

AUS DEM INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE INFORMATIK

(PROF. DR. MED. O. RIENHOFF)

DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

*NUTZUNG UND AKZEPTANZ
KLINISCHER ENTSCHEIDUNGSUNTER-
STÜTZUNGSSYSTEME – ENTWURF
EINES MODELLS FÜR DIE
MEDIZINISCHE LEHRE*

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES

DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER

GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT ZU GÖTTINGEN

VORGELEGT VON

ANNIKA CHRISTINA PERLICH

AUS

FRANKFURT AM MAIN

GÖTTINGEN 2021

Dekan: Prof. Dr. med. W. Brück

Betreuungsausschuss

Betreuer: Prof. Dr. med. O. Rienhoff

Ko-Betreuer: Prof. Dr. med. G. Hasenfuß

Prüfungskommission

Referent/in: Prof. Dr. med. O. Rienhoff

Ko-Referent/in: Prof. Dr. A. C. Hauschild

Drittreferent/in: Prof. Dr. T. Meyer

Datum der mündlichen Prüfung: 12.05.2022

Hiermit erkläre ich, die Dissertation mit dem Titel „Nutzung und Akzeptanz klinischer Entscheidungsunterstützungssysteme – Entwurf eines Modells für die medizinische Lehre“ eigenständig angefertigt und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben.

Göttingen, den 14.05.2021

(Annika Christina Perlich)

DOI: 10.53846/goediss-9208
<https://doi.org/10.53846/goediss-9208>

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	viii
Tabellenverzeichnis	ix
Abkürzungsverzeichnis	x
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Klinische Entscheidungsunterstützungssysteme (CDSS)	2
1.2.1 Definition	2
1.2.2 Klinische Entscheidungsprozesse	3
1.2.3 Entwicklungsgeschichte	4
1.2.4 Statistische und informatische Ansätze	6
1.2.5 Anwendungsszenarien	8
1.3 Lehre zu CDSS in der medizinischen Ausbildung	12
1.4 Ziele und Leitfragen der Arbeit	13
2 Material und Methoden	14
2.1 Literaturrecherche zu Anwendungen und Akzeptanz von CDSS	14
2.1.1 Suchstrategie	14
2.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien	14
2.1.3 Datenextraktion und -präsentation	15
2.2 Feldbeobachtung	15
2.2.1 Feldbeobachtung als qualitative Forschungsmethode	15
2.2.2 Feldbeobachtung an drei Krankenhäusern	16
2.3 Entwurf eines Moduls für die medizinische Lehre	17
2.3.1 Vorgehensweise der Modulkonzeption	17
2.3.2 Bedarfsanalyse	18
2.3.3 Blended Learning als didaktischer Ansatz	18
2.3.4 Integration in die HiGHmed-Lehre	19
2.3.5 Das Softwareprodukt Ada für das praktische Training	20
2.3.6 Bloom'sche Taxonomie zur Definition der Lernziele	20
2.3.7 Organisation und Aufbau des CDSS-Lehremoduls	21
2.3.8 Durchführung eines Testlaufs	22
2.3.9 Evaluation des Testlaufs	26

3	Ergebnisse	29
3.1	Auswertung der Literaturrecherche	29
3.1.1	Analyse der Literatur zu CDSS	29
3.1.2	Charakteristika der CDSS-Studien	30
3.1.3	Darstellung der Akzeptanzprobleme von CDSS	32
3.1.4	Zusammenfassende Analyse	37
3.2	Auswertung der Feldbeobachtungen	40
3.2.1	Schweizer Krankenhaus mit erweiterter Grundversorgung . .	40
3.2.2	Kenianisches Krankenhaus im ressourcenlimitierten Setting .	44
3.2.3	Deutsches Krankenhaus der Regelversorgung	47
3.2.4	Zusammenfassende Analyse	49
3.3	Entwurf eines CDSS-Moduls für die medizinische Lehre	51
3.3.1	Bedarfsanalyse	51
3.3.2	Relevante Ergebnisse aus Literaturrecherche und Feldbeobach- tungen für die Modulkonzeption	52
3.3.3	Definition der Lernziele	53
3.4	Evaluation des Testlaufs	54
3.4.1	Beschreibung der Teilnehmer	54
3.4.2	Auswertung der Eingangsbefragung	55
3.4.3	Auswertung der Abschlussbefragung	57
3.4.4	Auswertung des Trainingslabors	59
4	Diskussion und Ausblick	64
4.1	Literaturrecherche und Feldbeobachtungen	64
4.1.1	Bewertung und Vergleich der Ergebnisse	64
4.1.2	Limitationen	71
4.2	Entwurf und Testung eines CDSS-Moduls für die medizinische Lehre	72
4.2.1	Erfahrungen mit dem Blended-Learning-Ansatz	72
4.2.2	Modulkonzeption und -durchführung	74
4.2.3	Teilnehmer des Testlaufs	78
4.2.4	Bewertung der Ergebnisse des Testlaufs	79
4.2.5	Beurteilung des Lernerfolgs	81
4.2.6	Testverfahren und Auswertung	83
4.2.7	Aufnahme der Thematik in das medizinische Curriculum . .	84
4.3	Ausblick und Bilanz	87
5	Zusammenfassung	91

Inhaltsverzeichnis

6	Anhang	93
6.1	Glossar	93
6.2	Charakteristika der CDSS-Akzeptanzstudien	98
6.3	CDSS-Lehremodul: Unterlagen	115
6.3.1	Einführungspodcast	115
6.3.2	Ablauf des Trainingslabors	115
6.3.3	Ressourcen des Trainingslabors	117
6.3.4	Informationen zur Teilnahme am Test des „CDSS-Moduls“	119
6.3.5	Einwilligungserklärung der Testteilnehmer	120
6.3.6	Eingangsfragebogen	120
6.3.7	Abschlussfragebogen	120
7	Literaturverzeichnis	125

Abbildungsverzeichnis

1.1	Modell eines Expertensystems	6
1.2	Modell eines neuronalen Netzes	8
2.1	Lernzieltaxonomie nach Bloom (1976)	21
2.2	Zielgruppenorientierte Gliederung des CDSS-Moduls	22
2.3	Schematischer Ablauf der Testdurchführung des CDSS-Moduls . . .	23
2.4	Übersichtsgrafik zum Ablauf des Trainingslabors	25
3.1	Häufigkeit von CDSS-Akzeptanzstudien in den Jahren 2000-2019 . .	31
3.2	Häufigkeit von CDSS-Akzeptanzstudien in unterschiedlichen euro- päischen Ländern in den Jahren 2000-2019	32
3.3	Häufigkeit verschiedener CDSS-Anwendungen in den Akzeptanzstudien aus den Jahren 2000-2019	33
3.4	Die zehn häufigsten Akzeptanzprobleme aller Studien zu ambulanten CDSS	34
3.5	Interoperabilität als Akzeptanzfaktor von CDSS	38
3.6	Die zehn häufigsten Akzeptanzprobleme aus CDSS-Studien der USA	39
3.7	Die zehn häufigsten Akzeptanzprobleme afrikanischer CDSS-Studien	39
6.1	Gliederung des Einführungs podcasts	115
6.2	Eingangsfragebogen	121
6.3	Abschlussfragebogen	123

Tabellenverzeichnis

2.1	Arbeitsphasen und -schritte der Modulkonzeption	17
3.1	Definiton der Lernziele für ein CDSS-Modul für Medizinstudierende	53
3.2	Auswertung der Eingangsbefragung	55
3.3	Selbsteinschätzung der Teilnehmer in der Eingangsbefragung	56
3.4	Auflistung von den Teilnehmern in der Eingangsbefragung genannter CDSS-Anwendungsbeispiele	57
3.5	Auswertung der Abschlussbefragung	57
3.6	Selbsteinschätzung der Teilnehmer in der Abschlussbefragung	60
3.7	Auflistung von den Teilnehmern in der Abschlussbefragung genann- ter CDSS-Anwendungsbeispiele	60
6.1	Definition der Studiencharakteristika der Studien zu Akzeptanzpro- blemen von CDSS aus den Jahren 2000-2019	98
6.2	Beschreibung der Studien zu Akzeptanzproblemen von CDSS aus den Jahren 2000-2019	101
6.3	Raumausstattung, materielle und personelle Ressourcen des Trainings- labors	117

Abkürzungsverzeichnis

Ada	Ada Health GmbH
CDSS	<i>clinical decision support system</i> (klinisches Entscheidungsunterstützungssystem)
CHW	<i>community health worker</i>
CPOE	<i>computerized provider order entry</i> (elektronische Arzneimittelverordnung)
DDSS	<i>diagnostic decision support system</i> (diagnostisches Entscheidungsunterstützungssystem)
EPA	Elektronische Patientenakte
ePA-AC	Ergebnisorientiertes PflegeAssessment AcuteCare
GMDS	Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie
HELAM	Hexagonal E-Learning Assessment Model
IT	Informationstechnologie
KI	Künstliche Intelligenz
KIS	Krankenhausinformationssystem
MI	Medizinische Informatik
MPG	Medizinproduktegesetz
NDA	<i>non disclosure agreement</i> (Vertraulichkeitsvereinbarung)
NKLM	Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin
PEF	Partizipative Entscheidungsfindung
WEBLEI	Web-Based Learning Environment Instrument

1

Einleitung

1.1 Problemstellung

„Können nicht Computersysteme, die etwas von Medizin verstehen, dabei helfen, schnellere und bessere medizinische Entscheidungen zu treffen?“ (Spreckelsen und Spitzer 2008). Klinische Entscheidungsunterstützungssysteme (CDSS) können Ärzte in vielen Aspekten der Patientenversorgung unterstützen. Schon in den 1950er Jahren gab es erste Anwendungen; seitdem wurden unterschiedliche Systemtypen entwickelt, die in Feldtests zum Einsatz gekommen sind (Greenes 2014b).

Die Bedeutung klinischer Entscheidungsunterstützung steigt vor dem Hintergrund der immer differenzierter werdenden Präzisionsmedizin. Durch das rasante Wachstum gesundheitsrelevanter Daten durch technologische Errungenschaften, z. B. neue Bildgebungsverfahren, Genomsequenzierung, bessere Sensorik oder die Nutzung von Smartphone-Apps oder Wearables durch Patienten, nimmt die Bedeutung von Softwarelösungen zur Optimierung der klinischen Entscheidungen stetig zu (Berner und La Lande 2016; Spreckelsen und Spitzer 2008; Hüsing 2010). Gleichzeitig besteht ein höherer Bedarf an qualitativ hochwertiger medizinischer Versorgung durch eine alternde Bevölkerung und Zunahme chronischer Erkrankungen (Greenes 2014b; Breuer 2015). In den 1950er Jahren war die Anzahl der bekannten und diagnostizierbaren Krankheiten noch sehr begrenzt. Heute lassen sich die diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten nicht mehr ohne Weiteres aufzählen und miteinander vergleichen (Hunink et al. 2014). Die Datenvielfalt hat das Potenzial, auf Patienten maßgeschneiderte diagnostische, therapeutische und prognostische Entscheidungen zu treffen (Gök und Rienhoff 2010; Hüsing 2010). Die Datenanalyse und -verarbeitung ist aber zeitaufwändig und wissensintensiv, sodass für Ärzte die Herausforderung steigt unter Zeitdruck schwierige Diagnosen sicher zu treffen (Greenes 2014b). Gerade bei seltenen Erkrankungen ist die Diagnosefindung häufig ein langwieriger Prozess (Blöß et al. 2017). In den letzten Jahren ist es zu einer breiten Nutzung Künstlicher Intelligenz (KI) in vielen Bereichen des täglichen Lebens gekommen; ihr Einsatz wird auch in der Medizin propagiert (Sonntag 2019; Greenes

2014b). CDSS stellen eine wichtige Anwendungsform von KI im medizinischen Bereich dar. Ohne Unterstützung durch KI-Systeme wird die Komplexität und Größenordnung medizinischer Daten zukünftig nicht mehr zu bewältigen sein. Gerade bei der Bilderkennung, Mustererkennung oder der Analyse großer Datenmengen ist KI dem menschlichen Experten überlegen und könnte das medizinische Personal entlasten (Gök und Rienhoff 2010; Mankowitz 2018). Diagnostische Entscheidungsunterstützungssysteme (DDSS) haben das Potenzial, Ärzte bei der Differentialdiagnostik und dem Erkennen seltener Erkrankungen zu unterstützen (Spooner 2016).

Trotz nachgewiesener Vorteile durch Implementation von CDSS haben sich die meisten, der seit den 1950er Jahren entwickelten Anwendungen, nicht durchsetzen können. Gründe für die schlechte Akzeptanz sind vielgestaltig und vor allem in der schlechten Einbindung der Systeme in die Arbeitsprozesse und der fehlenden Ausbildung der Nutzer zu finden (Shortliffe und Sepúlveda 2018).

Durch die Nutzung von CDSS im klinischen Alltag zeigen sich bereits jetzt schon veränderte Anforderungen an das Gesundheitssystem und die Ausbildung des medizinischen Personals. Ärztliche Arbeitsprozesse, die Interaktion im Behandlungsteam sowie die Zusammenarbeit mit Patienten verändern sich (Junge 2010). Medizinstudierende sind unzureichend auf die Veränderungen ihrer zukünftigen Arbeit vorbereitet. Theoretische und praktische Grundlagen von CDSS müssen in das medizinische Curriculum aufgenommen werden.

1.2 CDSS

1.2.1 Definition

CDSS sind Softwaresysteme, die medizinische Entscheidungen unterstützen. Shortliffe, ein Pionier auf dem Gebiet der klinischen Entscheidungsunterstützung durch KI, definierte CDSS wie folgt: „A CDS is any computer program designed to help health professionals make clinical decisions“ (Shortliffe 1990). Diese Definition ist sehr weit gefasst und könnte das farbige Markieren auffälliger Laborwerte bis hin zu komplexen digitalen Zwillingsmodellen umfassen. Osheroff et al. (2005) beschreiben CDSS als die Ausgabe patientenspezifischer Empfehlungen zu einem geeigneten Zeitpunkt. CDSS verarbeiten mit unterschiedlichen Mechanismen fallbezogen Patientendaten; es gibt diverse klinische Anwendungen (Berner und La Lande 2016; Wong et al. 2000). Von reinen Informationssystemen oder Datenbanken, die der Bereitstellung und Speicherung medizinischer Daten dienen, werden CDSS durch die Präsentation zielgerichteten, patientenspezifischen Wissens abgegrenzt. Durch die

Bereitstellung entscheidungsrelevanten Wissens verbessern CDSS die Gesundheitsversorgung (Berner und La Lande 2016; Kawamoto et al. 2005). Zunehmend kommen auch Systeme zum Einsatz, die große Datensätze auswerten, die infolge ihrer Komplexität für das medizinische Personal ohne Unterstützung nicht verfügbar oder nutzbar wären (Sutton et al. 2020). Der Teil „Unterstützung“ im Namen steht dafür, dass die überwiegende Mehrheit der Systeme unterstützend arbeitet. Das heißt, eine Entscheidung wird durch den Nutzer – unterstützt durch die Ergebnisse des CDSS – getroffen. Zu den Nutzern werden u.a. medizinisches Fachpersonal (Ärzte, Pflegekräfte, etc.) und Patienten gezählt. Eine autonome Umsetzung der Entscheidung durch das System selbst im Sinne von Closed-Loop-Anwendungen ist selten und am ehesten in der Intensiv- und Notfallmedizin zu finden (Greenes 2014b).

1.2.2 Klinische Entscheidungsprozesse

Die Analyse von klinischen Entscheidungsprozessen ist relevant für die Entwicklung und Nutzung maschineller Entscheidungsunterstützung (Ledley und Lusted 1959). Owens und Sox (1990) stellen klinische Entscheidungsprozesse als Kernelement der ärztlichen Arbeit dar. Im englischsprachigen Raum werden ärztliche Denkprozesse unter Clinical Reasoning zusammengefasst. Wörtlich übersetzt bedeutet das klinische Schlussfolgern; die Bedeutung von Clinical Reasoning ist aber weitreichender. Alle kognitiven Vorgänge – Denk-, Entscheidungs- und Handlungsprozesse – die sich im klinischen Kontext auf die Probleme eines Patienten beziehen, werden damit umfasst (Higgs et al. 2008). Auch andere Gesundheitsberufe, z. B. Pflege oder Physiotherapie, setzen sich mit Clinical Reasoning auseinander (Klemme et al. 2014).

Die klinische Entscheidungsfindung ist ein komplexer Prozess. Häufig müssen Entscheidungen zwischen wechselnden Auswahlmöglichkeiten, bei nicht umfassender Datenlage und unsicherem Outcome getroffen werden (Owens und Sox 1990). Zusätzlich haben klinische Entscheidungen meistens bedeutende Konsequenzen und Zielkonflikte (Hunink et al. 2014). Traditionell haben Ärzte nach einem paternalistischen Modell Entscheidungen für den Patienten getroffen, heute rückt die partizipative Entscheidungsfindung (PEF) in den Vordergrund (Junge 2010; Bieber et al. 2016).

Lusted (1968) unterteilt klinische Entscheidungssituationen in drei Kategorien: sichere, unsichere und Notfallsituationen. Im Regelfall sind medizinische Entscheidungen unsicher. In Notfallsituationen kommen eine hohe Dringlichkeit und häufig ein hohes Risiko für den Patienten hinzu (Lusted 1968). Auch durch technischen Fortschritt und eine Vielzahl verfügbarer Informationen lässt sich die Unsicherheit

nicht verringern (Beresford 1991). Es kann z. B. nicht jede mögliche Diagnose ausgeschlossen werden, ohne dem Patienten durch die erforderlichen Tests unnötig Schaden zuzufügen (RA Miller und Geissbuhler 1999).

Beresford (1991) nennt drei Quellen für die Unsicherheit medizinischer Entscheidungen: Erstens beschreibt er die technische Unsicherheit, ob alle für die Entscheidung relevanten Informationen zur Verfügung stehen. Zweitens nennt er die persönliche Unsicherheit von Ärzten bezüglich der Patientenwünsche. Durch die entstehende Bindung zum Patienten sind die Ärzte keine unabhängigen Beobachter mehr. Auch können die Ziele der an der Entscheidung Beteiligten miteinander in Konflikt stehen. Drittens zeigt er die konzeptionelle Unsicherheit auf, da abstrakte Kriterien auf einen konkreten Patientenfall angewandt werden müssen.

Mit dem analytisch-deduktiven Prozess der Diagnosefindung wurde versucht, den Prozess der Diagnosestellung zu modellieren. Auf eine klinische Fallpräsentation folgen wiederholt die Datenerhebung und das Aufstellen von Verdachtsdiagnosen (Hypothesen). Am Ende erfolgen die Überprüfung der Verdachtsdiagnose und die Diagnosestellung (Gäbler 2017; Greenes 2014c).

Zur weiteren Analyse und Formalisierung klinischer Entscheidungen wurden unterschiedliche Modelle entwickelt. Beispielsweise beschreiben Hunink et al. (2014) als systematischen Ansatz für die Modellierung von Entscheidungen das PROACTIVE-Modell, das vom Prozess der Wissensverarbeitung nach Waterman und Durkin abgeleitet wurde. Diese strukturierte Entscheidungsanalyse kann in klinische Algorithmen umgesetzt werden, die wiederum als Grundlage für die Entwicklung von CDSS dienen können.

1.2.3 Entwicklungsgeschichte

Seit den 1940er Jahren haben Computer im Rahmen einer rasanten Hardwareentwicklung in weniger als einem halben Jahrhundert die Welt verändert (van Bommel und McCray 2016). Die Computerentwicklung hat sich auf alle klinischen Bereiche ausgewirkt und stellt für CDSS eine wesentliche Grundlage dar. Schon 1954 beschrieb Nash einen Apparat zur Unterstützung der Diagnosefindung. Er entwickelte eine „mechanische Tabelle“ zur diagnostischen Unterstützung der Ärzte, da ein Buch die komplexen Verknüpfungen zwischen verschiedenen Symptomkonstellationen und der zugrundeliegenden Erkrankung nicht mehr darstellen könnte (Nash 1954).

Wright und Sittig (2008) beschreiben vier Phasen in der Entwicklung von CDSS. In den Anfängen, seit den 1950er Jahren, wurden vorrangig Standalone-Systeme für diagnostische Zwecke entwickelt. Diese Systeme arbeiteten von anderen Systemen

1 Einleitung

unabhängig und erforderten die Dateneingabe des Nutzers, um zu einer Diagnose zu gelangen. Zu dieser Zeit wurden Computer als Rechenmaschine gesehen, vor allem um Wahrscheinlichkeiten zu kalkulieren, sodass diese frühen Systeme überwiegend mit Bayesscher Logik arbeiteten. Es wurden erste Versuche unternommen, Teile des Gesundheitssystems – beginnend mit der Labormedizin – zu automatisieren (Greenes 2014b). In der Kardiologie gab es erste Versuche, EKGs automatisiert auszuwerten (Schläpfer und Wellens 2017; Rienhoff 1975). Anfang der 1970er Jahre begann die Weiterentwicklung der KI, das Feld der Medizinischen Informatik (MI) – inklusive der klinischen Entscheidungsunterstützung – zu beeinflussen (Wright und Sittig 2008). So wurde 1975 im Rahmen einer ersten KI-Welle das System MYCIN zur Diagnostik von Meningitiden und bakteriellen Infektionen des Blutes an der Stanford University entwickelt (Spooner 2016). Zu dieser Zeit wurden Software-Applikationen eher skeptisch betrachtet und wenig genutzt. Eine Weiterentwicklung wurde durch allgemeine Akzeptanz und Nutzung von Computern in der Gesellschaft begünstigt. Von MYCIN ausgehend wurden in den 1980er Jahren klassische Expertensysteme mit regelbasiertem Ansatz entwickelt (Shortliffe 1990). MYCIN zeichnete sich durch die Trennung der Wissensbasis von der Inferenzmaschine aus (Spreckelsen und Spitzer 2008). Nachfolgend wurden in den 1980er Jahren weitere Systeme zur Diagnoseunterstützung entwickelt, z. B. INTERNIST oder DXplain (Wright und Sittig 2008; Rodriguez-Loya und Kawamoto 2016).

In der zweiten Phase (seit den 1960er Jahren) kamen integrierte Systeme zum Einsatz. Damit sollten Probleme der Standalone-Systeme, z. B. der hohe Zeitaufwand der zusätzlichen Dateneingabe, reduziert werden. Die Systeme wurden mit bestehenden Krankenhaussystemen, z. B. der elektronischen Patientenakte (EPA) oder elektronischer Verordnung, verknüpft. Nutzer konnten aktiv auf ein Problem aufmerksam gemacht werden, anstatt nur passiv auf eine Anfrage zu reagieren (Wright und Sittig 2008). Eines der ersten und meist zitierten Systeme dieser Phase ist das 1967 implementierte Health Evaluation through Logical Processing (HELP)-System, das von Intermountain Health am Latter-Day-Saint-Hospital in Salt Lake City entwickelt wurde. Es handelte sich hierbei um ein wissensbasiertes System und ist ein gutes Beispiel für die zu diesem Zeitpunkt typische hausinterne Entwicklung (Warner et al. 1972). Ein weiteres Beispiel ist das Regenstrief Medical Record System (RMRS) des Regenstrief Institute in Indiana (Wong et al. 2000).

Die dritte Phase (seit Ende der 1980er Jahre) betraf die Standardisierung klinischer Entscheidungsunterstützung, da der Inhalt der zuvor entwickelten Systeme nicht geteilt werden konnte. Zur Lösung dieses Problems war die Entwicklung von Arden Syntax ein erster Entwurf. Es handelt sich dabei um eine Programmiersprache zur

Kodierung medizinischen Wissens, das durch voneinander unabhängige Regeln beschrieben wird. Durch diese Gliederung des Wissens ist es wiederverwendbar und interoperabel (Mankowitz 2018). Im Verlauf wurden noch weitere Standards entwickelt, die hier nicht näher erläutert werden. Auch wurde die zuvor übliche hausinterne Entwicklung durch die Entwicklung industrieller CDSS ergänzt (Wong et al. 2000).

Mit der vierten Phase (seit 2002) wird der Fokus auf die Entwicklung von Systemen, die ihren Schwerpunkt auf die Benutzerschnittstelle und die Kompatibilität von CDSS mit dem bestehenden Arbeitsablauf legen, gesetzt (Wright und Sittig 2008).

1.2.4 Statistische und informatische Ansätze

CDSS können nach den zum Einsatz kommenden statistischen und informatischen Methoden in unterschiedliche Systemtypen unterteilt werden. Von vielen Autoren, z. B. Berner und La Lande (2016) oder Shortliffe et al. (1979), werden CDSS zunächst in wissensbasierte und nicht-wissensbasierte (datengetriebene) Systeme unterteilt. Wissensbasierte Systeme können allgemein in drei Teile gegliedert werden – die Wissensdatenbank (Wissensbasis), die Inferenzmaschine und die Benutzerschnittstelle. In die Wissensdatenbank wird medizinisches Fachwissen, z. B. aus Leitlinien oder Meta-Analysen, eingepflegt. Die Inferenzmaschine kann aus der Analyse der Wissensdatenbank und fallspezifischer Patientendaten neues Wissen ableiten. Die Benutzerschnittstelle erlaubt die Interaktion mit dem Nutzer, z. B. die Dateneingabe oder die Präsentation von Ergebnissen (Spooner 2016). Als weiterer Bestandteil wird z. B. von Berner und La Lande (2016) die Erklärungskomponente aufgezählt. MYCIN war in den 1970er Jahren ein Vorbild für die Entwicklung klassischer Expertensysteme, Abb. 1.1, früher wissensbasierter Systeme, die sich aber nicht in der klinischen Routine etablieren konnten. In Expertensystemen versuchte man, das Problemlöseverhalten medizinischer Experten nachzubilden (Spreckelsen und Spitzer 2008).

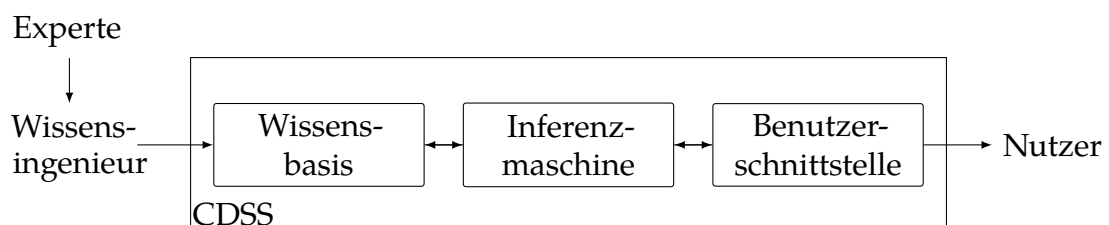


Abbildung 1.1: Modell eines Expertensystems als Beispiel für den Aufbau wissensbasierter Entscheidungsunterstützungssysteme nach Berner und La Lande (2016).

1 Einleitung

Regelbasierte Systeme sind wissensbasierte Systeme, die Daten nach einem vorher angelegten Muster aus Bedingungen und Aktionen in wenn – dann Form verarbeiten. Die Arbeitsweise der Inferenzmaschine kann in Vorwärts- und Rückwärtsverkettung unterschieden werden. Vorwärtsverkettung bedeutet, dass von einer Bedingung die Folge abgeleitet wird, bei der Rückwärtsverkettung wird im Gegenteil vom Ergebnis auf die zugrundeliegende Bedingung zurückgeschlossen (Spooner 2016; Spreckelsen und Spitzer 2008). Heute kommen regelbasierte Systeme vor allem für einfache Alarme und Erinnerungen zum Einsatz (Middleton et al. 2016).

In nicht-wissensbasierten (datengetriebenen) Systemen werden Daten vor allem mit Machine Learning, aber auch mit probabilistischen Methoden, z. B. Bayesschen Netzen, evolutionären Algorithmen (z. B. genetischen Algorithmen), Fuzzylogik oder statistischen Methoden (z. B. Data Mining) ausgewertet. Im Gegensatz zum regelbasierten Ansatz ist die Arbeitsweise datengetriebener Systeme nicht transparent und folgt keinen allgemein verständlichen Regeln (Berner und La Lande 2016; Spooner 2016).

Machine Learning ist der Oberbegriff für das selbstständige Lernen von Computersystemen. Dabei bauen Algorithmen ein auf Trainingsdaten beruhendes statistisches Modell auf. Machine Learning kann in überwachtes, unüberwachtes und verstärkendes Lernen unterteilt werden. Beim überwachten Lernen werden dem System, anders als beim unüberwachten Lernen, gekennzeichnete Trainingsdaten zum Lernen gegeben. Die Verfügbarkeit adäquater Trainingsdaten wirkt sich direkt auf die spätere Leistung des Systems aus (Sonntag 2019). Das CDSS wird mit einem festgelegten Datensatz trainiert, der sich auf ein ausgewähltes Patientenkollektiv bezieht. Wenn in einem Trainingsdatensatz z. B. der Anteil an seltenen Erkrankungen so gering wie in der echten Population gewählt wird, so wird der Algorithmus auch fast immer die Abwesenheit einer seltenen Erkrankung erkennen. Damit ist die Vorhersagewahrscheinlichkeit des Algorithmus sehr hoch, die Aussagekraft für das Erkennen seltener Erkrankungen aber sehr gering (Rowe 2019). Das verstärkende Lernen kommt eher aus der Robotik und arbeitet nach dem „trial-and-error“-Prinzip, wobei das System durch das Feedback eines Beobachters lernt. Hauptmethoden im Machine Learning sind neuronale Netze, deep learning, Entscheidungsbäume, Random Forest sowie Support Vector Maschinen.

Unter einem neuronalen Netz versteht man in den Neurowissenschaften eine beliebige Zahl untereinander verknüpfter Neuronen, die zusammen einen Teil des Nervensystems mit einer bestimmten Funktion bilden. In der Informatik und Robotik werden diese Strukturen als künstliche neuronale Netze modelliert. Im medizinischen Bereich finden künstliche neuronale Netze, Abb. 1.2, den größten Einsatz (Spooner

2016). Im Trainingsprozess neuronaler Netze wird eine Funktion angenähert, die den Weg von Input zu Output beschreibt (Amato et al. 2013).

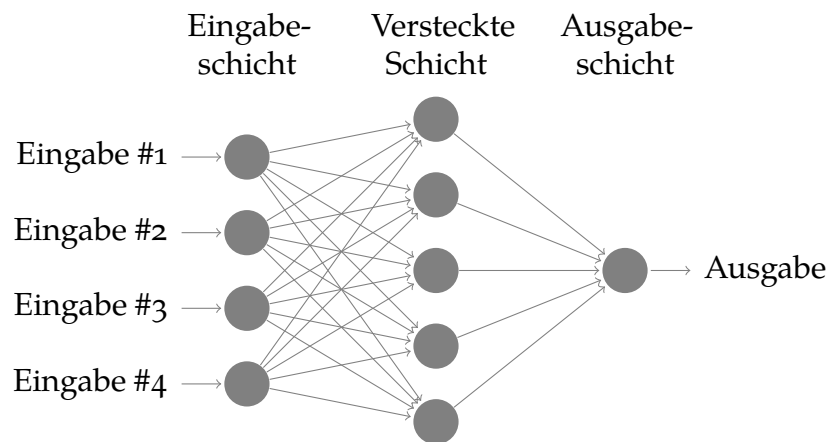


Abbildung 1.2: Modell eines neuronalen Netzes nach Spooner (2016) mit Eingabe-schicht, die die Eingaben #1-4 aufnimmt, einer versteckten Schicht, deren Verbindungen untereinander und einer Ausgabeschicht, die die Ergebnisse der Informationsverarbeitung anzeigt.

Von den bisher beschriebenen Anwendungen sind Closed-Loop-CDSS abzugrenzen. Es handelt sich um geschlossene Systeme, die autonom Entscheidungen treffen. Die Software sammelt Daten, analysiert sie, trifft eine Entscheidung und setzt diese selbstständig um. Eine Reaktion des Nutzers auf die Datenerhebung ist nicht vorgesehen. Closed-Loop-Anwendungen finden sich vor allem in der Intensiv- und Notfallmedizin, z. B. zum automatisierten Flüssigkeitsmanagement (JHT Bates und Young 2003), zum intrakraniellen Druckmonitoring (Hazelzet 2009), in Beatmungsgeräten (JHT Bates und Young 2003), Schrittmachern (Gardner 2009) und Insulinpumpen (Greenes 2014c).

In der Literatur finden sich darüber hinaus futuristische Ansätze, z. B. Biocomputer, die zum jetzigen Zeitpunkt im klinischen Alltag nicht zur Anwendung kommen. Biocomputer können Teile von Organismen, z. B. DNA-Fragmente, für datenverarbeitende Funktionen nutzen. Es wird an Systemen geforscht, die, im Patienten implantiert, den Patienten überwachen oder Medikamente verabreichen können (Ozaydin et al. 2016).

1.2.5 Anwendungsszenarien

1.2.5.1 Medizinische Fachkräfte

Die Radiologie ist ein primäres Anwendungsgebiet diagnostischer Entscheidungsunterstützung, da die Bilddaten im digitalen Format bereitgestellt werden und ihre Komplexität eine zeitintensive Interpretation erfordert (Sutton et al. 2020). KI-

1 Einleitung

Techniken können bei der Mustererkennung in großen Bilddatensätzen unterstützen, z. B. zur Frakturerkennung im Röntgenbild (Lindsey et al. 2018), zum Erkennen von Tuberkulose im Thorax-Röntgenbild (Lakhani und Sundaram 2017), diabetischer Retinopathie in der Fundoskopie (Gulshan et al. 2016) oder bei der dermatologischen Klassifikation von Hautkrebs (Esteva et al. 2017). Bei der Anamnese und Beratung können CDSS vor allem bei „unbeliebten“ Themen, z. B. Rauchentwöhnung (Febowitz et al. 2013), Tabakexposition bei Kindern (Mahabee-Gittens et al. 2018) oder psychiatrischen Krankheiten (Bergman und Fors 2008) genutzt werden, bei denen die Patienten „face-to-face“ häufig keine ehrliche Meinung geben. Zur Unterstützung der allgemeinen Diagnosefindung wurde z. B. das Expertensystem INTERNIST für Krankheiten aus dem Fachgebiet Innere Medizin in den 1980er Jahren entwickelt (RA Miller et al. 1982). Zu den spezialisierten diagnostischen Systemen wird z. B. die weit verbreitete automatische EKG-Analyse gezählt (van Bommel und McCray 2016).

Die Medikamentenverordnung wird häufig am Computer erfasst, es kommen sogenannte Computerized Provider Order Entry (CPOE)-Systeme zum Einsatz, die entscheidungsunterstützende Funktionen beinhalten können. Die Anwendungen können passiv sein, z. B. Links zu weiterführenden Informationen, aber auch aktiv, z. B. in Form von Warnungen. Ein neu verordnetes Medikament kann mit den eingetragenen Diagnosen, Allergien und der Vormedikation abgeglichen oder die Dosierung überprüft werden. Voraussetzung dafür ist eine Verknüpfung der CPOE-Funktion mit der EPA, mit Labordatensystemen, etc., sodass automatisiert Befunde überprüft werden können. Durch Überprüfung von Medikamenteninteraktionen, Verschreibungsfehlern oder durch die Überwachung der Dosierung können Nebenwirkungen reduziert werden (Hemens et al. 2011; Nieuwlaat et al. 2011; P Varghese et al. 2016). Prgomet et al. (2017) konnten für den Einsatz von CPOE-Systemen auf Intensivstationen eine Reduktion von Medikamentenfehlern um 85% nachweisen. Darüber hinaus können CDSS beim leitliniengerechten therapeutischen Vorgehen unterstützen (DW Bates et al. 2003).

1.2.5.2 Screening/ Sprechstunde

Die Anzahl von Patienten in der Notaufnahme lässt sich schlecht planen. Zu manchen Zeiten ist die Notaufnahme überfüllt, was sich negativ auf die Patientenversorgung auswirkt. Zunehmend wird die Notaufnahme als erste Anlaufstelle medizinischer Versorgung gewählt. Somit ist es wichtig, „echte“ Notfallpatienten von nicht akut gefährdeten Patienten zu unterscheiden. In Deutschland und auch der Schweiz wird die Triage von speziell ausgebildeten Pflegefachkräften durchgeführt. Es gibt dafür unterschiedliche Triage-Systeme, z. B. den Emergency Severity Index

(ESI). Der ESI ist ein fünfstufiger Algorithmus, der die Behandlungsdringlichkeit nach der Schwere der Krankheit und den erforderlichen Ressourcen einteilt (Christ et al. 2010).

Im Setting einer Sprechstunde können CDSS auch als Vordiagnosetool zur ärztlichen Unterstützung auf Basis von Patienteninformationen diagnostische Vorschläge erstellen (Sonntag 2019). Bauer et al. (2014) beschreiben eine Anwendung, bei der Patienten während der Wartezeit Screeningfragebögen ausfüllen, die dann automatisch ausgewertet werden, woraufhin die Ärzte differentialdiagnostische Vorschläge erhalten.

1.2.5.3 Nationales Gesundheitswesen

Auf nationaler Ebene könnten CDSS als eine Art „Lotse“ dabei unterstützen, Patienten effizient an die geeignete Versorgungseinrichtung zu verweisen. In der Schweiz gibt es vergleichbare arztbasierte Callcenter, die zu einer besseren Patientenzuweisung führten (Grandchamp und Gardiol 2010).

Eine weitere Anwendung ist die Telemedizin, die zunächst in medizinisch unterversorgten Gebieten für die Behandlung akuter Krankheiten genutzt wurde. Heute rückt eher die Langzeitversorgung chronisch erkrankter Patienten in den Vordergrund (Henderson et al. 2013; McKinstry 2013). Durch Telemonitoring können im besten Fall abnorme Parameter festgestellt werden, bevor es zur klinischen Verschlechterung kommt (Hussain et al. 2015).

Im Kontext von COVID-19 wurden diverse CDSS entwickelt, z. B. um die Schwere des Krankheitsverlaufs vorherzusagen (Wu et al. 2020); aktuell liegt noch keine endgültige Auswertung der verwendeten Systeme vor.

1.2.5.4 Globale Anwendungsszenarien

In Entwicklungs- und Schwellenländern ist die Infrastruktur für die Gesundheitsversorgung, gerade in ländlichen Regionen, schlecht ausgebildet (Adepoju et al. 2017; Bakibinga et al. 2017). Zur Versorgung einer hohen Patientenzahl mit großer Krankheitslast steht zu wenig qualifiziertes Gesundheitspersonal bereit. CDSS können bei der Versorgung von zumeist chronisch verlaufenden Infektionskrankheiten, z. B. HIV, Tuberkulose, Malaria, etc., unterstützen und eine Kostenreduktion erwirken (Were et al. 2011; Kamadjeu et al. 2005; Adeloye et al. 2017). Lakhani und Sundaram (2017) haben Algorithmen getestet, die pulmonale Tuberkulose mit einer Sensitivität von 95% und einer Spezifität von 100% im Röntgenbild erkennen konnten.

In Subsahara-Afrika gibt es mhealth-Projekte in der Geburtshilfe, in denen Community Health Worker (CHW) durch CDSS auf ihrem Mobiltelefon in der Mütter- und Säuglingsbetreuung unterstützt werden. Durch Projekte zur Entscheidungsunterstützung in der Geburtshilfe konnte die Mütter- und Säuglingssterblichkeit reduziert

werden (Blank et al. 2013; Bakibinga et al. 2017). Durch CDSS können ein menschlicher Experte ersetzt und geringer ausgebildete Versorger in der medizinischen Betreuung unterstützt werden (Vedanthan et al. 2015).

Auch internationale Gesundheitsinitiativen wie Impfprogramme können mit CDSS einfacher koordiniert werden (Rotich et al. 2003). In Hilfeinsätzen können ausländische Ärzte bei der Diagnostik und Therapie endemischer Krankheiten unterstützt werden (Kost et al. 2015).

Im Katastrophenmanagement, z. B. bei Naturkatastrophen oder in Kriegsgebieten, ist auch der Einsatz von Closed-Loop-CDSS denkbar, um ungeschulte Helfer zu unterstützen (Salinas et al. 2011).

1.2.5.5 Patienten

Seit den 1980er Jahren ist die Teilhabe von Patienten an ihrer eigenen Gesundheitsfürsorge exponentiell gestiegen (van Bommel und McCray 2016). Gök und Rienhoff (2010) benennen den Wandel des Krankheitsspektrums von akuten zu chronischen Erkrankungen und den damit verbundenen längeren Behandlungsprozess als einen Grund für die stärkere Beteiligung von Patienten an gemeinsamen Entscheidungsprozessen. Diese lassen sich zunehmend im Internet oder durch Gesundheitsapps beraten. Es gibt diverse Systeme, die Patienten allein oder im Rahmen der PEF mit dem Arzt gemeinsam nutzen können. Es gibt Anwendungen, die sie bei der Vorbereitung auf eine gemeinsame Entscheidungsfindung mit dem Arzt unterstützen, sie effektiv über Eingriffe informieren und Vor- und Nachteile von Behandlungsmöglichkeiten aufzeigen (Hunink et al. 2014; Thistlethwaite et al. 2007). Auch die Entscheidungsunterstützung, die der Patient alleine nutzt, ist wichtig für behandelnde Ärzte, da sie das Vorwissen und die Erwartungshaltung der Patienten beeinflusst. Ärzte werden zukünftig häufiger in der Situation sein, Ergebnisse und Empfehlungen von Apps mit Patienten zu diskutieren (Jimison und Gordon 2016). Daten von Geräten oder Wearables des Patienten könnten, an behandelnde Ärzte übermittelt, zukünftig eine wichtige Rolle für die Langzeitbehandlung chronisch verlaufender Krankheiten oder in der geriatrischen bzw. palliativen Versorgung spielen (Sutton et al. 2020).

Apps für Smartphone oder Tablet sind inzwischen auch für den Gesundheitsbereich alltägliche Begleiter. Das Spektrum umfasst Apps als reine Informationsquellen bis hin zu Apps, die Verdachtsdiagnosen anhand eingegebener Symptome formulieren oder eine Kontaktaufnahme mit Ärzten möglich machen. Manche dieser Apps werden als Medizinprodukte eingestuft. Gemäß § 3 Absatz 1 des Medizinproduktegesetzes (MPG) wird eine App als Medizinprodukt eingeschätzt, wenn sie „(a) der

Erkennung, Verhütung, Überwachung, Behandlung oder Linderung von Krankheiten, (b) der Erkennung, Überwachung, Behandlung, Linderung oder Kompensierung von Verletzungen oder Behinderungen, (c) der Untersuchung, der Ersetzung oder der Veränderung des anatomischen Aufbaus oder eines physiologischen Vorgangs oder (d) der Empfängnisregelung“ dient (Medizinproduktegesetz 2020). Das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2013) beschreibt „Anhaltfunktionen“ für die Einstufung als Medizinprodukt: „Entscheidungsunterstützung oder selbständiges Entscheiden [...], Berechnung z. B. von Medikamentendosierungen (im Gegensatz zur reinen Wiedergabe einer Tabelle, aus der sich der Anwender die Dosierung selbst ableitet), Überwachung eines Patienten und Datensammlung [...], sofern die Ergebnisse Diagnose oder Therapie beeinflussen.“ Die Datenspeicherung, Archivierung, Kommunikation oder einfache Recherche wird nicht als Medizinprodukt eingestuft.

1.2.5.6 Medizinische Informatik (MI)

Anwendungsszenarien der MI werden in dieser Arbeit nicht detailliert beschrieben. Orientierend lassen sich Systeme für Forschung und Entwicklung, zur Prozessmodellierung oder Wissensextraktion und -verarbeitung, z. B. Big-Data-Analysen, und für die Auswertung der zuvor genannten Systeme unterscheiden (van Bommel und McCray 2016).

1.3 Lehre zu CDSS in der medizinischen Ausbildung

Die medizinische Ausbildung bietet optimale Bedingungen für den Einsatz eines CDSS – idealisierte Problemstellungen, Nutzer am Anfang ihrer Ausbildung mit geringem persönlichen Erfahrungsschatz bzw. intuitiver Arbeitsweise und eine breite Akzeptanz zur Verwendung neuer Technologien als Hilfsmittel. Medizinstudierende zeigen sich offen gegenüber dem Einsatz von CDSS und nutzen bereits Entscheidungsunterstützung im App-Format bei der klinischen Arbeit (Carter et al. 2019). Schon in den 1980er Jahren wurden Auswirkungen auf die medizinische Lehre durch die Integration von CDSS in den klinischen Alltag diskutiert (Rienhoff et al. 1988).

CDSS wurden bereits in verschiedenen Anwendungsszenarien während der Ausbildung – im Medizinstudium sowie dem Studium oder der Ausbildung zu anderen Gesundheitsfachberufen – eingesetzt. Es wurden damit Fälle, z. B. zu seltenen Erkrankungen, die ein Studierender sonst während der Ausbildung nicht sieht, simuliert (Lincoln 1999; Warner et al. 1997). Anhand von Serious Games oder Fallbeispielen können Studierende praktische Erfahrungen, insbesondere für Risikosituationen, sammeln, ohne dass Fehler schwerwiegende Folgen haben (Kuhn et al. 2018). Zur

Unterstützung des diagnostischen Prozesses und zum Erarbeiten von Differentialdiagnosen wurde beispielsweise das System Iliad an der University of Utah entwickelt. Iliad ist ein Expertensystem, das Differentialdiagnosen bereitstellen oder als Zweitmeinung eine Verdachtsdiagnose beurteilen kann (Warner et al. 1997).

Diese früheren Ansätze reichen aber nicht aus, um dem heutigen Bedarf gerecht zu werden. CDSS werden nicht nur als Unterstützung der regulären Ausbildung benötigt. In der medizinischen Ausbildung, insbesondere im Medizinstudium, muss der reflektive Umgang mit CDSS trainiert werden (Wartman und Combs 2018). An deutschen medizinischen Fakultäten wird die CDSS-Thematik bislang nur vereinzelt im Rahmen von Wahlmodulen aufgearbeitet. An der Universitätsmedizin Mainz wurde im Jahr 2017 erstmalig das Modul „Medizin im digitalen Zeitalter“, das sich mit dem Thema Telemedizin auseinandersetzte, durchgeführt (Kuhn und Jungmann 2018).

In der Medizininformatik wurde im Rahmen der Medizininformatik-Initiative die HiGHmed-Lehre entwickelt, die viele Themen bezüglich der Digitalisierung im Gesundheitswesen für Studierende der Medizininformatik bereitstellt. Für Medizinstudierende müssen zusätzliche Lehrangebote weiter ausgebaut werden (Benning et al. 2020).

1.4 Ziele und Leitfragen der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Entwicklungsgeschichte und Nutzung von CDSS transparent zu machen, Anwendungen und Akzeptanz in der klinischen Praxis zu untersuchen und die in diesen Analysen gewonnenen Ergebnisse für den Entwurf eines medizinischen Lehrmoduls zu nutzen und dieses zu testen.

Dabei wurden folgende Leitfragen aufgestellt:

1. Welche Anwendungen und Herausforderungen zur Akzeptanz von CDSS finden sich in der Literatur?
2. Können in der Literatur beschriebene Anwendungen und Akzeptanzprobleme von CDSS in der klinischen Praxis beobachtet werden?
3. Wie können die gewonnenen Erkenntnisse aus Theorie und Praxis in einem Lehrmodul vermittelt werden?
4. Welche Erkenntnisse können in einem ersten Testlauf gewonnen werden?

Material und Methoden

2.1 Literaturrecherche zu Anwendungen und Akzeptanz von CDSS

2.1.1 Suchstrategie

Zunächst wurden zur Analyse der Entwicklungsgeschichte von CDSS stichprobenweise Bücher der Institutsbibliothek der MI an der UMG untersucht; die Bibliothek hat einen sehr umfangreichen und bis in die 1940er Jahre zurückreichenden Bestand.

Mittels einer strukturierten Literaturrecherche wurde der aktuelle Stand der Forschung zu CDSS- Anwendungen und deren Akzeptanz untersucht. Die Suche wurde bei MEDLINE (National Library of Medicine des National Institute of Health, USA, verfügbar über <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) am 15.12.2019 mit einer Kombination der Schlagwörter „decision support systems, clinical“, „decision making, computer-assisted“, „reminder systems“ und „guideline adherence“ mit den Schlagwörtern „acceptance“, „barriers“ und „facilitators“ durchgeführt. Zusätzlich wurden Referenzen der jeweiligen Literaturverzeichnisse nachverfolgt.

2.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien

In der strukturierten Literaturrecherche wurden qualitative und quantitative Studien ausgewählt, die zwischen 1.1.2000 und dem 15.12.2019 publiziert und unter MEDLINE verlinkt wurden und welche die Akzeptanz von CDSS untersuchten. Nur Studien mit verfügbarem Abstract und englisch-, bzw. deutschsprachigem Volltext wurden ausgewählt. Der Studienauswahl lag eine Definition von CDSS zugrunde, die aktive und passive CDSS für Diagnostik, Therapie, Monitoring und die PEF mit dem Patienten umfasste. Nicht eingeschlossen wurden Studien zu CPOE ohne entscheidungsunterstützende Funktion, elektronischen Patientenakten, elektronischen Speichersystemen, z. B. Labordatenbanken, radiologischen Speichern, der Recherche in

Informationssystemen oder direkten therapeutischen Anwendungen, z. B. der roboterassistierten Chirurgie. Es wurden Studien mit unterschiedlichen Nutzern, z. B. Ärzten, Pflegefachkräften, Pharmazeuten, Clinical Officers, CHW oder Hebammen, inklusive Mitarbeitern in Aus- oder Weiterbildung, eingeschlossen. Studien zu CDSS ausschließlich für die Patientennutzung wurden ebenfalls nicht aufgenommen.

2.1.3 Datenextraktion und -präsentation

Aus den Studien wurden folgende Daten extrahiert: Jahr der Publikation, Setting (ambulant oder stationär), Land, in dem die Studie durchgeführt wurde, Anwendungsart, Fachrichtung und Akzeptanzprobleme der jeweiligen CDSS-Anwendung.

Aufbauend auf bereits in der Literatur beschriebenen Gliederungen der Akzeptanzprobleme bei der Einführung neuer Technologien im Allgemeinen (Davis 1989) und von CDSS im Speziellen (DW Bates et al. 2003; Kawamoto et al. 2005; Garg et al. 2005; Gagnon et al. 2012) wurden die hemmenden und begünstigenden Faktoren für die Akzeptanz von CDSS in fünf Unterkategorien eingeteilt: „Eigenschaften bezüglich des CDSS“, „Eigenschaften des Nutzers“, „Eigenschaften in Zusammenhang mit Patienten“, „Eigenschaften bezüglich des Arbeitsumfelds“ und „Rahmenbedingungen der CDSS-Entwicklung“. Die Einteilung und Zuordnung von Akzeptanzproblemen zu den einzelnen Kategorien wurde in Tab. 6.1 zusammengefasst.

2.2 Feldbeobachtung

2.2.1 Feldbeobachtung als qualitative Forschungsmethode

Die Feldbeobachtung ist eine qualitative Methode der Datensammlung, mit der natürliches Verhalten von Zielpersonen in ihrem Umfeld beobachtet werden kann. Anders als in einer kontrollierten Forschungsumgebung kann viel Variabilität wahrgenommen werden (Turner und Houle 2019). Die Feldbeobachtung wird von verschiedenen Autoren, z. B. Mulhall (2003) oder Turnock und Gibson (2001), in strukturierte und unstrukturierte Beobachtung unterteilt. Eine strukturierte Beobachtung wird systematisch mit vorher entwickelten Beobachtungskriterien durchgeführt. Nach bekannter Theorie werden Taxonomien für die Beobachtung aufgestellt und Daten zu festgelegten Aspekten erhoben. Merkmal der unstrukturierten Beobachtung ist die freie Gestaltung durch den Beobachter ohne vorherige Auswahl von Beobachtungskriterien. Die Dauerbeobachtung ist eine Methode der Feldbeobachtung, bei der über einen definierten längeren Zeitraum beobachtet wird, im Gegensatz zur Stichprobenerhebung, bei der eine Beobachtung nur zu einem einzelnen Zeitpunkt erfolgt (Turner und Houle 2019). Ein längerer Beobachtungszeitraum hat den Vorteil, ein

genaueres Gesamtbild vermittelt zu bekommen, Abläufe ausführlicher zu erfassen und die Umgebung in größerer Variabilität beobachten zu können (Mulhall 2003).

Gold (1958) teilt Beobachter in vier Rollen ein. Der vollständige Beteiligte ist Teil der Beobachtungsumgebung und in seiner Rolle unbekannt für die Zielpersonen, die beobachtet werden. Er kann natürlich mit den Zielpersonen interagieren und die alltägliche Interaktion und Arbeit beobachten. Der vollständige Beobachter ist nicht Teil der Arbeitsumgebung, sondern hält sich abseits und führt nur Beobachtungen durch. Zwischen diesen beiden Rollen gibt es die Variante, zugleich Beobachter und Beteiligter zu sein. Dabei sind die Zielpersonen über die Beobachtung informiert. Je nach anteiligem Verhältnis zwischen Beobachtung und normaler Arbeitsaktivität liegt der Schwerpunkt auf der Rolle des Beteiligten oder des Beobachters.

Die Durchführung einer verdeckten Beobachtung verhindert die Verhaltensänderung der Zielpersonen während der Beobachtung (Turnock und Gibson 2001).

Die Dokumentation der Beobachtungen durch einen Bericht zu Ende des Zeitraums, im Vergleich zur kontinuierlichen Dokumentation, wird verbessert, da beobachtete Prozesse in der Langzeitreflexion in ihrer Gesamtheit besser erfasst werden können (Mulhall 2003).

2.2.2 **Feldbeobachtung an drei Krankenhäusern**

Die möglichen Anwendungsszenarien und Akzeptanzprobleme von CDSS wurden theoretisch im Rahmen einer Literaturrecherche dokumentiert. Da Studien häufig nur die Nutzung der CDSS-Anwendungen unmittelbar nach ihrer Implementation darstellen, ergänzte eine Feldbeobachtung in drei Krankenhäusern in unterschiedlichen Versorgungslagen die Theorie. Sie wurde als Dauerbeobachtung jeweils für zwei Monate in der Abteilung für Chirurgie eines Schweizer Krankenhauses, in der Abteilung für Innere Medizin eines kenianischen Krankenhauses im stationären und ambulanten Bereich und in der Abteilung für Innere Medizin eines deutschen Krankenhauses durchgeführt. Die Auswahl des beobachteten Krankenhauses im jeweiligen Land erfolgte ohne vorherige Recherche zur Nutzung und Akzeptanz von CDSS an diesem Standort.

An den drei genannten Krankenhäusern wurde eine unstrukturierte Beobachtung zu Voraussetzungen für den Einsatz von CDSS (diagnostischen Kompetenzen, therapeutischen Möglichkeiten, medizinischer Dokumentation), zum aktuellen CDSS-Einsatz und zu Erfahrungen und Einstellungen der Nutzer durchgeführt. Es wurden dafür keine festen Beobachtungskriterien entwickelt. Am Ende der einzelnen Feldbeobachtungen wurden die erhobenen Daten zu den bereits genannten Bereichen zusammengefasst und ausgewertet.

Während der Feldbeobachtungen wurde die Rolle eines vollständig Beteiligten eingenommen, der eine verdeckte Beobachtung durchführte. Die Namen der Krankenhäuser und CDSS-Anwendungen sowie der Beobachtungszeitraum wurden anonymisiert.

2.3 Entwurf eines Moduls für die medizinische Lehre

2.3.1 Vorgehensweise der Modulkonzeption

Die Konzeption eines CDSS-Lehrmoduls erfolgte in den Teilschritten Planung, Entwicklung, Implementation und Evaluation, siehe Tab. 2.1. Die Vorgehensweise orientierte sich an der Curriculumentwicklung nach Kern (2016) und der Übertragung dessen sechs-stufigen Ansatzes auf die Entwicklung von Online-Lernangeboten für die medizinische Ausbildung nach Chen et al. (2019). Für eine zielgerichtete Curriculumentwicklung müssen Lernziele, Unterrichtsplanung und Evaluation aufeinander abgestimmt werden (Kern 2016).

Tabelle 2.1: Arbeitsphasen und -schritte der Modulkonzeption nach Kern (2016) und Chen et al. (2019)

Phase	Arbeitsschritte
Planung	Analyse des Bedarfs, der Zielgruppe, Lehr-/ Lernumgebung und organisatorischen Infrastruktur
Entwicklung	Definition der Lernziele, Aufteilung in Präsenz- und E-Learning-Anteile, Auswahl von Lehrmethoden und -medien, Erstellen der Lerninhalte
Implementation	Auswahl der Teilnehmer, Kursdurchführung
Evaluation	Teilnehmerbefragung, Überprüfung des Lernerfolgs

Der Aufbau und die Organisation des CDSS-Moduls wurden so konzipiert, dass der organisatorische Rahmen ausreichend flexibel ist, die verschiedenen Anforderungen unterschiedlicher Zielgruppen mit zu berücksichtigen. Eine dauerhafte Lösung wurde angestrebt, sodass bei erfolgreichen Ergebnissen des Testlaufs die Übernahme des Moduls in den Lehrbetrieb möglich wäre. Das Ziel war es, ein organisatorisches Ablaufschema sowie Modulinhalte, zunächst für Medizinstudierende, zu entwickeln, die aber zukünftig auch auf andere Zielgruppen, z. B. Auszubildende anderer Gesundheitsberufe, Ärzte in Weiterbildung, Chefarzte oder Pflegekräfte angepasst bzw. erweitert werden können.

2.3.2 **Bedarfsanalyse**

Die Bedarfsanalyse für ein CDSS-Lehrmodul erfolgte über die Recherche von MI-Lernzielen für das Medizinstudium. Dafür wurden der Nationale Kompetenzbasierte Lernzielkatalog Medizin (NKLM) aus dem Jahr 2015 sowie der kompetenzbasierte Lernzielkatalog der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) für die MI-Lehre in der Medizin sowie der Modulkatalog der medizinischen Fakultät der Universität Göttingen durchgesehen.

2.3.3 **Blended Learning als didaktischer Ansatz**

Blended Learning ist ein didaktisches Konzept, das durch die Kombination klassischer Präsenzlehre mit E-Learning-Methoden gekennzeichnet ist. Der Begriff kann aus dem Englischen als vermischtes Lernen (to blend = mischen, vermischen) übersetzt werden (Chen et al. 2019; Vallée et al. 2020). In der Literatur findet sich kein klarer Konsens zur Definition von Blended Learning. In folgenden drei Punkten findet sich Übereinstimmung. Lernende können zumindest teilweise in ihrem Lernprozess örtliche und zeitliche Grenzen verlassen. Das selbstbestimmte Lernen wird durch Technologie unterstützt (Vallée et al. 2020). Die Online- und Präsenzaktivitäten sind so aufeinander abgestimmt, dass die Lernenden eine integrierte Lernerfahrung bekommen (Garrison und Kanuka 2004). Integriertes Blended Learning bedeutet, dass, anders als bei einem durch Online-Anteile angereicherten Präsenzmodul, die Online-Anteile ebenfalls für das Erreichen der Lernziele verpflichtend sind. Online- und Präsenzphasen sind hier eng miteinander verzahnt (Alonso et al. 2005). Khalil et al. (2018) definiert Blended Learning nach dem Online-Anteil, der sich zwischen 30 und 70 % befindet; wenn der Anteil größer ist, handelt es sich um einen reinen E-Learning-Kurs.

Traditionell wird Wissen im Medizinstudium durch Vorlesungen, Seminare oder das Selbststudium von Büchern vermittelt, wobei es nur geringe Interaktionsmöglichkeiten gibt (Spencer und Jordan 1999). Der Konzeption von Blended-Learning-Modulen liegt eine konstruktivistische Auffassung von Lernen zugrunde. Diese beruht auf der Annahme, dass Wissen nicht einfach von einer Person zu einer anderen weitergegeben werden kann, sondern von den Lernenden aktiv, selbstständig und handlungsorientiert erworben werden muss (Alonso et al. 2005).

Alonso et al. (2005) unterteilen Blended Learning in drei Lernformate. Beim selbstgesteuerten Lernen können die Teilnehmer jederzeit und überall auf Lerninhalte zugreifen, z. B. Dokumente, Webseiten, Podcasts, web- und computerbasierte Trainingsmodule, Simulationen, Foren. Beim live E-Learning treffen sich die Teilnehmer online zu einer festgelegten Zeit, z. B. in online meetings, als virtueller Klas-

senraum, Webseminar oder Videokonferenz. Die traditionelle Präsenzlehre umfasst z. B. Vorlesung, Seminar, Workshop, Trainingslabor oder Exkursion. Die Präsenzveranstaltungen können dem Kennenlernen, der Wissensvertiefung und Diskussion dienen, sowie für einen allgemeinen Erfahrungsaustausch genutzt werden (Vallée et al. 2020).

Der Einführungspodcast des CDSS-Moduls wurde nach dem Inverted-Classroom-Modell entwickelt. Als Inverted-Classroom-Modell wird eine Lehrform des Blended Learning bezeichnet, bei der die übliche Reihenfolge des Unterrichts innerhalb und außerhalb des Hörsaals umgedreht wird. Die Lernenden eignen sich zunächst digital von den Lehrenden bereitgestellte Inhalte selbstständig an. Es kommen z. B. Podcasts, Vorlesungsaufzeichnungen als Video oder digitale Skripte zum Einsatz (Chen et al. 2019). Die Rolle des Lehrenden kann sich beim Blended Learning, insbesondere beim Inverted-Classroom-Modell, zum Moderator hin verschieben, der die Lernenden im selbstständigen Lernprozess unterstützt (Taveira-Gomes et al. 2016).

2.3.4 Integration in die HiGHmed-Lehre

Im Rahmen der Medizininformatik-Initiative werden, vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert, seit 2018 in der HiGHmed-Projektumgebung an verschiedenen deutschen Universitäten Module zur Vertiefung digitaler Kompetenzen in der Ausbildung von Studierenden der MI entwickelt und implementiert. Die Module befassen sich vorrangig mit der Aufarbeitung medizinischer Daten, z. B. Datenanalyse, Datenqualität, Data Warehousing, Data Mining, Data Literacy oder dem Erstellen medizinischer Terminologien und Ontologien. An der Universität Göttingen wurde das Modul „Entscheidungsunterstützung (CDSS) in der Medizin“ am Institut für MI entwickelt und in das Curriculum der Studierenden der MI eingebettet, welches im WS 2020/2021 bereits das zweite Mal stattfindet (Eils et al. 2018).

Das in dieser Arbeit entwickelte CDSS-Modul wurde in die Strukturen der HiGHmed-Lehre eingebunden. Es wäre damit grundsätzlich auch an anderen Standorten einsetzbar. In dieser Projektumgebung wären auch die Ressourcen, das Modul bei erfolgversprechenden Ergebnissen in den Lehrbetrieb umzusetzen. Die Ada Health GmbH (Ada) ist Industriepartner der HiGHmed-Lehre. Durch die Einbettung des CDSS-Moduls in die HiGHmed-Projektumgebung wurde auch der Testlauf des Moduls in Kooperation mit Ada durchgeführt.

2.3.5 **Das Softwareprodukt Ada für das praktische Training**

Ada ist ein 2011 in Berlin von Dr. Claire Novorol, Dr. Martin Hirsch und Daniel Nathrath gegründetes Unternehmen, das zwei KI-basierte CDSS entwickelte. Zum einen ist eine Gesundheitsapp seit 2016 international verfügbar, die Endnutzer-Gesundheitsselbsteinschätzungen unterstützt. Die App hat international großen Zuspruch und weltweit über 10 Millionen Nutzer. Die fortan als Ada-App bezeichnete App führt Symptomanalysen durch und stellt mögliche Differentialdiagnosen zusammen, die auch in einem sogenannten Patientenhandout für Ärzte zusammengefasst werden können. Sie ist in sieben Sprachen verfügbar. Im europäischen Wirtschaftsraum wurde sie als registriertes Medizinprodukt gemäß MPG zertifiziert. Ada wurde in den letzten Jahren mit vielen Preisen, z. B. „App Promotion Summit’s Fastest Growing App“ oder „German Innovation Award“ ausgezeichnet (Ada Health GmbH 2020). Die App ist aktuell (01.06.2020) die beliebteste App im Bereich Medizin im App Store von Google.

Zum anderen wurde ein Prototyp für medizinisches Fachpersonal entwickelt, der aktuell (Stand 11/2020) nicht öffentlich verfügbar ist und nur im Rahmen des CDSS-Moduls vertraulich genutzt werden konnte. Der im Weiteren als Ada dx bezeichnete Prototyp unterstützt medizinisches Fachpersonal im diagnostischen Prozess, indem mögliche Differentialdiagnosen nach eingegebenen Symptomen und Befunden der Patienten vorgeschlagen werden. In der Konzeption des Lehrmoduls wurden beide Versionen von Ada zum beispielhaften Training mit DDSS eingesetzt.

2.3.6 **Bloom’sche Taxonomie zur Definition der Lernziele**

Lernziele beschreiben die Kompetenzen und den Lerngewinn eines Lernenden nach dem Lernprozess (HIS-Institut für Hochschulentwicklung 2016). Sie sind wichtig, weil sie das Curriculum und die Lehrmethoden bestimmen und dabei helfen, den Lernenden zu fokussieren, das Curriculum zu präsentieren und zu evaluieren (Kern 2016). Die bekannteste Taxonomie für die Zuordnung von Lernzielen zu verschiedenen Kompetenzgraden ist die Bloom’sche Taxonomie, nach der diese für den Bereich Wissenserwerb detailliert gegliedert werden können. Andere Taxonomien, z. B. nach Kohlberg oder Dave, gliedern Lernziele zum Erwerb von Einstellungen oder Fertigkeiten (HIS-Institut für Hochschulentwicklung 2016). Die Lernziele für das CDSS-Modul wurden nach der Taxonomie von Bloom (1976) in die aufeinander aufbauenden Kompetenzgrade Kenntnis, Verständnis, Anwendung, Analyse, Synthese und Beurteilung unterteilt. In Abb. 2.1 wurden die einzelnen Stufen in Pyramidenform dargestellt. Die unterste Stufe der Pyramide entspricht dabei dem niedrigsten Kompetenzgrad. Die Einteilung in einzelne Taxonomiestufen ist nicht immer eindeutig

bestimmbar, da eine untere Stufe immer auch in den übergeordneten Stufen enthalten ist. Die Fähigkeit zur Analyse eines Sachverhalts setzt z. B. Kenntnis und Verständnis voraus.

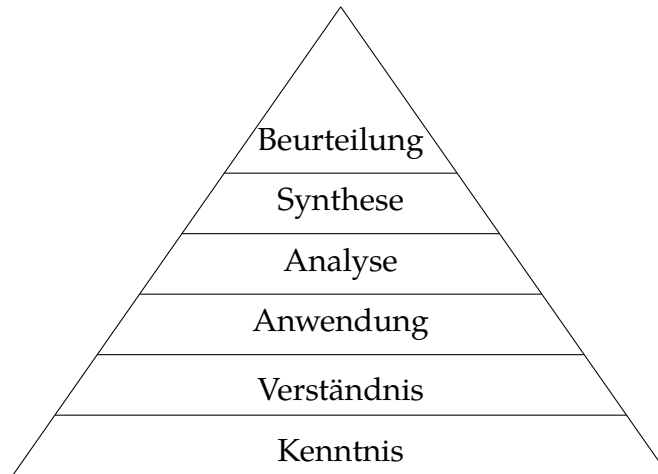


Abbildung 2.1: Lernzieltaxonomie nach Bloom (1976): Darstellung der aufeinander aufbauenden Kompetenzgrade in Pyramidenform. Die unterste Stufe entspricht dabei dem niedrigsten Kompetenzgrad.

In der Zusammenschau der MI-Lernziele für das Medizinstudium (vgl. Abschn. 3.3.1) sowie für die Lehrekonzepion relevanter Ergebnisse aus Literaturrecherche und Feldbeobachtungen (vgl. Abschn. 3.3.2) wurden Lernziele für ein CDSS-Modul in der medizinischen Lehre definiert.

2.3.7 Organisation und Aufbau des CDSS-Lehremoduls

Die zielgruppenorientierte Gliederung des Moduls ist in Abb. 2.2 dargestellt. Für die unterschiedlichen Zielgruppen wurde eine gemeinsame Einführung in die CDSS-Thematik entwickelt; anschließend gliedert sich das Modul zur individuellen praktischen Vertiefung in einzelnen Zielgruppen auf. Das weiterführende Konzept wurde für die Zielgruppe der Medizinstudierenden entwickelt.

Das Modul wurde nach einem Blended-Learning-Ansatz, siehe Abschn. 2.3.3, in eine vorbereitende E-Learning-Phase und eine Präsenzveranstaltung unterteilt. Zur Einführung in die CDSS-Thematik wurde zielgruppenübergreifend ein einleitender 30-minütiger Podcast neu erstellt. Im Podcast wurden Grundlagen von CDSS, deren Definition, die Relevanz für die medizinische Ausbildung und Praxis, Anwendungsbeispiele von CDSS, insbesondere von DDSS, eine Einführung in die statistischen und informatischen Methoden sowie Möglichkeiten und Grenzen von CDSS für Medizinstudierende zusammengefasst. Die Gliederung des Podcasts ist in Abb. 6.1 abgebildet. Zur praktischen Vertiefung wurde ein Trainingslabor in Kooperation mit

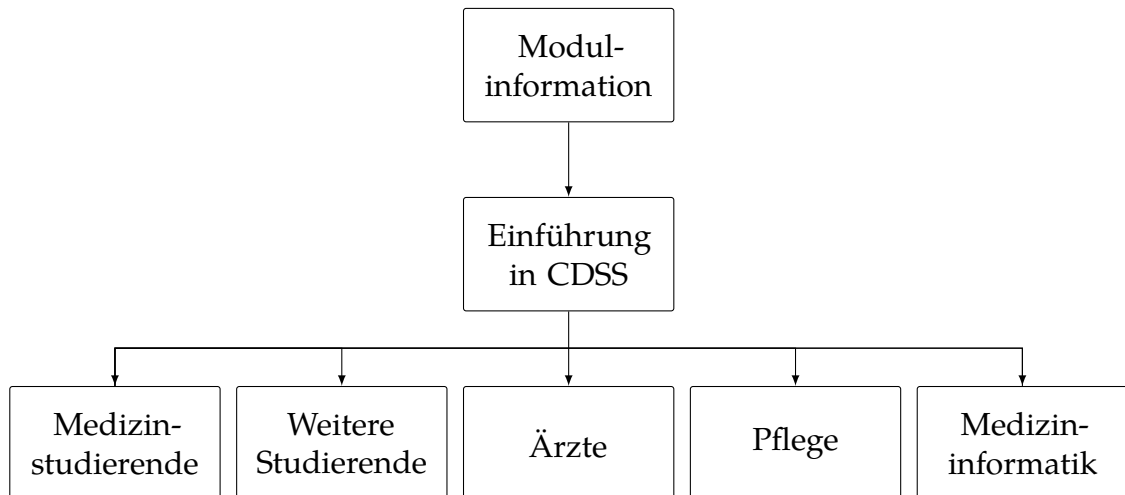


Abbildung 2.2: Zielgruppenorientierte Gliederung des CDSS-Moduls

Ada entwickelt, in welchem Medizinstudierende den praktischen Umgang mit CDSS am Beispiel der Software Ada trainieren. Das Konzept für das Trainingslabor findet sich in Abschn. 6.3. In Kooperation mit Ada wurden sechs Fallbeispiele entwickelt: 1. Appendizitis, 2. Zollinger-Ellison-Syndrom, 3. Akute Gastritis, 4. Akuter Myokardinfarkt, 5. Denguefieber, 6. Lupus. Für die einzelnen Fallbeispiele wurde eine Fallvignette von Ada entworfen, die von der Lehrperson in einzelne Rollenkarten für Arzt- und Patientenrollen umgeschrieben und ergänzt wurde.

2.3.8 Durchführung eines Testlaufs

2.3.8.1 Auswahl der Teilnehmer

Vor Beginn des WS 2020/2021 wurden potenzielle Teilnehmer für das Modul angesprochen. Es zeigte sich ein reges Interesse bei Medizinstudierenden, Ärzten, Pflegekräften und Medizininformatikern. Die Teilnahme war für Medizinstudierende ab dem 6. Fachsemester (2. klinisches Semester) möglich, damit die Teilnehmer bereits diagnostische Fertigkeiten, im Rahmen des Unterrichts am Krankenbett oder in ersten Famulaturen, sammeln konnten. Ebenfalls teilnehmen konnten bereits im Berufsleben stehende Ärzte in Weiterbildung und Pflegekräfte, um breit gefächerte Ergebnisse sammeln zu können. Medizininformatiker – Studierende oder Bachelor- bzw. Master-Absolventen – wurden nicht aufgenommen; hier wurde auf das bereits im Einsatz befindliche Modul „Entscheidungsunterstützung (CDSS) in der Medizin“ der MI Göttingen verwiesen.

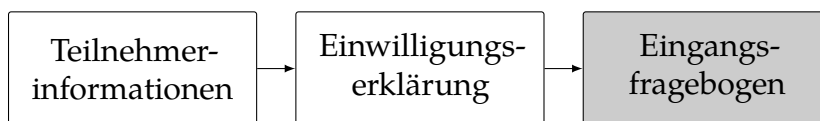
Ursprünglich sollte das Modul gestaffelt in mehreren Durchläufen an unterschiedlichen Zielgruppen erprobt werden. Die Zahl der Teilnehmer für den ersten Testlauf

wurde jedoch aufgrund der Corona-Pandemie auf sechs beschränkt, um die Präsenzveranstaltung dennoch durchführen zu können und gleichzeitig das Infektionsrisiko für Teilnehmer und Lehrpersonen möglichst gering zu halten. Von weiteren Erprobungen während der Corona-Pandemie wurde abgesehen. Daher wurden die Teilnehmer so gewählt, dass eine möglichst große Bandbreite an unterschiedlichen Berufsgruppen und Erfahrung vertreten war. Die Teilnahme am Modul war freiwillig und, abgesehen vom Wissenszuwachs, nicht mit Vorteilen für die Teilnehmer verbunden. Eine zukünftige weitere Erprobung des Moduls an Assistenz- und Fachärzten ist geplant.

2.3.8.2 Ablauf des CDSS-Moduls

Die Testung des CDSS-Moduls erfolgte anhand eines festgelegten Schemas, das vereinfacht in Abb. 2.3 zu sehen ist. Das CDSS-Modul wurde als dreistündige Lehrveranstaltung durchgeführt; davon entfielen 33% (eine Stunde) auf das vorbereitende E-Learning mittels Podcast und 67% (zwei Stunden) Präsenzzeit auf das Trainingslabor. Der zeitliche Rahmen umfasste den Zeitraum vom 26.11.2020 bis 12.12.2020.

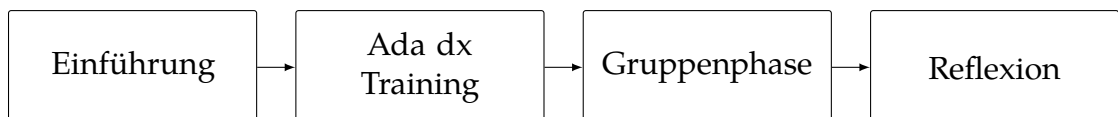
1. Vorbereitung



2. E-Learning-Phase



3. Trainingslabor



4. Evaluation

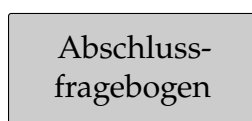


Abbildung 2.3: Schematischer Ablauf der Testdurchführung des CDSS-Moduls

Der erste Kontakt zu den Teilnehmern wurde per E-Mail hergestellt. Anhand eines

2 Material und Methoden

standardisierten Textes wurden die Teilnehmer über das Modul informiert. Nach Unterzeichnung der Einwilligungserklärung, mit der die Teilnehmer die Freiwilligkeit ihrer Modulteilnahme bestätigten und der Modulauswertung im Rahmen dieser Promotionsarbeit zustimmten, füllten sie standardisierte Eingangsfragebögen aus. Die genannten Unterlagen sind in Abschn. 6.3 hinterlegt. Ebenfalls wurde ein zur Nutzung von Ada dx verpflichtend auszufüllendes Non-Disclosure-Agreement (NDA) zugeschickt. Der Einführungspodcast konnte über einen in den Modulinformationen hinterlegten Link online aufgerufen bzw. heruntergeladen werden.

Zwischen der ersten Kontaktaufnahme mit den Teilnehmern bzw. dem Zusenden der Teilnahmedokumente und dem Trainingslabor lag eine Woche, in der die Teilnehmer die Unterlagen ausfüllen und den Podcast ansehen konnten. Für Rückfragen war die Lehrperson jederzeit über E-Mail erreichbar.

Das Trainingslabor wurde als Präsenzveranstaltung, geplant mit zwei Stunden, am 05.12.2020 im Hörsaal Med 24 der MI Göttingen durchgeführt. Ein schematischer Überblick über den Ablauf des Trainingslabors ist in Abb. 2.4 dargestellt. Die Kontaktdaten der Teilnehmer wurden zur Möglichkeit der Kontaktpersonennachverfolgung bei SARS-CoV-2-Infektion eines Teilnehmers erhoben, für 14 Tage aufbewahrt und anschließend gelöscht. Die Teilnahme am Präsenztermin war mit Krankheits-symptomen nicht erlaubt. Es waren zusätzlich zwei Mitarbeiter des Instituts für MI anwesend, die während der Veranstaltung Protokoll zu Stimmung und Diskussionsbeiträgen der Teilnehmer führten.

Einleitend wurden die Teilnehmer von der Lehrperson zur Präsenzveranstaltung begrüßt und die Inhalte und Lernziele der Veranstaltung kurz mündlich vorgestellt. Es gab die Möglichkeit, organisatorische Fragen bzw. Fragen zur vorangegangenen E-Learning-Phase zu stellen.

Anschließend wurde ein Mitarbeiter von Ada über eine Webkonferenz mit BigBlueButton zugeschaltet, der das Unternehmen und die beiden Ada-Versionen präsentierte. Zur Nutzung von Ada dx unterzeichneten alle Teilnehmer das Ada NDA; daraufhin war die Nutzung von Ada dx über zehn von Ada bereitgestellte Testzugänge möglich. Es wurden keine personalisierten Zugänge an die Teilnehmer erteilt, sondern für die Dauer des Trainingslabors nutzbare Testzugänge erstellt, die vorab von der Lehrperson getestet wurden.

Die Handhabung von Ada dx wurde von der Lehrperson anhand des Fallbeispiels „Appendizitis“ am Beamer vorgeführt. Nachfolgend hatten die Teilnehmer zehn Minuten Zeit, um selbstständig das zweite Fallbeispiel „Zollinger-Ellison-Syndrom“ in Ada dx einzugeben. Daraufhin wurden Fragen zur Falleingabe in Ada dx besprochen.

2 Material und Methoden

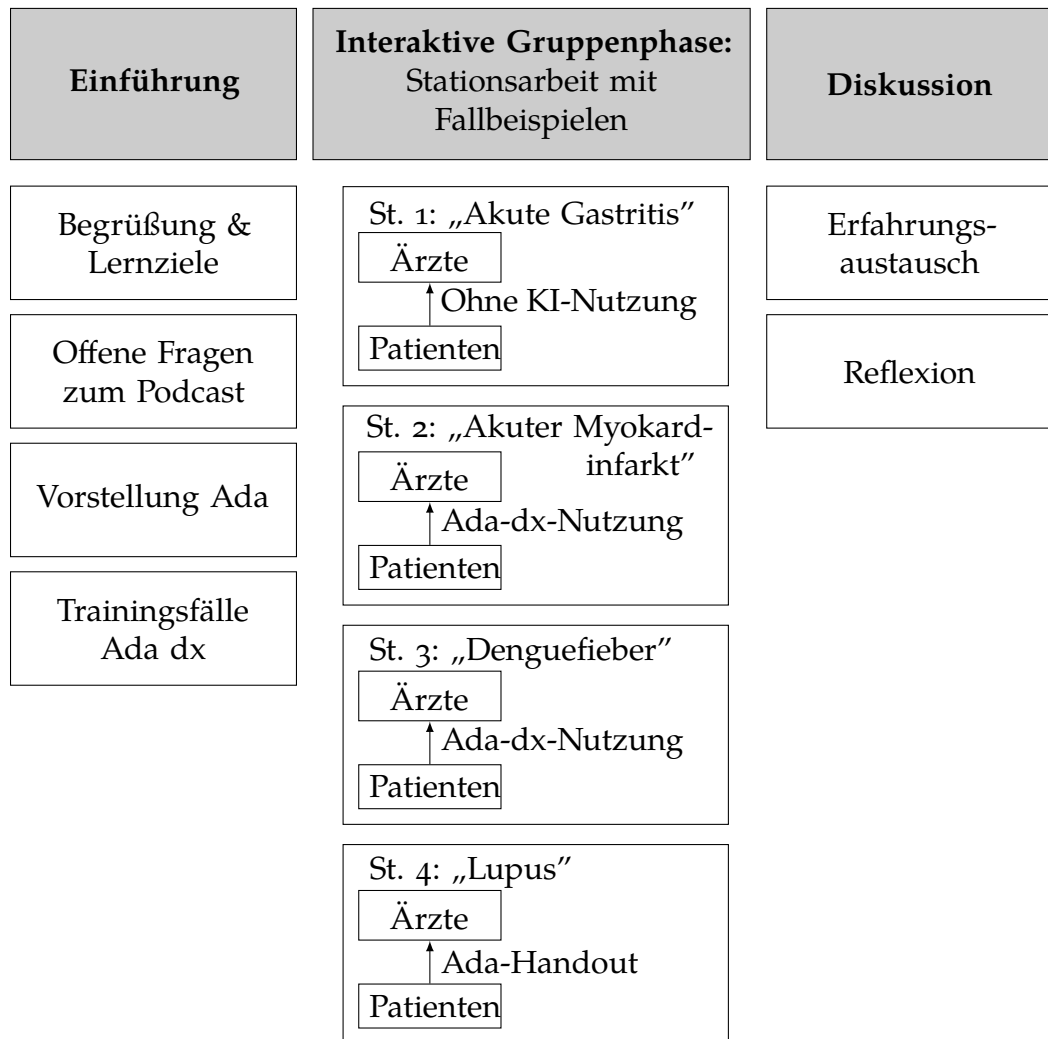


Abbildung 2.4: Übersichtsgrafik zum Ablauf des Trainingslabors

In der darauffolgenden 60-minütigen interaktiven Gruppenphase wurden die Teilnehmer in Zweiergruppen aufgeteilt, in denen jeweils ein Teilnehmer die ärztliche Rolle und ein Teilnehmer die Patientenrolle einnahm. Dabei durchliefen die Teilnehmer in festen Zweiergruppen nacheinander vier Stationen. Nach jedem Rollenszenario wurde eine kurze Besprechungsrunde durchgeführt, in der die Lehrperson das Fallbeispiel auflöste und die Teilnehmer kurz erklärten, wie sie sich in ihrer Arzt-, bzw. Patientenrolle gefühlt und wie sie die technologische Unterstützung eingesetzt haben. Zusätzlich sollten die Ärzte den Arzt-Patienten-Kontakt und die genutzte Unterstützung – Ada, Internet, bereitliegende Fachbücher, etc. – dokumentieren. An der ersten Station wurde das Fallbeispiel „Akute Gastritis“ ohne technologische Hilfsmittel bearbeitet. An der zweiten und dritten Station wurden die Fallbeispiele „Akuter Myokardinfarkt“ und „Denguefieber“ mit ärztlicher Nutzung von Ada dx bearbeitet. Nach der zweiten Station wurde eine zehnminütige Pause eingelegt. An der vierten Station lag ein Ada-Patientenhandout zum Fallbeispiel „Lupus“ bereit.

Die Trainingsfälle und die Fälle der zweiten und dritten Station, bei denen mit Ada dx gearbeitet wurde, wurden vorab von der Lehrperson getestet.

Nach Abschluss der Gruppenphase fand eine 20-minütige Diskussion statt, in der die Teilnehmer das Modul und das Gelernte reflektierten und diskutierten. Die Lehrperson stellte zusätzlich die Themen Diagnosesicherheit, Arzt-Patienten-Beziehung und Patientenermächtigung durch DDSS zur Diskussion.

Zu Ende des Lernlabors wurde der Abschlussfragebogen zur Evaluation ausgeteilt, den die Teilnehmer innerhalb einer Woche an die Lehrperson zurücksendeten.

2.3.9 **Evaluation des Testlaufs**

2.3.9.1 **Erstellen eines Evaluationsframeworks**

Pombo und Moreira (2012) zählen vier Elemente auf, die bei der Evaluation von Blended-Learning-Modulen beachtet werden sollten. Was ist das Ziel der Evaluation? Wer soll beteiligt werden? Wie und wann soll die Evaluation stattfinden? Was soll evaluiert werden?

Das übergeordnete Ziel dieser Evaluation war es, herauszufinden, ob durch die Teilnahme am Testmodul die CDSS-Thematik erfolgreich aufgearbeitet werden kann und sich Wissen und Fertigkeiten sowie Haltung der Teilnehmer zu CDSS steigern.

Mit der Evaluation sollten im Detail folgende Fragen beantwortet werden: Ändert sich die Einstellung und Haltung der Teilnehmer zu CDSS? Halten die Teilnehmer ein CDSS-Modul in der klinischen Ausbildung für wichtig? Wie ist der wahrgenommene Nutzen für die klinische Ausbildung? Sind die Teilnehmer mit dem Modul, der Modulgestaltung, dem Lernformat und dem Curriculum zufrieden? Können die aufgestellten Lernziele mit dem Kurs erreicht werden? Unterstützen Modulinhalte/-umfang und Lernformat das Erreichen der Lernziele? Wie schätzen die Teilnehmer ihren Wissens-/ Fertigkeitenzuwachs zu CDSS ein?

In der Literatur findet sich eine Vielzahl an Evaluationsframeworks für Blended Learning, die sich in ihrer Methodik unterscheiden, je nachdem welche Daten erhoben werden, auf welche Aspekte des Blended Learning fokussiert wird, z. B. Technologie oder Kursinhalt oder wessen Sichtweise analysiert wird, z. B. Lernende oder Lehrperson. Bislang hat sich durch die Diversität der verwendeten Methoden und Anwendungsbereiche im Blended Learning keines dieser Frameworks als am effektivsten herauskristallisieren können (Bowyer und Chambers 2017). In dieser Arbeit wurden zum Erstellen eines Evaluationsframeworks Elemente des Web-Based Learning

Environment Instrument (WEBLEI) nach V Chang und Fisher (2003) und des Hexagonal E-Learning Assessment Model (HELAM) nach Ozkan und Koseler (2009) als Grundlage verwendet.

2.3.9.2 Entwicklung von Teilnehmerfragebögen

Für die Auswertung des CDSS-Testmoduls wurden standardisierte Prä- und Post-evaluationsfragebögen zur Befragung der Teilnehmer entwickelt. Die Fragebögen wurden aus Elementen der in Abschn. 2.3.9.1 aufgezählten Evaluationsframeworks entwickelt sowie um einige zusätzliche, dort fehlende, Aspekte ergänzt. Das Modul wurde nur von den Teilnehmern, nicht aber von der Lehrperson oder durch die Institution bewertet.

Im Eingangsfragebogen, Abb. 6.2, wurden vier Fragen zu personenbezogenen Daten, vier zu Motivation und Erwartungen, vier zum eigenem Lernverhalten, zwei zur Vorerfahrung mit CDSS und vier zur Vorerfahrung mit medizinischen Apps gestellt sowie eine Selbsteinschätzung zu Wissen und Fertigkeiten bezüglich CDSS mit sieben Fragen durchgeführt.

Für den Eingangsfragebogen wurde die Einteilung in die Kategorien „Personenbezogene Daten“, „eigenes Lernverhalten“ und „Vorerfahrung“ aus den Evaluationsframeworks WEBLEI und HELAM übernommen. Die Fragen zum eigenem Lernverhalten 3a-3d wurden aus dem WEBLEI nach V Chang und Fisher (2003) und dem HELAM nach Ozkan und Koseler (2009) abgewandelt und ins Deutsche übersetzt; die anderen Fragen des Eingangsfragebogens wurden neu erstellt.

Im Abschlussfragebogen, Abb. 6.3, wurden vier Fragen zu Motivation und Erwartungen, fünf zum eigenem Lernverhalten, sechs zur Zufriedenheit mit dem Modul, Lernformat und Curriculum, fünf zur Modulgestaltung und zwei zum wahrgenommenen Nutzen für die klinische Ausbildung gestellt. Analog zum Eingangsfragebogen wurde eine Selbsteinschätzung zu Wissen und Fertigkeiten bezüglich CDSS mit den gleichen sieben Fragen durchgeführt.

Für den Abschlussfragebogen wurde die Einteilung in die Kategorien „eigenes Lernverhalten“, „Zufriedenheit mit dem Modul“ und „Modulgestaltung“ aus den Evaluationsframeworks WEBLEI nach V Chang und Fisher (2003) und HELAM nach Ozkan und Koseler (2009) übernommen. Die Fragen 2d, 3b, 3f und 4e wurden aus dem WEBLEI, die Fragen 4b, 4c und 4d aus dem HELAM abgewandelt und ins Deutsche übersetzt übernommen. Aus dem Englischen wurden die Kategorien „student satisfaction“ mit Studierendenzufriedenheit und „student engagement“ mit Studierendenmotivation ins Deutsche übersetzt. Die anderen Fragen wurden neu erstellt.

Zur Beantwortung der Ranking-Fragen stand eine fünfstufige Likert-Skala (1=,stimme überhaupt nicht zu' bis 5=,stimme voll und ganz zu') zur Verfügung.

2.3.9.3 **Datenanalyse**

Es wurde eine Datenanalyse der in den Fragebögen erhobenen Daten sowie der Protokolle der Präsenzveranstaltung durchgeführt. Zur Auswertung der in den Fragebögen erhobenen Daten wurden deskriptive statistische Verfahren verwendet. Zur Zuordnung der Datensätze aus den Eingangs- und Abschlussfragebögen wurden den Teilnehmern die Nummern eins bis sechs zugeteilt. Die Redebeiträge sowie Stimmung der Teilnehmer wurden separat von zwei Mitarbeitern der MI Göttingen anonymisiert protokolliert.

3

Ergebnisse

3.1 Auswertung der Literaturrecherche

3.1.1 Analyse der Literatur zu CDSS

Die Analyse früher Quellen zur Entwicklung und Nutzung von CDSS zeigte, dass in den Anfängen der Computerentwicklung die Anwendungsbereiche für CDSS wissenschaftlich weit diskutiert wurden, im klinischen Einsatz jedoch überschaubar waren. Der Schwerpunkt lag auf der Entwicklung von Verfahren zu neuen Messtechniken, etwa in der Kardiologie oder Labormedizin. Insbesondere die automatische EKG-Analyse gelangte früh in die Routine (Rienhoff 1975; Rienhoff 2016).

In den 1970er Jahren kamen Systeme zur digitalen Bildverarbeitung und zur Überwachung von Intensivpatienten hinzu. Für die Intensivmedizin spielte die automatische Signalanalyse eine wichtige Rolle. Parallel zu den klinischen Entwicklungen wurden auch Veränderungen der medizinischen Ausbildung diskutiert und diese durch technologische Möglichkeiten erweitert (J Anderson und Forsythe 1974). Mit dem Anstieg der Krankheitsbegriffe und Syndrome von ca. 5000 auf 30000 seit Beginn des Jahrhunderts wurden drei Richtungen in der Diagnostik unterschieden. Erstens die „klassische Diagnostik“ der körperlichen Untersuchung ohne weitere Hilfsmittel, zweitens die naturwissenschaftlich apparativen Methoden und drittens die seit zwei bis drei Jahrzehnten aufkommenden Methoden der Wahrscheinlichkeitstheorie und Datenverarbeitung (Gall 1969). Zahlreiche Diagnosesysteme zur ärztlichen Unterstützung wurden, beginnend mit dem Expertensystem MYCIN, für die klinische Praxis entwickelt. Dies war nur durch die Entwicklung der Computer und ihre weitläufige Verbreitung möglich (Shortliffe 1976; Warner 1979; Reggia und Tuhirim 1985b; Dombal und Grémy 1976). Salamon et al. (1986) beschrieben zahlreiche der neu entwickelten Anwendungen, z. B. DXplain, HELP, QMR oder H.E.A.R.T in ihrem Sammelband. van Bommel et al. (1985) dokumentierten einen Wandel vom Einsatz statistischer Methoden zur Entwicklung von KI-Systemen. Neben den Optimisten gab es auch prominente Kritiker der Entwicklung. So schrieb Gustav Wagner

als ein Urkritiker der „Computer-Diagnose“ 1973, dass Ärzte als Diagnostiker durch Computer nicht ersetzt werden könnten, da der Diagnoseprozess eine Abstraktion sei, zu der Computer nicht in der Lage wären (Wagner 1973).

Im Verlauf wurde die Integration der entwickelten Anwendungen in Systeme zur klinischen Prozessoptimierung – etwa mit Krankenhausinformationssystemen (KIS) – zunehmend wichtig (Rienhoff et al. 1988; Reggia und Tuhrim 1985a). Pöpl et al. (1993) fassten in ihrem Sammelband die Integration von Entscheidungsunterstützung mit KIS, die Vernetzung, die zunehmende Spezialisierung der Anwendungsgebiete wissensbasierter Systeme in einer Vielzahl medizinischer Disziplinen, die technologischen Entwicklungen in der digitalen Bildverarbeitung und die Anforderungen an die medizinische Dokumentation zusammen.

Heute ist die Komplexität klinischer Entscheidungen viel größer als in den Anfängen, da die Entwicklung der Präzisionsmedizin immer vieldimensionale Entscheidungen mit sich bringt. Dies ist durch die seit Jahrzehnten anhaltende starke Zunahme biomedizinischen Wissens mit hoch spezialisierten Datensätzen, z. B. durch die Genomanalyse, neue Verfahren der Bildanalytik oder ganz neue Einflussfaktoren – etwa dem Mikrobiom – gegeben. Das Spektrum der Systeme weitet sich deshalb zunehmend über die anfänglichen statistischen und logischen Methoden in Richtung von KI-Verfahren aus. In diesem Kontext wird auch erörtert, Daten in sogenannte „digital humans“ abzubilden und CDSS auf diese Datenplattformen zu spezialisieren (Adam und Aliferis 2020; Rivas und Wac 2018; André 2019).

3.1.2 Charakteristika der CDSS-Studien

In einer strukturierten Literaturrecherche wurden Studien zu Akzeptanzproblemen von CDSS nach den in Abschn. 2.1 genannten Kriterien, 786 Abstracts gescreent und nach Entfernen von Studiendopplungen 110 Volltexte ausgewählt. Die Charakteristika und beschriebenen Akzeptanzprobleme der einzelnen Studien sind in Tab. 6.2 zusammengefasst. Über den gesamten Recherchezeitraum, 2000-2019, wurden CDSS-Akzeptanzstudien gefunden; die jeweilige Studienanzahl für jedes Jahr ist in Abb. 3.1 zu sehen.

Durch Rundung kommt es im Folgenden dazu, dass sich die einzelnen Werte nicht immer genau auf 100% addieren. 63,6% (n=70) der Studien wurden im ambulanten, 34,5% (n=38) im stationären und 1,8% (n=2) sowohl im ambulanten als auch im stationären Setting durchgeführt. 50,9% (n=56) der Studien wurden in Nordamerika durchgeführt, davon 87,5% (n=49) in den USA und 12,5% (n=7) in Kanada. Im Vergleich zu allen anderen Ländern wurden in den USA die meisten CDSS-Akzeptanzstudien durchgeführt.

3 Ergebnisse

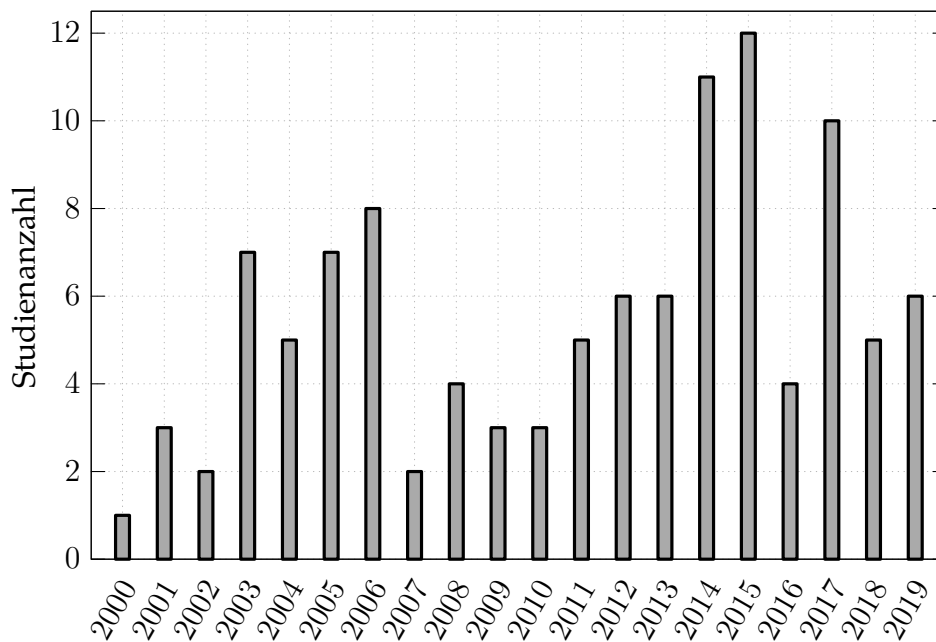


Abbildung 3.1: Häufigkeit von CDSS-Akzeptanzstudien in den Jahren 2000-2019; die Studien wurden nach den in Abschn. 2.1 genannten Kriterien ausgewählt. CDSS (clinical decision support system).

Die Studien europäischer Länder repräsentierten 30,9% ($n=34$) der Gesamtstudienanzahl, die Aufteilung auf die einzelnen Länder ist in Abb. 3.2 dargestellt. Die Mehrheit der Studien wurden in Großbritannien, Schweden und den Niederlanden durchgeführt; Deutschland lag im europäischen Vergleich zurück.

In afrikanischen Ländern wurden 11,8% ($n=13$) der Studien durchgeführt, in Asien 5,6% ($n=6$) der Studien und in Australien und Neuseeland zusammen 6,4% ($n=7$).

In den CDSS-Akzeptanzstudien wurden unterschiedliche CDSS-Anwendungen untersucht. Die Mehrzahl der Akzeptanzstudien untersuchte Anwendungen zu Medikamentenverordnung und -dosierung. Weiterhin wurden auf Leitlinienempfehlungen basierende CDSS, Diagnose- und Triagesysteme, mobile und telemedizinische Anwendungen, CDSS zum Krankheitsmanagement und zur PEF getestet. Die Studienanzahl zu den jeweiligen unterschiedlichen CDSS ist in Abb. 3.3 abgebildet. In 4,55% ($n=5$) der Studien kamen mehrere unterschiedliche CDSS-Anwendungsarten zum Einsatz, sodass diese Studien doppelt gezählt wurden.

Benachrichtigungen und Erinnerungen wurden in 48,2% ($n=53$) der Studien untersucht. Bei 54,5% ($n=60$) der untersuchten CDSS handelte es sich um Diagnosesysteme, bei 69,1% ($n=76$) um Therapiesysteme, davon 63,2% ($n=48$) zur Unterstützung der pharmakologischen Therapie, 11,8% ($n=13$) zur Unterstützung von Prävention

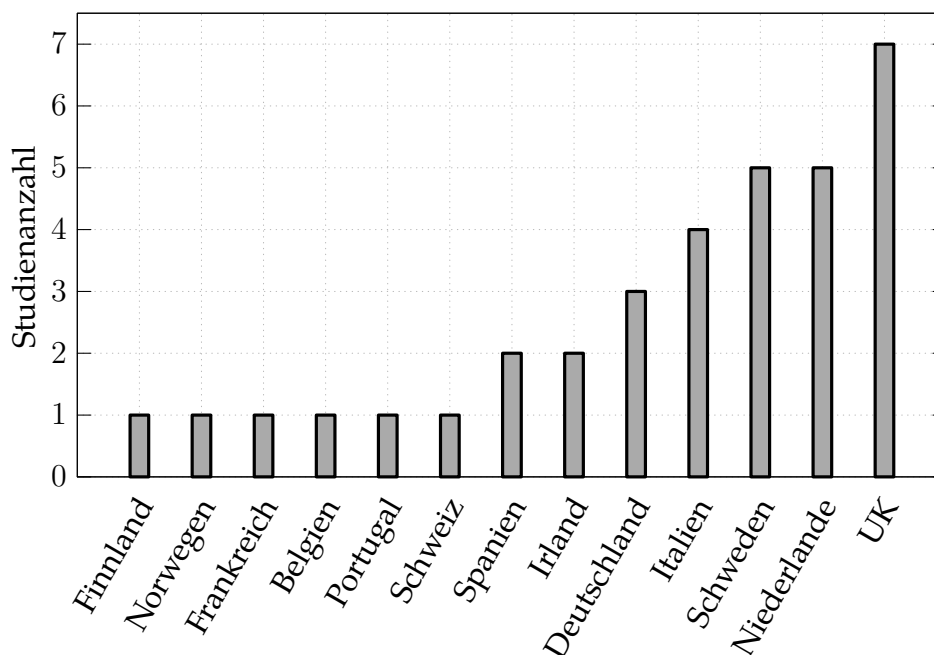


Abbildung 3.2: Häufigkeit von CDSS-Akzeptanzstudien in unterschiedlichen europäischen Ländern in den Jahren 2000-2019. CDSS (clinical decision support system).

und/oder Screening.

Die CDSS-Akzeptanzstudien wurden in unterschiedlichen medizinischen Fachabteilungen durchgeführt. Am häufigsten, in 40% (n=44) der Studien, wurden Akzeptanzprobleme in der Allgemeinmedizin ausgewertet. 21,8% (n=24) der Studien wurden in der Inneren Medizin durchgeführt, davon 29,2% (n=7) in der Infektiologie, 16,7% (n=4) in der Onkologie, 12,5% (n=3) in der Kardiologie und 4,2% (n=1) in der Geriatrie. Weiterhin fanden sich in absteigender Häufigkeit CDSS-Akzeptanzstudien aus der Pädiatrie, zu fächerübergreifenden pharmakologischen Anwendungen, Studien aus der Geburtshilfe, Psychiatrie, Notaufnahme, Genetik, Neurologie, Chirurgie, Dermatologie und zu einem abteilungsunabhängigen CDSS für die Pflege.

3.1.3 Darstellung der Akzeptanzprobleme von CDSS

Die in den einzelnen Studien der Literaturrecherche ermittelten CDSS-Akzeptanzprobleme wurden, wie in Abschn. 2.1.3 beschrieben, zur Auswertung in die Kategorien „Eigenschaften des CDSS“, „Eigenschaften des Nutzers“, „Eigenschaften in Zusammenhang mit Patienten“, „Eigenschaften bezüglich des Arbeitsumfelds“ und „Rahmenbedingungen der CDSS-Entwicklung“ unterteilt.

In 98,2% (n=108) der Studien wurden Akzeptanzprobleme zu Eigenschaften der CDSS ermittelt. 45,5% (n=50) der Studien stellten Zeitaufwand, 41,8% (n=46) Un-

3 Ergebnisse

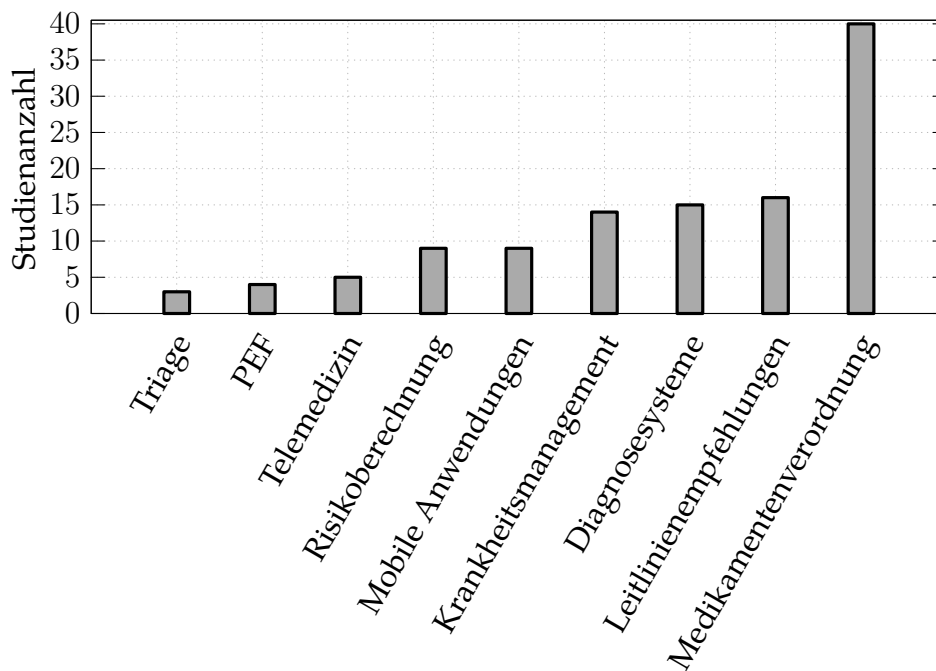


Abbildung 3.3: Häufigkeit verschiedener CDSS-Anwendungen in den Akzeptanzstudien aus den Jahren 2000-2019. Zuordnung mehrerer CDSS-Anwendungen in 4,55% (n=5) der Studien, CDSS (clinical decision support system), PEF (partizipative Entscheidungsfindung).

terstützung des Arbeitsziels, 40% (n=44) Benutzerfreundlichkeit, 38,2% (n=42) Integration in den Arbeitsablauf und 32,7% (n=36) wahrgenommene Nützlichkeit als Akzeptanzprobleme dar. Unter Unterstützung des Arbeitsziels wurden die in Studien genannte Relevanz für den Nutzer, bzw. die klinische Situation, die Anwendbarkeit auf die klinische Situation, bzw. auf patientenspezifische Charakteristika, die Unterstützung beim Prioritäten setzen, eine Erinnerungsfunktion und das Erreichen eines gewünschten Outcomes durch die Nutzung zusammengefasst. Die zehn häufigsten Akzeptanzprobleme ambulanter CDSS sind in Abb. 3.4 dargestellt.

Interoperabilität wurde in 25,5% (n=28) der Studien genannt. Darunter wurden die automatische Bereitstellung der Entscheidungsunterstützung, das Wegfallen einer zusätzlichen Dateneingabe, z. B. durch die Einbindung in die EPA, und die Verknüpfung zwischen verschiedenen Einrichtungen der Gesundheitsversorgung zusammengefasst.

In den Studien zu CDSS in Form von Benachrichtigungen oder Erinnerungen zeigte sich in 20,9% (n=23) der Studien alert fatigue als Akzeptanzproblem. Dies kam durch häufige oder von den Nutzern als unnötig empfundene CDSS-Nachrichten zustande, z. B. auch durch fehlerhafte Benachrichtigungen durch unvollständige oder inkorrekte Dokumentation in der EPA oder durch Benachrichtigungen mit bereits

3 Ergebnisse

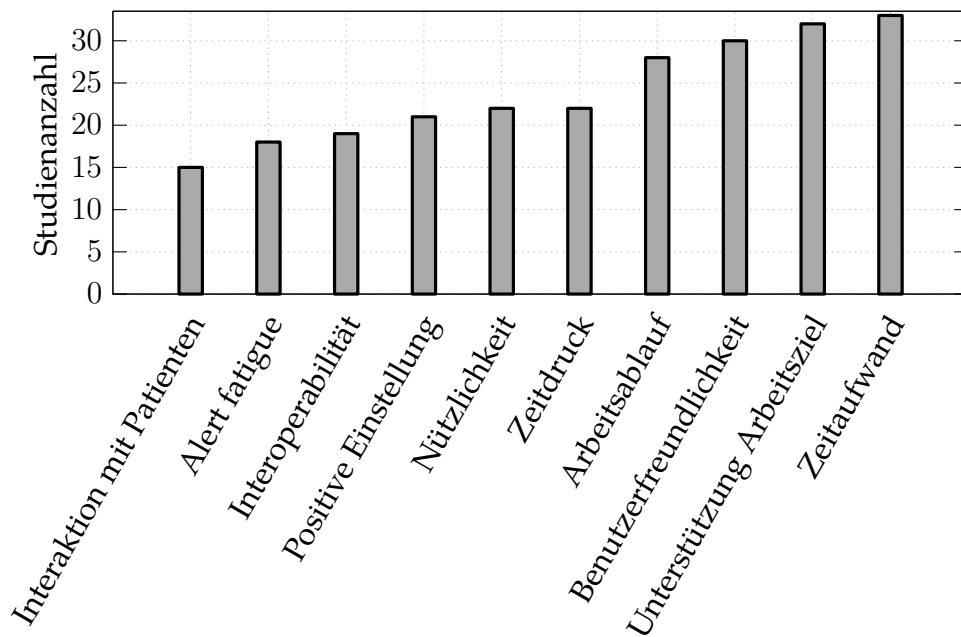


Abbildung 3.4: Die zehn häufigsten Akzeptanzprobleme aller Studien zu ambulanten CDSS aus den Jahren 2000-2019. CDSS (clinical decision support system).

bekanntem Informationen. Als begünstigender Faktor für die Akzeptanz zeigte sich die Möglichkeit zum schnellen Stilllegen der Benachrichtigungen.

In 16,4% (n=18) der Studien wurde die Verbesserung der Versorgung als Akzeptanzfaktor genannt, worunter die Verbesserung der Gesundheitsversorgung und die Verbesserung der Patientensicherheit durch Reduktion unerwünschter Arzneimittelwirkungen zusammengefasst wurden.

Technische Probleme, z. B. mit dem Internetzugang, der Hardware oder der Geschwindigkeit des CDSS, zeigten sich in 17,3% (n=19) der Studien als Akzeptanzproblem. Zum Design des CDSS wurde z. B. die Nutzung einer App als begünstigender Faktor beschrieben. Die notwendige Dokumentation, ob, bzw. warum das CDSS nicht genutzt wurde, konnte in den Studien von Arts et al. (2018) und Patterson et al. (2004) als Akzeptanzproblem dokumentiert werden. Rechtliche Aspekte, z. B. zu Vertraulichkeit, Privatsphäre, Datensicherheit und Haftung, wurden in 10% (n=11) der Studien als Akzeptanzproblem beschrieben. Weiterhin wurden das Verständnis der Funktionsweise des CDSS, die wissenschaftliche Qualität der Informationsquellen, Evidenz bezüglich der Vorteile bzw. der Funktionsweise des CDSS, Validität und Aktualität der Ergebnisse als Akzeptanzprobleme genannt.

In 78,2% (n=86) der Studien wurden Eigenschaften des Nutzers als Akzeptanzproblem angeführt. Die positive Einstellung des Nutzers zum CDSS zeigte sich in 25,5%

3 Ergebnisse

(n=28) als begünstigend für die CDSS-Akzeptanz. Darunter wurden auch die Zustimmung zum jeweiligen CDSS, die Motivation und das Interesse an der generellen Nutzung von CDSS zusammengefasst. Ein Training mit dem CDSS wurde in 18,2% (n=20) der Studien als begünstigender Faktor, fehlendes oder inadäquates Training hingegen als Hemmnis für die spätere Nutzung beschrieben. In einer Studie wirkten sich Simulationen und peer training, statt theoretischer Instruktion, positiv aus (Vedanthan et al. 2015). Eine andere Studie zeigte, dass ein CDSS-Training mit E-Learning erfolgreich war (Harry et al. 2019). Zu wenig Training und Unsicherheit im Umgang oder eine starke Gewöhnung und daraus resultierend fehlendes Hinterfragen des CDSS zeigten sich als mögliche Probleme (Liberati et al. 2017). In 17,3% (n=19) der Studien zeigte sich eine Lernkurve bei der Nutzung; zunächst musste viel Zeit auf die CDSS-Nutzung verwendet werden, im Verlauf konnte durch eine zunehmende Vertrautheit ein besserer Umgang erreicht werden.

Weitere begünstigende Faktoren für die CDSS-Akzeptanz waren in 10,9% (n=12) der Studien das Bewusstsein für die Existenz und Zielsetzung des CDSS, in 8,2% (n=9) technische Vorkenntnisse und in 5,5% (n=6) die Selbstwirksamkeit im Umgang mit dem CDSS. Als Probleme wurden in 11,8% (n=13) der Studien eine Diskrepanz zwischen den Ergebnissen des CDSS und der persönlichen fachlichen Meinung oder Kenntnis, in 12,7% (n=14) eine Veränderung der Arztrolle und der Autonomie dokumentiert. Nutzer waren eher geneigt, CDSS zu verwenden, wenn sie die Möglichkeit zur autonomen Entscheidung behielten.

Sozio-demographische Charakteristika, wie Alter, Geschlecht und Erfahrung des Nutzers, wurden in 17,3% (n=19) der Studien im Hinblick auf die CDSS-Akzeptanz untersucht. Geringere Erfahrung, z. B. eines Berufsanfängers, wurde als begünstigender Faktor und die zunehmende Erfahrung im Laufen des Berufslebens als Hemmnis beschrieben. In 10% (n=11) der Studien wurde gezeigt, dass die Nutzung von CDSS mit steigender Berufserfahrung der Nutzer sinkt. Beeler et al. (2013) wiesen in ihrer Studie zur Nutzung einer Interaktionsprüfung bei der Medikamentenverordnung nach, dass die Assistenzärzte im Vergleich zu den Oberärzten mehr als doppelt so viele Prüfungen mit dem CDSS durchführten. Andere Studien konnten keine Unterschiede bei Nutzern unterschiedlichen Erfahrungsgrades nachweisen. Zum Einfluss von Alter und Geschlecht auf die CDSS-Nutzung können in der Analyse der CDSS-Akzeptanzstudien keine Schlussfolgerungen gezogen werden.

Eigenschaften in Zusammenhang mit Patienten wurden in 36,4% (n=40) der Studien als Akzeptanzproblem dargestellt. Die veränderte Interaktion zwischen medizinischem Personal und Patienten wurde in 20% (n=22) der Studien als Akzeptanzproblem identifiziert. Bergman und Fors (2005) und Vedanthan et al. (2015) beschrieben in ihren Studien, dass die nonverbale Kommunikation durch das CDSS zu kurz

3 Ergebnisse

kam und es dadurch weniger genutzt wurde. Charani et al. (2013) dokumentierten in ihrer Studie, dass Ärzte die CDSS-Nutzung vor dem Patienten als unprofessionell empfanden. Die Unterstützung der PEF durch das CDSS wirkte sich in den analysierten Studien positiv auf die Nutzung aus. Patienteneigenschaften waren in 13,6% (n=15) der Studien wichtig für die CDSS-Akzeptanz. Dazu zählten die Einstellungen und Vorlieben der Patienten, ihre Umsetzung der CDSS-Empfehlungen und ihr Verständnis des CDSS.

Akzeptanzprobleme bezüglich des Arbeitsumfelds wurden in 50,9% (n=56) der Studien ermittelt. Die Veränderung der Interaktion im Behandlungsteam als Einfluss auf die CDSS-Akzeptanz wurde dokumentiert. In vier Studien wurde durch das CDSS die Aufgabenverteilung im Behandlungsteam verändert, z. B. durch Veränderung des ärztlichen Aufgabenbereiches durch Delegation ärztlicher Tätigkeiten an nicht-ärztliches Personal in der Studie von Vedanthan et al. (2015). Weitere begünstigende Faktoren waren sowohl eine positive Einstellung der Kollegen zum CDSS, als auch deren Unterstützung und Förderung bei der Nutzung sowie eine gute Kommunikation zwischen medizinischem Personal und Patienten und zwischen verschiedenen Einrichtungen der Patientenversorgung. Hierarchische Strukturen wurden in der Studie von Cloutier (2016) als Hemmnis beschrieben.

Der Zeitdruck und die Arbeitsbelastung wurden in 25,5% (n=28) der Studien als Hauptgrund für die geringe Akzeptanz von CDSS beschrieben. Das Vorhandensein materieller Ressourcen, z. B. IT-Infrastruktur, Stromversorgung, begünstigte die Nutzung von CDSS. Wenn die vom CDSS empfohlene Diagnostik, bzw. Therapie gar nicht oder nicht schnell verfügbar war oder es sich nicht um eine übliche Krankenkassenleistung handelte, war die Akzeptanz der Nutzer zu den CDSS-Empfehlungen geringer. Das Vorhandensein personeller Ressourcen als Einfluss auf die Akzeptanz von CDSS wurde in 14,5% (n=16) der Studien untersucht. Stabilität im Personal und anhaltende IT-Unterstützung wirkten sich positiv aus. Die Arbeitsstruktur wirkte sich ebenfalls auf die Akzeptanz der CDSS aus. Der Einsatz von CDSS außerhalb des Patientenkontakts, z. B. durch räumliche Trennung von Computern und Patientengesprächen, wirkte sich hemmend, eine hohe Arbeitsflexibilität hingegen begünstigend aus. Ein strategischer Plan für die Implementation des CDSS, die Definition der Ziele sowie die ausreichende Information aller Beteiligten während des gesamten Implementationsprozesses, wirkte sich positiv auf die Akzeptanz der Nutzer aus.

In Zusammenhang mit den Rahmenbedingungen der CDSS-Entwicklung wurden in 14,5% (n=16) der Studien Akzeptanzprobleme festgestellt. Die Einbindung der Nutzer in die Entwicklung des CDSS wurde in 5,5% (n=6) der Studien als begünstigend auf die spätere Akzeptanz beschrieben. Ebenfalls positiv wirkten sich die Prä-

senz eines „Fürsprechers“ und dessen Nutzung des CDSS, die Beteiligung lokaler Meinungsbildner, die Unterstützung durch die Führungsebene, ein Performance-Feedback sowie eine iterative Systemverbesserung aus.

3.1.4 Zusammenfassende Analyse

In den Anfängen klinischer Entscheidungsunterstützung waren die Anwendungsbereiche überschaubar, mit einem Schwerpunkt in der Kardiologie und Labormedizin. Heute sind die Anwendungsbereiche durch die Entwicklung der Präzisionsmedizin komplex, die vieldimensionale Entscheidungen mit sich bringt.

Trotz des vielfältigen Potenzials von CDSS, das in der Literatur beschrieben wurde (vgl. Abschn. 3.1.1), bezog sich die Mehrheit der CDSS in den letzten 20 Jahren auf den Bereich Arzneimitteltherapiesicherheit (vgl. Abschn. 3.1.3). Darüber hinaus zeigte sich, dass es diverse Akzeptanzprobleme von CDSS gibt. Über alle Studien und Jahre wurden folgende zehn Faktoren am häufigsten beschrieben: Zeitaufwand, Unterstützung des Arbeitsziels, Benutzerfreundlichkeit, Integration in den Arbeitsablauf, wahrgenommene Nützlichkeit, Interoperabilität, positive Einstellung des Nutzers zu CDSS, Zeitdruck und Arbeitsbelastung, alert fatigue und Veränderung der Arzt-Patienten-Beziehung.

Die Studienanzahl der einzelnen Akzeptanzprobleme wurde für den Zeitraum 2000-2019 verglichen. Die Häufigkeitsverteilung der Akzeptanzprobleme blieb über die Jahre konstant. Nur für den Faktor „Interoperabilität“ war ein leichter Aufwärtstrend zu erkennen, der in Abb. 3.5 dargestellt ist. Unter Interoperabilität wurden die Integration des CDSS in eine EPA, die automatische Datenübernahme aus der EPA oder anderen KIS sowie die Verknüpfung mit anderen Einrichtungen der Patientenversorgung zusammengefasst.

Im ambulanten und stationären Setting ähnelten sich die Akzeptanzprobleme in ihrer Häufigkeit. Im stationären Setting wurde der Verlust ärztlicher Autonomie als Akzeptanzproblem häufiger genannt, im ambulanten Setting war die positive Einstellung der Nutzer zu CDSS von größerer Bedeutung für die Akzeptanz.

Im Vergleich zwischen den Studienländern konnten folgende Unterschiede dokumentiert werden. In den Studien der USA und aus europäischen Ländern zeigten sich als häufigste Akzeptanzfaktoren Zeitaufwand für die Nutzung der CDSS, die Unterstützung des Arbeitsziels, die Integration in den Arbeitsablauf und Benutzerfreundlichkeit der Systeme. In den Studien aus den USA wurde, verglichen mit den europäischen Studien, Zeitdruck häufiger als Akzeptanzproblem beschrieben. In den

3 Ergebnisse

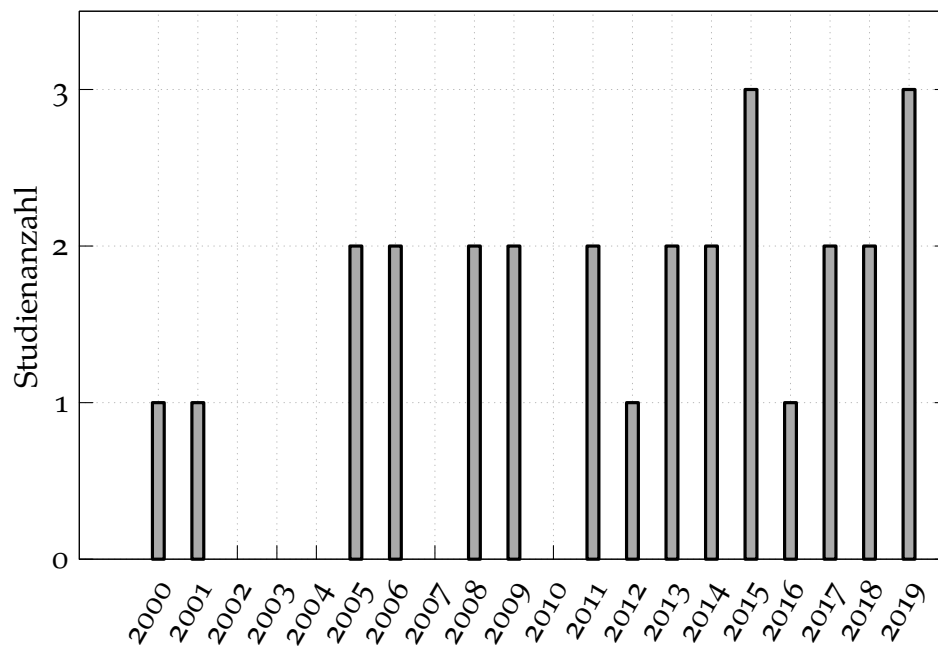


Abbildung 3.5: Interoperabilität als Akzeptanzfaktor von CDSS; Darstellung der Häufigkeit des Faktors „Interoperabilität“ in den Studien zu Akzeptanzproblemen von CDSS aus den Jahren 2000-2019. CDSS (clinical decision support system).

europäischen Studien hingegen wurden häufiger die Interaktion zwischen medizinischem Personal und Patienten und der Verlust der ärztlichen Autonomie angeführt. Die Auswertung der Studien afrikanischer Länder unterschied sich grundlegend von den in der Auswertung der US-amerikanischen und europäischen Akzeptanzstudien ermittelten Faktoren. Sowohl Eigenschaften der Nutzer, z. B. das Training mit dem CDSS, die positive Einstellung der Nutzer zu CDSS, die Lernkurve bei der CDSS-Nutzung und technische Vorkenntnisse als auch eine Beteiligung der Nutzer an der CDSS-Entwicklung wurden als wichtigste Akzeptanzfaktoren beschrieben. In Abb. 3.6 und Abb. 3.7 wurden zum Vergleich die zehn häufigsten Akzeptanzprobleme aus den Studien der USA und afrikanischer Länder dargestellt.

3 Ergebnisse

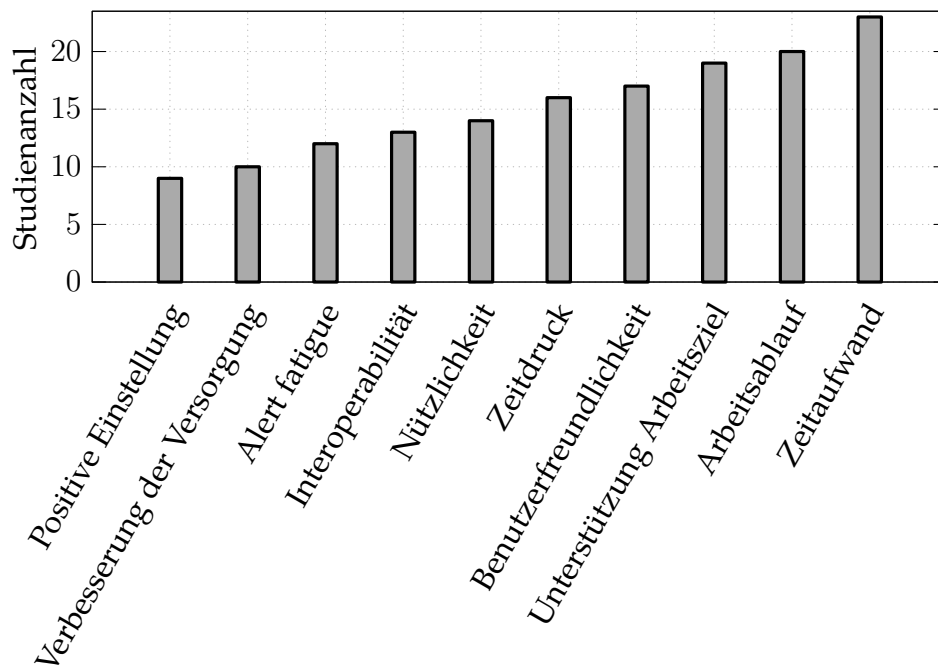


Abbildung 3.6: Die zehn häufigsten Akzeptanzprobleme aus CDSS-Studien der USA aus den Jahren 2000-2019. CDSS (clinical decision support system).

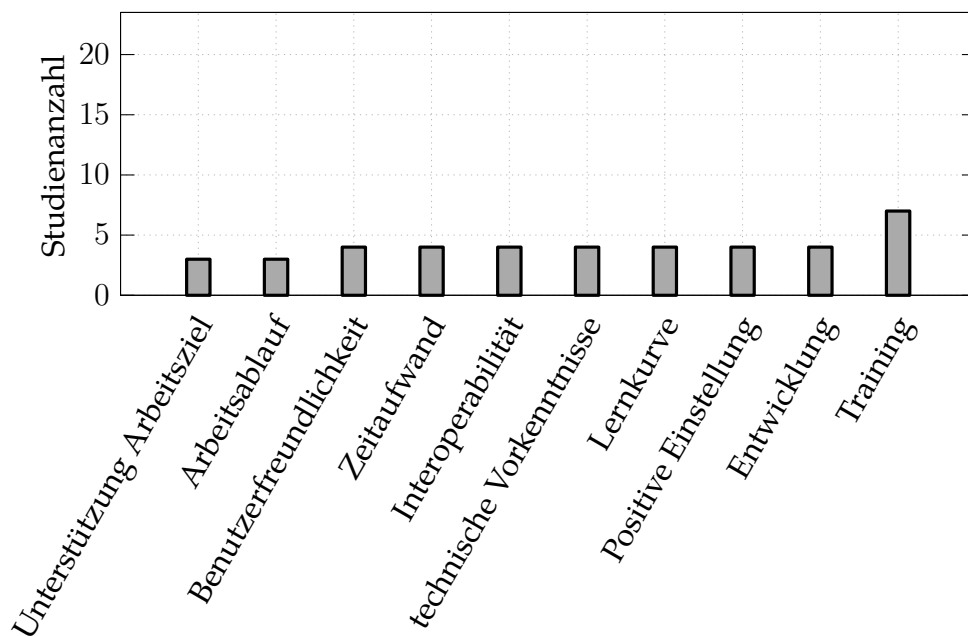


Abbildung 3.7: Die zehn häufigsten Akzeptanzprobleme afrikanischer CDSS-Studien aus den Jahren 2000-2019. CDSS (clinical decision support system).

3.2 Auswertung der Feldbeobachtungen

3.2.1 Schweizer Krankenhaus mit erweiterter Grundversorgung

3.2.1.1 Voraussetzungen für den Einsatz von CDSS

Das Schweizer Krankenhaus war im Beobachtungszeitraum ein öffentliches Krankenhaus mit erweiterter Grundversorgung. Die stationären chirurgischen Patienten waren ohne Unterteilung in chirurgische Fachabteilungen auf mehreren Normalstationen und einer gemischt chirurgisch-internistischen Intensivstation untergebracht. In der Chirurgie wurden folgende Fachbereiche abgedeckt: Viszeral-, Gefäß- und Thoraxchirurgie, Traumatologie, Proktologie, Gastroenterologie und bariatrische Chirurgie. Es kamen minimal-invasive und offene Operationstechniken sowie zur Diagnostik Sonographie, konventionelles Röntgen, CT, MRT und Angiographie zum Einsatz.

Die gesamte medizinische Dokumentation erfolgte im KIS mit integrierter EPA und Patientenkurve. Alle am Behandlungsprozess beteiligten Mitarbeiter hatten einen Computerarbeitsplatz mit eigenem Zugang zum KIS. Ärzte und Pflegekräfte arbeiteten in getrennten Büros sowie an mobilen Arbeitsstationen auf dem Flur. Für die unterschiedlichen Fachdisziplinen und Stationen wurden Berechtigungen innerhalb des KIS verteilt, sodass nicht alle Patientenakten mit allen Befunden von jedem Mitarbeiter eingesehen werden konnten. Wenn doch Zugriff auf eine Akte außerhalb des persönlichen Zuständigkeitsbereiches genommen wurde, musste der Grund hierfür genau dokumentiert werden. Zur Information und Dokumentation konnten Mitteilungen oder Aufträge zwischen den Fachdisziplinen verschickt sowie Anmeldungen gemacht werden. Es konnten Verordnungen, Berichte und Konsilien erstellt werden. Laborwerte und radiologische Untersuchungen waren ebenfalls im KIS dokumentiert; Befunde und Medikamente konnten automatisiert von einem Dokument in ein anderes übernommen werden. Für unterschiedliche Krankheitsbilder gab es Behandlungspfade mit Order Sets, z. B. für Laboruntersuchungen oder die Medikamentenverordnung. Von Messgeräten konnten Daten, z. B. Vitalparameter, Geräteparameter der Beatmung, Betriebsdaten von Spritzenpumpen, etc. importiert werden. Auf der Intensivstation konnten Scores durch automatisierte Datenverarbeitung erhoben werden. Genauso konnten Daten zur Codierung und Leistungserfassung, z. B. Beatmungszeit oder Medikamente, automatisch entnommen werden.

3.2.1.2 Aktueller CDSS-Einsatz

Zur diagnostischen Unterstützung für Ärzte wurde bei jedem EKG routinemäßig eine automatische EKG-Analyse durchgeführt. DDSS zur allgemeinen Diagnoseun-

3 Ergebnisse

terstützung waren nicht im Einsatz. Zur Unterstützung der Medikamentenverordnung standen mehrere in die EPA integrierte CDSS zur Verfügung. Die Medikamentenverordnung erfolgte über CPOE; dabei mussten Dosierung, Verabreichungsform, Häufigkeit und Dauer ausgewählt werden. Das Programm wies aktiv auf unberücksichtigte Kontraindikationen, inklusive Allergien, auf die falsche Applikationsart, ausbleibende Verlaufskontrollen und mögliche Doppelverordnungen des gleichen Wirkstoffs hin. Integrierte Fachinformationen konnten vom Nutzer zusätzlich ausgewählt werden.

Ein CDSS zur Medikamenteninteraktionsprüfung konnte bei der Medikamentenverordnung oder als Button in der Patientenkurve ausgewählt werden. Es konnten Interaktionen zwischen allen verordneten Medikamenten, inklusive der Bedarfsmedikation, überprüft werden. Als Ergebnis wurden die interagierenden Medikamente ohne weitere Informationen über die Art der Interaktion angezeigt. Die Interaktion wurde nach Schweregrad von eins bis sechs sortiert.

Die Thromboseprophylaxeverordnung wurde durch eine Warnung unterstützt, die sechs Stunden nach Aufnahme eines Patienten aktiv erschien, wenn bis dahin keine adäquate Prophylaxe verordnet wurde. Die Warnung musste vom Nutzer bestätigt werden, woraufhin Leitlinien und Risiko-Scores angeschaut werden konnten.

Das CDSS zur Unterstützung der Insulinverordnung erforderte eine manuelle Dateneingabe; Blutzuckerwerte, mögliche Resistenzfaktoren des Patienten, dessen Kostform, etc. mussten eingetragen werden. Abhängig von den eingegebenen Werten wurde die zu verordnende Insulinmenge automatisch berechnet. Bei Hypoglykämien erschien eine Warnung in der Patientenkurve; daraufhin konnten Informationen zum Management der Hypoglykämie geöffnet werden.

Mittels Teleradiologie konnte eine radiologische Untersuchung auch nachts oder am Wochenende, außerhalb der Arbeitszeiten der spitaleigenen Radiologen, befundet sowie konsiliarisch eine zweite Meinung eingeholt werden. Die Bilddaten wurden über das KIS zu einem anderen Spital gesendet und der Befund ebenso zurückgeschickt.

In der Pflege waren Patienteneinschätzungen (Assessments), Diagnosekataloge, Interventionskataloge und Pflegeziele standardisiert. Mit dem ergebnisorientiertem Pflege Assessment AcuteCare (ePA-AC) konnten für die drei Anwendungsbereiche, Dekubitus, Sturz und Delir automatisiert Assessments durchgeführt werden. Dabei wurden Items aus 10 Kategorien zur Ableitung von Pflegediagnosen abgefragt.

Bei sturzgefährdeten Patienten kamen Sensormatten zum Einsatz, die zwischen normalem Begehen und Stürzen unterscheiden konnten; im Falle von Stürzen wurde das Pflegepersonal alarmiert.

3.2.1.3 Erfahrungen und Einstellungen der Nutzer

Die CDSS waren alle in die EPA integriert und arbeiteten zum Teil aktiv (EKG-Analyse, Thromboseprophylaxe-Empfehlung, Warnung vor Hypoglykämien) oder ließen sich passiv (Medikamenteninteraktionsprüfung, Insulinverordnung) durch einen in die Patientenkurve integrierten Button mit einem Klick aktivieren. Die Nutzung der CDSS war unkompliziert und bereits nach einer kurzen IT-Schulung umsetzbar. Das CDSS zur Unterstützung der Insulinverordnung erforderte eine zusätzliche Dateneingabe, die anderen Anwendungen konnten patientenspezifische Daten aus der EPA beziehen. Es war keine Dokumentation notwendig, ob die CDSS-Anwendungen genutzt oder ihre Ergebnisse als Handlungsgrundlage verwendet wurden.

Durch die Datenübernahme aus der EPA verursachte die CDSS-Nutzung nur einen geringen zusätzlichen Zeitaufwand, bedeutete aber eine zusätzliche Arbeitsbelastung, da Zeit für das Aufrufen der CDSS oder die Durchsicht der Benachrichtigungen und Warnungen notwendig war. Der Zeitdruck und die hohe Arbeitsbelastung der Ärzte im Krankenhaus wirkten sich negativ auf die CDSS-Nutzung aus. Die Benachrichtigungen, insbesondere die der Interaktionsprüfung, waren sehr zahlreich und wurden mitunter als unnötig empfunden. So gab z. B. die Interaktionsprüfung bei der Verordnung einer dualen Thrombozytenaggregationshemmung die Warnung vor erhöhter Blutungsgefahr, die aber im spezifischen Patientenfall bewusst Teil der Therapie war. Dieses und ähnliche weitere Beispiele führten bei den verordnenden Ärzten zu alert fatigue und dazu, dass Benachrichtigungen häufig ungelesen stillgelegt wurden.

Die wahrgenommene Nützlichkeit der Anwendungen war gering. Die Thromboseprophylaxe wurde in der Chirurgie ohne CDSS schon sehr zuverlässig durchgeführt, sodass die Notwendigkeit zur Unterstützung von den Ärzten nicht verstanden wurde. Das CDSS zur Unterstützung der Insulinverordnung wurde in der Chirurgie selten genutzt, da bei gut eingestellten Diabetespatienten der Spritzplan des Patienten nicht verändert wurde und bei schwer einstellbaren Patienten die Diabetesberatung hinzugezogen wurde, die die Insulinverordnung ohne Nutzung des CDSS optimierte.

Die Ärzte hatten häufig ein fehlendes Bewusstsein für die Existenz der CDSS oder ein fehlendes Verständnis um den Nutzen der Anwendungen. Es gab keine Evidenz zu den bereitgestellten Informationen und keine Information über deren Aktualisierung. Insbesondere bei der automatischen EKG-Analyse war nicht bekannt, welche Krankheitsbilder durch eine Wissensbasis oder Trainings-EKGs beschrieben waren. Die Ergebnisse der Medikamenteninteraktionsprüfung widersprachen häufig

der fachlichen Meinung der Nutzer.

Die Nutzung der CDSS war einfacher und sie wurden häufiger verwendet bei größerer Motivation und Vertrautheit des Nutzers mit Computern und Technologie im Allgemeinen. Assistenzärzte nutzten die CDSS häufiger als Oberärzte. Die Oberärzte widersprachen fachlich häufiger den CDSS-Ergebnissen. Es zeigte sich ebenfalls häufiger bei den Ärzten mit mehr Berufserfahrung die Angst vor einem Autonomieverlust durch die Nutzung von CDSS. Die hierarchischen Strukturen stellten sich als Hemmnis dar. Die Meinung von Ober- oder Konsilärzten wurde stärker als die Ergebnisse des CDSS gewichtet. Häufig wurden die Entscheidungen bezüglich eines Behandlungsprozederes, z. B. zur Verordnung einer Thromboseprophylaxe oder eines neuen Medikaments, von Oberärzten getroffen, die in ihrer Funktion als Ratgeber nicht direkt mit der EPA arbeiteten und die CDSS nicht nutzten.

Eine positive Einstellung von Kollegen und deren Unterstützung und Förderung bei der CDSS-Nutzung erhöhten die Akzeptanz von Nutzern.

Das Pflegeassessment (ePA-AC) wurde standardisiert genutzt und von den Pflegefachkräften gut akzeptiert. Durch die Anwendung bei jedem Patienten wurden die bis auf die ärztliche Diagnose gesunden Patienten von denen mit einer erhöhten Pflegebedürftigkeit und erhöhtem Risiko für die drei genannten Probleme (Dekubitus, Sturz, Delir) getrennt. Das Assessment wurde im Verlauf wiederholt, da sich die pflegerischen Diagnosen teils während des stationären Aufenthalts veränderten. In manchen Fällen fiel die Einschätzung je nach durchführender Pflegefachkraft unterschiedlich aus, wenn unterschiedliche Ausprägungsgrade gewählt wurden. Die Sensormatte wurde ebenfalls gern von den Pflegekräften genutzt, war aber sehr stör anfällig, da häufig auch ohne Sturz der Alarm ausgelöst wurde, z. B. auch durch Personal – insbesondere nicht-pflegerisches Personal.

Die Patienten waren über die Existenz und Nutzung der CDSS während ihrer Behandlung nicht informiert. Eine Veränderung der Beziehung zwischen Pflegekräften und Patienten durch Nutzung der CDSS konnte nicht beobachtet werden. Durch den Zeitaufwand der Computerarbeit, worunter unter anderem auch die Nutzung der CDSS fiel, hatten die Ärzte weniger Zeit für den direkten Patientenkontakt.

Die IT-Infrastruktur war sehr gut, sodass die CDSS zuverlässig genutzt werden konnten. Materielle Ressourcen, z. B. der Zugang zum KIS für jeden Mitarbeiter, und personelle Ressourcen, z. B. fortlaufende IT-Unterstützung, begünstigten die Nutzung. Die gut organisierten Arbeitsabläufe ermöglichten es während der Durchsicht der Patientenkurve, die passiv aufzurufenden CDSS zu verwenden und die Benachrichti-

gungen und Warnungen anzusehen. Abgesehen von der Funktion der Teleradiologie bestand keine Interoperabilität mit anderen Systemen.

Zur Entwicklung und Implementation konnten keine Beobachtungen gemacht werden, da im Beobachtungszeitraum alle beschriebenen CDSS-Anwendungen bereits installiert waren und keine Änderungen vorgenommen wurden.

3.2.2 Kenianisches Krankenhaus im ressourcenlimitierten Setting

3.2.2.1 Voraussetzungen für den Einsatz von CDSS

Das kenianische Krankenhaus war im Beobachtungszeitraum ein öffentliches Krankenhaus mit einem Einzugsbereich von ca. 24 Millionen Menschen aus Kenia, dem Osten Ugandas und dem südlichen Sudan. Alle internistischen Krankheitsbilder wurden in einer Abteilung behandelt. Die stationären Patienten wurden auf geschlechtergetrennten Normalstationen, einer interdisziplinären und einer kardiologischen Intensivstation versorgt. Zusätzlich gab es ein ambulantes Versorgungszentrum, das ursprünglich zur HIV-Versorgung und Verbesserung der Mutter- und Kindgesundheit gegründet wurde und im Verlauf durch zusätzliche Anwendungsbereiche, vor allem zum Management anderer chronischer Erkrankungen, erweitert wurde. Darüber hinaus wurden ambulante Patienten in den Fachbereichen Onkologie, Nephrologie, Kardiologie, Pädiatrie, Psychiatrie und Psychosomatik behandelt. Für die medikamentöse Therapie waren Pharmazeuten zuständig, die Medikamentenpläne schrieben, die Medikamentenausgabe verwalteten und die ärztliche Visite begleiteten.

In Kenia kann das Gesundheitssystem in vier Ebenen unterteilt werden. Auf den unteren beiden Ebenen findet nur eine ambulante Basiskrankenversorgung mit dem Schwerpunkt auf Prävention, z. B. Impfungen, statt. Diese Gesundheitseinrichtungen werden von Krankenschwestern betreut. Auf der dritten Ebene finden sich Gesundheitszentren unter der Aufsicht von Clinical Officers. Auf der höchsten Ebene, in den Krankenhäusern, sind Ärzte in der Leitung; es gibt dort eine ambulante und stationäre Patientenversorgung.

Das beschriebene Krankenhaus war eines der personell und materiell am besten ausgestatteten in ganz Kenia; dennoch war das Setting ressourcenlimitiert. Computer fanden sich nur auf der Intensivstation, in der Administration und im ambulanten Versorgungszentrum. Im Falle von Stromausfällen gab es eine Notstromversorgung in Form eines Generators, alternativ kamen an anderen kenianischen Krankenhäusern Solaranlagen oder Wasserkraft zum Einsatz. Zur Diagnostik konnten Sonographie-, CT- und MRT-Untersuchungen durchgeführt werden. Die Anzahl der

3 Ergebnisse

durchführbaren Untersuchungen war für Patienten mit der nationalen Krankenversicherung, National Hospital Insurance Fund (NHIF), limitiert und musste vorab bewilligt werden, wodurch Untersuchungen sich – gerade am Wochenende – verzögerten. Nicht versicherte Patienten mussten den Betrag für die Diagnostik vorab in bar bezahlen. Für manche Untersuchungen oder therapeutische Verfahren, z. B. die interventionelle Radiologie, fehlten aus Kostengründen die Geräte oder es fehlte die Expertise des medizinischen Personals. Geräte, wie z. B. Monitore am Bett der Patienten für die Vitalparameterkontrolle, waren zum Großteil ausrangierte Geräte aus den USA oder Europa. Unter den stationären Patienten waren viele junge und an fortgeschrittenen chronischen Krankheiten, insbesondere an HIV und HIV-assoziierten Krankheiten, leidende Patienten. Bei Patienten mit Krebsleiden wurden diese häufig erst im Endstadium diagnostiziert. Vorsorgeuntersuchungen wurden, z. B. für Brustkrebs in Form des Mammographiescreenings, angeboten, die Patienten mussten dafür in ausgewählte Gesundheitseinrichtungen kommen. Die Verlegungsmöglichkeiten waren gering, da das Krankenhaus im beschriebenen Einzugsgebiet das größte war.

Die medizinische Dokumentation erfolgte in Papierakten. Laborwerte und radiologische Befunde wurden am Computer geschrieben und ausgedruckt in den Patientenakten hinterlegt. In der Inneren Medizin gab es kein KIS. Im ambulanten Versorgungszentrum wurde eines der größten und ersten Open Medical Record Systems (Open MRS) in Subsahara-Afrika mit einer EPA mit Patientendaten, Untersuchungsergebnissen, Diagnosen, Medikamenten, Notizen von der Visite und integrierten CDSS installiert.

3.2.2.2 Aktueller CDSS-Einsatz

Zur diagnostischen Unterstützung der Ärzte wurde routinemäßig für jedes EKG eine automatische EKG-Analyse durchgeführt. DDSS zur allgemeinen Diagnoseunterstützung waren nicht im Einsatz.

Innerhalb der EPA im ambulanten Versorgungszentrum waren mehrere CDSS zur Unterstützung der HIV-Diagnostik und -Therapie im Einsatz. Diese verwendeten hierfür auf WHO-Leitlinien basierende Algorithmen. Durch ein CDSS konnten Erinnerungen für eine ausstehende CD4-Zählung generiert werden, durch ein weiteres anhand von Tuberkulose-Screeningdaten und patientenspezifischen Daten Empfehlungen für eine Isoniazid-präventive-Therapie erstellt oder das Monitoring von immunologischem Therapieversagen unterstützt werden.

Für das Management arterieller Hypertonie im ländlichen Kenia bestand eine Kooperation zwischen dem Krankenhaus und ambulant arbeitenden Krankenschwes-

tern, die Entscheidungsunterstützung über ein Tablet nutzen konnten. Die Krankenschwestern führten eine Blutdruckmessung am Patienten durch und reagierten je nach Anweisung des CDSS auf den gemessenen Wert. Über das Tablet waren die Dateneingabe, der Zugriff auf Vordaten der Patienten und Entscheidungsunterstützung bei der Therapie möglich. Die Software enthielt Algorithmen, die je nach eingegebenen Blutdruckwerten anhand von WHO-Leitlinien patientenspezifische Therapieanweisungen erstellten. Die Einträge während des Patientenkontakts konnten offline gemacht werden. Wenn ein Netzwerk verfügbar war, wurden die Daten auf einen Server am Krankenhaus übertragen.

3.2.2.3 Erfahrungen und Einstellungen der Nutzer

Durch technische Probleme war die Nutzung der in die EPA des ambulanten Versorgungszentrums integrierten CDSS erschwert. Wenn neue Patientendaten noch nicht eingegeben waren, wurden durch das CDSS auf der Basis dieser inkorrekten Daten Empfehlungen generiert. Durch die geringe Computeranzahl konnte die CDSS-Nutzung nicht während des Patientenkontaktes erfolgen und die Daten der in der Ambulanz gesehenen Patienten wurden im Nachhinein in die EPA eingegeben. Wenn Daten automatisiert aus der EPA übernommen wurden, waren die Ärzte eher geneigt, die CDSS zu nutzen. Der Zeitdruck und die hohe Arbeitsbelastung wurden als Hauptgrund für und gegen die Nutzung der CDSS genannt. Für keines der beschriebenen CDSS war es notwendig zu dokumentieren, ob sie genutzt und die Ergebnisse als Entscheidungsgrundlage verwendet wurden.

Für die Akzeptanz der zum Einsatz kommenden CDSS waren Computervorkenntnisse, eine positive Einstellung zum CDSS und Motivation zur Nutzung wichtige begünstigende Faktoren. Durch die Verwendung von aktuellen WHO-Leitlinien für die CDSS-Algorithmen wurde die Behandlung nach aktuellen Leitlinien unterstützt. Als Hemmnis stellte sich dar, dass die Ärzte zum Teil nicht über die aktuellen WHO-Leitlinien informiert waren oder die CDSS nicht aktualisiert waren und so die Ergebnisse der fachlichen Meinung der Ärzte widersprachen. Auch die Ergebnisse der EKG-Analyse wurden wegen hoher falsch-positiver Ergebnisse selten zur Entscheidungsfindung genutzt. Manche Ärzte waren auch besorgt um einen Autonomieverlust durch die Nutzung der CDSS. Vor allem durch den anfänglich hohen Zeitbedarf und das notwendige Training im Umgang mit den Anwendungen, kam es zu Akzeptanzproblemen der Nutzer. Die positive Einstellung von Kollegen und deren Unterstützung und Förderung bei der CDSS-Nutzung begünstigten die Akzeptanz. Häufige Wechsel im Personal und wiederholt notwendiges Training stellten sich als Problem dar.

Im Kooperationsprojekt zum Management arterieller Hypertonie im ländlichen Kenia ermöglichte die Offline-Eingabe von Patientendaten und eine spätere Übertragung auf den Server des Krankenhauses eine zuverlässige Nutzung des CDSS auch ohne dauerhafte Strom- und Internetversorgung und erhöhte die Akzeptanz der Krankenschwestern. Das CDSS konnte während des Patientenkontakts über ein Tablet genutzt werden. Durch die Integration des CDSS in den Patientenkontakt mussten die Krankenschwestern ihre Arbeitsabläufe verändern. Die ursprünglich ärztliche Aufgabe, einen Therapieplan zu machen, wurde an Krankenschwestern delegiert, die sich mit der CDSS-Nutzung fachlich sicherer fühlten. Ihre Selbstwirksamkeit bei der Nutzung zeigte sich als begünstigender Faktor für die andauernde Nutzung.

Die Patienten waren über die Nutzung von CDSS in ihrer Behandlung informiert und zeigten überwiegend eine positive Einstellung dazu. In der Interaktion zwischen Ärzten bzw. Krankenschwestern und Patienten zeigte sich als Problem die reduzierte nonverbale Kommunikation durch Konzentration auf die CDSS.

Zur Entwicklung und Implementation konnten keine Beobachtungen gemacht werden, da im Beobachtungszeitraum alle beschriebenen CDSS-Anwendungen bereits installiert waren und keine Änderungen vorgenommen wurden.

3.2.3 Deutsches Krankenhaus der Regelversorgung

3.2.3.1 Voraussetzungen für den Einsatz von CDSS

Das deutsche Krankenhaus war im Beobachtungszeitraum ein öffentliches Krankenhaus der Regelversorgung. Die stationären internistischen Patienten waren auf mehreren Normalstationen und einer gemischt chirurgisch-internistischen Intensivstation untergebracht. In der Inneren Medizin wurden folgende Fachbereiche abgedeckt: Kardiologie, Nephrologie, Pneumologie, Gastroenterologie, Onkologie, Endokrinologie, Infektiologie, Hämatologie, Intensivmedizin, Geriatrie und Palliativmedizin. Zur Diagnostik war ein weites Spektrum an Laboruntersuchungen, radiologischen Untersuchungen, z. B. Sonographie, konventionelles Röntgen, CT oder MRT, verfügbar. Wenn eine Untersuchung nicht durchgeführt werden konnte, wurde die Untersuchung durch einen anderen Gesundheitsversorger durchgeführt oder die Patienten verlegt.

In der Inneren Medizin wurde eine in das KIS integrierte EPA zur Dokumentation und Kommunikation von stationären und ambulanten Patientenverläufen verwendet. Jeder Mitarbeiter, der am Patienten arbeitete, hatte einen eigenen Zugang zum System. Je nach Berufsgruppe und Fachabteilung konnte nur auf bestimmte Inhalte

3 Ergebnisse

Zugriff genommen werden. Zugriff auf fremde Akten war nur durch den Vermerk Notdienst möglich. Die EPA war ein Datenspeicher für Patientenfalldaten, Laborwerte oder radiologische Bilder und Befunde. Es konnten Anforderungen, Befund- und Arztbriefe im System erstellt werden. Befundberichte und Bilddokumentation von sonographischen oder endoskopischen Untersuchungen konnten durch Verknüpfung der Geräte mit dem KIS übernommen werden. Pflegedokumentation, z. B. Dokumentation des Wundmanagements – insbesondere von Dekubiti – waren im System enthalten. Codierung und Leistungserfassung fanden ebenfalls über das KIS statt.

3.2.3.2 Aktueller CDSS-Einsatz

Es waren CDSS-Anwendungen für Ärzte im Einsatz. Zur diagnostischen Unterstützung wurde aktiv jedes geschriebene EKG automatisch ausgewertet. Allgemeine diagnostische CDSS gab es nicht.

Zur Unterstützung der Medikamentenverordnung stand ein CDSS zur Medikamenteninteraktionsprüfung zur Verfügung, das über ein externes Programm aufgerufen werden konnte. Es war nicht mit der EPA verknüpft, sodass die zu verordnenden Medikamente des Patienten zur Nutzung der Interaktionsprüfung eingetragen werden mussten. Die Medikamentenverordnung erfolgte über CPOE, wobei Wirkstoff, Dosierung und Behandlungszeitraum ausgewählt werden mussten.

3.2.3.3 Erfahrungen und Einstellungen der Nutzer

Die CDSS waren nicht in die EPA integriert. Die Ergebnisse der automatischen EKG-Analyse wurden als Aufdruck auf jedem EKG zur Verfügung gestellt. Die Nutzung der Medikamenteninteraktionsprüfung erfolgte passiv durch Aufrufen des Nutzers. Die Nutzung der Interaktionsprüfung bedeutete einen zusätzlichen Zeitaufwand. Zeitdruck und Arbeitsbelastung der Ärzte im Krankenhaus waren ein Hauptgrund, sie nicht zu nutzen. Es war nicht notwendig zu dokumentieren, ob die CDSS genutzt und die Ergebnisse als Entscheidungsgrundlage verwendet wurden.

Die Medikamenteninteraktionsprüfung war einfach in der Bedienung war und benutzerfreundlich gestaltet. Die Nutzung sowohl der Medikamenteninteraktionsprüfung als auch der EKG-Analyse war mit dem Arbeitsprozess vereinbar und konnte in den Arbeitsablauf integriert werden. Die wahrgenommene Nützlichkeit der Anwendungen war gering. Insbesondere die Ergebnisse der EKG-Analyse wurden aufgrund häufiger falsch-positiver Ergebnisse kaum beachtet. Es gab keine Evidenz zu den Vorteilen der CDSS-Nutzung, den bereitgestellten Ergebnissen und keine Information über deren Aktualisierung. Insbesondere bei der EKG-Analyse war nicht

bekannt, welche Krankheitsbilder durch eine Wissensbasis oder Trainings-EKGs beschrieben waren und wo die Grenzen der Auswertung lagen. Die Frage nach der Haftung bei Nutzung fehlerhafter Ergebnisse des CDSS stellte sich ebenfalls als Akzeptanzproblem dar.

Gute Computerkenntnisse, Vertrautheit mit Technologie im Allgemeinen, Zustimmung zum und Vertrauen in das CDSS zeigten sich als begünstigend für die CDSS-Nutzung. Wenn das CDSS der fachlichen Meinung der Ärzte widersprach, waren sie abgeneigt, es wieder zu verwenden. Bei weniger erfahrenen Ärzten zeigte sich der Einfluss der CDSS auf die fachliche Sicherheit als begünstigender Faktor. Eher bei den erfahreneren Ärzten zeigte sich die Angst vor einem Autonomieverlust. Durch eine positive Einstellung der Kollegen wurde die eigene Nutzung der CDSS gefördert, durch eine negative Einstellung gehemmt.

Eine gute technische Infrastruktur und personelle Ressourcen in Form von andauernder IT-Unterstützung, begünstigten eine zuverlässige Nutzung. Neue Mitarbeiter bekamen eine KIS-Schulung, in der es kein gezieltes Training zu CDSS gab. Die CDSS waren nicht interoperabel mit der EPA oder anderen Systemen der Patientenversorgung.

Die Patienten waren in die Nutzung der CDSS nicht involviert und wussten nicht, in welcher Form diese in ihrem Behandlungsprozess verwendet wurden. Es konnten keine Veränderungen der Arzt-Patienten-Interaktion oder der Interaktionen im Behandlungsteam durch die CDSS-Nutzung beobachten werden.

Zur Entwicklung und Implementation konnten keine Beobachtungen gemacht werden, da im Beobachtungszeitraum alle beschriebenen CDSS-Anwendungen bereits installiert waren und keine Änderungen vorgenommen wurden.

3.2.4 Zusammenfassende Analyse

3.2.4.1 Bereitstellung von CDSS

An den drei Krankenhäusern der Feldbeobachtungen zeigte sich eine unterschiedlich starke Bereitstellung von CDSS für die Unterstützung des medizinischen Personals. Die überwiegende Zahl der Anwendungen war zur ärztlichen Nutzung bestimmt. Es zeigten sich wenig CDSS in der totalen Anzahl und eine geringe Anwendungsvielfalt. Am Schweizer Krankenhaus zeigte sich die größte Anwendungsvielfalt und auch die größte Zahl an CDSS insgesamt. Die automatische EKG-Analyse wurde an allen drei Standorten eingesetzt. Zusätzliche kleine, spezialisierte Anwendungen für definierte Anwendungsbereiche kamen am kenianischen Krankenhaus,

z. B. in der HIV-Versorgung, und am Schweizer und deutschen Krankenhaus überwiegend im Rahmen der Arzneimitteltherapiesicherheit, zum Einsatz. Allgemeine DDSS zur Diagnoseunterstützung innerhalb einer medizinischen Fachdisziplin fanden sich an keinem der drei Standorte.

3.2.4.2 Herausforderungen und Akzeptanzprobleme von CDSS

Die in der Praxis beobachteten Herausforderungen und Akzeptanzprobleme bei der CDSS-Nutzung wurden alle auch in der Literatur beschrieben. Je nach Versorgungslage unterschieden sich die Akzeptanzprobleme von CDSS. Am Schweizer und am deutschen Krankenhaus lag für die Akzeptanz der Nutzer der Schwerpunkt auf der Benutzerfreundlichkeit der CDSS, dem Zeitaufwand für die Nutzung und der Integration in bestehende Arbeitsabläufe. Passive CDSS, die vom Nutzer aufgerufen wurden, z. B. die Medikamenteninteraktionsprüfung am Schweizer und am deutschen Krankenhaus, wurden als benutzerfreundlich wahrgenommen. Aktive CDSS, z. B. Benachrichtigungen zu Medikamenteninteraktionen, führten am Schweizer Krankenhaus schnell zu alert fatigue. Am kenianischen Krankenhaus bestand die größte Herausforderung darin, technische Voraussetzungen für die Nutzung von CDSS zu schaffen und ein Personal mit hoher Fluktuation und geringen Computerkenntnissen immer wieder neu zu schulen. Die hohe Bereitschaft und Motivation der Nutzer, CDSS zu verwenden, und die einfache Umsetzbarkeit der HIV- und Hypertonieversorgung in Algorithmen wirkten sich begünstigend auf den CDSS-Einsatz aus. An allen drei Standorten wirkten sich der Zeitdruck und die hohe Arbeitsbelastung des ärztlichen Personals bzw. der Pflegekräfte, die rechtliche Situation in Bezug auf CDSS und die häufig fehlende Interoperabilität der CDSS mit der EPA oder anderen Systemen der Patientenversorgung negativ auf die Akzeptanz aus. Als weitere Hemmnisse stellte sich auch die fehlende Erklärbarkeit der Systeme aus technischer Sicht dar. Zusätzlich war die Evidenz der CDSS-Ergebnisse nicht bekannt. Lediglich am kenianischen Krankenhaus war dem Personal bekannt, dass die CDSS für die HIV- und Hypertonieversorgung auf WHO-Leitlinien basierten.

Je nach Ausbildungsniveau konnten Unterschiede im Nutzungsverhalten dokumentiert werden. Die Nutzung der CDSS und deren Akzeptanz, z. B. von EKG-Analyse, HIV-Diagnostik- und Therapieempfehlungen, sank mit zunehmender Erfahrung. Die Nutzung war ebenfalls bei jüngeren Ärzten höher, die aber gleichzeitig ein geringeres Ausbildungsniveau hatten. Zu Unterschieden in der Nutzung zwischen den Geschlechtern konnten keine Beobachtungen gemacht werden.

In allen drei Feldbeobachtungen konnte die Angst vor einer Änderung der Arztrolle durch die Nutzung von CDSS dokumentiert werden. In jedem der drei beobachteten

Krankenhäuser drückten Ärzte Angst vor einem Autonomieverlust aus und waren nicht dazu geneigt, CDSS-Ergebnisse, die der eigenen fachlichen Meinung widersprachen, umzusetzen. CDSS wurden mehr als Einschränkung denn als Ergänzung der ärztlichen Fähigkeiten und Expertise gesehen.

In keiner der drei Feldbeobachtungen wurde ein Einbezug der Patienten in die Nutzung der CDSS, bzw. das gemeinsame Besprechen der CDSS-Ergebnisse, während des Patientenkontakts beobachtet.

3.3 Entwurf eines CDSS-Moduls für die medizinische Lehre

3.3.1 Bedarfsanalyse

Im NKLM sind die Lernziele des Medizinstudiums festgelegt. In der Version von 2015 fanden sich folgende Lernziele aus dem Bereich Informationstechnologie: Aufgaben, Funktion und Komponenten eines KIS, Anforderungen und Dokumentation im Klinischen Arbeitsplatzsystem (KAS), Einsatz von Telemedizin in der Patientenversorgung und Herausforderungen durch technologische Verfahren für Chancen und Grenzen der Arzt-Patienten-Beziehung (Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik Deutschland e. V. 2015).

Die Projektgruppe „MI-Lehre in der Medizin“ der GMDS veröffentlichte 2012 einen eigenen kompetenzbasierten Lernzielkatalog für die MI-Themen des Medizinstudiums, der 2018 erneuert wurde. Die neuen Lerninhalte wurden in einem eigenen Kapitel „Apps, Entscheidungsunterstützung und Künstliche Intelligenz“ festgehalten. Sie adressieren CDSS, unterschiedliche Arten von wissensbasierten Systemen und medizinischen Anwendungen von CDSS, Möglichkeiten und Grenzen von CDSS, maschinelles Lernen und neuronale Netze, Beispiele für maschinelle Lernverfahren und die Grundprinzipien deren Evaluation, personalisierte Medizin und KI-Anwendungen – insbesondere im Kontext des MPG und von Patientenapps (J Varghese et al. 2020).

In der 1. Auflage des 1. Kompetenzorientierten Gegenstandskatalogs Medizin wurden Lernziele zur CDSS-Thematik neu aufgestellt. Das Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen (2020) schreibt: „Die Absolventin und der Absolvent kennen die Bedeutung der Digitalisierung in der Medizin und in der Diagnostik. Sie sind vertraut mit der Digitalisierung in der Medizin, den aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz, der personalisierten Medizin und der digitalen Bildverarbeitung.“ Medizinstudierende sollen den Begriff der personalisierten Medizin, Grundlagen von Machine Learning und KI-Systemen, auch

vor dem Hintergrund des MPG, erklären können. Zur CDSS-Thematik sollen unterschiedliche Arten wissensbasierter Systeme und anderer Anwendungen zur Verbesserung der Patientenversorgung erklärt und deren Chancen und Limitationen benannt werden (Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen 2020).

An der Universität Göttingen beinhaltet kein Modul im Wahl- oder Pflichtbereich Lehre zu CDSS (Stand 13.10.2020). Das Modul 2.4 „Methodische Grundlagen der Evidenzbasierten Medizin“ enthielt Grundlagen der MI ohne Bezug zu CDSS, auch die dort angeführte vertiefende Literatur setzte sich nicht mit der Thematik auseinander¹.

3.3.2 Relevante Ergebnisse aus Literaturrecherche und Feldbeobachtungen für die Modulkonzeption

Der Nutzen von CDSS für die medizinische Versorgung wurde vielfach in der Literatur beschrieben; CDSS wurden als wichtige diagnostische Unterstützung für die medizinische Versorgung, insbesondere für die Präzisionsmedizin, z. B. durch Berner und La Lande (2016), Bright et al. (2012), Wong et al. (2000) oder Hunink et al. (2014), dargestellt.

Schon seit den 1950er Jahren wurden CDSS unterschiedlicher Typologie für diverse Anwendungszwecke entwickelt und erfolgreich implementiert. Langfristig konnten sich die Anwendungen selten durchsetzen durch schlechte Integration in klinische Arbeitsprozesse und durch Akzeptanzprobleme der Nutzer. Die im Folgenden angeführten Ergebnisse wurden ausführlich in Abschn. 3.1.3 und Abschn. 3.2.4 erläutert. Akzeptanzprobleme von CDSS sind kein neues Phänomen; über den Zeitraum der letzten 20 Jahre waren sie ein Thema zahlreicher wissenschaftlicher Publikationen. Es zeigte sich, dass die Einstellung des Nutzers zu CDSS relevant für die erfolgreiche Nutzung im klinischen Alltag ist. Darüber hinaus zeigte sich, dass die Akzeptanz und Nutzung bei weniger erfahrenen Ärzten größer ist. Ebenso konnten Veränderungen der Interaktion zwischen medizinischem Personal und Patienten – maßgeblich eine Veränderung der Arzt-Patienten-Beziehung – dokumentiert werden. Es zeigte sich in den Recherchen, dass Patienten nicht in die Nutzung der Anwendungen involviert waren. Nur zum Teil waren sie über die CDSS-Nutzung in ihrer Behandlung informiert; die Ergebnisse des CDSS und deren Einfluss auf die Entscheidungsfindung der Ärzte wurde nicht mit ihnen besprochen. Auch wurde bislang keine Dokumentation dazu gefordert, in welchem Umfang CDSS in der Patientenversorgung genutzt

¹<https://www.umg.eu/studium-lehre/studiengaenge/humanmedizin/klinik-humanmedizin/module/m24-methodische-grundlagen-der-evidenzbasierten-medizin/>

wurden und wie sich die Nutzung auf die Entscheidungsfindung ausgewirkt hat. Die Sicht von Patienten auf die behandelnden Ärzte, ihre Rolle in der eigenen Gesundheitsfürsorge, genauso wie ihre Erwartungshaltung an die medizinische Versorgung verändert sich durch ihre Nutzung von CDSS, z. B. die Ada-App, durch Wearables oder webbasierte Entscheidungshilfen. Traditionell trafen Ärzte Entscheidungen für ihre Patienten; zunehmend rückt die PEF in den Vordergrund (Jimison und Gordon 2016; Bieber et al. 2016).

3.3.3 Definition der Lernziele

Die Lernziele für ein CDSS-Modul in der medizinischen Lehre wurden nach der Bloom'schen Taxonomie, siehe Abschn. 2.3.6, in die Kompetenzgrade Kenntnis, Verständnis, Anwendung, Analyse, Synthese und Beurteilung unterteilt und sind in Tab. 3.1 dargestellt.

Tabelle 3.1: Definition der Lernziele für ein CDSS-Modul für Medizinstudierende

Lernziele	Lernende können nach dem Kurs...
Kenntnis	... eine Definition von CDSS wiedergeben. ... Anwendungsbeispiele von CDSS aufzählen. ... unterschiedliche informatische und statistische Ansätze von CDSS in Grundzügen beschreiben.
Verständnis	... die Bedeutung von CDSS für die medizinische Versorgung und die Präzisionsmedizin erkennen. ... den Einsatz verschiedener CDSS für unterschiedliche Entscheidungssituationen z. B. Triage, Notfall, etc., erklären. ... die Möglichkeiten der Patienten, mittels Gesundheitsapps eine aktive Rolle in ihrer Gesundheitsfürsorge einzunehmen, erklären.
Anwendung	... Ada dx als Beispiel für ein DDSS praktisch verwenden.
Analyse	... die Interaktion zwischen Nutzer und CDSS am Beispiel des Diagnosecockpits von Ada dx beschreiben. ... das Rollenverhalten von CDSS-Nutzern am Beispiel der Nutzung von Ada dx untersuchen. ... Möglichkeiten und Grenzen von CDSS erkennen.

Fortsetzung von Tab. 3.1

Lernziele	Lernende können nach dem Kurs...
Synthese	... die erarbeiteten Methoden der Entscheidungsunterstützung am Beispiel der Ada-Software erläutern, sowohl im Hinblick auf die ärztliche Unterstützung als auch auf die partizipative Entscheidungsfindung mit dem Patienten. ... Dokumentationsprinzipien bei der Arbeit mit CDSS ausarbeiten und erläutern.
Beurteilung	... die Auswirkungen der bisherigen und möglichen zukünftigen Entwicklung von CDSS auf ärztliche Arbeitsprozesse anhand selbst gewählter Beispiele differenziert bewerten. ... die Auswirkungen der Nutzung von CDSS auf die Arzt-Patienten-Beziehung und Diagnosesicherheit beurteilen.

Einteilung der Lernziele in die Kompetenzgrade Kenntnis, Verständnis, Anwendung, Analyse, Synthese und Beurteilung nach Bloom (1976), siehe Abschn. 2.3.6. CDSS (clinical decision support system), DDSS (diagnostic decision support system).

3.4 Evaluation des Testlaufs

3.4.1 Beschreibung der Teilnehmer

Insgesamt nahmen sechs Teilnehmer am CDSS-Testmodul teil, vier Medizinstudierende der Universität Göttingen zwischen dem 6. und 14. Fachsemester, eine Teilnehmerin mit bereits abgeschlossenem Medizinstudium in nicht-ärztlicher Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin und eine Pflegefachkraft. In der Gruppe der Medizinstudierenden lag der Durchschnitt bei 10,8 Fachsemestern. Es waren fünf weibliche Teilnehmerinnen und ein männlicher Teilnehmer. Das Durchschnittsalter lag bei 33,7 Jahren, der Altersdurchschnitt in der Gruppe der Medizinstudierenden betrug 24,8 Jahre. Das Altersminimum lag bei 21 Jahren, das Altersmaximum bei 56 Jahren.

Jeweils ein Teilnehmer gab Innere Medizin bzw. Pädiatrie als (zukünftiges) Arbeitsgebiet an. Keiner der Teilnehmer gab Chirurgie, Intensiv- und Notfallmedizin, Radiologie oder Psychiatrie als (zukünftiges) Arbeitsgebiet an. Die meisten der Teilnehmer (4 von 6) gaben an, in einer sonstigen Fachrichtung zu arbeiten bzw. zukünftig arbeiten zu wollen.

Das Interesse der Medizinstudierenden an CDSS war vorab nicht bekannt, die Teilnahme der Ärztin und der Pflegekraft erfolgte durch vorab bereits bekundetes Interesse an der Thematik.

3.4.2 Auswertung der Eingangsbefragung

Die Teilnehmer waren sehr interessiert am Thema CDSS und hielten es für ein wichtiges Thema für ihre (zukünftige) Arbeit, siehe Tab. 3.2. Die Hälfte der Teilnehmer nahm auch aus sonstigen Gründen teil. Die Mehrheit der Teilnehmer (4 von 6) erwartete, im Modul eine Übersicht zu CDSS zu bekommen.

Tabelle 3.2: Auswertung der Eingangsbefragung

Aussage	Mittelwert	Minimum	Maximum
„Ich interessiere mich für das Thema CDSS.“	4	3	5
„Ich halte CDSS für meine (zukünftige) Arbeit für wichtig.“	4	4	5
„Ich interessiere mich für Ada.“	3,2	3	5
„Ich kann gut selbstdiszipliniert lernen und mir meine Lernzeit selbst einteilen.“	4,5	4	5
„Vom eigenständigen Lernen profitiere ich im allgemeinen mehr als vom Besuch einer Vorlesung.“	3,7	2	5
„Ich lerne vor allem, wenn es für eine Prüfung wichtig ist.“	2,7	1	4
„Ich benötige externen Druck, um mich zum Lernen zu motivieren.“	1,7	1	3

Darstellung der Ranking-Fragen mit fünfstufiger Likert-Skala und der Mittelwerte, Minima und Maxima für die Aussagen der Eingangsbefragung. 1=„stimme überhaupt nicht zu“ bis 5=„stimme voll und ganz zu“. CDSS (clinical decision support system).

Die Teilnehmer hielten CDSS sowohl für das Medizinstudium als auch für andere medizinische Fachberufe, z. B. Pflegekräfte, für wichtig (jeweils 5 von 6). Die Teilnehmer wurden im Studium bzw. in der Ausbildung gar nicht (5 von 6) oder nur etwas (1 von 6) auf die Arbeit mit CDSS vorbereitet.

Der Großteil der Teilnehmer (4 von 6) hatte sich vor dem Modul noch nicht theoretisch mit CDSS auseinandergesetzt. Die Hälfte der Teilnehmer hatte vor dem Modul schon praktisch mit einer CDSS-Anwendung gearbeitet. Fast alle Teilnehmer (5 von

3 Ergebnisse

6) nutzten privat Apps auf dem Smartphone/ Tablet, etwas geringer (4 von 6 Teilnehmer) fiel der Anteil der Teilnehmer aus, die privat und beruflich Apps aus dem Bereich Medizin nutzten. Das Interesse an Ada war geringer ausgeprägt als das allgemeine Interesse an CDSS, siehe Tab. 3.2. Die Ada-App hatte erst ein Teilnehmer zuvor genutzt.

Die Teilnehmer schätzten sich überwiegend als selbstdisziplinierte Lernende ein, die sich ihre Lernzeit gut selbst einteilen können. Sie stimmten der Aussage „Ich lerne vor allem, wenn es für eine Prüfung wichtig ist“ genauso wie der Aussage „Ich benötige externen Druck, um mich zum Lernen zu motivieren“ eher nicht zu, vgl. Tab. 3.2.

Tabelle 3.3: Selbsteinschätzung der Teilnehmer in der Eingangsbefragung

Aussage	Mittelwert	Minimum	Maximum
„Ich weiß, was man unter CDSS versteht.“	3,5	2	5
„Ich weiß, dass für unterschiedliche Entscheidungssituationen (Triage, Notfall, radiologische Routinediagnostik, etc.) auch verschiedene CDSS zum Einsatz kommen.“	3,2	1	5
„Ich kann unterschiedliche informatische und statistische Methoden von CDSS in Grundzügen beschreiben.“	1,7	1	3
„Ich kann die Bedeutung von CDSS für die medizinische Versorgung und die Präzisionsmedizin erklären.“	2,7	1	5
„Ich kenne Auswirkungen der Nutzung von CDSS auf ärztliche Arbeitsprozesse und die Arzt-Patienten-Beziehung.“	2,3	1	4
„Ich kann Möglichkeiten von Patienten, mit Gesundheitsapps eine aktive Rolle in gesundheitlichen Belangen einzunehmen, erklären.“	2,7	1	5

Darstellung der Ranking-Fragen mit fünfstufiger Likert-Skala und der Mittelwerte, Minima und Maxima für die Aussagen zur Selbsteinschätzung in der Eingangsbefragung. 1=„stimme überhaupt nicht zu“ bis 5=„stimme voll und ganz zu. CDSS (clinical decision support system).

In der Eingangsselbsteinschätzung, siehe Tab. 3.3, stimmten die Teilnehmer der Aussage „Ich weiß, was man unter CDSS versteht“ eher zu. Fast alle Teilnehmer (5 von 6) konnten Anwendungsbeispiele von CDSS aufzählen; durchschnittlich wurden zwei

3 Ergebnisse

Beispiele aufgezählt, die in Tab. 3.4 aufgelistet sind. Zu unterschiedlichen informatischen und statistischen Methoden von CDSS, der Bedeutung von CDSS für die medizinische Versorgung und die Präzisionsmedizin, den Auswirkungen der CDSS-Nutzung auf ärztliche Arbeitsprozesse und die Arzt-Patienten-Beziehung sowie den Möglichkeiten von Patienten, eine aktive Rolle in ihrer Gesundheitsfürsorge einzunehmen, gaben sie ein geringes Vorwissen an. Insgesamt zeigte sich in der Eingangselbsteinschätzung ein sehr heterogenes Vorwissen der Teilnehmer, vgl. Minima und Maxima in der Selbsteinschätzung in Tab. 3.3.

Tabelle 3.4: Auflistung von den Teilnehmern in der Eingangsbefragung genannter CDSS-Anwendungsbeispiele

Diagnostik	Therapie	Sonstige Anwendungen
Diagnoseunterstützung	Therapieunterstützung	Sammeln von Informationen
Labor	Bestrahlungsplanung	Aufbereitung der Daten
EKG-Analyse (2x)	Arzneimittelinteraktionsprüfung	Anwendung der Daten in praktischen Aufgaben
		Monitoring (2x)

3.4.3 Auswertung der Abschlussbefragung

Die Erwartung der Teilnehmer, eine Übersicht zu CDSS zu erhalten, wurde erfüllt. Nach dem Modul hielten mehr Teilnehmer CDSS für das Medizinstudium für ergänzend (3 von 6); für andere medizinische Fachberufe, z. B. Pflegekräfte hielten die Teilnehmer CDSS für unverändert wichtig (5 von 6). Durch das Modul fühlten sich die Mediziner gut auf die praktische Arbeit mit CDSS vorbereitet; die Pflegekraft fühlte sich überhaupt nicht auf die praktische Arbeit mit CDSS vorbereitet, siehe Tab. 3.5.

Tabelle 3.5: Auswertung der Abschlussbefragung

Aussage	Mittelwert	Minimum	Maximum
Das Modul hat mich auf die praktische Arbeit mit CDSS vorbereitet.	3,7	1	5
In diesem Lernformat musste ich selbstdiszipliniert arbeiten, um etwas zu lernen.	3,2	2	5
Wenn das Modul für das Studium/ die Aus- oder Weiterbildung zählen würde, hätte ich mehr gelernt.	2,5	1	4

3 Ergebnisse

Fortsetzung von Tab. 3.5

Aussage	Mittelwert	Minimum	Maximum
Das Modul ist mit einer Mischung aus Podcast und praktischem Training für das Verständnis der CDSS-Thematik geeignet.	4,5	4	5
Wenn ein solches Modul in das medizinische Curriculum verpflichtend aufgenommen würde, dann sollte es geprüft werden.	3,2	1	5
Wenn ein solches Modul in das medizinische Curriculum verpflichtend aufgenommen würde, dann sollte eine andere Unterrichtsform gewählt werden.	1,5	1	3
Verwendetes Vokabular und Begriffe waren für mein Lernniveau angemessen.	5	5	5
Abstrakte Konzepte wurden mit konkreten, spezifischen Beispielen erklärt.	4,8	4	5
Der Aufbau des Moduls war übersichtlich.	4,5	4	5
Die Lernziele des Moduls waren für mich klar definiert.	3,8	2	5
Die Modulinhalte waren wichtig für meine (zukünftige) Arbeit.	4	3	5
Die Modulinhalte/-beispiele waren übertragbar auf meine Arbeitswelt.	3,8	2	5

Darstellung der Ranking-Fragen mit fünfstufiger Likert-Skala und der Mittelwerte, Minima und Maxima für die Aussagen der Abschlussbefragung. 1=,stimme überhaupt nicht zu' bis 5=,stimme voll und ganz zu'. CDSS (clinical decision support system).

Alle Teilnehmer sahen den Podcast während der vorbereitenden E-Learning-Phase an. Ein Teilnehmer nannte als Kritik für den Podcast zu viele praxisferne Informationen. Fast alle Teilnehmer (5 von 6) nutzten während des Moduls keine weiteren Informationsquellen. Die Teilnehmer stimmten eher zu, dass sie in diesem Modul selbstdiszipliniert arbeiten mussten, um etwas zu lernen. Sie waren eher nicht der Meinung, dass sie mehr gelernt hätten, wenn das Modul für das Studium oder die

Aus-/ Weiterbildung gezählt hätte. Alle Teilnehmer hielten die Mischung aus Podcast und praktischen Training für das Verständnis der CDSS-Thematik für sehr geeignet, siehe Tab. 3.5. Die Zufriedenheit mit dem Modul wurde durchschnittlich mit der Note 1,8 bewertet (1=sehr zufrieden, 6=sehr unzufrieden).

Zur inhaltlichen Modulgestaltung wurde eine Umstellung der Lernziele auf mehr Praxisbezug und Anwendungen, zum zeitlichen Bedarf mehr Zeit für die Trainingsfälle mit Ada dx und für die Präsenzveranstaltung eine Vorstellungsrunde, die Arbeit mit Meona sowie eine bessere Zeitplanung angeregt.

Wenn ein solches Curriculum in die medizinische Lehre aufgenommen würde, würde sich die Hälfte der Teilnehmer den gleichen, die andere Hälfte einen größeren Umfang wünschen. Alle Teilnehmer hielten jedoch den zeitlichen Umfang für die Modulinhalte für angemessen. Die Teilnehmer stimmten eher zu, dass ein entsprechendes Curriculum in der medizinischen Lehre geprüft werden sollte. Sie stimmten überhaupt nicht zu, dass eine andere Unterrichtsform gewählt werden sollte. Das Lernniveau wurde als angemessen beurteilt. Die Lernziele waren nicht allen Teilnehmern klar genug definiert. Die Modulinhalte wurden als wichtig für die (zukünftige) Arbeit und in etwas geringerem Umfang auch als übertragbar auf die Arbeitswelt bewertet, siehe Tab. 3.5.

Zu Modulende beurteilten die Teilnehmer in einer Selbsteinschätzung, siehe Tab. 3.6, ihr Wissen und ihre Fertigkeiten zu CDSS deutlich besser als in der Eingangsselbsteinschätzung zu Modulbeginn, vgl. Tab. 3.3. Die Teilnehmer nannten durchschnittlich 2,7 Anwendungsbeispiele von CDSS (2 in der Eingangsselbsteinschätzung), siehe Tab. 3.7.

3.4.4 Auswertung des Trainingslabors

Das Trainingslabor konnte, wie in Abschn. 2.3.8.2 beschrieben, durchgeführt werden. Die sechs Teilnehmer waren pünktlich, interessiert und nahmen diszipliniert am Trainingslabor teil.

Die Größe des Hörsaals war für die Gruppengröße unter aktuellen Pandemiebedingungen geeignet. Die Akustik war gut, alle Teilnehmer konnten sich gegenseitig gut verstehen, dennoch waren die vorgegebenen Abstandsregeln problemlos einzuhalten. Konzentriertes Arbeiten war gut möglich, es gab keine gegenseitige Störung bei der Gruppenarbeit. Die geplanten zwei Stunden reichten für Einführung und Gruppenphase aus, mit der Diskussion konnte gerade erst begonnen werden, sodass mit Einwilligung der Teilnehmer die Veranstaltung um 20 Minuten überzogen wurde.

3 Ergebnisse

Tabelle 3.6: Selbsteinschätzung der Teilnehmer in der Abschlussbefragung

Aussage	Mittelwert	Minimum	Maximum
„Ich weiß, was man unter CDSS versteht.“	4,7	4	5
„Ich weiß, dass für unterschiedliche Entscheidungssituationen (Triage, Notfall, radiologische Routinediagnostik, etc.) auch verschiedene CDSS zum Einsatz kommen.“	4	3	5
„Ich kann unterschiedliche informatische und statistische Methoden von CDSS in Grundzügen beschreiben.“	3,8	2	5
„Ich kann die Bedeutung von CDSS für die medizinische Versorgung und die Präzisionsmedizin erklären.“	4	3	5
„Ich kenne Auswirkungen der Nutzung von CDSS auf ärztliche Arbeitsprozesse und die Arzt-Patienten-Beziehung.“	3,7	1	5
„Ich kann Möglichkeiten von Patienten, mit Gesundheitsapps eine aktive Rolle in gesundheitlichen Belangen einzunehmen, erklären.“	4,3	4	5

Darstellung der Ranking-Fragen mit fünfstufiger Likert-Skala und der Mittelwerte, Minima und Maxima für die Aussagen zur Selbsteinschätzung in der Abschlussbefragung. 1=„stimme überhaupt nicht zu“ bis 5=„stimme voll und ganz zu“. CDSS (clinical decision support system).

Tabelle 3.7: Auflistung von den Teilnehmern in der Abschlussbefragung genannter CDSS-Anwendungsbeispiele

Diagnostik	Therapie	Sonstige Anwendungen
Interpretation radiologischer Bilder	Therapieunterstützung	Präzisionsmedizin
Radiologie		Anwendung durch Patienten
Diagnoseunterstützung (4x)		
Triage (2x)		
Bestrahlungsplanung		
Dermatologie Hautläsionsbeurteilung		
EKG-Analyse (2x)		
Labor		

Alle Teilnehmer erklärten sich zur Unterzeichnung des Ada NDA einverstanden. Die

3 Ergebnisse

Testzugänge wurden von Ada zeitnah bereitgestellt und konnten problemlos von den Teilnehmern genutzt werden.

Der über eine Webkonferenz mit BigBlueButton zugeschaltete Mitarbeiter von Ada hielt den geplanten Kurzvortrag über das Unternehmen und die Entwicklung der beiden Ada-Versionen. Die Tonqualität der Webkonferenz war schlecht, sodass der Mitarbeiter schwer zu verstehen war.

Die anschließende Präsentation des Trainingsfalls „Appendizitis“ durch die Lehrperson reichte aus, um den Teilnehmern die Grundlagen der Falleingabe in Ada dx zu vermitteln. Es kamen zunächst keine Rückfragen. Der zweite Trainingsfall „Zollinger-Ellison-Syndrom“, der selbstständig von den Teilnehmern bearbeitet wurde, konnte von allen gut gelöst werden. Es gab vereinzelte Fragen zur Eingabe spezifischer Symptome und Befunde in Ada dx. Die Einführung und das Ada dx Training nahmen zusammen ca. 45 Minuten in Anspruch.

In der Stationsarbeit dokumentierten die Ärzte nur rudimentär Symptome und Befunde der Patienten. Sie dokumentierten nicht wie gefordert, in welchem Umfang sie technologische Unterstützung während des Diagnoseprozesses nutzten. Nach jedem Fallbeispiel nahm jeder Teilnehmer die Gelegenheit wahr, den eigenen Eindruck aus der zuvor erlebten Rolle zu schildern und kurz zu reflektieren.

Während des ersten Fallbeispiels „Akute Gastritis“ ohne Nutzung von Ada-Technologie war die Atmosphäre in der Gruppe entspannt. Die Teilnehmer fassten zusammen, dass eine ausführliche Anamnese eine wichtige Rolle für die Diagnosefindung spiele. Viele Fragen würden dem Patienten routinemäßig gestellt, seltenere Fragen gelangten eher ins Hintertreffen.

Im zweiten Fallbeispiel „Akuter Myokardinfarkt“ wurde das ärztliche Dokumentieren im Vergleich zum ersten Fallbeispiel als schwieriger wahrgenommen. Ada dx wurde von den Ärzten überwiegend im Anschluss an das Arzt-Patienten-Gespräch als zweite Meinung genutzt, als aber die Diagnose Myokardinfarkt schon gestellt und der Patient in die nächstgelegene Klinik überwiesen war. Durch das vorgegebene EKG mit erkennbaren ST-Hebungen kamen die Ärzte schnell auf die richtige Diagnose und gaben an, durch die zeitkritische Notfallsituation nicht die Unterstützung von Ada dx während des Patientenkontakts hinzugezogen zu haben.

Im dritten Fallbeispiel „Denguefieber“ nutzten die Ärzte Ada dx während des Patientenkontakts. Dabei fiel den Teilnehmern auf, dass der Blickkontakt durch das gleichzeitige Eintippen geringer ausfiel. Die Ärzte fühlten sich durch Ada dx unterstützt, da es eine Hilfestellung bezüglich der Erfragung der Symptome des Patienten

3 Ergebnisse

bot. Bei den Ärzten, die die Symptome während des Anamnesegesprächs mit dem Patienten bei Ada dx eingaben, differenzierte sich die Diagnose Schritt für Schritt. Ein Zwischenergebnis der Teilnehmer war, dass die Einstellung der Patienten sich ändern müsse, wenn solche Systeme zum Einsatz kämen. Außerdem sollte der Patient über die Nutzung von Ada dx während des Arzt-Patienten-Gesprächs informiert werden. Während des Fallbeispiels erfolgte das nur bei einer Zweiergruppe. Das Fallbeispiel wurde als schwierig empfunden, da Denguefieber in Deutschland selten vorkommt und bei fehlender Eingabe der Herkunftsanamnese des Patienten auch bei Ada dx als unwahrscheinlich eingestuft wurde. Dennoch empfanden die Teilnehmer die Unterstützung durch Ada dx in diesem Fallbeispiel als hilfreicher als im Fall „Akuter Myokardinfarkt“, da sie von allein nicht unbedingt auf die richtige Verdachtsdiagnose gekommen wären.

Im vierten Fallbeispiel „Lupus“ fassten die Patienten zusammen, dass es für sie gut war, mit dem Ada-Handout etwas mit zum Arzt zu bringen, was gemeinsam besprochen werden konnte. Es war eine gute Hilfestellung für die Patienten, da die Ada-App sie auf Auffälligkeiten hinwies. Ein Teilnehmer war der Ansicht, dass sich durch die Nutzung von Self-Assessment-Apps das Laienwissen vergrößern würde. Ein Problem könnte es sein, dass die Ärzte negativ auf die Vorarbeit bzw. das Vorwissen der Patienten reagierten. Für die Ärzte war eine größere Differenziertheit im Arzt-Patienten-Gespräch möglich, da sie schon direkt eine Übersicht der Symptome und Befunde des Patienten bekamen und die Ada-Einschätzung mit dem Patienten gemeinsam besprechen konnten. Alle Ärzte besprachen das Patientenhandout mit dem Patienten. Als negativ wurde der starke Fokus auf einer Verdachtsdiagnose empfunden, von denen die Ärzte nicht wussten, wie sie zustande gekommen war. Ein Teilnehmer wünschte sich genaueres Wissen über die Funktionsweise und Diagnosesicherheit der Ada-App, um die Ergebnisse im Patientenhandout einschätzen zu können.

In der abschließenden Diskussion zeigte sich, dass den Teilnehmern das Modul gefallen hatte. Auch fühlten sich die Teilnehmer nach dem Modul gut auf die klinische Arbeit mit CDSS vorbereitet. Es wurde genannt, dass sich die klinischen Abläufe ändern müssten, wenn der Arzt-Patienten-Kontakt um die Nutzung von CDSS erweitert würde. Die Teilnehmer waren sich einig, dass es eine große Gefahr gebe, nicht mehr selbst nachzudenken, wenn diagnostische Unterstützungssysteme zum Einsatz kämen. Ein DDSS würde die Mehrheit der Teilnehmer lediglich als Unterstützung nutzen, insbesondere für „schwierige“, nicht eindeutige Fälle, z. B. wie im Fallbeispiel „Denguefieber“. In den Fallbeispielen schätzten die Ärzte ihre eigene Verdachtsdiagnose höher als die von Ada dx ein. In der Notfallsituation empfanden sie

3 Ergebnisse

Ada dx nicht als hilfreich, da Notfälle zeitkritisch wären und es keine Zeit für die Eingabe der Patientenanamnese und -befunde gebe.

CDSS in den Händen ungeschulter Patienten könnten Sorgen der Patienten verstärken, gleichzeitig aber auch bei der Triage helfen, wenn eine Einschätzung zur Schwere der Erkrankung durchgeführt würde. Das könnte dabei helfen, die Patienten selbstbestimmt der richtigen Versorgungseinrichtung zuzuführen und die Notaufnahme als häufige erste Anlaufstelle medizinischer Versorgung zu entlasten. Die Problematik „wissender“ Patienten wurde diskutiert, die als Partner oder als Gegner in der Versorgung von Ärzten empfunden werden könnten. Wenn Patienten mit einer Selbsteinschätzung, z. B. dem Ada-Patientenhandout, zum Arzt kämen, sei es wichtig zu wissen, wie die diagnostische Einschätzung zustande käme und inwiefern darauf Verlass sei.

Die Teilnehmer stellten sich die Frage, wie die Krankenkassen mit CDSS umgehen und wie die Finanzierung von Gesundheitsapps aussehe. Dazu erklärte der Ada-Mitarbeiter, dass Gesundheitsapps bislang keinen routinemäßigen Einsatz in der Patientenversorgung fänden und es in Zukunft ein wichtiges Diskussionsthema wäre, wie Apps zertifiziert und von den Krankenkassen bezahlt werden könnten.

Mehrere Teilnehmer würden sich eine Spracherkennung in DDSS wünschen, damit der Aufwand der zusätzlichen Dateneingabe entfielen. Die Pflegekraft sprach sich für eine Entwicklung von CDSS zur Unterstützung von Pflegediagnosen aus. Sie sprach sich insgesamt sehr stark für die verstärkte Entwicklung und Nutzung von CDSS im Pflegebereich aus.

Die Teilnehmer gaben an, dass der Umfang wie im aktuellen Modul für sie gut wäre, um sie auf die alltägliche Arbeit mit einem entsprechenden Tool vorzubereiten. Im klinischen Alltag würden sie dann zunächst die Systemfunktion kennenlernen und bewerten wollen, bis irgendwann der routinemäßige Einsatz möglich wäre. Wichtig wäre in einer entsprechenden Schulung die selbstständige Arbeit mit dem CDSS (Hands-On).

4

Diskussion und Ausblick

4.1 Literaturrecherche und Feldbeobachtungen

4.1.1 Bewertung und Vergleich der Ergebnisse

In dieser Arbeit wurden in einer Literaturrecherche bei MEDLINE über den Zeitraum der letzten 20 Jahre sowie in drei Feldbeobachtungen Anwendungen und Akzeptanz von CDSS untersucht. Die Feldbeobachtungen wurden an drei unterschiedlichen Krankenhäusern – in der Schweiz, in Kenia und in Deutschland – durchgeführt. Sowohl das Schweizer als auch das deutsche Krankenhaus waren Beispiele für mittelgroße Krankenhäuser in ressourcenstarken Versorgungslagen. In Kenia fand sich ein ressourcenlimitiertes Setting als Voraussetzung für die Gesundheitsversorgung und die Entwicklung und Nutzung von CDSS.

In der Literaturrecherche kamen die meisten Publikationen aus den USA. Zum einen könnte der in Abschn. 4.1.2 beschriebene Bias der Datenerhebung zugrunde liegen. Zum anderen nehmen die USA seit den 1950er Jahren eine Vorreiterrolle auf dem Gebiet klinischer Entscheidungsunterstützung ein. Gerade anfangs waren Publikationen über den Einsatz von CDSS noch stark auf akademische Einrichtungen der USA beschränkt (Sutton et al. 2020). Deutschland lag mit Publikationen zur Akzeptanz von CDSS im europäischen Vergleich eher zurück. „Die erfolgreiche Integration von Entscheidungsunterstützung im klinischen Alltag setzt einen hohen Reifegrad der IT im Anwendungsbereich voraus“ (Dickmann et al. 2020). Stephani et al. (2019) schreiben im Krankenhaus-Report 2019, dass die Digitalisierung deutscher Krankenhäuser sich noch in den Anfängen befinde. Knapp 40% der deutschen Krankenhäuser arbeiteten noch gar nicht digital. Über die letzten Jahre habe sich der Abstand Deutschlands zum europäischen Durchschnitt vergrößert.

In den 1970er Jahren wurden, beginnend mit dem System MYCIN, sogenannte Expertensysteme entwickelt, frühe CDSS die einen regelbasierten Ansatz nutzten und

die Diagnosefindung unterstützten (Sutton et al. 2020). Heute findet sich eine Anwendungsvielfalt informatischer und statistischer Methoden, z. B. regelbasierte Systeme für einfache Erinnerungen, neuronale Netze und baumbasierte Methoden. Zunehmend kommen auch CDSS zur Analyse großer Datensets zum Einsatz, die in ihrer Komplexität für den menschlichen Experten nicht mehr auswertbar sind (Rowe 2019). In den durchgeführten Analysen fanden sich CDSS im ambulanten und stationären Bereich, im entwickelten sowie ressourcenlimitierten Gesundheitssystem, über alle Fachabteilungen hinweg. Am häufigsten fanden sich CDSS zur Unterstützung der Medikamentenverordnung, bzw. -dosierung. Dies spiegelt die derzeitige geringe Anwendungsvielfalt von CDSS wider; ein Hauptschwerpunkt liegt in Europa und Nordamerika auf Systemen der Arzneimittelsicherheit (Stephani et al. 2019). Die Arzneimitteltherapiesicherheit hat sich aus Gründen der Abrechnungs- und Risikooptimierung – insbesondere in den USA – als großer Markt für CDSS etablieren können (Breuer 2015).

Durch die Feldbeobachtungen zu CDSS-Anwendungen in drei unterschiedlichen Versorgungslagen zeigte sich die Anpassung der CDSS sowohl an technische und personelle Voraussetzungen als auch an das jeweilige Wertesystem und dessen Zielsetzung. Die Voraussetzungen, Aufgabenbereiche und Herausforderungen im ressourcenlimitierten Setting unterscheiden sich von denen in Ländern mit gut entwickeltem Gesundheitssystem. Der epidemiologische Hintergrund, der Aufbau des Gesundheitssystems und die Bezahlung von Gesundheitsleistungen unterscheiden sich. CDSS können nicht einfach nach einem „one-size-fits-all“-Ansatz von einem Setting in ein anderes übertragen werden (Greenes 2014b). Am Schweizer und am deutschen Krankenhaus waren als technische Voraussetzungen die Einbettung der CDSS in ein KIS und gute Computerkenntnisse der Nutzer gegeben, sodass nach einer kurzen KIS-Schulung der Einsatz der Systeme möglich war. Im ressourcenlimitierten Setting Kenias gestaltete sich das Schaffen technischer Voraussetzungen für den Einsatz von CDSS als schwierig. Gleichzeitig musste ein Personal mit hoher Fluktuation und geringen Computerkenntnissen ausgiebiger geschult werden.

Mobile Anwendungen konnten in der Feldbeobachtung ausschließlich und in der Literaturrecherche verstärkt im ressourcenlimitierten Setting beobachtet werden. Carter et al. (2019) beschreiben in ihrem Review ebenfalls, dass mobile Anwendungen vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern zum Einsatz kommen, da dort die Verbreitung von Mobiltelefonen hoch ist und die mobilen Geräte sich gut für die Datensammlung, Kommunikation und Bereitstellung von Gesundheitsinformationen und Entscheidungsunterstützung eignen.

Die implementierten CDSS waren im jeweiligen Setting der Feldbeobachtungen auf

4 Diskussion und Ausblick

die genaue Anwendungssituation abgestimmt. Beispielsweise wurde das ePA-AC, welches die Pflegekräfte des Schweizer Krankenhauses verwendeten, für Pflegeprobleme der akutstationären Erwachsenenpflege entwickelt (Hunstein 2009). Das Screening-Instrument ist auf Diagnosen begrenzt, die sich mittels weniger Items standardisiert abfragen lassen, z. B. Sturz/ Dekubitus, und wäre z. B. für das Abfragen von Depression oder Angst ungeeignet.

Die automatisierte EKG-Analyse wurde an allen drei Standorten der Feldbeobachtungen eingesetzt. Sie war eine der ersten CDSS-Entwicklungen und ist heute weit verbreitet, weil sie keine Dateneingabe erfordert (Greenes 2014b). Regionale Besonderheiten sind relevant für den Aufbau einer EKG-Wissensbasis oder das Training eines selbstlernenden Algorithmus. In der Feldbeobachtung am kenianischen Krankenhaus zeigten sich bei schwarzen Marathonläufern/läuferinnen ausgeprägte linksventrikuläre Hypertrophiezeichen und ST-Streckenveränderungen ohne Krankheitswert. Derartige Veränderungen bei schwarzen Sportlern wurden auch schon von Kindermann und Scharhag (2016) beschrieben, die eine Prävalenz negativer T-Wellen von bis zu 23% bei schwarzen im Vergleich zu 2-4% bei weißen Athleten nachweisen konnten. Für den Einsatz der automatischen EKG-Analyse ist es demnach wichtig, das Patientenkollektiv, mit dem die Analyse entwickelt wurde, zu kennen.

Die Zielsetzungen für die Nutzung von CDSS unterscheiden sich zwischen entwickeltem und ressourcenlimitiertem Setting. In Deutschland und der Schweiz lag der Schwerpunkt auf einer Verbesserung der Patientensicherheit, insbesondere durch Erhöhung der Arzneimittelsicherheit. Hemens et al. (2011) und Nieuwlaat et al. (2011) konnten am Beispiel zahlreicher Studien dokumentieren, dass die Medikamentensicherheit durch den Einsatz von CDSS erhöht wird, z. B. durch Reduktion von Medikamenteninteraktionen, korrekte Dosierung oder Vermeidung von Therapiedoppungen. Da die Medikamentenverordnung häufig durch Benachrichtigungen unterstützt wird, steht dies in Zusammenhang mit der häufig zitierten „alert fatigue“, die z. B. auch von Kawamoto et al. (2005), Moxey et al. (2010), Lai et al. (2006) und Sutton et al. (2020) genannt wird. Damit wird beschrieben, wie medizinisches Personal Benachrichtigungen bzw. Warnungen nicht beachtet, da durch häufige, teils klinisch irrelevante Benachrichtigungen, eine Desensibilisierung stattfindet. Alert fatigue konnte insbesondere am Schweizer Krankenhaus beobachtet werden, da dort diverse Anwendungen zur Unterstützung der medikamentösen Therapie genutzt wurden.

Als weiteres Ziel konnte für entwickelte Gesundheitssysteme eine Verbesserung des klinischen Managements dokumentiert werden, z. B. durch Erhöhung der Leitlinienadhärenz oder Unterstützung einer ausführlichen Dokumentation. Berner und La

4 Diskussion und Ausblick

Lande (2016) wiesen ebenfalls eine Erhöhung der Leitlinienadhärenz durch die Nutzung von CDSS nach. Die Steigerung der Dokumentationsqualität wurde ebenfalls von Sutton et al. (2020) in der Analyse zahlreicher CDSS-Studien benannt.

In der Literaturrecherche konnten Studien ermittelt werden, in denen CDSS zur Kostenersparnis zum Einsatz kamen, die durch die Reduktion der Liegezeit, Verschreibung günstigerer Medikamente oder das Verhindern einer doppelten Testauswahl erreicht werden konnte. Sutton et al. (2020) oder Garg et al. (2005) zeigten hingegen, dass die Kosten-Nutzen-Analyse kontrovers ist, da durch den Einsatz von CDSS zugleich finanzielle Herausforderungen durch Entwicklung, Implementation, Training der Nutzer und die Notwendigkeit, regelmäßig Updates durchzuführen, entstehen.

In der Feldbeobachtung am kenianischen Krankenhaus konnte als ein Hauptziel der Nutzung von CDSS die Unterstützung von gering ausgebildetem medizinischen Personal beobachtet werden. Die Versorgungslage mit geringen finanziellen Mitteln und wenig Expertise in Form von Fachärzten konnte durch die Ermächtigung gering qualifizierten Personals, z. B. Krankenschwestern, CHW oder Clinical Officers, verbessert werden. Durch die Umsetzung von WHO-Leitlinien der HIV- und Hypertonieverversorgung in Algorithmen klinischer Entscheidungsunterstützung konnten Versorgungsstandards – insbesondere für kostenintensive chronische Krankheiten wie Tuberkulose oder HIV – eingehalten werden. Es wurde nicht analysiert, ob die Übertragung auf andere Gesundheitsberufe qualitative Veränderungen der Patientenversorgung bewirkte. Fraser und Wyatt (2014) geben zu bedenken, dass es je nach Ausbildungsgrad schwierig sein könnte, Fehler des Systems zu erkennen.

In der Literaturrecherche fanden sich ebenfalls Studien zum Einsatz von CDSS im ressourcenlimitierten Setting, z. B. in der Geburtshilfe, Pädiatrie und HIV-Versorgung. Die Studien afrikanischer Länder, die im Zuge der Literaturrecherche analysiert wurden, wurden alle im ressourcenlimitierten Setting durchgeführt. Als Ziele für den Einsatz von CDSS nannten die Autoren die Verringerung der Mütter- und Säuglingssterblichkeit und die Verbesserung des Patientenoutcomes bei chronischer Krankheit, vor allem bei HIV (Adepoju et al. 2017; Were et al. 2011).

Trotz aller positiven Effekte auf die Gesundheitsversorgung werden implementierte CDSS wenig genutzt. „Ein typischer Fehler bei der Implementierung medizinischer wissensbasierter Systeme besteht in einer zu einseitigen Konzentration auf die technische Realisierung der Systemkomponenten [...]“ (Spreckelsen und Spitzer 2008). Die Auswertung der Studien zu Akzeptanzproblemen von CDSS in den letzten 20 Jahren zeigte eine hohe Relevanz des Themas über den gesamten Zeitraum; es handelt sich also um kein neues Thema. Als Hauptpunkte zeigten sich über alle Länder

4 Diskussion und Ausblick

und Jahre Eigenschaften des CDSS, wie Zeitaufwand, Unterstützung des Arbeitsziels, Benutzerfreundlichkeit, Integration in den Arbeitsablauf und Interoperabilität. Stephani et al. (2019) schreiben: „Ebenso kann eine benutzerunfreundliche EPA zu einer schlechten Akzeptanz führen, falls der Arzt mehr Zeit damit verbringt, auf eine Sanduhr auf dem Bildschirm zu blicken als Patienten zu behandeln.“ DW Bates et al. (2003), die zehn Gebote für effektive klinische Entscheidungsunterstützung aufzählen, nennen ebenfalls Zeitaufwand als wichtigsten Aspekt für die Nutzerzufriedenheit und nachfolgend Benutzerfreundlichkeit und Anpassung an Arbeitsabläufe der Anwender, insbesondere durch so geringe zusätzliche Dateneingabe wie möglich. Auch Moxey et al. (2010) beschreiben in einem Review über die Akzeptanz und Nutzung von CDSS in der Medikamentenverordnung die Bedeutung der Integration von CDSS in bestehende Arbeitsabläufe und deren Relevanz für das zu erreichende Arbeitsziel. Der hohe Zeitaufwand einer zusätzlichen Dateneingabe war schon in den 1970er Jahren ein Akzeptanzproblem der ersten Expertensysteme zur Diagnoseunterstützung (Sutton et al. 2020).

Technische Probleme, z. B. mit dem Internetzugang, der Hardware oder dem Zugang zum CDSS, konnten im entwickelten sowie deutlich ausgeprägter im ressourcenlimitierten Setting in Literaturrecherche und Feldbeobachtungen dokumentiert werden. Gardner (2016) bestätigt, dass es immer noch Herausforderungen bezüglich der IT-Infrastruktur gibt, auch wenn das Gesundheitssystem heute mit mehr Technologie ausgestattet und besser vernetzt sind als in den Anfängen der klinischen Entscheidungsunterstützung. Gerade Deutschland liegt hier im internationalen Vergleich zurück. Der für die hohen Bandbreiten der anfallenden Datenmengen notwendige Breitbandausbau, z. B. für CT/ MRT, geht nur langsam voran. Auch sonst ist der IT-Ausbau eher zögerlich, weil Hardware angeschafft, Personal geschult, Software-Lizenzen erworben und Datenschutzregelungen eingehalten werden müssen (Stephani et al. 2019). Sonntag (2019) schreibt, dass es häufig nicht an der KI-Methodik scheitert, sondern an der fehlenden Bereitstellung vernetzter digitaler Patientendaten. Auch Moxey et al. (2010) halten eine funktionierende IT-Infrastruktur mit verfügbarer Hardware, Zugang zum CDSS, fortlaufender IT-Unterstützung und -Training für einen Schlüsselfaktor zur Akzeptanz von CDSS. Die stärkere Gewichtung technischer Probleme im ressourcenlimitierten Setting, die in der Feldbeobachtung dokumentiert wurde, haben Adepoju et al. (2017) in einem Review über die Nutzung von CDSS in Subsahara-Afrika aufgearbeitet.

Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass trotz allen technologischen Fortschritts sich die Akzeptanzprobleme von CDSS seit den Anfängen der Entscheidungsunterstützung nicht grundlegend verändert haben. Lediglich für die „Interoperabilität“ – „die

Möglichkeit des patientenbezogenen Datenaustausches zwischen verschiedenen Einrichtungen und heterogenen IT-Systemen“ (Dickmann et al. 2020) – war ein leichter Aufwärtstrend zu beobachten. In den 1980er Jahren wurde damit begonnen, die einzelnen Systeme innerhalb einer Klinik miteinander zu verknüpfen (Rienhoff 2010). Stephani et al. (2019) erklären, dass in Deutschland grundsätzlich die meisten Krankenhäuser über das Internet verbunden und damit technisch interoperabel sind. In der klinischen Praxis am deutschen und Schweizer Krankenhaus konnte aber überwiegend der Kontakt über Telefon, Fax oder die Post beobachtet werden; am kenianischen Krankenhaus erfolgte der Kontakt überwiegend über Mobiltelefone, vgl. Carter et al. (2019). Zum Austausch klinischer Informationen gibt es eine syntaktische Standardisierung, insbesondere durch das in den 1990er Jahren entwickelte Health Level 7 (HL7), durch das primär der Austausch zwischen KIS und Labordatensystemen sowie der Apotheke ermöglicht wurde (Stephani et al. 2019). Der Aufbau von ärztlichen Entlassbriefen bleibt hingegen weitgehend nicht standardisiert, sondern erfolgte am Schweizer und deutschen Krankenhaus über krankenhausspezifische Word-Vorlagen. Moxey et al. (2010) und Sutton et al. (2020) beschreiben ebenfalls interoperable CDSS als große Herausforderung für die zukünftige Verbreitung und Nutzung von CDSS sowie deren Akzeptanz bei den Anwendern. Schläpfer und Welens (2017) empfehlen die Supplementation der automatischen EKG-Analyse mit patientenspezifischen Charakteristika, z. B. Krankengeschichte, Medikation und Vor-EKGs, durch eine Verknüpfung mit der EPA.

Es konnte über die letzten 20 Jahre konsistent die Herausforderung, Einstellung und Rollenverhalten des medizinischen Fachpersonals zu verändern, dokumentiert werden. Den Nutzer betreffende Eigenschaften wurden sowohl in der Literaturrecherche für ambulante und stationäre Nutzer in unterschiedlichen Ländern als auch in jeder der drei Feldbeobachtungen dokumentiert. In vielen Studien konnte die Überlegenheit von CDSS im Vergleich zum menschlichen Experten nachgewiesen werden. Dies gilt insbesondere für die Radiologie, in der CDSS für die Mustererkennung in großen Bilddatensätzen eingesetzt werden können. Mankowitz (2018) schreibt, dass Ärzte durch die enormen Fortschritte, vor allem durch die Datenvielfalt der Präzisionsmedizin, nicht mehr allwissend den Patienten betreuen und behandeln können. Es ist bislang noch nicht abzusehen, inwieweit sich die Arztrolle weiter wandeln wird. Die Änderung der Arztrolle und der Arbeitsverteilung im Behandlungsteam, z. B. Delegation ärztlicher Aufgaben an nicht-ärztliche Fachkräfte, zeigten sich als wichtige psychologische Akzeptanzfaktoren in den Analysen. Die Angst vor einem Autonomieverlust konnte bei Ärzten in allen drei Feldbeobachtungen festgestellt werden. Die Sorge durch ein CDSS ersetzt oder in seiner Entscheidungsfreiheit begrenzt zu werden, wurde auch in der Literaturrecherche dokumentiert sowie

4 Diskussion und Ausblick

zuvor in der Literatur, z. B. von DW Bates et al. (2003) oder Moxey et al. (2010) beschrieben. Es wurde beobachtet, dass Ärzte ihre Skepsis gegenüber CDSS damit begründeten, dass sie sich in ihrer Arztrolle überwiegend im Patientenkontakt am Krankenbett sähen. Computerarbeit wurde als lästig und unnötig empfunden. Liberati et al. (2017) schreiben, dass Ärzte keine Zeit auf Dateneingabe und Computerarbeit verwenden wollten und Angst hätten, nur noch den Empfehlungen eines CDSS zu folgen. Darüber hinaus wurde beobachtet, dass Ärzte in schwierigen Entscheidungssituationen nicht nur nach der „richtigen“ Entscheidung, sondern auch nach psychologischer Unterstützung suchen. „Doctors are looking for guidance, psychological support, affirmation, commiseration, sympathy, judgement, and feedback“ (Wendt et al. 2000).

Die Verschlechterung der Kommunikation zwischen Ärzten und Pflegekräften durch notwendige Dokumentation in geschlossenen Räumen – in Form von getrennten Büros – wurde beobachtet, konnte aber nicht quantitativ im Rahmen der Literaturrecherche bestätigt werden. Lewis und Ryder (2011) schreiben hierzu: „Detrimental changes to nurse-resident communication and the impact of this on medical error rates should be quantified, and solutions should be studied and implemented.“

Hierarchische Strukturen zeigten sich in der Feldbeobachtung am Schweizer Krankenhaus als Hemmnis für den Einsatz von CDSS. Die Meinung von Ober- oder Konsilärzten wurde höher als die Ergebnisse eines CDSS gewertet. Vergleichend zeigte eine italienische Studie von Moja et al. (2014), dass hierarchische Strukturen eine Herausforderung für den Einsatz von CDSS sind. Friedman et al. (2001) verknüpfen die Nutzung klinischer Entscheidungsunterstützung mit der Validität von Ärzten in ihre eigene Urteilsfähigkeit. Ärzte, die ihr Wissen für richtig halten, suchen keine Unterstützung. Friedman et al. beschreiben hier eine Ärztekultur mit hierarchischen Strukturen, in der sehr erfahrene, wissende Ärzte einen hohen Status haben und ihre Urteilsfähigkeit nicht angefochten wird, vergleichbar mit den Beobachtungen aus Abschn. 3.2.1.3.

In der Literaturrecherche fanden sich nur wenig Daten zur CDSS-Nutzung in verschiedenen Ausbildungsstufen und der Auswirkung von Erfahrung auf die Akzeptanz von CDSS. In wenigen Studien wurde Erfahrung als hinderlich für die Akzeptanz beschrieben. Auch in den Feldbeobachtungen zeigte sich, dass die Akzeptanz und Nutzung von CDSS bei weniger erfahrenen Ärzten höher ist. Vergleichend finden sich einige Autoren, z. B. Lincoln (1999) oder Kuhn et al. (2018), die Medizinstudierende und Berufsanfänger als ideale Gruppe für ein CDSS-Training beschreiben. McCullagh et al. (2014) testeten in einer Studie ein CDSS für die Medikamentenverordnung an Ärzten unterschiedlichen Ausbildungsgrades und wiesen geringere

Akzeptanz bei den fortgeschritteneren, durchschnittlich auch älteren, Ärzten nach. Gleichzeitig konnte in anderen der analysierten Studien kein Einfluss der Erfahrung auf die Akzeptanz von CDSS dokumentiert werden.

Zusätzliche Ängste betrafen die Haftungsfrage für Systementscheidungen, wenn Ärzte den Empfehlungen eines CDSS folgen und Patienten dadurch zu Schaden kommen und rechtliche Konsequenzen geltend machen, vgl. DW Bates et al. (2003) und Moxey et al. (2010). van Bommel und McCray (2016) zählen die Notwendigkeit auf, Schweigepflicht, Datenschutz, Datensicherheit und Dateninhaberschaft im Zusammenhang mit CDSS weiter zu definieren und zu regeln.

Insgesamt untersuchten deutlich mehr Studien die Akzeptanz spezifischer CDSS-Eigenschaften als den Einfluss von Patientencharakteristika auf die CDSS-Nutzung oder durch CDSS bedingte Veränderungen der Arzt-Patienten-Beziehung, welche als wichtige Faktoren für den Einsatz und die Akzeptanz von CDSS in den Feldbeobachtungen dokumentiert wurden.

Weder in der Literatur noch in den Feldbeobachtungen zeigte sich eine Wirklichkeit, in der Ärzte routinemäßig CDSS verwenden, die Ergebnisse der Nutzung dokumentieren und die Entscheidungsprozesse und unterschiedlichen Ergebnisse mit dem Patienten besprechen.

4.1.2 Limitationen

Für die systematische Literaturrecherche zu Akzeptanzproblemen von CDSS wurde nur die Datenbank MEDLINE nach den in Abschn. 2.1.1 aufgezählten Schlagwörtern durchsucht, die von der National Library of Medicine bereitgestellt wird und deren Schwerpunkt auf amerikanischen Publikationen liegt. Da keine umfassenden Vergleiche zu CDSS-Anwendungen und Akzeptanz zwischen den USA und anderen Ländern, insbesondere zu deutschen Publikationen, gemacht wurden, wurde auf eine weitere Recherche in der Datenbank EMBASE, mit Schwerpunkt auf europäischen Publikationen, oder in der Deutschen Zentralbibliothek für Medizin verzichtet. Die Reviews von DW Bates et al. (2003), Kawamoto et al. (2005), Garg et al. (2005) und Gagnon et al. (2012), die sich mit der gleichen Thematik auseinandergesetzt haben, aber untereinander und zu dieser Arbeit unterschiedliche Definitionen von CDSS zugrundelegten, haben weitere Datenbanken, darunter EMBASE und CINAHL, für die Recherche verwendet und mit dieser Arbeit vergleichbare Akzeptanzprobleme von CDSS beschrieben. Der große Anteil an Studien zu CDSS zur Verbesserung der Arzneimitteltherapiesicherheit kann auch durch den hohen Anteil an Studien der USA und die dort priorisierte Abrechnungs- und Risikooptimierung bedingt sein.

In der Literaturrecherche wurde keine getrennte Bewertung der Akzeptanzprobleme je nach Berufsgruppe durchgeführt, sodass in der Literaturlauswertung nur eine Aussage darüber gemacht werden konnte, dass Akzeptanzprobleme von CDSS bei verschiedenen Gesundheitsfachberufen auftraten, aber nicht darüber, ob sich die Akzeptanzprobleme von CDSS zwischen verschiedenen medizinischen Berufsgruppen unterscheiden.

Die Feldbeobachtungen wurden rein qualitativ ausgewertet. Es wurde keine Auswertung der Häufigkeit von CDSS-Nutzung und aufgetretenen Akzeptanzproblemen dokumentiert. Am deutschen und am Schweizer Krankenhaus wurden die Feldbeobachtungen im stationären Setting, in Kenia in einem gemischt ambulant-stationären Setting durchgeführt, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse reduziert, die Vielfalt der Beobachtungen hingegen erhöht.

Der von Turner und Houle (2019) beschriebene Bias in Feldbeobachtungen traf auch auf die in dieser Arbeit durchgeführten Beobachtungen zu, da nach der ersten Beobachtung Vorerwartungen vorhanden waren, was in den anderen Krankenhäusern beobachtet werden könnte. Des Weiteren entstanden Vorerwartungen durch die zuvor durchgeführte Literaturrecherche zu Anwendungen und Akzeptanzproblemen von CDSS. Jedoch wurde daraus keine Taxonomie für die Feldbeobachtungen entwickelt. Mulhall (2003) schreibt, dass auch bei der unstrukturierten Beobachtung Erwartungen vorhanden sein dürfen, die sich aber mit der Zeit je nach Ergebnissen der Datenerhebung verändern können. Ein weiterer Bias entstand durch die große Freiheit und Autonomie des Beobachters, was beobachtet wurde und wie die Informationen gefiltert und analysiert wurden. Dem wurde durch die gleiche Auswertungsstruktur in jeder der drei Feldbeobachtungen entgegengewirkt.

4.2 Entwurf und Testung eines CDSS-Moduls für die medizinische Lehre

4.2.1 Erfahrungen mit dem Blended-Learning-Ansatz

Blended Learning ist ein weit verbreiteter Lehransatz im Medizinstudium und der Ausbildung anderer Gesundheitsfachberufe, bei dem die traditionelle Präsenzlehre mit E-Learning-Methoden kombiniert wird. Die Teilnehmer des CDSS-Testmoduls zeigten sich insgesamt sehr zufrieden mit dem Blended-Learning-Format und würden sich bei Aufnahme eines entsprechenden Moduls in das medizinische Curriculum keine andere Lehrform wünschen (vgl. Tab. 3.5).

4 Diskussion und Ausblick

Durch die Kombination von E-Learning und Präsenzlehre wurden die Vorteile der beiden enthaltenen Lehrformate kombiniert. Während der E-Learning-Phase waren die Teilnehmer zeitlich und örtlich flexibel. Das digital bereitgestellte Material, in Form eines Podcasts, konnte von den Lernenden im eigenen Tempo so häufig wie benötigt durchgegangen werden, während im Trainingslabor die inhaltliche Gestaltung, das Lerntempo und der Lernweg von der Lehrperson vorgegeben wurden. Vallée et al. (2020) und Bonk und CR Graham (2005) nennen als Vorteile von E-Learning die Flexibilität, die das eigenverantwortliche Lernen unterstützt und die Förderung digitaler Kompetenzen der Teilnehmer. Im Modul wurden grundlegende Medienkompetenzen sowohl von den Lernenden als auch von der Lehrperson gefordert. Es konnten allerdings keine technischen Schwierigkeiten der Teilnehmer während des Moduls festgestellt werden. Die Ansicht des Podcasts war, mit der Voraussetzung einer zuverlässigen Internetverbindung zumindest während des Downloads, zeitlich flexibel auf einer Vielzahl von Endgeräten möglich. Die Teilnehmer gaben an, dass für das Modul selbstdiszipliniertes Arbeiten eine Voraussetzung für den Lernerfolg gewesen sei. Khalil et al. (2018) nennen ebenfalls als Nachteil von E-Learning die geforderte hohe Selbstlernkompetenz. Während der E-Learning-Phase musste sich darüber hinaus eine Lehrperson für Rückfragen der Teilnehmer bereithalten. Auch Khalil et al. (2018) beschreiben die notwendige Bereitstellung personeller Unterstützung für die Nutzung der Online-Ressourcen. Die Präsenzveranstaltung legte den Schwerpunkt auf das praktische Training und die Mitarbeit der Teilnehmer, deren Lernerfolg unterstützt und beobachtet werden konnte. Auch Benning et al. (2020) betonen, dass die Erfahrungen mit vorrangig digitalen Lernangeboten während der Corona-Pandemie gezeigt haben, dass Präsenzveranstaltungen wichtig sind, um eine gute Lernatmosphäre zu schaffen, die Lernenden zur Mitarbeit zu motivieren und praktische Fertigkeiten zu trainieren.

Im Testmodul zeigte sich, laut Selbsteinschätzung der Teilnehmer in der Eingangsbefragung, ein sehr heterogenes Vorwissen zur Thematik (vgl. Tab. 3.3). Vallée et al. (2020) schreiben, dass unterschiedlichen Vorkenntnissen im Blended Learning gut begegnet werden kann, da die Lernenden in unterschiedlichem Arbeitstempo und Umfang die E-Learning-Phase bearbeiten können. So hatten die Teilnehmer während der einführenden E-Learning-Phase die Gelegenheit, individuelle Verständnisfragen an die Lehrperson zu richten sowie die Möglichkeit zu vertiefter Recherche im Internet, in Fachbüchern, etc.. Durch die Nutzung des Inverted-Classroom-Modells konnte eine gute Vorbereitung auf die Präsenzphase stattfinden. So konnte im Trainingslabor der intensive Austausch zwischen den Teilnehmern gefördert und die Zeit für ein effektives praktisches Training genutzt werden, da organisatorische Aspekte sowie die thematische Einführung in die E-Learning-Phase vorgelagert wa-

ren. Chen et al. (2019) schreiben, dass das heterogene Vorwissen der Teilnehmer durch eine E-Learning-Phase vorab auf ein gemeinsames Niveau gebracht und die Präsenzphase effektiver zur Vertiefung und Diskussion der Inhalte genutzt werden kann. Garrison und Kanuka (2004) argumentieren, dass Blended Learning erfolgreich ist, weil es die traditionelle vorlesungsbasierte Wissensvermittlung in Frage stellt und in der Präsenzzeit den Fokus auf die aktive Mitarbeit und Diskussion der Lernenden legt.

Die Vorteile von Blended Learning konnten bereits in einigen Studien gezeigt werden. Vallée et al. (2020) zeigten in einer Meta-Analyse, dass Blended Learning in der Ausbildung von Gesundheitsberufen effektiver oder mindestens genauso effektiv wie der traditionelle Unterricht war. Allerdings können durch die Heterogenität der eingeschlossenen Studien und die unterschiedlichen Lernenden und Lernkontexte kaum allgemeine Schlussfolgerungen abgeleitet werden. Für eine statistische Auswertung der Effektivität des durchgeführten Testmoduls wäre eine größere Stichprobe und ggf. der Vergleich mit einem anderen Lernformat notwendig, z. B. durch ein entsprechendes Angebot, das von den gesamten Medizinstudierenden eines Semesters getestet würde.

Khalil et al. (2018) beschreiben Blended Learning als kosteneffektive Lehrmethode. Dazu müssten bei zukünftiger Umsetzung des Moduls in den Lehrbetrieb entsprechende Kalkulationen angestellt werden. Die notwendige Einarbeitung der Lehrperson in E-Learning-Methoden sowie der Zeitaufwand der Betreuung dieser Phase dürfen nicht vernachlässigt werden.

4.2.2 **Modulkonzeption und -durchführung**

In dieser Arbeit wurde der organisatorische und inhaltliche Rahmen für ein CDSS-Modul in der medizinischen Lehre entwickelt. Mit dem Modul steht innerhalb der HiGHmed-Projektumgebung, vgl. Abschn. 2.3.4, der Prototyp eines CDSS-Moduls für das Medizinstudium zur Verfügung. Aufgrund der Erfahrungen im Testlauf kann ein entsprechendes Lehrmodul anhand dieses Modulkonzeptes geplant und durchgeführt werden. Durch die Einbettung in die HiGHmed-Projektumgebung wären auch die Ressourcen, ein entsprechendes Modul in den Lehrbetrieb zu etablieren.

Durch eine zielgruppenorientierte Gliederung des Moduls, vgl. Abschn. 2.3.7, kann eine genaue Anpassung des Lerninhaltes an die unterschiedlichen beruflichen Anforderungen und Lehr-/ Lernformate der jeweiligen Teilnehmer ermöglicht werden. So wurden eine gemeinsame thematische Einführung und ein auf Medizinstudierende ausgerichtetes Trainingslabor entwickelt. In der Abschlussbefragung zeigte

4 Diskussion und Ausblick

sich eine hohe Zufriedenheit der Teilnehmer mit dem Podcast, sowohl von den Medizinstudierenden als auch von der Ärztin und der Pflegefachkraft (vgl. Tab. 3.5). Die Evaluation des Trainingslabors zeigte eine große Zufriedenheit mit der Übertragbarkeit der Lehrinhalte auf die Arbeitswelt und der praktischen Vorbereitung auf die Arbeit mit CDSS bei allen Medizinern, jedoch nicht bei der Pflegefachkraft (vgl. Abschn. 3.4.4). Die Ergebnisse dieses ersten Testlaufs mit unterschiedlichen Berufsgruppen deuten darauf hin, dass zukünftig ein entsprechendes Trainingslabor an die unterschiedlichen Bedürfnisse verschiedener Zielgruppen angepasst werden sollte, eine E-Learning-Einführung aber durchaus zielgruppenübergreifend genutzt werden könnte.

Eine Stärke des entwickelten CDSS-Moduls ist der flexibel umsetz- und änderbare Blended-Learning-Ansatz. Das Modulkonzept kann um zusätzliche Inhalte, insbesondere während der zeitlich flexiblen E-Learning-Phase, erweitert oder auf andere Zielgruppen angepasst werden. Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, das Modul an einem anderen Standort durchzuführen, da es bislang nicht in universitäre Strukturen eingebunden wurde. Eine gemeinsame Modulorganisation und E-Learning-Phase für unterschiedliche Standorte und Zielgruppen wäre denkbar.

Durch die räumliche und zeitliche Entkopplung der E-Learning-Phase wurden die soziale Einbindung der Teilnehmer in eine Lerngruppe sowie der persönliche Kontakt zwischen Teilnehmern und Lehrperson erschwert. Die Lehrperson hatte während des E-Learnings keinen Überblick über den Lernerfolg der Teilnehmer und diese nutzten kaum die Gelegenheit, Fragen zu stellen. Gleichzeitig musste viel Papierkram bewältigt werden, was der E-Learning-Phase eher einen organisatorischen als einen einführenden Charakter verlieh. Dies kann aber auch an den nur für diese Arbeit notwendigen Dokumenten – Eingangsfragebogen, Einwilligung in die Modulteilnahme (siehe Abschn. 6.3) – gelegen haben. Die Bereitstellung des Podcasts über einen externen Link war problemlos möglich. Für die Umsetzung eines entsprechenden Moduls in den Lehrbetrieb sollte der Einsatz eines Learning-Management-Systems mindestens für administrative Zwecke, z. B. Bereitstellung von Modulplan, Lernzielen und Podcast, erwogen werden. Das HIS-Institut für Hochschulentwicklung (2016) empfiehlt die Nutzung von Learning-Management-Systemen für administrative Aufgaben, betont aber gleichzeitig auch das Potenzial für komplexe E-Learning-Angebote. Das an der Universität Göttingen genutzte Stud.IP kommt hier in Frage; es wird z. B. auch für das in der MI Göttingen für Studierende der Medizininformatik etablierte Modul „Entscheidungsunterstützung (CDSS) in der Medizin“ verwendet.

Die Größe des Hörsaals, in dem das Trainingslabor stattfand, war unter den zu die-

4 Diskussion und Ausblick

sem Zeitpunkt geltenden Corona-Pandemieregungen angemessen. Durch den großen Abstand zwischen den Teilnehmern lief die abschließende Diskussion zu Beginn etwas zögerlich an. Für die Durchführung des Moduls ohne Abstandsbeschränkungen sollte bei gleicher Teilnehmerzahl ein kleinerer Raum gewählt werden. Für das Ada-dx-Training war pro teilnehmender Person ein Laptop notwendig. Die Ausstattung der sechs Teilnehmer des Testlaufs mit Laptops war problemlos möglich. Für die Organisation der Laptops und Ausstattung dieser mit einem Internetbrowser war im Vorfeld die Unterstützung durch einen IT-Mitarbeiter notwendig. Für eine größere Teilnehmergruppe könnte das Trainingslabor alternativ in einem Computerraum durchgeführt werden, z. B. im Digitalen Prüfungs- und Schulungszentrum der UMG. Bei Vorverlegen des Ada-dx-Trainings in die E-Learning-Phase würde nur für zwei Stationen ein Computerarbeitsplatz benötigt werden. Hierfür müsste dann ebenfalls eine Rotation der Teilnehmer von Station zu Station getestet werden. Dies wurde nicht erprobt, da den Teilnehmern aus Infektionsschutzgründen feste Sitzplätze und Computer zugeteilt wurden.

Der zeitliche Rahmen für das Trainingslabor war zu knapp kalkuliert. Für die Abhaltung eines weiteren Trainingslabors sollte mehr Zeit eingeplant werden, bei gleicher Gruppengröße ca. 30 Minuten mehr. Bei Umsetzung mit einer größeren Teilnehmerzahl sollte für die Diskussion entsprechend noch mehr Zeit eingeplant werden.

Von einem Teilnehmer wurde eine Vorstellungsrunde als Verbesserungsvorschlag für das Trainingslabor genannt. Das initiale Konzept des Trainingslabors wurde für eine größere Gruppe an Medizinstudierenden entworfen; nur aufgrund von coronabedingten Einschränkungen wurde das Modul an einer kleineren Gruppe getestet, sodass wie ursprünglich geplant auf eine Vorstellungsrunde verzichtet wurde. Die Begrüßung und Vorstellung der Lernziele und -inhalte für das Trainingslabor wurden mündlich durchgeführt, im Podcast wurde darüber hinaus eine Folie mit den Lernzielen gezeigt. In der Abschlussbefragung zeigte sich, dass den Teilnehmern die Lernziele nicht klar genug definiert waren (vgl. Tab. 3.5). Eine kurze Zusammenfassung der Lernziele in einer Präsentation könnte den Teilnehmern Ziele und Ablauf des Trainingslabors verdeutlichen.

Durch die Ada-Zuschaltung über eine Webkonferenz war während des gesamten Trainingslabors der Kontakt zu Ada vorhanden und die Kommunikation möglich. Nachteile dieser Regelung waren die möglicherweise größere Zurückhaltung der Teilnehmer, Kritik an Ada zu äußern, der Zeitaufwand für Ada, die notwendigen Terminabsprachen vorab und die Unsicherheit, ob sich der Ada-Mitarbeiter an die vorab getroffenen inhaltlichen und zeitlichen Absprachen halten würde. Alternativ

4 Diskussion und Ausblick

könnte den Teilnehmern ein Video über die Firma Ada – bereitgestellt von Ada – und in einem zeitlichen Umfang von 5-10 Minuten einführend gezeigt werden.

Die Nutzung der von Ada bereitgestellten Dx-Testzugänge machte die Unterzeichnung einer Vertraulichkeitsvereinbarung (Ada-NDA) notwendig. Auch in weiteren Erprobungen sollten, wie im Testlauf, Login-Daten für jeden Teilnehmer zur Verfügung stehen. Der gleichzeitige Zugriff auf den selben Account ist zwar technisch möglich, die Teilnehmer könnten dann aber die Ergebnisse der anderen Teilnehmer mit einsehen. Der organisatorische Aufwand für die Information der Teilnehmer über das NDA, das Beantragen und Testen der Ada-dx-Zugänge und das Unterzeichnen des NDA sowie Vergabe der Testzugänge war hoch. Ein Nicht-Unterschreiben hätte die Teilnehmer vom Präsenztermin ausgeschlossen, da es keine Möglichkeit gegeben hätte, das praktische Training komplett ohne Einsicht in Ada-Software durchzuführen. Für den einmaligen Testlauf war die durchgeführte Variante umsetzbar, da alle Teilnehmer bereits vorab der Nutzung von Ada dx zugestimmt hatten. Für größere Teilnehmergruppen wäre das nicht in dieser Weise tragbar und es müsste – gemeinsam mit Ada – eine dauerhafte Lösung gefunden werden.

Das von der Lehrperson durchgeführte Live-Tutorial zu Ada dx anhand des ersten Trainingsfalls bot die Möglichkeit zum Austausch, brachte aber auch Fragen mit sich. In der Gruppengröße von sechs Teilnehmern konnten die Fragen problemlos von einer Lehrperson beantwortet werden. Bei einer größeren Gruppe wären möglicherweise zusätzliche Lehrpersonen notwendig. Ein weiterer von den Teilnehmern selbstständig zu lösender Trainingsfall reichte vom Umfang aus, um nachfolgend Ada dx im zweiten und dritten Fallbeispiel nutzen zu können.

Durch die Nutzung des Prototypen Ada dx erhielten die Teilnehmer einen Einblick in ein reales, nicht ausschließlich für die Lehre programmiertes, DDSS. Gleichzeitig bedeutet die Nutzung von Ada dx die Abhängigkeit von einem Industriepartner und dessen Kontinuität der Prototypenentwicklung und -bereitstellung mit allen bereits geschilderten Schwierigkeiten.

Die Teilnehmer teilten sich für die Gruppenphase selbstständig in Zweiergruppen auf. Es konnten keine Probleme durch das selbstständige Einteilen beobachtet werden; eine alternative von der Lehrperson festgelegte Gruppenzuordnung wurde nicht getestet und kann nicht hinsichtlich veränderter Gruppenarbeitsergebnisse beurteilt werden. Für ungerade Teilnehmergruppen sah das Laborkonzept vor, dass sich eine Dreiergruppe bilden könnte, entweder mit einem Angehörigen des Patienten, der diesen zum Arztbesuch begleitet, oder mit zwei Ärzten. Da die Teilnehmerzahl des

Testlaufs gerade war, wurde keines dieser Szenarien auf seine Umsetzbarkeit getestet.

Nach der zweiten Station wurde eine Pause eingelegt. Dies wurde so gewählt, um die Teilnehmer zum Austausch über die Nutzung von Ada dx im zweiten Fallbeispiel anzuregen. Durch die Corona-Kontaktbeschränkungen standen die Teilnehmer aber weit voneinander entfernt und tauschten sich nicht untereinander aus. Um das Pausenmanagement zu bewerten, müsste in einem weiteren Testlauf ohne Abstandsbeschränkungen untersucht werden, ob es zu diesem Zeitpunkt zu einem guten Austausch zwischen den Teilnehmern käme.

Eine Lehrperson hat für die Betreuung einer entsprechend großen Gruppe ausgereicht. Für die Gruppenphase war die Betreuung durch einen Mediziner sinnvoll, da fachliche Fragen beantwortet werden konnten. Für die technische Vorbereitung des Trainingsraums war die Unterstützung durch einen IT-Mitarbeiter notwendig. Materiell und personell ist bislang der Ressourcenbedarf nicht abschätzbar, da die Zahl der Lehrpersonen, die für E-Learning und Trainingslabor notwendig wären, von der Teilnehmerzahl abhängig sind. Die resultierenden Kosten können nach dem ersten Testlauf nicht abgeschätzt werden.

4.2.3 Teilnehmer des Testlaufs

Die Stichprobe von sechs Teilnehmern wurde so gewählt, dass unterschiedliche Berufsgruppen und klinische Erfahrung Berücksichtigung fanden. Die Gruppe setzte sich aus vier Medizinstudierenden zwischen dem 6. und 14. Fachsemester, einer Ärztin und einer Pflegefachkraft zusammen. Der Anteil an Frauen (5 von 6) war deutlich höher als der Anteil an Männern, diverse Teilnehmer waren überhaupt nicht vertreten (vgl. Abschn. 3.4.1). Da aber in der zuvor durchgeführten Literaturrecherche sowie in den Feldbeobachtungen keine Hinweise auf eine ungleiche Nutzung und Akzeptanz von CDSS zwischen den Geschlechtern vorlagen, war es kein Ziel des Testlaufs, derartige Unterschiede herauszuarbeiten. Ursprünglich war die Testung an einer größeren Stichprobe vorgesehen, die durch die zu diesem Zeitpunkt geltenden Corona-Beschränkungen zur Durchführung von Präsenzveranstaltungen auf sechs Teilnehmer reduziert wurde.

Das Interesse der vier Medizinstudierenden zur CDSS-Thematik war vorab nicht bekannt. Die Ärztin und die Pflegekraft nahmen gezielt aus Interesse an der Thematik teil (vgl. Abschn. 3.4.1). In der Auswertung der Eingangsbefragung zeigten sich alle Teilnehmer als sehr interessiert an der Thematik sowie als selbstdisziplinierte Lernende (vgl. Tab. 3.2). Die freiwillige Modulteilnahme sowie die bereitwillige Teilnahme am Trainingslabor an einem Samstag unterstrichen die Motivation der

Teilnehmer. Chen et al. (2019) betonen, dass die Motivation der Lernenden für das selbstständige Erarbeiten von Modulinhalten Voraussetzung für den Aufbau auf diese Inhalte während der Präsenzveranstaltung ist. Für eine genaue statistische Analyse zu Vorwissen, Teilnehmermotivation, Interesse an und Haltung zur Thematik wäre eine Studie mit zufällig ausgewählten Teilnehmern notwendig.

Unter den Teilnehmern war die App-Nutzung im privaten Alltag weit verbreitet. Der Umgang mit KI in vielen Bereichen des alltäglichen Lebens lässt aber nicht auf eine Nutzung im klinischen Alltag schließen. Der Anteil der Teilnehmer, die auch beruflich Apps aus dem Bereich Medizin nutzten, fiel geringer aus (vgl. Abschn. 3.4.2). Wie eine Studie des Hochschulforums Digitalisierung zum Lernen mit digitalen Medien aus dem Jahr 2016 zeigte, seien die heutigen Studierenden mit einer Vielzahl digitaler Medien aufgewachsen und nutzten diese häufig im privaten Alltag. Dieser private Einsatz digitaler Medien sei aber nicht auf das Studium übertragbar und unzureichend für die Entwicklung berufsspezifischer digitaler Kompetenzen (Persike 2016).

Mögliche Unterschiede verschiedener medizinischer Fachdisziplinen (Innere Medizin, Chirurgie, Radiologie, Intensiv- und Notfallmedizin, Pädiatrie, Psychiatrie) in Bezug auf das Interesse an CDSS, die Haltung zur Thematik und die Beteiligung während des Trainingslabors konnten nicht festgestellt werden, da die Mehrheit der Teilnehmer angab, in einer sonstigen Fachrichtung zu arbeiten bzw. zukünftig arbeiten zu wollen (vgl. Abschn. 3.4.2).

4.2.4 Bewertung der Ergebnisse des Testlaufs

Der Bedarf für ein entsprechendes Modul konnte durch die Ergebnisse des Testlaufs bestätigt werden. Die Teilnehmer wurden im Rahmen des Medizinstudiums/ ihrer medizinischen Ausbildung nicht auf die Arbeit mit CDSS vorbereitet. Gleichzeitig hatte die Hälfte der Teilnehmer schon einmal praktisch mit einer CDSS-Anwendung gearbeitet (vgl. Abschn. 3.4.2). Dieses Missverhältnis zwischen Ausbildung und klinischer Praxis zeigen auch Kuhn et al. (2018) auf, die eine Veränderung von Lern- und Arbeitsprozessen im Gesundheitsbereich beschreiben, die eine begleitende Anpassung des medizinischen Curriculums erfordert.

Fast alle der Teilnehmer hielten die CDSS-Thematik für die (zukünftige) Arbeit und das Medizinstudium bereits vor dem Modul für wichtig; nach dem Modul gab nur noch die Hälfte der Teilnehmer an, CDSS für das Medizinstudium für wichtig zu halten, die andere Hälfte gab an, es für ergänzend zu halten (vgl. Abschn. 3.4.2 und Abschn. 3.4.3). Dieses überraschende Ergebnis müsste im Rahmen weiterer Erprobungen evaluiert werden. CDSS wurden ebenfalls für die Ausbildung anderer Gesund-

heitsfachberufe, z. B. Pflegekräfte, als wichtig erachtet. Die Pflegefachkraft merkte an, dass der Schwerpunkt der CDSS-Entwicklung auf den Wünschen und dem Training von Ärzten liege. Vergleichend nennen Budde et al. (2020) die Notwendigkeit, die Bedürfnisse aller am Behandlungsprozess Beteiligten schon während der Entwicklung von CDSS hinzuzuziehen, nicht nur die Einstellungen und Wünsche von Ärzten. Im Trainingslabor zeigte sich, dass die Rollenszenarien zwischen Ärzten und Patienten für die Pflegefachkraft ungeeignet waren (vgl. Abschn. 3.4.4). Dies verdeutlicht den Bedarf für eine zielgruppenorientierte Gliederung, z. B. mit einem praktischen Training mit pflegespezifischen Fallbeispielen für Pflegekräfte.

Die Fallbeispiele waren von angemessenem Schwierigkeitsgrad, die Teilnehmer kamen gut damit zurecht und betonten während der Diskussion im Trainingslabor, dass sie damit sehr zufrieden gewesen wären. Das vorgelegte EKG an der Station „Akuter Myokardinfarkt“ wurde als zu großer Hinweis für die richtige Diagnose empfunden, da die Mehrheit der Teilnehmer schnell die ST-Hebungen erkannte. Eine Möglichkeit wäre es, das EKG überhaupt nicht oder nur auf Nachfrage auszuhängen. Eine andere Möglichkeit wäre es, ein weniger eindeutiges EKG, z. B. von einem N-STEMI, auszuwählen. Das Lernniveau wurde von allen Teilnehmern als angemessen beurteilt. Zwischen der Ärztin und den Medizinstudierenden wurden keine Unterschiede während des Moduls beobachtet oder über die Befragung ausgewertet (vgl. Tab. 3.5). Die Teilnahme kann demnach für ein entsprechendes zukünftiges Modul ab dem 6. Fachsemester (2. klinisches Semester) sowie für Assistenzärzte empfohlen werden.

Nach jeder Station wurden kurz die Eindrücke aus den Ärzte- und Patientenrollen und der Arbeit mit bzw. ohne Ada-Technologie reflektiert. Dies hatte den Vorteil, dass die Eindrücke, bezogen auf das jeweilige Fallbeispiel, noch sehr frisch waren. Alternativ könnte eine Gesamtreflexion am Ende der Gruppenphase durchgeführt werden. Diese Variante wäre notwendig, wenn die Zweiergruppen nicht zeitgleich die Stationen bearbeiten, sondern sie rotierend absolvieren.

Die Dokumentation der genutzten Entscheidungsunterstützung war schwierig für die Ärzte, die sich nur Notizen zu den Symptomen und Befunden der Patienten machten. Keiner der Teilnehmer dokumentierte wie gefordert, in welchem Umfang technologische Unterstützung für die Entscheidungsfindung genutzt und wie letztendlich die diagnostische Entscheidung getroffen wurde (vgl. Abschn. 3.4.4). Aktuell wird eine derartige Dokumentation in der klinischen Praxis nicht gefordert und nicht routinemäßig durchgeführt. Die Ergebnisse aus dem Trainingslabor verdeutlichen, dass dies ein wichtiges in der Lehre aufzuarbeitendes Thema darstellt.

CDSS wurden von den Teilnehmern als Chance für die PEF gesehen. Dennoch besprachen nur in einer Zweiergruppe Arzt und Patient die Ergebnisse von Ada gemeinsam. Überwiegend wurde Ada dx in Abwesenheit der Patienten genutzt. Die Ärzte sahen CDSS als gute Unterstützung ihrer Arbeit, sie würden sich aber schlussendlich immer auf ihre eigene Meinung verlassen wollen (vgl. Abschn. 3.4.4). In der Literatur fanden sich auch zahlreiche Studien (vgl. Abschn. 3.1.3), in denen Ärzte das zum Einsatz kommende CDSS nicht verwendeten, wenn es der eigenen fachlichen Meinung/ Kenntnis widersprach. In den Rollenszenarien zeigte sich, dass eine Umstrukturierung des traditionellen Arzt-Patienten-Kontakts notwendig sein wird, um auch noch einen dritten Entscheidungsträger – CDSS – hinzuzuziehen. Die Rollenszenarien mit Ada dx wurden hierfür von den Teilnehmern als geeignete Trainingsmethode beurteilt.

Einem Medizinstudierenden war es wichtig, die Funktionsweise von CDSS, mit deren Ergebnissen Patienten zu Ärzten kommen, nachvollziehen zu können. Wenn Patienten mit einem Self-Assessment kämen, müsse man wissen, inwiefern auf die Angaben Verlass sei. In der kleinen Stichprobe des Testlaufs kam es nicht zu Konfrontationen, da das Ada-Patientenhandout zum Fallbeispiel „Lupus“ auch die klinische Verdachtsdiagnose der Ärzte bestätigte, aber Konflikte zwischen Ärzten und Patienten über die genutzte Entscheidungsunterstützung des Patienten wären denkbar. Jimison und Gordon (2016) schreiben, dass es wichtig zu wissen und zu verstehen sei, welche Form von Entscheidungsunterstützung Patienten genutzt haben, um deren Erwartungshaltung und Vorwissen nachvollziehen und darauf eingehen zu können. Die Einbindung eines Fallbeispiels, in dem die Patienten vor dem Arztbesuch ein CDSS genutzt haben, sollte unbedingt beibehalten werden.

4.2.5 Beurteilung des Lernerfolgs

Der Lernerfolg wurde anhand von Selbsteinschätzungen der Teilnehmer und durch die Beobachtung der Teilnehmer im Trainingslabor beurteilt. Mit dieser Auswertung wurde ermittelt, ob die aufgestellten Lernziele im zeitlichen und inhaltlichen Rahmen des Moduls erreicht werden können. Bowyer und Chambers (2017) schreiben, dass die Teilnehmerzufriedenheit eine wichtige Messgröße für den Lernerfolg der Teilnehmer ist, weil sie die persönliche Erfahrung der Teilnehmer mit dem Modul beschreibt, die grundlegend für einen langanhaltenden Lernerfolg ist. Hierzu nennen sie Selbsteinschätzungsfragebögen als geeignete Methode. Blanch-Hartigan (2011) argumentiert hingegen, dass für die Beurteilung des Lernerfolgs Selbsteinschätzungen weniger geeignet sind, da die Ungenauigkeit der Selbstbeurteilung von vielen Faktoren abhängig und schwer einschätzbar sei.

4 Diskussion und Ausblick

Die Teilnehmer des Testmoduls würden sich bei Aufnahme eines entsprechenden Moduls in das medizinische Curriculum eine Prüfung wünschen (vgl. Tab. 3.5). Newble und Jaeger (1983) konnten in einer Studie nachweisen, dass die studentischen Lernaktivitäten auf die Prüfung abgestimmt sind, da sie sich durch eine Umstellung des Prüfungsformates komplett veränderten. Daraus lässt sich schließen, dass Prüfungen für Lernende wichtig sind und das Prüfungsformat so ausgewählt werden sollte, dass der gewünschte Wissens-/Kompetenzerwerb abgefragt wird.

Im NKLM aus dem Jahr 2015 werden Prüfungsmethoden zur Rückmeldung, ob Lerninhalte vermittelt wurden, empfohlen. Sowohl zur Überprüfung des theoretischen Faktenwissens als auch des theoretischen, kontextbezogenen Wissens werden Mehrfachantwortauswahlverfahren vorgeschlagen. Praktische Kompetenzen können besser durch praktische Prüfungen oder Simulationen geprüft werden (Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik Deutschland e. V. 2015). Alternativ zu einer Selbsteinschätzung könnte das Faktenwissen mit einer Multiple-Choice-Prüfung abgefragt werden. Für die Überprüfung der im Trainingslabor zu erreichenden Lernziele wären praktische Prüfungen oder die Bewertung der Rollenszenarien vorzuschlagen.

Nach den positiven Erfahrungen des Testlaufs könnte die E-Learning-Phase in diesem Umfang und Format durchgeführt werden. Wissen und Fertigkeiten der Teilnehmer in Bezug auf die durch den Podcast zu erreichenden Lernziele konnten erhöht werden. Die Lernziele aus den Kategorien Kenntnis und Verständnis (vgl. Abschn. 3.3.3) wurden erreicht. Die Teilnehmer gaben in der Selbsteinschätzung zu Modulende größeres Kenntnis zu der Aussage „Ich weiß was man unter CDSS versteht“ an. Nach dem Modul waren die Teilnehmer in der Lage, durchschnittlich mehr Anwendungsbeispiele mit größerer Vertiefung im Bereich DDSS aufzuzählen. Dies verdeutlicht ihre Reflexion von DDSS im Modul und ein größeres Verständnis der CDSS-Thematik zu Modulende. In der Abschlussbefragung wurden detaillierter Anwendungen für medizinisches Personal genannt werden, z. B. Interpretation radiologischer Bilder oder Hautläsionsbeurteilung in der Dermatologie, während in der Eingangsbefragung das Sammeln von Informationen, Datenaufbereitung, Laborsysteme und die EKG-Analyse aufgezählt wurden (vgl. Tab. 3.4 und Tab. 3.7).

Zu unterschiedlichen statistischen und informatischen Methoden von CDSS wurde eingangs ein sehr geringes Vorwissen in der Selbsteinschätzung angegeben, dass gesteigert werden konnte (vgl. Tab. 3.3 und Tab. 3.6). Im Vergleich zu den anderen Lernzielen wurde hier abschließend aber ein geringeres Fachwissen angegeben. Dies impliziert, dass für ein größeres methodisches Fachwissen der Podcast ggf. durch weitere vertiefende Podcasts oder ein eigenständiges Literaturstudium ergänzt werden sollte.

Die Teilnehmer lernten, dass für verschiedene Entscheidungssituationen unterschiedliche CDSS notwendig sind (vgl. Tab. 3.6). Nach dem Fallbeispiel „Akuter Myokardinfarkt“ waren die Teilnehmer der Ansicht, dass Ada für Notfallsituationen nicht hilfreich wäre und es dafür wieder anders spezialisierter Systeme bedürfe. Der Informations- und Wissensbedarf von Ärzten lässt sich klassischerweise in drei Bereiche unterteilen. Erstens nennen Gök und Rienhoff (2010) die Patientenversorgung ohne Zeitdruck, zweitens die zeitlich limitierte Primär- und Sekundärversorgung und drittens die zeitkritischen Notfallsituationen. In den Fallbeispielen wurde insbesondere der Unterschied zwischen einer zeitkritischen Notfallsituation und einer Patientenversorgung ohne Zeitdruck erarbeitet.

Für das Trainingslabor wurden Lernziele zur Anwendung, Analyse, Synthese und Beurteilung von CDSS aufgestellt (vgl. Abschn. 3.3.3). Die Evaluation ärztlicher Arbeitsprozesse und Veränderungen der Arzt-Patienten-Beziehung konnten schon in diesem kurzen Trainingslabor verbessert werden. Zur Beurteilung der Möglichkeiten von Patienten, eine aktive Rolle in ihrer Gesundheitsfürsorge einzunehmen, sowie für die PEF konnten im Fallbeispiel „Lupus“ durch das Ada-Patientenhandout wertvolle Erfahrungen gesammelt werden (vgl. Abschn. 3.4.4). Für ein tiefgreifenderes Verständnis zur Veränderung des Rollenverständnisses und ärztlicher Arbeitsprozesse wäre aber sicher ein längeres Training notwendig. Das gleiche gilt für die Ausarbeitung von Dokumentationsprinzipien; dieses Lernziel konnte nicht erreicht werden. Dafür bräuchte es weitere Vertiefung, ggf. mit Anleitung, wie eine solche Dokumentation durchgeführt werden könnte.

4.2.6 Testverfahren und Auswertung

Zur Auswertung des Moduls wurde eine Eingangs- und Abschlussbefragung anhand standardisierter Fragebögen (Abb. 6.2 und Abb. 6.3) durchgeführt. Fragebögen sind eine objektive Methode, um Wissen, Ansichten, Einstellung und Haltung abzufragen (Boynton und Greenhalgh 2004). Bowyer und Chambers (2017) schreiben, dass sich durch die Diversität des Blended Learning bislang kein bestehendes Framework als am effektivsten herauskristallisieren konnte. In dieser Arbeit wurde ein Evaluationsframework aus Elementen bereits bestehender Frameworks entwickelt, die meisten Fragen wurden aber neu entwickelt (vgl. Abschn. 2.3.9.1). Die verwendeten Frameworks wurden alle aus dem englischen übersetzt und waren für Blended Learning im Allgemeinen entwickelt und getestet; für die medizinische Ausbildung gab es kein eigenes gängiges Framework. Zum Ranking der einzelnen Aussagen der Eingangs- und Abschlussbefragung wurde eine fünfstufige Likert-Skala eingesetzt, die in den Evaluationsframeworks WEBLEI von V Chang und Fisher (2003) und HELAM von Ozkan und Koseler (2009) evaluiert wurde.

Vorteile der Fragebögen waren der geringe Zeitaufwand und die zeitliche und örtliche Flexibilität für die Beantwortung der Fragen sowie die Möglichkeit zur Eingangsbefragung ohne vorherigen persönlichen Kontakt zu den Teilnehmern. Gillham (2008) nennt weiterhin als Vorteile die Anonymität der Teilnehmer und das Wegfallen eines Interviewer-Bias. Als Schwäche des Fragebogendesigns nennt Gillham die zuvor festgelegten Fragen und die so auch vorab bekannten möglichen Antworten. In der Abschlussbefragung wurden deshalb auch Freitextfragen aufgestellt, die aber nicht von allen Teilnehmern genutzt wurden. Gleichzeitig kann eine schlechte Datenqualität nicht ausgeschlossen werden, wenn die Teilnehmer die Fragen nicht gründlich oder nicht ehrlich beantworten. Die Fragebögen wurden von allen Teilnehmern vollständig ausgefüllt, bis auf fehlende Anmerkungen in manchen Freitextfeldern. Die Ehrlichkeit der Teilnehmer ist nicht nachzuweisen, aber anzunehmen, da die Teilnahme am Modul freiwillig und ohne Vor- oder Nachteile für die Teilnehmer war und auf den anonymisierten Fragebögen keinerlei Kontaktdaten der Teilnehmer eingetragen werden mussten.

Zusätzlich zur Fragebogenauswertung wurden im Trainingslabor Stimmung, Mitarbeit und Redebeiträge der Teilnehmer protokolliert (vgl. Abschn. 2.3.9.3). Für diese Beobachtungen gelten die bereits in Abschn. 4.1.2 für die Feldbeobachtungen diskutierten Limitationen sowie die Anwesenheit von Mitarbeitern der MI Göttingen und eines Ada-Mitarbeiters, die möglicherweise die Teilnehmer in der Kritik am Modul und des zum Training genutzten Ada dx hemmten.

Insgesamt war bedingt durch die geringe Stichprobengröße nur eine deskriptive statistische Auswertung möglich. Die Auswertung der Ergebnisse mit Ermittlung von Mittelwerten, Minima und Maxima wurde durchgeführt, um das Evaluationsframework für weitere Erprobungen zu testen.

4.2.7 Aufnahme der Thematik in das medizinische Curriculum

Durch den Einsatz von CDSS in der Gesundheitsversorgung verändern sich die Anforderungen an das medizinische Fachpersonal, insbesondere an Ärzte, sodass neue Lehrinhalte zu CDSS im Curriculum der medizinischen Ausbildung verankert werden müssen. Medizinstudierende müssen auf Veränderungen von Arbeitsprozessen und Arztrolle vorbereitet, und im eigenen kritischen Umgang mit CDSS trainiert werden. Auch Studierende anderer Gesundheitsberufe (Pflege, Therapie- und Hebammenwissenschaften, etc.) und die Vielzahl der bereits im Berufsleben stehenden Personen (Assistenzärzte, Fachärzte, Pflegekräfte, etc.) müssen das Thema aufarbeiten.

4 Diskussion und Ausblick

Die Ausrichtung des CDSS-Moduls für Medizinstudierende orientierte sich maßgeblich an den MI-Lernzielen, die die Projektgruppe „MI-Lehre in der Medizin“ der GMDS 2018 erstellt hat. In einem neuen Kapitel „Apps, Entscheidungsunterstützung und Künstliche Intelligenz“ werden zur CDSS-Thematik Grundlagen, Chancen und Möglichkeiten insbesondere im Rahmen der Präzisionsmedizin, die Möglichkeiten von Patienten mittels Patientenapps eine aktive Rolle in ihrer Gesundheitsfürsorge einzunehmen, sowie einige Lernziele aus dem methodischen Bereich zu Machine Learning und neuronalen Netzen sowie deren Evaluation, Overfitting, Hyperparameter und Cross validation, genannt (vgl. Abschn. 3.3.1). In der zum Abschluss dieser Arbeit vorliegenden 1. Auflage des 1. Kompetenzorientierten Gegenstandskatalogs Medizin (Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen 2020) finden sich Lernziele zur Aufarbeitung der CDSS-Thematik, die aber in ihrem Umfang weit unter den von der GMDS vorgeschlagenen Lernzielen liegen. Eine Aufnahme weiterer Lernziele, insbesondere zu Auswirkungen von CDSS und „wissenden“ Patienten auf die ärztliche Arbeit und die Arzt-Patienten-Beziehung ist dringend notwendig.

Mit dem in dieser Arbeit entwickelten Modul wurde der Entwurf für ein Grundmodul bereitgestellt, das sich mit theoretischen Grundlagen von CDSS auseinandersetzt und gleichzeitig ein erstes praktisches Training für Medizinstudierende ermöglicht. Die Erfahrungen aus dem Testlauf zeigen, dass die Relevanz des Themas hoch ist, auch für bereits im Berufsleben stehende Ärzte und Pflegekräfte. Es lässt sich abschätzen, dass der Bedarf auch in anderen Gesundheitsfachberufen hoch ist.

Für eine vertiefende Lehre zu statistischen und informatischen Methoden von CDSS wäre ein Aufbaumodul – insbesondere für Forscher – mit methodischen Schwerpunkt notwendig. Medizinstudierende, Ärzte und andere Personen in klinischen Entscheidungsrollen sollten darüber hinaus den kompetenten und kritischen Umgang mit CDSS lernen und ggf. über das initiale Trainingslabor hinaus in einem Nutzungsmodul den operativen Umgang mit CDSS vertiefend trainieren.

In einem fortgeschrittenen Modul wird es für die Teilnehmer notwendig sein, selbstständig relevante Literatur zu CDSS zu studieren, z. B. Fachbücher, wissenschaftliche Publikationen oder Durchführung einer Internetrecherche.

Das entwickelte CDSS-Modul wurde zielgruppenorientiert gegliedert und in die HiGHmed-Lehre eingebunden. Somit wäre das Modul auch standortübergreifend verwendbar. Taveira-Gomes et al. (2016) halten die Entwicklung offener und generalisierbarer Lehrmodule im Medizinstudium für sinnvoll, da diese dann auch an anderen medizinischen Fakultäten eingesetzt werden können. Benning et al. (2020)

4 Diskussion und Ausblick

schreiben: „Die Etablierung standortübergreifender Lehrverbünde ist eine Möglichkeit, den Ausbildungsbedarf besser zu decken und die notwendige Bandbreite an Bildungsinhalten verfügbar zu machen.“ Für die unterschiedlichen Lernpfade der einzelnen Zielgruppen könnten zukünftig zu Modulende spezifische Zertifikate ausgestellt werden, die sich an den Anforderungen und zu erreichenden Lernzielen der jeweiligen Zielgruppe und Vertiefung orientieren.

Digitalisierte Lernszenarien machen es möglich, Inhalte für eine breit gefächerte, große Zielgruppe bereitzustellen und gleichzeitig den unterschiedlichen Anforderungen der Lernenden zu begegnen. Weltweit konnte 2017 von der WHO in 84% der Länder der Einsatz von E-Learning-Angeboten in der Ausbildung von Medizinstudierenden und Ärzten dokumentiert werden (World Health Organization 2017). Im Rahmen einer rasanten Digitalisierung in der Lehre steigt aktuell der Bedarf an flexiblen Lernmodulen (HIS-Institut für Hochschulentwicklung 2016). Durch die Corona-Pandemie verschärfte sich die Notwendigkeit, digitale Lernszenarien umzusetzen. Durch die Aufgliederung des CDSS-Moduls in Online- und Präsenzphasen nach einem Blended-Learning-Ansatz konnte die zeitliche und örtliche Flexibilität der Modulgestaltung gefördert werden. Das Verhältnis von Präsenz- und E-Learning-Phasen orientierte sich an didaktischen Erwägungen, für welche Lerninhalte der direkte Kontakt notwendig wäre und welche Inhalte auch gut online bearbeitet werden könnten (vgl. Abschn. 2.3.7). Blended Learning kann seinen Teil dazu beitragen, die medizinische Ausbildung lernerzentriert zu gestalten (Garrison und Kanuka 2004). Insbesondere für bereits im Berufsleben stehende Teilnehmer sollten neben didaktischen Erwägungen auch zeitliche Ressourcen bei der Aufteilung in Präsenz- und Online-Angebote beachtet werden.

An der Universität Göttingen ist das Medizinstudium (Stand 01.10.2020) unter Aufhebung der Fächergrenzen in 21 themenzentrierte Module gegliedert. MI-Lehre findet im Modul 2.4 „Methodische Grundlagen der Evidenzbasierten Medizin“ statt. Die Themen „Epidemiologie, medizinische Biometrie und MI“ wurden zum Querschnittsbereich Q01 zusammengefasst und werden gemeinsam abgeprüft.

Es wäre denkbar, ein CDSS-Modul in das Curriculum von Modul M2.4 aufzunehmen, mit anteiligen Multiple-Choice-Fragen in der Querschnittsklausur „Epidemiologie, medizinische Biometrie und medizinische Informatik (Q1)“, oder es als Wahlfach anzubieten. Auch eine Kooperation mit EMERGE wäre denkbar. EMERGE ist eine im Modul 3.1 zum Einsatz kommende computerbasierte Simulation einer Notaufnahme, in der zurzeit (Stand 01.12.2020) den Studierenden bei der Betreuung der virtuellen Patienten aktuelle Leitlinien der Inneren Medizin zur Verfügung stehen und nach Patientenverlegung ein inhaltliches Feedback gegeben wird. Hier könnte

Ada dx zusätzlich zur diagnostischen Unterstützung zum Einsatz kommen. Für die Akkreditierung im Rahmen der ärztlichen Weiterbildung wäre eine Kooperation mit der Ärztekammer notwendig.

Die weitergehende Modulevaluation ist sehr wichtig, nicht nur um den Lernerfolg oder die Teilnehmermotivation und -zufriedenheit, sondern auch die gesamte Einbettung in einen institutionellen Kontext – die Perspektive der Lehrpersonen, Rahmenbedingungen, Kosten, Zeitaufwand, Reproduzierbarkeit und Wartbarkeit des Curriculums – zu beurteilen.

4.3 Ausblick und Bilanz

Vor dem Hintergrund der langjährigen Entwicklung und Nutzung von CDSS mit vielfältigen Akzeptanzproblemen ist es wichtig, Schlussfolgerungen aus vergangenen Erfahrungen zu ziehen. Bereits aus der Erfahrung mit Standalone-Systemen der frühen 1970er Jahre, die mit schlechter Systemintegration, hohem Zeitaufwand durch zusätzliche Dateneingabe sowie ethischen und rechtlichen Schwierigkeiten zu kämpfen hatten, zeigt sich die Herausforderung, eine CDSS-Infrastruktur, insbesondere in heute sehr komplexen interdisziplinären Settings, zu schaffen. Es reicht nicht aus, komplexe CDSS zu installieren, wenn die Interoperabilität sowie Akzeptanz und Expertise der Nutzer schlecht sind.

Wie die Literaturanalyse zeigte, beeinflusst die Entwicklung und Nutzung von CDSS bereits jetzt immer mehr klinische Arbeitsabläufe, die Zusammenarbeit in multiprofessionellen Behandlungsteams und mit Patienten. Auch die Teilnehmer des CDSS-Testmoduls waren sich einig, dass CDSS verstärkten Einsatz in der Patientenversorgung finden würden. Insbesondere durch den Druck der Industrie, die von einem großen Potenzial von CDSS für den medizinischen Bereich ausgeht, werden speziell KI-Systeme im klinischen Alltag weitere Verbreitung finden (Balthazar et al. 2018; Rienhoff 2016).

KI verändert Entscheidungsprozesse und Ärzte müssen ihr eigenes Wissen gegen Ergebnisse klinischer Entscheidungsunterstützung und Patientenpräferenzen abwägen. Beim Einsatz von CDSS können auch verschiedene ethische Konflikte entstehen, z. B. wenn durch das System eine Diagnose gestellt wird, die nicht kurativ behandelbar ist. Bei Fehlern in Systemen der genetischen Diagnostik entsteht nicht nur ein Schaden am Patienten, sondern auch weitere Angehörige können mit betroffen sein (Mankowitz 2018; Wahl et al. 2018). Ärzte müssen darauf trainiert werden, wie sie feststellen können, ob sie sich auf die Entscheidungsunterstützung verlassen können. Ebenso sollte allen Beteiligten im Umgang mit CDSS klar sein, wo die Haftbarkeit für

4 Diskussion und Ausblick

Systementscheidungen und Fehler liegt und wie diese Prozesse in der Patientenakte dokumentiert werden müssen.

Wie bereits einleitend beschrieben, muss aktuell in den meisten Anwendungsbeispielen die Nutzung eines CDSS nicht dokumentiert werden. Auch wenn Nutzer die Ergebnisse des CDSS nicht verwenden, wurde nur im Rahmen von einzelnen Studien die Notwendigkeit zur Dokumentation und Begründung gefordert. Shortliffe und Sepúlveda (2018) schreiben, dass bei unterschiedlicher Meinung von CDSS und menschlichem Experten beide Recht haben, sich aber auch beide irren können. Als zu lösendes Thema bleibt, wie unterschiedliche Meinungen von CDSS und ärztlichem Nutzer zukünftig dokumentiert werden müssen. Die Notwendigkeit zur Dokumentation unterschiedlicher Fachmeinungen findet sich aktuell z. B. in den Tumorboards.

Eine weitere Herausforderung ist die rechtliche Situation in Deutschland, da ein CDSS, auch in Form einer App, die Anforderungen des MPG erfüllen muss. Dabei ist die wissenschaftliche Evidenz für den Nutzen der Anwendung notwendig. Es gibt aber noch keine Standards für die qualitative Beurteilung von Gesundheitsapps (Beerheide 2016). Diese verbreiten sich schnell und werden bereits, vor allem von Patienten, vielfältig genutzt. G Hesse (2018) schreibt, dass eine Regulation dringend notwendig sei. Bislang ist die Nutzung von Gesundheitsapps im deutschen Gesundheitssystem nicht vorgesehen. In einem Pilotprojekt mit deutschen Krankenkassen wurde als erste App „Tinnitracks“ zur Tinnitus-Behandlung von gesetzlichen Krankenkassen übernommen. Auch ist weitgehend ungeklärt, wie die Versionierung von Apps dokumentiert wird.

Um die Teilhabe von Patienten an ihrer eigenen Gesundheitsfürsorge zu ermöglichen, sind auch soziale Faktoren zu evaluieren. Nicht alle Haushalte sind mit Endgeräten ausgestattet (Umweltbundesamt 2020), mit denen Patienten potenzielle medizinische Anwendungen nutzen können, bzw. die Nutzer sind nicht in der Lage diese zu bedienen. Diese Patienten könnten vom Fortschritt abgehängt werden.

Der Respekt der Privatsphäre des Patienten, der sich im Hippokratischen Eid oder dem Belmont Report manifestierte, wird auch heute noch als Grundlage für das Verständnis der Patientenversorgung und -behandlung verstanden. Diese ethischen Meilensteine sind auch in der Gegenwart von Big Data und KI weder hinfällig noch irrelevant (Balthazar et al. 2018). Duttge und Dochow (2010) schreiben, dass „der mit jeder umfassenden Datensammlung einhergehende Risikozuwachs des Datenmissbrauchs („gläserner Patient“) nicht übersehen werden [dürfe]“. Ebenso wichtig ist es zu wissen, wo die Server und Wissensdatenbanken zum Einsatz kommender

4 Diskussion und Ausblick

CDSS liegen und welche geltenden Rechtsgrundlagen für den Umgang mit Patientendaten es dort gibt. Balthazar et al. (2018) werfen die Frage auf, welche Rolle die Dateninhaberschaft bei der Entwicklung kommerzieller Produkte spielt.

Darüber hinaus verändern sich Patientencharakteristika in einem Setting zunehmend durch Migrationsbewegungen. Auch die zunehmende Aufschlüsselung von individuellen Patienteneigenschaften im Rahmen der Präzisionsmedizin bringt hochspezialisierte Datensätze mit sich. Zusätzlich gibt es eine Zeitspanne zwischen dem Training eines CDSS und dessen Einführung auf dem Markt. Ebenfalls können die Trainingsdaten aus einem anderem Setting als dem des späteren Einsatzgebietes stammen. Es ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abzuschätzen, wie sich die genannten Aspekte auf die Anwendbarkeit von CDSS und ihre Auszeichnung als Medizinprodukt auswirken werden.

Zusätzlich kann sich in Algorithmen Diskriminierung aus den Datensets fortsetzen; durch Sammlung spezifischer Daten aus einzelnen Gruppen könnten diese weiter stigmatisiert werden. Insbesondere bei Machine-Learning-Ansätzen können z. B. kulturelle oder das Geschlecht betreffende Vorurteile über Trainingsdaten gelernt werden, die sich nachher auf die Ergebnisse auswirken und nicht mehr transparent nachvollziehbar sind (Magrabi et al. 2019; Wahl et al. 2018). Ein solcher Bias kann auch dadurch entstehen, dass der menschliche Nutzer Trainingsdaten in Kategorien ordnet (Rowe 2019). Balthazar et al. (2018) schreiben, dass auch Patienten Sorge haben, dass durch die Nutzung von KI-Systemen inkorrekte und diskriminierende Entscheidungen getroffen werden.

Der Anspruch an CDSS hat sich vom Versuch, ein perfektes Abbild menschlicher Problemlösestrategien zu schaffen, zur Entwicklung einfacher, nicht störender Prozesse im Hintergrund gewandelt, die vor allem die Sicherheit der Versorgung, z. B. durch Erhöhung der Arzneimittelsicherheit, steigern sollen (BW Hesse und Shneiderman 2007). Der Traum, mit CDSS weitreichend das Gesundheitssystem zu revolutionieren und zu verbessern, bleibt aber bei vielen Entwicklern bestehen (Gardner 2016). Es wird immer wieder neu diskutiert werden müssen, in welchem Umfang eine maschinelle Unterstützung gewünscht und sinnvoll ist. DW Bates et al. (2003) nennen hierzu die „degrees of computerization“, die von alleiniger Entscheidungsfreiheit der Menschen ohne Computerunterstützung bis hin zu autonomer Aktivität des Computers reichen.

Ein wichtiger Schwerpunkt sollte das Training des (zukünftigen) medizinischen Fachpersonals sein. Deren Verständnis der CDSS-Thematik wird für die Mitgestaltung

4 Diskussion und Ausblick

der Entwicklung und Implementation von CDSS notwendig sein. Durch Einschränkungen der Corona-Pandemie konnte das entwickelte CDSS-Modul lediglich an einer kleinen Gruppe erprobt und keine weiteren Testläufe durchgeführt werden. Die Durchmischung der Teilnehmer – hinsichtlich ihrer medizinischen Erfahrung und Berufsgruppe – lieferte wichtige Erkenntnisse für die Umsetzung eines entsprechenden Moduls in verschiedenen Zielgruppen. Weitere Testungen des Moduls, zunächst mit Assistenzärzten, werden stattfinden; hierfür kann das entwickelte und erprobte Modulkonzept verwendet werden.

Die Unsicherheit bezüglich der Kontinuität der Prototypenentwicklung von Ada während der Modulentwicklung sowie die sich ändernde Zusammenarbeit mit der Firma zeigen die nach wie vor sehr wechselhafte Entwicklung von CDSS. Für die weitere Erprobung des CDSS-Moduls wird die Software Ada aber zur Verfügung stehen.

Derzeit ist das Potenzial von CDSS nicht ausgeschöpft. Die Komplexität, neue Technologien und Entwicklungen in Arbeitsprozesse einzubinden, steigt zunehmend. Zur effektiveren Nutzung der bereitgestellten CDSS muss das medizinische Personal mit theoretischen und praktischen Lehrinhalten zur CDSS-Thematik geschult werden, deren Chancen und Möglichkeiten sowie Risiken und Grenzen vermittelt bekommen. Wichtig ist es auch, die Behandlung „wissender“ Patienten zu trainieren.

Bilanzierend ergibt diese Forschungsarbeit, dass Grundlagen zu CDSS als auch deren Chancen und Risiken dringend in die medizinische Lehre aufgenommen werden müssen, ergänzt durch praktische Beispiele in verschiedenen Anwendungsbereichen. Die Veränderung curricularer Inhalte ist notwendig, um Medizinstudierende auf die Veränderungen an ihrem Arbeitsplatz vorzubereiten. In der 1. Auflage des 1. Kompetenzorientierten Gegenstandskatalogs Medizin (Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen 2020) werden CDSS thematisiert; für die Aufarbeitung der Thematik sind zukünftig aber umfassendere Lernziele notwendig. Es lässt sich darüber hinaus abschätzen, dass auch in anderen Gesundheitsfachberufen und bei bereits berufstätigen Ärzten der Bedarf an Lehre zu diesem Thema hoch ist. Dies betrifft weiterhin auch Ärzte in leitender klinischer Position. Das bedeutet, die in dieser Arbeit aufgezeigten hinderlichen Missverständnisse und Fehleinschätzungen zum Thema CDSS müssen nicht nur in der Ausbildung, sondern auch in der ärztlichen Fort- und Weiterbildung bis hin zu leitenden Positionen adressiert werden.

5

Zusammenfassung

Die Bedeutung klinischer Entscheidungsunterstützungssysteme steigt vor dem Hintergrund der immer differenzierter werdenden Präzisionsmedizin. Durch das rasanten Wachstum gesundheitsrelevanten Wissens und damit immer heterogenerer Daten in der Patientenversorgung nimmt die Bedeutung von Softwarelösungen zur Optimierung der klinischen Entscheidungen stetig zu. Trotz nachgewiesener Vorteile dieser Verfahren werden die Anwendungen seit Jahrzehnten wenig genutzt. Die Gründe für die fehlende Akzeptanz sind vielgestaltig und vor allem in der schlechten Einbindung der Systeme in die Arbeitsprozesse und der fehlenden Ausbildung der Nutzer zu finden. Medizinstudierende sind unzureichend auf die Auswirkungen bereits zum Einsatz kommender Systeme auf ärztliche Arbeitsprozesse, die Interaktion im Behandlungsteam, die Zusammenarbeit mit Patienten und die Dokumentationspflichten vorbereitet.

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Entwicklungsgeschichte und Nutzung von Entscheidungsunterstützungssystemen transparent zu machen, Anwendungen und Akzeptanz in der klinischen Praxis zu untersuchen und die in diesen Analysen gewonnenen Ergebnisse für den Entwurf eines medizinischen Lehrmoduls zu nutzen.

Mittels einer Literaturrecherche und Feldbeobachtungen an drei Krankenhäusern in unterschiedlichen Versorgungslagen wurden der aktuelle Stand der Anwendung von klinischen Entscheidungsunterstützungssystemen erhoben und Akzeptanzprobleme dokumentiert. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurde ein zielgruppenübergreifendes Konzept für ein medizinisches Lehrmodul entwickelt. Dieses wurde mit einem Blended-Learning-Ansatz mit einer einleitenden E-Learning-Phase mit Podcast und einem Trainingslabor in Präsenz unter Nutzung der gegenwärtig weit verbreiteten Software Ada konzipiert. Das Modul wurde in die HiGHmed-Projektumgebung eingebettet, in der bereits ein Modul in Kooperation mit Ada Health für Studierende der Medizininformatik an der Universität Göttingen entwickelt wurde. Das Lehrmodul wurde in einem ersten Testlauf erprobt und mittels standardisierter Eingangs- und Abschlussbefragung der Teilnehmer evaluiert.

5 Zusammenfassung

Als Ergebnis der Analysen zeigte sich, dass Akzeptanzprobleme klinischer Entscheidungsunterstützungssysteme kein neues Problem sind; in der Literatur konnte dies seit den ersten Arbeiten zu CDSS aus den 1950er Jahren sowie in der Feldbeobachtung an allen drei Krankenhäusern in unterschiedlichem Setting dokumentiert werden. Dabei zählten Zeitaufwand für die Nutzung der Systeme, deren Benutzerfreundlichkeit und die schlechte Integration in bestehende Arbeitsabläufe zu den häufigsten Problemen. Ebenfalls von hoher Relevanz waren mögliche Änderungen der Arztrolle, ärztlicher Arbeitsprozesse und der partizipativen Entscheidungsfindung mit Patienten. Trotz dieser langjährigen Entwicklung zeigte sich in der medizinischen Lehre sowie im klinischen Alltag ein Missverhältnis zwischen der Komplexität klinischer Entscheidungsunterstützung und dem Umfang der Adressierung des Themas. Es besteht substantieller Bedarf an neuen Lehrmodulen.

Das entwickelte Modul wurde in einer ersten Erprobung an sechs Teilnehmern – vier Medizinstudierenden, einer Ärztin und einer Pflegefachkraft – getestet. Die Teilnehmer zeigten großes Interesse an der Thematik und werteten sie als wichtig für das Medizinstudium und andere medizinische Ausbildungen. Wissen und Fertigkeiten der Teilnehmer in Bezug auf klinische Entscheidungsunterstützungssysteme konnten durch das Modul gesteigert werden.

In der Literaturrecherche und den Feldbeobachtungen zeigte sich ein Anwendungsschwerpunkt von Systemen der Arzneimitteltherapiesicherheit. Weiterhin können die Systeme nicht nach einem „one-size-fits-all“-Ansatz von einem Setting in ein anderes übertragen werden, da sie an Zielsetzung, Wertvorstellungen und Rahmenbedingungen eines jeweiligen Gesundheitssystems angepasst sind.

Im Testlauf des entwickelten Lehrmoduls konnte mit einer gemischten Teilnehmergruppe das entworfene Blended-Learning-Konzept erfolgreich in die Praxis umgesetzt werden und kann als Grundlage für die zukünftige curriculare Weiterentwicklung von Lehrmodulen dienen. Aufgrund der coronabedingten Verhältnisse waren weitere Testungen nicht möglich – für die Durchführung weiterer Testläufe wurde ein Framework entwickelt und erprobt.

Bilanzierend ergibt diese Forschungsarbeit, dass theoretische und praktische Grundlagen zu klinischen Entscheidungsunterstützungssystemen als auch deren Chancen und Risiken dringend in die medizinische Lehre aufgenommen werden müssen – ergänzt durch praktische Beispiele in verschiedenen Anwendungsbereichen. Es lässt sich darüber hinaus abschätzen, dass auch in anderen Gesundheitsfachberufen und in der ärztlichen Fort- und Weiterbildung der Bedarf an Lehre zu diesem Thema hoch ist.

6

Anhang

6.1 Glossar

Alert fatigue: Der Begriff „alert fatigue“ kann mit Alarmermüdung ins Deutsche übersetzt werden. Damit wird beschrieben, wie medizinisches Personal Benachrichtigungen bzw. Warnungen nicht beachtet, da durch häufige, teils klinisch irrelevante Benachrichtigungen, eine Desensibilisierung stattfindet (Gong und Kang 2016).

Arden Syntax: Arden Syntax ist eine Programmiersprache für die Kodierung medizinischen Wissens. Sie besteht aus voneinander unabhängigen Bausteinen, die als Medical Logic Modules (MLM) bezeichnet werden und sich aus einer Wartungs-, Bibliotheks- und Wissenskategorie zusammensetzen (Mankowitz 2018).

Bayes Theorem: Das Bayes Theorem ist ein mathematischer Ausdruck für die Berechnung bedingter Wahrscheinlichkeiten. Es wird die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines Ereignisses, wenn ein anderes Ereignis eingetreten ist, beschrieben. Es kann z. B. die Nachtestwahrscheinlichkeit einer Erkrankung, wenn die Vortestwahrscheinlichkeit, die Sensitivität und die Spezifität der Erkrankung bekannt sind, berechnet werden (Spooner 2016; Mankowitz 2018).

Clinical Officer: Mit dem Begriff Clinical Officer wird in Kenia ein nicht-ärztlicher Gesundheitsberuf bezeichnet, für den ein zweijähriges Studium mit anschließendem einjährigem klinischen Praktikum in den Bereichen Innere Medizin, Chirurgie, Gynäkologie und Geburtshilfe, Pädiatrie und Psychiatrie absolviert werden muss.

Clinical Decision Support System: Ein Clinical Decision Support System (CDSS) ist eine Software, die mithilfe von Algorithmen den Anwender bei klinischen Entscheidungen unterstützt. Anwender können z. B. Ärzte, Pflegekräfte und anderes medizinisches Personal sein. CDSS können mit unterschiedlichen Mechanismen fallbezogen Patientendaten verarbeiten und dadurch verschiedene Entscheidungssituationen, z. B. zu Diagnostik oder Therapie, unterstützen (Berner und La Lande 2016;

Kawamoto et al. 2005). Die überwiegende Mehrheit der Systeme arbeitet unterstützend, eine direkte Umsetzung der Entscheidung durch das System selbst ist selten und am ehesten in der Intensiv- und Notfallmedizin zu finden (Greenes 2014c).

Closed-Loop-CDSS: Zu den Closed-Loop-CDSS werden Softwaresysteme gezählt, die autonom Entscheidungen treffen können und so physiologische Variablen, wie z. B. den Herzschlag (als Herzschrittmacher) oder den Insulinspiegel (als Insulinpumpe) ohne menschliche Intervention regulieren können. Sie kommen überwiegend in der Intensiv- und Notfallmedizin zum Einsatz (Greenes 2014c).

Community Health Worker: Community Health Worker sind Mitglieder einer Gemeinschaft und werden von dieser zur Gewährleistung einer medizinischen Grundversorgung durch ein kurzes Training qualifiziert. Sie absolvieren aber keine medizinische Ausbildung mit Abschluss. Sie kommen insbesondere in ressourcenlimitierten Gesundheitssystemen zum Einsatz, wenn die Nachfrage an Gesundheitsleistungen hoch ist, aber gleichzeitig Mangel an qualifiziertem medizinischem Personal besteht (Bakibinga et al. 2017).

Computerized Provider Order Entry: Computerized Provider Order Entry bezeichnet die elektronische Eingabe von Verordnungen. Überwiegend sind hiermit Arzneimittelverordnungen, seltener auch die Anordnung von Laboruntersuchungen oder radiologischen Untersuchungen gemeint (Spooner 2016).

Data Mining: Unter Data Mining wird die Anwendung statistischer Methoden zur Mustererkennung und dem Erkennen von Schlüsselinformationen in großen Datenmengen verstanden (Ozaydin et al. 2016).

DXplain: DXplain ist ein als Web-Interface verfügbares CDSS, das in den frühen 1980er Jahren entwickelt wurde. Medizinische Fachkräfte werden bei der Diagnosestellung unterstützt, indem DXplain Benutzereingaben zu Symptomen und Befunden, Laborergebnissen und anderen Patientendaten verarbeitet. Die große Wissensbasis des CDSS in Kombination mit der Fähigkeit, diagnostische Hypothesen zu formulieren, haben es in den USA unter Medizinstudierenden beliebt gemacht. DXplain hat sich, ähnlich wie andere CDSS aus dieser Zeit, nicht über die klinische Ausbildung oder den Forschungskontext hinaus in der klinischen Praxis etablieren können (Wright und Sittig 2008).

Elektronische Patientenakte: In einer elektronischen Patientenakte können Patientendaten, z. B. Befunde, Diagnosen, Therapiemaßnahmen, Behandlungsberichte oder

Impfungen, im elektronischen Format gespeichert werden. Patienten, Ärzte, Krankenhäuser und Apotheken können hierüber vernetzt werden. Ab Januar 2021 besteht für die gesetzlichen Krankenkassen die Pflicht, eine elektronische Patientenakte bereitzustellen. Der scheinbar klare und leicht verständliche Begriff täuscht; in der Entwicklung der letzten 25 Jahre sind etliche völlig unterschiedlich optimierte Typen von elektronischen Akten entworfen, getestet und eingeführt worden. Die Auslegung dieser Aktentypen hängt meistens wesentlich von deren Zweck oder gesetzlichen Vorgaben in den jeweiligen Organisationseinheiten zusammen. Die Systeme sind also sehr unterschiedlich. Dies hat Auswirkungen auf deren Eignung als Datenbasis für CDSS (Kassenärztliche Bundesvereinigung 2020).

Entscheidungsbaum: Ein Entscheidungsbaum ist die graphische Darstellung möglicher Optionen und Konsequenzen einer bestimmten Fragestellung. Er besteht aus mehreren Knoten, die über Pfade verbunden sind. Der oberste Knoten repräsentiert dabei die Gesamtmenge und wird auch als Wurzelknoten bezeichnet. An jedem Knoten wird eine Eigenschaft geprüft und mit einer Ja-/Nein-Frage eine Entscheidung getroffen. Für jedes Ergebnis führt ein Pfad zu einem neuen Knoten. Dieser Prozess läuft solange ab, bis er zu einem Blatt führt. Blätter sind Knoten, die eine eindeutige Klasse haben und hinter denen sich der Baum nicht weiter aufzweigt (Schnabel 1996).

Expertensystem: Expertensysteme sind CDSS, mit denen versucht wird, das Problemlöseverhalten menschlicher Experten abzubilden. In einer Wissensbasis wird Expertenwissen aus einem bestimmten medizinischen Fachgebiet symbolisch codiert. Das System kann daraus Problemlösungen und Handlungsempfehlungen ableiten (Shortliffe 1990). MYCIN war in den 1970er Jahren ein Vorbild für die Entwicklung klassischer Expertensysteme, die sich aber nicht in der klinischen Routine etablieren konnten (Spreckelsen und Spitzer 2008).

Fuzzylogik: Fuzzylogik beschreibt mathematische Prinzipien der Wissensrepräsentation basierend auf Unsicherheit und Wahrscheinlichkeit. Sie wurde zur präzisen Erfassung unpräziser Eigenschaften der natürlichen Sprache, z. B. der Ausdrücke „ziemlich“, „stark“, „etwas“, entwickelt. Mit sogenannten Fuzzy Sets können solche unpräzisen Daten greifbar gemacht und in einen präzisen Algorithmus für den Computer umgewandelt werden (JHT Bates und Young 2003; Hazelzet 2009).

Inferenzmaschine: Bei der Inferenzmaschine, auch Schlussfolgerungsmaschine genannt, handelt es sich um eine Software, die nach einem festgelegten Algorithmus neues Wissen generiert. Sie ist der Teil eines wissensbasierten Systems, der durch die

Verarbeitung von Wissen aus der Wissensdatenbank neue Aussagen ableiten kann (Spooner 2016).

INTERNIST-I: INTERNIST-I ist ein Expertensystem aus den 1970er Jahren, mit dem Diagnosen im Bereich Innere Medizin gestellt werden können. Mit heuristischen Methoden wird die Diagnosefindung von medizinischen Experten modelliert. Von anderen diagnostischen Entscheidungsunterstützungssystemen unterscheidet es sich durch die Größe und Vielfalt seiner Wissensbasis (500 verschiedene Krankheitsprofile) und die Allgemeingültigkeit seines Ansatzes. Das System wurde, basierend auf Anamnese, Untersuchung und Laborergebnissen, zur diagnostischen Unterstützung von Ärzten entwickelt. Durch das Aufstellen spezifischer Differentialdiagnosen für einen Patientenfall kann das gesamte verfügbare Set an Diagnosen auf die zu einem Fall passenden reduziert werden (RA Miller et al. 1982).

Klinische Algorithmen: Klinische Algorithmen sind systematische Entscheidungshilfen, z. B. in Form eines Flussdiagramms, die vor allem gleichbleibende Entscheidungen unterstützen können, in denen die Patientenpräferenzen nicht ausschlaggebend sind, z. B. in Notfallsituationen. Für ein bestimmtes Krankheitsbild werden mögliche Patienteneigenschaften mit den dazugehörigen Behandlungsoptionen dargestellt. Die Algorithmen können auf der Meinung von Experten basieren, nach bewährter Praxis eines bestimmten Krankenhauses entwickelt oder auch durch andere Ansätze zur Modellierung klinischer Entscheidungen, z. B. das PROACTIVE-Modell, erstellt werden (Hunink et al. 2014).

Machine Learning: Der Begriff Machine Learning wird im Deutschen auch als maschinelles Lernen bezeichnet. Darunter werden verschiedene Techniken des selbstständigen Lernens von Computersystemen zusammengefasst. Dabei werden folgende Methoden unterschieden: überwachtes Lernen anhand von gekennzeichneten Trainingsdaten, unüberwachtes Lernen mit Clustertechniken und ohne Trainingsdaten und verstärkendes Lernen, bei dem ein System durch das Feedback eines menschlichen Experten lernt (Wahl et al. 2018; Rowe 2019).

MYCIN: MYCIN war ein in den frühen 1970er Jahren entwickeltes Expertensystem, das im Rahmen einer ersten KI-Welle zur Diagnostik und antibiotischen Therapie von Meningitiden und bakteriellen Infektionen des Blutes an der Stanford Universität entwickelt wurde. Der Name leitet sich von den Antibiotika selbst ab, die häufig das Suffix „-mycin“ im Namen tragen. In dieser Zeit begann man, die Anwendung einer antibiotischen Therapie kritisch zu betrachten und suchte nach Möglichkeiten, ihre Anwendung bezogen auf das jeweilige Krankheitsbild zu optimieren. Die

Ermittlung und Verknüpfung zahlreicher Parameter, z. B. des Erregers, des Krankheitsverlaufes oder der Laborparameter, stellte sich als komplexes Problem heraus, sodass dafür ein Expertensystem entwickelt wurde (Spooner 2016; Shortliffe 1976). Von MYCIN ausgehend wurden in den 1980er Jahren klassische Expertensysteme mit regelbasiertem Ansatz entwickelt. MYCIN zeichnete sich durch die Trennung der Wissensbasis von der Inferenzmaschine aus (Shortliffe 1990). Das System gilt als Meilenstein in der Entwicklung von CDSS, obwohl es kaum zur klinischen Anwendung kam, insbesondere da es als Standalone-System viel Zeit für die Dateneingabe in Anspruch nahm (Spreckelsen und Spitzer 2008). Der Prozess der CDSS-Entwicklung lässt sich ebenfalls gut am Beispiel von MYCIN darstellen. Es stellte sich als wissenschaftlich gescheiterter Versuch heraus und wurde durch NEOMYCIN abgelöst (Clancey und Letsinger 1982).

Ontologie: Eine Ontologie bezeichnet eine Begriffssammlung für ein bestimmtes Fachgebiet, eine sogenannte Domäne, mit allen ihren Beziehungen untereinander. Im Vergleich zu Taxonomien, die nur eine hierarchische Struktur darstellen, sind in Ontologien Konzepte eines bestimmten Fachgebiets, deren Eigenschaften, Beziehungen und Einschränkungen untereinander festgelegt. Sie werden zur Strukturierung und für den Datenaustausch verwendet. Der große Unterschied zu einfachen Datenbanken ist, dass Ontologien Informationen über die Zusammenhänge zwischen den gespeicherten Daten besitzen (Riaño et al. 2019; Greenes 2014a).

Präzisionsmedizin: Der Grundgedanke der Präzisionsmedizin besagt, dass jeder Mensch genetische und epigenetische Unterschiede hat. Im Zusammenhang mit den äußeren Lebensumständen ergibt sich eine unterschiedliche Disposition für bestimmte Krankheitsbilder, den Krankheitsverlauf, das Therapieansprechen und die Prognose. Die Analyse dieser interindividuellen Unterschiede ermöglicht es, auf den Patienten maßgeschneiderte diagnostische, therapeutische und prognostische Entscheidungen zu treffen. Dafür werden hoch spezialisierte Datensätze zur Krankengeschichte des Patienten, seinen Symptomen, Befunden und Untersuchungsergebnissen – inklusive Genomik, Pharmakogenomik, Metabolomik, Proteomik, etc. – zusammengeführt und analysiert. Die Präzisionsmedizin führt zu einer sehr weitgehenden Zunahme relevanter Merkmale für Behandlungsentscheidungen. Darüber hinaus werden fortwährend höher auflösende diagnostische Messverfahren entwickelt. Beide Prozesse lassen die Zahl relevanter Krankheitsentitäten stark zunehmen. Diese zur Zeit ca. 100000 diagnostischen Entitäten differenzieren sich weiter – die Breite des Spektrums und dessen Dynamik sind mit der klassischen ärztlichen Ausbildung und Berufstätigkeit nicht beherrschbar (Gök und Rienhoff 2010; Hunink et al. 2014).

Shared Decision Making: Der Begriff Shared Decision Making wird mit partizipativer Entscheidungsfindung (PEF) ins Deutsche übersetzt und steht für eine partnerschaftliche Entscheidungsfindung, entstanden aus einem patientenzentrierten Ansatz. Traditionell haben Ärzte nach einem paternalistischen Modell Entscheidungen für ihre Patienten getroffen, in der PEF wird in einem interaktiven Prozess, unter „gleichberechtigter aktiver Beteiligung“ von Ärzten und Patienten zu einer gemeinsamen Entscheidung gefunden (Bieber et al. 2016).

Telemedizin: Unter Telemedizin versteht man die Bereitstellung verschiedener medizinischer Leistungen, z. B. aus Diagnostik, Therapie oder Rehabilitation, als auch bei der ärztlichen Entscheidungsberatung von Patienten mit räumlicher bzw. zeitlicher Entfernung. Hierfür kommen Informations- und Kommunikationstechnologien zum Einsatz (Bundesärztekammer 2020).

Wissensbasis: Die Wissensbasis, auch Wissensdatenbank genannt, ist der Teil eines wissensbasierten CDSS, in den medizinisches Expertenwissen eingetragen wird. Das Expertenwissen kann z. B. aus Leitlinien, medizinischen Fachbüchern oder Meta-Analysen stammen (Berner und La Lande 2016).

6.2 Charakteristika der CDSS-Akzeptanzstudien

Tabelle 6.1: Definition der Studiencharakteristika der Studien zu Akzeptanzproblemen von CDSS aus den Jahren 2000-2019

Studiencharakteristika			
Fachrichtung			
A	Allgemeinmedizin	K	Kardiologie
C	Chirurgie	Na	Notaufnahme
D	Dermatologie	Ne	Neurologie
G	Geburtshilfe	O	Onkologie
Ge	Geriatric	P	Pharmakologie
Gen	Genetik	Pä	Pädiatrie
I	Innere Medizin	Pf	Pflege
In	Infektiologie	Ps	Psychiatrie
Int	Intensivmedizin		
Setting			
a	ambulant	s	stationär
Kategorie Akzeptanzproblem			

Fortsetzung von Tab. 6.1

Kategorie	Akzeptanzproblem
A	Eigenschaften des CDSS
A1	Benutzerfreundlichkeit
A2	Zeitaufwand
A3	Unterstützung des Arbeitsziels
A4	Verbesserung der Versorgung
A5	Wahrgenommene Nützlichkeit
A6	Integration in Arbeitsabläufe
A7	Benachrichtigungen
A8	Technische Probleme
A9	Design des CDSS
A10	Qualität des CDSS
A11	Interoperabilität
A12	Rechtliches
B	Eigenschaften des Nutzers
B1	Sozio-demographische Charakteristika
B2	Technische Vorkenntnisse
B3	Positive Einstellung
B4	Einstellung zum spezifischen CDSS
B5	Autonomie
B6	Training
B7	Lernkurve
B8	Sonstiges
C	Eigenschaften in Zusammenhang mit Patienten
C1	Interaktion zwischen medizinischem Personal und Patienten
C2	Partizipative Entscheidungsfindung
C3	Eigenschaften des Patienten
D	Eigenschaften bezüglich des Arbeitsumfelds
D1	Interaktion im Behandlungsteam
D2	Eigenschaften im Zusammenhang mit Kollegen
D3	Materielle Ressourcen
D4	Personelle Ressourcen
D5	Arbeitsstruktur
D6	Zeitdruck und Arbeitsbelastung
D7	Implementation

Fortsetzung von Tab. 6.1

Kategorie	Akzeptanzproblem
-----------	------------------

E	Rahmenbedingungen der CDSS-Entwicklung
----------	-----------------------------------------------

Definition von Fachrichtung, Setting und Akzeptanzproblemen von CDSS für die Beschreibung der Studien der Literaturrecherche zu Akzeptanzproblemen von CDSS aus den Jahren 2000-2019. Aufteilung der Akzeptanzprobleme in die Kategorien A=Eigenschaften des CDSS mit den Unterkategorien A1-A12, B=Eigenschaften des CDSS-Nutzers mit den Unterkategorien B1-B8, C=Eigenschaften im Zusammenhang mit Patienten mit den Unterkategorien C1-C3, D=Eigenschaften bezüglich des Arbeitsumfelds mit den Unterkategorien D1-D7, E=Rahmenbedingungen der CDSS-Entwicklung ohne weitere Unterkategorien. CDSS=clinical decision support system.

Tabelle 6.2: Beschreibung der Studien zu Akzeptanzproblemen von CDSS aus den Jahren 2000-2019

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
Pharmaceutical decision-support (PDS)	A, P	a	A(1, 6, 7, 10), B6	Australien	2003	(Ahearn und Kerr 2003)
Teledermatology	D	a	A(1, 3, 5, 8, 10), B(3, 4), C3, D(3, 4, 5), E	Neuseeland	2003	(Al-Qirim 2003)
Self-management TO Prevent (STOP) Stroke	Ne	a	A(3, 11), B6, C1, D(3, 6)	USA	2014	(JA Anderson et al. 2014)
DDSS Pneumonie	Na	s	A(2, 11)	USA	2001	(Aronsky et al. 2001)
Decision support for multiple conditions	A	a	A(1, 2, 3, 6, 7, 9, 11), B3, D(4, 6)	Niederlande	2018	(Arts et al. 2018)
mhealth for safer deliveries	G	a	A9, B8, C(1, 2), D1	Tanzania	2015	(Battle et al. 2015)
Child Health Improvement through Computer Automation (CHICA)	Pä	s	A(2, 3, 5, 6, 8, 10), B7, E	USA	2014	(Bauer et al. 2014)
Computer-aided diagnostics	Ps	s	A(2, 3, 5), B(1, 2, 3, 5), C1	Schweden	2005	(Bergman und Fors 2005)
Pharmacological Risk Assessment Online (PHARAO)	I, Ge	a,s	A(1, 2, 4, 5)	Schweden	2018	(Böttiger et al. 2018)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
Electronic prescribing decision support (EPDS)	P	s	A(1, 2, 7, 10, 11, 12), B(2, 6), D4, E	Australien	2006	(Bomba und Land 2006)
MeTree, family health history	A	a	A10, B4	USA	2015	(Buchanan et al. 2015)
E-GuidesMed	Pä	a	A(1, 3, 5, 6, 11), B(3, 7)	Spanien	2013	(Buenestado et al. 2013)
Leukaemia Intervention Scheduling and Advice (LISA)	I, O, P	s	A(1, 8), B(5, 7)	UK	2005	(Bury et al. 2005)
Computer-based intensive insulin therapy	P	s	A(2, 7, 10, 11), B4, D(3, 6)	USA	2011	(Campion et al. 2011)
CDSS for Integrating Tuberculosis and HIV Care	I, In	a	A(3, 7), B(3, 8)	Kenia	2014	(Catalani et al. 2014)
Triage-Based, Mass-Gathering Emergency Medical Service PDA Support Systems	Na	s	A(1, 5, 8), B7	Taiwan	2004	(P Chang et al. 2004)
Smartphone application for the delivery of antimicrobial prescribing policy	P	s	A(1, 3, 6, 8, 9), C1	UK	2013	(Charani et al. 2013)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
Pharmakogenomik	Gen	a	A(3, 6, 10), B(3, 4)	USA	2017	(Chase et al. 2017)
QCancer risk tool	A	a	A(3, 6, 7/, 10), B(1, 4, 8), C3, D3	Australien	2015	(Chiang et al. 2015)
Antibiotic Stewardship	I, In	s	A(1, 4, 6, 7, 9), B5, C2, D6, E	USA	2017	(Chung et al. 2017)
Asthma Management	A	a	A(1, 3, 10), B(1, 4, 8), C1, D(1, 2, 4)	USA	2016	(Cloutier 2016)
CDSS in the oncology setting	I, O, P	s	A(3, 10)	Irland	2012	(Collins et al. 2012)
Personalized Estimate of Risk (EsPeR)	A	a	A(1, 5), B4	Frankreich	2003	(Colombet et al. 2003)
Electronic prescribing	A, P	a	A5, B(3, 4), C1, D(4, 7)	USA	2008	(Crosson et al. 2008)
Decision support for diagnostic imaging	A	a	A(2, 6, 8, 10), B7	Kanada	2011	(Curry und Reed 2011)
Electronic Medication Management System (eMMS)	P	s	A(6, 8, 11), B(4, 6), D(1, 4, 7), E	Australien	2011	(Day et al. 2011)
Pharmacogenomics	Gen	s	A(1, 2, 3, 7, 10), B4, D3	USA	2014	(Devine et al. 2014)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
mHealth applications for pre-eclampsia triage	G	a	A(8, 12), C1, D1, E	Kanada	2014	(Dunsmuir et al. 2014)
Toowoomba Adult Triage Trauma Tool (TATTT)	Na	s	A(1, 3, 5, 6), B(4, 8)	Australien	2005	(Eley et al. 2005)
Janus computerised prescribing system	Ne, P	a	A(2, 3, 4, 10), B7	Schweden	2006	(Eliasson et al. 2006)
Active Clinical Alert	A	a	A(5, 10), B1	USA	2013	(Feblowitz et al. 2013)
Physician reminder system	A, P	a	A7, D6, E	USA	2001	(Frances et al. 2001)
Early Warning System 2.0 (Machine Learning-Based Early Warning System Designed to Predict Severe Sepsis and Septic Shock)	Int	s	A(5, 10), B4, D1	USA	2019	(Ginestra et al. 2019)
mPneumonia	I	a	A(1, 3, 9), B(3, 6, 7)	Ghana	2015	(Ginsburg et al. 2015)
Drug alerts	A, P	a	A(1, 4, 7, 8, 10), B(1, 8), D6	USA	2002	(Glassman et al. 2002)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
Cardiac Rehabilitation Decision Support System (CARDSS)	I, K	a	A(2, 5, 6, 11), B(1, 3, 4), D5	Niederlande	2008	(Goud et al. 2008)
Physicians's use of three patient decision aids	A	a	A(1, 2, 10), B4, C3	Kanada	2007	(ID Graham et al. 2007)
Reminders for isoniazid preventative therapy	I, In	a	A(6, 11), B1	Kenia	2015	(Green et al. 2015)
Child Health Improvement through Computer Automation (CHICA)	P	a	A(3, 5), B(3, 4, 7), D4	USA	2018	(Grout et al. 2018)
E-Prescribing	A, P	a	A(2, 6, 11, 12), B(2, 3, 6, 7, 8), D(3, 4, 6, 7), E	USA	2006	(Halamka et al. 2006)
Cancer prevention CDS	A	a	A(1, 2, 6, 7, 10), B6, D(3, 6)	USA	2019	(Harry et al. 2019)
CDSS tool for side effects of antipsychotics	Ps, P	s	A(1, 3, 10), B8, C2	UK	2019	(Henshall et al. 2019)
EBMeDS	A	a	A(1, 2, 3, 5, 6, 7, 10), B3, D(2, 4, 6)	Belgien	2012	(Heselmans et al. 2012)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
Pharmacogenomics	Gen	s	A12, B4	Deutschland	2017	(Hinderer et al. 2017)
Computer Decision Support Tools	A	a	A(1, 2, 8, 11), B4, C2	USA	2012	(Hoonakker et al. 2012)
Clinical Decision Support in e-Prescribing (CDS-eP)	A, P	a	A(4, 10), B(1, 3, 4, 5), D7	Irland	2010	(Hor et al. 2010)
Pharmacokinetics-based CDSS for Gentamicin prescription	I, P	s	A(1, 2, 5), B3, C1	Taiwan	2004	(Hwang et al. 2004)
Optimising Management of Angina (OMA)	I	s	A(3, 11), B(4, 5, 8), D(3, 5)	UK	2015	(Johnson et al. 2015)
Malaria case-management	I, In	a	A(2, 4, 7, 10), B(4, 6)	Kenia	2012	(Jones et al. 2012)
CDS tool for osteoporosis disease management	A	a	A(1, 2, 6, 9, 10, 12), D5	USA	2010	(Kastner et al. 2010)
Real-Time CDSS for Traumatic Brain Injury Anesthesia Care	Pä	s	A4, B4	USA	2017	(Kiatchai et al. 2017)
Computerized drug-drug interaction alerts	P	a	A(3, 4, 7), B3	USA	2007	(Ko et al. 2007)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
EBMeDS	P	a	A(1, 2, 3, 7)	Finnland	2016	(Koskela et al. 2016)
Electronic medical record alerts and reminders	A, P	a	A(1, 2, 3, 5, 6, 10), B ₅ , D ₅	USA	2002	(Krall und Sittig 2002)
Mobile chemotherapy medication administration	I, O	s	A(1, 2, 5), B(4, 7), E	Taiwan	2014	(Kuo und P Chang 2014)
Acute Cardiac Ischemia Time-Insensitive Predictive Instrument (ACI-TIPI)	I, K	s	A(3, 10, 12), B(1, 4, 6), D ₂	USA	2006	(Lai et al. 2006)
Teleconsultation system	I, O	s	A(3, 5, 6), B ₆ , C ₁ , D(5, 6)	Italien	2003	(Larcher et al. 2003)
CDSS with evidence-based recommendations	P	s	A(3, 6, 8, 9, 10, 12), B(5, 8), C ₁ , D ₁	Italien	2017	(Liberati et al. 2017)
Pre-eclampsia Integrated Estimate of RiSk (PIERS) on the Move (PotM)	G	a	A(1, 8), B ₇ , E	Südafrika	2015	(Lim et al. 2015)
CDSS for early detection of chronic kidney disease	A	a	A(4, 6, 10, 11), B ₄ , C ₂ , D ₄	USA	2016	(Litvin et al. 2016)
Guideline-based CDSS for asthma	Pä	s	A(2, 3, 6), B(1, 5), C ₁ , D ₅	USA	2012	(Lomotan et al. 2012)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
NHGDoc	A, P	a	A(2, 4, 6, 7, 10), B(3, 4, 8), C1, D6	Niederlande	2015	(Lugtenberg et al. 2015)
DSS for tobacco use counseling	A	a	A5, B6, D6	USA	2008	(Marcy et al. 2008)
Computer Reminder System	A, P	a	A(2, 3), B(3, 4), E	Niederlande	2006	(Martens et al. 2006)
The Systematic Medical Appraisal, Referral and Treatment (SMART) Mental Health Project	Ps	a	A(2, 10), B(6, 8), D4	Indien	2016	(Maulik et al. 2016)
Telepsychiatry	Ps	a	A(3, 5, 6), C1	UK	2001	(May et al. 2001)
CDSS for pneumonia and strep pharyngitis	I	s	B1	USA	2014	(McCullagh et al. 2014)
CDSS to Improve Adolescent Sexual Health Care Provision	I	s	A(2, 6, 11, 12), B(1, 3), C1, D3	USA	2019	(MK Miller et al. 2019)
CDSS for Chronic Pain Management	A	a	A1, B(3, 7, 8)	Kanada	2015	(Nair et al. 2015)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
Asthma Crystal Byte	A	a	A11, C1	UK, Italien, Portugal, Schweiz	2000	(Neville et al. 2000)
Patient Decision Aids (Pt-DAs) for breast cancer counselling	C	s	A(2, 3, 5, 6, 10), B(1, 3, 4, 5), D2	Kanada	2014	(O'Brien et al. 2014)
MeTree, family health history	A	a	A(1, 3, 6, 9, 10, 11)	USA	2013	(Orlando et al. 2013)
Tuberculosis-Diagnosis Expert System	I, In	a,s	A(1, 2), B(2, 6, 7, 8)	Nigeria	2014	(Osamor et al. 2014)
Mobile Emergency Triage–Asthma Exacerbation (MET3-AE)	Pä	s	A5, B(3, 4, 7, 8), D6	Kanada	2011	(O'Sullivan et al. 2011)
HIV clinical reminders	A	a	A(2, 3, 6, 9), B6, C1, D(5, 6)	USA	2004	(Patterson et al. 2004)
MyFood App	I	s	A11, B(3, 8), C3, D(5, 7), E	Norwegen	2019	(Paulsen et al. 2019)
MobiGuide system	A	a	A(2, 3)	Italien, Spanien	2017	(Peleg et al. 2017)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
CDSS for streptococcus pharyngitis or pneumonia detection	I	s	A(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11), B8, C2, D6	USA	2017	(Richardson et al. 2017)
Polypharmacy in chronic diseases: Reduction of Inappropriate Medication and Adverse drug events in older populations by electronic Decision Support (PRIMA-eDS)	A, P	a	A(2, 3, 8, 10, 11, 12), B7, C(2, 3), D(2, 3, 5)	Deutschland	2018	(Rieckert et al. 2018)
CDSS for angina and asthma management	A	a	A(1, 2, 3, 5, 7), B6	UK	2003	(Rousseau et al. 2003)
PDA-based CDSS for the diagnosis and management of acute respiratory tract infections	A, P	a	A(1, 2, 8)	USA	2006	(Rubin et al. 2006)
Computerized clinical reminders	A	a	A(2, 3, 6, 7, 8, 11), B4, D(1, 4, 5, 6)	USA	2005	(Saleem et al. 2005)
CDS for colorectal cancer screening	A	a	A(1, 7, 8, 11), D6	USA	2009	(Saleem et al. 2009)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
Health Maintenance Reminder (HMR) systems	A	a	A(1, 3), B(3, 4)	USA	2003	(Schellhase et al. 2003)
Computer-assisted medication check	P, Na	s	A(1, 2, 5, 6, 8), B(6, 8), D(2, 6)	Deutschland	2013	(Sedlmayr et al. 2013)
Patient-specific electronic clinical reminder system on diabetes and coronary artery disease care	A	a	A(4, 5), C ₃ , D ₆	USA	2005	(Sequist et al. 2005)
Computerized drug prescribing alerts	A, P	a	A(3, 5, 6, 7, 10)	USA	2006	(Shah et al. 2006)
CDSS for antibiotic prescribing	Pä	s	A(2, 5, 7, 10), B ₄	USA	2009	(Sheehan et al. 2009)
Decision-support electronic health record system for diabetes care	I	a	A _{2/4/7/10} , B ₁ , C ₃	Indien, Pakistan	2018	(Singh et al. 2018)
CDSS for prescribing	A	a	A(2, 3, 7), B(1, 3), C ₃ , D ₆	USA	2006	(Sittig et al. 2006)
CDS in nursing	Pf	s	A(4, 5), B ₄	USA	2015	(Sousa et al. 2015)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
Antimicrobial prescribing	P	s	A2, D5	USA	2005	(Stevenson et al. 2005)
Quality of maternal care (QUALMAT) project	G	a	A(1, 5, 11), B(2, 3, 6), D(1, 3, 4, 5, 6), E	Tanzania, Ghana	2015	(Sukums et al. 2015)
Electronic drug alerts	A, P	a	A(3, 7), C3, D6	Kanada	2004	(Taylor und Tamblyn 2004)
Internet-based application for the management of chronic heart failure	A	a	A(1, 2, 3, 5, 6, 10, 11), B(1, 2, 3, 5, 7, 8), C1, D6	Schweden	2008	(Toth-Pal et al. 2008)
Assessment and Treatment in Healthcare: Evidenced-Based Automation (ATHENA)-Opioid Therapy	A	a	A(1, 2, 5, 6), C1, D(3, 6)	USA	2010	(Trafton et al. 2010)
CDSS for depression	Ps	s	A(6, 11), B(2, 5), C3, D(3, 4, 5), E	USA	2009	(Trivedi et al. 2009)
Enhancing Quality of Prescribing Practices for Older Veterans Discharged from the Emergency Department	P, Na	s	A(2, 4), B(4, 5, 7)	USA	2017	(Vandenberg et al. 2017)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
Tablet-based Decision-Support and Integrated Record-keeping (DESIRE)	I	a	A(4, 6, 8, 11), B(2, 4, 6, 7, 8), C(1, 3), D(1, 2, 3, 4, 6, 7), E	Kenia	2015	(Vedanthan et al. 2015)
mClinic: mhealth for rural midwives	G	a	A(2, 3, 12), E	Ghana	2014	(Vélez et al. 2014)
Telemonitoring heart failure	I, K	a	A2, B(1, 5), C(1, 3)	Niederlande	2013	(Vries et al. 2013)
Diabetes electronic DSS	A	a	A(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8), B(1, 8), C(1, 2, 3), D6	Australien	2012	(Wan et al. 2012)
CDS prototype for evidence-based drug therapy recommendations for HIV/TB treatment	I, In	a	A(1, 5, 9, 10, 11), B(1, 8), C2, D6	Schweden	2017	(Wannheden et al. 2017)
Computerized drug alerts	A, P	a	A(3, 10)	USA	2003	(Weingart et al. 2003)
Computer-generated reminders for CD4 laboratory monitoring	I, In	a	A(6, 10), B(4, 5, 6)	Kenia	2011	(Were et al. 2011)
Telepsychiatry	Ps	s	B(3, 4, 7), C3, D(4, 7)	USA	2004	(Whitten und Kuwahara 2004)

Fortsetzung von Tab. 6.2

CDSS-Anwendung	Fachrichtung	Setting	Probleme	Land	Jahr	Literaturangabe
Traumatic Brain Injury (TBI) CDSS	Pä	s	A(1, 2, 6, 12), C3	USA	2015	(Yadav et al. 2015)
Quality of maternal care (QUALMAT) project	G	a	A(2, 5, 11), B(2, 3, 6, 8)	Burkina Faso	2014	(Zakane et al. 2014)
Electronic health record prompts	A	a	A(1, 2, 6, 9), D6	USA	2017	(Zazove et al. 2017)
Point-of-care reminder system	A	a	A(1, 2, 3, 5, 6, 7, 11), C1	USA	2005	(Zheng et al. 2005)

Darstellung von CDSS-Anwendung, Fachrichtung, Setting, Akzeptanzproblemen von CDSS, Studienland und -jahr sowie Literaturangabe nach den in Tab. 6.1 definierten Charakteristika. Abkürzungen: CDSS=clinical decision support system, CDS=clinical decision support, DSM=Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DDSS=diagnostic decision support system, PDA=personal digital assistant, NHG=national health guidelines, DSS=decision support system, mhealth=mobile health.

6.3 CDSS-Lehremodul: Unterlagen

6.3.1 Einführungspodcast

Gliederung

- ① Lernziele
- ② Was sind CDSS?
- ③ Relevanz für die Ausbildung und die klinische Praxis
- ④ Anwendungsbeispiele von diagnostischen CDSS
- ⑤ Technische Typologie von CDSS
- ⑥ Möglichkeiten und Grenzen von CDSS
- ⑦ Zusammenfassung

1/35

Abbildung 6.1: Gliederung des Einführungspodcasts

6.3.2 Ablauf des Trainingslabors

1. Einführung (ca. 30min):

- Begrüßung der Teilnehmer zum Trainingslabor
- offene Fragen zum Podcast
- Vorstellung der Firma Ada und der beiden Ada-Versionen über Webkonferenz mit einem Mitarbeiter von Ada
- Einführung Ada dx mit Fallvignette „Appendizitis“
- Ada-dx-Training mit Fallvignette „Zollinger-Ellison-Syndrom“

- #### 2. Gruppenphase (ca. 60min):
- Zu Beginn werden die Teilnehmer in Zweiergruppen aufgeteilt. Im Setting einer Hausarztpraxis werden insgesamt vier Arzt-Patienten-Gespräche simuliert, ein reguläres ohne Nutzung von Ada-Technologie, zwei unter ärztlicher Nutzung von Ada dx und eins mit bereits vorliegendem Ada-Patientenhandout. Die Teilnehmer durchlaufen in festen Gruppen rotierend die vier Stationen. In der Arztrolle soll wie in der klinischen Praxis der

Patientenkontakt dokumentiert werden (auf bereitliegenden Zetteln mit Patientenstammdaten). Dabei soll versucht werden, genau zu dokumentieren, wie sich die Nutzung der Entscheidungsunterstützung auf die Diagnosefindung ausgewirkt hat. Zur Recherche dürfen zusätzlich bereitliegende Fachbücher und das Internet genutzt werden.

Bei einer ungeraden Teilnehmerzahl kann eine Dreiergruppe gebildet werden, in der entweder der Patient eine zweite Person mit zum Arzt nimmt, z. B. den Partner, oder der Arzt Unterstützung durch einen zweiten Kollegen hat.

Nach jedem Fallbeispiel wird eine kurze Reflexion durchgeführt, in der die Teilnehmer ihre Erfahrungen aus der jeweiligen Rolle und zur Nutzung von Ada-Technologie zusammenfassen.

- Station 1 (ca. 10min): Hausarztpraxis, Simulation eines regulären Arzt-Patienten-Kontakts mit einfachem Fallbeispiel, „Akute Gastritis“ und ohne KI-Nutzung
 - Station 2 (ca. 15min): Hausarztpraxis, Simulation eines Arzt-Patienten-Kontakts, Ärzte nutzen Ada dx, Patient bekommt Fallvignette „Myokardinfarkt“
 - Pause (ca. 10min)
 - Station 3 (ca. 15min): Notaufnahme, Rollentausch von Ärzten und Patienten mit zweiter Fallvignette „Denguefieber“
 - Station 4 (ca. 20min): Hausarztpraxis, Simulation eines Arzt-Patienten-Kontakts mit vorliegendem Ada-Patientenhandout, Fallvignette „Lupus“
3. **Reflexion und Evaluation (ca. 30min):** Anhand folgender Fragen wird eine abschließende Diskussion zwischen den Teilnehmern von der Lehrperson moderiert:
- Wie sicher haben sich die Ärzte mit Ada dx und mit dem Ada-Patientenhandout im Diagnoseprozess gefühlt?
 - Wie verändert sich die Patientenrolle durch Nutzung von Gesundheitsapps, wie z.B. Ada? Welche Chancen gibt es im Hinblick auf die partizipative Entscheidungsfindung?
 - Wie verändert die KI-Nutzung die Arzt-Patienten-Beziehung?
 - Welche Chancen gibt es durch die KI-Nutzung? Welche Risiken und Nachteile können entstehen?

6.3.3 Ressourcen des Trainingslabors

Tabelle 6.3: Raumausstattung, materielle und personelle Ressourcen des Trainingslabors

Raumausstattung:

- Es kann entweder ein Computerraum oder alternativ ein normaler Seminarraum mit Laptops für jeden Teilnehmer und Tischen zum Einrichten der Computerarbeitsplätze genutzt werden.
- Der Raum muss groß genug sein, um mit Abstand Gruppentische für die Arbeit in Zweiergruppen stellen zu können. Unter den aktuellen Pandemieregelungen für Präsenzveranstaltungen muss ein entsprechend größerer Raum gewählt werden, um die Mindestabstände zwischen den Teilnehmern und Lehrpersonen einhalten zu können.
- Für die Lehrperson muss ein Computerarbeitsplatz mit Präsentationsmöglichkeit, z. B. über Beamer, bereitgestellt werden.
- Alle genutzten Computer müssen einen Internetzugang und -browser haben, in dem Ada dx aufgerufen und genutzt werden kann, z. B. Chrome.
- Für eine Webkonferenz mit Ada muss der Computer der Lehrperson mit einer Kamera und einem Mikrofon ausgestattet sein und BBB oder ein vergleichbares Videokonferenztool darauf installiert sein.

Material:

- Fallbeispiele mit Rollenkarten für „Ärzte“ und „Patienten“
 - Schreibmaterial (Zettel, Stifte)
 - Verlängerungskabel und Laptop-Ladekabel (bei der Laptop-Variante)
 - Medizinische Fachbücher zum Nachschlagen
 - Fragebögen zur Modulauswertung
-

Fortsetzung von Tab. 6.3

Personelle Ressourcen:

- Vorbereitung des Kurses, Zusammenstellen bzw. Erstellen von Podcast(s) oder vergleichbarem Lernmaterial für die vorbereitende E-Learning-Phase, Übernahme der organisatorischen Leitung und Erreichbarkeit einer Lehrperson für Rückfragen der Teilnehmer; Erstellen geeigneter Fallbeispiele für das Trainingslabor (1 Person).
 - Der Kurs muss ausgeschrieben und der Kontakt zu potenziellen Teilnehmern hergestellt werden (1 Person).
 - Erstellen von Fragebögen zur Modulauswertung (1 Person)
 - Raumbuchung für den Präsenztermin (1 Person)
 - Raumvorbereitung vor der Präsenzveranstaltung (2 Personen, davon 1 IT-Mitarbeiter)
 - Testen der Ada-dx-Testzugänge im Vorfeld (1 Person)
 - Testen der Fallbeispiele mit Ada dx und ggf. Anpassen der Fallinformationen (1 Person, Mediziner)
 - Ada-Zuschaltung über Webkonferenz, alternativ Bereitstellen eines Videos zur Unternehmenspräsentation (1 Mitarbeiter von Ada)
-

6.3.4 Informationen zur Teilnahme am Test des „CDSS-Moduls“

Informationen zur Teilnahme am Test des „CDSS-Moduls“

Institut für Medizinische Informatik, WS 2020/21

Annika Perlich

Vielen Dank für die Teilnahme am Modul!

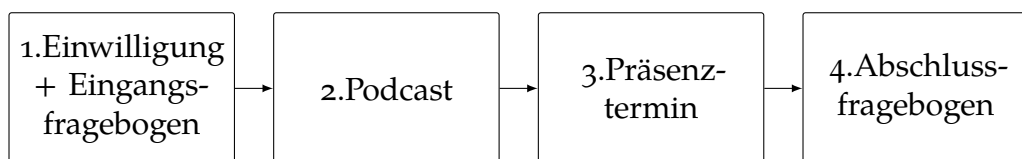
Worum geht es im Modul?

Im CDSS-Modul soll der praktische Umgang mit einem diagnostischen Entscheidungsunterstützungssystem kennengelernt und kritisch reflektiert werden. Zum einen geht es darum, Grundlagen zu klinischer Entscheidungsunterstützung, insbesondere der Diagnoseunterstützung durch Computersysteme, zu erlernen. Zum anderen werden verschiedene mögliche Anwendungsszenarien für die Unterstützung der Diagnosefindung aus Arzt- und Patientenperspektive beleuchtet.

Das Lehrmodul wird vom Institut für Medizinische Informatik Göttingen in Kooperation mit dem Industriepartner Ada Health durchgeführt.

Das Modul ist in zwei Phasen, eine vorbereitende E-Learning-Phase mit einem Podcast und einen Präsenztermin, aufgeteilt.

Modulablauf



1. Einwilligungserklärung und Eingangsfragebogen bitte als erstes ausfüllen und bis zum 05.12.2020 an [] senden (einscannen oder abfotografieren).
2. Podcast (erst nach Ausfüllen des Fragebogens) unter folgendem Link anschauen: []
3. Präsenztermin am 5.12.2020 um 15 Uhr im HS med 24 in der von-Siebold-Str.3, das ist an der Ecke Kreuzberggring/ von-Siebold-Straße. Teilnahme nur ohne Krankheitssymptome erlaubt!
4. Abschlussfragebogen wird am Präsenztermin ausgeteilt.

6.3.5 Einwilligungserklärung der Testteilnehmer

Einwilligungserklärung für die Teilnahme am Test des „CDSS-Moduls“

Institut für Medizinische Informatik, WS 2020/21

Annika Perlich

Das „CDSS-Modul“ wird vom Institut für Medizinische Informatik an der Universitätsmedizin Göttingen durch Annika Perlich im Rahmen ihrer Promotion evaluiert. Sie ist auch die Ansprechpartnerin für Fragen während des Moduls.

Hiermit erkläre ich, dass ich über den Ablauf des Moduls informiert wurde und diesen verstanden habe. Ich hatte ausreichend Gelegenheit, mich bei der Lehrperson über das Modul zu informieren, sowie auftretende Fragen zu stellen. Mir ist bekannt, dass dieses Modul ein Testdurchlauf ist und mir keine persönlichen Vorteile außer einer Wissenserweiterung bringt.

Mit meiner Unterschrift erkläre ich, dass ich das Vorhaben und die Information verstanden habe und freiwillig am Modul teilnehme. Ich habe verstanden, dass mein Name und meine E-Mail-Adresse nur für den Kontakt während des Moduls erfasst und darüber hinaus nicht gespeichert werden. Ich bin damit einverstanden, dass meine ausgefüllten Fragebögen sowie meine Kursbeiträge während des Präsenztermins im Rahmen der Promotionsarbeit von Annika Perlich anonymisiert ausgewertet und veröffentlicht werden.

Ich habe verstanden, dass nach Abschluss der Datenerhebung keine Zuordnung mehr zwischen den Daten im Datensatz und meinen personenbezogenen Daten [Name, Adresse und Alter] möglich ist – der Datensatz ist anonym.

Ort, Datum

Name

Unterschrift

6.3.6 Eingangsfragebogen

6.3.7 Abschlussfragebogen

Eingangsfragebogen (Nr.x)

Liebe Teilnehmer, dies ist die Eingangsbefragung zum Test des „CDSS-Lernmoduls“. Vielen Dank für die Teilnahme am Modul und das Ausfüllen dieses Fragebogens. Ihnen wurde für das Modul die Nummer **x** zugeteilt, diese wird für die Zuordnung der Datensätze aus dem Eingangs- und Abschlussfragebogen benötigt. Klinische Entscheidungsunterstützungssysteme (Clinical Decision Support Systems) werden in diesem Fragebogen mit CDSS abgekürzt.

1 Personenbezogene Daten

- 1a. Wie alt sind Sie? Ich bin _____ Jahre alt.
- 1b. Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an. weiblich männlich divers
- 1c. Ich studiere Medizin im _____ Fachsemester.
 habe das Medizinstudium abgeschlossen.
 arbeite seit ____ Jahren als _____.
- 1d. Ich arbeite in folgender Fachrichtung/ möchte zukünftig in folgender Fachrichtung arbeiten: Innere Medizin
 Chirurgie
 Intensiv- und Notfallmedizin
 Radiologie
 Pädiatrie
 Psychiatrie
 Sonstige

2 Motivation und Erwartungen

- 2a. Warum nehmen Sie am Modul teil?
- Ich interessiere mich für das Thema CDSS. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
 - Ich halte CDSS für meine (zukünftige) Arbeit für wichtig. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
 - Ich interessiere mich für Ada. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
 - Ich nehme aus sonstigen Gründen teil. Ja Nein
- 2b. Ich erwarte, dass ich im Modul Folgendes zu CDSS lernen werde: Wesentliches
 eine Übersicht
 Einstiegsinformationen
- 2c. Für das Medizinstudium sind CDSS wichtig ergänzend eher unwichtig
- 2d. Für andere medizinische Fachberufe, z.B. Pflegekräfte, sind CDSS wichtig ergänzend eher unwichtig
- 2e. Ich werde/wurde im Studium/ in meiner Ausbildung auf die praktische Arbeit mit CDSS vorbereitet. Ja, ausgiebig Ja, etwas Nein, nicht

3 Eigenes Lernverhalten

- 3a. Ich kann gut selbstdiszipliniert lernen und mir meine Lernzeit selbst einteilen. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu

Abbildung 6.2: Eingangsfragebogen – Seite 1

- 3b. Vom eigenständigen Lernen profitiere ich im allgemeinen mehr als von einer Vorlesung. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 3c. Ich lerne vor allem, wenn es für eine Prüfung wichtig ist. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 3d. Ich benötige externen Druck, um mich zum Lernen zu motivieren. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu

4 Vorerfahrung mit CDSS

- 4a. Ich habe mich vor dem Modul schon theoretisch mit CDSS auseinandergesetzt. Ja, sehr Ja, ein wenig Nein
- 4b. Ich habe schon einmal praktisch mit einer CDSS-Anwendung gearbeitet (z.B. automatische EKG-Analyse, Medikamenteninteraktionsprüfung). Ja Nein

5 Vorerfahrung mit medizinischen Apps

- 5a. Ich nutze privat Apps auf meinem Smartphone/ Tablet. Ja Nein
- 5b. Ich nutze privat Apps in Gesundheitsfragen. Ja Nein
- 5c. Ich habe die App Ada schon einmal genutzt. Ja Nein
- 5d. Ich nutze beruflich Apps aus dem Bereich Medizin. Ja Nein

6 Selbsteinschätzung zu Wissen und Fertigkeiten

- 6a. Ich weiß, was man unter CDSS versteht. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 6b. Ich kann mindestens drei Anwendungsbeispiele von CDSS aufzählen. _____

- 6c. Ich weiß, dass für unterschiedliche Entscheidungssituationen (Triage, Notfall, radiologische Routinediagnostik, etc.) auch verschiedene CDSS zum Einsatz kommen. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 6d. Ich kann unterschiedliche informatische und statistische Methoden von CDSS in Grundzügen beschreiben. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 6e. Ich kann die Bedeutung von CDSS für die medizinische Versorgung und die Präzisionsmedizin erklären. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 6f. Ich kenne Auswirkungen der Nutzung von CDSS auf ärztliche Arbeitsprozesse und die Arzt-Patienten-Beziehung. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 6g. Ich kann Möglichkeiten von Patienten, mit Gesundheitsapps eine aktive Rolle in gesundheitlichen Belangen einzunehmen, erklären. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu

Abschlussfragebogen (Nr.x)

Liebe Teilnehmer, dies ist die Abschlussbefragung zum Test des „CDSS-Lernmoduls“. Vielen Dank für die Teilnahme am Modul und das Ausfüllen dieses Fragebogens. Ihnen wurde für das Modul die Nummer **x** zugeteilt, diese wird für die Zuordnung der Datensätze aus dem Eingangs- und Abschlussfragebogen benötigt. Klinische Entscheidungsunterstützungssysteme (Clinical Decision Support Systems) werden in diesem Fragebogen mit CDSS abgekürzt.

1 Motivation und Erwartungen

- 1a. Ich habe Folgendes zu CDSS gelernt:
- Wesentliches
 - eine Übersicht
 - Einstiegsinformationen
- 1b. Für das Medizinstudium sind CDSS wichtig ergänzend eher unwichtig
- 1c. Für andere medizinische Fachberufe, z.B. Pflegekräfte, sind CDSS wichtig ergänzend eher unwichtig
- 1d. Das Modul hat mich auf die praktische Arbeit mit CDSS vorbereitet. stimme überhaupt nicht zu stimme voll und ganz zu

2 Eigenes Lernverhalten

- 2a. Haben Sie den Podcast angesehen. Ja Teilweise Nein
- 2b. Bitte geben Sie Verbesserungsvorschläge bzw. Kritik. _____
- 2c. Haben Sie während des Moduls noch zusätzliche Informationsquellen genutzt?
- Internet
 - Bücher
 - wissenschaftliche Publikationen
 - Sonstige
 - Nein
- 2d. In diesem Lernformat musste ich selbstdiszipliniert arbeiten, um etwas zu lernen. stimme überhaupt nicht zu stimme voll und ganz zu
- 2e. Wenn das Modul für das Studium/ die Aus- oder Weiterbildung zählen würde, hätte ich mehr gelernt. stimme überhaupt nicht zu stimme voll und ganz zu

3 Zufriedenheit mit dem Modul, Lernformat und Curriculum

- 3a. Bitte bewerten Sie Ihre Zufriedenheit mit dem Modul. 1=sehr zufrieden, 6=sehr unzufrieden 1 2 3 4 5 6
- 3b. Das Lernmodul ist mit einer Mischung aus Podcast und praktischem Training für das Verständnis der CDSS-Thematik geeignet. stimme überhaupt nicht zu stimme voll und ganz zu
- 3c. Ich habe folgende Anregungen zum Inhalt des Moduls: _____
- 3d. Ich habe folgende Anregungen zum zeitlichen Bedarf: _____
- 3e. Ich habe folgende Anregungen zum Präsenzanteil: _____

Abbildung 6.3: Abschlussfragebogen – Seite 1

- 3f. Wenn ein solches Modul in das medizinische Curriculum verpflichtend aufgenommen würde,
- dann sollte der Umfang größer sein. gleich sein. kleiner sein.
 - dann sollte es geprüft werden. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
 - dann sollte eine andere Unterrichtsform gewählt werden. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu

4 Modulgestaltung

- 4a. Der zeitliche Umfang des Moduls war für den Inhalt angemessen. Ja
- Nein, ich hätte für die Modulinhalte mehr Zeit benötigt.
- Nein, der Zeitaufwand für das Modul war zu hoch.
- 4b. Verwendetes Vokabular und Begriffe waren für mein Lernniveau angemessen. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 4c. Abstrakte Konzepte wurden mit konkreten, spezifischen Beispielen erklärt. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 4d. Der Aufbau des Moduls war übersichtlich. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 4e. Die Lernziele des Moduls waren für mich klar definiert. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu

5 Wahrgenommener Nutzen für die klinische Ausbildung

- 5a. Die Modulinhalte waren wichtig für meine (zukünftige) Arbeit. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 5b. Die Modulinhalte/-beispiele waren übertragbar auf meine Arbeitswelt. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu

6 Selbsteinschätzung zu Wissen und Fertigkeiten

- 6a. Ich weiß jetzt, was man unter CDSS versteht. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 6b. Ich kann mindestens drei Anwendungsbeispiele von CDSS aufzählen. _____

- 6c. Ich weiß, dass für unterschiedliche Entscheidungssituationen (Triage, Notfall, radiologische Routinediagnostik, etc.) auch verschiedene CDSS zum Einsatz kommen. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 6d. Ich kann unterschiedliche informatische und statistische Methoden von CDSS in Grundzügen beschreiben. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 6e. Ich kann die Bedeutung von CDSS für die medizinische Versorgung und die Präzisionsmedizin erklären. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 6f. Ich kenne Auswirkungen der Nutzung von CDSS auf ärztliche Arbeitsprozesse und die Arzt-Patienten-Beziehung. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu
- 6g. Ich kann Möglichkeiten von Patienten, mit Gesundheitsapps eine aktive Rolle in gesundheitlichen Belangen einzunehmen, erklären. stimme überhaupt ———— stimme voll und nicht zu ganz zu

7

Literaturverzeichnis

- Ada Health GmbH (2020): ada. [https : / / ada . com / de/](https://ada.com/de/); abgerufen am 29. 07. 2020
- Adam T und Aliferis C (Hrsg.): *Personalized and Precision Medicine Informatics: A Workflow-Based View*. Springer, Cham 2020
- Adeloye D, Adigun T, Misra S und Omoregbe N (2017): Assessing the Coverage of E-Health Services in Sub-Saharan Africa. A Systematic Review and Analysis. *Methods Inf Med* 56, 189–199
- Adepoju IOO, Albersen BJA, De Brouwere V, van Roosmalen J und Zweekhorst M (2017): mHealth for Clinical Decision-Making in Sub-Saharan Africa: A Scoping Review. *JMIR Mhealth Uhealth* 5, e38
- Ahearn MD und Kerr SJ (2003): General practitioners' perceptions of the pharmaceutical decision-support tools in their prescribing software. *Med J Aust* 179, 34–37
- Alonso F, Lopez G, Manrique D und Vines JM (2005): An instructional model for web-based e-learning education with a blended learning process approach. *Brit J Educ Technol* 36, 217–235
- Amato F, López A, Peña-Méndez EM, Vañhara P, Hampl A und Havel J (2013): Artificial neural networks in medical diagnosis. *J Appl Biomed* 11, 47–58
- Anderson J und Forsythe JM (Hrsg.): *medinfo 74*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1974
- Anderson JA, Godwin KM, Saleem JJ, Russell S, Robinson JJ und Kimmel B (2014): Accessibility, usability, and usefulness of a Web-based clinical decision support tool to enhance provider-patient communication around Self-management TO Prevent (STOP) Stroke. *Health Informatics J* 20, 261–274
- André A (Hrsg.): *Digital Medicine*. Springer, Cham 2019
- Aronsky D, Chan KJ und Haug PJ (2001): Evaluation of a computerized diagnostic decision support system for patients with pneumonia: study design considerations. *J Am Med Inform Assoc* 8, 473–485

- Arts DL, Medlock SK, van Weert HCPM, Wyatt JC und Abu-Hanna A (2018): Acceptance and barriers pertaining to a general practice decision support system for multiple clinical conditions: A mixed methods evaluation. *PLoS One* 13, e0193187
- Bakibinga P, Kamande E, Omuya M, Ziraba AK und Kyobutungi C (2017): The role of a decision-support smartphone application in enhancing community health volunteers' effectiveness to improve maternal and newborn outcomes in Nairobi, Kenya: quasi-experimental research protocol. *BMJ Open* 7, e014896
- Balthazar P, Harri P, Prater A und Safdar NM (2018): Protecting Your Patients' Interests in the Era of Big Data, Artificial Intelligence, and Predictive Analytics. *J Am Coll Radiol* 15, 580–586
- Bates DW, Kuperman GJ, Wang S, Gandhi T, Kittler A, Volk L, Spurr C, Khorasani R, Tanasijevic M und Middleton B (2003): Ten commandments for effective clinical decision support: making the practice of evidence-based medicine a reality. *J Am Med Inform Assoc* 10, 523–530
- Bates JHT und Young MP (2003): Applying fuzzy logic to medical decision making in the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med* 167, 948–952
- Battle JD, Farrow L, Tibaijuka J und Mitchell M (2015): mHealth for Safer Deliveries: A mixed methods evaluation of the effect of an integrated mobile health intervention on maternal care utilization. *Healthc* 3, 180–184
- Bauer NS, Carroll AE und Downs SM (2014): Understanding the acceptability of a computer decision support system in pediatric primary care. *J Am Med Inform Assoc* 21, 146–153
- Beeler PE, Eschmann E, Rosen C und Blaser J (2013): Use of an on-demand drug-drug interaction checker by prescribers and consultants: a retrospective analysis in a Swiss teaching hospital. *Drug saf* 36, 427–434
- Beerheide R (2016): Gesundheits-Apps: Viele Chancen, wenig Evidenz. *Dtsch Arztebl* 26, 113
- Benning NH, Haag M, Knaup P, Krefting D, Rienhoff O, Suhr M, Hege I und Tolks D (2020): Digital teaching as an instrument for cross-location teaching networks in medical informatics: opportunities and challenges. *GMS J Med Educ* 6, Doc56
- Beresford EB (1991): Uncertainty and the shaping of medical decisions. *Hastings Cent Rep* 21, 6–11
- Bergman LG und Fors UGH (2005): Computer-aided DSM-IV-diagnostics – acceptance, use and perceived usefulness in relation to users' learning styles. *BMC Med Inform Decis Mak* 5, 1
- Bergman LG und Fors UGH (2008): Decision support in psychiatry - a comparison between the diagnostic outcomes using a computerized decision support system versus manual diagnosis. *BMC Med Inform Decis Mak* 8, 9

- Berner E und La Lande T: Overview of Clinical Decision Support Systems. In: Berner E (Hrsg.): Clinical Decision Support Systems – Theory and Practice. Springer Verlag, Cham 2016, 1–17
- Bieber C, Gschwendtner K, Müller N und Eich W (2016): Partizipative Entscheidungsfindung (PEF) – Patient und Arzt als Team. *Rehabilitation (Stuttg)* 66, 195–207
- Blanch-Hartigan D (2011): Medical students' self-assessment of performance: Results from three meta-analyses. *Patient Educ Couns* 84, 3–9
- Blank A, Prytherch H, Kaltschmidt J, Krings A, Sukums F, Mensah N, Zakane A, Loukanova S, Gustafsson LL, Sauerborn R und Haefeli WE (2013): Quality of prenatal and maternal care: bridging the know-do gap" (QUALMAT study): an electronic clinical decision support system for rural Sub-Saharan Africa. *BMC Med Inform Decis Mak* 13, 44
- Bloom B: Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Beltz, Weinheim 1976
- Blöß S, Klemann C, Rother AK, Mehmecke S, Schumacher U, Mücke U, Mücke M, Stieber C, Klawonn F, Kortum X, Lechner W und Grigull L (2017): Diagnostic needs for rare diseases and shared prediagnostic phenomena: Results of a German-wide expert Delphi survey. *PLoS One* 12, e0172532
- Bomba D und Land T (2006): The feasibility of implementing an electronic prescribing decision support system: a case study of an Australian public hospital. *Aust Health Rev* 30, 380–388
- Bonk CJ und Graham CR: The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs. Pfeiffer, San Francisco 2005
- Böttiger Y, Laine K, Korhonen T, Lähdesmäki J, Shemeikka T, Julander M, Edlert M und Andersson ML (2018): Development and pilot testing of PHARAO-a decision support system for pharmacological risk assessment in the elderly. *Eur J Clin Pharmacol* 74, 365–371
- Bowyer J und Chambers L (2017): Evaluating blended learning: Bringing the elements together. *Research Matters* 23, 17–26
- Boynton PM und Greenhalgh T (2004): Selecting, designing, and developing your questionnaire. *BMJ* 328, 1312–1315
- Breuer J (Hrsg.): Versorgung 2030 - eHealth, mHealth, Telemedizin Bedeutung, Perspektiven und Entwicklungsstand. Gesellschaft für Versicherungswissenschaft und -gestaltung e.V. (GVG), Köln 2015
- Bright TJ, Wong A, Dhurjati R, Bristow E, Bastian L, Coeytaux RR, Samsa G, Hasselblad V, Williams JW, Musty MD, Wing L, Kendrick AS, Sanders GD und Lobach D (2012): Effect of clinical decision-support systems: a systematic review. *Ann Intern Med* 157, 29–43

- Buchanan AH, Christianson CA, Himmel T, Powell KP, Agbaje A, Ginsburg GS, Henrich VC und Orlando LA (2015): Use of a patient-entered family health history tool with decision support in primary care: impact of identification of increased risk patients on genetic counseling attendance. *J Genet Couns* 24, 179–188
- Budde K, Dasch T, Kirchner E, Ohliger U, Schapranow M, Schmidt T, Schwerk A, Thoms J, Zahn T und Hiltawsky K (2020): Künstliche Intelligenz: Patienten im Fokus. *Dtsch Arztebl* 49, A-2407 / B-2032
- Buenestado D, Elorz J, Pérez-Yarza EG, Iruetaguena A, Segundo U, Barrena R und Pikatza JM (2013): Evaluating Acceptance and User Experience of a Guideline-based Clinical Decision Support System Execution Platform. *J Med Syst* 37, 9910
- Bundesärztekammer (2020): Telemedizin. <https://www.bundesaerztekammer.de/aerzte/telematiktelemedizin/telemedizin/>; abgerufen am 09.09.2020
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2013): Orientierungshilfe Medical Apps. https://www.bfarm.de/DE/Medizinprodukte/Abgrenzung/MedicalApps/_node.html; abgerufen am 28.10.2020
- Bury J, Hurt C, Roy A, Cheesman L, Bradburn M, Cross S, Fox J und Saha V (2005): LISA: a web-based decision-support system for trial management of childhood acute lymphoblastic leukaemia. *Br J Haematol* 129, 746–754
- Campion TR, Waitman LR, Lorenzi NM, May AK und Gadd CS (2011): Barriers and facilitators to the use of computer-based intensive insulin therapy. *Int J Med Inform* 80, 863–871
- Carter J, Sandall J, Shennan AH und Tribe RM (2019): Mobile phone apps for clinical decision support in pregnancy: a scoping review. *BMC Med Inform Decis Mak* 19, 219
- Catalani C, Green E, Owiti P, Keny A, Diero L, Yeung A, Israelski D und Biondich P (2014): A Clinical Decision Support System for Integrating Tuberculosis and HIV Care in Kenya: A Human-Centered Design Approach. *PLoS One* 9, e103205
- Chang P, Hsu YS, Tzeng YM, Sang YY, Hou IC und Kao WF (2004): The Development of Intelligent, Triage-Based, Mass-Gathering Emergency Medical Service PDA Support Systems. *J Nurs Res* 12, 227–236
- Chang V und Fisher D: The validation and application of a new learning environment instrument for online learning in higher education. In: Khine MS und Fisher D (Hrsg.): *Technology-Rich Learning Environments*. World Scientific, Perth 2003, 1–20
- Charani E, Kyratsis Y, Lawson W, Wickens H, Brannigan ET, Moore LSP und Holmes AH (2013): An analysis of the development and implementation of a smartphone

- application for the delivery of antimicrobial prescribing policy: lessons learnt. *J Antimicrob Chemother* 68, 960–967
- Chase DA, Baron S und Ash JS (2017): Clinical Decision Support and Primary Care Acceptance of Genomic Medicine. *Stud Health Technol Inform* 245, 700–703
- Chen BY, Kern DE, Kearns RM, Thomas PA, Hughes MT und Tackett S (2019): From Modules to MOOCs. *Acad Med* 94, 678–685
- Chiang PPC, Glance D, Walker J, Walter FM und Emery JD (2015): Implementing a QCancer risk tool into general practice consultations: an exploratory study using simulated consultations with Australian general practitioners. *Br J Cancer* 112, 77–83
- Christ M, Grossmann F, Winter D, Bingisser R und Platz E (2010): Modern triage in the emergency department. *Dtsch Arztebl Int* 107, 892–898
- Chung P, Scandlyn J, Dayan PS und Mistry RD (2017): Working at the intersection of context, culture, and technology: Provider perspectives on antimicrobial stewardship in the emergency department using electronic health record clinical decision support. *Am J Infect Control* 45, 1198–1202
- Clancey WJ und Letsinger R (1982): Neomycin: Reconfiguring A Rule-Based Expert System for Application to Teaching. *IJCAI* 1, 829–836
- Cloutier MM (2016): Asthma management programs for primary care providers: increasing adherence to asthma guidelines. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 16, 142–147
- Collins IM, Breathnach O und Felle P (2012): Electronic clinical decision support systems attitudes and barriers to use in the oncology setting. *Ir J Med Sci* 181, 521–525
- Colombet I, Dart T, Leneveut L, Zunino S, Ménard J und Chatellier G (2003): Combining risks estimations and clinical practice guidelines in a computer decision aid: a pilot study of the EsPeR system. *Stud Health Technol Inform* 95, 525–530
- Crosson JC, Isaacson N, Lancaster D, McDonald EA, Schueth AJ, DiCicco-Bloom B, Newman JL, Wang CJ und Bell DS (2008): Variation in electronic prescribing implementation among twelve ambulatory practices. *J Gen Intern Med* 23, 364–371
- Curry L und Reed MH (2011): Electronic decision support for diagnostic imaging in a primary care setting. *J Am Med Inform Assoc* 18, 267–270
- Davis F (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13, 319–339
- Day RO, Roffe DJ, Richardson KL, Baysari MT, Brennan NJ, Beveridge S, Melocco T, Ainge J und Westbrook JI (2011): Implementing electronic medication management at an Australian teaching hospital. *Med J Aust* 195, 498–502

- Devine EB, Lee CJ, Overby CL, Abernethy N, McCune J, Smith JW und Tarczy-Hornoch P (2014): Usability evaluation of pharmacogenomics clinical decision support aids and clinical knowledge resources in a computerized provider order entry system: a mixed methods approach. *Int J Med Inform* 83, 473–483
- Dickmann F, Kümmel K, Oroszi F, Schneider M und Rienhoff O (Hrsg.): *Der IT-Reifegrad von Krankenhäusern*. Verlag Werner Hülsbusch, Fachverlag für Medientechnik und -wirtschaft, Glückstadt 2020
- Dombal FT de und Grémy F (Hrsg.): *Decision Making and Medical Care: Can Information Science help?*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1976
- Dunsmuir DT, Payne BA, Cloete G, Petersen CL, Görges M, Lim J, von Dadelszen P, Dumont GA und Ansermino JM (2014): Development of mHealth applications for pre-eclampsia triage. *IEEE J Biomed Health Inform* 18, 1857–1864
- Duttge G und Dochow C: Rechtliche Problemfelder einer „Personalisierten Medizin“. In: Niederlag W, Lemke HU und Rienhoff O (Hrsg.): *Personalisierte Medizin & Informationstechnologie*. Health Academy, Dresden-Friedrichstadt 2010, 251–268
- Eils R, Rienhoff O, Kraus I, Suhr M, Göhring I und Hack I (Hrsg.): *Up the Stairs to Your Success in Digital Competence for Better Health Care and Research – The HiGHmed Teaching Program for Health Professionals*. HiGHmed, Heidelberg 2018
- Eley D, Hegney D, Wollaston A, Fahey P, Miller P, McKay M und Wollaston J (2005): Triage nurse perceptions of the use, reliability and acceptability of the Toowoomba Adult Triage Trauma Tool (TATTT). *Accid Emerg Nurs* 13, 54–60
- Eliasson M, Bastholm P, Forsberg P, Henriksson K, Jacobson L, Nilsson A und Gustafsson LL (2006): Janus computerised prescribing system provides pharmacological knowledge at point of care - design, development and proof of concept. *Eur J Clin Pharmacol* 62, 251–258
- Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM und Thrun S (2017): Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature* 542, 115–118
- Febowitz J, Henkin S, Pang J, Ramelson H, Schneider L, Maloney FL, Wilcox AR, Bates D und Wright A (2013): Provider Use of and Attitudes Towards an Active Clinical Alert. *Appl Clin Inform* 4, 144–152
- Frances CD, Alperin P, Adler JS und Grady D (2001): Does a fixed physician reminder system improve the care of patients with coronary artery disease? A randomized controlled trial. *West J Med* 175, 165–166
- Fraser H und Wyatt J: International Dimensions of Clinical Decision Support. In: Greenes R (Hrsg.): *Clinical Decision Support The Road to Broad Adoption*. Elsevier, London 2014, 241–267

- Friedman C, Gatti G, Elstein A, Franz T, Murphy G und Wolf F (2001): Are clinicians correct when they believe they are correct? Implications for medical decision support. *Stud Health Technol Inform* 84, 454–458
- Gäbler M (2017): Denkfehler bei diagnostischen Entscheidungen. *Wien Med Wochenschr* 167, 333–342
- Gagnon MP, Desmartis M, Labrecque M, Car J, Pagliari C, Pluye P, Frémont P, Gagnon J, Tremblay N und Légaré F (2012): Systematic review of factors influencing the adoption of information and communication technologies by healthcare professionals. *J Med Syst* 36, 241–277
- Gall MW: *Computer verändern die Medizin*. A. W. Gentner, Stuttgart 1969
- Gardner RM (2009): Clinical decision support systems: the fascination with closed-loop control. *Yearb Med Inform* 18, 17–21
- Gardner RM (2016): Clinical Information Systems - From Yesterday to Tomorrow. *Yearb Med Inform* 25, 62–75
- Garg AX, Adhikari NKJ, McDonald H, Rosas-Arellano MP, Devereaux PJ, Beyene J, Sam J und Haynes RB (2005): Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA* 293, 1223–1238
- Garrison DR und Kanuka H (2004): Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *Internet High Educ* 7, 95–105
- Gillham B: *Developing a Questionnaire*. Bloomsbury Publishing, London 2008
- Ginestra JC, Giannini HM, Schweickert WD, Meadows L, Lynch MJ, Pavan K, Chivers CJ, Draugelis M, Donnelly PJ, Fuchs BD und Umscheid CA (2019): Clinician Perception of a Machine Learning-Based Early Warning System Designed to Predict Severe Sepsis and Septic Shock. *Crit Care Med* 47, 1477–1484
- Ginsburg AS, Delarosa J, Brunette W, Levari S, Sundt M, Larson C, Tawiah Agyemang C, Newton S, Borriello G und Anderson R (2015): mPneumonia: Development of an Innovative mHealth Application for Diagnosing and Treating Childhood Pneumonia and Other Childhood Illnesses in Low-Resource Settings. *PLoS One* 10, e0139625
- Glassman PA, Simon B, Belperio P und Lanto A (2002): Improving recognition of drug interactions: benefits and barriers to using automated drug alerts. *Med Care* 40, 1161–1171
- Gök M und Rienhoff O: Anforderungen an die Datenpräsentation in der Personalisierten Medizin. In: Niederlag W, Lemke HU, Golubnitschaja O und Rienhoff O (Hrsg.): *Personalisierte Medizin*. Health Academy, Dresden-Friedrichstadt 2010, 46–57
- Gold RL (1958): Roles in Sociological Field Observations. *Soc Forces* 36, 217–223

- Gong Y und Kang H: Usability and Clinical Decision Support. In: Berner E (Hrsg.): Clinical Decision Support Systems – Theory and Practice. Springer Verlag, Cham 2016, 69–86
- Goud R, Jaspers MWM, Hasman A und Peek N (2008): Subjective usability of the CARDSS guideline-based decision support system. *Stud Health Technol Inform* 136, 193–198
- Graham ID, Logan J, Bennett CL, Presseau J, O'Connor AM, Mitchell SL, Tetroe JM, Cranney A, Hebert P und Aaron SD (2007): Physicians' intentions and use of three patient decision aids. *BMC Med Inform Decis Mak* 7, 20
- Grandchamp C und Gardiol L (2010): Does a mandatory telemedicine call prior to visiting a physician reduce costs or simply attract good risks? *Health Econ* 20, 1257–1267
- Green EP, Catalani C, Diero L, Carter EJ, Gardner A, Ndwiga C, Keny A, Owiti P, Israelski D und Biondich P (2015): Do clinical decision-support reminders for medical providers improve isoniazid preventative therapy prescription rates among HIV-positive adults? Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 16, 141
- Greenes R: A Brief History of Clinical Decision Support. In: Greenes R (Hrsg.): Clinical Decision Support The Road to Broad Adoption. Elsevier, London 2014, 49–109
- Greenes R: Definition, Scope, and Challenges. In: Greenes R (Hrsg.): Clinical Decision Support The Road to Broad Adoption. Elsevier, London 2014, 3–47
- Greenes R: Features of Computer-Based Clinical Decision Support. In: Greenes R (Hrsg.): Clinical Decision Support The Road to Broad Adoption. Elsevier, London 2014, 111–144
- Grout RW, Cheng ER, Carroll AE, Bauer NS und Downs SM (2018): A six-year repeated evaluation of computerized clinical decision support system user acceptability. *Int J Med Inform* 112, 74–81
- Gulshan V, Peng L, Coram M, Stumpe MC, Wu D, Narayanaswamy A, Venugopalan S, Widner K, Madams T, Cuadros J, Kim R, Raman R, Nelson PC, Mega JL und Webster DR (2016): Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *JAMA* 316, 2402
- Halamka J, Aranow M, Ascenzo C, Bates DW, Berry K, Debor G, Fefferman J, Glaser J, Heinold J, Stanley J, Stone DL, Sullivan TE, Tripathi M und Wilkinson B (2006): E-Prescribing collaboration in Massachusetts: early experiences from regional prescribing projects. *J Am Med Inform Assoc* 13, 239–244

- Harry ML, Truitt AR, Saman DM, Henzler-Buckingham HA, Allen CI, Walton KM, Ekstrom HL, O'Connor PJ, Sperl-Hillen JM, Bianco JA und Elliott TE (2019): Barriers and facilitators to implementing cancer prevention clinical decision support in primary care: a qualitative study. *BMC Health Serv Res* 19, 534
- Hazelzet JA (2009): Can fuzzy logic make things more clear? *Crit Care* 13, 116
- Hemens BJ, Holbrook A, Tonkin M, Mackay JA, Weise-Kelly L, Navarro T, Wilczynski NL, Haynes RB und Team CSR (2011): Computerized clinical decision support systems for drug prescribing and management: a decision-maker-researcher partnership systematic review. *Implement Sci* 6, 89
- Henderson C, Knapp M, Fernández JL, Beecham J, Hirani SP, Cartwright M, Rixon L, Beynon M, Rogers A, Bower P, Doll H, Fitzpatrick R, Steventon A, Bardsley M, Hendy J, Newman SP und team WSD evaluation (2013): Cost effectiveness of telehealth for patients with long term conditions (Whole Systems Demonstrator telehealth questionnaire study): nested economic evaluation in a pragmatic, cluster randomised controlled trial. *BMJ* 346, f1035
- Henshall C, Cipriani A, Ruvolo D, Macdonald O, Wolters L und Koychev I (2019): Implementing a digital clinical decision support tool for side effects of antipsychotics: a focus group study. *Evid Based Ment Health* 22, 56–60
- Heselmans A, Aertgeerts B, Donceel P, Geens S, Van de Velde S und Ramaekers D (2012): Family physicians' perceptions and use of electronic clinical decision support during the first year of implementation. *J Med Syst* 36, 3677–3684
- Hesse BW und Shneiderman B (2007): eHealth Research from the User's Perspective. *American Journal of Preventive Medicine* 32, 97–103
- Hesse G (2018): Smartphone-App-gestützte Ansätze in der Tinnitusbehandlung. *HNO* 66, 350–357
- Higgs J, Jones M, Loftus S und Christensen N: *Clinical Reasoning in the Health Professions*. Elsevier Health Sciences, Oxford 2008
- Hinderer M, Boeker M, Wagner SA, Binder H, Ückert F, Neue S, Hülsemann JL, Neumaier M, Schade-Brittinger C, Acker T, Prokosch HU und Sedlmayr B (2017): The experience of physicians in pharmacogenomic clinical decision support within eight German university hospitals. *Pharmacogenomics* 18, 773–785
- HIS-Institut für Hochschulentwicklung (2016): Digitale Lernszenarien im Hochschulbereich. https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD%20AP%20Nr%2015_Digitale%20Lernszenarien.pdf; abgerufen am 23.09.2020
- Hoonakker P, Khunlertkit A, Tattersal M und Keevil J (2012): Computer decision support tools in primary care. *Work* 41, 4474–4478

- Hor CP, O'Donnell JM, Murphy AW, O'Brien T und Kropmans TJB (2010): General practitioners' attitudes and preparedness towards Clinical Decision Support in e-Prescribing (CDS-eP) adoption in the West of Ireland: a cross sectional study. *BMC Med Inform Decis Mak* 10, 2
- Hunink M, Weinstein M, Wittenberg E, Pliskin J, Drummond M, Glasziou P und Wong J: *Decision Making in Health and Medicine*. Cambridge University Press, Cambridge 2014
- Hunstein D: *Das ergebnisorientierte PflegeAssessment AcuteCare (ePA-AC)*. Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover 2009
- Hüsing B: Personalisierte Medizin – Grundlagen und Entwicklungstendenzen. In: Niederlag W, Lemke HU und Rienhoff O (Hrsg.): *Personalisierte Medizin & Informationstechnologie*. Health Academy, Dresden-Friedrichstadt 2010, 13–25
- Hussain M, Ali T, Khan WA, Afzal M, Lee S und Latif K (2015): Recommendations service for chronic disease patient in multimodel sensors home environment. *Telemed J E Health* 21, 185–199
- Hwang HG, Chang IC, Hung WF, Sung ML und Yen D (2004): The design and evaluation of clinical decision support systems in the area of pharmacokinetics. *Med Inform Internet Med* 29, 239–251
- Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen (2020): 1. Kompetenzorientierter Gegenstandskatalog Medizin. Techn. Ber. Mainz: Rechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts
- Jimison HB und Gordon CM: Decision Support for Patients. In: Berner E (Hrsg.): *Clinical Decision Support Systems – Theory and Practice*. Springer Verlag, Cham 2016, 163–179
- Johnson R, Evans M, Cramer H, Bennert K, Morris R, Eldridge S, Juttner K, Zaman MJ, Hemingway H, Denaxas S, Timmis A und Feder G (2015): Feasibility and impact of a computerised clinical decision support system on investigation and initial management of new onset chest pain: a mixed methods study. *BMC Med Inform Decis Mak* 15, 71
- Jones COH, Wasunna B, Sudoi R, Githinji S, Snow RW und Zurovac D (2012): Even if you know everything you can forget": health worker perceptions of mobile phone text-messaging to improve malaria case-management in Kenya. *PLoS One* 7, e38636
- Junge M: Individualisierung, Globalisierung und Zweite Moderne. In: Niederlag W, Lemke HU, Golubnitschaja O und Rienhoff O (Hrsg.): *Personalisierte Medizin*. Health Academy, Dresden-Friedrichstadt 2010, 13–24

- Kamadjeu RM, Tapang EM und Moluh RN (2005): Designing and implementing an electronic health record system in primary care practice in sub-Saharan Africa: a case study from Cameroon. *Inform Prim Care* 13, 179–186
- Kassenärztliche Bundesvereinigung (2020): Elektronische Patientenakte (ePA). <https://www.kbv.de/html/epa.php>; abgerufen am 23. 07. 2020
- Kastner M, Li J, Lottridge D, Marquez C, Newton D und Straus SE (2010): Development of a prototype clinical decision support tool for osteoporosis disease management: a qualitative study of focus groups. *BMC Med Inform Decis Mak* 10, 40
- Kawamoto K, Houlihan CA, Balas EA und Lobach DF (2005): Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success. *BMJ* 330, 765
- Kern E: Curriculum Development for Medical Education. Johns Hopkins University Press, Baltimore 2016
- Khalil MK, Abdel Meguid EM und Elkhider IA (2018): Teaching of anatomical sciences: A blended learning approach. *Clin Anat* 31, 323–329
- Kiatchai T, Colletti AA, Lyons VH, Grant RM, Vavilala MS und Nair BG (2017): Development and Feasibility of a Real-Time Clinical Decision Support System for Traumatic Brain Injury Anesthesia Care. *Appl Clin Inform* 8, 80–96
- Kindermann W und Scharhag J (2016): The African / Afro-Caribbean Athlete's Heart. *Dtsch Z Sportmed* 1, 18–22
- Klemme B, Köster J, Kruse A, Kunze K und Wiedemann B: Clinical Reasoning. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2014
- Ko Y, Abarca J, Malone DC, Dare DC, Geraets D, Houranieh A, Jones WN, Nichol WP, Schepers GP und Wilhardt M (2007): Practitioners' views on computerized drug-drug interaction alerts in the VA system. *J Am Med Inform Assoc* 14, 56–64
- Koskela T, Sandström S, Mäkinen J und Liira H (2016): User perspectives on an electronic decision-support tool performing comprehensive medication reviews - a focus group study with physicians and nurses. *BMC Med Inform Decis Mak* 16, 6
- Kost GJ, Ferguson WJ, Hoe J, Truong AT, Banpavichit A und Kongpila S (2015): The Ebola Spatial Care Path™: Accelerating point-of-care diagnosis, decision making, and community resilience in outbreaks. *Am J Disaster Med* 100, 121–143
- Krall MA und Sittig DF (2002): Clinician's assessments of outpatient electronic medical record alert and reminder usability and usefulness requirements. *Proc AMIA Symp* 2002, 400–404
- Kuhn S und Jungmann F (2018): Medicine in the digital age : Telemedicine in medical school education. *Radiologe* 58, 236–240

- Kuhn S, Frankenhauser S und Tolks D (2018): Digital learning and teaching in medical education : Already there or still at the beginning? *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 61, 201–209
- Kuo MC und Chang P (2014): A total design and implementation of an intelligent mobile chemotherapy medication administration. *Stud Health Technol Inform* 201, 441–446
- Lai F, Macmillan J, Daudelin DH und Kent DM (2006): The potential of training to increase acceptance and use of computerized decision support systems for medical diagnosis. *Hum Factors* 48, 95–108
- Lakhani P und Sundaram B (2017): Deep Learning at Chest Radiography: Automated Classification of Pulmonary Tuberculosis by Using Convolutional Neural Networks. *Radiology* 284, 574–582
- Larcher B, Arisi E, Berloffo F, Demichelis F, Eccher C, Galligioni E, Galvagni M, Martini G, Sboner A, Tomio L, Zumiani G, Graiff A und Forti S (2003): Analysis of user-satisfaction with the use of a teleconsultation system in oncology. *Med Inform Internet Med* 28, 73–84
- Ledley RS und Lusted LB (1959): Reasoning foundations of medical diagnosis; symbolic logic, probability, and value theory aid our understanding of how physicians reason. *Science* 130, 9–21
- Lewis JB und Ryder K (2011): Medical education and decision-support systems. *Virtual Mentor* 13, 156–160
- Liberati EG, Ruggiero F, Galuppo L, Gorli M, González-Lorenzo M, Maraldi M, Ruggieri P, Polo Friz H, Scaratti G, Kwag KH, Vespignani R und Moja L (2017): What hinders the uptake of computerized decision support systems in hospitals? A qualitative study and framework for implementation. *Implement Sci* 12, 113
- Lim J, Cloete G, Dunsmuir DT, Payne BA, Scheffer C, von Dadelszen P, Dumont GA und Ansermino JM (2015): Usability and Feasibility of PIERS on the Move: An mHealth App for Pre-Eclampsia Triage. *JMIR Mhealth Uhealth* 3, e37
- Lincoln M: Medical Education Applications. In: Berner E (Hrsg.): *Clinical Decision Support Systems Theory and Practice*. Springer, New York 1999, 105–137
- Lindsey R, Daluiski A, Chopra S, Lachapelle A, Mozer M, Sicular S, Hanel D, Gardner M, Gupta A, Hotchkiss R und Potter H (2018): Deep neural network improves fracture detection by clinicians. *Proc Natl Acad Sci* 115, 11591–11596
- Litvin CB, Hyer JM und Ornstein SM (2016): Use of Clinical Decision Support to Improve Primary Care Identification and Management of Chronic Kidney Disease (CKD). *J Am Board Fam Med* 29, 604–612

- Lomotan EA, Hoeksema LJ, Edmonds DE, Ramírez-Garnica G, Shiffman RN und Horwitz LI (2012): Evaluating the use of a computerized clinical decision support system for asthma by pediatric pulmonologists. *Int J Med Inform* 81, 157–165
- Lugtenberg M, Pasveer D, van der Weijden T, Westert GP und Kool RB (2015): Exposure to and experiences with a computerized decision support intervention in primary care: results from a process evaluation. *BMC Fam Pract* 16, 141
- Lusted LB: *Introduction to Medical Decision Making*. Charles C Thomas, Springfield 1968
- Magrabi F, Ammenwerth E, McNair JB, De Keizer NF, Hyppönen H, Nykänen P, Rigby M, Scott PJ, Vehko T, Wong ZSY und Georgiou A (2019): Artificial Intelligence in Clinical Decision Support: Challenges for Evaluating AI and Practical Implications. *Yearb Med Inform* 28, 128–134
- Mahabee-Gittens EM, Merianos AL, Dexheimer JW, Meyers GT, Stone L, Tabangin M, Khoury JC und Gordon JS (2018): Utilization of a Clinical Decision Support Tool to Reduce Child Tobacco Smoke Exposure in the Urgent Care Setting. *Pediatr Emerg Care* 11, 527–531
- Mankowitz S: *Clinical Informatics Board Review and Self Assessment*. Springer International Publishing, Basel 2018
- Marcy TW, Kaplan B, Connolly SW, Michel G, Shiffman RN und Flynn BS (2008): Developing a decision support system for tobacco use counselling using primary care physicians. *Inform Prim Care* 16, 101–109
- Martens JD, van der Aa A, Panis B, van der Weijden T, Winkens RAG und Severens JL (2006): Design and evaluation of a computer reminder system to improve prescribing behaviour of GPs. *Stud Health Technol Inform* 124, 617–623
- Maulik PK, Tewari A, Devarapalli S, Kallakuri S und Patel A (2016): The Systematic Medical Appraisal, Referral and Treatment (SMART) Mental Health Project: Development and Testing of Electronic Decision Support System and Formative Research to Understand Perceptions about Mental Health in Rural India. *PLoS One* 11, e0164404
- May C, Gask L, Atkinson T, Ellis N, Mair F und Esmail A (2001): Resisting and promoting new technologies in clinical practice: the case of telepsychiatry. *Soc Sci Med* 52, 1889–1901
- McCullagh LJ, Sofianou A, Kannry J, Mann DM und McGinn TG (2014): User centered clinical decision support tools: adoption across clinician training level. *Appl Clin Inform* 5, 1015–1025
- McKinstry B (2013): The use of remote monitoring technologies in managing chronic obstructive pulmonary disease. *QJM* 106, 883–885

- Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik Deutschland e. V. (2015): Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin (NKLM). http://www.nkmlm.de/files/nkmlm%5C_final%5C_2015-07-03.pdf; abgerufen am 14.09.2020
- Medizinproduktegesetz (2020): In der Fassung der Bekanntmachung vom 07.08.2002, zuletzt durch Artikel 223 der Verordnung vom 19.06.2020 geändert worden. Bundesgesetzblatt
- Middleton B, Sittig DF und Wright A (2016): Clinical Decision Support: a 25 Year Retrospective and a 25 Year Vision. *Yearb Med Inform* 25, 103–116
- Miller MK, Mollen C, Behr K, Dowd MD, Miller E, Satterwhite CL, Stancil S, Allen N, Michael J, Inboriboon PC, Park A und Goggin K (2019): Development of a Novel Computerized Clinical Decision Support System to Improve Adolescent Sexual Health Care Provision. *Acad Emerg Med* 26, 420–433
- Miller RA und Geissbuhler A: Clinical Diagnostic Decision Support Systems: An Overview. In: Berner E (Hrsg.): *Clinical Decision Support Systems Theory and Practice*. Springer, New York 1999, 3–34
- Miller RA, Pople HE und Myers JD (1982): Internist-I, an Experimental Computer-Based Diagnostic Consultant for General Internal Medicine. *N Engl J Med* 307, 468–476
- Moja L, Liberati EG, Galuppo L, Gorli M, Maraldi M, Nanni O, Rigon G, Ruggieri P, Ruggiero F, Scaratti G, Vaona A und Kwag KH (2014): Barriers and facilitators to the uptake of computerized clinical decision support systems in specialty hospitals: protocol for a qualitative cross-sectional study. *Implement Sci* 9, 105
- Moxey A, Robertson J, Newby D, Hains I, Williamson M und Pearson SA (2010): Computerized clinical decision support for prescribing: provision does not guarantee uptake. *J Am Med Inform Assoc* 17, 25–33
- Mulhall A (2003): In the field: notes on observation in qualitative research. *J Adv Nurs* 41, 306–313
- Nair KM, Malaeekeh R, Schabort I, Taenzer P, Radhakrishnan A und Guenter D (2015): A Clinical Decision Support System for Chronic Pain Management in Primary Care: Usability testing and its relevance. *J Innov Health Inform* 22, 329–332
- Nash FA (1954): Differential diagnosis, an apparatus to assist the logical faculties. *Lancet* 266, 874–875
- Neville RG, McCowan C, Ricketts I, Fonseca JA, Invernizzi G und Stey C (2000): Guidelines into practice: An international pilot study of "Asthma Crystal Byte". *Prim Care Respir J* 9, 56–58
- Newble DI und Jaeger K (1983): The effect of assessments and examinations on the learning of medical students. *Med Educ* 17, 165–171

- Nieuwlaat R, Connolly SJ, Mackay JA, Weise-Kelly L, Navarro T, Wilczynski NL, Haynes RB und Team CSR (2011): Computerized clinical decision support systems for therapeutic drug monitoring and dosing: a decision-maker-researcher partnership systematic review. *Implement Sci* 6, 90
- O'Brien MA, Charles C, Lovrics P, Wright FC, Whelan T, Simunovic M, Kennedy E und Grunfeld E (2014): Enablers and barriers to using patient decision aids in early stage breast cancer consultations: a qualitative study of surgeons' views. *Implement Sci* 9, 174
- O'Sullivan DM, Doyle JS, Michalowski WJ, Wilk SA, Farion KJ und Kuziemsy CE (2011): Assessing the motivation of MDs to use computer-based support at the point-of-care in the Emergency Department. *AMIA Annu Symp Proc* 2011, 1045–1054
- Orlando LA, Buchanan AH, Hahn SE, Christianson CA, Powell KP, Skinner CS, Chestnut B, Blach C, Due B, Ginsburg GS und Henrich VC (2013): Development and validation of a primary care-based family health history and decision support program (MeTree). *N C Med J* 74, 287–296
- Osamor VC, Azeta AA und Ajulo OO (2014): Tuberculosis–Diagnostic Expert System: An architecture for translating patients information from the web for use in tuberculosis diagnosis. *Health Informatics J* 20, 275–287
- Osheroff J, Pifer EA, Teich J, Sittig DF und Jenders RA: *Improving Outcomes with Clinical Decision Support: An Implementer's Guide*. Healthcare Information und Management Systems Society, Chicago 2005
- Owens D und Sox H: *Medical Decision Making: Probabilistic Medical Reasoning*. In: Shortliffe E und Perreault L (Hrsg.): *Medical Informatics Computer Applications in Health Care*. Addison Wesley, New York 1990, 70–116
- Ozaydin B, Hardin JM und Chhieng DC: *Data Mining and Clinical Decision Support Systems*. In: Berner E (Hrsg.): *Clinical Decision Support Systems – Theory and Practice*. Springer Verlag, Cham 2016, 45–68
- Ozkan S und Koseler R (2009): Multi-dimensional students' evaluation of e-learning systems in the higher education context: An empirical investigation. *Computers & Education* 53, 1285–1296
- Patterson ES, Nguyen AD, Halloran JP und Asch SM (2004): Human factors barriers to the effective use of ten HIV clinical reminders. *J Am Med Inform Assoc* 11, 50–59
- Paulsen MM, Varsi C, Paur I, Tangvik RJ und Andersen LF (2019): Barriers and Facilitators for Implementing a Decision Support System to Prevent and Treat Disease-Related Malnutrition in a Hospital Setting: Qualitative Study. *JMIR Form Res* 3, e11890

- Peleg M, Shahar Y, Quaglini S, Broens T, Budasu R, Fung N, Fux A, García-Sáez G, Goldstein A, González-Ferrer A, Hermens H, Hernando ME, Jones V, Klebanov G, Klimov D, Knoppel D, Larburu N, Marcos C, Martínez-Sarriegui I, Napolitano C, Pallàs À, Palomares A, Parimbelli E, Pons B, Rigla M, Sacchi L, Shalom E, Soffer P und van Schooten B (2017): Assessment of a personalized and distributed patient guidance system. *Int J Med Inform* 101, 108–130
- Persike: Lernen mit digitalen Medien aus Studierendenperspektive. Arbeitspapier Nr.17. Hochschulforum Digitalisierung, Berlin 2016
- Pombo L und Moreira A (2012): Evaluation Framework for Blended Learning Courses: A Puzzle Piece for the Evaluation Process. *Contemp Educ Technol* 3, 201–211
- Pöppel SJ, Lipinski HG und Mansky T (Hrsg.): Medizinische Informatik Ein integrierender Teil arztunterstützender Technologien. MMV Medizin Verlag GmbH, München 1993
- Prgomet M, Li L, Niazkhani Z, Georgiou A und Westbrook JI (2017): Impact of commercial computerized provider order entry (CPOE) and clinical decision support systems (CDSSs) on medication errors, length of stay, and mortality in intensive care units: a systematic review and meta-analysis. *J Am Med Inform Assoc* 24, 413–422
- Al-Qirim NAY (2003): Teledermatology: the case of adoption and diffusion of telemedicine health Waikato in New Zealand. *Telemed J E Health* 9, 167–177
- Reggia JA und Tuhim S (Hrsg.): Computer-Assisted Medical Decision Making Volume 1. Springer-Verlag, New York 1985
- Reggia JA und Tuhim S (Hrsg.): Computer-Assisted Medical Decision Making Volume 2. Springer-Verlag, New York 1985
- Riaño D, Peleg M und Teije A ten (2019): Ten years of knowledge representation for health care (2009–2018): Topics, trends, and challenges. *Artif Intell Med* 100, 101713
- Richardson S, Mishuris R, O’Connell A, Feldstein D, Hess R, Smith P, McCullagh L, McGinn T und Mann D (2017): “Think aloud” and “Near live” usability testing of two complex clinical decision support tools. *Int J Med Inform* 106, 1–8
- Rieckert A, Sommerauer C, Krumeich A und Sönnichsen A (2018): Reduction of inappropriate medication in older populations by electronic decision support (the PRIMA-eDS study): a qualitative study of practical implementation in primary care. *BMC Fam Pract* 19, 110
- Rienhoff O, Piccolo U und Schneider B (Hrsg.): Expert Systems and Decision Support in Medicine. Springer-Verlag, Berlin 1988
- Rienhoff O: Die Entwicklung der automatischen EKG-Analyse (Ansätze und Verfahren). Verlag für Medizin Dr. Ewald Fischer, Heidelberg 1975

- Rienhoff O: Personalisierte Medizin – Konsequenzen für die klinische Informations-technologie. In: Niederlag W, Lemke HU und Rienhoff O (Hrsg.): Personalisierte Medizin & Informationstechnologie. Health Academy, Dresden-Friedrichstadt 2010, 26–36
- Rienhoff O (2016): Integration of Information for Patient Care: 2015 Redux. Yearb Med Inform 25, 21–22
- Rivas H und Wac K (Hrsg.): Digital Health – Scaling Healthcare to the World. Springer, Cham 2018
- Rodriguez-Loya S und Kawamoto K: Newer Architectures for Clinical Decision Support. In: Berner E (Hrsg.): Clinical Decision Support Systems – Theory and Practice. Springer Verlag, Cham 2016, 87–97
- Rotich JK, Hannan TJ, Smith FE, Bii J, Odero WW, Vu N, Mamlin BW, Mamlin JJ, Einterz RM und Tierney WM (2003): Installing and implementing a computer-based patient record system in sub-Saharan Africa: the Mosoriot Medical Record System. J Am Med Inform Assoc 10, 295–303
- Rousseau N, McColl E, Newton J, Grimshaw J und Eccles M (2003): Practice based, longitudinal, qualitative interview study of computerised evidence based guidelines in primary care. BMJ 326, 314
- Rowe M (2019): An Introduction to Machine Learning for Clinicians. Acad Med 94, 1433–1436
- Rubin MA, Bateman K, Donnelly S, Stoddard GJ, Stevenson K, Gardner RM und Samore MH (2006): Use of a personal digital assistant for managing antibiotic prescribing for outpatient respiratory tract infections in rural communities. J Am Med Inform Assoc 13, 627–634
- Salamon R, Blum B und Jorgensen M (Hrsg.): medinfo 1986. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam 1986
- Saleem JJ, Militello LG, Arbuckle N, Flanagan M, Haggstrom DA, Linder JA und Doebbeling BN (2009): Provider perceptions of colorectal cancer screening clinical decision support at three benchmark institutions. AMIA Annu Symp Proc 2009, 558–562
- Saleem JJ, Patterson ES, Militello L, Render ML, Orshansky G und Asch SM (2005): Exploring barriers and facilitators to the use of computerized clinical reminders. J Am Med Inform Assoc 12, 438–447
- Salinas J, Nguyen R, Darrah MI, Kramer GA, Serio-Melvin ML, Mann EA, Wolf SE, Chung KK, Renz EM und Cancio LC (2011): Advanced monitoring and decision support for battlefield critical care environment. US Army Med Dep J, 73–81

- Schellhase KG, Koepsell TD und Norris TE (2003): Providers' reactions to an automated health maintenance reminder system incorporated into the patient's electronic medical record. *J Am Board Fam Pract* 16, 312–317
- Schläpfer J und Wellens HJ (2017): Computer-Interpreted Electrocardiograms. *J Am Coll Cardiol* 70, 1183–1192
- Schnabel M: Expertensysteme in der Medizin – Eine Einführung mit Beispielen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996
- Sedlmayr B, Patapovas A, Kirchner M, Sonst A, Müller F, Pfistermeister B, Plank-Kiegele B, Vogler R, Criegee-Rieck M, Prokosch HU, Dormann H, Maas R und Bürkle T (2013): Comparative evaluation of different medication safety measures for the emergency department: physicians' usage and acceptance of training, poster, checklist and computerized decision support. *BMC Med Inform Decis Mak* 13, 79
- Sequist TD, Gandhi TK, Karson AS, Fiskio JM, Bugbee D, Sperling M, Cook EF, Orav EJ, Fairchild DG und Bates DW (2005): A randomized trial of electronic clinical reminders to improve quality of care for diabetes and coronary artery disease. *J Am Med Inform Assoc* 12, 431–437
- Shah NR, Seger AC, Seger DL, Fiskio JM, Kuperman GJ, Blumenfeld B, Recklet EG, Bates DW und Gandhi TK (2006): Improving acceptance of computerized prescribing alerts in ambulatory care. *J Am Med Inform Assoc* 13, 5–11
- Sheehan B, Kaufman D, Stetson P und Currie LM (2009): Cognitive analysis of decision support for antibiotic prescribing at the point of ordering in a neonatal intensive care unit. *AMIA Annu Symp Proc* 2009, 584–588
- Shortliffe EH: Computer-Based Medical Consultations: MYCIN. American Elsevier Publishing, New York 1976
- Shortliffe EH: Clinical Decision-Support Systems. In: Shortliffe EH und Perreault LE (Hrsg.): *Medical Informatics Computer Applications in Health Care*. Addison Wesley, New York 1990, 466–502
- Shortliffe EH, Buchanan BG und Feigenbaum EA (1979): Knowledge engineering for medical decision making: A review of computer-based clinical decision aids. *Proc IEEE Inst Electr Electron Eng* 67, 1207–1224
- Shortliffe EH und Sepúlveda MJ (2018): Clinical Decision Support in the Era of Artificial Intelligence. *JAMA* 320, 2199
- Singh K, Johnson L, Devarajan R, Shivashankar R, Sharma P, Kondal D, Ajay VS, Narayan KMV, Prabhakaran D, Ali MK und Tandon N (2018): Acceptability of a decision-support electronic health record system and its impact on diabetes care goals in South Asia: a mixed-methods evaluation of the CARRS trial. *Diabet Med* 35, 1644–1654

- Sittig DF, Krall MA, Dykstra RH, Russell A und Chin HL (2006): A survey of factors affecting clinician acceptance of clinical decision support. *BMC Med Inform Decis Mak* 6, 6
- Sonntag D (2019): Artificial intelligence in medicine-the wrong track or promise of cure? *HNO* 67, 343–349
- Sousa VEC, Lopez KD, Febretti A, Stifter J, Yao Y, Johnson A, Wilkie DJ und Keenan GM (2015): Use of Simulation to Study Nurses' Acceptance and Nonacceptance of Clinical Decision Support Suggestions. *Comput Inform Nurs* 33, 465–472
- Spencer JA und Jordan RK (1999): Learner centred approaches in medical education. *BMJ* 318, 1280–1283
- Spooner SA: Mathematical Foundations of Decision Support Systems. In: Berner E (Hrsg.): *Clinical Decision Support Systems – Theory and Practice*. Springer Verlag, Cham 2016, 19–43
- Spreckelsen C und Spitzer K: Wissensbasen und Expertensysteme in der Medizin: KI-Ansätze zwischen klinischer Entscheidungsunterstützung und medizinischem Wissensmanagement. Springer, Wiesbaden 2008
- Stephani V, Busse R und Geissler A: Benchmarking der Krankenhaus-IT: Deutschland im internationalen Vergleich. In: Klauber J, Geraedts M und Friedrich J (Hrsg.): *Krankenhaus-Report 2019*. Springer, Berlin 2019, 17–32
- Stevenson KB, Barbera J, Moore JW, Samore MH und Houck P (2005): Understanding keys to successful implementation of electronic decision support in rural hospitals: analysis of a pilot study for antimicrobial prescribing. *Am J Med Qual* 20, 313–318
- Sukums F, Mensah N, Mpembeni R, Massawe S, Duysburgh E, Williams A, Kaltschmidt J, Loukanova S, Haefeli WE und Blank A (2015): Promising adoption of an electronic clinical decision support system for antenatal and intrapartum care in rural primary healthcare facilities in sub-Saharan Africa: The QUALMAT experience. *Int J Med Inform* 84, 647–657
- Sutton RT, Pincock D, Baumgart DC, Sadowski DC, Fedorak RN und Kroeker KI (2020): An overview of clinical decision support systems: benefits, risks, and strategies for success. *NPJ Digit Med* 3, 17
- Taveira-Gomes T, Ferreira P, Taveira-Gomes I, Severo M und Ferreira MA (2016): What Are We Looking for in Computer-Based Learning Interventions in Medical Education? A Systematic Review. *J Med Internet Res* 18, e204
- Taylor LK und Tamblyn R (2004): Reasons for physician non-adherence to electronic drug alerts. *Stud Health Technol Inform* 107, 1101–1105

- Thistlethwaite J, Heal C, Tie RN und Evans R (2007): Shared decision making between registrars and patients—web based decision aids. *Aust Fam Physician* 36, 670–672
- Toth-Pal E, Wårdh I, Strender LE und Nilsson G (2008): Implementing a clinical decision-support system in practice: a qualitative analysis of influencing attitudes and characteristics among general practitioners. *Inform Health Soc Care* 33, 39–54
- Trafton J, Martins S, Michel M, Lewis E, Wang D, Combs A, Scates N, Tu S und Goldstein MK (2010): Evaluation of the acceptability and usability of a decision support system to encourage safe and effective use of opioid therapy for chronic, noncancer pain by primary care providers. *Pain Med* 11, 575–585
- Trivedi MH, Daly EJ, Kern JK, Grannemann BD, Sunderajan P und Claassen CA (2009): Barriers to implementation of a computerized decision support system for depression: an observational report on lessons learned in "real world" clinical settings. *BMC Med Inform Decis Mak* 9, 6
- Turner DP und Houle TT (2019): Observational Study Designs. *Headache* 59, 981–987
- Turnock C und Gibson V (2001): Validity in action research: a discussion on theoretical and practice issues encountered whilst using observation to collect data. *J Adv Nurs* 36, 471–477
- Umweltbundesamt (2020): Ausstattung privater Haushalte mit Gebrauchsgütern. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/konsum-produkte/ausstattung-privater-haushalte-gebrauchsguetern#mehr-haushalte-haben-mehr-guter>; abgerufen am 16.12.2020
- Vallée A, Blacher J, Cariou A und Sorbets E (2020): Blended Learning Compared to Traditional Learning in Medical Education: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res* 22, e16504
- van Bommel JH und McCray AT (2016): The Renewed Promise of Medical Informatics. *Yearb Med Inform* 1, 12–17
- van Bommel JH, Grémy F und Zvárová J (Hrsg.): *Medical decision making – diagnostic strategies and expert systems*. Elsevier Science Pub. Co, Amsterdam 1985
- Vandenberg AE, Vaughan CP, Stevens M, Hastings SN, Powers J, Markland A, Hwang U, Hung W und Echt KV (2017): Improving geriatric prescribing in the ED: a qualitative study of facilitators and barriers to clinical decision support tool use. *Int J Qual Health Care* 29, 117–123
- Varghese J, Röhrig R und Dugas M (2020): Welche Kompetenzen in Medizininformatik benötigen Ärztinnen und Ärzte? Update des Lernzielkatalogs für Studierende der Humanmedizin. *de. GMS Med Inform Biom Epidemiol* 16, Doc02

- Varghese P, Wright. A, Andersen JA, Yoshida EI und Bates DW: Clinical Decision Support: The Experience at Brigham and Women's Hospital/ Partners HealthCare. In: Berner E (Hrsg.): Clinical Decision Support Systems – Theory and Practice. Springer Verlag, Cham 2016, 227–244
- Vedanthan R, Blank E, Tuikong N, Kamano J, Misoi L, Tulienge D, Hutchinson C, Ascheim DD, Kimaiyo S, Fuster V und Were MC (2015): Usability and feasibility of a tablet-based Decision-Support and Integrated Record-keeping (DESIRE) tool in the nurse management of hypertension in rural western Kenya. *Int J Med Inform* 84, 207–219
- Vélez O, Okyere PB, Kanter AS und Bakken S (2014): A usability study of a mobile health application for rural Ghanaian midwives. *J Midwifery Womens Health* 59, 184–191
- Vries AE de, van der Wal MHL, Nieuwenhuis MMW, de Jong RM, van Dijk RB, Jaarsma T, Hillege HL und Jorna RJ (2013): Perceived barriers of heart failure nurses and cardiologists in using clinical decision support systems in the treatment of heart failure patients. *BMC Med Inform Decis Mak* 13, 54
- Wagner G: Die Rolle des Computers in der Medizin. In: Hollber N, Pleuss B und Rittersbacher H (Hrsg.): Computer: Aufgaben im Gesundheitswesen. Springer-Verlag, Berlin 1973, 192–203
- Wahl B, Cossy-Gantner A, Germann S und R Schwalbe N (2018): Artificial intelligence (AI) and global health: How can AI contribute to health in resource-poor settings? *BMJ Glob Health* 3, e000798
- Wan Q, Makeham M, Zwar NA und Petche S (2012): Qualitative evaluation of a diabetes electronic decision support tool: views of users. *BMC Med Inform Decis Mak* 12, 61
- Wannheden C, Hvitfeldt-Forsberg H, Eftimovska E, Westling K und Ellenius J (2017): Boosting Quality Registries with Clinical Decision Support Functionality*. User Acceptance of a Prototype Applied to HIV/TB Drug Therapy. *Methods Inf Med* 56, 339–343
- Warner HR, Sorenson DK und Bouhaddou O: Knowledge Engineering in Health Informatics. Springer Verlag, New York 1997
- Warner HR: Computer-Assisted Medical Decision-Making. Academic Press, London 1979
- Warner HR, Olmsted CM und Rutherford BD (1972): HELP—A program for medical decision-making. *Comput Biomed Res* 5, 65–74
- Wartman SA und Combs CD (2018): Medical Education Must Move From the Information Age to the Age of Artificial Intelligence. *Acad Med* 93, 1107–1109

- Weingart SN, Toth M, Sands DZ, Aronson MD, Davis RB und Phillips RS (2003): Physicians' decisions to override computerized drug alerts in primary care. *Arch Intern Med* 163, 2625–2631
- Wendt T, Knaup-Gregori P und Winter A (2000): Decision support in medicine: a survey of problems of user acceptance. *Stud Health Technol Inform* 77, 852–856
- Were MC, Shen C, Tierney WM, Mamlin JJ, Biondich PG, Li X, Kimaiyo S und Mamlin BW (2011): Evaluation of computer-generated reminders to improve CD4 laboratory monitoring in sub-Saharan Africa: a prospective comparative study. *J Am Med Inform Assoc* 18, 150–155
- Whitten P und Kuwahara E (2004): A multi-phase telepsychiatry programme in Michigan: organizational factors affecting utilization and user perceptions. *J Telemed Telecare* 10, 254–261
- Wong HJ, Legnini MW und Whitmore HH (2000): The diffusion of decision support systems in healthcare: are we there yet? *J Healthc Manag* 45, 240–253
- World Health Organization: Global diffusion of eHealth: making universal health coverage achievable. Report of the third global survey on eHealth. World Health Organization, Genf 2017
- Wright A und Sittig DF (2008): A four-phase model of the evolution of clinical decision support architectures. *Int J Med Inform* 77, 641–649
- Wu G, Yang P, Xie Y, Woodruff HC, Rao X, Guiot J, Frix AN, Louis R, Moutschen M, Li J, Li J, Yan C, Du D, Zhao S, Ding Y, Liu B, Sun W, Albarello F, D'Abramo A, Schininà V, Nicastrì E, Occhipinti M, Barisione G, Barisione E, Halilaj I, Lovinfosse P, Wang X, Wu J und Lambin P (2020): Development of a Clinical Decision Support System for Severity Risk Prediction and Triage of COVID-19 Patients at Hospital Admission: an International Multicenter Study. *Eur Respir J* 56, 2001104
- Yadav K, Chamberlain JM, Lewis VR, Abts N, Chawla S, Hernandez A, Johnson J, Tuveson G und Burd RS (2015): Designing Real-time Decision Support for Trauma Resuscitations. *Acad Emerg Med* 22, 1076–1084
- Zakane SA, Gustafsson LL, Tomson G, Loukanova S, Sié A, Nasiell J und Bastholm-Rahmner P (2014): Guidelines for maternal and neonatal "point of care": needs of and attitudes towards a computerized clinical decision support system in rural Burkina Faso. *Int J Med Inform* 83, 459–469
- Zazove P, McKee M, Schleicher L, Green L, Kileny P, Rapai M und Mulhem E (2017): To act or not to act: responses to electronic health record prompts by family medicine clinicians. *J Am Med Inform Assoc* 24, 275–280
- Zheng K, Padman R, Johnson MP und Diamond HS (2005): Understanding technology adoption in clinical care: clinician adoption behavior of a point-of-care reminder system. *Int J Med Inform* 74, 535–543

Danksagung

Mein Dank geht an die beiden Betreuer Prof. Dr. Rienhoff und Prof. Dr. Hasenfuß, an die Mitarbeiter des AK CDSS aus dem Institut für Medizinische Informatik, an Stefan Vogel, Carolin Klembt, Henry Hoffmann (Ada) und die freiwilligen Testpersonen für die Unterstützung bei der Durchführung des CDSS-Testmoduls und an alle weiteren wissenschaftlichen Unterstützer.