kostenintensive Tierwohlmaßnahmen oft mit der Sorge der Landwirte um deren Wirtschaftlichkeit verbunden sind. Genauer gesagt führen solche Investitionen potenziell zu versunkenen Kosten und sind mit ungewissen Einkommenseffekten verbunden, was zu

einer Ablehnung durch die Landwirte führt (Hubbard *et al.*, 2007). Die Erkenntnis, dass eine zunehmende Tierzahl die Bereitschaft der Landwirte zur Umsetzung von Ausläufen verringert, könnte daher auf die steigenden Investitions- und Arbeitskosten für die Realisierung eines Auslaufes auf großen Betrieben (Bornett *et al.*, 2003) zurückzuführen sein.

Gourmelen *et al.* (2000) haben herausgefunden, dass Systeme mit Einstreu geringere Haltungskosten aufweisen als konventionelle Systeme mit einem geringeren Tierwohlniveau. Sie stellen jedoch fest, dass diese Vorteile durch höhere Arbeits- und Strohkosten überkompensiert werden, was insgesamt zu höheren Produktionskosten führt. In diesem Zusammenhang kann die Verfügbarkeit von Arbeitskräften und Stroh als Einstreu besonders in Großbetrieben zu einem kritischen Aspekt werden, der die beobachtete negative Wechselwirkung zwischen der Herdengröße und der Bereitschaft für die Umsetzung von Einstreu erklärt.

Die Ergebnisse des DCE mit Sauenhaltern zeigen einen positiven Zusammenhang zwischen der Tierzahl und der generellen Bereitschaft, Tierwohlmaßnahmen gegen Bonuszahlungen umzusetzen. Auf die Präferenzen für die Umsetzung der im DCE analysierten Tierwohlmaßnahmen hat die Tierzahl von Sauenhaltern jedoch keinen Einfluss.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse dieses Beitrags, dass die heterogenen Betriebsstrukturen bei der Entwicklung von Tierwohlstrategien berücksichtigt werden sollten, um so das Tierwohl so effizient wie möglich zu steigern, ohne dabei die Wirtschaftlichkeit der Betriebe zu gefährden. In diesem Zusammenhang ergibt sich für die Politik und die Wissenschaft die Aufgabe, wirksame Tierwohlstrategien zu entwerfen, die das Tierwohl steigern und auch auf größeren Betrieben umgesetzt werden können. Zudem kann die Verwendung von Indikatoren zur Messung des Tierwohls eine Alternative oder zumindest Ergänzung zur maßnahmenbasierten Betrachtung darstellen (vgl. z.B. Meyer-Hamme, 2016). Dazu sind geeignete Indikatoren sowie deren Akzeptanz aus Sicht von Verbrauchern und Landwirten zu erforschen. Hieraus können dann wiederum mögliche Einflüsse der Tierzahl auf das Tierwohl gemessen werden.

Im zweiten Beitrag der Dissertationsschrift ist die Discrete Choice Analyse verwendet worden, um die Teilnahmebereitschaft deutscher Landwirte an Weidemilchprogrammen zu

analysieren. Für die Analyse der im DCE gewonnenen Daten wurde ein *Mixed-Logit-Model in Willingness-to-Accept-Space* verwendet. Die daraus resultierenden Ergebnisse können dadurch als Zahlungsforderung der Landwirte für die Programmteilnahme interpretiert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass Landwirte eine generelle *Willingness-to-Accept* (WTA) für die Teilnahme an einem Weidemilchprogramm aufweisen. Sie fordern also keine Basisprämie je kg erzeugter Milch als Gegenleistung für ihre Teilnahme am Programm. Zudem wird deutlich, dass die WTA der Landwirte umso höher ist, je länger die vorgegebene Weideperiode in dem Weidemilchprogramm ist. Werden Fütterungsrestriktionen in das Programm aufgenommen, so führt insbesondere die Vorgabe, dass das Grundfutter nur aus Graserzeugnissen bestehen darf, zu einer signifikant höheren WTA. Weiterhin wird die Teilnahmebereitschaft von betriebs- und individuenspezifischen Charakteristika beeinflusst. Betriebe mit einer hohen Milchleistung je Kuh sowie einer großen Anzahl an Milchkühen haben signifikant höhere Zahlungsforderungen, als Betriebe mit geringerer Milchleistung und weniger Milchkühen. Auch die verfügbare Weidefläche determiniert die Bereitschaft der Landwirte zur Programmteilnahme. Je weniger Weidefläche zur Verfügung steht, desto höher ist ihre WTA.

Aus der deskriptiven Statistik des Samples geht hervor, dass mehr als die Hälfte der Teilnehmer nicht bereit sind, an einem Weidemilchprogramm teilzunehmen. Die generelle Teilnahmebereitschaft kann von Faktoren wie gebundenen Vermögenswerten und Opportunitätskosten bestimmt werden. Gebundene Vermögenswerte sind insbesondere für Betriebe relevant, die ihre Produktionssysteme auf eine Stallhaltung ohne Weidezugang ausgerichtet haben. Sofern die Integration der Weidehaltung standortbedingt überhaupt möglich ist, wird dies mit hohen Kosten für die Landwirte verbunden sein. Opportunitätskosten sind insbesondere für nicht-spezialisierte Milchviehbetriebe (z.B. Ackerbaubetriebe) und Betriebe mit begrenzter Verfügbarkeit von Weidefläche relevant, die weite Treibewege in Kauf nehmen und/oder Ackerfläche in Grünland umwandeln müssten. Diese Aspekte sind bei der Ergebnisinterpretation und der Ableitung von Implikationen aus den Ergebnissen dieses Beitrags, die im Folgenden dargestellt werden, zu berücksichtigen.

Die erste Implikation fokussiert auf das Ziel, dem Trend der abnehmenden Weidehaltung in Deutschland entgegenzuwirken (Reijs *et al.*, 2013). In diesem Zusammenhang ist es wichtig, die Weidehaltung für möglichst viele Milchviehbetriebe als attraktive Alternative

zu gestalten. Die Herausforderung besteht darin, die Programmteilnahme sowohl für kleine als auch für große Betriebe zugänglich zu machen. Für große Betriebe ist die vollständige Umstellung auf Weidehaltung jedoch auf Grund gebundener Vermögenswerte, potenzieller Einbußen bei der Milchleistung und erhöhtem Managementaufwand schwer zu realisieren. Die Bereitstellung flexibler Programmoptionen könnte eine vielversprechende Strategie sein, um es großen Betrieben zu ermöglichen, Weidegang einzuführen. So könnten Landwirte beispielsweise eine Preisprämie für den teilweisen Weidezugang erhalten, bei dem Weidegang für mindestens 25 Prozent der Milchkühe für mindestens 120 Tage obligatorisch ist (FrieslandCampina, 2017). Auf diese Weise haben auch Landwirte mit nur eingeschränktem Zugang zu Weideland die Möglichkeit, an einem Weidemilchprogramm teilzunehmen.

Eine weitere Implikation aus den Ergebnissen hat das Ziel, die Nachfrage der Verbraucher nach Weidemilch zu decken. In diesem Fall könnte es ausreichen, dass sich Weidemilchprogramme auf Betriebe mit geringeren Herdengrößen und geringerer Milchleistung fokussieren, für die es einfacher ist, eine Weidehaltung umzusetzen. Zukünftige Forschungsvorhaben sollten daher die Umsetzung spezialisierter Weidemilchprogramme untersuchen.

Hinsichtlich der Fütterungsvorschriften in Weidemilchprogrammen gilt es insbesondere, die Definition von Weidemilch zu konkretisieren und die Akzeptanz der Verbraucher für unterschiedliche Fütterungsstandards zu untersuchen. Dies ist dadurch bedingt, dass in Deutschland sowie auch in den meisten anderen europäischen Ländern der Weidezugang aufgrund klimatischer Gegebenheiten nicht das ganze Jahr über möglich ist. Somit kann faktisch nur in einem Zeitraum von Frühling bis Herbst Weidemilch produziert werden. Eine Konsequenz könnte daher sein, dass Landwirte nur im Sommer Weidemilch und im Winter z.B. Heumilch oder Milch, die nur aus Grünfutter hergestellt wird, verkaufen können. Da dies einen Wechsel vom ganzjährigen zum saisonalen Marketing bedeuten würde, würde der erwähnte Ansatz zu einem höheren Aufwand und steigenden Kosten auf der Produktionsebene und damit zu höheren Preisen für die Verbraucher führen. Außerdem könnte die Einführung von saisonaler Heumilch zu Verwirrung und Misstrauen bei den Verbrauchern führen. Die Analyse des Potenzials und der Grenzen der saisonalen Vermarktung von Weidemilch sowie die Akzeptanz unterschiedlicher Fütterungsstandards stellen daher wichtige Themen für die weitere Forschung dar.

Die Ergebnisse aus diesem Beitrag können in der zukünftigen Programmgestaltung berücksichtigt werden. Aus ihnen lassen sich wichtige Informationen über die Festlegung der Weidedauer, die Aufnahme von Fütterungsvorschriften und die Höhe der Bonuszahlungen ableiten. Zukünftige Forschungsarbeiten könnten die vorliegenden Ergebnisse validieren, indem sie das Experiment zu einem späteren Zeitpunkt wiederholen, um zu untersuchen, ob sich das Entscheidungsverhalten der Landwirte unter verschiedenen Marktbedingungen ändert. Zusätzlich könnten weitere Aspekte in das Experiment einbezogen werden, die sich auf die Präferenzen der Landwirte auswirken könnten. Dazu zählt z.B. die Messung der intrinsischen Motivation der Landwirte, Weidehaltung zu betreiben oder an Weidemilchprogrammen teilzunehmen. Darüber hinaus wäre es hilfreich, Weidemilchprogramme und Motive von Landwirten zu vergleichen, indem zusätzliche Experimente im internationalen Kontext durchgeführt werden, an denen Landwirte aus Regionen mit unterschiedlicher Verfügbarkeit und Möglichkeit zur Weidehaltung teilnehmen.

Im dritten Beitrag der Dissertationsschrift wird die Präferenz von Landwirten für die Nutzung von Glyphosat als Teil ihrer ackerbaulichen Strategie zur Bekämpfung von Unkräutern analysiert. Dieser Beitrag ergänzt die Literatur über die Messung des Entscheidungsverhaltens von Landwirten unter Verwendung von DCE, die es erlauben, Trade-offs zwischen verschiedenen Ackerbaustrategien sowie ihren Komponenten zu ermitteln. Ziel ist es, die ackerbauliche Bedeutung von Glyphosat aus Sicht der landwirtschaftlichen Unternehmer zu bewerten. Zur Auswertung des DCE hat ein *Generalized-Multinomial-Logit-Model in Preference-Space* Anwendung gefunden.

Die Ergebnisse zeigen, dass Landwirte nach der Rapsernte im Durchschnitt keine generelle Präferenz für die Verwendung von Glyphosat in Kombination mit Mulchsaat aufweisen. Jedoch führen ein hoher Unkrautdruck und das Auftreten spezifischer Problemunkräuter dazu, dass Landwirte den Einsatz von Glyphosat bevorzugen. Zudem wird die Entscheidung, Glyphosat zu verwenden, von der Betriebsgröße beeinflusst. Je mehr Ackerfläche auf dem Betrieb bewirtschaftet wird, desto höher ist auch die Präferenz für die Verwendung von Glyphosat. Dieses Ergebnis stützt die Erkenntnisse von Wiese *et al.* (2017), die einen gleichgerichteten Zusammenhang festgestellt haben. Dieser lässt sich dadurch erklären, dass mit steigender Betriebsgröße der Bedarf an qualifizierten

Arbeitskräften und die Abhängigkeit von Herbiziden zur zeitgerechten Unkrautbekämpfung ansteigt (Young, 2006).

Nach der Rapsernte bevorzugen die Landwirte die mechanische Unkrautbekämpfung gegenüber dem Einsatz selektiver Herbizide in der Vor- und Nachauflaufphase. Darüber hinaus erhöht das Auftreten von Unkrautresistenzen gegen selektive Herbizide die Präferenz der Landwirte für eine mechanische Unkrautbekämpfung.

Weiterhin wird die Entscheidung der Landwirte für eine Mulchsaatstrategie mit oder ohne Glyphosat von potentiellen Ertragseffekten der beiden Alternativen beeinflusst. Dabei haben Ertragseinbußen einen größeren Einfluss auf die Entscheidung der Landwirte als Ertragszuwächse. Diese Ergebnisse zeigen das Vorhandensein von Verlustaversion, was bedeutet, dass der Schmerz über einen Verlust stärker wiegt, als die Freude über einen gleichwertigen Gewinn (Kahneman and Tversky, 1982).

Die Ergebnisse des Beitrages weisen darauf hin, dass Landwirte die Verwendung von Glyphosat in der Fruchtfolge Winterweizen nach Raps als wichtigen Bestandteil ihrer ackerbaulichen Strategie beurteilen, der es ihnen erlaubt, das Auftreten von Unkräutern zu regulieren und insbesondere auf größeren Betrieben Arbeitszeit und –kosten einzusparen. Die Ergebnisse dieses DCE sind ein wichtiger Beitrag zur Bewertung der ackerbaulichen Bedeutung von Glyphosat und sollten in der Diskussion um ein potientiell Verbot dieses Wirkstoffs berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang sind aus den Ergebnissen dieses Beitrags vier Implikationen für die Politik und Forschung abzuleiten.

Die erste Politikimplikation bezieht sich auf die zukünftige Zulassungsverlängerung von Glyphosat. Politische Entscheidungsträger sollten den ackerbaulichen Wert von Glyphosat bei ihrer Entscheidung berücksichtigen, da dieser Wirkstoff es den Landwirten ermöglicht, Unkräuter und Ausfallraps effizient zu kontrollieren. Die Ergebnisse des Beitrags zeigen die Bedeutung von Glyphosat für die Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz, bei denen selektiv-wirkende Herbizide auf Grund von Herbizidresistenzen kaum noch wirksam sind (Heap, 1997; Heap, 2014). Darüber hinaus sind mögliche Ertragseffekte von Glyphosat bei der Entscheidung über die zukünftige Zulassung von Glyphosat zu berücksichtigen. Daher wird die Durchführung konsistenter Feldversuche für die zukünftige Forschung empfohlen.

Die zweite Implikation bezieht sich auf die Verwendung von selektiv wirkenden Herbiziden. Bei hohem Unkrautdruck ist die Verwendung von Herbiziden zur Unkrautbekämpfung als eine effektive und ökonomische Strategie zu bewerten. Da gegen

einige Wirkstoffe von selektiv wirkenden Herbiziden bereits Herbizidresistenzen bestehen (Llewellyn *et al.*, 2002), wird empfohlen, die Forschung und Zulassung innovativer Wirkstoffe zu fördern.

Die dritte Implikation bezieht sich auf die externen Effekte des Herbizideinsatzes. Mögliche negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die Ökosysteme und die Stabilität der landwirtschaftlichen Systeme müssen geklärt und vermieden werden. Es wird vorgeschlagen, Strategien zu entwickeln, die einen effektiven, aber bedenkenlosen Einsatz von Herbiziden ermöglichen. Dies beinhaltet einen effektiven Wissenstransfer und eine Sensibilisierung für einen angemessenen Herbizideinsatz. Die Fokussierung auf Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes stellt in diesem Zusammenhang einen wichtigen Ansatz dar.

Die vierte Implikation bezieht sich auf die Analyse der Verwendung von Glyphosat in weiteren Fruchtfolgen. In diesem Beitrag lag der Fokus auf der Fruchtfolge Winterweizen nach Raps. Da die Attribute und ihre Ausprägungen im DCE von der Fruchtfolge abhängig sind, war es aus Komplexitätsgründen (Lancsar and Louviere, 2008) nicht möglich, Landwirte mit mehr als einer Fruchtfolge zu konfrontieren. Daher wird für zukünftige Forschungsarbeiten vorgeschlagen, den Glyphosateinsatz in weiteren Fruchtfolgen zu analysieren.

Im vierten Beitrag wurde mithilfe eines DCE die Bereitschaft deutscher Landwirte analysiert, Pflanzenschutzmittel vom Onlinehändler zu beziehen. Für die Analyse der im DCE gewonnenen Daten wurde ein *Generalized-Multinomial-Logit-Model in Willingness-to-Accept-Space* angewendet. Diese Methode erlaubt es, die Resultate aus der Modellschätzung direkt als geforderte Preisrabatte der Landwirte zu interpretieren. Voraussetzung dafür ist die Berücksichtigung einer Preisvariablen im DCE, die in diesem Beitrag durch einen Preisrabatt, den Landwirte für den Händlerwechsel erhalten, repräsentiert wird. Die so ermittelte WTA hat gezeigt, dass Landwirte bereit sind, zu einem Online-Händler zu wechseln, wenn ihnen ein deutlicher Preisnachlass gewährt wird. Die Mund-zu-Mund-Propaganda und die Beratung über traditionelle Medien haben jedoch keinen Einfluss auf die WTA von Landwirten für den Wechsel zu einem Onlinehändler. Im Gegensatz dazu besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Lieferzeit, also dem Zeitraum von der Bestellung bis zum Erhalt des Produktes, und dem geforderten

Preisrabatt für den Wechsel zum Onlinehändler. Je länger die Lieferzeit, desto höher ist die WTA der Landwirte. Ein gleichgerichteter Zusammenhang konnte auch zwischen der Risikoaversion und der WTA identifiziert werden. Das bedeutet, dass risikoaverse Landwirte eine höhere WTA besitzen, als risikosuchende Landwirte. Frühere Online-Shopping-Erfahrungen und ein hoher Bildungsabschluss reduzieren hingegen die WTA für den Online-Einkauf. Anders als die Literatur erwarten ließ, haben das Alter und die Betriebsgröße keinen Einfluss auf die WTA der Landwirte im E-Commerce-Bereich.

Die Ergebnisse des Beitrags weisen darauf hin, dass in erster Linie Faktoren wie die Vertrauensbildung, Servicequalität und pünktliche Lieferung die Wechselbereitschaft von Landwirten zu einem Onlinehändler beeinflussen. Daraus ergibt sich die Empfehlung, dass sich Onlinehändler im Vertrieb von Betriebsmitteln auf diese Determinanten fokussieren sollten. Zudem können E-Commerce-Schulungen und Preisnachlässe zur Motivation von Erstkäufen beitragen, da Landwirte, die bereits Erfahrungen im E-Commerce gesammelt haben, eine geringere WTA aufgewiesen haben. E-Commerce-Schulungen könnten beispielsweise in die Ausbildung der Landwirte integriert werden.

Die Ergebnisse liefern wertvolle Einblicke in das E-Commerce-Verhalten der deutschen Landwirte und erweitern die bisher eher anekdotischen Belege für die geringe Verbreitung des Online-Handels in der deutschen Landwirtschaft. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse den Bedarf an weiterer Forschung zum Thema E-Commerce, das sich als sehr vielfältig beschreiben lässt. Einerseits könnte die Akzeptanz von Labels durch die Landwirte als Vertrauensbasis für den E-Commerce in zukünftigen Beiträgen analysiert werden. Andererseits könnte auch das Online-Verkaufsverhalten der Landwirte ein interessantes Feld sein, das es zu erforschen gilt, insbesondere mit Fokus auf die Direktvermarktung. Da es keine Daten über die tatsächlichen Onlineeinkäufe oder -verkäufe von Landwirten gibt, sind Befragungen und experimentelle Ansätze ein nützliches Instrument zur Analyse des Entscheidungsverhaltens von Landwirten. Führt eine Ausweitung des Onlinehandels zukünftig zu einer verlässlichen Datenbasis über das E-Commerce-Verhalten der Landwirte, wäre es sinnvoll, die experimentellen Ergebnisse mit empirischen Daten zu validieren. Zudem sollte betrachtet werden, ob weitere Methoden zur Messung der Risikoeinstellung, die über die hier verwendete Messung der Selbsteinschätzung hinausgehen, zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Auf Grund der Komplexität von DCE sowie auch der weiterführenden experimentellen Methoden zur Risikoeinschätzung wurde in diesem Beitrag die Methode der Selbsteinschätzung gewählt.

Jedoch wird die Verwendung von experimentellen Methoden zur Risikoeinschätzung im Vergleich zu psychometrischen Modellen, bei der die Risikoeinstellung direkt abgefragt wird, als objektiver beschrieben.

Abschließend ist festzuhalten, dass die Anwendung von DCE zur Identifikation der Präferenzen und damit des Entscheidungsverhaltens von landwirtschaftlichen Unternehmern zunehmend Verbreitung findet. Mit jedem der in dieser Dissertationsschrift enthaltenen Beiträge werden neue Entscheidungssituationen beleuchtet und somit das Verständnis über das Entscheidungsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer vertieft. Zudem liefern die einzelnen Beiträge Anknüpfungspunkte für zukünftige Forschungsarbeiten.

Literatur

- Bock, B. B. and van Huik, M. M. (2007). Animal welfare: The attitudes and behaviour of European pig farmers. *British Food Journal* 109(11): 931–944.
- Bornett, H. L. I., Guy, J. H. and Cain, P. J. (2003). Impact of animal welfare on costs and viability of pig production in the UK. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 16(2): 163–186.
- FrieslandCampina (2017). Geschäftsbericht 2016. Amersfoort, Niederlande.
- Gocsik, É., van der Lans, Ivo A., Lansink, A. G. O. and Saatkamp, H. W. (2016). Elicitation of preferences of Dutch broiler and pig farmers to support decision making on animal welfare. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 76: 75–86.
- Gourmelen, C., Salaun, Y. and Rousseau, P. (2000). Economic incidence of possible future regulations regarding the welfare of intensively kept pigs on pig meat cost in France. *51st Annual Meeting of the European Association for Animal Production (The Hague)*.
- Heap, I. M. (1997). The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide. *Pesticide Science* 51(3): 235–243.
- Heap, I. M. (2014). Herbicide resistant weeds: In: Pimentel, D. and Peshin, R. (eds.). *Integrated Pest Management*. Springer, Dordrecht: 281–301.
- Hess, S., Bolos, L. A., Hoffmann, R. and Surry, Y. (2014). Is animal welfare better on small farms? Evidence from veterinary inspections on Swedish farms. *2014 International Congress, August 26-29, 2014, Ljubljana, Slovenia*: 1–13.
- Hubbard, C., Bourlakis, M. and Garrod, G. (2007). Pig in the middle: Farmers and the delivery of farm animal welfare standards. *British Food Journal* 109(11): 919–930.
- Kahneman, D. and Tversky, A. (1982). The Psychology of Preferences. *Scientific American* (246): 160–173.
- Lancsar, E. and Louviere, J. (2008). Conducting discrete choice experiments to inform healthcare decision making. *Pharmacoeconomics* 26(8): 661–677.
- Meyer-Hamme, S. (2016). Zusammenhang zwischen Bestands-, Gruppengröße und Indikatoren des Tierwohls in der konventionellen Schweinemast. Dissertationsschrift, Georg August Universität Göttingen.

- Reijs, J. W., Daatselaar, C. and Helming, J. (2013). *Grazing dairy cows in North-West Europe: Economic farm performance and future developments with emphasis on the Dutch situation*. The Hague: LEI Wageningen UR.
- Wiese, A., Schulte, M., Theuvsen, L. and Steinmann, H.-H. (2017). Interactions of glyphosate use with farm characteristics and cropping patterns in Central Europe. *Pest Management Science*.
- Young, B. G. (2006). Changes in herbicide use patterns and production practices resulting from glyphosate-resistant crops. *Weed Technology* 20(2): 301–307.

Publikationsliste

Beiträge in referierten wissenschaftlichen Zeitschriften:

Sauthoff, S.; Mußhoff, O.; Danne, M.; Anastassiadis, F. (2016). Sugar beet as a biogas substrate? A discrete choice experiment for the design of substrate supply contracts for German farmers. *Biomass and Bioenergy* 90, 163–172.

Danne, M; Mußhoff, O. (2017): Analysis of farmers' willingness to participate in pasture grazing programs: Results from a discrete choice experiment with German dairy farmers, *Journal of Dairy Science* 100, 7569-7580.

Diskussionspapiere:

Sauthoff, S., Danne, M., Mußhoff, O. (2017): To switch or not to switch? – Understanding German consumers' willingness to pay for green electricity tariff attributes, *Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August Universität Göttingen*, Diskussionspapier Nr. 1707, Göttingen.

Danne, M; Mußhoff, O. (2018): Producers' valuation of animal welfare practices: Does herd size matter?, *Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August Universität Göttingen*, Diskussionspapier Nr. 1801, Göttingen.

Danne, M.; Mußhoff, O.; Schulte, M. (2018): Analysing the importance of glyphosate as part of agricultural strategies – a discrete choice experiment, *Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August Universität Göttingen*, Diskussionspapier Nr. 1802, Göttingen.

Fecke, W.; Danne, M; Mußhoff, O. (2018): E-commerce in agriculture – The case of crop protection product purchases in a discrete choice experiment, *Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August Universität Göttingen*, Diskussionspapier Nr. 1803, Göttingen.

Erklärung über den geleisteten Eigenanteil der Arbeit

Hiermit erkläre ich den von mir geleisteten Anteil an den in die Dissertationsschrift aufgenommenen Beiträgen.

In dem ersten Beitrag mit dem Titel **„Producers’ valuation of animal welfare practices: Does herd size matter?“**, der in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff verfasst wurde, sind folgende Bereiche von mir übernommen worden: konzeptionelle Entwicklung des Beitrags in enger Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff. Datenerhebung, Durchführung der Berechnungen, Interpretation der Ergebnisse und Verfassen des Beitrags unter der Beratung von Prof. Dr. Oliver Mußhoff.

Im zweiten Beitrag mit dem Titel **„Analysis of farmers’ willingness to participate in pasture grazing programs: Results from a discrete choice experiment with German dairy farmers“**, der in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff verfasst wurde, sind folgende Bereiche von mir übernommen worden: konzeptionelle Entwicklung des Beitrags in enger Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff. Datenerhebung, Durchführung der Berechnungen, Interpretation der Ergebnisse und Verfassen des Beitrags unter der Beratung von Prof. Dr. Oliver Mußhoff.

Im dritten Beitrag mit dem Titel **„Analysing the importance of glyphosate as part of agricultural strategies – a discrete choice experiment“**, der in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff und Herrn Dr. Michael Schulte verfasst wurde, sind folgende Bereiche von mir übernommen worden: konzeptionelle Entwicklung des Beitrags in enger Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff und Herrn Dr. Michael Schulte. Alleiniges Erstellen des Experimentdesigns, Durchführung der Berechnungen und Interpretation der Ergebnisse in enger Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff. Verfassen des Beitrags unter der Beratung von Herrn Prof. Dr. Oliver Mußhoff und Herrn Dr. Michael Schulte.

Im vierten Beitrag mit dem Titel **„E-commerce in agriculture – The case of crop protection product purchases in a discrete choice experiment“**, der in Zusammenarbeit mit Herrn Wilm Fecke und Prof. Dr. Oliver Mußhoff verfasst wurde, sind folgende Bereiche von mir übernommen worden: beratende Funktion bei der Konzeption und

Erklärung über den geleisteten Eigenanteil der Arbeit

Durchführung des Experiments, alleiniges Erstellen des Experimentdesigns, Durchführung der Berechnungen und Interpretation der Ergebnisse in enger Zusammenarbeit mit Herrn Wilm Fecke und Herrn Prof. Oliver Mußhoff. Beratende Funktion beim Verfassen des Beitrags.

Eidesstattliche Erklärungen

Hiermit erkläre ich eidesstattlich, dass:

1. diese Arbeit weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits anderen Prüfungsbehörden vorgelegen hat.
2. ich mich an keiner anderen Hochschule um einen Doktorgrad beworben habe.

Göttingen, den.....

.....

(Unterschrift)

Hiermit erkläre ich eidesstattlich, dass diese Dissertation selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt wurde.

Göttingen, den

.....

(Unterschrift)