

Einflussfaktoren für die Implementierung, Verbreitung und Verstetigung von Clinical Decision Support Systems

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Kux, Benjamin Rafael
aus London

Gießen 2018

Aus der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin,
unter Leitung von Prof. Dr. med. Michael Sander,
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Gutachter: Prof. Dr. med. Matthias Wolff
Gutachter: Prof. Dr. med. Henning Schneider
Tag der Disputation: 23. Oktober 2018

Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet

wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort, Datum

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	HISTORISCHER HINTERGRUND	3
1.2	STAND DER FORSCHUNG.....	7
1.2.1	CDSS-EVALUATION.....	7
1.2.2	VERBREITUNG VON CDSS.....	9
1.2.3	DETERMINANTEN ERFOLGREICHER IT-IMPLEMENTIERUNG	11
1.2.3.1	Modelle zur Adoption neuer Technologien.....	11
1.2.3.2	Erfahrungsberichte.....	13
1.2.3.3	Expertenbefragungen.....	15
1.2.3.4	Anwenderbefragungen.....	18
1.2.3.5	Weitere Untersuchungen	19
1.3	PROBLEMSTELLUNG	20
1.4	FRAGESTELLUNG.....	21
2	LITERATURÜBERSICHT.....	22
2.1	METHODIK.....	22
2.1.1	SUCHSTRATEGIE	22
2.1.2	EIN- UND AUSSCHLUSSKRITERIEN	25
2.1.3	DATENEXTRAKTION UND KLASSIFIKATION	26
2.1.4	STATISTISCHE AUSWERTUNG	31
2.2	ERGEBNISSE.....	31
2.2.1	LITERATURAUSWAHL	31
2.2.2	SYSTEMEIGENSCHAFTEN	31
2.2.3	EVALUATION	38
2.3	DISKUSSION.....	41
2.3.1	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	41
2.3.2	STÄRKEN UND SCHWÄCHEN DER UNTERSUCHUNG.....	44
2.3.3	ZWISCHENFAZIT	45
3	INTERVIEWS.....	46
3.1	METHODIK.....	46

3.1.1	DATENERHEBUNG UND MESSMETHODEN	46
3.1.1.1	Allgemeines	46
3.1.1.2	Leitfadenkonstruktion.....	46
3.1.1.3	Selektion der Interviewpartner	49
3.1.1.4	Kontaktaufnahme.....	50
3.1.1.5	Durchführung der Interviews.....	52
3.1.1.6	Transkription	53
3.1.1.7	Übersetzung und Sprache	53
3.1.2	AUSWERTUNG	54
3.1.2.1	Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring	54
3.1.2.2	Entwicklung des Kategoriensystems	56
3.2	ERGEBNISSE.....	60
3.2.1	RÜCKLAUF INTERVIEWANFRAGEN.....	60
3.2.2	BASISDATEN INTERVIEWPARTNER.....	61
3.2.3	BASISDATEN CDSS	63
3.2.4	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.....	67
3.2.4.1	Einflussfaktoren für die CDSS-Implementierung	67
3.2.4.1.1	Systemqualität	69
3.2.4.1.2	Internes Marketing.....	71
3.2.4.1.3	Systemeigenschaften	73
3.2.4.1.4	Systemintegration	75
3.2.4.1.5	Benutzerfreundlichkeit und Einbeziehung von Anwendern.....	77
3.2.4.1.6	Kooperation mit externen Partnern.....	78
3.2.4.1.7	Ressourcenmangel	80
3.2.4.1.8	Zeitaufwand Anwender	81
3.2.4.1.9	Transparenz des Systems.....	81
3.2.4.1.10	Motivation der Anwender.....	81
3.2.4.1.11	Relevanz für Anwender	82
3.2.4.1.12	Interdisziplinarität.....	82
3.2.4.1.13	Systemevaluation.....	83
3.2.4.2	Aktualisierung der Wissensbasis	84
3.2.4.3	Rechtsrahmen und Regulierung.....	86
3.2.4.4	Migration, Standards und Standardisierung	89

3.2.4.5	Regionale Unterschiede	93
3.3	DISKUSSION.....	94
3.3.1	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	94
3.3.2	STÄRKEN UND SCHWÄCHEN DER STUDIE.....	98
3.3.3	DIE ERGEBNISSE IM KONTEXT ANDERER STUDIEN	100
3.3.4	BEDEUTUNG DER STUDIE.....	102
3.3.5	UNBEANTWORTETE UND NEUE FRAGESTELLUNGEN	103
4	SCHLUSSFOLGERUNG	105
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	107
6	SUMMARY.....	108
7	LITERATURVERZEICHNIS	110
8	ANHANG	201
8.1	ABKÜRZUNGEN	201
8.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	202
8.3	TABELLENVERZEICHNIS.....	203
8.4	ÜBERSICHT INTERVIEWPARTNER	206
8.5	KLASSIFIKATION ZUR LITERATURÜBERSICHT	209
8.6	LEGENDE ZUR CDSS-KLASSIFIKATION.....	238
8.7	INTERNETINFORMATION INTERVIEWPARTNER	241
8.8	PUBLIKATIONSVERZEICHNIS.....	242

1 Einleitung

„Primum non nocere“. Dieser Imperativ, nach dem der Arzt durch seine Tätigkeit seinen Patienten zunächst vor allem keinen Schaden zufügen soll, gehört zu den ältesten und wichtigsten handlungsleitenden Prinzipien der Medizin. [582] Er ist zentraler Pfeiler einer streng am Wohl des Kranken orientierten ärztlichen Heilkunst und Ausdruck der Anerkennung universeller Menschenrechte. [354] Ungeachtet der Bedeutung des normativen Grundsatzes des Nicht-Schadens für das ärztliche Handeln, führen Fehler der in der „Hochrisikoindustrie Gesundheitswesen“ [642] tätigen Akteure täglich zu erheblichem Leid, mit oftmals fatalen Konsequenzen für den Patienten. [424,427] So schätzt das amerikanische Institute of Medicine in seiner viel zitierten Untersuchung „To Err is Human“ die jährlich durch ärztliche Behandlungsfehler verursachten Todesfälle allein für die Vereinigten Staaten auf bis zu 98.000. [491]

In den USA wirkte diese Studie um die Jahrtausendwende als Katalysator für eine intensive Auseinandersetzung von Wissenschaftlern, Gesundheitsdienstleistern, Politikern und anderen Stakeholdern mit dem Thema Patientensicherheit und offenbarte einer breiten Öffentlichkeit die gravierenden Defizite in einem der weltweit leistungsfähigsten Gesundheitssysteme. [162] Heute zeigen Arbeiten aus einer Vielzahl von Ländern, dass Fehler in der Krankenversorgung ein globales Problem darstellen. Die Prävalenz vermeidbarer unerwünschter Ereignisse bei stationären Krankenhausaufenthalten wird in den OECD-Ländern auf 8 bis 17 Prozent beziffert. [180] Eine Studie aus Großbritannien legt nahe, dass Versorgungsfehler ursächlich für fünf Prozent aller Todesfälle in britischen Krankenhäusern sind. [388] Für die Bundesrepublik Deutschland fehlen seit Jahren vergleichbare epidemiologische Zahlen. [385] Dennoch scheinen Prävalenzen zu Behandlungsfehlern aus anderen westlichen Ländern auf das Gesundheitssystem in Deutschland übertragbar. [385]

Potenzielle Fehlerquellen bei der Krankenversorgung sind vielfältig und betreffen praktisch die gesamte Bandbreite der medizinischen Leistungserbringung. [2] Dieser Umstand ist nicht zuletzt der zunehmenden Komplexität der Gesundheitsversorgung sowohl auf Anbieter- als auch auf Systemebene geschuldet. [427] Die Halbwertszeit medizinischen Wissens ist vergleichsweise kurz. [655] Die Menge verfügbarer, für die Behandlung relevanter Informationen und Daten steigt rasant an. [58,1006] Diese

in Ihrer Gesamtheit zu sichten, einzuordnen und zu bewerten übersteigt zunehmend die zeitlichen und kognitiven Kapazitäten des einzelnen Arztes. [191] Die Patientenversorgung auf der Grundlage evidenzbasierter Medizin steht zur Disposition. Dem wird versucht mit einer weiteren Spezialisierung der Gesundheitsberufe entgegenzuwirken. [941] Zunehmende Fallkomplexität führt so zu steigender Systemkomplexität. Kommunikations-, Abstimmungs- und weitere Schnittstellenprobleme sind die Folge. Um die Qualität der Gesundheitsversorgung nachhaltig zu steigern, werden zahlreiche Maßnahmen diskutiert und implementiert. [162] In den vergangenen Jahren hat in diesem Zusammenhang insbesondere der Einsatz von Informationstechnologien im Gesundheitswesen rasant an Bedeutung gewonnen. [27] Hierzu zählen neben elektronischen Gesundheitsakten und Computerized Physician Order Entry (CPOE) auch sog. Clinical Decision Support Systems (CDSS). [413] Unter diesem Terminus werden Computersysteme subsummiert, die medizinischem Personal patientenspezifische Einschätzungen, Empfehlungen und Informationen mit Relevanz für den klinischen Entscheidungsprozess liefern, indem individuelle Patientendaten mit einer computerbasierten Wissensbasis verknüpft werden. [758,834] Hinter dieser allgemeinen Definition verbirgt sich eine sehr heterogene Gruppe von Anwendungen, die von einfachen Alert- und Reminder-Systemen, wie etwa die Erinnerung des Arztes an die Notwendigkeit einer Gripeschutzimpfung bei bestimmten Patientengruppen, bis hin zu komplexen Systemen zur Diagnose und Therapie diverser Erkrankungen reicht.

Computersysteme zur klinischen Entscheidungsunterstützung können nachgewiesenermaßen Fehler durch das Gesundheitspersonal reduzieren und haben so das Potenzial, den Weg für eine qualitativ hochwertigere medizinische Versorgung zu ebnen. [310] So scheint es konsequent, dass die Zahl der entwickelten Systeme zur Entscheidungsunterstützung seit Jahren deutlich zunimmt. [28,237] Gleichzeitig verläuft die Einführung von CDSS in der stationären und ambulanten Krankenversorgung jedoch nur schleppend. [984] Die Frage nach den Ursachen dieser Implementierungs- und Verbreitungsproblematik ist zentraler Anknüpfungspunkt dieser Arbeit. Ihr soll im Folgenden im Anschluss an eine umfassende Bestandsaufnahme existierender CDSS, auf der Grundlage von semistrukturierten Interviews mit den Entwicklern solcher Systeme nachgegangen werden.

1.1 Historischer Hintergrund

Informationssysteme zur Unterstützung medizinischer Entscheidungsprozesse blicken auf eine lange Geschichte. Erste Vorschläge zur Nutzbarmachung von Rechenmaschinen für die ärztliche Arbeit gehen bis in die 50iger Jahre des vorherigen Jahrhunderts zurück. So skizzierte F.A. Nash 1954 in einer Lancet-Publikation eine mechanische Apparatur, die über eine visuelle Zuordnung von Symptomindexkarten zu Krankheitsentitäten in einem Tableau, differentialdiagnostische Überlegungen des Mediziners unterstützen sollte. [652] Weiterführende Überlegungen zum Einsatz von Computern zur Entscheidungsunterstützung in den Gesundheitsberufen wurden Ende der 1950iger Jahre von Ledley und Lusted angestellt. In Ihrer einflussreichen Arbeit "Reasoning Foundations of Medical Diagnosis" führen die Autoren sowohl Elemente der Logik in Form klassischer boolescher Algebra als auch wahrscheinlichkeitstheoretische Überlegungen über die Verwendung Bayesscher Statistik zur Abbildung des ärztlichen Diagnoseprozesses ein. [537,624] Zwei Jahre darauf entwickelten Warner et al. ein erstes funktionsfähiges CDSS zur Diagnose kongenitaler Herzerkrankungen auf der Basis Bayesscher Wahrscheinlichkeitstheorie. [952] Weitere Expertensysteme, wie etwa die Diagnosesoftware von Collen 1964, folgten. [172] Während sich die CDSS-Entwicklung anfangs ausschließlich auf Systeme konzentrierte, die der Diagnose von Krankheiten dienten, entwickelte Bleich 1969 erstmals eine Software, die Ärzten Entscheidungsunterstützung bei Therapieentscheidungen, im konkreten Fall, Störungen des Säure-Basen-Haushalts, liefern sollte. [88] Einen weiteren Meilenstein in der CDSS-Entwicklung stellte das System von Dombal et al. zur Differentialdiagnostik des Akuten Abdomens dar. [206] Den Autoren gelang erstmals eindrucksvoll der Nachweis, dass ein CDSS bei Diagnoseentscheidungen die Leistung erfahrener Ärzte übertreffen kann.

Die frühen CDSS erfassten Entscheidungsprobleme aus verschiedenen medizinischen Fachrichtungen und unterschieden sich bereits teils erheblich in ihrer Komplexität. Dennoch folgten sie als wissensbasierte Systeme einem grundsätzlich vergleichbaren Aufbau, der auch der Mehrzahl der in heutiger Zeit entwickelten CDSS inhärent ist. [74] Zentral steht die Wissensbasis. [129] Sie enthält relevante medizinische Informationen in Form von Regeln und Fakten. Der Zugriff auf diese Daten erfolgt durch eine Inferenzmaschine. Diese verknüpft Informationen der Wissensbasis

mit Patientendaten und generiert so neues Wissen, etwa in Form einer Diagnose oder Handlungsempfehlung. Zuletzt verfügt jedes wissensbasierte CDSS über eine Benutzerschnittstelle, die eine Interaktion des Anwenders mit dem System erlaubt. Bei der überwiegenden Mehrzahl der frühen CDSS handelte sich um sogenannte "Standalone Decision Support Systems". [88,885] Unter diesem Begriff werden Systeme subsummiert, die in Gesundheitseinrichtungen unabhängig von bestehender IT-Infrastruktur operieren. Ein solcher Ansatz bietet einige Vorteile. [980] Standardisierungsprobleme, etwa in Bezug auf die verwendete Terminologie, die Abbildung von Wissen oder Dateiformate, entfallen. Das gleiche gilt für Schnittstellenprobleme im Rahmen des Zugriffs auf Daten aus anderen Computersystemen. Beide Umstände erleichtern Entwicklung und Verbreitung der Systeme. Einschränkungen ergeben sich vor allem für den Anwender. [980] Die fehlende Kommunikation mit bestehender Health Information Technology (HIT) bedingt ineffiziente Arbeitsabläufe mit redundanter Dateneingabe und schließt weiterhin die Möglichkeit proaktiver CDSS aus.

Die hohe Prävalenz nicht integrierter Systeme unter den CDSS der frühen 1960iger Jahre ist neben der aufwändigeren Entwicklung vor allem dem technischen Entwicklungsstand der Zeit geschuldet. Personal Computer waren wenig verbreitet. [20,133] Gleiches galt für elektronische Gesundheitsakten. [41] Genauso wenig waren lokale Netzwerke zum erleichterten Datenaustausch zwischen einzelnen Systemen verfügbar. [630] Eine erste erfolgreiche Einbindung von CDSS-Komponenten in weitere Bestandteile eines Krankenhausinformationssystems (KIS) gelang 1967 dem LDS-Hospital in Salt Lake City mit dem seither kontinuierlich weiterentwickelten und auch heute noch verwendeten HELP-System. [309] Weitere, vor allem an großen Universitätskliniken und Health Maintenance Organisationen (HMO) entwickelte, integrierte Lösungen, wie etwa das in den USA an der Vanderbilt University programmierte WizOrder-System, folgten in den 1970er bis 1990er Jahren. [623] Die hier erreichte bessere Verzahnung der CDSS mit den Arbeitsabläufen der Anwender ist nach Ansicht vieler Autoren eine Grundvoraussetzung für die Akzeptanz und damit die weitere Verbreitung solcher Software im Gesundheitswesen. [59,392,469] Gleichzeitig stellt die Einbettung von Entscheidungsunterstützungssystemen in eine bestehende IT-Infrastruktur jedoch eine wesentliche Barriere für deren Distribution dar, da ein Transfer der so geschaffenen proprietären Lösungen in andere Software-

umgebungen in der Regel nur mit erheblichem Aufwand realisierbar ist (vgl. Abschnitt 1.2.3).

Um den Austausch von CDSS zu vereinfachen, wurden insbesondere seit den 1980er Jahren Bemühungen um eine Standardisierung von Decision Support-Inhalten vorangetrieben. [343] Einen ersten Meilenstein in diesem Prozess stellte 1989 die Entwicklung der sog. Arden Syntax, einer prozeduralen Programmiersprache zur Darstellung und Verarbeitung medizinischen Wissens, dar. [780] Regeln werden in sog. Medical Logic Modules hauptsächlich in Form von Wenn-Dann-Aussagen kodiert. [203] So wird eine Trennung von Entscheidungsunterstützungslogik und den standortspezifischen Daten und Strukturen der jeweiligen elektronischen Informationssysteme realisiert. [592] Der Austausch einzelner Wissensmodule zwischen verschiedenen Gesundheitseinrichtungen wird so erleichtert. [8] Dennoch ergeben sich durch die Loslösung von CDSS-Komponenten aus bestehender HIT-Infrastruktur nicht unerhebliche neue Probleme für den Austausch von Decision Support-Inhalten. Zentral steht hierbei das sog. Curly Braces-Problem. [440] Unterschiedliche klinische Informationssysteme verwenden abweichende Terminologien und Datentypen. Die Arden Syntax definiert kein standardisiertes Vokabular. Aus diesem Grund ist für den Transfer von CDS-Inhalten auf Basis der Arden Syntax in verschiedene HIT-Systeme stets eine manuelle Abbildung auf die jeweiligen institutionspezifischen Terminologien nötig. [343] Die Arden Syntax wird von Health Level Seven International (HL7), einer zentralen Organisation für die Entwicklung von Standards in der Medizininformatik, betreut und weiterentwickelt. [864] Einige große Anbieter von Health IT-Lösungen, deren Marktanteil sich 2009 auf etwa 25% belief, bieten eine gewisse Unterstützung des Standards in ihren Produkten an. [8,864,980] Dennoch hat in der Praxis der mit dem erwähnten Mapping-Problem verbundene Aufwand, den Austausch von derartigen Decision Support-Inhalten ganz erheblich eingeschränkt. [440] Neben der Arden Syntax wurden in den vergangenen 20 Jahren noch zahlreiche weitere Versuche unternommen, CDS-Inhalte standardisiert abzubilden. [669,980]. Hierzu zählen Standards wie GLIF, GELLO, HELEN, PROforma und Asbru, die jedoch bislang allesamt keine größere Verbreitung gefunden haben. [980] Neuere Ansätze versuchen einen Austausch und damit die Verbreitung von CDSS durch den Einsatz sog. Mediator- oder Wrapper-Architekturen in Form von Virtual

Health Records (VHR) zu beschleunigen. [450] Dabei wird eine standardisierte Programmierschnittstelle (API) vor das jeweilige klinische Informationssystem geschaltet. Diese definiert das für den Zugriff auf das klinische System nötige Vokabular. Informationssysteme oder CDSS, die von diesem Standardvokabular abweichende Terminologien verwenden, müssen ein Mapping auf die definierten Standards vornehmen. So können Decision Support Inhalte von jedem medizinischen Informationssystem, das die festgelegte API unterstützt, verwendet werden. [980] Konstrukte dieser Art werden auch als Service Oriented Architectures (SOA) bezeichnet. Eine erste Entwicklung auf dieser konzeptionellen Grundlage stellte das 2002 initiierte Shareable Active Guideline Environment Projekt (SAGE) dar. [914,915] Weitere Systeme wie das SEBASTIAN-Projekt oder die von Wright und Sittig entwickelte SANDS-Architektur folgten. [468,982] Bislang hat allerdings keiner dieser Ansätze Verbreitung außerhalb von Pilotprojekten im universitären Umfeld gefunden.

Der mit dem Curly Braces-Problem verbundene Mapping-Aufwand wird durch den Einsatz von SOA zumindest reduziert. Statt einer Verknüpfung vieler individueller CDSS mit einem Kliniksystem, ist nur die einmalige Abbildung des Systems auf den VHR nötig. [592] Gleichzeitig besteht allerdings auch bei diesem Ansatz die Notwendigkeit, Standards innerhalb der virtuellen Gesundheitsakte im Hinblick auf die zu verwendenden Datenmodelle, Vokabulare und Abfragestrukturen zu definieren. [982] Zentral steht national wie international das Problem fehlender gemeinsamer Normen. [439] Zwar haben einige Standards wie etwa die Systematised Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT) oder die Datenbank Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC) für die Abbildung von Laborwerten eine gewisse Verbreitung erlangt. [539,940] Dennoch kommen auch „herausragende Begriffssysteme“ [423] wie SNOMED CT allenfalls sporadisch in heutiger HIT zur Anwendung. [246] Für Deutschland fehlt für die weltweit umfangreichste medizinische Nomenklatur gar seit 2004 eine aktuelle Übersetzung. [795] Um eine weitere Standardisierung auf dem Gebiet der Health IT voranzutreiben, sind in den letzten Jahren in zahlreichen Ländern, nicht zuletzt auf Betreiben nationaler Gesetzgeber, Institutionen mit dem Zweck Leben gerufen worden, nationale HIT-Standards zu etablieren. [49] Erklärtes Ziel ist die weitere Verbreitung von CDSS und anderen Informationstechnologien im Gesundheitswesen.

1.2 Stand der Forschung

1.2.1 CDSS-Evaluation

Systemen zur medizinischen Entscheidungsunterstützung wird verbreitet eine wichtige Rolle auf dem Weg zu mehr Patientensicherheit und einer qualitativ hochwertigeren Gesundheitsversorgung zugeschrieben. [424,491,575,834] Der Einfluss von CDSS auf die medizinische Versorgungsqualität ist Gegenstand zahlreicher Studien. [107] Befürworter einer möglichst umfassenden Nutzung solcher Systeme im Gesundheitswesen verweisen auf diverse Übersichtsarbeiten, die die positiven Effekte einer Vielzahl von CDSS auf anbieterbezogene Zielgrößen nachweisen. [50,110,211,310,370,435,441,666,818,822,826,838,841] Johnston et al. erfassten in einem frühen Systematic Review 28 zwischen 1974 und 1992 entwickelte Systeme. [451] Ein positiver Effekt auf die Qualität ärztlicher Arbeit wurde für etwas über die Hälfte der CDSS bestätigt. Dabei war die Leistungsfähigkeit damaliger Computersysteme eingeschränkt. [300] Benutzeroberflächen und Schnittstellen muten aus heutiger Sicht wenig anwenderfreundlich an. [611] Die viel zitierte Übersichtsarbeit von Garg et al. umfasst 100 CDSS bis einschließlich 2004. [310] Verbesserungen anbieterbezogener Parameter konnten für knapp zwei Drittel der Implementierungen nachgewiesen werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Reviews neueren Datums, wie die 2011 und 2012 publizierten Arbeiten von Bright et al., Hemens et al. und Nieuwlaat et al. [107,370,666]. Jaspers et al. aggregierten 2010 die Ergebnisse 17 methodisch hochwertiger Übersichtsarbeiten zum Einfluss von CDSS auf die Versorgungsqualität. [435] Auch hier wurde für die Mehrzahl der Primärstudien ein positiver Einfluss auf die Qualität ärztlicher Arbeit dokumentiert. Ein noch eindrücklicher Beleg für das Potenzial von CDSS gelang Kawamoto et al. [469] In der 2005 publizierten Übersichtsarbeit konnten anbieterbezogene Zielgrößen für 94% der untersuchten Systeme positiv beeinflusst werden, wenn die CDSS automatisch agierten, in bestehende Arbeitsabläufe integriert waren und außerdem am Ort und zum Zeitpunkt der Entscheidungssituation eingesetzt wurden.

Kritiker einer weitreichenden Einführung computerbasierter Entscheidungsunterstützungssysteme in der Gesundheitsversorgung weisen hingegen auf eine unzureichende methodische Qualität vieler CDSS-Studien und Übersichtsarbeiten hin. [86] Moniert werden insbesondere Defizite in Bezug auf die Datenerfassung und -analyse

sowie eine unzureichende Beschreibung der IT-Systeme. [207] Die Folgen der eingeschränkten Methodenqualität vieler HIT-Evaluationen auf die Aussagekraft von CDSS-Übersichtsarbeiten wird allerdings durch die Konzentration vieler Reviews auf randomisiert kontrollierte Studien (RCTs), die in Qualitätsbeurteilungen regelmäßig bessere Ergebnisse erzielen, zumindest gemildert. [207] Weiterhin können bestimmte Eigenschaften qualitativ hochwertiger Studien-Designs, wie etwa eine doppelte Verblindung oder eine vollständige Trennung von Interventions- und Kontrollgruppe, für HIT-Evaluationen generell nicht oder nur mit großem Aufwand realisiert werden. [451]

Darüber hinaus werden von vielen Autoren fehlende Daten bezüglich der Sicherheit von CDSS und anderer HIT angeprangert. [86,126] Das Auftreten potenzieller Behandlungsfehler durch die Implementierung von Computertechnologie in komplexen Klinikumgebungen wird zunehmend kritisch diskutiert. [80,98,330,355,495,955] Hierzu hat nicht zuletzt die Arbeit von Koppel et al. beigetragen. Die Autoren dokumentierten 2005 wie ein in den USA verbreitetes CPOE-System regelmäßig Fehler bei der Verschreibung von Medikamenten begünstigte. [495] Dem wird entgegengehalten, dass das seinerzeit untersuchte System nicht dem aktuellen Stand der Technik entsprach und die beschriebenen Verordnungsfehler lediglich in Befragungen genannte theoretische Mängel darstellten. [60] Indes stellt die Einführung neuer Fehler bei der Etablierung komplexer IT-Lösungen auch außerhalb des Gesundheitswesens kein neues Phänomen dar. [38,892] Anstatt die bei der Einführung neuer HIT anfänglich unweigerlich auftretenden Fehler als Anlass für einen generellen Verzicht auf solche Systeme zu nehmen, sollte nach Ansicht von vielen Informatikern, der Fokus auf einer frühen, gezielten und schnellen Verbesserung von Softwareinstallationen gelegt werden. [941]

Ein letzter zentraler Kritikpunkt an Studien zur Leistungsfähigkeit von CDSS stellt der fehlende Nachweis positiver Effekte auf patientenbezogene Zielgrößen dar. [435] In der Tat konnten Verbesserungen in Übersichtsarbeiten bislang ausschließlich für Aspekte der medizinischen Versorgungsqualität und damit anbieterbezogene Parameter nachgewiesen werden. [86,107,435] Für diesen Umstand werden u.a. Studien mit zu geringen Fallzahlen sowie nicht geeignete Zielgrößen verantwortlich gemacht. [417,451,841] Eine weitere Etablierung von CDSS wird aus diesem Grund von eini-

gen Autoren abgelehnt. [107,370] CDSS-Implementierungen seien schlechterdings nach den gleichen strengen Kriterien zu evaluieren wie neue Arzneimitteltherapien. [86] Der Schluss, dass ein CDSS, das eine erwiesenermaßen wirksame medizinische Intervention empfiehlt, auch positive Auswirkungen auf patientenbezogene Zielparameter haben muss, sei nicht zwangsläufig möglich. [370]

Diese Sichtweise wird von anderen Teilen der Literatur abgelehnt. [373] So betonen Heathfield et al., dass IT-Lösungen gerade keine Arzneimittel seien und aus diesem Grund, ähnlich wie etwa Airbags oder Sicherheitstechnologien in der Luftfahrt, teils anderer Evaluationsmethoden bedürfen. [364] Advokaten einer umfassenden Verbreitung von CDSS verweisen zudem vor allem auf die Notwendigkeit, effektive Maßnahmen gegen die weltweit nachgewiesenen gravierenden Mängel in der medizinischen Versorgung zu etablieren (vgl. Abschnitt 1). [682] Es existiert eine erhebliche Kluft zwischen gesicherten medizinischen Erkenntnissen, die in evidenzbasierten Leitlinien münden und tatsächlicher Behandlung. [131,424] In den USA etwa erfährt lediglich die Hälfte aller Patienten eine leitliniengerechte medizinische Versorgung. [588,613] In Deutschland offenbarte eine Umfrage unter Internisten und Allgemeinmedizinern, dass ca. ein Drittel der befragten Ärzte nicht mit grundlegenden Leitlinien ihres Fachgebietes vertraut sind. [366] Ähnliche Zahlen werden für weitere europäische Länder berichtet. [383] Insgesamt ist innerhalb der Gesundheitssysteme vieler Länder eine erhebliche Variabilität in der Versorgungsqualität zu verzeichnen. [434,931] Fehler in der Patientenbehandlung sind auch 15 Jahre nach der eingangs erwähnten, viel beachteten Untersuchung durch das amerikanische Institute of Medicine, wonach in den USA jährlich eine fast sechsstellige Anzahl an Patienten durch Behandlungsfehler stirbt, weit verbreitet. [180,491,532] Im Gegenteil gibt es Hinweise, dass bisherige Berechnungen zu iatrogenen Schäden, das Problem bisher möglicherweise drastisch unterschätzt haben. [427] Vor diesem Hintergrund wird eine konsequente Einführung von CDSS als nachgewiesenermaßen effektive Maßnahme zur Verbesserung der medizinischen Versorgungsqualität von vielen Autoren befürwortet. [61,75,310,347,431,431,469,682]

1.2.2 Verbreitung von CDSS

Auch von Seiten der Politik und anderen Stakeholdern gibt es zunehmend Stimmen, die eine rasche Verbreitung von CDSS fordern. In den USA wurde 2014 mit dem

Protecting Access to Medicare Act of 2014 (PAMA) erstmals ein Gesetz verabschiedet, das künftig von Ärzten in bestimmten Fällen den Einsatz von CDSS verlangt, um Leistungen mit der öffentlichen Krankenversicherung Medicare abrechnen zu können. [917] Der Health Information Technology for Economic and Clinical Health Act (HITECH) stellt insgesamt 27 Milliarden US-Dollar an öffentlichen Mitteln als Anreiz für die Implementierung von elektronischen Gesundheitsakten zur Verfügung, die sog. „meaningful use“ Kriterien entsprechen. [759] Hierzu gehört obligatorisch der Einsatz von CDSS. [90] In Europa kündigte die Europäische Kommission in ihrem eHealth Aktionsplan 2012-2020 u.a. an, weitere Mittel für die Forschung an Instrumenten und Werkzeugen zur Entscheidungsunterstützung bereitzustellen. [260] In Schottland sieht die aktuelle eHealth Strategy 2014-2017 einen Ausbau der elektronischen Infrastruktur im Gesundheitswesen in der Gestalt vor, dass bis 2020 allen relevanten Mitarbeitern im Gesundheitswesen Zugang zu CDSS garantiert werden soll. [662] Auch Dänemark plant in einem aktuellen Strategiepapier zur Digitalisierung im Gesundheitswesen den Einsatz der Systeme voranzutreiben. [897] In diesem Kontext muten die Pläne in Deutschland zur Einführung der elektronischen Gesundheitskarte, für die aktuell allenfalls vage Pläne für eine künftige Integration von EHR-Komponenten existieren, wenig ambitioniert an. [287] Unterstützung für die weitere Verbreitung von CDSS kommt dagegen von Patientenverbänden. [653] Auf supranationaler Ebene wird von der WHO die Bedeutung innovativer HIT wie CDSS für eine qualitativ hochwertige Gesundheitsversorgung, insbesondere in strukturschwachen Gebieten, betont. [979]

Das Potenzial von CDSS, Verbesserungen der medizinischen Versorgungsqualität zu erzielen und Fehler in der Gesundheitsversorgung zu vermeiden sowie die Unterstützung der Technologie durch diverse Stakeholder, geht mit vermehrter Forschung im Bereich CDSS in den letzten Jahren einher. [28,237] Gleichzeitig besteht jedoch eine erhebliche Diskrepanz zwischen zunehmender CDSS-Entwicklung einerseits und der tatsächlichen Implementierung von Systemen zur klinischen Entscheidungsunterstützung im Gesundheitswesen andererseits. In den USA haben nicht zuletzt die durch den HITECH-Act geschaffenen monetären Anreize seit 2009 zu einer erheblichen Verbreitung von HIT geführt. [216] Dennoch verfügen auch 2014 nur etwa ein Drittel der amerikanischen Krankenhäuser über eine umfassende elektronische Patientenakte mit weitreichender CDSS-Funktionalität. [137] In Südkorea waren 2010 ca.

ein Viertel aller Krankenhäuser der Maximalversorgung mit CDSS ausgestattet. [134] Eine Befragung 246 deutscher Krankenhäuser im Jahr 2013 ergab für die vollständige Implementierung verschiedener CDSS-Komponenten Anteile von lediglich 9% (medizinische Leitlinien und Pfade) bis 14% (Alarmfunktionen). [410] Die Einführung solcher Funktionalität für Teilbereiche bestätigten 25 bis 39% der Kliniken. Ähnliche Zahlen finden sich in Deutschland für die Verbreitung von CDSS in der ambulanten Versorgung. So gaben in einer Umfrage unter über 900 Allgemeinmedizinern und Pädiatern zur Nutzung von Informationstechnologien lediglich 26% der Ärzte an, elektronische Warnsysteme für Medikamenteninteraktionen oder Dosierungsfehler zu nutzen. [372] Elektronische Hinweise auf leitliniengestützte Eingriffe oder Screenings setzten gar nur 9% der befragten Mediziner ein. Der Mittelwert für die Verbreitung dieser Form der Entscheidungsunterstützung lag für die elf befragten europäischen und nordamerikanischen Länder sowie Australien bei 26%.

1.2.3 Determinanten erfolgreicher IT-Implementierung

1.2.3.1 Modelle zur Adoption neuer Technologien

Die Ursachen für die bislang eingeschränkte Verbreitung von CDSS im Gesundheitswesen waren und sind Gegenstand der Forschung. Zahlreiche Modelle versuchen, die für die erfolgreiche Implementierung und Anwendung von IT relevanten Faktoren zu beschreiben. [27] Weit verbreitet ist das 1989 von Davis [201] entwickelte, auf der von Fishbein und Ajzen [282] begründeten Theorie des überlegten Handelns aufbauende, Technology Acceptance Model (TAM). [542] Danach ist die Annahme einer IT-Lösung durch den Nutzer und damit letztlich auch der Erfolg einer neuen Technologie, eine Funktion des wahrgenommenen Nutzens und der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit eines Systems. [513] Die von Davis initial postulierten Zusammenhänge konnten in zahlreichen Studien auch für HIT bestätigt werden. [393] In diversen Erweiterungen des Modells wurden vor allem weitere Variablen zur Erklärung der allgemeinen Konstrukte eingeführt. Venkatesh und Davis benennen sechs soziale (subjektive Normen, Selbstbestimmung, Status) und kognitive Elemente (Ergebnisqualität, Ergebnisbeeinflussung, Relevanz für die eigene Arbeit), die den Faktor des wahrgenommenen Nutzens weiter erklären sollen. [934] Das von Dixon beschriebene Information Technology Adoption Model (ITAM) betont dagegen, dass wahrgenommener Nutzen und Benutzerfreundlichkeit einer IT-Lösung

zentral von der Kongruenz der Fähigkeiten des Anwenders und der diversen Anforderungen, die ein System an seine Nutzer stellt, abhängt. [223] Dieses Konzept wurde sowohl von Goodhue in seinem Task-Technology-Fit-Model als auch von Ammenwerth durch das FITT-Framework weiterentwickelt. [27,334] Letzeres betont die Bedeutung der Abstimmung von Eigenschaften des Nutzers, der zu implementierenden Technologie sowie der durchzuführenden Aufgaben und Prozesse für die erfolgreiche Einführung von IT.

Ein weiterer prominenter Ansatz stellt die Diffusion of Innovations Theory nach Rogers dar, die vor allem den zeitlichen Prozess bei der Einführung neuer Technologien analysiert. [746] Danach besteht innerhalb der Mitglieder einer Organisation ein erhebliches Gefälle bez. der Bereitschaft Innovationen anzunehmen. Die Verbreitung einer Technologie ist zentral von komplexen Kommunikationsprozessen abhängig, die dem Abbau von Unsicherheit ggü. der neuen Technologie dienen und wesentlich von Eigenschaften der Innovation beeinflusst wird. Hierzu zählt neben der Komplexität einer Technologie vor allem die Kompatibilität mit bestehenden Bedürfnissen und Erfahrungen, der relative Vorteil ggü. bestehenden Technologien sowie die Möglichkeit eine Innovation zu testen und die Ergebnisse wahrzunehmen.

Der Versuch einer Konsolidierung vieler der bisher genannten Modelle wurde 2003 durch Venkatesh et al. mit der sog. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) unternommen. [935] Als wesentliche Einflussfaktoren für die Verhaltensabsichten der Nutzer einer Technologie wurden die erwartete Leistungsfähigkeit, der erwartete Aufwand bei der Verwendung und soziale Einflussfaktoren identifiziert. Jede dieser allgemeinen Variablen wird wiederum durch zahlreiche weitere Konstrukte aus acht bisherigen Modellen zur Adoption von IT-Lösungen erklärt. Der jeweilige Einfluss der genannten Faktoren wird zudem durch die Moderatoren Alter, Geschlecht, Erfahrung und Freiwilligkeit beeinflusst. Zuletzt werden erleichternde Faktoren benannt, die direkten Einfluss auf das Nutzerverhalten haben sollen. Kritik an UTAUT äußert u.a. Bagozzi, der ein wenig kohärentes Nebeneinander einer zu großen Anzahl an Variablen moniert und das Forschungsgebiet allgemein in einem fragmentierten Stadium des Chaos verordnet. [46]

Darüber hinaus ist allen bisher genannten Theorien zur Beschreibung von Einflussfaktoren für die Adoption von IT gemein, dass sie nicht spezifisch für die Evaluation

von HIT entwickelt wurden. Damit geht eine fehlende Kontextualisierung der generischen Variablen von Modellen wie dem TAM für die CDSS-Domäne einher. [393] Das Ableiten konkreter Handlungsempfehlungen für die Implementierung von CDSS ist so erschwert. Auch existieren neben der Akzeptanz einer neuen Technologie durch den Anwender zahlreiche weitere Faktoren, die die erfolgreiche Einführung von IT beeinflussen.

1.2.3.2 Erfahrungsberichte

Verlässt man aus diesen Gründen allgemeine Modelle zur Erklärung erfolgreicher IT-Implementierung, finden sich in der Literatur eine Vielzahl von Berichten, die Erfolgsfaktoren und Hindernisse einzelner Autoren bei der Implementierung von CDSS für verschiedene Projekte diskutieren. [3,5,26,59,87,140,195,196,220,232,596,798,812,813,911] So fassen Bates et al. in einer häufig zitierten Arbeit ihre langjährige Erfahrung bei der CDSS-Entwicklung und -implementierung an einem Lehrkrankenhaus der Harvard Universität in den in Tabelle 1 dargestellten zehn Geboten für effektiven Clinical Decision Support (CDS) zusammen. [59] Aufgeführt werden vornehmlich wünschenswerte Eigenschaften entsprechender CDSS, wobei die Mehrzahl der Empfehlungen die Interaktion von Anwender und System tangiert.

Tabelle 1: Faktoren für erfolgreiche CDSS nach Bates et al. 2003 [59]

Erfolgsfaktoren
1. Geschwindigkeit des Systems
2. CDSS am Ort und Zeitpunkt der Entscheidung
3. Integration von CDSS in Arbeitsabläufe der Anwender
4. Usability-Tests vor der Implementierung
5. Vermeidung von CDSS, die Handlungen unterbinden und keine Alternativen anbieten
6. Handlungen durch CDSS lenken statt komplett zu ändern
7. Einfache Interventionen
8. CDSS, die möglichst wenige zusätzliche Informationen verlangen
9. CDSS-Erfolg überwachen, Rückmeldungen einholen und darauf reagieren
10. Wissensbasis aktuell halten und Systemnutzung überwachen

Demgegenüber dient Amirfar et al. in ihrem Erfahrungsbericht von der Einführung von CDSS-Funktionalität in der ambulanten Krankenversorgung in New York City bez. der geäußerten Empfehlungen vor allem der CDSS-Implementierungsprozess als Orientierung. [26] Als zentrale Punkte für ein erfolgreiches Projekt werden eine rea-

listische Definition des Projektumfangs, Unterstützung durch das Management, ein kompetenter Softwarepartner, eine transparente Betriebsstrategie, Softwaretests unter realen Bedingungen sowie der Rückgriff auf bereits etablierte Entwicklungen genannt. Trivedi et al. wiederum fassen verschiedene in der Literatur identifizierte Barrieren für die Implementierung computergestützter medizinischer Leitlinien zusammen (vgl. Tabelle 2). [913] Ähnlich wie auch bei Bates stehen soziotechnische Faktoren im Zentrum der Betrachtung.

Tabelle 2: Barrieren für die Implementierung von CDSS nach Trivedi et al. 2002 [913]

Kategorie	Barriere
Mensch	- mangelnde Bereitschaft, IT-Lösungen zu verwenden - mangelnde Datensicherheit - zusätzlicher Verwaltungsaufwand
Organisation	- Unternehmenskultur und Arbeitsklima - Mangel an Schulung und Unterstützung für die Anwender - fehlende Anreize für die Verwendung von CDSS - mangelnde Einbindung von Anwendern in den Entwicklungsprozess - fehlende Rückmeldung durch die Anwender
Technik	- fehlende Integration in bestehende Arbeitsabläufe - Fehlfunktion, mangelnde Leistungsfähigkeit, Wartezeiten, u.ä.

Zu vergleichbaren Ergebnissen kommt auch die Übersichtsarbeit von Moxey et al. [640] Stärkere Gewichtung erhalten hier die Systemeigenschaften und insbesondere die Qualität der zur Verfügung gestellten CDSS (vgl. Tabelle 3). Ein Meta-Analyse von 37 Übersichtsarbeiten zur Ermittlung von fördernden oder hindernden Faktoren für die HIT-Implementierung – darunter 6 Reviews zum Thema CDSS – wurde 2012 von Mair et al. publiziert. [583] Die Autoren klassifizieren darin über 800 Aussagen zur Adoption von HIT anhand der Normalization Process Theory, einem soziologischen Modell, das die Operationalisierung neuer Technologien in der medizinischen Praxis anhand vier zentraler Konstrukte erklärt. [606] Danach ist die erfolgreiche Integration einer Innovation insbesondere davon abhängig, inwiefern die geplante Veränderung von Anwendern als sinnvoll wahrgenommen wird („coherence“), Nutzer in den Implementierungsprozess einbezogen werden („cognitive participation), Anwender den Implementierungsprozess bewerten („reflexive monitoring“) und schließlich den konkreten Maßnahmen, die für die Implementierung durchzuführen sind („collective action“). Mair et al. stellen diesbezüglich fest, dass die drei erst genannten

Faktoren in der bisherigen Literatur zur Implementierungsforschung von HIT nur unzureichend berücksichtigt werden.

Tabelle 3: Zusammenfassung von Einflussfaktoren für die Adoption von CDSS nach Moxey et al. [640], gewichtet nach der Anzahl der Primärstudien, die das jeweilige Thema behandeln

Kategorie	Subthemen nach Häufigkeit in Primärstudien
Organisation	Infrastruktur (17): Zugang (10), technische Probleme (15) Implementierung (23): Technische Unterstützung (6), Integration (7), Rollen & Verantwortlichkeiten (14), Haftung (6)
Anwender	IT-Kenntnisse & Schulung (26) Bisherige Arbeitsabläufe, Präferenzen & Rollen (35)
Patient	Eigenschaften (14), Arzt-Patienten-Interaktion (11), Einfluss auf den Patienten (8)
System	Integration in Arbeitsabläufe (38): Anwenderfreundlichkeit (23), Zeitpunkt & Häufigkeit des CDSS-Intervention (25), Zeit (30), Präsentation (19) Inhalte (37): Relevanz (24), Qualität und Art der Information (35), Abweichungen zu lokalen Standards (2)

1.2.3.3 Expertenbefragungen

Neben den persönlichen Erfahrungsberichten einzelner Autoren und darauf aufbauenden Übersichtsarbeiten finden sich in der Literatur zahlreiche Veröffentlichungen, die auf Expertenbefragungen fußen. Paré et al. veranlassten 2008 in Québec eine Delphi-Studie mit 21 Teilnehmern zur Identifikation und Gewichtung von Faktoren, die den Erfolg von Projekten zur Etablierung von klinischen Informationssystemen negativ beeinflussen. [695] Danach spielt die rein technologische Dimension gegenüber Faktoren, die die Einbindung der Anwender in das Projekt betreffen, eine untergeordnete Rolle (vgl. Tabelle 4). Zentrale Bedeutung kommt nach Meinung der befragten Experten auch dem bereits in den zuvor angeführten theoretischen Modellen beschriebenen wahrgenommenen Nutzen der KIS durch den Anwender zu.

Tabelle 4: Risikofaktoren für den Erfolg von KIS-Projekten nach einer Delphi-Studie von Paré et al nummeriert nach abnehmender Bedeutung. [695]

Kategorie	Gewichteter Faktor
Technologie	Schwache Softwareleistung (11), komplexe Softwarelösung (18), komplexe/ unzuverlässige technische Infrastruktur oder Netzwerk (20), komplexe/nicht kompatible Hardware (21), Einführung einer neuen Technologie (22),
Anwender	Unrealistische Erwartungen (13), unzureichende Computerkenntnisse (22)
Benutzerfreundlichkeit	Mangelnder wahrgenommener Nutzen (3), Konflikte mit lokalen Strukturen und Prozessen (5), mangelnde wahrgenommene Bedienbarkeit (14) ,
Projektteam	Fehlendes Wissen oder fehlende Fähigkeiten (7), Änderungen der Zusammen-

	setzung (8), negative Einstellung von Teammitgliedern (12)
Projekt	fehlender Projekt-Champion (1), unklare Definition des Projekts (4), unzureichende Ressourcen (10), Projektgröße und –komplexität (16),
Organisation/ Umwelt	Fehlender Einsatz durch Management (2), Veränderung von Organisationsstrukturen (9), rechtliche und ethische Hindernisse (17), fehlende IT-Kenntnisse von Mitarbeitern vor Ort (19),
Strategie/Politik	Politische Konflikte (6), unzuverlässige externe Partner (15)

Den Grad der Vielfalt und die Komplexität der Faktoren, die eine erfolgreiche IT-Implementierung beeinflussen, verdeutlicht auch eine 2006 von Brender et al. publizierte Delphi-Studie. [105] Die befragten Medizininformatiker identifizierten 110 für die IT-Einführung relevante Erfolgsfaktoren in 12 Kategorien. Die Ergebnisse einer weiteren Expertendiskussion speziell zum Thema CDSS-Implementierung wurden 2007 von Jenders et al. veröffentlicht. [438] Die 30 involvierten leitenden Medizininformatiker betonten in ihrer dreistündigen Diskussion die Bedeutung einer zentralen Projektkoordination mit klar definierten Rollen und Zuständigkeiten. Darüber hinaus sollten CDSS-Interventionen vor allem mit den klinischen Zielen der jeweiligen Organisation übereinstimmen und eine gute Integration in die Arbeitsabläufe des medizinischen Personals garantieren. Dabei wurde insbesondere das Problem der sog. „alert fatigue“ angesprochen. Hierbei führen häufige, oft unspezifische Hinweise eines CDSS zu einer zunehmenden Vernachlässigung sämtlicher CDSS-Hinweise und damit einer potenziell suboptimalen Patientenversorgung. [923]

Spreckelsen et al. haben 2012 die Ergebnisse einer Online-Umfrage zu wissensbasierten Systemen im deutschsprachigen Raum veröffentlicht. [857] Befragt wurden Direktoren universitärer medizininformatischer Abteilungen, Autoren der Zeitschrift Artificial Intelligence in Medicine sowie Mitwirkende zahlreicher themenrelevanter Konferenzen u.a. zum Thema Probleme bei der Anwendung wissensbasierter Systeme (WBS) in der Medizin und künftigen Herausforderungen (vgl. Tabelle 6). Die Akzeptanz durch den Anwender war mit Abstand die am häufigsten genannte Schwierigkeit bei der Verwendung von WBS. Im Vergleich zu bisherigen Arbeiten bezog sich ein vergleichsweise hoher Anteil der genannten Probleme auf technische Herausforderungen bei der Systementwicklung, wie etwa die Abbildung von Wissen, die Systemintegration, Fragen der Sicherheit und Strukturierung von Daten sowie Standardisierungsprobleme.

Tabelle 5: Zusammenfassung zentraler Probleme bei der Anwendung wissensbasierter Systeme in der Medizin nach Spreckelsen et al. [857]

Häufigkeit	Genanntes Problem
>10%	Akzeptanz, Abbildung von Wissen, Systemintegration
5-10%	Nachhaltigkeit, Benutzerfreundlichkeit, Verfügbarkeit/Verlässlichkeit, Nachfrage, fehlendes Hintergrundwissen, Transparenz, Prozessintegration, Standardisierung
<5%	Fehlende Zeit, Datensicherheit, Entwicklungsaufwand, fehlende Spezialisten, fehlende strukturierte Daten, Alert Fatigue, Sensitivität/Spezifität

Ein von Spreckelsen et al. nicht erfasstes, jedoch von zahlreichen anderen Autoren thematisiertes Problemfeld stellen Vorgaben nationaler und supranationaler Gesetzgeber an die Inverkehrnahme und den Betrieb von CDSS dar. [105,695] Zentrale Bedeutung hat in diesem Zusammenhang in den letzten Jahren die potenzielle Klassifikation von CDSS als Medizinprodukt und die damit verbundenen regulatorischen Anforderungen an Hersteller und Anwender gewonnen. [998]

In der Europäischen Union (EU) ist Software nach der EU-Richtlinie Medical Devices 93/42/EWG und der Änderungsrichtlinie 2007/47/EG seit 2010 explizit als aktives Medizinprodukt zu klassifizieren, wenn der Hersteller einen Einsatz zur Diagnose, Therapie, Prävention oder Überwachung von Krankheiten bestimmt (Artikel 1 Abs.2a). Auf Basis dieser Zweckbestimmung erfolgt eine Risikoklassifizierung, die den mit der Inverkehrnahme und dem Betrieb verbundenen regulatorischen Aufwand bestimmt (Anhang IX zu 93/42/EWG). Für den Softwarebetreiber bedeutet jede Klassifikation als Medizinprodukt etwa eine dokumentationspflichtigen Schulungspflicht für Anwender und Instandhalter, regelmäßige Systemüberprüfungen sowie eine Testung aller sicherheitsrelevanten Funktionen und Konstruktionsmerkmale nach jeder Softwareaktualisierung. [446] Dazu gesellen sich potenzielle Haftungsfragen bei erweiterter Verwendung der Software, einer Fehlklassifizierung durch den Hersteller oder einer Parametrisierung von Programmen sowie die Verpflichtung einer Marktbeobachtung für die jeweilige Software zur frühzeitigen Erkennung von Gefährdungspotenzialen. [79,460] Für den Hersteller gilt es u.a. ein Konformitätsbewertungsverfahren zu durchlaufen. Dies geschieht abhängig von der ermittelten Risikoklasse unter Hinzuziehung einer externen Auditierungs- und Zertifizierungsstelle. In Kanada nimmt der dortige Food and Drug Act keinen direkten Bezug zu Software. [859] Auf Grund der sehr allgemeinen Definition des Terminus „Medizinprodukt“ sind CDSS jedoch regelmäßig von den diesbezüglichen regulatorischen Vorgaben

betroffen. [362] In den USA obliegt der amerikanischen Food and Drug Administration (FDA) die Regulierung von Medizinprodukten und damit auch aller CDSS, die die Definition eines „medical devices“ erfüllen. [794] Kritisch wird in diesem Zusammenhang gesehen, dass die Bundesbehörde bislang keine verbindlichen Aussagen getroffen hat, in welchem Umfang CDSS und andere HIT konkret von regulatorischen Vorgaben betroffen sind. [165] Ergebnisse einer aktuellen Onlineumfrage unter Softwareentwicklern deuten daraufhin, dass diese Rechtsunsicherheit verbreitet zu Verzögerungen und nicht selten auch zur Aufgabe von CDS-Projekten in den USA geführt hat. [166] Im Dezember 2016 wurde dann mit dem 21st Century Cures Act ein Gesetz verabschiedet, das den Umfang der Regulierung von HIT durch die FDA präzisieren soll (vgl. H.R.34/Cures Act Section 3060). [412] Gleichzeitig hat die FDA im Oktober 2016 ein erneutes Leitfadepapier zur Regulierung medizinischer Software zur Diskussion freigegeben, das einen weiteren Beitrag zu mehr Rechtssicherheit bei der Regulation von CDSS leisten soll [178]. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass eine Klassifizierung von CDSS als Medizinprodukt in allen betrachteten Rechtsräumen möglich ist. Unterschiede existieren bezüglich individueller Ein- und Ausschlusskriterien sowie der Risikostratifizierung und konkreter Regelungsvorgaben. [978]

1.2.3.4 Anwenderbefragungen

Weitere Untersuchungen basieren auf der Befragung von Anwendern. So führten Short et al. 2004 eine Studie zu Hindernissen bei der Adoption von CDSS unter 15 britischen Allgemeinmedizinerinnen durch. [829] Angeführt wurden vor allem Zeitmangel, mangelnde IT-Kenntnisse, Sorgen bez. negativer Reaktionen durch Patienten und Schwierigkeiten bei der Interpretation der geleisteten Entscheidungsunterstützung. Das Problem fehlender zeitlicher Ressourcen stellte auch das primäre Problem für die Nutzung von CDSS-Funktionalität in einer Umfrage unter 261 Mitarbeitern der größten amerikanischen Gesundheitsorganisation dar. [697] Eine Befragung 48 finnischer Hausärzte unterstrich dagegen die Bedeutung des bereits im TAM thematisierten wahrgenommenen Nutzens eines CDSS als zentraler Einflussfaktor für die erfolgreiche CDSS-Adoption neben Kriterien der Benutzerfreundlichkeit. [496]

1.2.3.5 Weitere Untersuchungen

Eine umfassendere Untersuchung zur Identifikation von Erfolgsfaktoren für die Entwicklung und Implementierung von CDSS führten Ash et al. von 2007 bis 2010 in sieben kommunalen Kliniken in den USA durch. [39] Die Arbeit basiert auf 82 Interviews mit CDSS-Stakeholdern, einer Feldstudie sowie einer Diskussionsrunde mit IT-Experten zur Ableitung konkreter Handlungsempfehlungen aus zuvor identifizierten Themen (vgl. Tabelle 4) Die dargelegten Erfolgsfaktoren tangieren ein breites Spektrum von technischen Aspekten der CDSS-Entwicklung über Fragen der Systemintegration und -koordination bis hin zu soziotechnischen Themen und bestätigen viele der bislang in der Literatur identifizierten Handlungsempfehlungen für eine erfolgreiche CDSS-Adoption.

Tabelle 6: Themen und Handlungsempfehlungen für die Entwicklung und Implementierung von CDSS nach Ash et al. 2012 [39]

Thema	Unterthemen und Handlungsempfehlungen
Workflow	Frühe Evaluation von Workflows, Beginn mit einfachen CDSS, Anpassung CDSS-Produkte an Workflows und umgekehrt
Wissensmanagement	Generierung von Wissen: frühe Planung und ausreichende Ressourcen, Wissensbibliothek: Katalogisierung und Überwachung der CDSS
Daten	Verfügbarkeit von Patientendaten: Entwicklung von Schnittstellen zu externen Systemen, Datenqualität: Personal über Bedeutung aufklären, Datenverwendung: Datenaustausch zwischen Systemen forcieren und Standards etablieren
CDSS & Nutzer	Feedback für Systemanpassungen und Systemnutzen von Anwendern erbitten
Messen	Messwerte für CDSS-Verbesserung nutzen, Berichtswesen unterstützen
Koordination	Bestehende Strukturen identifizieren, Entscheidungsstrukturen früh etablieren und regelmäßig prüfen, Industrie-Beziehungen pflegen, Kliniker involvieren
Kollaborationen	Zusammenarbeit bei der Entwicklung unterstützen, gemeinsame Sprache sprechen, Zeit mit Anwendern bei der Systemnutzung verbringen,
CDSS Bedeutung	Anwenderperspektiven und Bedeutungsvielfalt verstehen
Wichtige Personen	Rollen klar definieren, Mitarbeiter schulen
Kommunikation, Training, Support	Nutzer einbeziehen, Ressourcen bereitstellen, „über-kommunizieren“

In einer weiteren Untersuchung vergleicht dieselbe Arbeitsgruppe Herausforderungen für die CDSS-Implementierung aus Sicht von EHR-Anbietern, kommerziellen Anbietern von CDS-Inhalten sowie CDSS-Stakeholdern in Krankenhäusern und Kliniken durch Interviews und Feldforschung. [40] Relevante Unterschiede in den

Sichtweisen wurden dabei vor allem für die Themenfelder Benutzerfreundlichkeit, Schulung, Interoperabilität, Produktverwendung sowie Rechtsfragen gefunden. Außerdem wurde der unzureichende Dialog zwischen den genannten Gruppen als hinderlich empfunden.

Wu et al., schließlich, nehmen die CDSS-Implementierungsproblematik zum Anlass, um nach Lösungen in Branchen außerhalb des Gesundheitswesens zu suchen, die vergleichbare Entscheidungsprobleme zu bewältigen haben. [984] Empfohlen werden u.a. die transparente Darstellung der Entscheidungslogik hinter einem System, die Generierung multipler Szenarien durch das CDSS, die Entwicklung von Systemen, die teambasierte Entscheidungen ermöglichen sowie Software, die eine ganzheitliche Darstellung von Entscheidungssituationen bietet.

1.3 Problemstellung

CDSS haben das Potenzial, die medizinische Versorgungsqualität zu verbessern (Abschnitt 1.2.1). Ihre flächendeckende Einführung im Gesundheitswesen wird von diversen Stakeholdern unterstützt (Abschnitt 1.2.2). Die Entwicklung entsprechender Systeme nimmt seit Jahren zu (Abschnitt 1). Dennoch sind CDSS im Gesundheitswesen weltweit wenig verbreitet (Abschnitt 1.2.2).

Bei der Suche nach Ursachen für den langsamen Implementierungsfortschritt kann auf ein breites Spektrum an Theorien, die für die Adoption von neuen Technologien relevante Faktoren beschreiben, zurückgegriffen werden (Abschnitt 1.2.3.1). Als problematisch erweist sich hierbei oftmals die Operationalisierung der theoretischen Konstrukte für konkrete CDSS-Implementierungen sowie die erhebliche Fragmentierung des Forschungsfeldes (Abschnitt 1.2.3.1). Zahlreiche Übersichtsarbeiten aggregieren Erfahrungsberichte zur HIT-Adoption und liefern so eine Zusammenfassung zentraler Erfolgsfaktoren und Barrieren für die Einführung von CDSS (Abschnitt 1.2.3.2). Eingeschränkt wird die Aussagekraft vieler Arbeiten durch methodische Unzulänglichkeiten. [583] Darüber hinaus ist ein Großteil der Publikationen im angloamerikanischen Raum angesiedelt. [583] Soziokulturelle Faktoren sowie regionale Unterschiede, etwa auf Ebene der Ausgestaltung des Gesundheitssystems eines Landes, werden so nicht umfassend abgebildet. Dies trifft auch auf die erwähnte umfangreiche Feldstudie von Ash et al. zu. [37,39] Die Umfrage von Spreckelsen et al. zur aktuellen Situation von wissensbasierten Systemen erfasst dagegen ausschließlich

deutschsprachige Länder. [857] Hier bedingt zudem die gewählte Methode Online-Umfrage gegenüber einer mündlichen Befragung allgemeinere und weniger differenzierte Antworten. [492]

1.4 Fragestellung

Ziel der aktuellen Arbeit ist vor diesem Hintergrund die umfassende Identifikation von Erfolgsfaktoren und Barrieren für die Implementierung, Verbreitung und Verstärkung von CDSS in einer breit angelegten multinationalen Untersuchung. Die Aggregation der Erfahrungen von CDSS-Entwicklern weltweit soll die bisherigen Erkenntnisse zu Ursachen für die Diskrepanz zwischen florierender CDSS-Entwicklung einerseits und bislang fehlender langfristiger Etablierung dieser Systeme im Gesundheitswesen andererseits, ergänzen und erweitern. Neue Erkenntnisse könnten so helfen, die Überführung von CDSS in den Regelbetrieb zu erleichtern und deren Verbreitung in der Gesundheitsversorgung voranzutreiben. Letztlich könnte auf diesem Weg ein Beitrag zu einer höheren medizinischen Versorgungsqualität geleistet werden.

Als Grundlage für die folgende Untersuchung steht zu Beginn die Identifikation und Klassifikation bestehender CDSS (Abschnitt 2). Dies ist indiziert, da aktuelle Übersichtsarbeiten und Metaanalysen zu Entscheidungsunterstützungssystemen im Regelfall nur jene Teilmenge an CDSS berücksichtigen, die bereits in Studien evaluiert wurden. [30,107,191,435]. Die Übersicht über bisherige CDSS-Entwicklungen bildet im Folgenden die Basis für die Auswahl der Interviewpartner im Rahmen des folgenden Abschnitts der Untersuchung (Abschnitt 3).

Hier sollen neben allgemeinen Faktoren, die eine erfolgreiche CDSS-Etablierung befördern oder erschweren Aspekte näher untersucht werden, die in der aktuellen Literatur vielfach als wesentliche Hindernisse für die CDSS-Adoption zitiert werden. Zentral steht bei der Mehrzahl der CDSS neben der Inferenzmaschine die Wissensbasis (Abschnitt 1). Deren ressourcenintensive Pflege stellt angesichts des rasanten Erkenntnisfortschritts in vielen Teilgebieten der Medizin laut mancher Autoren eine wesentliche Barriere für den langfristigen Erfolg vieler CDSS dar. [198] Inwiefern diese Einschätzung auch von einem größeren Teil der Entwicklergemeinschaft geteilt wird, gilt es zu untersuchen.

Eine weitere potenzielle Hürde stellt in jüngster Zeit die erwähnte mögliche Klassifikation von Software als Medizinprodukt und die damit verbundene teilweise erheblichen Auflagen dar (vgl. Abschnitt 1.2.3.3). [34,313] In Deutschland, seit 2010 im Medizinproduktegesetz durch Umsetzung europarechtlicher Vorgaben geregelt, rückt die Frage nach staatlicher Regulierung von Software im Gesundheitswesen zunehmend auch außerhalb Europas in den Fokus. [186] Vieles bewegt sich dabei aktuell noch in einer rechtlichen Grauzone. [397] Größere Erhebungen inwieweit CDSS-Entwickler diese neuen rechtlichen Rahmenbedingungen als zusätzliches Hindernis bei der Implementierung ihrer Software betrachten und welche Strategien vor dem Hintergrund der neuen Gesetzgebung verfolgt werden, fehlen bislang in der Literatur weitestgehend. Auch dieser Frage wird im Folgenden nachgegangen.

Die Entwicklung und Instandhaltung von CDSS ist nicht selten mit einem erheblichen Ressourceneinsatz verbunden. [274,677] Ein Transfer der Systeme in möglichst viele klinische Umgebungen erscheint deshalb allein zwecks Realisierung positiver Skaleneffekte sinnvoll. Einer solchen Migration ist jedoch regelmäßig durch eine weiterhin fehlende Standardisierung von CDS-Inhalten, Terminologien und Schnittstellen erschwert (Abschnitt 1.1) und stellt somit eine potenziell erhebliche Barriere für die erfolgreiche Verbreitung von CDSS dar. Die Beurteilung dieses Problems durch CDSS-Entwickler und die Bewertung aktueller Lösungsansätze ist ebenfalls Gegenstand dieser Arbeit.

2 Literaturübersicht

2.1 Methodik

2.1.1 Suchstrategie

Die Identifikation relevanter CDSS erfolgte mit Hilfe einer PubMed-Suche. Ziel war die Identifikation von Originalarbeiten, die die Entwicklung, Evaluation oder Implementierung eines durch die Autoren erstellten CDSS behandeln.

Die Suche wurde am 06.04.2012 durchgeführt und umfasste einen Zeitraum von 10 Jahren. Die zeitliche Beschränkung ist durch drei Überlegungen motiviert. CDSS-Entwickler stehen heute, u.a. bedingt durch den rasanten technischen Wandel in den Informations- und Kommunikationstechnologien, vor teils deutlich anders gelagerten

Herausforderungen als noch vor wenigen Jahrzehnten (Abschnitt 1.1). Barrieren und Erfolgsfaktoren mit Relevanz für die heutige CDSS-Entwicklung sollten aber die Erfahrungen aus aktuellen IT-Projekten widerspiegeln. Weiterhin scheinen Interviews mit Entwicklern von Systemen, deren Implementierung sehr weit in der Vergangenheit liegt, grundsätzlich weniger erfolgsversprechend. Dies betrifft sowohl die Fähigkeit des Interviewpartners, sich an Details des damaligen Projekts zu erinnern, als auch die eventuell geringere Motivation über Arbeiten zu sprechen, zu denen kein aktueller Bezug mehr besteht. Ein letzter Punkt betrifft die teils komplizierte Kontaktaufnahme mit Autoren, für die im Falle lange zurückliegender Publikationen oftmals aktuelle Kontaktdaten fehlen oder die in anderen Bereichen tätig sind.

Die Suchstrategie selbst wurde möglichst breit angelegt. Damit sollte insbesondere der insgesamt eher schlechten Verschlagwortung von HIT-Literatur Rechnung getragen werden. [86] Zunächst wurde hierzu nach geeigneten MESH-Terms gesucht sowie die Suchmethoden verschiedener umfangreicher, häufig zitierter Übersichtsarbeiten verglichen (vgl. Tabellen 7-11). Die finale Suchstrategie enthält ein Großteil der in den aufgeführten Arbeiten verwendeten Begriffe (vgl. Tabelle 12). Zentrale MESH-Terms stellen die Termini „clinical decision support systems“, „computer-assisted decision making, -drug therapy, -therapy und -diagnosis“ sowie „reminder und expert systems“ dar. Weitere Arten von HIT wurden als Suchbegriffe aufgenommen, wenn sie im Klinikalltag regelmäßig um CDSS-Funktionalität erweitert werden. So wurde etwa der MESH-Term „electronic prescribing“ ausgewählt, da beispielsweise in Systeme, die die elektronische Verschreibung von Medikamenten ermöglichen, nicht selten CDSS-Komponenten in Form von Software, die auf Arzneimittelinteraktionen hinweisen, Eingang finden. Nicht berücksichtigt wurden dagegen generische Begriffe wie „feedback“, „medical informatics“, „communication“ oder „software“. Auch themenfremde MESH-Terms wie „physician’s practice patterns“ blieben außen vor.

Beschränkt wurde die Literatursuche, neben der angeführten zeitlichen Eingrenzung, durch den alleinigen Fokus auf deutsch- und englischsprachige Artikel. Darüber hinaus fanden in Anlehnung an Hemens et al. Studien mit Tieren sowie die Artikelkategorien „Editorial“ und „Letter“ keinen Eingang in die Literaturübersicht. [370] Ebenso wurde mit Arbeiten aus dem Gebiet der Zahnmedizin verfahren.

Tabelle 7: Suchbegriffe Garg et al. 2005, nummeriert [310]

MESH-Terms: (1) computer-assisted decision making (2) computer-assisted diagnosis (3) computer-assisted therapy, (4) decision support systems (5) reminder systems, (6) hospital information systems,

Tabelle 8: Suchbegriffe Kawamoto et al. 2005, nummeriert [469]

MESH-Terms: (1) clinical decision support systems, (2) computer-assisted decision making; (3) reminder systems (4) feedback (5) guideline adherence (6) medical informatics; (7) communication (8) physician's practice patterns (9) decision support (10) expert system.

Tabelle 9: Suchbegriffe Hemens et al. 201, nummeriert 1 [370]

MESH-Terms: (1) artificial intelligence, (2) computer-assisted decision making, (3) computer-assisted diagnosis (4) computer-assisted therapy (5) clinical decision support systems, (6) hospital information systems (7) point-of-care systems or computers (8) reminder systems, (9) handheld computers decision support

Ausschluss: (1) animals, (2) letter, (3) editorial, (4) robotics

Tabelle 10: Suchbegriffe Jaspers et al. 2011, nummeriert [435]

MESH-Terms: (1) medical order entry system (2) computerized order entry (3) computerized prescriber order entry (4) computerized provider order entry (5) computerized physician order entry (6) electronic order entry (7) electronic prescribing, (8) CPOE, (9) computer-assisted drug-therapy, (10) clinical decision support systems, (11) reminder system (12) computer-assisted decision making, (12) computer-assisted diagnosis, (13) computer-assisted therapy, (14) expert systems

Tabelle 11: Suchbegriffe Berlin et al. 2006, nummeriert [71]

MESH-Terms: (1) computer-assisted decision-making, (2) clinical decision support systems, (3) computer-assisted diagnosis, (4) reminder systems, (5) computerized medical records systems, (6) point of care systems, (7) automatic data processing, (8) computer-assisted instruction (9) decision support techniques, (10) computer-assisted drug therapy (11) expert systems, (12) hospital communication systems, (13) online systems, (14) software, (15) computer-assisted therapy, (16) clinical laboratory information systems, (17) hospital information systems, (18) ambulatory care information systems, (19) clinical pharmacy information systems, (20) radiology information systems.

Tabelle 12: Verwendete Suchbegriffe, nummeriert

MESH-Terms: (1) clinical decision support systems, (2) medical order entry systems, (3) computer-assisted decision-making, (4) computer-assisted drug therapy, (5) computer-assisted diagnosis, (6) computer-assisted therapy, (7) electronic prescribing, (8) reminder systems, (9) expert systems, (10) clinical pharmacy information systems, (11) clinical laboratory information systems

Ausschluss: (1) Sprachen außer Englisch und Deutsch, (2) Artikel vor 2002 oder nach 2012, (3) veterinary, (4) dental, (5) animals, (6) editorial, (7) letter

In der so generierten Literaturliste fand nach Durchsicht der Titel und ggf. Abstracts eine erste Vorauswahl potenziell relevanter Arbeiten statt. Die im Folgenden angeführten Ein- und Ausschlusskriterien wurden schließlich auf die Volltexte der vorselektierten Artikel angewandt. Zur Evaluation der Suchstrategie wurden die identifizierten CDSS mit Listen bekannter Systeme verglichen. Als Datenbasis diente die umfangreiche Übersichtsarbeit von Bright et al. mit 148 CDSS-Studien sowie der Review von Hemens et al. mit insgesamt 65 zitierten Arbeiten. [107,370]

2.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Zentral für die CDSS-Selektion ist die der Arbeit zugrundeliegende Definition eines solchen Systems. Der Begriff CDSS wird in der Literatur durchaus unterschiedlich verwendet. Eine allgemeine Definition liefern Nirantharakumar et al. Danach sind unter CDSS allgemein alle Informationssysteme zu verstehen, die klinische Entscheidungen unterstützen und verbessern. [667] Konkreter wird Roshanov, der von Software spricht, die die Eigenschaften individueller Patienten einer Wissensbasis zuordnet und so patientenspezifische Empfehlungen liefert. [758] Mit dieser Definition erfassen die Autoren jedoch ausschließlich die Gruppe der sog. wissensbasierten Systeme. CDSS auf Basis maschineller Lerntechniken, wie etwa künstlicher neuronaler Netze, Support Vector Machines oder evolutionärer Algorithmen werden so ausgeklammert.

Diesbezüglich umfassender formulieren Sittig et al. Danach stellen CDSS Systeme dar, die Klinikern oder Patienten zu einem geeigneten Zeitpunkt intelligent gefiltertes, computergeneriertes Wissen und patientenbezogene Informationen zukommen lassen, mit dem Ziel die Patientenversorgung zu verbessern. [291] Die bisherigen Definitionen werden, ebenso wie bei Berlin et al., so zudem um die Adressaten der CDSS ergänzt. [71,291] Hierbei muss es sich demnach nicht notwendigerweise um medizinisches Personal handeln. Da im Folgenden jedoch die Implementierung von CDSS in Einrichtungen des Gesundheitswesens im Vordergrund steht, werden gleichwohl nur solche Systeme berücksichtigt, die sich zumindest nicht ausschließlich an Patienten richten. Auch CDSS, die ausschließlich zu Ausbildungszwecken programmiert wurden, sind aus diesem Grund für diese Arbeit ohne Relevanz.

Undeutlich bleibt bei Sittig jedoch die Beziehung zwischen „gefiltertem, computergeneriertem Wissen“ und „patientenbezogenen Informationen“. Wyatt et al. ver-

stehen unter CDSS demgegenüber „...active knowledge systems, which use two or more items of patient data to generate case-specific advice.“ [986] Das trifft den Kern und bildet die Basis für die CDSS-Identifikation in dieser Arbeit.

Wright et al. wiederum beziehen in ihre CDSS-Definition auch Systeme mit ein, die keine personenspezifischen sondern populationsbezogene Hinweise liefern. [980] Solche Software spielt allerdings in der Forschung und vor allem auch im Klinikalltag eine untergeordnete Rolle und ist aus diesem Grund ebenfalls nicht Gegenstand der folgenden Betrachtungen. [469]

Weiterhin wurden keine Systeme berücksichtigt, die sich ausschließlich der Auswertung von Daten aus bildgebenden Systemen verschrieben haben. Hierzu zählen insbesondere Algorithmen zur computerassistierten Detektion (CAD) pathologischer Befunde in Röntgenaufnahmen, Computer- oder Magnetresonanztomographien. [708] Solche Programme unterscheiden sich in Aufbau und Funktion in der Regel deutlich von klassischen Expertensystemen und werden meist von Berufsgruppen mit vergleichsweise geringem direkten Patientenkontakt eingesetzt. In der Literatur werden solche Systeme regelmäßig unter Radiology Information Systems (CIS) subsummiert und nicht der CDSS-Kategorie zugeordnet, auch wenn sie der o.g. Definition eines CDSS genügen. [310,994] Auch Software, deren alleinige Aufgabe in der Befundung sonstiger visueller Strukturen wie EKG- oder EEG-Muster liegt, fand aus den angeführten Gründen keinen Eingang in die Literaturübersicht. [517]

Schließlich wurden Systeme, die einen unmittelbaren therapeutischen Einsatz erfahren nicht berücksichtigt. [517]. Dieses Vorgehen entspricht bisherigen CDSS-Übersichtsarbeiten und ist auf Grund der deutlich anders gelagerten Probleme bei der Entwicklung und Implementierung solcher Software gerechtfertigt. [71] Betroffen ist das große Feld der computerunterstützten Chirurgie genauso wie Software für die Ermittlung von Bestrahlungsdosen. [72,618]

2.1.3 Datenextraktion und Klassifikation

Die identifizierten Arbeiten und Systeme wurden anhand von fünfzehn Eigenschaften näher klassifiziert (vgl. Tabelle 13). Nicht beschriebene Systemeigenschaften galten als nicht vorhanden. Als Informationsquelle wurde auf alle zu einem CDSS identifizierten Publikationen zurückgegriffen. Gleichwohl fand für jedes System eine Zu-

ordnung zu einer Arbeit statt. Bei der Auswahl wurden grundsätzlich Artikel in Fachzeitschriften gegenüber Tagungsberichten bevorzugt. Arbeiten, die die Implementierung oder Evaluation eines CDSS zum Thema haben, erhielten Vorrang vor Publikationen, die lediglich über die Entwicklung des Systems berichteten.

Für die systematische Beschreibung von CDSS stehen zahlreiche Taxonomien zur Verfügung. [981] Als Orientierung für diese Arbeit diene vor allem die umfassende Einteilung von Berlin et al. [71,833] Die Autoren haben in einem iterativen Prozess durch Analyse zahlreicher CDSS 26 Achsen mit 108 Deskriptoren in fünf Kategorien definiert. Weiterhin fanden teilweise die Taxonomien von Wright et al., Garg et al., Miller et al., Kawamoto et al. und Wang et al. Berücksichtigung. [310,375,469,949,981]

Der Kontext in dem ein System entwickelt und verwendet wird, wurde durch die Kategorien „Umfeld“, „Fachrichtung“, „Systemintegration“ und „Land“ näher beschrieben. Das „Umfeld“ stellt die Umgebung dar, in der ein CDSS angewandt wird. Für Systeme, die sich nicht im Regelbetrieb befinden ist dies der Ort der Evaluation oder der Entwicklung. Die jeweiligen Deskriptoren umfassen neben Einrichtungen der ambulanten und stationären Gesundheitsversorgung auch Universitäten und andere öffentliche und private Forschungseinrichtungen. Als problematisch haben sich bei der Klassifizierung insbesondere die unterschiedlichen Versorgungsstrukturen in den verschiedenen Gesundheitssystemen erwiesen. So ist die primärärztliche Versorgung in den USA nicht selten in sog. Primary Care Clinics organisiert, die als ambulante Zentren großer Lehrkrankenhäuser Teil sog. Health Maintenance Organisationen sind. [93] Solche Kliniken unterscheiden sich von in Deutschland bekannten Medizinischen Versorgungszentren (MVZ) und ambulanten Gesundheitszentren u.a. durch einen wesentlich höheren Anteil anderer Facharzttrichtungen ggü. Allgemeinmedizinern in den deutschen Einrichtungen. [972] Dennoch scheint eine Zusammenfassung dieser Strukturen unter dem Begriff „ambulante Gesundheitszentren“ vertretbar. So spiegelt sich die Heterogenität der Versorgungsstrukturen teilweise auch innerhalb der einzelnen CDSS-Kategorien wieder.

Neben dem „Umfeld“ wurde die medizinische „Fachrichtung“ in der ein System operiert, erfasst. Schließlich wurde das Land, in dem ein CDSS verwendet wird, bzw. evaluiert oder entwickelt wurde, kodiert. Für Software, die in mehr als einem Land

eingesetzt oder getestet wurde, ist das Land in dem das CDSS entwickelt wurde, für die Zuordnung ausschlaggebend.

Die Kategorien „Aufgabe“, „Art der Entscheidungsunterstützung“, „Logik“, „Dateneingabe“, „Systemintegration“ und „Direkte Umsetzbarkeit der Empfehlungen“ dienen der genaueren Beschreibung der eigentlichen Systeme. Bei der „Aufgabe“ des CDSS fand eine Aufteilung in Entwicklungen mit dem Ziel der Diagnosefindung, der Medikamentenverschreibung und -dosierung, der Therapie sowie der Prävention statt. Auf von Berlin et al. zusätzlich eingeführte Kategorien wie „chronic disease management“ oder „health related behavior“ wurde auf Grund von Überschneidungen mit den zuerst genannten Deskriptoren verzichtet. [833] Bezüglich der Art der durch ein System bereitgestellten Entscheidungsunterstützung fand nach Fox et al. eine Einteilung in die Gruppen „Überwachung, Alarmer und Erinnerungen“, „Modellierung und Prognosen“, „Zusammenfassung und Auffinden von Informationen“, „Entscheidungen und Entscheidungsanalyse“ sowie „Unterstützung von Arbeitsabläufen“ statt. [291] Ergänzend wurde die Kategorie „Rechner und Medikamentendosierung“ hinzugefügt.

Bezüglich der den CDSS zugrundeliegenden Entscheidungslogik wurden drei Systemtypen kodiert. Als klassische wissensbasierte Systeme werden CDSS definiert, die mit Hilfe einer Inferenzmaschine Patienteninformationen und Daten einer zentralen Wissensbasis, etwa in Form von Wenn-Dann-Regeln, miteinander verknüpfen und dabei keine Fuzzy Logic verwenden (Abschnitt 1.1). Auf Fuzzy Sets basierende CDSS stellen in der Regel ebenfalls wissensbasierte Systeme dar. [415] Das Ziel solcher Software ist die Bewältigung unscharfer Variablen mit einer entsprechenden Verknüpfungslogik. [256] Nicht-Wissensbasierte CDSS greifen demgegenüber auf maschinelle Lerntechniken zurück. [169] Für diese Arbeit wurden diesbezüglich Systeme auf Grundlage künstlicher neuronaler Netze erfasst. Weitere nicht-wissensbasierte Systeme, etwa basierend auf genetischen Algorithmen oder Support Vector Machines wurden auf Grund ihrer insgesamt geringen Verbreitung nicht getrennt aufgeführt.

Eine weitere Beschreibung der Systeme erfolgt über die Modalitäten der Dateneingabe in die Software. Einer automatischen Datenübernahme durch ein EMR oder ein

medizinisches Instrument stehen dabei manuelle Eingaben durch medizinisches Personal, Patienten oder den Übertrag aus einer Papierakte gegenüber.

Eine zusätzliche zentrale CDSS-Eigenschaft stellt der Grad der Systemintegration dar (vgl. Abschnitt 1.1). Unter integrierten Systemen werden in dieser Arbeit CDSS verstanden, die mit bestehenden HIS oder Praxis IT-Systemen verknüpft wird, sodass ein Datenaustausch zwischen den jeweiligen Systemen möglich ist. Standalone Systeme operieren demgegenüber losgelöst von bestehender IT-Infrastruktur (vgl. Abschnitt 1.1). Diese Einteilung trifft nicht notwendigerweise Aussagen über die Integration der jeweiligen CDSS in medizinische Arbeitsabläufe. Auf die Kodierung dieser sog. „Workflow Integration“ wurde bewusst verzichtet, da diesbezügliche Informationen nicht regelmäßig Gegenstand von CDSS-Publikationen darstellen.

Zuletzt wurden alle Systeme bezüglich ihrer Fähigkeit, die bereitgestellten Empfehlungen direkt umzusetzen, klassifiziert. Diese Eigenschaft ist gegeben, wenn ein System den Anwender in die Lage versetzt, auf die ausgegebenen Informationen direkt zu reagieren, ohne dass die Notwendigkeit besteht, eine neue Anwendung manuell zu starten oder einen neuen Arbeitsablauf zu beginnen.

Neben dem Kontext und den konkreten Systemeigenschaften widmen sich weitere fünf Kategorien den Evaluationsmodalitäten der identifizierten CDSS. Im Anschluss an die allgemeine Frage ob ein System implementiert und evaluiert wurde, wurden zunächst die Zielgrößen der Evaluation erfasst. Dabei wurde zwischen anbieterbezogenen, patientenbezogenen, systembezogenen sowie anwenderbezogenen Zielen unterschieden. Anbieterbezogene Größen bilden Versorgungsqualität ab. Als Beispiel sei der Anteil der Patienten, denen nach einem Herzinfarkt leitliniengerecht unter Beachtung der Kontraindikationen die medikamentöse Therapie mit einem HMG-CoA-Reduktasehemmer empfohlen wird. Demgegenüber betreffen patientenbezogene Zielgrößen unmittelbar die Gesundheit des Patienten, etwa die 1-Jahres-Mortalität nach einem Herzinfarkt. Systembezogene Größen erfassen Kennzahlen des Gesundheitsdienstleisters und umfassen oftmals ökonomische Aspekte.

Weiterhin wurde festgehalten, inwiefern die genannten Evaluationsziele erfüllt wurden. In Anlehnung an bisherige Übersichtsarbeiten gilt eine CDSS-Intervention dann als erfolgreich, wenn mindestens die Hälfte der primären Ziele mit einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ erreicht wurden. [310] In diesem Zusammenhang ist zu be-

achten, dass ein CDSS neben dem Nichterreichen einer signifikanten Verbesserung der Zielgröße potenziell auch zu einer Verschlechterung der genannten Zielgrößen beitragen kann, etwa durch die Einführung neuer Fehler oder Ineffizienzen. [170] Schließlich wurden Publikationsjahr und Studiendesign erfasst. Für letztere Kategorie fand eine Unterteilung in Randomisiert Kontrollierte Studien, quasi experimentelle Studien mit einem prä-post-Design, quasi experimentelle Studien mit einem Posttest und Kontrollgruppe sowie Beobachtungsstudien in Form von Kohorten- und Fall-Kontrollstudien statt.

Tabelle 13: CDSS-Klassifikation

Kategorie	Ausprägungen, Erläuterungen
Umfeld	Lehrkrankenhaus, Weitere Krankenhäuser, Praxis Allgemeinmedizin, Praxis Facharzt, Ambulante Gesundheitszentren, Universität, Telemedizin, Öffentliche Forschungseinrichtung, Sonstige
Fachrichtung	Endokrinologie, Infektiologie, Pulmologie, Kardiologie, Pädiatrie, Neurologie & Psychiatrie, Angiologie, Nephrologie, Gastroenterologie, Gynäkologie, Onkologie, Chirurgie, Anästhesie, Sonstige
Ort	Ort der Verwendung, Evaluation oder Entwicklung
Aufgabe	Diagnose, Verschreibung, Therapie, Prävention, Multiple
Art des DS	„Überwachung, Alarime, Erinnerungen“, „Modellierung & Prognosen“, „Aggregation von Informationen“, „Entscheidungen & Entscheidungsanalyse“, „Unterstützung von Arbeitsabläufen“, „Rechner & Medikamentendosierung“
Logik	Klassisch wissensbasiert, Fuzzy Logic, ANN, weitere nicht wissensbasierte Logik
Dateneingabe	Medizinisches Personal, Patient, HIT, medizinisches Instrument, Papierakte, Multiple
Systemintegration	Standalone System, Integriertes System
Direkte Umsetzbarkeit der Empfehlungen	Ja, nein
Implementierung	Ja, nein
Evaluation	Ja, nein
Zielgrößen der Evaluation	Anbieterbezogen, patientenbezogen, systembezogen, anwenderbezogen
Zielerreichung	Signifikante Verbesserung, nicht signifikante Verbesserung, nicht signifikante Verschlechterung
Studiendesign	Randomisiert Kontrollierte Studien, Quasi experimentelle Studien mit prä-post-Design, Quasi experimentelle Studien mit Posttest und Kontrollgruppe, Kohortenstudien, Fall-Kontrollstudien
Jahr der Publikation	2002-2012

2.1.4 Statistische Auswertung

Die genannten CDSS-Eigenschaften wurden auf ihre Bedeutung bei der Verbesserung anbieter- und patientenorientierter Zielgrößen hin untersucht. Dabei wurde, analog zu der viel zitierten Untersuchung von Kawamoto et al., für jede Systemeigenschaft ermittelt, inwiefern ihr Vorhandensein in einem CDSS signifikante Auswirkungen auf die genannten Evaluationsgrößen hat. [469] Die Berechnung 95%iger Konfidenzintervalle (KI) nach Blyth, Still und Casella für die jeweiligen Erfolgsraten erfolgte mit der Statistiksoftware StatXact 11.1. [128,614] Weiterhin wurden Vertrauensintervalle für die Differenzen der Erfolgsraten ermittelt (Methode in StatXact: CI on Difference of Proportions Test for Two Independent Binomials and Inverting Two 1-Sided Tests, Type: Asymptotic).

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Literatúrauswahl

Die Pubmed-Suche lieferte 70.369 Ergebnisse. Nach Durchsicht der Titel und ggf. Abstracts wurden 1.017 komplette Artikel evaluiert. Für 26 Arbeiten konnte der Full Text nicht beschafft werden. Die dargelegten Kriterien zur Aufnahme in die Literaturübersicht wurden von 768 Arbeiten erfüllt (vgl. Abschnitt 10.4 für die entsprechenden Primärdaten der Untersuchung). Die zentralen Gründe für den Ausschluss von Artikeln stellten die Nichterfüllung der CDSS-Definition, die Publikation von weiteren Arbeiten zu bereits aufgenommenen Systemen sowie die Evaluation kommerzieller, nicht durch die Autoren entwickelter CDSS dar (vgl. Abbildung 1 für ein detailliertes Ablaufdiagramm der Literatúrauswahl).

2.2.2 Systemeigenschaften

Betrachtet man zunächst die zeitliche Verteilung der CDSS-Publikationen, so ist eine deutliche Zunahme der CDSS-Entwicklungen von 2002 bis 2009 zu verzeichnen (vgl. Abbildung 2). Danach sinkt die Zahl der Systeme in den beiden Folgejahren um dann 2012 wieder leicht anzusteigen. Da die Suche den Zeitraum vom 12.04.2002 bis zum 12.04.2012 umfasst, sind die Jahre 2002 und 2012 nur unvollständig abgebildet. Um dennoch eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten, fand eine Extrapola-

tion der für diese Jahre ermittelten CDSS statt. Dabei wurde von einer zeitlichen Gleichverteilung der CDSS-Publikationen innerhalb eines Jahres ausgegangen.

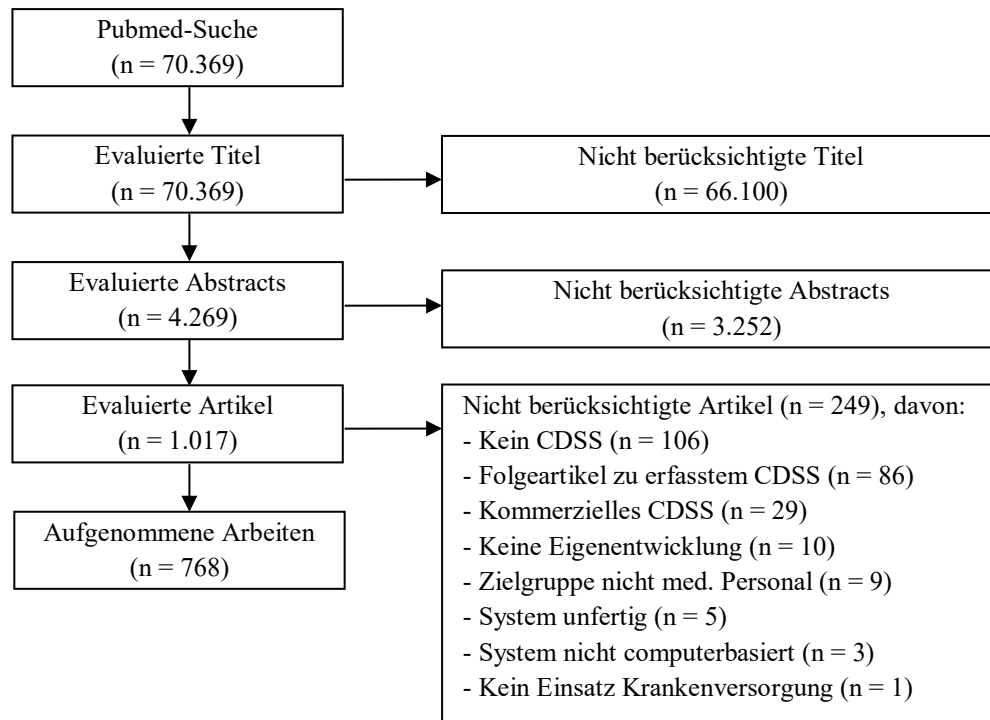


Abbildung 1: Ablaufdiagramm der Literatursuche

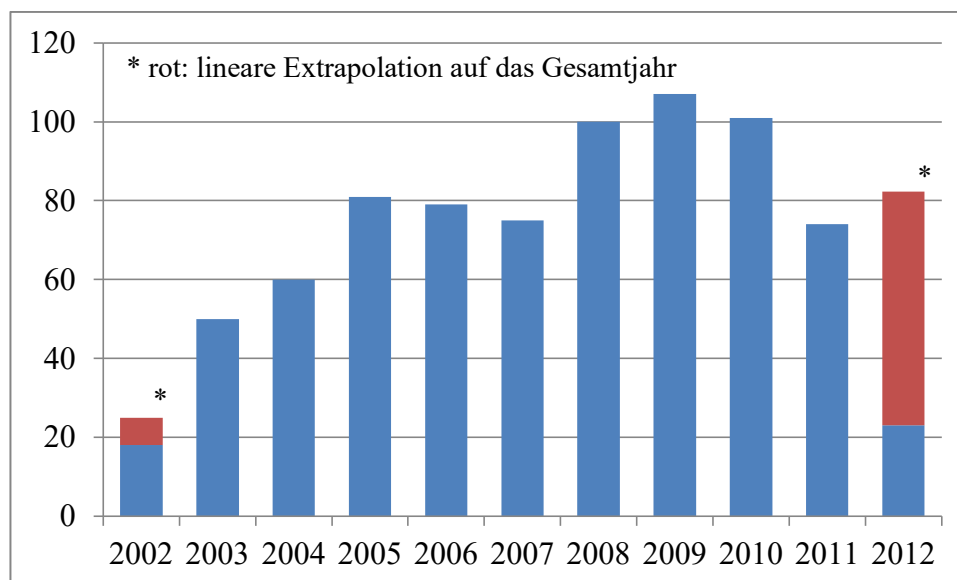


Abbildung 2: Anzahl CDSS nach Jahren

Eine Einteilung nach Regionen offenbart die herausragende Stellung Nordamerikas bei der CDSS-Entwicklung (vgl. Tabelle 14). Mehr als 50% der publizierten Systeme stammen aus den USA und Kanada. Es folgen Europa mit anteilig 29% aller

CDSS und dann mit großem Abstand Asien (11%) und Ozeanien (5%). In Afrika wurden fast keine CDSS entwickelt.

Tabelle 14: Anzahl CDSS nach Regionen

Region	Anzahl der CDSS	In %
Europa	226	29
Nordamerika	406	53
Südamerika	13	2
Asien	86	11
Ozeanien	35	5
Afrika	3	0
Gesamt	769	100

Nach Ländern geordnet wurden von 2002 bis 2012 in den USA mit 372 mehr als 10 Mal so viele CDSS publiziert wie in den an zweiter Stelle liegenden Ländern Kanada, Deutschland und Großbritannien (vgl. Tabelle 15). Insgesamt entfallen über 80% aller entwickelten Systeme auf die 12 in Tabelle 15 aufgeführten Länder.

Tabelle 15: Anzahl CDSS nach Ländern

Land	Anzahl der CDSS	Land	Anzahl der CDSS
01. USA	372	07. Australien	24
02. Kanada	33	08. Italien	23
03. Deutschland	33	09. Frankreich	18
04. Großbritannien	33	10. Griechenland	16
05. Niederlande	32	11. Israel	16
06. Taiwan	25	12. Sonstige	143

Bezüglich der medizinischen Fachrichtung in der ein System operiert, sind CDSS, die sich nicht einer einzigen Disziplin zuordnen lassen, mit über 20% am häufigsten vertreten (vgl. Tabelle 16). Fast die Hälfte aller CDSS stammt aus dem Gebiet der Inneren Medizin, wobei die Endokrinologie die häufigste Unterdisziplin darstellt. Neben internistischen Systemen wurden viele CDSS in den Bereichen Pädiatrie (57), Neurologie & Psychiatrie (43) sowie Gynäkologie (22) entwickelt.

Tabelle 16: Verteilung CDSS nach Fachrichtung

Fachrichtung	Anzahl CDSS	Fachrichtung	Anzahl CDSS
Multiple	173	Angiologie	32
Endokrinologie	86	Gastroenterologie	30

Infektiologie	67	Gynäkologie	22
Kardiologie	64	Onkologie	21
Pulmologie	61	Chirurgie	20
Pädiatrie	57	Anästhesie	10
Neurologie & Psychiatrie	43	Sonstige	46
Nephrologie	36	Gesamt	768

Im Hinblick auf die Aufgaben, die CDSS innerhalb des medizinischen Leistungserstellungsprozesses wahrnehmen, dominieren mit den Kategorien „Verschreibung“ und „Therapie“ Systeme, die den ärztlichen Behandlungsprozess unterstützen (vgl. Tabelle 17). Etwa ein Fünftel der klassifizierten CDSS haben sich der Diagnostik von Krankheiten verschrieben. Systeme zur Krankheitsprävention oder solche mit multiplen Aufgaben stellen mit Anteilen von 11 bzw. 8% eine kleinere Gruppe dar.

Tabelle 17: Verteilung CDSS nach Aufgabe

Aufgabe	Anzahl CDSS	Anteil in %
Diagnose	172	22
Verschreibung	221	29
Therapie	264	34
Prävention	81	11
Multiple	30	4
Gesamt	768	100

CDSS werden in verschiedenen Umgebungen entwickelt und eingesetzt. Dabei machen Lehrkrankenhäuser mit über 50% den mit Abstand größten Anteil aus (vgl. Tabelle 18). Mit deutlichem Abstand folgen Hausarztpraxen, Universitäten und weiteren Krankenhäuser. Systeme für telemedizinische Anwendungen sowie CDSS in ambulanten Gesundheitszentren, Facharztpraxen und öffentlichen Forschungseinrichtungen sind demgegenüber noch einmal deutlich weniger häufig vertreten.

Tabelle 18: Verteilung CDSS nach Umfeld

Umfeld	Anzahl CDSS	Anteil in %
Lehrkrankenhaus	432	53
Praxis Allgemeinmedizin	83	11
Universität	77	10
Nicht Lehrkrankenhaus	71	9
Telemedizin	28	4

Ambulantes Gesundheitszentrum	28	4
Praxis Facharzt	11	1
Öffentliche Forschungseinrichtung	8	1
Sonstige	30	4
Gesamt	768	100

Die ersten CDSS in den 1950er Jahren stellten klassische, wissensbasierte Systeme dar. Auch in der heutigen Zeit dominiert diese Art der Entscheidungslogik mit mehr als 80% aller erfassten Systeme (vgl. Tabelle 19). Demgegenüber machen alle Formen nicht wissensbasierter Entscheidungsunterstützung lediglich einen Anteil von knapp über 10% aus. Systeme auf Basis künstlicher neuronaler Netze stellen in dieser Untergruppe die mit Abstand größte Fraktion dar.

Tabelle 19: Verteilung CDSS nach Entscheidungslogik

Entscheidungslogik	Anzahl CDSS	Anteil in %
Wissensbasiert	631	82
Fuzzy Logic	40	5
Künstliche Neuronale Netze	44	6
Nicht Wissensbasiert, Sonstige	39	5
Multiple	14	2
Gesamt	768	100

In Bezug auf die Art der bereitgestellten Entscheidungsunterstützung stellen Systeme, die der Überwachung dienen und in diesem Zusammenhang dem medizinischen Personal Alarme und Erinnerungen liefern, mit knapp 40% der untersuchten CDSS den größten Anteil. Solche CDSS sind in ihrem Aufbau oft weniger komplex. [3,43,877] Gleichzeitig sind diese Systeme mit 80% aller Implementierungen deutlich häufiger in bestehende HIT integriert als der Durchschnitt aller CDSS (vgl. Tabelle 22). Weitere häufige Arten der Entscheidungsunterstützung stellen die Kategorien „Entscheidungen und Entscheidungsanalyse“ sowie „Modellierung und Prognosen“ mit jeweils 29 und 21% der analysierten CDSS dar.

Tabelle 20: Verteilung CDSS nach Art der Entscheidungsunterstützung

Art der Entscheidungsunterstützung	Anzahl CDSS	Anteil in %
Überwachung, Alarme und Erinnerungen	297	38
Modellierung und Prognosen	159	21
Zusammenfassung und Auffinden von Informationen	45	6

Entscheidungen und Entscheidungsanalyse	227	29
Unterstützung von Arbeitsabläufen	8	1
Rechner und Medikamentendosierung	12	2
Multiple	20	3
Gesamt	768	100

Die Art der Dateneingabe in ein CDSS wirkt sich sowohl auf den mit der Nutzung des Systems verbundenen Zeitaufwand, als auch auf die Möglichkeit, proaktive Entscheidungsunterstützung generieren zu können, aus. Bei der Mehrzahl der erfassten Systeme erfolgt die Dateneingabe durch den Anwender (vgl. Tabelle 21). Dieser muss bei solchen CDSS im Regelfall die Initiierung der Software aktiv übernehmen und die für das System relevanten Informationen manuell in die Benutzeroberfläche eingeben. Eine zweite große Gruppe von CDSS benötigt demgegenüber keine aktive Eingabe von Informationen, sondern greift auf bereits vorhandene Patientendaten aus elektronischen Gesundheitsakten oder anderen Krankenhausinformationssystemen zurück. Weniger häufig finden sich Systeme, die eine Dateneingabe durch Patienten oder medizinische Instrumente vorsehen.

Tabelle 21: Verteilung CDSS nach Dateneingabe

Dateneingabe	Anzahl CDSS	Anteil in %
Medizinisches Personal	361	47
Patient	34	4
EMR	288	38
Medizinisches Instrument	46	6
Multiple	39	5
Gesamt	768	100

Eine weitere wichtige Systemeigenschaft mit Einfluss auf die Benutzerfreundlichkeit und damit die Akzeptanz einer CDSS-Lösung bei der Anwendern, stellt die Möglichkeit dar, durch das System generierte Empfehlungen direkt umsetzen zu können. Dies ist etwa der Fall, wenn ein CDSS auf Grund von Alter und bisher erfolgter Diagnostik eines Patienten eine Vorsorgekoloskopie empfiehlt und gleichzeitig die Erstellung einer entsprechenden Anforderung erlaubt. Eine solche Funktionalität wird von lediglich 22% aller untersuchten Systeme bereitgestellt (vgl. Tabelle 22). Auch bei in den vergangenen fünf Jahren publizierten CDSS ist dieser Anteil mit 24% nur

geringfügig gegenüber Systemen erhöht, die zwischen 2002 und 2007 veröffentlicht wurden (19%).

Tabelle 22: Verteilung CDSS nach direkter Umsetzbarkeit der Empfehlungen

Direkte Umsetzbarkeit Empfehlungen	Anzahl CDSS	Anteil in %
Ja	166	22
Nein	602	78
Gesamt	768	100

Die Integration in bestehende Krankenhaus IT-Systeme wird von der Mehrzahl der untersuchten CDSS nicht unterstützt (vgl. Tabelle 24). Bei 54% der Anwendungen handelt es sich um sog. Standalone Systeme, die losgelöst von bestehender HIT operieren und damit einen Zugriff auf elektronische Gesundheitsakten oder anderen elektronischen Informationsquellen innerhalb des Gesundheitswesens, nicht erlauben. Auch hier ist über die letzten zehn Jahre nur eine leichte Entwicklung hin zu einer verstärkten Integration zu beobachten. So stieg die Zahl integrierter Lösungen im Zeitraum 2008 bis 2012 gegenüber den Jahren 2002 bis 2007 von 43 auf 50%.

Tabelle 23: Verteilung CDSS nach Systemintegration

Systemintegration	Anzahl CDSS	Anteil in %
Integriert	356	46
Nicht Integriert	412	54
Gesamt	768	100

Mit 57% wurde nur etwas mehr als die Hälfte der entwickelten CDSS auch in der unmittelbaren Patientenversorgung eingesetzt, sei es im Routinebetrieb oder sei im Rahmen von Studien (vgl. Tabelle 24). Allerdings existieren erhebliche regionale Unterschiede bezüglich der Implementierungsraten. So wurden oder werden 72% aller in Nordamerika publizierten Systeme im Klinikalltag eingesetzt. In Europa und Asien dagegen liegt dieser Anteil bei lediglich 42 bzw. 31%. Weiterhin unterscheiden sich die Implementierungsraten nach der Systemaufgabe. So wurden CDSS, die der Medikamentenverschreibung dienen mit 76% signifikant häufiger implementiert als der Durchschnitt der Systeme. Gleichzeitig erreichten diagnostische CDSS lediglich Implementierungsraten von etwa einem Drittel.

Tabelle 24: Regionale Unterschiede in der CDSS-Implementierung

Region	Anteil implementierter CDSS in %
Nordamerika	72
Europa	43
Asien	31
Ozeanien	66
Gesamt	57

2.2.3 Evaluation

Neben den Systemeigenschaften wurde im Rahmen der Literaturübersicht auch die Evaluation einzelner CDSS näher betrachtet. Insgesamt existieren für fast 2/3 aller publizierten Systeme keine Studien bezüglich anbieter-, patienten- oder systembezogener Zielgrößen (vgl. Tabelle 25). Auch in der Gruppe der implementierten CDSS wurde ein deutlicher Anteil von 40% nicht evaluiert.

Tabelle 25: Verteilung CDSS nach Evaluation

Gruppe	Anteil evaluierter CDSS in %
Alle CDSS	36
Implementierte CDSS	60

Betrachtet man das Studiendesign der evaluierten CDSS, so dominieren Randomisiert Kontrollierte Studien (RCTs) sowie Quasi Experimentelle Studien mit einem Prä-Post-Design zu jeweils nahezu gleichen Anteilen (vgl. Tabelle 26). Andere Studienarten spielen mit einem Gesamtanteil von 6% lediglich eine untergeordnete Rolle. Auch in Bezug auf das Studiendesign können gewisse regionale Unterschiede dokumentiert werden. So liegt in Europa, wie beschrieben, der Gesamtanteil der evaluierten Systeme niedriger als in Nordamerika. Gleichzeitig ist der Anteil methodisch hochwertiger RCTs mit 56% auf dem alten Kontinent deutlich höher als in den USA und Kanada (45%).

Tabelle 26: Verteilung der evaluierten CDSS nach Studiendesign

Studiendesign	Anzahl CDSS	Anteil in %
Randomisiert Kontrollierte Studie	126	47
Quasi Experimentelle Studie mit Prä-Post Design	128	47
Kohortenstudie	16	6
Quasi Experimentelle Studie mit Post-Design und Kontroll-	1	0

gruppe		
Fall-Kontroll-Studie	1	0
Gesamt	272	100

In Bezug auf die Evaluationsziele dominieren Studien, die anbieterbezogene Zielgrößen ermitteln (vgl. Tabelle 27). Vergleicht man die Zeiträume 2002 bis 2007 mit den Jahren 2008 bis 2012, so hat der Anteil an Untersuchungen, die patientenbezogene Studienendpunkte evaluieren von 40% auf 36% sogar leicht abgenommen. Systembezogene Ziele, wie die ökonomischen Auswirkungen von CDSS, spielen in den CDSS-Evaluationen der letzten zehn Jahren eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 27: Verteilung der evaluierten CDSS nach Zielgröße der Evaluation (Mehrfachnennung möglich)

Zielgröße Evaluation	Anzahl CDSS	Anteil in %
Anbieterbezogen	211	65
Patientenbezogen	104	32
Systembezogen	9	3
Gesamt	324	100

Die positive Beeinflussung anbieterbezogener Ziele gelingt mit 71% einer deutlichen Mehrheit der untersuchten CDSS (vgl. Tabelle 28). Demgegenüber konnte ein vorteilhafter Einfluss auf Patientenparameter nur für knapp die Hälfte der evaluierten Systeme dokumentiert werden (vgl. Tabelle 29).

Tabelle 28: Ergebnisse bei der Evaluation Anbieterbezogener Zielgrößen

Evaluationsergebnis	Anzahl CDSS	Anteil in %
Signifikant Positiv	149	71
Nicht signifikant Positiv	49	23
Nicht signifikant Negativ	13	6
Gesamt	211	100

Tabelle 29: Ergebnis bei der Evaluation Patientenbezogener Zielgrößen

Evaluationsergebnis	Anzahl CDSS	Anteil in %
Signifikant Positiv	51	49
Nicht signifikant Positiv	49	47
Nicht signifikant Negativ	4	4
Gesamt	104	100

CDSS, die bestimmte der aufgeführten Systemeigenschaften besitzen, wurden in der Regel nicht besser evaluiert als Systeme, die diese Merkmale nicht aufweisen (vgl. Tabellen 30 und 31). Dies gilt insbesondere für die erfolgte Integration des CDSS, der Möglichkeit Empfehlungen aus dem System direkt umsetzen zu können, sowie der Befreiung des medizinischen Personals von der Dateneingabe in das CDSS. Alleine Systeme, die in einem Lehrkrankenhaus entwickelt und evaluiert wurden, erreichten bezüglich anbieterorientierter Zielgrößen signifikant bessere Evaluationsergebnisse als CDSS, die in anderen Umgebungen entstanden sind. Für Systeme mit Präventionsfunktion sowie Software, die nicht in die Rubrik Überwachung, Alarme und Erinnerungen fällt, wurde das Signifikanzniveau hingegen knapp verpasst.

Tabelle 30: Erfolgsraten anbieterorientierter CDSS-Evaluationen mit und ohne ausgewählter Systemeigenschaften

Systemeigenschaft	Prävalenz in %	Erfolgreiche CDSS bez. anbieterorientierter Zielgrößen in % (KI 95%)		Differenz (KI 95%)
		Mit Eigenschaft	Ohne Eigenschaft	
Integriertes System	80	70 (63-77)	71 (57-84)	1 (-15-15)
Direkte Umsetzbarkeit der Empfehlungen	43	73 (62-81)	69 (60-77)	4 (-9-15)
Dateneingabe nicht durch Personal	76	71 (64-78)	69 (55-80)	2 (-11-18)
Entwicklungsumgebung Lehrkrankenhaus	49	79 (70-86)	63 (53-72)	16* (4-28)
Aufgabe Prävention	16	76 (58-88)	70 (63-76)	6 (-1-20)
Keine Überwachung, Alarme oder Erinnerungen	32	75 (63-84)	69 (61-76)	6 (-1-18)

* Differenz der Erfolgsraten statistisch signifikant

Tabelle 31: Erfolgsraten patientenorientierter CDSS-Evaluationen mit und ohne ausgewählter Systemeigenschaften

Systemeigenschaft	Prävalenz in %	Erfolgreiche CDSS bez. patientenorientierter Zielgrößen in % (KI 95%)		Differenz (KI 95%)
		Mit Eigenschaft	Ohne Eigenschaft	
Integriertes System	60	45 (32-58)	55 (39-70)	-10 (-28-10)
Direkte Umsetzbarkeit	31	50 (32-68)	49 (37-61)	1 (-19-22)

Dateneingabe nicht durch Personal	67	49 (37-60)	50 (33-67)	-1 (-21-19)
Entwicklungsumgebung Lehrkrankenhaus	56	52 (38-65)	46 (31-60)	6 (-1-25)
Aufgabe Prävention	16	29 (12-54)	53 (42-64)	-23 (-43-3)
Keine Überwachung, Alarmer oder Erinnerungen	48	50 (36-64)	48 (34-62)	2 (-17-21)

2.3 Diskussion

In einer Literaturübersicht von April 2002 bis April 2012 wurden 768 Publikationen zu individuellen CDSS identifiziert und die Systeme nach 15 Kategorien klassifiziert. Gleichzeitig wurde überprüft inwieweit bestimmte Systemeigenschaften häufiger mit erfolgreichen CDSS verbunden sind.

2.3.1 Diskussion der Ergebnisse

Erwartungsgemäß wurde in der vorliegenden Arbeit eine deutlich größere Anzahl CDSS ermittelt als in bisherigen Übersichtsarbeiten. [191,310,370,435,469] Dies ist insbesondere der Tatsache geschuldet, dass bewusst auch nicht evaluierte Systeme erfasst wurden, die mit einem Anteil von fast 2/3 die Mehrzahl der klassifizierten CDSS darstellen. Die aktuelle Arbeit ist die erste Untersuchung, die die jüngere Entwicklungstätigkeit im Bereich CDS umfassend dokumentiert. Sie stellt deshalb eine notwendige Voraussetzung für das folgende Interviewprojekt dar, das auf einer möglichst breiten Basis an CDSS-Entwicklungen fußen soll.

Gleichzeitig lenkt die niedrige Rate evaluierter CDS-Software den Blick auf potenzielle Hindernisse bei der Migration der Systeme von der Entwicklung in die Praxis. Die allgemeine Implementierungsproblematik und damit die zentrale Problemstellung dieser Arbeit lässt sich auch an der insgesamt niedrigen Implementierungsquote von 57% festmachen. Auffällig sind in diesem Zusammenhang ausgeprägte regionale Unterschiede in den Implementierungsraten, die etwa in Nordamerika mehr als 70% über jenen in Europa liegen. Inwieweit hierfür eine unterschiedliche Gewichtung bisher in der Literatur zitierter Barrieren für die Adoption von CDSS verantwortlich ist, gilt es im zweiten Teil dieser Arbeit zu überprüfen. Ein Erklärungsansatz aus den bisher erhobenen Daten stellen geographische Unterschiede bezüglich der Aufgaben

der entwickelten Systeme dar. So ist die Anzahl implementierter CDSS unter Systemen, die der Verschreibung von Medikamenten oder der Prävention von Krankheiten dienen, gegenüber CDS-Software mit anderen Aufgaben deutlich erhöht. Der Anteil dieser CDSS wiederum liegt in Nordamerika mit einem Anteil von 45% deutlich höher als in Europa (29%).

Die Auswertung der weiteren erfassten Systemeigenschaften ist ein Zeugnis der auf dem Gebiet der CDSS-Entwicklungen vorherrschenden Vielfalt und bestätigt damit im Wesentlichen vorherige Untersuchungen zu diesem Thema. [71,310] Dies betrifft sowohl die Fachrichtung, Aufgaben, Art der Entscheidungsunterstützung, Dateneingabe, Systemintegration sowie die Entwicklungsumgebungen der Systeme. Eine Ausnahme stellt diesbezüglich die Entscheidungslogik der CDSS mit einer deutlichen Dominanz klassischer wissensbasierter Systeme (82%) sowie die Dominanz US-amerikanischer CDSS dar. Dies entspricht ebenfalls Daten aus bisherigen Erhebungen. [71]

Die positive Beeinflussung der medizinischen Versorgungsqualität durch CDSS stellt das zentrale Argument für die Einführung der Systeme im Gesundheitswesen dar. In der aktuellen Untersuchung konnte ein positiver Effekt auf anbieterbezogene Zielgrößen für 71% und für patientenbezogene Ziele für 49% der evaluierten Systeme dokumentiert werden. Diese Zahlen liegen für erstere Parameter geringfügig und für patientenrelevante Endpunkte deutlich über bisherigen Untersuchungen (vgl. Tabelle 32). Verschiedene Erklärungen kommen für diese Diskrepanzen in Betracht. Zunächst erfassen alle aufgeführten Übersichtsarbeiten außer den Publikationen von Shojanua et al. und Heselmans et al. ausschließlich randomisiert kontrollierte Studien, während in der aktuellen Untersuchung eine knappe Mehrheit der Evaluationen lediglich ein quasi experimentelles Design aufwartet. Im Falle anbieterorientierter Zielgrößen liegt die Erfolgsrate für die methodisch weniger anspruchsvollen Studiendesigns mit 80% deutlich über der von RCTs erreichten Quote von 57%, sodass ein Zusammenhang zwischen Methodenqualität der Untersuchungen und einer erfolgreichen Evaluation vermutet werden kann. Die hier ermittelten Zahlen für RCTs entspricht im etwa dem Durchschnitt der bisherigen auf diesem Studiendesign basierenden Übersichtsarbeiten, während die ebenfalls quasi experimentelle Designs einschließende Erhebung von Shojanua et al. eine gute Übereinstimmung mit den hier

zu diesem Forschungsdesign ermittelten Zahlen liefert. Die ebenfalls quasi experimentelle Daten berücksichtigende Untersuchung von Heselmans et al. fällt insofern aus dem Rahmen, als hier einfache CDSS, die Alarme und Erinnerungen generieren, ausgeklammert wurden. [373]

Für Studien, die patientenorientierte Zielgrößen evaluieren, fällt der Unterschied der Erfolgsquoten zwischen RCTs und weiteren Studiendesigns hingegen nicht signifikant aus (48 vs. 50%). Ein weiterer Erklärungsansatz für die stark abweichenden Ergebnisse von bisherigen Untersuchungen liefert hier die zeitliche Entwicklung der Evaluationsergebnisse. So ist bezüglich der positiven Beeinflussung patientenrelevanter Endpunkte für die Jahre 2008 bis 2012 ein Anstieg der Erfolgsraten von 45 auf 52% gegenüber dem Zeitraum 2002 bis 2007 zu verzeichnen. Die aufgeführten Übersichtsarbeiten erfassen hingegen maximal das Jahr 2009 und enthalten zudem allesamt Studien, die wesentlich vor 2002 publiziert wurden. Es scheint demnach ein gewisser Trend zu CDSS, die auch patientenorientierte Zielgrößen günstig beeinflussen, oder zumindest zu Studiendesigns, die einen solchen Effekt nachweisen, zu existieren.

Tabelle 32: Ergebnisse von Übersichtsarbeiten zu CDSS-Evaluationen

Arbeit	Zeitraum	Anbieterbezogene Ziele		Patientenbezogene Ziele	
		Studien	Erfolgsrate	Studien	Erfolgsrate
Garg et al. [310]	1998-2004	97	64%	52	13%
Jaspers et al. [435]	Bis 2009	91	57%	82	30%
Roshanov et al. [757]	Bis 2009	48	52%	36	31%
Hemens et al. [370]	Bis 2009	59	63%	29	21%
Sahota et al. [773]	Bis 2009	35	63%	20	15%
Souza et al. [856]	Bis 2009	40	63%	14	29%
Shojanua et al. [827]	Bis 2008	28	78%	-	-
Heselmans et al. [373]	1990-2008	17	41%	8	0%
Mollon et al. [633]	Bis 2008	41	61%	23	22%
Kawamoto et al. [469]	Bis 2003	71	68%	-	-

Von den erfassten Systemeigenschaften war alleine die Entwicklung oder Evaluation eines Systems in einem Lehrkrankenhaus mit einer signifikant erhöhten Erfolgsrate der jeweiligen CDSS verknüpft. Auch integrierte Systeme waren im Gegensatz zu einer Arbeit von Kawamoto et al. aus dem Jahr 2003 in der aktuellen Erhebung nicht erfolgreicher als Systeme, die losgelöst von bestehender HIT operieren. [469]

2.3.2 Stärken und Schwächen der Untersuchung

Die Ergebnisse dieser Übersichtsarbeit sollten vor dem Hintergrund ihrer methodischen Stärken und Schwächen interpretiert werden. Die Untersuchung basiert auf einer umfangreichen Literatursuche mit einer gegenüber vergleichbaren Arbeiten deutlich höheren Anzahl von Suchergebnissen. Die Leistungsfähigkeit der Suchstrategie wurde durch einen Abgleich der identifizierten Systeme mit bekannten publizierten CDSS überprüft. Dabei wurden 86% der Systeme des Reviews von Hemens et al. und 80% der 2011 von Bright et al. identifizierten Systeme erfasst. [107,370] Die umfangreiche Übersichtsarbeit von Garg et al. erreicht im Vergleich dazu Quoten von 88 und 55%. [310] Dennoch ist einschränkend anzumerken, dass die bekannte schlechte Verschlagwortung der Literatur im Gebiet der Medizininformatik dazu geführt haben kann, dass wichtige Arbeiten nicht berücksichtigt wurden. [86] Darüber hinaus wurde die Suche im Gegensatz zu vergleichbaren Arbeiten auf die Datenbank MEDLINE beschränkt.

Übersichtsarbeiten sind notwendigerweise retrospektiver Natur und somit anfällig für eine Reihe verzerrender Effekte, die in der vorliegenden Arbeit nur teilweise vermieden werden konnten. So war es auf Grund beschränkter personeller Ressourcen nicht möglich, die Aufnahmevoraussetzungen für einzelne Arbeiten durch einen unabhängigen zweiten Untersucher zu verifizieren. Gleiches gilt für die Klassifizierung der einzelnen Systeme. Zudem wurden auf Grund der großen Anzahl an identifizierten Systemen, Studienautoren nicht kontaktiert, um die vorgenommene Einordnung zu bestätigen. Im Rahmen der Klassifizierung wurden Systemeigenschaften über die in den jeweiligen Arbeiten nicht berichtet wurde, als nicht vorhanden eingeordnet. Dies könnte möglicherweise zu einer Unterschätzung bestimmter Systemmerkmale geführt haben. Gleichzeitig wurde aber für die Klassifikation auf alle vorhandenen Arbeiten zu einem System zurückgegriffen.

In der vorliegenden Untersuchung wurden im Gegensatz zu anderen Reviews keine Anforderungen an die methodische Qualität der aufgenommenen Arbeiten gestellt. So konnte durch die Einbeziehung einer großen Anzahl von Publikationen ein weiter Überblick über die Entwicklungstätigkeit im Bereich der CDSS gewonnen werden. Gleichzeitig kann nicht ausgeschlossen werden, dass Evaluationsergebnisse durch die Mitberücksichtigung methodisch schwacher Studien verfälscht wurden. Darüber hinaus besteht die Gefahr eines Publication Bias. Dieser erscheint insbesondere vor dem Hintergrund, dass die überwiegende Mehrzahl der Arbeiten von den Entwicklern der jeweiligen Systeme veröffentlicht wurde, möglich.

2.3.3 Zwischenfazit

In der zahlenmäßig bislang umfangreichsten Übersichtsarbeit zum Thema CDSS konnte die erhebliche Dynamik in der Entwicklungstätigkeit in diesem Bereich der Medizininformatik dokumentiert werden. Die Klassifikation zahlreicher Eigenschaften der 768 ermittelten Systeme liefert ein Zeugnis der großen Heterogenität der unterschiedlichen Softwarelösungen. Im Vergleich zu bisherigen CDSS-Reviews ist der Anteil jener Systeme, der in Evaluationen eine Verbesserung insbesondere patientenorientierter Zielgrößen erreichte, deutlich erhöht. Dieser Umstand ist zumindest teilweise dem bewussten Einbezug methodisch weniger hochwertigerer Studien zuzuschreiben. Gleichzeitig steigt jedoch der Anteil positiv evaluierter Systeme in jüngerer Zeit an. Demgegenüber mutet ein Implementierungsanteil aller ermittelten CDSS von unter 60% gering an und fügt sich nahtlos in das eingangs skizzierte Bild einer erheblichen Kluft zwischen der Anzahl neuer CDSS-Entwicklungen einerseits und mangelnder Verbreitung der Systeme im Gesundheitswesen weltweit andererseits (Abschnitt 1.2.2). Im folgenden dritten Abschnitt dieser Arbeit werden nun die Ursachen für diese Diskrepanz auf der Basis von Interviews mit einer Auswahl der zuvor ermittelten CDSS-Entwickler näher untersucht.

3 Interviews

3.1 Methodik

3.1.1 Datenerhebung und Messmethoden

3.1.1.1 Allgemeines

Das Interview gehört zu den am weitesten verbreiteten Erhebungsverfahren der Sozialforschung. [399] Bei der Auswahl einer Interviewform spielt der Grad der Standardisierung und Strukturierung eine zentrale Rolle. [328] Die Datengewinnung erfolgt in dieser Arbeit mittels leitfadengestützter Befragungen. Diese Form des offenen Interviews stellt die für die Befragung von Experten in der Forschung übliche Erhebungsmethode dar. [94] Sie eröffnet einen Mittelweg zwischen offenen narrativen Interviewformen und der in der empirischen Sozialforschung verwendeten standardisierten Befragung. [791,797] Gegenüber ersterer Befragungsmethode wird durch den Leitfaden sichergestellt, dass bestimmte durch den Interviewer als wichtig erachtete Themenbereiche angesprochen werden. So wird eine Vergleichbarkeit von Interviews auf Basis des gleichen Leitfadens möglich. [94] Gleichzeitig erlaubt das Leitfadeninterview dem Befragten im Vergleich zur standardisierten Befragung Themenschwerpunkte zu setzen und frei von einem engen Fragenkorsett eigene Relevanzsysteme abzubilden. [528] Darüber hinaus tragen offene Interviews der Variabilität und Komplexität von Bedeutungen vor dem Hintergrund unterschiedlicher Erfahrungen, Einstellungen, Wissensstände, Meinungen und Kulturkreise des Interviewers und der Befragten Rechnung, indem die Möglichkeit geschaffen wird, diesbezügliche Differenzen und Widersprüche zu thematisieren und damit der Datenauswertung zugänglich zu machen. [490,974]

3.1.1.2 Leitfadenkonstruktion

Bei der Gestaltung des Interviewleitfadens sind nach der viel zitierten Arbeit von Merton & Kendall vier wesentliche Kriterien zu beachten. [616] Zentral steht die Nichtbeeinflussung des Gesprächspartners durch den Interviewer. Dem wird versucht durch den Verzicht auf wertende Kommentare sowie einer geeigneten Reihenfolge der Fragen gerecht zu werden. Grundsätzlich kann zwischen geschlossenen, halboffenen und offenen Fragen unterschieden werden. [267] Um eine Übertragung des Bezugsrahmens des Interviewers auf den Befragten zu vermeiden, werden zu einzel-

nen Themenfeldern zunächst unstrukturierte Fragen gestellt, die dann im weiteren Verlauf ggf. konkreter formuliert werden und evtl. einzelne, bislang nicht angesprochene Aspekte, aufgreifen. Das Kriterium der Spezifität fordert eine Ausgestaltung des Interviews, etwa durch gezieltes Nachfragen, in der Art, dass die Erkenntnisziele des Forschers möglichst genau beantwortet werden. [502] Gleichzeitig ist eine durch zu konkrete Fragestellungen auftretende Strukturierung des Interviews zu vermeiden. Spezifität und Nichtbeeinflussung stehen somit in einem Spannungsverhältnis. Als drittes Kriterium soll jedes Interview ein möglichst breites Spektrum an für das Forschungsthema relevanten Fragen abdecken. [286] Auch hier gilt es eine Balance zwischen der Thematisierung von durch den Forscher als wichtig erachteten Themenkomplexen und der Möglichkeit des Befragten, eigene Themenschwerpunkte zu setzen, zu finden. Im vorliegenden Interviewleitfaden wird diesem Aspekt Rechnung getragen, indem die Interviewpartner zunächst allgemein zu Barrieren und Hindernissen bei der CDSS-Implementierung Stellung nehmen, bevor im Anschluss konkrete Implementierungsprobleme angesprochen werden. Ein letztes von Merton et al. angeführtes Kriterium trägt die sperrige Bezeichnung „Tiefgründigkeit und personaler Bezugsrahmen“. [502] Die Autoren verstehen hierunter die Konkretisierung allgemeiner affektiver Äußerungen durch den Interviewpartner. Da in der aktuellen Untersuchung emotionale Bewertungen eine untergeordnete Rolle spielen, ist dieser Aspekt für vorliegende Untersuchung von untergeordneter Relevanz.

Die Entwicklung der Fragen für den Interviewleitfaden (vgl. Abbildung 3) basiert auf den eingangs formulierten Forschungsfragen (vgl. Abschnitt 1.4). Im Mittelpunkt steht die Frage nach Hindernissen und Erfolgsfaktoren für die langfristige Implementierung von CDSS (Fragen 7a und 7b). Die Fragen sind bewusst offen formuliert und erlauben es dem Befragten ohne Einschränkungen über Herausforderungen und begünstigende Faktoren bei der CDSS-Implementierung zu berichten. Nur für den Fall dass der interviewte Entwickler zuvor eine erfolgreiche Implementierung seines Systems vermeldet, erfolgt zunächst die Frage nach den wesentlichen Faktoren für diese Leistung (Frage 7a). Im Anschluss daran sollen die interviewten CDSS-Entwickler die Bedeutung dreier wesentlicher in der Literatur identifizierten Barrieren für die CDSS-Implementierung beurteilen, falls Sie zu diesen Themen nicht bereits zuvor Stellung genommen haben. Dabei geht es zunächst um die Notwendigkeit der Pflege von CDSS-Wissensbasen und den damit verbundenen Ressourcenaufwand (Frage 8).

Eine nächste Frage greift das in der Literatur zu Implementierungshindernissen (vgl. Abschnitt 1.2.3) bislang wenig diskutierte Problemfeld regulatorischer Aspekte bei der CDSS-Entwicklung auf (Frage 9a) (vgl. Abschnitt 1.4). Schließlich wird in den Fragen 11-12 das Thema der bislang eingeschränkten Harmonisierung von IT-Standards im Bereich CDSS und damit potenziell verbundenen Hindernissen bei Entwicklung und Verbreitung von CDS-Software angesprochen. Dieser Themenkomplex ist eingebettet in die allgemeine Frage nach den Zielen der Entwickler ihre Software außerhalb der ursprünglichen Entwicklungsumgebung zu verbreiten (Frage 10).

Neben diesem direkt die Barrieren und Erfolgsfaktoren der CDSS-Implementierung tangierendem Teil des Interviews, beschäftigen sich weitere Fragen mit dem den befragten Experten sowie den Eigenschaften der von Ihnen entwickelten Systeme. Die CDSS-Entwickler wurden aufgefordert über ihre aktuelle Arbeit, ihren beruflichen Hintergrund (Fragen 1a und 1b) sowie ihre Berufserfahrung (Frage 2), ihre Rolle im Entwicklungsprozess (Frage 3) und ihre Pläne für künftige CDSS-Projekte zu berichten. In Bezug auf die einzelnen CDSS wurden im Falle fehlender oder nicht eindeutiger Informationen in den jeweiligen Publikationen die in Abschnitt 2 ermittelten Systemeigenschaften überprüft. Darüber hinaus wurde der Frage nachgegangen, ob die CDSS aktuell im Klinikalltag verwendet werden (Frage 4) bzw. inwiefern eine Implementierung in der Vergangenheit erfolgt war oder in Zukunft geplant ist (Frage 5b und c).

Interviewleitfaden

1a. Könnten Sie mir zunächst einen Überblick über Ihre aktuelle Arbeit geben?	
1b. Was ist Ihr beruflicher Hintergrund?	
2. Wie lange haben Sie insgesamt in diesem Bereich gearbeitet?	
3. Was war Ihre Rolle bei der Entwicklung des CDSS?	
4. Wird das System aktuell im Klinikalltag verwendet?	
5a. Seit wann ist das der Fall?	
5b. Ist Ihr System in der Vergangenheit einmal routinemäßig im Klinikalltag eingesetzt worden?	
5c. Ist eine (erneute) Implementierung für die Zukunft geplant?	
6. Können Sie ungefähr abschätzen wieviel Zeit und Ressourcen in die Entwicklung des Systems geflossen sind?	

Viele CDSS werden nach der initialen Evaluation wieder aufgegeben. 7a. Was sind aus Ihrer Sicht die Hauptfaktoren, die zur erfolgreichen Implementierung ihres CDSS beigetragen haben? 7b. Was sind aus Ihrer Erfahrung die wesentlichen Hindernisse für eine langfristige Implementierung von CDSS?	
8. Pflegen Sie die Wissensbasis Ihres Systems und würden Sie sagen, dass der damit verbundene Aufwand ein Hindernis für die langfristige Implementierung Ihres Systems darstellt?	
9a. Wie beurteilen Sie die seit einigen Jahren geltenden Änderungen des Medizinproduktegesetzes, nach denen Software mit entsprechender Zweckbestimmung als eigenständiges Medizinprodukt definiert wird im Hinblick auf die Entwicklung von CDSS und hat Sie das in Ihrer Arbeit bereits tangiert? 9b. Planen Sie Ihr CDSS als Medizinprodukt zu zertifizieren?	
10. Wird Ihr System auch in anderen Kliniken eingesetzt und ist eine weitere Verbreitung des CDSS ein Ziel für Sie?	
11a. In wievielen Kliniken wird ihr System aktuell eingesetzt? 11b. Was sind ihrer Meinung nach Faktoren, die eine Verbreitung verhindern, erschweren, bzw. erleichtert haben?	
12a. Denken Sie, dass Standards um wissensbasierte Systeme leichter zu teilen, wie etwa die Arden Syntax, GLIF oder Servicemodelle wie SAGE oder SEBASTIAN die Migration ihres Systems in andere Umgebungen erleichtern würden und wenn ja, könnten Sie sich vorstellen Ihr System in einer solchen Umgebung zu entwickeln? 12b. Würden Sie sagen, dass das Problem der Harmonisierung von Standards möglicherweise auch ein Thema ist, mit dem sich der Gesetzgeber, etwa auf europäischer Ebene, befassen sollte?	
13. Arbeiten Sie aktuell an weiteren CDSS-Projekten?	

Abbildung 3: Interviewleitfaden Deutsch

3.1.1.3 Selektion der Interviewpartner

Die Auswahl der Interviewpartner erfolgte aus einer Untergruppe der Entwickler der zuvor identifizierten 768 CDSS. Um Sprachbarrieren bei der Durchführung der Interviews zu vermeiden wurden Entwickler aus Asien, Afrika und Südamerika nicht berücksichtigt. Entwickler aus Ozeanien wurden auf Grund der erheblichen Zeitunterschiede in den jeweiligen Ländern ebenfalls nicht kontaktiert. Der Fokus der Untersuchung lag somit auf CDSS-Entwicklungen aus Europa und Nordamerika. Wie eingangs skizziert, ist ein Großteil der aktuellen CDSS-Forschung im angloamerika-

nischen Raum angesiedelt (vgl. Abschnitt 1.3). Dies spiegelt sich auch in der vorliegenden Literaturübersicht mit einem Verhältnis von annähernd 2:1 bei der Anzahl der entwickelten Systeme zugunsten Nordamerikas wider. Diese Quote wurde in der aktuellen Untersuchung bewusst nicht eingehalten. Vielmehr sollte der bisherigen Literatur zu Hindernissen bei der CDSS-Implementierung oftmals weniger berücksichtigte europäische Entwicklungsmarkt verstärkt in den Fokus rücken und so zu einer differenzierteren Betrachtung von Entwicklungsbarrieren und Erfolgsfaktoren beitragen.

Insgesamt wurden 150 CDSS-Entwickler kontaktiert. Dies entspricht 24% der in beiden Regionen entwickelten Systeme. 120 oder 80% der für ein Interview selektierten Partner haben ihr System in Europa erstellt. Somit wurden mehr als die Hälfte (53%) der in Europa in einem 10-Jahreszeitraum erstellten CDSS in die Auswahl einbezogen. Der Anteil der erfassten Systementwickler liegt entsprechend höher, da zahlreiche Entwickler mehr als ein CDSS erstellt haben (vgl. Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Auswahl der einzelnen potenziellen Interviewpartner erfolgte mit Hilfe von in der Tabellenkalkulationssoftware Microsoft Excel 2007 erzeugter Zufallszahlen.

3.1.1.4 Kontaktaufnahme

Die 150 ausgewählten CDSS-Entwickler wurden im Folgenden per E-Mail kontaktiert und nach Ihrer Bereitschaft gefragt, an dem Interviewprojekt teilzunehmen. In dem einseitigen Anschreiben wurde jeder Autor dabei zunächst auf seine individuellen Publikationen zu seinen CDSS angesprochen. In einem weiteren Absatz wurden die zentrale Forschungsfrage des Projektes und die Problemstellung in wenigen Sätzen umrissen. Die Ausführungen hierzu wurden bewusst knapp gehalten, um die Aufmerksamkeitsspanne der Adressaten nicht mit zu vielen Informationen zu überreizen. Schließlich wurde nach der Bereitschaft der Entwickler gefragt, an einem 10 minütigem Telefoninterview zu dem Thema teilzunehmen, wobei betont wurde, dass das Augenmerk vor allem auf den persönlichen Erfahrungen der Interviewpartner bei der CDSS-Entwicklung und Implementierung liege. Die angekündigte geplante Interviewzeit wurde bewusst kürzer gewählt, um potenzielle Gesprächspartner die Zusage zu einem Gespräch zu erleichtern. So haben die Untersuchungen von Burke et al. zu telefonischen Experteninterviews gezeigt, dass Interviewzeiten von mehr als

15 bis 20 Minuten von der Mehrheit der kontaktierten Personen nicht akzeptiert werden. [114] Um keine Absagen auf Grund von terminlichen Gründen zu erhalten, wurden die Adressaten gebeten, einen Ihnen passenden Zeitraum für das Interview zu bestimmen. Mit dem Ziel, zeitliche Überschneidungen bei der Terminplanung zu vermeiden, wurden die Anschreiben zeitlich gestaffelt über einen Zeitraum vom 04.08.2014 bis zum 24.10.2014 versendet.

Zuletzt wurde in den Anschreiben auf eine Internetseite mit weiteren Informationen zu dem Projekt verwiesen. Hierzu wurden die Domains www.cdss.eu und www.cdss.info registriert. Auf einer zweiseitigen Internetpräsenz konnten sich die potenziellen Interviewpartner dort in deutscher bzw. in englischer Sprache genauer über das CDSS-Projekt informieren (vgl. Abschnitt 8.7). So wurden insbesondere weitere Hintergrundinformationen für den Anstoß zu dem Projekt sowie dem abgeschlossenen ersten Teil der Untersuchung in Form der in Abschnitt 2 präsentierten Literaturübersicht geliefert.

Der in der E-Mail verwendete Text wurde darüber hinaus noch einmal in ein formatiertes Anschreiben mit dem Briefkopf der Sektion für medizinische Informatik in Anästhesie und Intensivmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen übernommen. Diese Anschreiben wurden ausgedruckt und durch den damaligen Leiter der Sektion Herrn Professor Dr. med. Rainer Röhrig sowie durch mich unterschrieben, eingescannt und den jeweiligen E-Mails als Anhang in Form einer PDF-Datei beigelegt. Damit wurden zwei Ziele verfolgt. Zum einen sollte die Verbreitung des Anschreibens in den jeweiligen Instituten in gedruckter Form in einem ansprechendem Format ermöglicht werden. Zum anderen sollte durch die aufwändigere Kontaktaufnahme Wertschätzung gegenüber den potenziellen Interviewpartnern ausgedrückt werden und so eine höhere Rücklaufquote erzielt werden. Die E-Mails selber wurden als Rein-Text versendet um Probleme durch uneinheitliche Formatierung von HTML-Dateien in der E-Mail-Software der Empfänger zu vermeiden. Potenzielle Interviewpartner in Deutschland, Österreich und der deutschsprachigen Schweiz erhielten Anschreiben in deutscher Sprache. CDSS-Entwickler in allen weiteren Ländern wurden auf Englisch kontaktiert.

3.1.1.5 Durchführung der Interviews

Die Interviewpartner wurden zum vereinbarten Zeitpunkt telefonisch oder nach Wunsch über Instant-Messaging-Dienste wie Skype, Google Hangouts oder Apple Facetime kontaktiert. Nach kurzen einleitenden Worten wurde zunächst das Einverständnis der Gesprächspartner, die folgenden Telefonate aufzuzeichnen und die Daten in anonymisierter Form auszuwerten und in Auszügen widerzugeben, eingeholt. Es folgten die eigentlichen Interviews auf Basis des beschriebenen Interviewleitfadens. Die Gesprächsführung wurde einer Reihe allgemeiner Regeln auf der Basis bisheriger Forschungsergebnisse unterworfen. Dabei ist die Zahl der Methodenbeiträge, die sich explizit qualitativ ausgerichteten telefonischen Experteninterviews widmet, ungeachtet der Verbreitung der Erhebungsmethode überschaubar. [157] Allerdings lassen sich allgemeine aus der Interviewforschung gewonnene Erkenntnisse größtenteils auch auf die Sonderform des Telefoninterviews anwenden.

Ein wichtiger und gleichzeitig vorab nur bedingt planbarer Aspekt bei der Durchführung semistrukturierter Interviews stellt die Strategie bezüglich Nachfragen von Seiten des Interviewers dar. Busse empfiehlt in diesem Zusammenhang die Informationsasymmetrien zwischen den Gesprächspartnern aktiv anzusprechen und auf Basis dieser klaren Rollendefinition jegliche unklaren Sachverhalte zu thematisieren, selbst wenn dadurch die Kompetenz des Interviewers untergraben wird. [118] Für ein differenzierteres Vorgehen wirbt Walter, der für eine Fragetechnik, die sich zwischen den beiden Polen „Vorwissen“ und „Naivität“ bewegt, plädiert. [948] Auf der einen Seite führe der Austausch auf Augenhöhe zu differenzierteren Antworten von Seiten des Experten. Andererseits ließen nicht auf Vorwissen bauende Fragen dem Befragten mehr Raum, eigenen Sichtweisen Ausdruck zu verleihen. Beide Vorgehensweisen haben ihre Berechtigung und wurden situationsabhängig in den Interviews verwendet.

Darüber hinaus ist bei der Durchführung der Interviews zu berücksichtigen, dass der Kreis der potenziellen Gesprächspartner eine bezüglich ihres Fachwissens sehr heterogene Gruppe darstellt. So werden CDSS-Projekte sowohl von Informatikern als auch von klinisch tätigen Ärzten durchgeführt. Dies hat Einfluss auf die thematischen Schwerpunkte der Gespräche. So wird ein Experte mit medizininformatischem Hintergrund im Regelfall differenziertere Antworten zu eher technischen Fragestel-

lungen, wie etwa der Harmonisierung von Datenstandards liefern können, während ein Arzt möglicherweise detaillierter über Anwendungshindernisse von CDSS im Klinikalltag zu berichten weiß. Dieser Aspekt wurde bei der Gesprächsführung und bei eventuellen Nachfragen berücksichtigt. Die gemessene Interviewdauer umfasst ausschließlich jene Teile der Gespräche, in denen Fragen beantwortet wurden.

3.1.1.6 Transkription

Die Audioaufnahmen der geführten Interviews wurden vollständig transkribiert. Für die Überführung von Tonmitschnitten in eine schriftliche Form stehen grundsätzlich verschiedene Systeme zur Verfügung. [222] Die Auswahl des eines Transkriptes zu Grunde liegenden Regelwerkes steht dabei im Spannungsfeld einer möglichst genauen und umfassenden Abbildung der Sekundärdaten einerseits und dem Ziel einer leicht lesbaren, mit vertretbaren Ressourcen erstellbaren Abschrift, andererseits. [111] Jedes Transkript stellt notwendigerweise eine Reduktion des ursprünglich aufgezeichneten Gesprächs dar. [617] Der gewählte Detailgrad hängt vom Erkenntnisinteresse der jeweiligen Untersuchung ab. [327]

In den vorliegenden Experteninterviews liegt der Fokus auf dem semantischen Inhalt der Gespräche. Aus diesem Grund wurde für die Transkription auf das vergleichsweise einfache System nach Desning und Pehl zurückgegriffen. [233] Diese, auf dem Regelwerk von Kuckarz et al. [511] aufbauende Methode ist durch eine wörtliche Transkription unter Glättung von Dialekten, Wortverschleifungen und Stottern gekennzeichnet. Verständnissignale des gerade nicht Sprechenden werden nicht transkribiert. Auch paraverbale und prosodische Informationen werden weitestgehend nicht beachtet. Ausnahmen bilden die Kennzeichnung besonders betonter Wörter, die Markierung von Pausen sowie die Erfassung emotionaler nonverbaler Äußerungen wie lachen oder seufzen.

3.1.1.7 Übersetzung und Sprache

Sprache ist vieldeutig, weil kontextabhängig. [734] Jedes Verständnis von Sprache beinhaltet notwendigerweise einen Übersetzungsprozess. [506] In unseren heterogenen Gesellschaften gilt dies bereits für den Austausch zwischen Subkulturen, die dieselbe Sprache sprechen. [92] Die Mehrzahl der vorliegenden Interviews wurde in englischer Sprache geführt. Ihre Übersetzung erfordert demnach Kenntnisse über die jeweiligen kulturellen Kontexte, in denen sich der Gesprächspartner bewegt. Durch

die Übertragung der Texte ins Deutsche findet gezwungenermaßen bereits vor der Analyse der Interviews eine gewisse Interpretation der Beiträge statt, da letztlich jede Übersetzung eine Übertragung fremder Kommunikation auf das subjektive semantisch-indexikale Relevanzsystem des Übersetzenden darstellt. [505] Grundregeln für eine methodisch kontrollierte Übersetzung liefern Kruse et al. [507] Neben einer möglichst textnahen Translation wird die Angabe verschiedener Übersetzungen und damit Interpretationen oder das Belassen unübersetzbarer Ausdruck im Original empfohlen. Eine Überprüfung der Übersetzung kann durch Abgleich mit dem Originaltranskript oder einer Rückübersetzung erfolgen. Schließlich sollte die Übersetzung möglichst spät im Auswertungsprozess vorgenommen werden um die Interpretation des Gesagten nicht bereits frühzeitig zu fixieren. Dem wurde in der vorliegenden Arbeit Rechnung getragen, indem die zentrale Zuordnung des Interviewmaterials zu einzelnen Kategorien (vgl. Abschnitt 3.1.2) auf Basis der Originaltranskripte erfolgte. Die für die jeweiligen Kategorien exemplarischen Textbeispiele wurden dann für die englischsprachigen Interviews als Originalzitat und in deutscher Übersetzung aufgeführt.

Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass auch für einen Großteil der Interviewten Englisch nicht die Muttersprache darstellt. Dies bedingt Datenverluste, wenn die Sprachkenntnisse des Interviewpartners nicht ausreichen, um über komplexe Themenfelder differenziert zu berichten. Der Einsatz von Dolmetschern war für das aktuelle Projekt bei Interviewpartnern mit zehn verschiedenen Muttersprachen zum einen auf Grund beschränkter Ressourcen nicht möglich. Darüber hinaus wird der Einsatz von Dolmetschern für Interviews in fremden Sprachen in der Literatur auf Grund des damit verbundenen Kontrollverlustes für den Forscher kritisch gesehen. [507]

3.1.2 Auswertung

3.1.2.1 Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring

Die in den Interviews erhobenen Daten sind überwiegend nominalskaliert. Die erfassten Ausprägungen schließen sich somit lediglich logisch aus und sind damit primär einer qualitativen Analyse zugänglich. [108] Zentral steht die Kodierung und Kategorisierung des erhobenen Materials. [286] Die Entwicklung eines geeigneten Kategoriensystems kann dabei grundsätzlich entweder aus theoretischen Vorüberle-

gungen heraus erfolgen oder empirisch aus den gewonnen Daten realisiert werden. [608] Für die folgende Auswertung wird die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring verwendet, die sowohl deduktive als auch induktive Verfahren miteinander vereint und im Folgenden komprimiert dargestellt wird. [608,609] Sie stellt ein Standardverfahren zur Analyse von Leitfadeninterviews dar. [918]

Die Grundlage bildet ein aus bisherigen theoretischen Überlegungen gewonnenes Kategoriensystem. Mayring definiert mit Zusammenfassung, Explikation und Strukturierung zunächst drei Analysetechniken, die auf das gewonnene Material angewendet werden können. Ziel des ersteren Verfahrens ist eine Reduktion der Rohdaten, wobei durch Generalisierung ein höheres Abstraktionsniveau erreicht werden soll. Zu Beginn werden, ebenso wie bei den folgenden Techniken, die zu analysierenden Einheiten definiert. Kodier- und Kontexteinheit stellen in diesem Zusammenhang die minimalen und maximalen Textbestandteile dar, die unter einer Kategorie subsummiert werden können. Die Auswertungseinheit definiert die sukzessiv zu analysierenden Textteile. Für die eigentliche Zusammenfassung werden dann die inhaltstragenden Textstellen paraphrasiert und auf das zuvor definierte Abstraktionsniveau generalisiert. Bedeutungsgleiche sowie auf dem erreichten Abstraktionsniveau unbedeutende Paraphrasen werden gestrichen, solche mit ähnlicher Bedeutung zusammengefasst. In unklaren Fällen werden theoretische Vorannahmen zur Hilfe gezogen.

Im Gegensatz zur zusammenfassenden Analyse wird die vorhandene Datenbasis in der explikativen Auswertung erweitert, um nicht eindeutige Textstellen näher zu erläutern. Dies kann zu einem kontextnah erfolgen, indem Material aus dem Text betrachtet wird, das mit der zu untersuchenden Textstelle dadurch in einem Zusammenhang steht, dass es sie definiert, erklärt, beschreibt, modifiziert oder näher erläutert. Zum anderen können aber auch Informationen jenseits der Rohdaten, wie Daten über den Interviewpartner oder theoretisches Vorwissen, zur Analyse unklarer Textpassagen herangezogen werden.

In der von Mayring als „Strukturierung“ bezeichneten Analysetechnik findet schließlich die Einordnung des Materials in ein Kategoriensystem statt. Sowohl die Festlegung der Strukturierungsdimensionen als auch die Bestimmung der einzelnen Ausprägungen erfolgt dabei aus theoretischen Vorüberlegungen und wird im folgenden Abschnitt näher erläutert. Daraufhin folgt die Zuordnung einzelner Textabschnitte in

das erstellte System. Dabei werden nach Mayring konkrete Textstellen benannt, die unter einer Kategorie subsummiert werden und als exemplarisch für diese gelten sollen. Auf dieser Basis gelte es dann, Kodierregeln zu formulieren, deren Bedeutung insbesondere auch in der Erleichterung einer eindeutigen Zuordnung von Textstellen und damit der Vermeidung von Abgrenzungsproblemen liegt. Schließlich fordert Mayring im Rahmen des Materialdurchlaufs wenn nötig, eine Überarbeitung und Modifikation des Kategoriensystems vorzunehmen. Eine solche Gewinnung von Auswertungskriterien aus den erhobenen Daten rückt diesen Teil des Verfahrens in die Nähe gegenstandsbezogener Theoriebildung (grounded theory), wenngleich die ursprüngliche Kategorienentwicklung rein deduktiv erfolgt. [138]

3.1.2.2 Entwicklung des Kategoriensystems

Die Auswertungseinheiten für das vorliegende Material ergeben sich aus den Fragenkomplexen des Interviewleitfadens (vgl. Abschnitt 3.1.1.2). Die ex ante Entwicklung von Kategorien ist dabei insbesondere bezüglich des zentralen Themenkomplexes der Hindernisse und Erfolgsfaktoren für die CDSS-Implementierung relevant, da hier umfangreiches Material in Form der eingangs dargestellten Literatur existiert. Gleichzeitig wird die Kategorienbildung durch die Heterogenität der vorliegenden Arbeiten von Einzelfallberichten über Feldstudien bis hin zu theoretischen Modellen zur Akzeptanz neuer Technologien erschwert. Abbildung 4 fasst die in Abschnitt 1.2.3 genannten Einflussfaktoren auf die Entwicklung und Adoption von CDS-Systemen zusammen.

Grundsätzlich können interne, innerhalb der Gesundheitsorganisation oder des Krankenhauses verortete Steuergrößen von externen Einflussfaktoren auf die CDSS-Entwicklung unterschieden werden. Zu letzteren gehören zunächst die durch die nationalen und supranationalen Gesetzgeber geschaffenen Rahmenbedingen. Dies betrifft sowohl regulatorische Vorgaben, wie etwa das Medizinproduktegesetz in der Europäischen Union, als auch monetäre Anreize für die Implementierung von CDSS, wie der in den USA verabschiedete HITECH-Act (vgl. Abschnitt 1.2.2). Einen weiteren, in der Literatur wenig beschriebenen indirekten Einflussfaktor auf die CDSS-Entwicklung, stellt der Druck durch Wettbewerber einer Gesundheitsorganisation in Bezug auf die Prozess- und Ergebnisqualität der Behandlung dar. Eng damit verknüpft ist die öffentliche Meinung zur Leistungsfähigkeit des Gesundheitswesens

und den gerade in jüngster Zeit durch Nicht-Regierungsorganisationen (NGOs) und von anderen Interessenvertretern gestellten Forderung nach mehr Patientensicherheit. [424] Schließlich haben Anreize für Wissenschaftler in Form von Forschungsgeldern und Publikationsmöglichkeiten Einfluss auf die Entwicklung und Implementierung von CDSS-Lösungen. Auch dieser Aspekt findet in der Literatur vergleichsweise wenig Beachtung. Ein Einfluss ist insbesondere auf die langfristige Implementierung von CDSS-Lösungen denkbar, etwa wenn für die Entwicklung eines CDS-Systems bereitgestellte öffentliche Mittel auslaufen oder nach Evaluation einer Software durch den Routinebetrieb keine neuen Publikationen aus dem Projekt generiert werden können. Der Einfluss externer Partner wie IT-Lieferanten einer Gesundheitsorganisation betrifft u.a. die Kooperation bei der Integration von CDSS in durch die jeweiligen Unternehmen gelieferten Informationstechnologien.

Neben den genannten Umweltfaktoren werden in der Literatur zahlreiche Einflussfaktoren auf die CDSS-Implementierung genannt, die die interne Organisation der jeweiligen Gesundheitsdienstleister betreffen. Neben dem eigentlichen CDSS-Projekt sind hierbei das Management bzw. die Entscheidungsträger des Unternehmens, die bestehende IT-Infrastruktur, die der Organisation zur Verfügung stehenden Ressourcen, sowie das Personal als Anwender der CDSS-Lösungen zu nennen. Bezüglich letzterer Gruppe spielt deren IT Know How, vorhandene Widerstände gegen Wandel sowie die Abwägung zwischen dem wahrgenommenen Nutzen und dem wahrgenommenen Aufwand, der mit der Verwendung einer neuen IT-Lösung verbunden ist und in den zahlreichen Modellen zur Adoption neuer IT näher beschrieben ist, eine Rolle (vgl. Abschnitt 1.2.3.1).

Weiterhin werden die Einbeziehung der Nutzer in den Entwicklungsprozess sowie deren Schulung und Unterstützung bei Problemen mit dem System als weitere Faktoren für eine erfolgreiche Implementierung genannt. Variablen für die CDSS-Implementierung, die aus dem Projekt selber erwachsen, betreffen zunächst die Leistungsfähigkeit, Komplexität und die Benutzerfreundlichkeit des Systems. Darüber hinaus sind Führung, Rollen und Einstellungen innerhalb des Projektteams von Bedeutung. Eng damit verknüpft ist die Unterstützung und Förderung von CDSS-Projekten durch das Management bzw. die Entscheidungsträger in einer Gesundheitsorganisation. Diese wird durch die allgemeine Unternehmensstrategie, die Un-

ternehmenskultur, Hierarchien, die Ansiedelung von CDSS-Projekten innerhalb dieser Hierarchie und darauf aufbauenden Strukturen des betrieblichen Berichtswesens beeinflusst. Gleichzeitig kommt der Unternehmensführung eine wichtige Rolle bei der Klärung von Konflikten sowie der Kommunikation und Förderung unternehmensinterner Wandlungsprozesse zu. Sogenannte Change Agents können organisatorische Veränderungen positiv begleiten und damit eine erfolgreiche CDSS-Implementierung fördern. [227] Nicht zuletzt können monetäre Überlegungen im Sinne eines positiven Return on Investment bei der Entscheidung für die Einführung einer CDSS-Lösung eine Rolle spielen. In diesem Zusammenhang stellen die für das CDSS-Projekt zur Verfügung stehenden Ressourcen in Form von Zeit, finanziellen Mitteln sowie technischem Know How einen weiteren Einflussfaktor für den Entwicklungs- und Implementierungserfolg dar. Zuletzt ist der Erfolg einer CDSS-Lösung von der Fähigkeit der Entwickler, die Software sinnvoll in die bestehende IT-Umgebung zu integrieren. In diesem Zusammenhang spielen neben der Leistungsfähigkeit und Skalierbarkeit der IT-Plattform, vor allem auch vorhandene Schnittstellen sowie die Unterstützung von Standards, etwa für den Austausch von Daten, eine zentrale Rolle.

Die Antworten nach den Fragen zu Erfolgsfaktoren und Hindernissen für eine erfolgreiche CDSS-Implantierung werden gemeinsam ausgewertet und kategorisiert. Dies erscheint indiziert, da zu beiden Fragen gemachte Aussagen in der Regel insofern zwei Seiten einer Medaille darstellen, als erfolgreiche CDSS-Projekte Lösungen für wahrgenommene Implementierungsprobleme finden. So verzichteten Interviewpartner oftmals auch auf eine detaillierte Angaben zu Implementierungshindernissen und verwiesen vielmehr auf ihre in Bezug auf die Erfolgsfaktoren bei der CDSS-Etablierung gemachten Angaben.

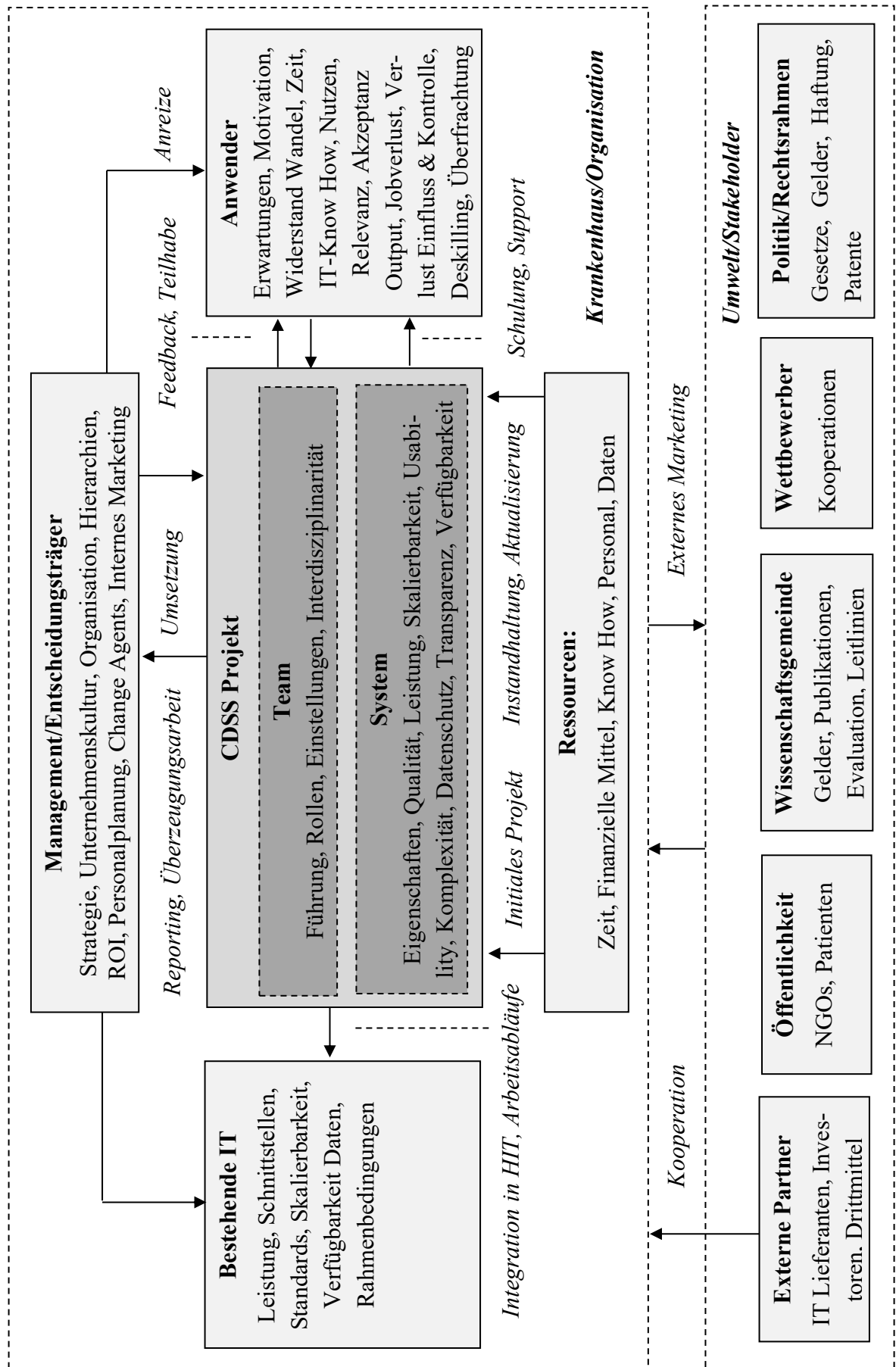


Abbildung 4: Einflussfaktoren auf die CDSS-Implementierung

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Rücklauf Interviewanfragen

Von den 150 versendeten Anschreiben erreichten 136 ihren Adressaten (vgl. Abbildung 5). 14 E-Mails waren nicht zustellbar. Eine Rückmeldung erfolgte von 63 CDSS-Entwicklern (46%). Drei Zustimmungen zu einem Interview wurden nach Abschluss des Interviewprojektes verfasst. Mit sechs Entwicklern kam aus verschiedenen Gründen kein Interview zu Stande. Ein Entwickler lehnte explizit eine Teilnahme an dem Projekt ab. Zwei weitere Kandidaten schätzten sich selbst als fachfremd ein und waren der Ansicht nur unzureichend zu den Themenkomplexen Stellung beziehen zu können. Ein potenzieller Interviewpartner verwies an einen geeigneteren Mitarbeiter aus seiner Arbeitsgruppe, der sich dann nicht zurückmeldete. Ein Informatiker aus Österreich nahm schriftlich zu einigen Themenfeldern Stellung und erklärte sich zu einem mündlichen Interview bereit, meldete sich jedoch nach dem Versuch einen konkreten Termin zu vereinbaren, nicht mehr. Mit einem Arzt aus den USA wurden drei Interviewtermine vereinbart, die allesamt nicht wahrgenommen wurden, sodass von einer weiteren Kontaktaufnahme abgesehen wurde. Insgesamt wurden 54 komplette Interviews geführt. Dies entspricht einer Quote von 40% in Bezug auf die erfolgreich versendeten Anschreiben. Die Gespräche fanden zwischen dem 05.08. und 19.12.2014 statt.

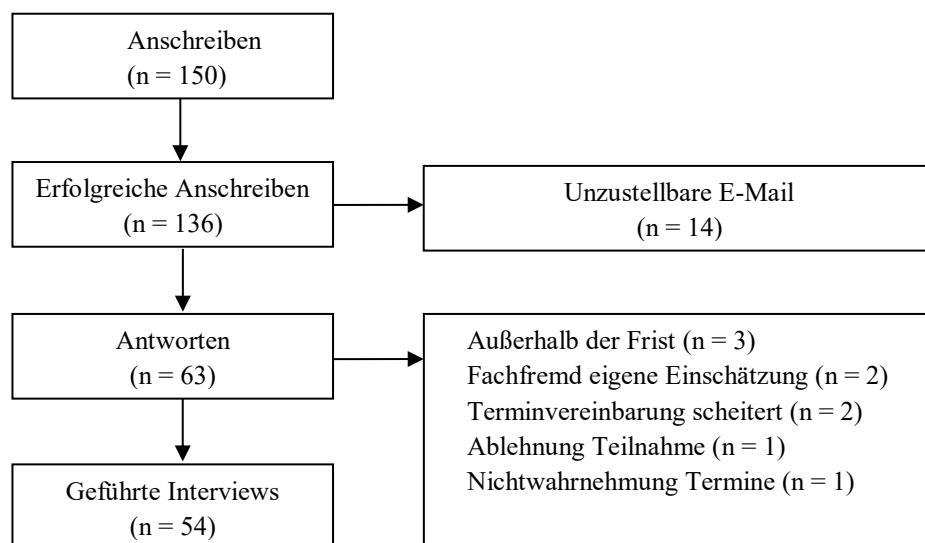


Abbildung 5: Rücklauf Interviewanfragen

Zwei Interviewpartner baten vor dem Gespräch um die Zusendung eines Themenkataloges. Diesem Wunsch wurde entsprochen. Ein Interviewpartner äußerte sich daraufhin zunächst schriftlich zu den Fragen, stand aber für telefonische Rückfragen zur Verfügung. Die durchschnittliche Gesprächsdauer betrug 15 Minuten und 46 Sekunden (Median: 14 Minuten und 7 Sekunden), wobei die maximale Interviewzeit bei über 41 Minuten lag. Das kürzeste Gespräch dauerte knapp 3 Minuten.

3.2.2 Basisdaten Interviewpartner

Die interviewten CDSS-Entwickler stammen aus 16 Ländern (vgl. Tabelle 33). Dabei liegt die Anzahl deutscher Gesprächspartner mit einem Gesamtanteil von nahezu einem Viertel am höchsten. Hierfür ist die im europäischen Vergleich große Anzahl deutscher CDSS-Entwicklungen ebenso verantwortlich wie die in der Bundesrepublik mit 56% überdurchschnittliche Antwortquote. Darüber hinaus wurde eine größere Anzahl von Gesprächen mit Interviewpartnern aus den Niederlanden, Italien sowie den USA und Kanada geführt. Insgesamt sind 76% der kontaktierten CDSS-Entwickler in Europa ansässig. Das Interview mit einem australischen Landsmann stellt insofern eine Ausnahme dar, als dass das entsprechende CDSS zum Interviewzeitpunkt ausschließlich in Großbritannien Verbreitung gefunden hatte und der in Tasmanien wohnende Mediziner enge Kontakte in das Vereinigte Königreich pflegt. Aus diesem Grund wurde das System zu den europäischen CDSS gezählt.

Tabelle 33: Herkunft Interviewpartner

Herkunftsland	Anzahl	Herkunftsland	Anzahl
Deutschland	13	Finnland	1
Niederlande	7	Spanien	1
Italien	6	Frankreich	1
Großbritannien	2	Belgien	1
Österreich	2	Schweiz	1
Dänemark	2	USA	7
Griechenland	2	Kanada	6
Norwegen	1	Australien	1
		Gesamt	54

Insgesamt wurden 42 Männer und 12 Frauen interviewt. Der Anteil weiblicher Gesprächspartner lag damit bei lediglich 22%. Die Mehrzahl der interviewten Personen übt eine ärztliche Tätigkeit aus (vgl. Tabelle 34). Entwickler mit einem Informatikhintergrund bilden mit einem Anteil von knapp einem Drittel die zweite große Berufsgruppe. Die restlichen Interviewpartner stammen fachlich aus einem breit gefächerten Spektrum von den Sozial- über die Geistes- bis hin zu den Naturwissenschaften.

Tabelle 34: Fachlicher Hintergrund der Interviewpartner

Fachlicher Hintergrund	Anzahl	Anteil in %
Arzt	28	52
Informatiker	16	30
Sonstige**	11	20
Gesamt	54	102*
* Mehrfachnennung: ein Interviewpartner ist sowohl Arzt als auch Informatiker ** Biomedizintechniker, Biopsychologe, Geograph, Verhaltenswissenschaftler, Soziologe, Gesundheitswissenschaftler, Biostatistiker, Ingenieur, Pflegewissenschaftler, Mathematiker & Physiker		

Die interviewten CDSS-Entwickler blicken im Durchschnitt auf 22 Jahre Berufserfahrung zurück (Median: 20 Jahre). Ihre Erfahrung mit HIT und CDSS reicht von 3 bis 49 Jahre und beträgt im Mittel 18 Jahre (Median 17 Jahre). Die Interviewpartner bekleideten unterschiedliche Rollen innerhalb der CDSS-Entwicklungen (vgl. Tabelle 35). 42 Personen (78%) waren mit der Leitung ihres jeweiligen Projektes betraut. Acht Interviewpartner nahmen unterschiedliche Aufgaben innerhalb des Projektteams ein. Ein geringer Anteil der interviewten Personen hat sein jeweiliges System in Eigenregie entwickelt.

Tabelle 35: Rolle der Interviewpartner innerhalb des CDSS-Projektes

Rolle innerhalb des CDSS-Projektes	Anzahl	Anteil in %
Projektleiter	42	78
Teil des Entwicklungsteams	8	15
Alleiniger Entwickler	4	7
Gesamt	54	100

3.2.3 Basisdaten CDSS

Eine Mehrzahl der interviewten Entwickler haben ihre Systeme in den Jahren 2009 bis 2011 erstellt (vgl. Abbildung 6). Zwei CDSS-Publikationen stammen aus dem Jahr 2014 und sind somit nicht Teil der Stichprobe zugrundeliegenden Gruppe von Arbeiten. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass angeschriebene Entwickler stets zu dem aktuellsten von ihnen publizierten CDSS interviewt wurden und zwischen dem Stichtag für die Literaturübersicht und den Anschreiben an die potenziellen Interviewpartner ein Zeitraum von 16 bis 20 Monaten lag. Insgesamt ist die größere Anzahl aktuellerer CDSS in der Auswahl dem allgemeinen Anstieg der CDSS-Publikationen in den vergangenen Jahren sowie der erwarteten höheren Antwortquote bei kürzlich veröffentlichten Arbeiten geschuldet.

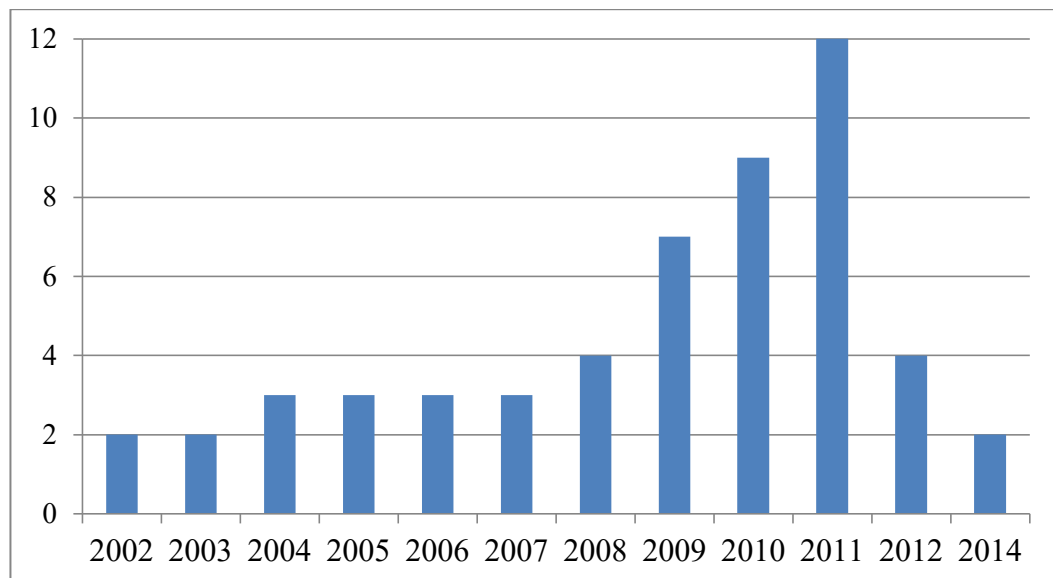


Abbildung 6: CDSS der Interviewpartner nach Entwicklungsjahr

Zur Abschätzung des Umfanges der jeweiligen CDSS-Projekte wurden die Interviewpartner nach dem mit ihrer Entwicklung verbundenen Ressourcenaufwand gefragt (vgl. Tabelle 36). Vierzehn der befragten Entwickler konnten diesbezüglich keine näheren Angaben machen. Insgesamt bereitete einer Mehrheit der Interviewten eine genaue Quantifizierung des Mitteleinsatzes Schwierigkeiten. Die gewonnenen Zahlen sind wenig standardisiert und erlauben keine weitere Zusammenfassung. Gleichwohl stellen sie ein Zeugnis der großen Heterogenität der einzelnen CDSS-Projekte dar. So stehen Entwicklungen mit 30 Stunden Programmierzeit neben Großprojekten mit Gesamtkosten von 8 Millionen Euro.

Tabelle 36: Geschätzter Ressourceneinsatz im Rahmen der CDSS-Entwicklung

Geschätzter Ressourceneinsatz		
3 Personenjahre, komplettes DFG-Projekt	2 Jahre, 1-2 Personen	2 Jahre
Entwicklung TEUR 100-200, EUR 5 Mio. Fördergelder für Evaluation	0,5 Personenjahre, EUR 3 Mio.	3 Personen, 2-3 Jahre
EU-Projekt, 4 Jahre, 5-10 Teilzeitmitarbeiter	2 Jahre, ca. €100.000	\$100.000
6 Monate Entwicklung, 1,5 Jahre Datengewinnung, größeres Team	20 Jahre Förderung, 52 Studenten mit Arbeiten	2 Jahre, PHD-Projekt
30 Stunden Programmierzeit	2 Personenjahre	€300.000
10 Jahre, 60 Personen involviert, EUR 8 Mio.	seit 10 Jahren	2 Wochen
3 Hauptentwickler, begonnen vor 17 Jahren	2 Monate, 1 Person	9 Jahre
5 Personenjahre, TEUR 500 + 200 Evaluation	6 Personen, ca. 200 Stunden	Mind. \$150.000
Entwicklung über 3 Jahre nebenberuflich	6 Monate, 4 Mitarbeiter	5 Jahre
TEUR 5-10 direkte Kosten, indirekte höher	9 Monate, 1 Programmierer	8.000 Stunden
Initiale Entwicklung 6 Monate, 1,5 Stellen, Weiterentwicklung über 5 Jahre	5 Personen Teilzeit, 3 Jahre	3 Personen, 1 Jahr
3 Hauptmitarbeiter, 2 Monate	2 Wochen, 2 Personen	1 Jahr
4 Jahre Entwicklung, €3 Mio. Euro Kosten	4 Jahre, 1 Doktorand	Mind. 300 Stunden
		Ca. 500 Stunden

In den Tabelle 37 bis Tabelle 47 sind die im Rahmen der Literaturübersicht in Abschnitt 1 erfassten CDSS-Eigenschaften für die Systeme der Interviewpartner aufgeführt.

Tabelle 37: CDSS der Interviewpartner nach CDSS-Aufgabe

Aufgabe des CDSS	Anzahl	Anteil in %
Therapie	24	44
Verschreibung	13	24
Diagnose	13	24
Prävention	3	6
Multiple	1	2
Gesamt	54	100

Tabelle 38: CDSS der Interviewpartner nach Fachrichtung

Fachrichtung	Anzahl	Anteil in %
Multiple	8	15
Neurologie & Psychiatrie	8	15
Endokrinologie	7	13

Infektiologie	5	9
Kardiologie	5	9
Pädiatrie	5	9
Sonstige	16	30
Gesamt	54	100

Tabelle 39: CDSS der Interviewpartner nach Entscheidungslogik

Entscheidungslogik	Anzahl	Anteil in %
Wissensbasiert	48	89
Fuzzy Logic	2	4
Multiple	2	4
Künstliche Neuronale Netze	1	2
Nicht Wissensbasiert, Sonstige	1	2
Gesamt	54	100

Tabelle 40: CDSS der Interviewpartner nach Art der Entscheidungsunterstützung

Art der Entscheidungsunterstützung	Anzahl	Anteil in %
Entscheidungen & Entscheidungsanalyse	23	43
Überwachung, Alarime und Erinnerungen	13	24
Modellierung und Prognosen	10	19
Aggregation von Informationen	4	7
Unterstützung von Arbeitsabläufen	3	6
Multiple	1	2
Gesamt	54	100

Tabelle 41: CDSS der Interviewpartner nach Umfeld

Umfeld	Anzahl	Anteil in %
Lehrkrankenhaus	36	67
Praxis Allgemeinmedizin	7	13
Nicht-Lehrkrankenhaus	3	6
Universität	3	6
Öffentliche Forschungseinrichtung	2	4
Sonstige	3	6
Gesamt	54	100

Tabelle 42: CDSS der Interviewpartner nach erfolgter Systemintegration

Systemintegration	Anzahl	Anteil in %
Ja	21	39
Nein	33	61
Gesamt	54	100

Tabelle 43: CDSS der Interviewpartner nach Art der Dateneingabe

Dateneingabe	Anzahl	Anteil in %
Medizinisches Personal	29	54
HIT	14	26
Medizinisches Gerät	6	11
Patient	3	6
Multiple	2	4
Gesamt	54	100

Tabelle 44: CDSS der Interviewpartner nach Möglichkeit der direkten Umsetzbarkeit der generierten Empfehlungen

Direkte Umsetzbarkeit Empfehlungen	Anzahl	Anteil in %
Ja	7	13
Nein	47	87
Gesamt	54	100

Lediglich ein Drittel der in das Interviewprojekt einbezogenen CDSS wurde einer Evaluation unterzogen (vgl. Tabelle 45). In den durchgeführten Studien wurden etwas häufiger patienten- als anbieterorientierte Zielgrößen erfasst.

Tabelle 45: Zielgröße der evaluierten CDSS

Zielgröße Evaluation	Anzahl	Anteil in %
Nicht Evaluiert	35	65
Patientenbezogen	10	19
Anbieterbezogen	6	11
Anbieter & Patientenbezogen	3	6
Gesamt	54	100

Die Hälfte der Autoren gab zum Publikationszeitpunkt eine Implementierung der von Ihnen entwickelten Systeme an (vgl. Tabelle 46). Im Rahmen der Interviews nach etwa 30 Monaten wurden 41% der CDSS im Klinikalltag eingesetzt (vgl. Tabel-

le 47). Acht Systeme waren in dieser Zeit neu implementiert worden. Gleichzeitig befanden sich jedoch 13 der 27 initial benutzten CDSS nicht mehr im Einsatz. Damit wurde über einen Zeitraum von nicht einmal drei Jahren die Verwendung fast jedes zweiten Systems eingestellt. Für lediglich ein Drittel der Entwickler stellte die erneute Implementierung ihres CDSS ein Ziel dar (11 von 32). Diese Zahlen stellen einen weiteren Beleg für den eingangs dokumentierten schwierigen Transfer von CDSS in die Routineversorgung dar (vgl. Abschnitt 1) und leiten mit der Suche nach den Ursachen direkt zur zentralen Fragestellung dieser Arbeit über.

Tabelle 46: CDSS der Interviewpartner nach erfolgter Implementierung zum Publikationszeitpunkt

Implementierung	Anzahl	Anteil in %
Ja	27	50
Nein	27	50
Gesamt	54	100

Tabelle 47: CDSS der Interviewpartner nach erfolgter Implementierung zum Interviewzeitpunkt

Implementierung	Anzahl	Anteil in %
Ja	22	41
Nein	32	59
Gesamt	54	100

3.2.4 Untersuchungsergebnisse

3.2.4.1 Einflussfaktoren für die CDSS-Implementierung

Im Rahmen der Interviews wurden 66 unterschiedliche Faktoren in 11 größeren Kategorien genannt, die aus Erfahrung der Systementwickler eine erfolgreiche Etablierung von CDSS beflügeln bzw. hemmen können (vgl. Tabelle 48). Dabei dominieren Umstände, die in den CDS-Systemen selbst verortet sind vor Einflussgrößen, die Anwender sowie die Entscheidungsträger der jeweiligen Gesundheitsorganisationen betreffen.

Tabelle 48: Einflussfaktoren für eine erfolgreiche CDSS-Implementierung nach Kategorie und Häufigkeit

Kategorie	Einflussfaktor
System (83)	Qualität (16), Eigenschaften (15), Integration in Arbeitsabläufe (12), Benutzerfreundlichkeit (12), Integration in EMR (8), Transparenz (7), Instandhaltung (3), Verfügbarkeit (3), Aktualisierung (2), Datenschutz

Kategorie	Einflussfaktor
	(2), Skalierbarkeit (2), Leistung (1)
Anwender (46)	Zeit (9), Einbeziehung in Projekt (9), Motivation (5) , Relevanz (5), Verlust Einfluss & Kontrolle (4), Akzeptanz Output (3), IT Know How (2), Angst Jobverlust (2), Überfrachtung (2), Widerstand Wandel (1), Anreize (1), Erwartungen (1), Nutzen (1), Akzeptanz Allgemein (1)
Management/ Entscheidungsträger (26)	Internes Marketing (16), Organisation (3), Externes Marketing (3), Personalplanung (1), Ökonomischer Nutzen (1), Hierarchien (1), Umsetzung (1)
Externe Partner (13)	Kooperation (10), Drittmittel (1), Investoren (1), Marketing (1)
Ressourcen (13)	Finanzielle Mittel (10), Daten (1), Know How (1), Personal (1)
Politik/Rechtsrahmen (13)	Regulierung (8), Finanzielle Förderung (3), Haftung (1), Patente (1)
Bestehende IT (12)	Leistung (3), Verfügbarkeit Daten (3), Schnittstellen (2), Standards Allgemein (2), Standards Datenstrukturen (1), Rahmenbedingungen (1)
Wissenschaftsgemeinde (11)	Evaluation (5), Forschungsgelder (3), Publikationen (2), Leitlinienentwicklung (1)
Projektteam (10)	Interdisziplinarität (5), Schulung (3), Einstellungen (2)
Öffentlichkeit (4)	NGOs (2), Patienten (2)
Wettbewerber (1)	Kooperation (1)

In Tabelle 49 sind kategorienübergreifend und in absteigender Reihenfolge alle Einflussfaktoren aufgeführt, die von mindestens fünf Interviewpartnern als relevant für die erfolgreiche Einführung von CDSS erachtet wurden.

Tabelle 49: Häufig genannte Einflussfaktoren für eine erfolgreiche CDSS-Implementierung

Einflussfaktor	Anzahl		Anzahl
Systemqualität	16	Zeitaufwand Anwender	9
Internes Marketing	16	Regulation	8
Systemeigenschaften	15	Integration in EMR	8
Integration in Arbeitsabläufe	12	Transparenz des Systems	7
Benutzerfreundlichkeit	12	Motivation der Anwender	5
Kooperation mit externen Partnern	10	Relevanz für Anwender	5
Finanzielle Ressourcen	10	Interdisziplinarität Team	5
Einbeziehung Anwender in Projekt	9	Systemevaluation	5

3.2.4.1.1 Systemqualität

30% aller Befragten hält die Systemqualität als für den Implementierungserfolg mit ausschlaggebend. Dabei werden unter dem Qualitätsaspekt von den Entwicklern unterschiedliche Gesichtspunkte aufgeführt. Eine Fundamentalkritik bringt eine kanadische Forscherin vor, die darauf verweist, dass das Potenzial von CDSS auch direkten Schaden anzurichten in der bisherigen Diskussion um das Für und Wider der Systeme nicht ausreichend berücksichtigt wird und einer unkritischen Einführung von CDS-Funktionalität in Gesundheitseinrichtungen entgegenstehe.

„I think that people have failed to observe the obvious, which you would automatically look at in any drug trial or surgery trial. And that would be harm. For some reason the informatics community seems to be completely blind to the notion that your decision support system not only provides benefits. And they really overestimate the potential benefit that it can have. But furthermore you have systematically ignored harm. Like you haven't even looked at that. I think that's a huge flaw with the field.“

Diese Gefahr sieht auch der Entwicklungsleiter eines kommerziell erfolgreichen CDSS aus dem deutschsprachigen Raum, der aus diesem Grund eine rigorose Evaluation seines Systems betreibt.

„Es ist alles studiert was wir machen. Wir haben zu jedem Modul eine Studie gemacht. Wir wissen ganz genau, was der Impact ist. Wir suchen nicht nur nach den Vorteilen, sondern immer auch nach den potenziellen Schäden, die das System verursachen könnte.“

Andere Interviewpartner vertreten die Ansicht, dass die Qualität von CDSS-Empfehlungen durch die eingeschränkten Möglichkeiten der Systeme komplexe ärztliche Entscheidungsprozesse und die diesen Entscheidungsprozessen inhärent innewohnende Unsicherheit adäquat abzubilden limitiert sind. Ein schweizer Arzt bemerkt hierzu:

„In practice, clinicians very often follow a feeling, an impression or a belief to request further exams or make a diagnosis. [...] The CDSS and its precision, limited by what has been studied and proven efficient, struggle to interact correctly with the physician's way of reasoning.“

Diese Einschätzung wird durch einen italienischen Informatiker geteilt, der die aus seiner Erfahrung bestehenden Grenzen bei der Abbildung bestimmter Arten von Wissen beschreibt.

„These systems are based on a too rigid presentation of the knowledge. [...] The most difficult thing is to represent everyday knowledge that the doctor uses. So in the normal situation, apart from a few cases for oncology [...] there is a high variability. And a lot decisions that cannot be simply molded in an algorithm. Because they are based on complex knowledge of the doctor on the biological variability of the patient.“

Eine Gefahr durch die Verdrängung individueller ärztlicher Entscheidungsfindung durch in dieser Art limitierte Computersysteme sieht ein englischer Internist, der die verbreiteten Versuche zur Reduktion von Variabilität in der Gesundheitsversorgung, etwa durch Computertechnologie, kritisch kommentiert.

„There is a great deal of effort at the moment being put into identifying and trying to eliminate variation within the health service and health services. [...] In so far as society becomes less tolerant of error, then it also throws out the possibility of great benefit, because great benefit probably comes from individual decision making, which always carries the potential for error.“

Eine ähnliche Position wird durch einen italienischen Kollegen vertreten, der durch den Einsatz von CDSS eine potentielle schlechtere Versorgung von von der Norm abweichenden Patienten sieht.

„...relying on the computer probably is good for, let me say 80% of the patients and not so good for the so called peculiar patient.“

Deutlich äußert sich auch eine kanadische Pharmakologin zu den Grenzen bisheriger CDSS bei der Abbildung komplexer medizinischer Realitäten.

„I think that is the other big theme about previous decision support. It has been very very stupid. It has been clinically stupid. Somebody has taken some general guideline and computerized it and then wondered why physicians wouldn't use it. And then you find the physicians are dealing with way more complex risk and benefit considerations than the decision support allows them to do.“

Zahlreiche Gesprächspartner sehen durch verbreitetes sog. „Overalerting“ die Systemqualität und damit die erfolgreiche Implementierung von CDSS gefährdet. Ein Informatiker aus Österreich erklärt hierzu näher:

„Das was ich als Crying-Wolf-Prinzip bezeichne. Dass einfach viele Algorithmen öfters Alarme generieren, Warnungen ausspucken, wo sie es vielleicht nicht sollten.“

Auch ein niederländischer Medizinprofessor sieht sein CDSS diesbezüglich kritisch.

„You said the performance of the system was very good, but I do not think it was good enough. The incidence rate is low. So the positive predictive value of the system was fairly low. You get a lot of false positive signals.“

Der Entwicklungsleiter eines erfolgreichen deutschen CDSS versucht ein Overalerting aktiv durch eine gestaffelte Informationsbereitstellung nach dem Pareto-Prinzip zu vermeiden.

„Das heißt nicht mehr Informationen, aber auch nicht weniger Informationen. [...]Es sollte keine „Over-alerting-Situation“ entstehen, wo der Kollege letztendlich dann auch Vieles ignorieren muss oder auch vielleicht für die Situation falsch positive Rückmeldungen bekommt.“

Wir haben dann ein Vier-Stufenkonzept implementiert. [...] Im Rahmen der Aufnahmeuntersuchung, werden erst einmal durch die Eingabe der Medikamente nach der Pareto-Regel die häufigsten Gefährdungssituationen oder Nebenwirkungen automatisch angezeigt...”

Auch sein niederländischer Kollege sieht in falschen Alarmen durch CDSS ein wesentliches Implementierungshindernis, sodass er zum Ausschluss falsch positiver Meldungen bewusst eine reduzierte Sensitivität seines Systems in Kauf nimmt.

„So what we chose to do was to only have the reminders come up, when we are VERY sure they should. That means we are probably going to miss some patients [...] that deserve the reminder, but do not get it. But the one thing we do know is that the reminder never comes up when it should not.“

Ein weiterer Interviewpartner aus Deutschland spricht das eng mit dem Problem des „Overalerting“ verbundene Phänomen der „Alert Fatigue“ an. So ignorierten Anwender, die durch ein CDSS wiederholt nicht relevante oder falsche Benachrichtigungen erhalten, schließlich auch wichtige Hinweise durch das System.

„Das zweite ist, dass die Meldungen, die dann kommen, viel zu häufig sind. Bei manchen kriegen Sie jeden Verdacht auf mögliche Interaktionen, die klinisch gar nicht relevant sind, angezeigt. Und wenn sie das fünf oder sechs Mal wegdrücken müssen. Nach dem Motto, das kenn ich schon, das war nichts. Das macht die Leute müde und kirre.“

3.2.4.1.2 Internes Marketing

Unter der Kategorie „Internes Marketing“ werden all jene Initiativen subsummiert, die Überzeugungsarbeit bezüglich der Implementierung von CDSS innerhalb einer Organisation leisten. Hiervon abzugrenzen ist die im Folgenden aufgeführte Kategorie „Einbeziehung Anwender in das Projekt“, wo Feedback und Teilhabe der Anwender im Rahmen des eigentlichen CDSS-Entwicklungsprozess im Vordergrund steht. Ein niederländischer Klinikarzt beschreibt die Notwendigkeit, gegenüber den Anwendern die Vorteile eines neuen CDSS klar zu kommunizieren.

„I think it is about getting them aboard, getting them to see what is in it for them.“

Diese Aufgabe obliegt nach Ansicht eines weiteren Systementwicklers insbesondere der Unternehmensleitung, auch wenn es darum geht, Anreize für die Verwendung von CDSS zu schaffen.

„If there is not a stronger backing or incentive from the organization it is difficult to get the neurologists involved.“

Einem deutschen Projektleiter geht es in erster Linie darum, ein neues System überhaupt bekannt zu machen.

„Dass man kund tut, dass das System da ist. Wir hatten damals den Campus plakatiert mit 2000 Plakaten.“

Ein weiterer niederländischer Arzt warnt diesbezüglich davor, Anwender durch eine falsche Wortwahl bei der Vorstellung von CDSS-Lösungen vor den Kopf zu stoßen.

„Perhaps another reason for our success was the fact that [...] we hardly ever used the word ‚decision support‘ for that system. I think the term ‚decision support‘ is perhaps not such a good term. To some extent it is a misnomer sometimes. If you tell people: ‚You need decision support, you have to use this decision support system‘. You are basically telling them: ‚You are stupid.‘ And that is not such a good idea.“

Andere Interviewpartner machen deutlich, dass umgekehrt auch die Einbindung der Administration in geplante CDSS-Projekte ein wesentlicher Faktor für eine erfolgreiche Implementierung darstelle. Ein amerikanischer Forscher betont in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit der Krankenhausführung den Wert einer CDSS-Lösung für die Organisation zu verdeutlichen.

„We engage the hospital administration as well as the anaesthesia leadership in all decision supporting initiatives. [...] They report into that initiative and understand the value for it. And we implement the system [...] and publish that as part of the academic initiative. But at the same time the results are presented back to the hospital administrators and the stakeholders. So they see the value and then they allow us [...] to continue.“

Zwei Kolleginnen beschreiben den nicht unerheblichen administrativen Aufwand solcher Lobbyarbeit vor allem im Zusammenhang mit der Einführung von CDSS.

„It took an enormous amount of lobbying and meetings and things like that to get the administration of our medical system to buy the tool. It was more the lobbying and political capital that had to be raised and put together in order to make it happen. Because pediatrics is not a priority area in our organisation. The idea that these decision support tools were even needed took a long time to get to the point where people agreed they were needed. And then there was another set of exercises in convincing people that the tools would make a difference.“

„It is hard to separate how much time was actually spent on the project and how much time was spent convincing people to make the project enough of a priority to make it happen.“

Ein britischer Mediziner betont demgegenüber die Bedeutung von Systemadvokaten, die ein CDSS langfristig in einer dynamischen Klinikumgebung betreuen, anpassen und gegenüber den Anwendern vertreten. Er kritisiert ein allzu mechanistisches Verständnis der Systeme und stellt die komplexe Verwobenheit von CDSS mit einer sich ständig wandelnden, von sozialen, kulturellen und technischen Einflüssen geprägten Organisation heraus.

I think advocacy is the other very, very major issue. [...] I think that these systems are not as it were turn keys, in the sense that you simply turn them on and they work. Not only do they need constant attention [...] But also there is a constant need for them to be adapted to chang-

ing circumstances of one kind or the other, whether they be technical or within the demand system [...] There is always a tendency for the systems to slide into a past clinical environment. And unless there is an advocat in the center of this, who constantly encourages and supports and develops those issues, points out the advantages and demonstrates them, facilitates the change of the system as necessary. [...] Unless there is somebody key in the system to do that, then the things tend to fold.

Auch gegenüber den eigenen IT-Mitarbeitern sei die Einführung neuer Technologien oftmals problembehaftet, schildert ein finnischer Interviewpartner.

„It is quite difficult to get the IT support people to actually embrace new technologies and take them in to use them.“

Eine französische Gesprächspartnerin berichtet schließlich über ein gescheitertes CDSS-Projekt, das bereits in der Evaluationsphase unzureichend durch das leitende Klinikpersonal unterstützt wurde.

„There were also lots of organisational problems. In one hospital, for example, the leader was not very active in promoting the project and did not clearly explain the objective of the project to the doctors and he didn't inform the junior doctors on rotation in this emergency unit about the project. They came at night and they didn't know what the tool was about. In the other hospital there was a clear lack of leadership.“

3.2.4.1.3 Systemeigenschaften

Neben der Systemqualität werden die CDSS-Eigenschaften von mehr als einem Viertel der Entwickler als relevant für den Implementierungserfolg erachtet. Ein österreichischer Entwickler plädiert in diesem Zusammenhang für die Einführung einfacher Systeme, die ein klar begrenztes medizinisches Spektrum abdecken.

„Diabetesmanagement ist komplex. Wir haben uns jetzt am Anfang auf eine Therapieform fokussiert, die gut geeignet ist. [...] Man kann, wenn man Entscheidungsunterstützung bieten will jetzt sicher nicht alles mit einem Mal erschlagen. Man muss irgendwo einen Fokus setzen. Sonst wird das zu komplex und nicht mehr handhabbar.“

Ein niederländischer Kollege sieht ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Komplexitätsreduktion von CDSS und Implementierungserfolg:

„This group from Michigan included antibiotics in a checklist in their system. And it was very successful. Why ist that? It is just a very simple thing. It does not take a lot of work.“

Demgegenüber betont ein italienischer Universitätsprofessor die verminderte Attraktivität fokussierter Systeme, die lediglich ein eingeschränktes medizinisches Spektrum abdecken für den Anwender. Das geringere Interesse an solchen Lösungen stelle eher ein Implementierungshindernis dar.

„In our particular application a limitation is [...] that this is a very focused aid for decision making. It is just focused on the diagnosis of periprosthetic infection. That is a very small part of the activity of orthopedic surgeons. And of course if we develop a similar software to diagnose larger impact decisions, we could potentially see a greater use. Or if we were to expand the use of the same or a similar algorithm for a panel of diseases. Of course the interest of the medical community could rise.“

Hiermit eng verknüpft sind die Aussagen einiger Interviewpartner, die als Barriere für die Implementierung ihrer CDSS, die fehlende Zuschneidung der Systeme auf die jeweilige Zielgruppe sehen. Ein leitender deutscher Klinikarzt sieht in diesem Zusammenhang komplexe Diagnosesysteme kritisch, die sich meist an weniger erfahrene Ärzte richten, gleichzeitig jedoch regelmäßig sehr differenzierte Eingaben verlangen, die im Grunde nur durch einen mit dem Fachgebiet vertrauten Mediziner geleistet werden können.

„...noch erfüllt es so richtig die Anforderungen, die man so haben könnte. Wenn ich ein System habe, wo ich [...] eigentlich schon die Begriffe von vorne herein formulieren muss, dann weiß ich ja schon sehr viel. Dann bräuchte ich das System eigentlich nicht mehr. Der, der das System braucht, ist ja der, der da relativ unbefangen vom Symptom her rangeht. [...] Sie kriegen immer nur das Ergebnis, das so gut ist wie ihre Eingaben. Und wenn sie jetzt jemanden da dransetzen, der, sag ich mal, überhaupt kein Plan hat. Und gibt da jetzt einfach mal das ein, von dem er glaubt, dass es wichtig ist. Dann kann das ja völlig falsch sein. Aber, das System nimmt das als bare Münze. [...] Also irgendwie Garbage in, Garbage out.“

Als weiteres Beispiel für CDSS ohne richtige Zielgruppe werden Diagnosesysteme für sehr spezielle Krankheitsbilder genannt, die der Spezialist bereits kennt und der Nicht-Experte nicht benötigt.

„Ich kenne noch so ein Kopfschmerzsystem. Da sind dann zwanzig Kopfschmerzdiagnosen drin. Das ist ja ein ganz nettes Spielzeug, aber wer soll das verwenden? Der Kopfschmerzexperte, der hat die zwanzig im Kopf. Die anderen brauchen das vielleicht jetzt nicht.“

Für eine klare Zielgruppenorientierung bei der CDSS-Entwicklung plädiert auch ein italienischer Informatiker.

„In some sense the systems are of less importance to the experts, because they already know. So ideally you should build these systems with experts for non experts.“

Ein inzwischen niedergelassener deutscher Facharzt gibt ebenfalls, mangels Ressourcen im Rahmen des Projektes, fehlende Kenntnisse über die Zielgruppe seines Systems als Hindernis für eine langfristige Implementierung an.

„Sind es eher die jüngeren Unerfahreneren oder die älteren Profis, die so etwas nutzen? Was erwarten sie eigentlich? Für solche "Marktforschung" hatten wir damals weder Geld noch Zeit.“

Ein dänischer Universitätsprofessor und Unternehmer sieht ursächlich für die fehlende Zielgruppenorientierung vieler Systeme eine zu starke Technologieorientierung von CDSS-Entwicklern.

„And if I had one critique of that community it would be that I feel sometimes it is more technology focused than problem focused. Of course we are technologists, so we should be technology focused. But it should be goal focused in my mind, rather than having a particular technology interest.“

Ein englischer Mediziner wiederum vertritt die Meinung, dass Nachfrage nach CDSS im Grunde lediglich zur Lösung komplexer Sachverhalte bestehe. Andernfalls eignen sich Anwender einfach die Entscheidungslogik des dann überflüssigen Systems an.

„The other thing is that clever people tend to work out what the principals of the CDSS might be and then they don't need it. [...] Finding something that is complicated enough to need computation at the same time as still being useful, is really quite difficult. To that extent I think that these systems probably have a future in really complicated circumstances, where that is just not possible, where you are for example calculating complicated risks, screening or something like that.“

Neben den zuletzt genannten allgemeinen Aussagen zu Systemeigenschaften, benennen zahlreiche Autoren konkrete CDSS-Merkmale, die einer erfolgreichen Implementierung zuträglich seien (vgl. Tabelle 50).

Tabelle 50: Weitere CDSS-Eigenschaften für eine erfolgreiche Systemimplementierung

Systemeigenschaft
Eigenentwicklung zur Eröffnung größerer Anpassungsmöglichkeiten
Webbasiertes CDSS zur Ermöglichung eines flächendeckenden Rollouts
CDSS in Landessprache zur Vermeidung von Sprachbarrieren
CDSS an Ort und Zeitpunkt der Entscheidungssituation
Berechnung von Risiken, da Anwender hier oft mit schlechter Einschätzung
Illustration der Konsequenzen verschiedener Entscheidungsmöglichkeiten
Kondensation von Informationen
Vermeidung einer Überfrachtung mit Informationen

3.2.4.1.4 Systemintegration

Als weiterer wichtiger Einflussfaktor für den Implementierungserfolg wird die Fähigkeit zur Integration des Systems genannt (vgl. Tabelle 49). Die Einbindung in bestehende Arbeitsabläufe und -prozesse stellt die am dritthäufigsten genannte Imple-

mentierungsbarriere dar. Zusammen mit der von acht Interviewpartnern angeführten Verknüpfung mit bestehender HIT, sind die CDSS-Integration betreffende Aufgaben sogar die am häufigsten genannten Einflussgrößen für eine erfolgreiche Etablierung von CDS-Systemen. Ein britischer Allgemeinmediziner verdeutlicht das Problem eines unreflektierten Einsatzes von CDSS für die ärztlichen Arbeitsabläufe:

„I think it is a case of priorities really. The problem is, if you are wanting to flag up risk during routine care, it is very likely that the person who is receiving a message or whatever type of reminder it is, has got his or her mind on other things. And therefore is not always welcome and not always very receptive to it.“

Ein Kollege aus dem Bereich Intensivmedizin betont die negative Auswirkung schlecht integrierter Systeme u.a. auf den Arzt-Patientenkontakt.

„I mean how often do we install a stupid system that our junior doctors don't like that is time consuming and takes them away from the patients? We really need to reengineer the work-space.“

Ein leitender deutscher Klinikarzt plädiert aus diesem Grund im Rahmen der Workflow-Integration für die Schaffung dezidierter Prozesse für die CDSS-Anwendung.

„Die elektronische Entscheidungsunterstützung ist letztendlich ein Hilfsmittel, aber das Entscheidende ist die Prozessintegration. Das heißt die Integration in den Workflow. Wenn ich nicht im Rahmen der Medikamentenanamnese einen kurzen "Boxenstopp" mache, um zu sagen: "Jetzt werde ich das Thema AMTS [=Arzneimitteltherapiesicherheit – Anm. d. Verf.] bearbeiten." Also gezielt einen Prozess schaffe, um dann Elektronik bedienen zu können, die mir dann wertvolle Informationen liefert, dann hilft mir letztendlich die Elektronik per se nichts.“

Mit der Workflow-Integration geht oft, aber nicht notwendigerweise eine Integration des Systems in die bestehende IT-Infrastruktur einher. Einige Interviewpartner, so der hier zitierte Chefarzt eines deutschen Universitätsklinikums sowie ein amerikanischer Gesundheitsforscher, sehen in isolierten CDSS auf Grund der fehlenden Workflow-Integration und der Notwendigkeit einer mehrmaligen Dateneingabe sogar das zentrale Implementierungshindernis.

„Die größte Barriere ist, dass das meistens Stand Alone Systeme sind, die sie zusätzlich zu ihrem Krankenhausinformationssystem verwenden müssen, die selten implementiert sind in den Systemen.“

„The biggest problem is that it is not integrated with the electronic health record. There is a lot of resistance towards, what people call, „duplicate entry“.“

Für die bestehende Verbreitung nicht integrierter CDSS-Lösungen werden unterschiedliche Gründe angeführt. Ein radiologischer Chefarzt berichtet über veraltete HIT als Integrationshindernis:

„The problem was that the electronic medical record they were using was not the most up to date version. So neither the company that had developed the computerized order entry system nor the electronic medical record company wanted to spend a lot of money on integrating it.“

Eine skandinavische Onkologin verweist auf zunehmende Möglichkeiten CDSS-Funktionalität innerhalb bestimmter EMRs zu etablieren, die so in der Vergangenheit nicht bestanden hätten.

„There are a very many possibilities to have system intelligence and decision support in Epic [großer amerikanischer Anbieter von EMR-Lösungen – Anm. d. Verf.]. So we have been making a lot of specifications of our needs to have system intelligence to work with these kind of things. It is much more a part of the systems on the market now, then it used to be.“

3.2.4.1.5 Benutzerfreundlichkeit und Einbeziehung von Anwendern

Ein nächstes, von mehr als 20% der Interviewpartner angesprochenes Implementierungshindernis, stellt die fehlende Benutzerfreundlichkeit der Systeme dar. Ein österreichischer Entwickler stellt in diesem Zusammenhang die Bedeutung einer engen Kooperation mit den Anwendern während des Entwicklungsprozesses heraus.

„Die Zusammenarbeit mit den Mediziner*innen ist schon sehr wichtig. Wir haben wirklich die Endanwender, also auch Krankenschwestern, von Anfang an mit einbezogen in die Usability Tests und solche Dinge. Wir waren regelmäßig da, in der Klinik, und haben das also schon von Anfang an sehr praktisch gesehen, die ganze Sache.“

Eine solche frühe, enge Kooperation von Entwicklern und Anwendern fordert auch eine kanadische Professorin für Biomedizintechnik, die auf die unterschiedlichen Denkweisen von Ärzten und Medizininformatikern verweist.

I know a lot of engineers. They design systems and then I ask them: ‚Was the doctor involved?‘ And they tell me: ‚No, no, when it’s ready we will go show it to them.‘ And I kind of laugh all the way home, and think: ‚Well sure and good luck.‘, because doctors think very differently than engineers and medical informatics people.

Noch einen Schritt weiter geht eine amerikanische Forscherin. So sei für ein erfolgreiches CDSS-Projekt nicht nur eine frühe Zusammenarbeit von Ärzten und Programmieren von Bedeutung, sondern ebenso eine Initiierung des Projektes durch die späteren Anwender zielführend.

„I think in part, because it was a grassroot clinical initiative. It was championed by the stakeholders. That is something I see a lot of actually in any real world setting. The tools and stuff

didn't come from researchers. We didn't go in and say: „We think these decision support tools will help you. Here is the design. We are going to implement it and evaluate it.““

Bezüglich der Eigenschaften, die ein benutzerfreundliches System ausmachen, betont ein Institutsdirektor eines deutschen Universitätsklinikums vor allem niedrige Einstiegshürden in Form einer selbsterklärenden Benutzeroberfläche.

„Es muss Spaß machen das System zu bedienen. Es kann nicht ein System sein, wo man erst einmal stundenlang Einführungen braucht und Schulungen. Dann wird das nichts. Deswegen ist das relativ simpel aufgebaut. In vielen Teilen selbsterklärend. Es kann natürlich viel mehr als man spontan denkt. Aber man kriegt eine einfache Antwort in einer Sekunde raus.“

Die o.g. kanadische Forscherin weist auf die Bedeutung zeitsparender Eingabemethoden in das System hin.

„It has to be with minimal entry from physicians. Physicians are not going to type into a system. It really has to be clicks or step down forms that they just click on choices.“

3.2.4.1.6 Kooperation mit externen Partnern

Ein ebenfalls häufig durch die interviewten Systementwickler genannter Einflussfaktor auf die CDSS-Implementierung stellt die an vielen Stellen notwendige Zusammenarbeit mit externen Partnern dar. Ein amerikanischer Klinikarzt berichtet in diesem Zusammenhang über den frustrierten Versuch seiner Arbeitsgruppe Unterstützung eines Herstellers bei der Extraktion von Echtzeitdaten aus deren Medizinprodukt für die Verwendung in einem CDSS zu erhalten.

„It becomes very difficult to either work with the industry or to extract the data in real time yourself, which is very critical for decision support to work. So, in our experience here, we tried to work with the company, but that was not quite successful.“

Auch die CDSS-Integration in ein EMR kann durch fehlende Unterstützung durch den Systemlieferanten erschwert werden, wie ein amerikanischer Internist berichtet.

„But if we move to a different EMR system, which we will pretty soon, we will have to get a different programmer, who knows that other EMR system. Or the EMR vendor will work with us. Now, EPIC has not worked with us. We have done it in EPIC, but without the sponsorship of EPIC. But I think some of the other vendors are more willing to actually work with you.“

Eine dänische Forscherin verweist auf die Notwendigkeit und die Schwierigkeiten in einem universitären Umfeld einen Industriepartner für die eigentliche CDSS-Entwicklung zu gewinnen.

„I think it is because it is very difficult to get somebody to make the real development, where you get beyond prototypes. It will take a lot of effort. You need a company of some sort that can see the idea and wants to implement it.“

Die Erfordernis für die Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft und anderen Institutionen zwecks Realisierung von CDSS-Projekten sieht auch ein amerikanischer Informatiker, der den hohen zeitlichen und administrativen Aufwand, der für die Etablierung und Pflege solcher Kooperationen nötig ist, beschreibt.

„How do you put it [das CDSS – Anm. d. Verf.] out there? You have to form collaborations and that often takes time. [...] We have been fortunate to have collaborations established with some of the premium institutions in the US and have been leading that trying to coordinate that effort to see how we can take it to the next steps eventually. But that comes at the cost of time and a lot of paperwork.“

Das Problem einer einseitigen Beendigung der Zusammenarbeit zwischen universitären Forschungsgruppen und Industriepartnern beschreiben zwei europäische Systementwickler. So wurde ein CDSS-Projekt durch ein Unternehmen auf Grund rechtlicher Bedenken nicht weitergeführt.

„The company then I think took fright from the medical legal point of view and they withdrew support from the project.“

In einem weiteren Fall führte der Wechsel des EMR-Anbieters zur Aufgabe einer Installation.

„And they used it [das CDSS – Anm. d. Verf.] for one year after, but then they switched to another vendor. And the vendor did not want to develop the whole system.

Ein dänischer Universitätsprofessor beschreibt das Spannungsverhältnis zwischen einer durch einen Industriepartner unterstützten CDSS-Kommerzialisierung und der damit verbundenen Notwendigkeit geistiges Eigentum zu schützen und seinen Publikationsinteressen als Forscher. Die Möglichkeit einer weitreichenden Systemimplementierung ohne Unterstützung aus der Privatwirtschaft sieht der Forscher nicht.

„Commericalization requires that the ideas have been protected with patents. Which places constraints on the researchers. Your publications will have to wait until the patents are applied for. The patents cost money. And no research funder is going to do that. If it is not protected and it is shared amongst everyone, no commercial vendor is going to be interested. Because everyone can do it. And even after it is protected you then need money to keep the project going. And therefore you need commercial collaboration from this stage. [...] And one needs a big team to do it. The right people. It is hopeless to think, me as a university professor can be the guy driving the business. I mean, this runs its completely own tracks. We collaborate.“

Neben einer Zusammenarbeit mit privaten Unternehmen berichtet ein niederländischer Informatiker über die Vorteile einer engen Zusammenarbeit mit weiteren ex-

ternen Partnern wie verschiedenen Fachgesellschaften für die erfolgreiche CDSS-Entwicklung und –implementierung. Auch hier wird allerdings auf den hohen Ressourceneinsatz, der mit der Pflege solcher Kooperationen verbunden ist, verwiesen.

„It was very important for us that we always collaborated with a large number of organisations that are active in this field. [...] That’s been a huge time investment from our side. But I think it has paid back in a sense that we had these close connections with the fields. We really stepped out of academia and approached the field and its representatives to see what the needs were and how we could meet the needs of both the individual participators and the organisations that they work for.“

3.2.4.1.7 Ressourcenmangel

In zwölf Interviews werden mangelnde Ressourcen als CDSS-Implementierungshindernis genannt. In der Mehrzahl der Fälle beziehen sich die Entwickler damit auf fehlende finanzielle Mittel. So fehlten einem niederländischen Entwickler Gelder um eine geeignete Benutzeroberfläche zu entwickeln.

„Also we did not have the funding to develop a friendly interface or user friendly interface. So that is the reason that it is never actually proceeded.“

Ein deutscher Oberarzt führt neben finanziellen auch zeitliche Engpässe bei der Entwicklung an.

„Das ist dann so ein bisschen an den Ressourcen gescheitert. Ich bin Klinikarzt und bin dafür weder freigestellt worden, noch habe ich irgendwie Gelder gehabt oder sonstige Unterstützung gekriegt.“

Auch ein deutscher Informatikprofessor sieht ein Ressourcenproblem, verortet dies jedoch eher in einer allgemeinen Unterfinanzierung des deutschen Gesundheitssystems.

„Das ist einfach ein Kostenproblem. Das Gesundheitswissen hängt ja immer ein bisschen hinterher mit den Entwicklungen. Und die haben einen solchen Investitionsstau mit wichtigen Sachen, die auch noch gemacht werden müssen, dass es wahrscheinlich noch Jahre dauert, bis man dahin kommt, solche Systeme zu etablieren.“

Schließlich spricht ein italienischer Forscher fehlende harte Daten für die Basis von CDSS-Algorithmen in bestimmten Domänen an.

„When you start writing software, you discover how limited the scientific evidence for a number of clinical problems is. So putting this in a mathematical algorithm / It suffers from the problem of having reliable data as a basis.“

3.2.4.1.8 Zeitaufwand Anwender

Zahlreiche Entwickler nennen den zusätzlichen Zeitaufwand durch die Verwendung eines CDSS durch die Anwender als wesentliches Hindernis für die Systemadoption. Exemplarisch stehen die Aussagen eines schweizer und eines amerikanischen Arztes.

„What is time consuming will not be adopted in clinical practice. [...] Anything that prolongs your task will upset you and you will tend not to use it.“

„And if it takes up a lot of time or disrupts the clinic workflow or makes it longer for the nurse to room the patient [...] or adds time to the visit between the doctor and the patient. Those are things which will kill anything.“

3.2.4.1.9 Transparenz des Systems

Sieben Interviewpartner führen die nicht nachvollziehbare Entscheidungslogik vieler CDSS als wesentliches Implementierungshindernis an. Ein italienischer Arzt hält diesbezüglich die Skepsis vieler Anwender für gerechtfertigt.

„Expert systems [...] are seen with suspicion, because they might hide the evidence that is underlying the decisions they suggest. So I think the scepticism and low uptake of expert systems in the clinical practice is currently justified.“

Ein niederländischer Mediziner konkretisiert das Problem. Ärzte sind für Handlungen verantwortlich, die sie auf Basis der Empfehlungen von Software geben, deren Validität sie nicht in der Lage sind zu überprüfen. Als Lösungsansatz wird neben größerer Transparenz auf eine verstärkte Qualitätssicherung von CDSS verwiesen.

„But as soon as you confer the flowchart into a system, for which you have to provide input, then it goes through a series of logic behind the curtains and some kind of black box, providing an output. And then there is a component, which the person, who is finally responsible for the advise cannot control. And this causes some anxiety, which I hope will partially be solved by quality reassurance programs like CE-marking and the FDA drafts.“

Auch ein britischer Entwickler sieht die „Black Box“ CDSS als Problem, verweist jedoch gleichzeitig auf den fehlenden Nutzen von Systemen, deren Entscheidungslogik der Anwender bereits internalisiert hat.

„We were constantly asked about the transparency of the system. People wanting to know exactly how it worked. But the problem is that the more exactly you describe how it works, the less it represents in English terms ‚a rabbit out of a hat‘, a magical or sudden quick solution to a major problem.“

3.2.4.1.10 Motivation der Anwender

Die allgemein fehlende Motivation medizinischen Personals CDSS zu verwenden, stellt nach Ansicht zahlreicher Entwickler eine weitere Barriere für die Sys-

temimplementierung dar. Die Gründe für die konstatierte ablehnende Haltung gegenüber CDS-Systemen werden dabei oft nicht weiter konkretisiert. Ein sichtlich desillusionierter Arzt macht hierfür vorrangig die mangelnde Kritikfähigkeit vieler Ärzte verantwortlich.

„Clinicians and humans in general are stubborn and do not like supervision of their thinking. We see that in our teaching of clinical decision making: Students, mostly established clinicians, find these workshops traumatic and dramatic. When they discover an error based on the old heuristics, they are not happy! Do you play chess? It is such a disaster to lose. Idem ditto for a wrong diagnosis or reasoning.“

3.2.4.1.11 Relevanz für Anwender

Ein ebenfalls häufiger, so etwa von einer kanadischen Informatikerin, genanntes Implementierungshindernis stellt die fehlende Relevanz vieler Systeme für den Anwender dar.

„It has got to produce [...] outputs that the doctors really need. It has got to be really useful.“

Ursächlich hierfür zeigen sich viele der bislang aufgeführten Implementierungsbarrieren, wie zum Beispiel eine mangelnde Systemqualität oder unvorteilhafte Systemeigenschaften, etwa auf Basis einer zu starken Technologieorientierung der Entwickler.

3.2.4.1.12 Interdisziplinarität

Eine Reihe von Interviewpartnern sieht für den fehlenden Erfolg vieler CDSS eine falsche Zusammensetzung der Projektteams im Sinne einer fehlenden Interdisziplinarität für wesentlich mitverantwortlich. Dies führe zu Fehlentwicklung wie den angesprochenen Implementierungshindernissen einer mangelnden Benutzerfreundlichkeit (vgl. Absatz 3.2.4.1.5) oder unerwünschten Systemeigenschaften (vgl. Absatz 3.2.4.1.3). Der Chefarzt eines deutschen Universitätsklinikums verweist zunächst auf grundsätzliche Barrieren in der Kommunikation zwischen Informatikern als Systemherstellern und den die CDSS verwendenden Medizinerinnen.

„Ich sehe das Hauptproblem darin, dass die Ärzte, die damit arbeiten, und die, die das programmieren nicht unbedingt die gleiche Sprache sprechen.“

Dies empfindet auch ein niederländischer Universitätsprofessor, der für einen intensiveren Dialog zwischen beiden Berufsgruppen plädiert.

„I think the barrier that we are facing is the language. When you talk to medical doctors, when you talk to virologists, when you talk to immunologists. Each of them has their own

lingo. I think explaining what you want and what you can do and listening carefully what people need is really a big thing.“

Dies sei nach Erfahrung eines deutschen leitenden Arztes auf Grund unterschiedlicher Erfahrungshintergründe jedoch schwierig.

„Die Neurologen oder die Kliniker haben wenig Ahnung von Informatik. Die Informatiker haben wenig Ahnung von Klinik.“

Ein italienischer Interviewpartner sieht sowohl die Vermittlung von Kontakten zwischen Ärzten und Informatikern als auch den eigentlichen Informations- und Erfahrungsaustausch als schwierig und langwierig an.

„Getting information is a long process. It is difficult to find the required medical experts for the project. And even when you find them, getting the right information is still a long process. It costs a lot of time.“

Auch der Chefarzt in einem deutschen Universitätsklinikum spricht über den schwierigen Austausch in interdisziplinären Teams, sieht diesen jedoch als wesentliche Bedingung für die erfolgreiche Adoption seines CDSS.

„...dass wir von Anfang an ein Team waren, aus Spezialisten, die im Prinzip nie miteinander sprechen würden, wenn man sie nicht dazu prügelt. Wir hatten eine Gruppe aus IT, Pharmazie, Ärzten, Krankenpflege, Biologen, Chemiker, die versuchten gemeinsam zu sprechen und über Inhalte sich auszutauschen. Und das Jahre gedauert bis die das konnten. Aber ich glaube das war die Bedingung dafür, dass jeder auch ein bisschen über diese Schnittstelle hinausging.“

3.2.4.1.13 Systemevaluation

Limitationen bei der CDSS-Evaluation werden von knapp 10% der Interviewpartner als Implementierungsbarriere gesehen. Eine kanadische Forscherin kritisiert eine unzureichende Methodenqualität vieler CDSS-Studien.

„We wrote a paper quite a while ago now, actually about the tendency to use very very poor quality methodologies. If you are looking at effectiveness and effect you really should be doing a randomized trial.“

Weiterhin beschreibt sie die allgemeine Schwierigkeit mit den in CDSS-Evaluationen aktuell üblichen Fallzahlen und Beobachtungszeiträumen positive Effekte nachzuweisen.

„We have said that going in, to be able to alter clinical outcomes with a new tool that gets partial uptake within a short follow up period is really asking a lot. It would have to be miraculous. That’s why a lot of people have decided, decision support for purposes of proof of efficacy or effectiveness, really should concentrate on high priority medical issues that matter and where you have got pretty concrete decision support you can offer.“

Dieses Problem sieht auch, insbesondere für den Nachweis eines ökonomischen Nutzens von CDSS, ein Chefarzt der Radiologie für sein CDS-System.

„One of the barriers, certainly in Canada, is proving that they are effective and saving money. In Canada they would be purchased by governments. So the governments want to know, whether they get a return on their investment. And it is a sort of a chicken and the egg situation. You really need a fair amount of funding and a long term project to show that they are effective. But it is hard to get the government to put that time and investment into them.“

3.2.4.2 Aktualisierung der Wissensbasis

Neben der allgemeinen Frage nach Barrieren und Erfolgsfaktoren für die CDSS-Implementierung wurden die Interviewpartner um Ihre Einschätzung bezüglich des Stellenwertes dreier weiterer in der Literatur genannter Einflüsse auf die Systemadoption gebeten (vgl. Abschnitt 3.1.1.2). Dabei wurde zunächst die Frage diskutiert, inwiefern der mit einer kontinuierlichen Pflege der CDSS-Wissensbasis verbundene Ressourcenaufwand ein Implementierungshindernis darstellt. In der offenen Frage nach Adoptionsschwierigkeiten hatten lediglich zwei Entwickler die Systemaktualisierung als relevante Adoptionsbarriere genannt. Zwar hatte knapp jeder fünfte Interviewpartner den Mangel an finanziellen Ressourcen als Implementierungshindernis angegeben. Diese Aussage bezog sich jedoch in sieben von zehn Fällen auf die initiale CDSS-Entwicklung. Nur ein Entwickler führte die Kosten des laufenden Systembetriebs und damit implizit möglicherweise auch den Faktor der Aktualisierung der Wissensbasis als Barriere an.

In der konkreten Frage sahen etwa ein Drittel der Interviewpartner das Problem als relevant für den Implementierungserfolg ihres eigenen CDSS an (vgl. Tabelle 51). Für die Mehrheit der Entwickler stellt der mit der Aktualisierung der Wissensbasis verbundene Aufwand jedoch kein wesentliches Adoptionshindernis dar. Hierfür werden unterschiedliche Aspekte angeführt. Knapp die Hälfte dieser Gruppe hält die Pflege der CDSS-Wissensbasis für eine wichtige, regelmäßig wahrzunehmende Aufgabe, die jedoch im Rahmen bestehender Prozesse und vorhandenen Ressourcen erfüllt werden kann. So verweist ein schweizer Arzt auf die in jedem Krankenhaus regelmäßig stattfindende Aktualisierung interner Leitlinien im Sinne von Standard Operating Procedures (SOPs). In diesem Zusammenhang könne parallel eine Aktualisierung von CDSS erfolgen. Dem widerspricht ein niederländischer Informatikprofessor, der das einzelne Krankenhaus und die einzelne Arbeitsgruppe mit dieser Auf-

gabe überfordert sieht und für eine Aktualisierung von CDS-Inhalten durch die Fachgesellschaften im Rahmen der Leitlinienentwicklung plädiert.

„I think the maintenance of these systems is critical. [...] One of the reasons we are so keen to participate with the Dutch GPs is that some of the maintenance has to be done by the professional organisations themselves. They are the organisations who develop the guidelines. They are the organisations who develop the protocols. For them the electronic distribution also in the pharma decision support should be [...] one of the ways of publishing protocols and guidelines. And in that sense they must be responsible. A research unit cannot do that.“

Als weitere Gründe für die vergleichsweise geringe Relevanz des Themas CDSS-Instandhaltung geben sechs Interviewpartner die Systementwicklung in einer vergleichsweise statischen Domäne ohne regelmäßige neue Erkenntnisse an. Weitere vier Forscher entwickeln CDSS, die lediglich kleine Ausschnitte eines Fachgebietes abbilden. Für drei Entwickler besitzt das Thema insofern keine Relevanz, als dass sie sich der Konstruktion nicht wissensbasierter Systeme verschrieben haben.

Tabelle 51: Ressourcenaufwand für die Aktualisierung der CDSS-Wissensbasis als Implementierungshindernis

Implementierungshindernis	Anzahl	Anteil in %
Ja	17	31
Nein	23	43
Unklar	14	26
Gesamt	54	100

In der Gesamtschau der Antworten zu diesem Thema wird deutlich, dass nicht nur der Aufwand, der in die Aktualisierung der Systeme, abhängig von Umfang, Typ und Domäne des CDSS, gesteckt werden muss erheblich differiert, sondern gleichzeitig bei den Entwicklern durchaus auch unterschiedliche Ambitionen bezüglich der durch eine konsequente Instandhaltung zu erreichenden Systemqualität bestehen. So beschreibt ein Chefarzt in einem deutschen Universitätsklinikum die Etablierung aufwändig zertifizierter Aktualisierungsprozesse, die eine Sichtung neuer Evidenz auf Wochenbasis bestimmen.

„Das ist wahnsinnig aufwändig. Wir sind ISO zertifiziert nach 13485. Das ist die höhere Norm als 9001 um die Qualität auf stabile Füße zu stellen. [...] Wir haben ein Team von über zehn Apothekern und über acht Ärzten, die integriert sind in die Pflege. Die machen natürlich auch andere Dinge. Aber die sind alle Teil dieses Systems. Wir haben Pflgetools entwickelt, Software zur Pflege der Datenbank die grundsätzlich nach dem Vier-Augen-Prinzip mit Audit Trail funktioniert. [...] Wir haben Schulungskonzepte. Wer darf welche Stufe eingeben. [...] Wir haben SOPs für all diese Schritte und eine extrem aufwändiges Pflege-Backbone in diesem System, das auch die Referenzen hinterlegt. [...] Wir machen regelmäßig Medline-

Suchen. [...] Jede Woche kriegt ein Mitarbeiter meist 200 Treffer um zu prüfen, welche davon in die Datenbasen müssen. Die werden dann zeitnah eingepflegt. Das ist ein rollendes System mit einem gigantischen Aufwand.“

Demgegenüber entscheidet sich eine amerikanische Entwicklerin bewusst gegen feste ressourcenaufwändige Instandhaltungsprozesse und vertritt die Ansicht, dass ein unvollständiges CDSS zwar Nachteile aufweise, aber immer noch einem nicht vorhandenen System vorzuziehen sei.

„It is definitely a challenge if perfection is our goal. I think this is one of those areas where something is better than nothing. And waiting for perfection to do anything is not acceptable. It is really something that has slowed the implementation elsewhere around, because they want to make sure that the list of medications that should trigger alerts is perfect. And until we are sure it is perfect, we should not provide any support. [...] It would be better to at least provide support for some of the medications, even if we don't have the perfect list. But it is clearly a challenge and ideally a system would be in place, where there would be an infrastructure to update the list that should have alerts attached to them.“

3.2.4.3 Rechtsrahmen und Regulierung

Im Rahmen der offenen Frage nach Implementierungshindernissen gehörten regulatorische Aspekte zu den zehn am häufigsten genannten Adoptionshürden (vgl. Tabelle 49). Dabei nahmen sieben von acht Interviewpartnern Bezug auf das Medizinproduktegesetz oder vergleichbare Regulierung in den USA. Ein Gesprächspartner betont die Notwendigkeit einer Zertifizierung als Voraussetzung für die Kommerzialisierung eines CDSS.

„Und dann müsste natürlich eine Zertifizierung nach dem Medizinproduktegesetz erfolgen. Sonst würde niemand darin investieren.“

Ein dänischer Forscher verweist auf die dafür nötigen finanziellen und personellen Ressourcen.

„Then you have all the medical regulatory issues, CE marking and FDA approval. [...] It is a lot of money. And it takes expertise to get these things through. And these are not expertise that are easily obtained.“

Diesen Ausführungen stimmt auch ein deutscher Informatikprofessor zu, der zudem das Problem der Anbindung und Abgrenzung solcher zertifizierten Systeme in einer HIT-Umgebung anspricht.

„Das ist eigentlich eine gut gemeinte Geschichte. Aber gut gemeint ist das Gegenteil von gut. Es ist gut gemeint, weil man der Sicherheit des Patienten dienen will. Und es ist ganz fürchterlich schlecht, weil durch diese zusätzliche Bürokratie Kosten und Aufwendungen erheblich steigen und Schnittstellen zwischen Systemen deutlich erschwert werden.“

Die Ausführungen eines österreichischen Informatikers zum Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems zur Erlangung einer CE-Zertifizierung verdeutlichen den mit regulatorischen Anforderungen potenziell entstehenden Aufwand.

„Eine große Herausforderung war schon dieses Ding als Medizinprodukt zu entwickeln. [...] Am Institut war ein Teil zertifiziert nach ISO13485, aber nur für die Herstellung von Kathetern. Unsere Gruppe hat das QM-System aufbauen müssen, um überhaupt in der Lage zu sein, Software so zu entwickeln, dass man damit in eine klinische Studie gehen kann und dann CE kennzeichnen kann. Das war im Forschungskontext und außerhalb von einer Firma und mit einem einzigen Produkt einfach ein Riesengewicht, was zu stämmen war.“

Für einen leitenden deutschen Klinikarzt stellten die komplexen regulatorischen Anforderungen in Deutschland den zentralen Grund für die Beendigung seines CDSS-Projektes dar. Gleichzeitig bestand Unsicherheit, inwiefern eine Zertifizierung des Systems als Medizinprodukt überhaupt nötig ist.

Befragter: „Es [das CDSS – Anm. d. Verf.] wird nicht routinemäßig eingesetzt. Das hängt ein bisschen damit zusammen, weil wir keine Zulassung als Medizinprodukt haben und es damit nur im Rahmen von Studien einsetzen.“

Interviewer: „Haben Sie denn eine Zulassung als Medizinprodukt angestrebt?“

Befragter: „Das war Thema. Wir haben uns erkundigt beim TÜV Süd München. Da war noch in der Diskussion ob das notwendig ist oder nicht. Das war ein bisschen strittig, aber ich hätte aus Sicherheitsgründen gesagt, bevor es in der Routine eingesetzt werden soll, wollen wir diese Medizinproduktezulassung.“

Interviewer: „Und ist das in Zukunft geplant, das zu implementieren?“

Befragter: „Es ist so, dass das Umfeld in Deutschland so komplex und schwierig war, dass es vorgesehen ist, dass das ganze Thema nach Schweden geht. [...] Und da wird die weitere Entwicklung stattfinden.“

Einen anderen Aspekt stellt der Projektleiter eines CDSS im Bereich der Neurologie heraus, der auf mögliche Interessenskonflikte von Zulassungsstellen und Industrie verweist und Fehlentwicklungen beim freien Zugang zu Studiendaten anprangert.

„Als letztes gibt es noch die Zulassungsbehörden und die Politik. Und da ist es leider auch so, dass die Behörden, von denen man hoffen würde, dass sie die Hüter der Patienteninteressen und der Arzneimittelsicherheit und -effizienz in Europa sind, auch wiederum zum Teil von Experten abhängig sind, mit ihren ganzen Interessenskonflikten, die man nur zum Teil kontrollieren kann. Weiterhin sind diese Stellen dann aber auch abhängig von politischen Grundsatzentscheidungen, die man derzeit mitkriegt, etwa der Frage des Zugangs zu klinischen Studiendaten. Da wird ein Eiertanz vollführt, der sehr beschämend ist.“

Die direkte Frage ob Regulierung, wie etwa das Medizinproduktegesetz in Deutschland, ein Hindernis für die eigene CDSS-Implementierung darstelle, wurde von einem Drittel der Interviewpartner bejaht (vgl. Tabelle 52). Ein etwas größerer Teil der

Befragten sah diesbezüglich keine Barriere für die Adoption des eigenen Systems. Dies wurde unterschiedlich begründet (vgl. Tabelle 52). Fast jeder fünfte Gesprächspartner konnte die Frage nicht beantworten und gab an mit regulatorischen Fragestellungen nicht oder nur wenig vertraut zu sein.

Tabelle 52: Nationale und supranationale Regulierung als Barriere für die eigene CDSS-Implementierung

Barriere	Anzahl	Anteil in %
Ja	18	33
Nein	23	43
Entwicklung vor Verabschiedung aktueller Gesetze	6	
CDSS noch in Entwicklungsphase	5	
CDSS kein Medizinprodukt	6	
Keine bindende nationale Regulierung vorhanden	1	
Ohne Angabe von Gründen	5	
Unklar, da nicht vertraut mit Regulierungsaspekten	10	19
Nicht gefragt	3	6
Gesamt	54	100

Bezogen auf CDSS-Implementierungen allgemein, sah eine knappe Mehrheit von 52% der Befragten in der bestehenden Regulierungspraxis ein Hindernis für die Systemadoption (vgl. Tabelle 53). Der Anteil jener Interviewpartner, die diesbezüglich von keiner Implementierungshürde ausgeht, lag, verglichen mit dem Einfluss regulatorischer Gesetzgebung auf die Adoption des eigenen CDSS, deutlich niedriger. Mit 30% noch einmal deutlich größer war die Gruppe von Entwicklern, die zu der Thematik keine Aussage treffen konnte.

Tabelle 53: Nationale und supranationale Regulierung als Barriere für die CDSS-Implementierung allgemein

Barriere	Anzahl	Anteil in %
Ja	28	52
Nein	5	9
Unklar, da nicht vertraut mit Regulierungsaspekten	16	30
Keine klare Antwort	2	4
Nicht gefragt	3	6
Gesamt	54	100

Die in Europa ansässigen Interviewpartner wurden mehrheitlich gefragt inwieweit eine Zertifizierung ihres CDSS nach dem Medizinproduktegesetz bzw. der entsprechenden äquivalenten Gesetzgebung ihres Landes vorgenommen wurde. Ein solcher Schritt wurde bislang lediglich durch zwei Entwickler unternommen und ist von einem weiteren Interviewpartner geplant (vgl. Tabelle 54).

Tabelle 54: Zertifizierung des eigenen CDSS nach europäischer Gesetzgebung

Zertifizierung CDSS nach EU-Recht	Anzahl	Anteil in %
Ja	2	5
Nein	34	85
Geplant	1	3
Nicht gefragt	3	7
Gesamt	40	100

3.2.4.4 Migration, Standards und Standardisierung

Als dritter Komplex zum Thema CDSS-Implementierungshindernisse wurde das in der Literatur häufig angesprochene Problem unzureichender Standards und fehlender Standardisierung im Bereich HIT thematisiert (vgl. Abschnitt 1.1). Eng damit verknüpft wurde nach Herausforderungen bei der Migration von CDSS-Inhalten gefragt. Insgesamt haben zwei Drittel der Interviewpartner zu diesen Themen verwertbare Aussagen gemacht. 18 Interviewpartner konnten zu dem eher im Fachbereich Informatik angesiedelten Problemkomplex auf Grund ihres persönlichen fachlichen Hintergrundes nicht differenziert Stellung beziehen oder wurden auf Grund angedeuteter fehlender Expertise auf dem Gebiet nicht zu dem Thema befragt.

Sechs Entwickler berichten Ihre CDSS bereits in andere klinische Umgebungen transferiert zu haben. Dies entspricht einem Anteil von 27% der im Interviewzeitraum implementierten Systeme. Drei weitere Interviewpartner planen eine solche Migration. Die befragten Forscher beschreiben in diesem Zusammenhang unterschiedliche Herausforderungen, die sich keineswegs in Fragen eines standardisierten Datenaustausches oder standardisierter Schnittstellen erschöpfen. Einige Entwickler, so etwa ein niederländischer Professor für Medizininformatik, verweisen zunächst auf den generellen Zielkonflikt zwischen einer zunehmend propagierten verstärkten Integration von CDSS und der gleichzeitigen Forderung nach einem einfachen Austausch der Systeme.

„It is a nightmare. There is no silver bullet. Because there is a sort of Catch 22. The moment you argue that decision support needs to be integrated in the workflow, from an IT perspective you are saying that it has to be tightly integrated with the software, which the physician is using at that moment. Anything which is standalone is basically off the radar. [...] The consequence of that is difficulties. I do not see an easy solution. One might hope that the software design becomes more modular. [...] It is going to be a nightmare, still.“

Ein deutscher Informatiker spricht die Herausforderung heterogener Datenstrukturen und das damit verbundene Mapping-Problem bei der CDSS-Migration an.

„Es kann nicht sein, dass in 2000 Krankenhäusern in Deutschland an jedem Ort ganz andere Datenstrukturen vorherrschen und damit die CDSS jedes Mal völlig individuell an die Häuser angepasst werden müssen. Das ist technisch ein viel zu hoher Aufwand. Und die erste Voraussetzung da überhaupt zu einem Konsensus zu kommen ist, dass die Datenstrukturen erst einmal öffentlich gemacht werden.“

Sein Kollege aus dem gleichen Fachgebiet konstatiert einen fehlenden Fortschritt bei der Lösung dieses Problems der semantischen Interoperabilität.

„Das eine ist ein eher technisches Problem. Wir nennen es Curley Braces Problem. Da hakt es dann. Es gibt ein paar Initiativen, die sich bemühen da [...] Standards zu entwickeln, wo solche Sachen beschrieben werden. Aber mir ist nicht bekannt, dass die richtig groß Verbreitung gefunden hätten.“

Ebenfalls pessimistisch äußert sich ein finnischer Entwickler, der auch künftig kostspielige Anpassungen von CDSS an die lokale IT-Infrastruktur verschiedener Klinik für unumgebar hält.

„My personal opinion is that there won't be a revolutionary shift in the near future like all different hospitals and countries adopting some set of standards and making interoperability possible. I think it is going to be an evolutionary event and quite costly for the decision support platforms to support all those different choices that are available.“

Vergleichsweise wenige Interviewpartner äußern sich bezüglich möglicher Lösungsansätze für das Migrationshindernis mangelnder Verbreitung von Standards und Standardisierung. Neben der Forcierung einer Vereinheitlichung durch Förderung bestehender Standards wie HL7 oder der Arden-Syntax wird alternativ u.a. eine Akzeptanz der bestehenden heterogenen IT-Landschaft und eine Konzentration auf die Entwicklung besserer Software zur Translation zwischen verschiedenen Standards angeregt. (vgl. Tabelle 55). Ebenfalls käme eine Institutionalisierung des Problems durch Verlagerung der CDSS-Entwicklung durch die Leitlinien entwickelnden Organisationen in Betracht.

Tabelle 55: Vorschläge zum Abbau von durch mangelnde Standards und Standardisierung bedingte CDSS-Migrationshindernisse nach Häufigkeit

Vorschlag
Unterstützung HL7 (5)
CDSS-Content durch Leitlinienentwickler (2)
Verwendung Open Source Lösungen (2)
Bessere Softwarelösungen zur Übersetzung zwischen unterschiedlichen Standards (2)
Modulares Software Design (1)
Datenstrukturen öffentlich machen (1)
Mehr Eigenentwicklungen (1)
Arden Syntax (1)
GASTON (1)
Finanzielle Anreize (1)
Kooperation mit EMR-Herstellern (1)

11 der 36 Entwickler (31%), die zum Themenkomplex Standards und Standardisierung Stellung bezogen haben, sehen in dem Problemfeld wiederum kein Hindernis für die Systemmigration. Hierfür werden unterschiedliche Gründe angeführt. Für drei bzw. zwei Forscher haben Standardisierungsfragen keinen Stellenwert, da sie entweder nicht integrierte Systeme entwickeln oder der potenzielle Systemtransfer in vergleichbare IT-Umgebungen stattfindet. Ebenfalls zwei Entwickler schätzen den Mapping-Aufwand im Rahmen einer Systemmigration für ihr eigenes CDSS als gering ein. Für einen weiteren Interviewpartner stellt eine HIT-Anbindung über HL7 einen gangbaren Weg dar. Zwei amerikanische Gesprächspartner verweisen auf die Forcierung bestimmter Standards durch den Gesetzgeber. So sei etwa eine Unterstützung von HL7 durch EMRs zur Abrechnung mit der öffentlichen amerikanischen Krankenversicherung Medicare notwendig. Für ein weiteres CDSS wurden die Migrationskosten durch einen Industriepartner getragen. Eine kanadische Forscherin schließlich hält Fortschritte bei der Entwicklung der oben erwähnten Übersetzungstools für geeignet um Migrationsprobleme zu vermeiden.

Neben Herausforderungen bei Standards und Standardisierung beklagen andere Entwickler eine allgemein schlechte Ausstattung vieler Krankenhäuser mit HIT als Hindernis für jedwede Integration von CDSS. So seien Software und Datenbanken in Griechenland etwa, wenn vorhanden, einseitig auf die Abrechnung ausgerichtet.

Doch auch für Deutschland wird von einem Professor für Medizininformatik eine mangelhafte IT-Ausstattung moniert.

„Mangelnde IT-Durchdringung. Die Daten, die wir gebraucht hätten, waren meistens alle nur auf Papier verfügbar. Da musste man erst mal gucken, dass man die Prozesse elektronifiziert. [...]. Ich habe bis vor kurzem noch Projekte am Universitätsklinikum Erlangen betreut, da haben wir eigentlich auch heute noch an den gleichen Baustellen gekämpft. Die sind auch gut ausgestattet. [...] Es gibt nur ein Haus in Deutschland, das überhaupt elektronische Akten hat. Man muss aufpassen, was man darunter versteht. [...] Elektronische Akte bedeutet: Die Daten werden elektronisch erhoben, verarbeitet und dann auch wieder elektronisch angezeigt.“

Rein technische Migrationshürden verlassend, betonen weitere Interviewpartner die Bedeutung kultureller Aspekte für den Transfer eines CDSS. So sieht ein deutscher Informatikprofessor einen erschwerten Transfer für generische Systeme, die von lokalen Standards und Lehrmeinungen abweichen.

„Das zweite Problem ist das klassische Not Invented Here-Problem. Mediziner sind immer sehr der Lehrscheule, aus der sie kommen, verhaftet. [...] Und wenn dann ein CDSS etabliert wird, was aus einer anderen Lehrscheule kommt, dann tut man sich erst einmal schwer, weil das gegen das eigene Bauchgefühl ist. [...] Und dann ist der Arzt zu recht skeptisch. Das sollte er auch sein. Dafür wird er bezahlt, im rechten Moment skeptisch zu sein. [...] Wenn er dann ein System hat, was ihm ständig gegen das Bauchgefühl arbeitet, dann wird er erst einmal nicht glücklich.“

Ein britischer Entwickler erklärt den Erfolg von CDSS-Implementationen als wesentlich durch das Zusammenwirken spezifischer lokaler Faktoren bedingt, die im Falle einer Systemmigration nicht vorliegen und in der Regel auch nicht reproduzierbar sind, da ihre Relevanz größtenteils verkannt wird.

„One of the major issues is, that everybody underestimates the very special circumstances that have given rise to the system in the first place. I think that is why the local development is successful and the subsequent development flawed or difficult. The combination of circumstances that lead to the development are typically unique. You have certain pressures on a clinical environment. You have certain facilities. [...] You have certain personnel, who have some spare capacity or ideas. You have people, who, for a moment, have control of the circumstances. So they can actually work without having to seek constant approval. You have the availability of some resource. So all of these things tend to come together in a kind of nidus that leads to the system in the first place. But of course they tend to be taken for granted. And then as soon as you want to move outside that environment, you run into difficulty.“

Schließlich stellen einige Interviewpartner das Konzept einer von individuellen Krankenhäusern getragenen CDSS-Entwicklung und -verbreitung allgemein in Frage. Ein niederländischer Entwickler kritisiert die so erfolgende Übersetzung medizinischen Wissens in CDSS als ineffektiv und fehleranfällig und fordert eine Ansiedlung der Entwicklung von CDSS-Inhalten auf Ebene der leitlinienentwickelnden Fachgesellschaften.

„The guidelines are often made by national communities. [...] If you want to integrate this into your EMR [...] every hospital would need to rebuild, reprogram this, which means a lot of work, money and errors, because everybody is doing the work again. My idea of the future would be that the guideline community is able, with some web-based tool, to draw a flowchart. This then gets translated into a standard for decision support in the background automatically. [...] You should be able to then connect this CDSS content to the different EMRs.“

3.2.4.5 Regionale Unterschiede

Neben der allgemeinen Frage nach Faktoren für eine erfolgreiche CDSS-Implementierung wurde untersucht, inwiefern Barrieren für die Systemadoption regional unterschiedlich ausgeprägt sind. Tabelle 56 zeigt in absteigender Reihenfolge jene Einflussfaktoren, die von mindestens 20% der Entwickler in den USA, West-, Süd- und Nordeuropa genannt wurden. In den USA wird tendenziell dem Faktor des internen Marketings ein höherer Stellenwert zugemessen als in Westeuropa, wo wiederum der Qualität und den Eigenschaften der Systeme eine insgesamt höhere Relevanz zugeschrieben wird als in den Vereinigten Staaten oder in Südeuropa. Regulierungsfragen stellen sogar ein direkt ausschließlich in West- und Nordeuropa angegebenes Implementierungshindernis dar.

Tabelle 56: Häufig genannte Einflussfaktoren für die CDSS-Implementierung nach Region

USA	Anteil in %	Westeuropa**	Anteil in %
1. Internes Marketing	57 (4*)	1. Systemqualität	44 (12)
2. Kooperation mit ext. Partnern	43 (3)	2. Systemeigenschaften	37 (10)
3. Feedback, Teilhabe Anwender	29 (2)	3. Usability	33 (9)
4. Externes Marketing	29 (2)	4. Internes Marketing	26 (7)
		5. Regulierung	22 (6)
Südeuropa	Anteil in %	Nordeuropa	Anteil in %
1. Internes Marketing	36 (4)	1. Kooperation mit ext. Partnern	75 (3)
2. Systemtransparenz	33 (3)	2. Systemeigenschaften	50 (2)
3. Feedback, Teilhabe Anwender	22 (2)	3. Integration in EMR	50 (2)
4. Externes Marketing	22 (2)	4. Regulierung	50 (2)
5. Systemqualität	22 (2)		
6. Systemeigenschaften	22 (2)	* absolute Anzahl der Interviewpartner ** Deutschland, Niederlande, Belgien, Frankreich, Großbritannien, Österreich, Schweiz	
7. Zeit des Anwenders	22 (2)		
8. Feedback, Teilhabe Anwender	22 (2)		
9. Evaluation	22 (2)		

Betrachtet man in Tabelle 57 die ermittelten Faktoren nach den initial identifizierten übergeordneten Kategorien (vgl. Absatz 3.1.2.2), ist zunächst eine Häufung systembezogener Implementierungshürden in Europa gegenüber den USA festzustellen (40% aller genannten Einflussfaktoren gegenüber 24%). Eine relevante Differenz zwischen altem Kontinent und den USA besteht außerdem bezüglich des in den Vereinigten Staaten relativ öfter gesehenen Einflusses der Unternehmensführung auf die Systemadoption. Für alle weiteren Kategorien wurden keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Regionen festgestellt.

Tabelle 57: Gruppierte Einflussfaktoren für die CDSS-Implementierung nach Region (absolut)

Gruppe Einflussfaktoren	USA	Europa			Kanada	BRD	Gesamt
		West	Süd	Nord			
System	6	54	9	5	9	22	83
Anwender	4	18	10	5	9	7	46
Management/ Entscheidungssträger	8	12	4	1	1	2	26
Politik/Rechtsrahmen	1	8	1	3	0	3	13
Bestehende IT	1	7	0	2	2	4	12
Ressourcen	1	5	2	3	2	4	13
Projektteam	2	7	1	1	0	5	11
Wissenschaftsgemeinde	0	5	2	2	2	3	11
Sonstige	2	2	0	0	1	1	6
Gesamt	25	118	29	22	26	51	221

3.3 Diskussion

3.3.1 Diskussion der Ergebnisse

Im Rahmen der Untersuchung wurde ein breites Spektrum an Einflussfaktoren für die Implementierung von CDSS identifiziert. Die ermittelte niedrige langfristige Implementierungsrate der Systeme der Interviewpartner verdeutlicht in diesem Zusammenhang einmal mehr die Bedeutung differenzierter Kenntnisse über Faktoren der erfolgreichen CDSS-Adoption. Mit zentral für den Implementierungserfolg steht die Systemqualität. Dabei wurde deutlich, dass auch 50 Jahre nach Einführung der ersten CDSS, die Abbildung komplexer medizinischer Entscheidungsprozesse für Entwick-

ler mit nach wie vor teils erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist. Verbreitetes Overalarming sowie die sich in den letzten Jahren durchsetzende Erkenntnis, dass CDSS auch Schaden anrichten vermögen, ergänzten das Bild einer Domäne, die weiterhin vor zahlreichen ungelösten Herausforderungen steht.

Bezüglich der als ebenfalls wichtig erachteten Systemeigenschaften besteht ein Zielkonflikt zwischen der Erstellung einfacher, auf ein kleines Fachgebiet begrenzter CDSS, die vergleichsweise leicht zu entwickeln, implementieren und warten sind und dem Interesse von Anwendern nach integrierten Applikationen, die Lösungen zu komplexen Fragestellungen liefern. Die von Entwicklern festgestellte fehlende Zielgruppenorientierung vieler CDSS steht eng in Zusammenhang mit der Forderung, Nutzer frühzeitig in den Entwicklungsprozess einzubeziehen. Dabei werden die Faktoren nötiger Zeitaufwand, Benutzerfreundlichkeit und Transparenz als zentral für die Anwenderakzeptanz eines Systems erachtet. Weiterhin gelte es Bedenken von Nutzern bezüglich eines Einfluss- und Kontrollverlustes durch die CDSS-Verwendung abzubauen und Vertrauen für den Output des Systems zu schaffen.

Detailliert beschrieben viele Entwickler organisationsinterne Hürden bei der CDSS-Entwicklung und -implementierung sowie den teils erheblichen Ressourcenaufwand um sowohl Anwender als auch die Entscheidungsträger des Unternehmens für ein CDSS-Projekt einzunehmen. An dieser Stelle wurde auch deutlich, dass es sich hierbei im Regelfall nicht um eine einmalige Investition von Seiten der Entwickler handelt, sondern die Existenzberechtigung eines Systems in einer ständigem Wandel unterworfenen Organisation vielmehr ständig neu begründet und demonstriert werden muss.

Ein Großteil der Interviewpartner entwickelt seine CDSS in einem universitären Umfeld. Für die Implementierung und insbesondere auch für die Verbreitung der Systeme wird auf Grund fehlender Expertise etwa in den Bereichen Marketing und rechtlichen Fragestellungen sowie fehlenden finanziellen Ressourcen verbreitet auf die Bedeutung einer Kollaboration mit Industriepartnern hingewiesen. Zahlreiche Forscher, vor allem in Europa, stellten klar, dass der mit einer Migration verbundene Aufwand die Möglichkeiten aber auch die Zielsetzung universitärer Forschungseinrichtungen übersteigt. Etwas anders ist die Situation teilweise in den USA gelagert, wo die CDSS-Entwicklung nicht selten innerhalb der großen Health Maintenance

Organisations erfolgt, die die Systeme in ihre eigenen Kliniken transferieren. In dieses Bild passt auch die in der Literaturübersicht für die USA gegenüber Europa deutlich erhöhten CDSS-Implementierungsrate (vgl. Absatz 2.2.2).

Die in der Literatur im Rahmen der CDSS-Migration viel diskutierte Standardisierungsproblematik (vgl. Abschnitt 1.1) wird von weniger als der Hälfte der Interviewpartner gesehen. Hierfür ist vor allem der große Anteil an Befragten, die auf Grund ihres fehlenden fachlichen Hintergrundes zu diesem Thema keine Stellung beziehen konnten, verantwortlich. Insgesamt boten nur wenige Entwickler Lösungsansätze für den Problemkomplex an. Die präsentierten Vorschläge muteten dann vergleichsweise vage an und sind sicherlich auch der Herausforderung ad hoc zu einer komplexen und speziellen Problematik Stellung nehmen zu müssen, geschuldet.

Eine weitere potenziell zentrale Barriere für die CDSS-Implementierung stellen Anforderungen nationaler und supranationaler Gesetzgeber dar. In der offenen Frage nach Implementierungshürden wurden regulatorische Aspekte überraschenderweise ausschließlich von europäischen Entwicklern angesprochen. Dies ist eventuell teilweise mit der unterschiedlich ausgestalteten Regulierungspraxis in Europa und den USA zu erklären. So ist Software und damit CDSS in der Europäischen Union unter definierten Bedingungen explizit als Medizinprodukt zu klassifizieren. Auch in den USA und in Kanada können CDS-Systeme als „medical devices“ eingeordnet werden. Die entsprechenden Gesetzte kommen gleichwohl ohne eine direkte Erwähnung von Software in ihren Definitionen eines Medizinproduktes aus (vgl. Abschnitt 1.2.3.5). Möglicherweise geht dies mit einem verminderten Bewusstsein für diesbezügliche regulatorische Belange einher.

In den USA sind darüber hinaus die auch Anfang 2017 noch unklaren finalen Regulierungsabsichten der FDA bezüglich CDSS zu nennen (vgl. Abschnitt 1.2.3.5). Zahlreiche amerikanische Entwickler berichteten, auf Grund der bestehenden Rechtsunsicherheit, Regulierungsfragen aktuell auszuklammern und das Thema erst nach dem Vorliegen eindeutiger Richtlinien bearbeiten zu wollen. Trotz der unsicheren rechtlichen Lage gab kein Interviewpartner an, aus diesem Grund auf weitere Entwicklungen zu verzichten.

Insgesamt sieht nur ein eher geringer Anteil der Entwickler (33%) Regulierungsaspekte als Hindernis für die eigenen CDSS-Projekte. Neben den genannten Gründen

(vgl. S. 88) ist hierfür sicherlich auch die vergleichsweise geringe Implementierungsquote von unter 50% und der noch niedrigere Anteil von Entwicklern, die eine Systemadoption überhaupt künftig planen, verantwortlich (vgl. S. 67). Ein Teil der Befragten sah für ihre CDSS auf Grund der Systemeigenschaften die Definition eines Medizinproduktes als nicht erfüllt an und maß deshalb regulatorischen Vorgaben keine Bedeutung bei. Diese Einschätzung traf in der Hälfte der Fälle jedoch nicht zu und passt in das Bild einer Personengruppe, die nicht selten über wenig detaillierte Kenntnisse zu juristischen Fragestellungen verfügt. So gab fast jeder dritte Entwickler an, wenig oder keine Kenntnisse zu relevanten Regulierungsaspekten zu haben (vgl. S. 88). Dieser Befund überrascht angesichts der Tragweite der Folgen einer Klassifikation von CDSS als Medizinprodukt.

Auch Fragen des Wissensmanagements wurden unerwartet von einer Mehrheit der Entwickler nicht als wesentliches Implementierungshindernis gesehen (vgl. S. 85). Dies kann teilweise mit Systementwicklungen in vergleichsweise statischen Wissensdomänen erklärt werden. Eventuell versperrt der rasante medizinische Fortschritt in einigen Fachbereichen den Blick für Domänen, in denen Wissen teilweise vergleichsweise lange Halbwertszeiten aufweist. Ein weiterer erklärender Faktor stellt in diesem Zusammenhang möglicherweise ein allgemeiner Trend zu kleineren CDSS-Projekten mit Systemen, die eng abgrenzbare Fragestellungen für klar definierte Domänen beantworten, dar (vgl. Abschnitt 3.2.4.1.3). [39,59]

Ein Vergleich der ermittelten CDSS-Implementierungsfaktoren nach Regionen ergab tendenziell eine gehäufte Nennung systembezogener Einflüsse in Europa. In den USA wurden dagegen im Vergleich zu anderen Ländern die Unternehmensführung betreffende Faktoren vermehrt angeführt. Hierunter werden vor allem die Aspekte Marketing, Unternehmensstrategie und Organisation subsummiert (vgl. S. 67). Die unterschiedlichen Schwerpunkte sind möglicherweise mit einer Folge höherer CDSS-Implementierungsraten in den Vereinigten Staaten (vgl. Abschnitt 2.2.2) sowie einer dortigen allgemein größeren Verbreitung von CDSS (vgl. Abschnitt 1.2.2). So scheint es plausibel, dass Entwickler, deren CDSS-Projekte sich noch vermehrt in der Entwicklungsphase befinden, die Eigenschaften ihrer Systeme stärker als Implementierungshindernisse wahrnehmen, als Softwaredesigner deren CDSS bereits in Klinik- und Praxisumgebungen etabliert sind und deren Fokus möglicherweise eher auf

der Verstetigung der Systeme in einer dynamischen Umgebung liegt (vgl. S.92). Eine weitere Erklärung kann die im Vergleich zu den meisten europäischen Staaten stärkere privatwirtschaftliche Organisation des amerikanischen Gesundheitswesens liefern, die möglicherweise einen intensiveren Austausch mit der Unternehmensführung erfordert, wenn es etwa um die ökonomische Rechtfertigung von CDSS-Projekten oder die klare Kommunikation von Systemvorteilen gegenüber verschiedenster Stakeholder geht (vgl. S. 72). [248]

3.3.2 Stärken und Schwächen der Studie

Eine angemessene Bewertung der Ergebnisse dieser Arbeit kann nur unter Berücksichtigung der der Methodik der Untersuchung innewohnenden Stärken und Schwächen erfolgen. Die Stichprobe für die Telefoninterviews basierte auf einer umfangreichen, breit angelegten Literaturübersicht. Für die primär im Fokus stehenden europäischen CDSS wurde mit jedem zweiten publizierten Entwickler über einen 10-Jahreszeitraum eine große Gruppe potenzieller Interviewpartner kontaktiert. Trotz einer zufriedenstellenden Rücklaufquote von 40% ist ein Non-Response-Bias zu vermuten, der die Generalisierbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt, auch wenn die allgemeine Verknüpfung relevanter verzerrender Effekte mit einem bestimmten Ausschöpfungsgrad der Stichprobe nicht zulässig ist. [487]

Die vorliegende Untersuchung erfasst mit Interviewpartnern aus 16 Ländern ein breites geographisches Spektrum mit teils deutlichen kulturellen, sozioökonomischen und politischen Unterschieden sowie erheblichen Differenzen in der Ausgestaltung der jeweiligen Gesundheitssysteme. Sie stellt das erste interkontinentale Interviewprojekt zu CDSS-Implementierungsfaktoren dar. Der bewusste Fokus auf europäische CDSS bedingt allerdings eine vergleichsweise geringe Anzahl an Interviews mit nordamerikanischen Entwicklern. Dies erschwert die regionale Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Aber auch innerhalb Europas setzt die Verteilung der 41 Gesprächspartner auf insgesamt 13 Länder einer detaillierten regionenspezifischen Analyse der Umfrageergebnisse Grenzen.

Die Auswahl der Interviewpartner erfolgte auf Basis von Veröffentlichungen der Entwickler in Fachzeitschriften zu ihren Systemen. Dadurch bedingt sind Gesprächspartner aus dem öffentlichen Forschungskontext vermutlich gegenüber CDSS-Entwicklern aus der Privatwirtschaft deutlich überrepräsentiert.

Die Telefongespräche wurden semistrukturiert anhand eines Interviewleitfadens geführt und waren so einer standardisierten Auswertung zugänglich. Auf Grund der Heterogenität der persönlichen Erfahrungshintergründe der Gesprächspartner konnten Entwickler zu bestimmten Themenkomplexen teilweise jedoch keine differenzierten Aussagen machen, was sich einerseits negativ auf den Umfang der gewonnenen Daten auswirkte. Andererseits ließen sich gerade auch aus dokumentiertem Nicht-Wissen wichtige Schlussfolgerungen für die Beantwortung zentraler Fragen, wie etwa dem Umgang mit Regulierungsaspekten ableiten.

Weiterhin kann nicht ausgeschlossen werden, dass Nichtmuttersprachler auf Grund eingeschränkter Englischkenntnisse, Fragen falsch verstanden oder unvollständig beantwortet haben. Auf den möglichen Verlust von Inhalten und Kontext durch die Übersetzung von Interviewbestandteilen im Rahmen der Auswertung wurde an anderer Stelle eingegangen (vgl. Abschnitt 3.1.1.7).

Die Auswertung der Interviews erfolgte auf Basis der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (vgl. Abschnitt 3.1.2). Die starke Formalisierung der Methode erlaubte eine standardisierte Bearbeitung des Materials, wobei ein Einsatz des Verfahrens insbesondere zur Klassifikation der Inhalte von Leitfadeninterviews empfohlen wird. [286] Kritik erfährt die Methode von Gläser et al., die durch den Fokus auf ein letztlich starres Kategoriensystem, das Verfahren als ungeeignet für die Extraktion komplexer Informationen halten und ähnlich wie bei quantitativen Methoden vor einem Bedeutungs- und Kontextverlust von Textinhalten durch eine radikale Komplexitätsreduktion warnen. [328] Dem wurde versucht durch eine differenzierte Darstellung der Inhalte der für die zentralen Forschungsfragen relevanten Kategorien zu begegnen. So wurden für wichtige Kategorien stets multiple Zitate verschiedener Interviewpartner angeführt und unterschiedliche Sichtweisen ausgeführt und gegenübergestellt.

Auf Grund beschränkter personeller Ressourcen bestand keine Möglichkeit, die Zuordnung der Textinhalte zu den einzelnen Kategorien durch weitere unabhängige Untersucher zu verifizieren. Es können somit keine Aussagen zur Interrater-Reliabilität der Ergebnisse getroffen werden. Dies stellt eine relevante methodische Schwäche der vorliegenden Arbeit dar.

3.3.3 Die Ergebnisse im Kontext anderer Studien

Die vorliegende Arbeit steht in einer Reihe mit zahlreichen Untersuchungen, die sich der Ermittlung von Einflussfaktoren für die Implementierung von HIT im Allgemeinen und CDSS im Speziellen verschrieben haben (vgl. Abschnitt 1.2.3). Alleinstellungsmerkmale der Studie stellen der konsequente Fokus auf CDSS-Entwickler sowie die starke internationale Ausrichtung des Projektes dar. Bezüglich der zentralen Fragestellung, der Ermittlung von Einflussfaktoren für die CDSS-Implementierung, wird ein Vergleich mit den eingangs angeführten Arbeiten zu dem Thema vor allem durch die unterschiedliche Abgrenzung der Kategorien durch die Autoren erschwert. Darüber hinaus wird in den überwiegend qualitativen Untersuchungen oftmals keine Gewichtung der ermittelten Faktoren vorgenommen (vgl. Abschnitt 1.2.3).

Für den deutschsprachigen Raum nennen Spreckelsen et al. nach einer Onlinebefragung von knapp 100 Medizininformatikern teils ähnliche Schwerpunkte bezüglich der Probleme und Herausforderungen beim Betreiben und der Entwicklung wissensbasierter Systeme, wobei anwenderbezogenen Faktoren tendenziell eine größere Bedeutung beigemessen wird. (vgl. S.19). Auch rein technische Herausforderungen wie die Abbildung von Wissen und Standardisierungsfragen wurden häufiger genannt, was durch die alleinige Auswahl von Medizininformatikern als befragte Experten zu erklären ist. Dagegen spielen bei Spreckelsen Fragen des internen Marketings von CDSS-Lösungen sowie rechtliche Fragen nur eine untergeordnete Rolle. Dies ist möglicherweise teilweise dem hohen Anteil außerhalb medizinischer Einrichtungen im akademischen Umfeld tätiger Umfrageteilnehmer in der Untersuchung geschuldet, die ggf. oftmals weniger direkte Implementierungsabsichten hegen und damit auch einige konkrete hiermit verbundene Hindernisse als weniger relevant einschätzen.

Die eingangs zitierte Delphistudie von Paré et al. zu Implementierungsfaktoren klinischer Informationssysteme rückt dagegen, wie die aktuelle Befragung, rein technologische Gesichtspunkte in den Hintergrund und stellt die Bedeutung von Usability- und projektbezogenen Aspekten heraus. [695] Letztere Gruppe von Einflussfaktoren spielt abgesehen vom Teilaspekt „Ressourcen“ in der aktuellen Studie dagegen keine wesentliche Rolle. Auch rechtliche Fragestellungen haben wie bei Spreckelsen nur eine untergeordnete Bedeutung, wobei dieser Umstand bei Paré durch das ältere Da-

tum der Untersuchung zu erklären ist. [147] Dafür bestätigt der kanadische Forscher in Übereinstimmung mit dieser Untersuchung den hohen Stellenwert organisationaler und Managementfragen bei der Implementierung. Brender et al. identifizierten in einer weiteren Delphistudie eine große Anzahl von 137 Faktoren für den HIT-Erfolg und decken damit die Mehrzahl der hier beschriebenen Einflüsse ab. [105] Gleichwohl ist die Relevanz der Untersuchung für die Praxis auf Grund der komplett fehlenden Gewichtung der einzelnen Faktoren begrenzt. Konkrete Empfehlungen für die Einführung von CDSS generieren Jenders et al. in einer strukturierten Diskussion leitender IT-Mitarbeiter vor allem kommunaler amerikanischer Krankenhäuser. [438] Als wesentliches Problem wird, wie in der vorliegenden Untersuchung, die oft noch unzureichende Qualität von CDS-Lösungen angeprangert, die Probleme wie eine verbreitete Alert Fatigue induziert. Großen Raum nehmen zudem Fragen der Projektsteuerung und -koordination ein, die in der aktuellen Untersuchung am ehesten über die zentrale Kategorie „Management und Entscheidungsträger“ abgebildet werden, sodass die Arbeit zwei wesentliche Schwerpunkte mit der aktuellen Studie teilt.

Direkte Expertenbefragungen verlassend, aggregieren Moxey et al. in einer Übersichtsarbeit Hindernisse und Erfolgsfaktoren für die CDSS-Implementierung aus Erfahrungsberichten, die mit Aspekten der Systemqualität und -integration sowie anwenderbezogenen Themen, drei ähnliche Schwerpunkt setzt wie die vorliegende Untersuchung. [640] Gleichzeitig werden mit der technischen Infrastruktur und patientenbezogenen Faktoren jedoch auch Aspekte thematisiert, die für die aktuell interviewten Entwickler lediglich eine untergeordnete Bedeutung haben.

Befragungen von CDSS-Nutzern, wie etwa die Untersuchungen durch Short et al., Kortteisto et al. und Patterson et al. stimmen überwiegend gut mit den aktuell unter der Kategorie „Anwender“ subsummierten Faktoren überein. [496,697,829] Zusätzlich werden Sorgen bezüglich kompromittierter Patienteninteraktion sowie Schwierigkeiten bei der Interpretation des CDSS-Outputs genannt. Gerade erstere Implementierungsbarriere scheint eher im, in der aktuellen Studie unterrepräsentierten ambulanten Sektor, relevant, wo die elektronische Bearbeitung eines Patientenfalles öfter mit dem direkten Patientenkontakt zusammenfällt.

Die umfangreichen Feldstudien von Ash et al. bieten eine Vielzahl von Themen und Handlungsempfehlungen für die CDSS-Entwicklung und -implementierung.

[37,39,40] Einige Themen, wie „Workflow“, „Koordination“, „Kollaboration“, „Wichtige Personen“ und „Kommunikation“ finden sich auch prominent in der aktuellen Untersuchung. Andere, vor allem technologische Komplexe wie etwa „Wissensmanagement“, „Daten“ und „Messen“ haben dagegen in der jetzigen Studie weniger Bedeutung.

Neben allgemeinen Implementierungsfaktoren lag ein Schwerpunkt der aktuellen Untersuchung auf der Diskussion regulatorischer Aspekte bei der CDSS-Implementierung. Insbesondere der Umgang von Entwicklern mit der in vielen Rechtsräumen mittlerweile verbreiteten potenziellen Klassifikation von CDSS als Medizinprodukt ist bislang in der Literatur wenig untersucht, sodass hier kaum Vergleiche mit bisherigen Arbeiten möglich ist. In einer Onlineumfrage der amerikanischen Clinical Decision Support Coalition unter 48 CDSS-Entwicklern gaben 2/3 der Befragten Verzögerungen ihrer Projekte auf Grund regulatorischer Unsicherheit und 1/3 der Teilnehmer sogar einen Abbruch von Entwicklungen an. [165] Diese Daten konnten in der aktuellen Untersuchung nicht bestätigt werden (vgl. Abschnitt 3.2.4.3). Als Ursache für diese Diskrepanz kommen Unterschiede in den Umfragekollektiven in Betracht. So kamen in der zitierten Onlineumfrage Mitarbeiter privater Softwareunternehmen zu Wort, während die in der vorliegenden Studie befragten amerikanischen Entwickler überwiegend in Health Maintenance Organisationen, Krankenhäusern oder in mit Kliniken assoziierten universitären Einrichtungen beschäftigt waren.

3.3.4 Bedeutung der Studie

Die vorliegende Untersuchung ergänzt die bestehende Literatur zu Barrieren und Erfolgsfaktoren bei der CDSS-Implementierung um die wichtige Sichtweise der Systementwickler, die in bisherigen Befragungen nicht systematisch erfasst wurde. Bekannte Einflussfaktoren wurden bestätigt und deren teils eigene Gewichtung durch die befragten Entwickler dargelegt. Gleichzeitig wurden zum ersten Mal mögliche regionale Unterschiede bezüglich bestehender CDSS-Adoptionshindernisse dokumentiert. Darüber hinaus stellt die Studie die erste Untersuchung dar, die systematisch den Umgang von CDSS-Entwicklern mit der potenziellen Klassifikation der Systeme als Medizinprodukt in unterschiedlichen Rechtsräumen untersucht.

Insgesamt können die gewonnenen aggregierten Erfahrungen und Perspektiven der Systemdesigner einen Beitrag zu verbesserten CDSS-Entwicklungs- und Implementierungsprozessen leisten und eine konstruktivere, intensiviertere Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen CDSS-Stakeholdern beflügeln. Auf diesem Weg kann ggf. eine Erhöhung der bislang niedrigen CDSS-Implementierungsraten erreicht und der Weg zu einer höherwertigen medizinischen Versorgung geebnet werden. Die Erkenntnisse bezüglich des praktischen Umgangs von CDSS-Entwicklern mit regulatorischen Vorgaben durch nationale und supranationale Gesetzgeber liefert einen Beitrag in der Debatte um die Ausgestaltung künftiger Gesetzgebung in diesem Bereich.

3.3.5 Unbeantwortete und neue Fragestellungen

Ungeachtet der gewonnenen Erkenntnisse bleiben nach Beendigung der Untersuchung Sachverhalte ungeklärt. Andere Fragestellungen ergeben sich erst vor dem Hintergrund der neu gewonnenen Informationen. Zunächst lässt sich die Frage nach Erfolgsfaktoren und Barrieren für die CDSS-Implementierung nur für in einem akademischen Umfeld getätigte Entwicklungsprojekte beantworten. Von wenigen Entwicklern abgesehen, die ihr CDSS im Rahmen eines Spin-Offs aus einer universitären Organisation herausgelöst und kommerzialisiert haben, wurden keine Interviews mit Softwareentwicklern aus privatwirtschaftlichen Unternehmen geführt. Die Sichtweise kommerzieller CDSS-Entwickler bleibt aus diesem Grund unklar. Zwar befasst sich die angesprochene Studie von Ash et al. u.a. mit den Herausforderungen von CDSS für HIT-Entwickler.[40] Dennoch ist in diesem Bereich nicht zuletzt auf Grund der alleinigen Konzentration der Untersuchung auf amerikanische Unternehmen und der Befragung von lediglich drei CDSS-Herstellern und zwei EHR-Entwicklern noch weitere Forschung nötig. Hinweise auf eine unterschiedliche Beurteilung von Implementierungshürden durch private Softwareunternehmen und in Krankenhäusern sowie Universitäten beschäftigte CDSS-Entwickler liefert auch die oben diskutierte abweichende Beurteilung des regulatorischen Umfeldes für CDSS (vgl. Abschnitt 3.3.3).

Die vorliegende Studie hat einen ersten Einblick bezüglich des Umgangs von CDSS-Entwicklern mit den für Software relevanten Regelungen des Medizinproduktegesetzes und vergleichbaren Gesetzen in anderen Rechtsräumen gewährt. Auch hier ist die Erhebung von Daten über die Positionierung kommerzieller Anbieter solcher

Systeme notwendig. Darüber hinaus steht die Regulierungspraxis von Medizinprodukten sowohl in den USA als auch in der Europäischen Union auch künftig vor erheblichen Veränderungen. In den Vereinigten Staaten ist Ende 2016 mit der Verabschiedung des 21st Century Cures Act die Regulierung von HIT auf eine neue rechtliche Grundlage gestellt worden, wobei die konkreten Auswirkungen für CDSS-Hersteller aktuell auch vor dem Hintergrund der noch finalen Positionierung der FDA zu dem Thema noch nicht abschließend zu beurteilen sind (vgl. Abschnitt 1.2.3.3). Deren jüngstes zur Kommentierung freigegebenes Leitfadepapier wurde überraschenderweise durch eine internationale Organisation zur Regulierung von Medizinprodukten, dem International Medical Device Regulators Forum (IMDRF) erstellt und deutet möglicherweise auf weitergehende künftige supranationale Harmonisierungsbestrebungen hin.[178] In der EU ist am 25. Mai 2017 mit der Verabschiedung der Medizinprodukteverordnung (MDR) umfangreiche Gesetzgebung in Kraft getreten, die die bestehende Medizinprodukte-Richtlinien ersetzt. [99,447] Für Software als Medizinprodukt gelten neue Definitionen und Risikobewertungen. [448] Insgesamt zeichnet sich für die überwiegende Mehrzahl aller CDSS nach Klassifizierungsregel 11 der MDR eine Höherstufung ab. [102] Für CDSS-Entwickler hätte dies gravierende Folgen. So müssten Hersteller u.a. verbreitet externe Stellen in den Zulassungsprozess einbeziehen und in aller Regel ein Qualitätsmanagementsystem aufbauen und zertifizieren lassen. [449] Experten warnen in diesem Zusammenhang bereits vor einer potenziell erheblichen Schwächung der Innovationskraft Europas. [365] Die geplanten Regelungen sind auch insofern bemerkenswert, als dass Sie eine komplett gegensätzliche Entwicklung zu den mutmaßlichen Regulierungsabsichten in den USA darstellen, wo die FDA andeutet, bezüglich der Mehrzahl der CDSS auf strenge Regulierung verzichten zu wollen. [728] Unabhängig davon stellt sich die Frage, wie Softwareentwickler mit den sich ändernden gesetzlichen Rahmenbedingungen umgehen und inwieweit sie eine neue signifikante Barriere für die Entwicklung und Implementierung von CDSS darstellen.

Ein bekanntes und auch in dieser Untersuchung bestätigtes Implementierungs- und Verbreitungshindernis stellt hingegen die bislang fehlende Verbreitung einheitlicher Standards für Daten und Schnittstellen im Bereich CDSS dar. Lösungsansätze für den Problemkomplex wurden ohne wegweisende neuen Erkenntnisse im Rahmen der Interviews diskutiert (vgl. Abschnitt 3.2.4.4). Dennoch sind Fortschritte in diesem

Bereich, sei es durch eine Einigung auf gemeinsame Standards mit oder ohne Vorgaben nationaler und supranationaler Gesetzgeber, sei es durch die angesprochene Verbesserung von Übersetzungsprogrammen essentiell für eine leichtere Verbreitung von CDSS und anderer HIT. Gleichzeitig stellen Experteninterviews jedoch nicht die optimale Methode dar, um auf diesem Gebiet wesentliche Erkenntnisfortschritte zu erzielen. Die weitere Entwicklung sollte und wird hier zunächst vorrangig institutionalisiert über den Austausch in internationalen Standardisierungsorganisationen wie Health Level Seven International erfolgen.

4 Schlussfolgerung

Die aktuelle Untersuchung befasste sich vor dem Hintergrund der bestehenden Diskrepanz zwischen dem nachgewiesenen Potenzial von CDSS, die medizinische Versorgungsqualität zu verbessern und der gleichzeitig vergleichsweise geringen Verbreitung der Systeme in der weltweiten Gesundheitsversorgung, mit den Gründen für diese Implementierungs- und Durchdringungsproblematik. In der bisherigen Literatur zu Barrieren und Erfolgsfaktoren bei der CDSS-Implementierung wurden eine Vielzahl von Einflussgrößen identifiziert, wobei sich jedoch die Gewichtung einzelner Faktoren oft widersprüchlich zeigte, ein starker Fokus auf CDSS aus den USA besteht, vergleichende länderübergreifende Untersuchungen weitestgehend fehlen, wichtige Aspekte wie regulatorische Belange kaum systematisch untersucht wurden und die Sichtweise der Systementwickler bislang nicht ausreichend dargestellt wurde.

Die jetzige Studie legt nahe, dass CDSS-Entwickler im Vergleich zu bisherigen Literaturangaben keine grundsätzlich anderen Barrieren für die Systemimplementierung sehen. Jedoch unterscheidet sich die Gewichtung der Faktoren teils von bestehenden Untersuchungen, wobei die insgesamt uneinheitliche Schwerpunktbildung in der Literatur direkte Vergleiche erschwert. Die führende Bedeutung der Systemqualität als Implementierungshindernis weist auf bestehende Herausforderungen bei grundlegenden Aspekten der CDSS-Entwicklung hin. Der hohe Stellenwert des internen Marketings von CDS-Lösungen verdeutlicht den ressourcenintensiven Rechtfertigungszwang, dem sich Entwickler gegenüber verschiedensten organisationsinternen Stakeholdern ausgesetzt sehen. Im Dialog mit der Unternehmensführung erschweren oft fehlende Endpunktstudien und Daten zu ökonomischen Vorteilen die Argumenta-

tion. Auch der Endnutzer muss von Systemvorteilen erst überzeugt werden. Aus diesem Grund sind Systemeigenschaften in enger Abstimmung mit Anwendern zu entwickeln, wobei ein Spannungsverhältnis zu begrenzten technischen Möglichkeiten und vorhandenen Ressourcen besteht. Insbesondere für die verbreiteten Entwicklungen im universitären Umfeld schränken letztere oft eine Verbreitung ein und erfordern meist schwierig zu realisierende Kooperationen mit externen Partnern.

Standards und Standardisierung stellen für die Implementierung und vor allem die Verbreitung von CDSS weiterhin ein relevantes Problem dar. Umsetzbare Lösungen sind in diesem Bereich gleichwohl nicht absehbar. Die Anzahl weiter verbreiteter Systeme ist insgesamt nach wie vor niedrig.

Die Bedeutung von Fragen des Wissensmanagements als Hindernis für die langfristige CDSS-Implementierung wird von CDSS-Entwicklern eher niedrig eingestuft. Hier spielen CDSS in kleinen sowie vergleichsweise statischen Wissensdomänen eine Rolle.

In Bezug auf regulatorische Aspekte bei der Systemimplementierung und insbesondere der Frage nach der Klassifikation von CDSS als Medizinprodukt ist eine verbreitete Unkenntnis über konkrete rechtliche Sachverhalte unter CDSS-Entwicklern zu konstatieren. In Europa ist lediglich ein verschwindend geringer Teil der CDSS als Medizinprodukt zertifiziert, was teilweise durch allgemein niedrige Implementierungsraten zu erklären ist. In den USA hat die bestehende rechtliche Grauzone zumindest keine negativen Auswirkungen auf CDSS-Adoptionen und -entwicklungen. In beiden Rechtsräumen vollziehen sich diesbezüglich gerade weitreichende Veränderungen, die künftig einer neuen Evaluation bedürfen und möglicherweise die Entwicklung und Implementierung von CDSS in dem gerade skizzierten schwierigen Umfeld weiter erschweren werden.

Zuletzt zeigte die Untersuchung regionale Unterschiede bezüglich der Gewichtung von CDSS-Implementierungsfaktoren mit einer tendenziell höheren Bedeutung managementbezogener Einflussfaktoren in den USA, gegenüber systembezogenen Größen in Europa auf. Höhere CDSS-Implementierungsraten in den Vereinigten Staaten sowie Strukturunterschiede im Gesundheitswesen allgemein liegen als Erklärungsansätze nahe.

Die präsentierten Ergebnisse sind in ihrer Aussagekraft vor allem durch einen möglichen Non-Response-Bias der untersuchten Stichprobe, eine Unterrepräsentierung von Entwicklern aus der Privatwirtschaft, potenziellen Sprachbarrieren im Rahmen der Befragung sowie den allgemeinen Limitationen qualitativer Forschung, Grenzen gesetzt. Dennoch kann die Arbeit einen Beitrag zu einem besseren Verständnis für die besonderen Herausforderungen bei der Entwicklung und Implementierung von CDSS leisten und somit Projekte in diesem Feld beflügeln. Sie schärft den Blick für die Vielzahl von technischen, soziokulturellen organisationellen, personellen und ökonomischen Faktoren, die lokal zusammenwirken müssen, damit, unterstützt durch günstige politische und rechtliche Rahmenbedingungen, erfolgreiche CDSS-Projekte realisiert werden können.

5 Zusammenfassung

Die zunehmende Komplexität der Gesundheitsversorgung bedingt weltweit eine hohe Anzahl vermeidbarer Behandlungsfehler. Computersysteme zur klinischen Entscheidungsunterstützung (CDSS) können nachweislich die medizinische Versorgungsqualität verbessern. Ihre Einführung im Gesundheitswesen verläuft jedoch bislang nur schleppend. Ziel der Arbeit war vor diesem Hintergrund die umfassende Identifikation und Gewichtung von Einflussfaktoren für die erfolgreiche CDSS-Implementierung. Hierzu wurden zunächst in der zahlenmäßig bislang umfassendsten Literaturübersicht zu dem Thema, über eine Medline-Suche von 2002 bis 12 mit über 70.000 Titeln, 768 CDSS identifiziert und nach 15 Kategorien klassifiziert. Es bestätigten sich niedrige Implementierungsquoten, mit allerdings deutlichen regionalen Unterschieden. Evaluierte Systeme erreichten anbieter- bzw. patientenorientierte Ziele in 71% respektive 49% der Fälle häufiger als in bisherigen Arbeiten, was teilweise über die Einschlusskriterien und eine Zeitkomponente erklärt ist. Bezüglich der Systemeigenschaften war nur die Entwicklung in Lehrkrankenhäusern positiver Prädiktor für den Evaluationserfolg. Im zweiten Abschnitt der Arbeit wurden dann auf Basis der ermittelten Systeme, Entwickler in 15 Ländern (Europa 80%, Nordamerika 20%) zufällig kontaktiert und mit 54 Personen semistrukturierte Telefoninterviews zu ihren Erfahrungen mit CDSS geführt. Die Auswertung auf Basis der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring erbrachte ein breites Spektrum von 66 CDSS-Adoptionsfaktoren mit den Schwerpunkten Systemqualität, -eigenschaften, und -

integration, Usability, verschiedene anwenderbezogene Faktoren sowie internes Marketing, Kooperationen und Ressourcenmangel mit im Vergleich zu bisheriger Literatur teils neuer Gewichtung der Themenkomplexe. Weiterhin ergaben sich erstmals Hinweise auf mögliche regionenspezifische Unterschiede bei CDSS-Implementierungshindernissen. Geringer als erwartet wurde der negative Einfluss der jüngsten Regulierungspraxis, bei allerdings verbreiteter Informationsdefizite über das Themengebiet, bewertet. Insgesamt ergänzt die Arbeit die Literatur um die bislang in dieser Form nicht systematisch erfassten Einschätzungen von CDSS-Entwicklern zu Implementierungsfragen in einer internationalen Studie. Auf diesem Weg kann eventuell ein Beitrag zu verbesserten CDSS-Entwicklungs- und Implementierungsprozessen sowie einer konstruktiveren Zusammenarbeit zwischen CDSS-Stakeholdern und damit letztlich einer höherwertigen medizinischen Versorgung geleistet werden.

6 Summary

The growing complexity of medical care contributes to a high number of preventable adverse events in patient care worldwide. Computer systems that assist with clinical decision making (CDSS) can have positive effects on quality of care measures, yet have not gained widespread traction in health care systems. In light of these developments this study sought to determine barriers and facilitators to CDSS implementation. Initially 768 CDSS were identified and classified under 15 headings after reviewing more than 70,000 titles generated from a MEDLINE search from 2002 to 12 in the most comprehensive systematic overview on this topic to date. The review confirmed low overall implementation rates with albeit considerable regional differences. Evaluated systems improved provider outcome in 79% and patient outcome in 49%. Both numbers are higher than in previous studies and can be attributed partly to different inclusion criteria and time aspects. Regarding system properties only development in a teaching hospital was associated with significantly higher CDSS performance. In the second part of the study developers from 15 countries identified in the review (Europe 80%, North America 20%) were randomly contacted. In total 54 semi structured interviews were conducted regarding personal experiences in CDSS development and implementation. Qualitative analysis according to Mayring led to the identification of 66 key factors influencing CDSS implementation. Central issues evolved around CDSS properties, quality and integration, as well as usability, vari-

ous user related factors, internal marketing, resource issues and collaborations with emphasis partly on topics differing compared to existing research. Additionally for the first time evidence pointed to regional differences with regard to implementation hurdles. Recent legislation regarding CDSS regulation was deemed less of a barrier to system adoption than expected, even though lacking expertise in this area was common among interview partners. Overall this study supplements the existing literature with the assessment of CDSS implementation issues by system developers in an international evaluation, which had previously not been attempted in such a fashion. This could potentially contribute to improved CDSS development and implementation processes as well as more constructive collaboration between CDSS stakeholders and in turn have a positive impact on improved quality of medical care.

7 Literaturverzeichnis

1. Aapro M, Abraham I, MacDonald K, et al.: Intraclass correlation metrics for the accuracy of algorithmic definitions in a computerized decision support system for supportive cancer care. *Support Care Cancer* 2007; 15(11): 1325–9.
2. Aarts J, Nohr C: From safe systems to patient safety. *Stud Health Technol Inform* 2010; 157: 1–3.
3. Abdel-Kader K, Fischer G, Li J, Moore C, Hess R, Unruh M: Automated clinical reminders for primary care providers in the care of CKD: a small cluster-randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis* 2011; 58(6): 894–902.
4. Abidi S, Abidi S, Hussain S, Shepherd M: Ontology-based modeling of clinical practice guidelines: a clinical decision support system for breast cancer follow-up interventions at primary care settings. *Stud Health Technol Inform* 2007; 129(Pt 2): 845–9.
5. Adams E, Longhurst C, Pageler N, Widen E, Franzon D, Cornfield D: Computerized physician order entry with decision support decreases blood transfusions in children. *Pediatrics* 2011; 127(5): e1112-9.
6. Adams W, Fuhlbrigge A, Miller C, et al.: TLC-Asthma: an integrated information system for patient-centered monitoring, case management, and point-of-care decision support. *AMIA Annu Symp Proc* 2003: 1–5.
7. Adlassnig K-P, Blacky A, Koller W: Artificial-intelligence-based hospital-acquired infection control. *Stud Health Technol Inform* 2009; 149: 103–10.
8. Adlassnig K-P, Fehre K: Arden-Syntax zur Repräsentation und Verarbeitung medizinischen Wissens. *HL7-Mitteilungen Nr. 30/2012* 2012; 2012(30): 5–15.
9. Aggarwal Y, Karan B, Das B, Sinha R: An unsupervised neural network to predict the level of heat stress. *J Clin Monit Comput* 2008; 22(6): 425–30.
10. Agostini JV, Zhang Y, Inouye SK: Use of a computer-based reminder to improve sedative-hypnotic prescribing in older hospitalized patients. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55(1): 43–8.
11. Agrawal A, Mayo-Smith M: Adherence to computerized clinical reminders in a large healthcare delivery network. *Stud Health Technol Inform* 2004; 107(Pt 1): 111–4.

12. Agrawal A, Wu W: Reducing medication errors and improving systems reliability using an electronic medication reconciliation system. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2009; 35(2): 106–14.
13. Ahn H, Kang Y, Kang M, Yoon K, Jung J, Kim I-H: A novel computer-assisted algorithmic method for differential diagnosis of dermatological diseases. *J Dermatol* 2005; 32(12): 956–62.
14. Akbarzadeh-T M-R, Moshtagh-Khorasani M: A hierarchical fuzzy rule-based approach to aphasia diagnosis. *J Biomed Inform* 2007; 40(5): 465–75.
15. Akinyokun C, Obot O, Uzoka F-M, Andy J: A neuro-fuzzy decision support system for the diagnosis of heart failure. *Stud Health Technol Inform* 2010; 156: 231–44.
16. Albisser A: A graphical user interface for diabetes management that integrates glucose prediction and decision support. *Diabetes Technol Ther* 2005; 7(2): 264–73.
17. Albisser A, Alejandro R, Sperlich M, Ricordi C: Prescription checking device promises to resolve intractable hypoglycemia. *J Diabetes Sci Technol* 2009; 3(3): 524–32.
18. Aldape-Perez M, Yanez-Marquez C, Camacho-Nieto O, J Arguelles-Cruz A: An associative memory approach to medical decision support systems. *Comput Methods Programs Biomed* 2012; 106(3): 287–307.
19. Alexander G: Analysis of an integrated clinical decision support system in nursing home clinical information systems. *J Gerontol Nurs* 2008; 34(2): 15–20.
20. Allan RA: A history of the personal computer: The people and the technology. 1st ed. London, Ont: Allan Pub. 2001.
21. Allerod C, Rees S, Rasmussen B, et al.: A decision support system for suggesting ventilator settings: retrospective evaluation in cardiac surgery patients ventilated in the ICU. *Comput Methods Programs Biomed* 2008; 92(2): 205–12.
22. Al-sheikh Y, Haug P, Wong A, Warner H, Morris A, Sward K: Using a diabetes data mart in individualizing diabetes management. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 1180.
23. Alvarez S, Poelstra B, Burd R: Evaluation of a Bayesian decision network for diagnosing pyloric stenosis. *J Pediatr Surg* 2006; 41(1): 155-61; discussion 155-61.

24. Alwan M, Dalal S, Mack D, et al.: Impact of monitoring technology in assisted living: outcome pilot. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2006; 10(1): 192–8.
25. Amer M: Fuzzy-based framework for diagnosis of acid-base disorders. *Comput Biol Med* 2011; 41(9): 737–41.
26. Amirfar S, Taverna J, Anane S, Singer J: Developing public health clinical decision support systems (CDSS) for the outpatient community in New York City: our experience. *BMC Public Health* 2011; 11: 753.
27. Ammenwerth E, Iller C, Mahler C: IT-adoption and the interaction of task, technology and individuals: a fit framework and a case study. *BMC Med Inform Decis Mak* 2006; 6: 3.
28. Ammenwerth E, Nykänen P, Rigby M, Keizer N de: Clinical decision support systems: need for evidence, need for evaluation. *Artif Intell Med* 2013; 59(1): 1–3.
29. Anand V, Biondich P, Liu G, Rosenman M, Downs S: Child Health Improvement through Computer Automation: the CHICA system. *Stud Health Technol Inform* 2004; 107(Pt 1): 187–91.
30. Anchala R, Pinto MP, Shroufi A, et al.: The Role of Decision Support System (DSS) in Prevention of Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One* 2012; 7(10): e47064.
31. Anderson J, Willson P, Peterson N, Murphy C, Kent T: Prototype to practice: Developing and testing a clinical decision support system for secondary stroke prevention in a veterans healthcare facility. *Comput Inform Nurs* 2010; 28(6): 353–63.
32. Andrade B, Reis-Filho A, Barros A, et al.: Towards a precise test for malaria diagnosis in the Brazilian Amazon: comparison among field microscopy, a rapid diagnostic test, nested PCR, and a computational expert system based on artificial neural networks. *Malar J* 2010; 9: 117.
33. Andriulli A, Grossi E, Buscema M, Pilotto A, Festa V, Perri F: Artificial neural networks can classify uninvestigated patients with dyspepsia. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2007; 19(12): 1055–8.
34. Anzenberger P: Kommunikation im Krankenhaus: Ein multimediales, mehrsprachiges Tablet-Fragebogen-System für eine Verbesserung in der Kommunikation. Hamburg: Diplomica-Verl. 2015.

35. Aronsky D, Jones I, Raines B, et al.: An integrated computerized triage system in the emergency department. *AMIA Annu Symp Proc* 2008; 16–20.
36. Asberg A, Falck P, Undset L, et al.: Computer-assisted cyclosporine dosing performs better than traditional dosing in renal transplant recipients: results of a pilot study. *Ther Drug Monit* 2010; 32(2): 152–8.
37. Ash J, Sittig D, Dykstra R, et al.: Identifying best practices for clinical decision support and knowledge management in the field. *Stud Health Technol Inform* 2010; 160(Pt 2): 806–10.
38. Ash JS, Berg M, Coiera E: Some unintended consequences of information technology in health care: the nature of patient care information system-related errors. *Journal of the American Medical Informatics Association JAMIA* 2004; 11(2): 104–12.
39. Ash JS, Sittig DF, Guappone KP, et al.: Recommended practices for computerized clinical decision support and knowledge management in community settings: a qualitative study. *BMC Med Inform Decis Mak* 2012; 12(1): 6.
40. Ash JS, Sittig DF, McMullen CK, et al.: Multiple perspectives on clinical decision support: a qualitative study of fifteen clinical and vendor organizations. *BMC medical informatics and decision making* 2015; 15(1): 35.
41. Atherton J: Development of the electronic health record. *Virtual Mentor* 2011; 13(3): 186–9.
42. Augstein P, Vogt L, Kohnert K-D, Freyse E-J, Heinke P, Salzsieder E: Outpatient assessment of Karlsburg Diabetes Management System-based decision support. *Diabetes Care* 2007; 30(7): 1704–8.
43. Austrian J, Adelman J, Reissman S, Cohen H, Billett H: The impact of the heparin-induced thrombocytopenia (HIT) computerized alert on provider behaviors and patient outcomes. *J Am Med Inform Assoc* 2011; 18(6): 783–8.
44. Ay H, Benner T, Arsava E, et al.: A computerized algorithm for etiologic classification of ischemic stroke: the Causative Classification of Stroke System. *Stroke* 2007; 38(11): 2979–84.
45. Azzam H, Khalsa S, Urbani R, et al.: Validation study of an automated electronic acute lung injury screening tool. *J Am Med Inform Assoc* 2009; 16(4): 503–8.

46. Bagozzi RP: The Legacy of the Technology Acceptance Model and a Proposal for a Paradigm Shift. *Journal of the Association for Information Systems* 2007; Volume 8(Issue 4): 244–54.
47. Baig M, Gholamhosseini H, Kouzani A, Harrison M: Anaesthesia monitoring using fuzzy logic. *J Clin Monit Comput* 2011; 25(5): 339–47.
48. Bailey T, Noirot L, Christensen E, et al.: Validation of automated event triggers using laboratory values related to two problem-prone drugs. *AMIA Annu Symp Proc* 2003: 781.
49. Baker DB, Perlin JB, Halamka J: Evaluating and classifying the readiness of technology specifications for national standardization. *Journal of the American Medical Informatics Association JAMIA* 2015; 22(3): 738–43.
50. Balas EA, Krishna S, Kretschmer RA, Cheek TR, Lobach DF, Boren SA: Computerized knowledge management in diabetes care. *Medical care* 2004; 42(6): 610–21.
51. Barletta J, McAllen K, Eriksson E, et al.: The effect of a computer-assisted insulin protocol on glycemic control in a surgical intensive care unit. *Diabetes Technol Ther* 2011; 13(4): 495–500.
52. Baroletti S, Munz K, Sonis J, et al.: Electronic alerts for hospitalized high-VTE risk patients not receiving prophylaxis: a cohort study. *J Thromb Thrombolysis* 2008; 25(2): 146–50.
53. Baron J, Lewandrowski K, Kamis I, Singh B, Belkziz S, Dighe A: A novel strategy for evaluating the effects of an electronic test ordering alert message: Optimizing cardiac marker use. *J Pathol Inform* 2012; 3: 3.
54. Barrett J, Mondick J, Narayan M, Vijayakumar K, Vijayakumar S: Integration of modeling and simulation into hospital-based decision support systems guiding pediatric pharmacotherapy. *BMC Med Inform Decis Mak* 2008; 8: 6.
55. Barth C, Tobman M, Natscher C, Sussmann H, Horsch A: Fusing a systematic and a case-based repository for medical decision support. *Stud Health Technol Inform* 2003; 95: 560–4.
56. Bascil MS, Oztekin H: A study on hepatitis disease diagnosis using probabilistic neural network. *J Med Syst* 2012; 36(3): 1603–6.

57. Basilakis J, Lovell NH, Celler BG: A decision support architecture for telecare patient management of chronic and complex disease. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2007; 2007: 4335–8.
58. Bastian H, Glasziou P, Chalmers I: Seventy-five trials and eleven systematic reviews a day: how will we ever keep up? *PLoS medicine* 2010; 7(9): e1000326.
59. Bates D, Kuperman G, Wang S, et al.: Ten commandments for effective clinical decision support: making the practice of evidence-based medicine a reality. *J Am Med Inform Assoc* 2003; 10(6): 523–30.
60. Bates DW: Computerized physician order entry and medication errors: finding a balance. *Journal of biomedical informatics* 2005; 38(4): 259–61.
61. Bates DW, Cohen M, Leape LL, Overhage JM, Shabot MM, Sheridan T: Reducing the frequency of errors in medicine using information technology. *Journal of the American Medical Informatics Association JAMIA* 2001; 8(4): 299–308.
62. Batista-Navarro R, Bandojo D, Gatapia M, et al.: ESP: an expert system for poisoning diagnosis and management. *Inform Health Soc Care* 2010; 35(2): 53–63.
63. Baumgartner C, Bohm C, Baumgartner D: Modelling of classification rules on metabolic patterns including machine learning and expert knowledge. *J Biomed Inform* 2005; 38(2): 89–98.
64. Becker J, Kocalevent R-D, Rose M, et al.: Standardisierte Diagnosefindung: Computergestutzte (CIDI)--versus klinische Diagnosestellungen an einer psychosomatischen Stichprobe. *Psychother Psychosom Med Psychol* 2006; 56(1): 5–14.
65. Behta M, Ross B, Chaudhry R: A comprehensive decision support system for the identification, monitoring and management of patients with multi-drug resistant organisms (MDRO). *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 1218.
66. Belacel N, Wang Q, Richard R: Web-integration PROAFTN methodology for acute leukemia diagnosis. *Telemed J E Health* 2005; 11(6): 652–9.
67. Bell L, Grundmeier R, Localio R, et al.: Electronic health record-based decision support to improve asthma care: a cluster-randomized trial. *Pediatrics* 2010; 125(4): e770-7.
68. Bellazzi R, Larizza C, Montani S, et al.: A telemedicine support for diabetes management: the T-IDDM project. *Comput Methods Programs Biomed* 2002; 69(2): 147–61.

69. Bellika J, Hartvigsen G: The oncological nurse assistant: a web-based intelligent oncological nurse advisor. *Int J Med Inform* 2005; 74(7-8): 587–95.
70. Bellos C, Papadopoulos A, Fotiadis D, Rosso R: An intelligent system for classification of patients suffering from chronic diseases. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2010; 2010: 2890–3.
71. Berlin A, Sorani M, Sim I: A taxonomic description of computer-based clinical decision support systems. *J Biomed Inform* 2006; 39(6): 656–67.
72. Berlinger NT: Robotic surgery--squeezing into tight places. *The New England journal of medicine* 2006; 354(20): 2099–101.
73. Berner E, Houston T, Ray M, et al.: Improving ambulatory prescribing safety with a handheld decision support system: a randomized controlled trial. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13(2): 171–9.
74. Berner ES: *Clinical decision support systems: Theory and practice*. 2nd ed. New York: Springer 2007.
75. Berner ES: *Clinical Decision Support Systems: State of the Art*. Rockville, Maryland: Agency for Healthcare Research and Quality. 2009.
76. Bertoni A, Bonds D, Chen H, et al.: Impact of a multifaceted intervention on cholesterol management in primary care practices: guideline adherence for heart health randomized trial. *Arch Intern Med* 2009; 169(7): 678–86.
77. Bertsche T, Askoxylakis V, Habl G, et al.: Multidisciplinary pain management based on a computerized clinical decision support system in cancer pain patients. *Pain* 2009; 147(1-3): 20–8.
78. Bertsche T, Pfaff J, Schiller P, et al.: Prevention of adverse drug reactions in intensive care patients by personal intervention based on an electronic clinical decision support system. *Intensive Care Med* 2010; 36(4): 665–72.
79. Bethge O, Gärtner A: *Software als Medizinprodukt: Konsequenzen von Customizing, Konfiguration und Parametrisierung eines PDMS* 2012.
80. Bhardwaja B, Carroll N, Raebel M, et al.: Improving prescribing safety in patients with renal insufficiency in the ambulatory setting: the Drug Renal Alert Pharmacy (DRAP) program. *Pharmacotherapy* 2011; 31(4): 346–56.
81. Bickel A, Grunewald M: Ein Expertensystem für das Fachgebiet Neurologie--Möglichkeiten und Grenzen. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2006; 74(12): 723–31.

82. Biermann E, Rihl J, Schenker M, Standl E: Semi-automatic generation of medical tele-expert opinion for primary care physician. *Methods Inf Med* 2003; 42(3): 212–9.
83. Binaghi E, Gallo I, Ghiselli C, Levrini L, Biondi K: An integrated fuzzy logic and web-based framework for active protocol support. *Int J Med Inform* 2008; 77(4): 256–71.
84. Bindels R, Hasman A, Kester A, Talmon J, Clercq P de, Winkens R: The efficacy of an automated feedback system for general practitioners. *Inform Prim Care* 2003; 11(2): 69–74.
85. Bindoff IK, Tenni PC, Peterson GM, Kang BH, Jackson SL: Development of an intelligent decision support system for medication review. *J Clin Pharm Ther* 2007; 32(1): 81–8.
86. Black A, Car J, Pagliari C, et al.: The impact of eHealth on the quality and safety of health care: a systematic overview. *PLoS Med* 2011; 8(1): e1000387.
87. Blackmore C, Mecklenburg R, Kaplan G: Effectiveness of clinical decision support in controlling inappropriate imaging. *J Am Coll Radiol* 2011; 8(1): 19–25.
88. Bleich HL: Computer evaluation of acid-base disorders. *J. Clin. Invest.* 1969; 48(9): 1689–96.
89. Bloomfield HE, Nelson DB, van R, et al.: A trial of education, prompts, and opinion leaders to improve prescription of lipid modifying therapy by primary care physicians for patients with ischemic heart disease. *Qual Saf Health Care* 2005; 14(4): 258–63.
90. Blumenthal D, Tavenner M: The "meaningful use" regulation for electronic health records. *The New England journal of medicine* 2010; 363(6): 501–4.
91. Bobb A, Liebovitz D, Christensen K, Kitt S: Clinical decision support to avoid adverse drug events with anticoagulants. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 874.
92. Böckler S: Abbildung oder Rekonstruktion? Sprachphilosophische Grundfragen des Übersetzens und die Aufgaben des Übersetzers in der Beziehung zwischen Kulturen. In: Zingerle A, Cappai G (eds.): *Sozialwissenschaftliche Übersetzen als interkulturelle Hermeneutik*. Milano, Berlin: Franco Angeli; Duncker & Humboldt 2003; p. 51–78.
93. Bodenheimer T, Pham HH: Primary care: current problems and proposed solutions. *Health affairs (Project Hope)* 2010; 29(5): 799–805.

94. Bohnsack R (ed.): Hauptbegriffe qualitativer Sozialforschung. 3rd ed. Opladen [u.a.]: Budrich 2011.
95. Bon H, Reynolds K, Valdes R, Linder M: Dynamic pharmacogenetic models in anticoagulation therapy. *Clin Lab Med* 2008; 28(4): 539–52.
96. Boord J, Sharifi M, Greevy R, et al.: Computer-based insulin infusion protocol improves glycemia control over manual protocol. *J Am Med Inform Assoc* 2007; 14(3): 278–87.
97. Borbolla D, Otero C, Lobach D, et al.: Implementation of a clinical decision support system using a service model: results of a feasibility study. *Stud Health Technol Inform* 2010; 160(Pt 2): 816–20.
98. Borycki E, Dexheimer JW, Hullin Lucay Cossio C, et al.: Methods for Addressing Technology-induced Errors: The Current State. *Yearbook of medical informatics* 2016(1): 30–40.
99. Boumans R: European Commission: Entry into force of MDR, IVDR Anticipated for Late May 2017. <https://www.emergogroup.com/blog/2016/12/european-commission-entry-force-mdr-ivdr-anticipated-late-may-2017> (abgerufen am: January 02, 2017).
100. Bourgeois F, Linder J, Johnson S, Co J, Fiskio J, Ferris T: Impact of a computerized template on antibiotic prescribing for acute respiratory infections in children and adolescents. *Clin Pediatr (Phila)* 2010; 49(10): 976–83.
101. Boustani M, Munger S, Beck R, Campbell N, Weiner M: A gero-informatics tool to enhance the care of hospitalized older adults with cognitive impairment. *Clin Interv Aging* 2007; 2(2): 247–53.
102. Bradley-Schmieg P, Payne A: eHealth and mHealth Software Classification Changes in Forthcoming EU Medical Device Regulation. <https://www.insidemedicaldevices.com/2016/11/ehealth-and-mhealth-software-classification-changes-in-forthcoming-eu-medical-device-regulation/> (abgerufen am: January 02, 2017).
103. Brandhorst C, Sent D, Stegwee R, van Dijk B: Medintel: decision support for general practitioners: a case study. *Stud Health Technol Inform* 2009; 150: 688–92.
104. Bratsas C, Koutkias V, Kaimakamis E, Bamidis P, Pangalos G, Maglaveras N: KnowBaSICS-M: an ontology-based system for semantic management of medi-

- cal problems and computerised algorithmic solutions. *Comput Methods Programs Biomed* 2007; 88(1): 39–51.
105. Brender J, Ammenwerth E, Nykänen P, Talmon J: Factors influencing success and failure of health informatics systems--a pilot Delphi study. *Methods of information in medicine* 2006; 45(1): 125–36.
 106. Bressan N, Castro A, Braga C, et al.: Automation in anesthesia: computer controlled propofol infusion and data acquisition. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2008; 2008: 5543–7.
 107. Bright TJ, Wong A, Dhurjati R, et al.: Effect of clinical decision-support systems: a systematic review. *Annals of internal medicine* 2012; 157(1): 29–43.
 108. Brosius H-B, Haas A, Koschel F: *Methoden der empirischen Kommunikationsforschung: Eine Einführung*. 7th ed. Wiesbaden: Springer VS 2016.
 109. Brown M, Reeves M, Glynn T, Majid A, Kothari R: Implementation of an emergency department based transient ischemic attack clinical pathway: a pilot study in knowledge translation. *Acad Emerg Med* 2007; 14(11): 1114–9.
 110. Bryan C, Boren S: The use and effectiveness of electronic clinical decision support tools in the ambulatory/primary care setting: a systematic review of the literature. *Inform Prim Care* 2008; 16(2): 79–91.
 111. Buber R, Holzmüller H: *Qualitative Marktforschung: Konzepte - Methoden - Analysen*. Wiesbaden: Gabler 2009.
 112. Buchtela D, Anger Z, Peleska J, Vesely A, Zvarova J: Presentation of medical guidelines on a computer. *Stud Health Technol Inform* 2004; 105: 166–71.
 113. Buising K, Thursky K, Black J, et al.: Improving antibiotic prescribing for adults with community acquired pneumonia: Does a computerised decision support system achieve more than academic detailing alone?--A time series analysis. *BMC Med Inform Decis Mak* 2008; 8: 35.
 114. Burke LA, Miller MK: Phone Interviewing as a Means of Data Collection: Lessons Learned and Practical Recommendations. *Forum Qualitative Sozialforschung* 2001(2(2)): Art.7.
 115. Burke MJ, Downes R: A fuzzy logic based apnoea monitor for SIDS risk infants. *J Med Eng Technol* 2006; 30(6): 397–411.
 116. Burr T, Koster F, Picard R, et al.: Computer-aided diagnosis with potential application to rapid detection of disease outbreaks. *Stat Med* 2007; 26(8): 1857–74.

117. Bury J, Hurt C, Roy A, et al.: A quantitative and qualitative evaluation of LISA, a decision support system for chemotherapy dosing in childhood acute lymphoblastic leukaemia. *Stud Health Technol Inform* 2004; 107(Pt 1): 197–201.
118. Busse G: Leitfadengestützte, qualitative Telefoninterviews. In: Kopff R, Langenhoff G, Schröder A (eds.): *Methodenhandbuch Angewandte empirische Methoden: Erfahrungen aus der Praxis* 1999; p. 29–35.
119. Cafolla A, Melizzi R, Baldacci E, et al.: "Zeus" a new oral anticoagulant therapy dosing algorithm: a cohort study. *Thromb Res* 2011; 128(4): 325–30.
120. Calisti M, Funk P, Brunschwig P: Software support for organ transplant management. *Stud Health Technol Inform* 2003; 95: 577–82.
121. Calzolari D, Bruschi S, Coquin L, et al.: Search algorithms as a framework for the optimization of drug combinations. *PLoS Comput Biol* 2008; 4(12): e1000249.
122. Camps-Valls G, Porta-Oltra B, Soria-Olivas E, et al.: Prediction of cyclosporine dosage in patients after kidney transplantation using neural networks. *IEEE Trans Biomed Eng* 2003; 50(4): 442–8.
123. Cannon C: Utilization of guidelines and computer-based technology to achieve optimal care in atherothrombotic vascular disease. *J Thromb Thrombolysis* 2004; 17(1): 45–9.
124. Cao H, Eshelman L, Chbat N, Nielsen L, Gross B, Saeed M: Predicting ICU hemodynamic instability using continuous multiparameter trends. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2008; 2008: 3803–6.
125. Caraballo P, North F, Peters S, et al.: Use of decision support to prevent errors when documenting height and weight in the hospital electronic medical record. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 890.
126. Carling, Cheryl L L, Kirkehei I, Dalsbø TK, Paulsen E: Risks to patient safety associated with implementation of electronic applications for medication management in ambulatory care--a systematic review. *BMC medical informatics and decision making* 2013; 13: 133.
127. Carroll C, Marsden P, Soden P, Naylor E, New J, Dornan T: Involving users in the design and usability evaluation of a clinical decision support system. *Comput Methods Programs Biomed* 2002; 69(2): 123–35.

128. Casella G: Refining binomial confidence intervals. *Can. J. Statistics* 1986; 14(2): 113–29.
129. Castillo RS, Kelemen A: Considerations for a successful clinical decision support system. *Computers, informatics, nursing CIN* 2013; 31(7): 319-26; quiz 327-8.
130. Cavalcanti A, Silva E, Pereira A, et al.: A randomized controlled trial comparing a computer-assisted insulin infusion protocol with a strict and a conventional protocol for glucose control in critically ill patients. *J Crit Care* 2009; 24(3): 371–8.
131. Cebul RD, Rebitzer JB, Taylor LJ, Votruba ME: Organizational fragmentation and care quality in the U.S healthcare system. *The journal of economic perspectives a journal of the American Economic Association* 2008; 22(4): 93–113.
132. Celi L, Hinske L, Alterovitz G, Szolovits P: An artificial intelligence tool to predict fluid requirement in the intensive care unit: a proof-of-concept study. *Crit Care* 2008; 12(6): R151.
133. Ceruzzi PE: A history of modern computing. 2nd ed. Cambridge, Mass: MIT Press 2003.
134. Chae Y, Yoo K, Kim E, Chae H: The adoption of electronic medical records and decision support systems in Korea. *Healthc Inform Res* 2011; 17(3): 172–7.
135. Chaffee B, Zimmerman C: Developing and implementing clinical decision support for use in a computerized prescriber-order-entry system. *Am J Health Syst Pharm* 2010; 67(5): 391–400.
136. Chang P, Tzeng Y-M, Wu S-C, Sang Y-Y, Chen S-S: Development and comparison of user acceptance of advanced comprehensive triage PDA support system with a traditional terminal alternative system. *AMIA Annu Symp Proc* 2003: 140–4.
137. Charles, D., Gabriel, M., Searcy T.: *Adoption of Electronic Health Record Systems among U.S. Non-Federal Acute Care Hospitals: 2008-2014*. Washington, DC 2015.
138. Charmaz K: *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. London, Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications 2006.
139. Chase J, Shaw G, Lin J, et al.: Adaptive bolus-based targeted glucose regulation of hyperglycaemia in critical care. *Med Eng Phys* 2005; 27(1): 1–11.

140. Chaudhry R, Tulledge-Scheitel SM, Parks DA, Angstman KB, Decker LK, Stroebel RJ: Use of a Web-based clinical decision support system to improve abdominal aortic aneurysm screening in a primary care practice. *J Eval Clin Pract* 2011.
141. Chen C, Chen K, Hsu C-Y, Chiu W-T, Li Y-C: A guideline-based decision support for pharmacological treatment can improve the quality of hyperlipidemia management. *Comput Methods Programs Biomed* 2010; 97(3): 280–5.
142. Chen C-W, Lin W-C, Hsu C-H, Cheng K-S, Lo C-S: Detecting ineffective triggering in the expiratory phase in mechanically ventilated patients based on airway flow and pressure deflection: feasibility of using a computer algorithm. *Crit Care Med* 2008; 36(2): 455–61.
143. Chen E, Wajngurt D, Qureshi K, Hyman S, Hripcsak G: Automated real-time detection and notification of positive infection cases. *AMIA Annu Symp Proc* 2006: 883.
144. Chen H-L, Yang B, Wang G, Liu J, Chen Y-D, Liu D-Y: A three-stage expert system based on support vector machines for thyroid disease diagnosis. *J Med Syst* 2012; 36(3): 1953–63.
145. Chen L, McKenna T, Reisner A, Gribok A, Reifman J: Decision tool for the early diagnosis of trauma patient hypovolemia. *J Biomed Inform* 2008; 41(3): 469–78.
146. Chen P, Tanasijevic M, Schoenenberger R, Fiskio J, Kuperman G, Bates D: A computer-based intervention for improving the appropriateness of antiepileptic drug level monitoring. *Am J Clin Pathol* 2003; 119(3): 432–8.
147. Cheung RY: Medical Device Software Compliance in Canada.
<http://www.fasken.com/en/medical-device-software-compliance-in-canada/>
(abgerufen am: December 29, 2016).
148. Chevrier R, Jaques D, Lovis C: Architecture of a decision support system to improve clinicians' interpretation of abnormal liver function tests. *Stud Health Technol Inform* 2011; 169: 195–9.
149. Chi C-L, Street W, Katz D: A decision support system for cost-effective diagnosis. *Artif Intell Med* 2010; 50(3): 149–61.

150. Chiang J-K, Cheng Y-H, Koo M, Kao Y-H, Chen C-Y: A computer-assisted model for predicting probability of dying within 7 days of hospice admission in patients with terminal cancer. *Jpn J Clin Oncol* 2010; 40(5): 449–55.
151. Choi B, Yoo K-H, Jeong J-W, et al.: Easy diagnosis of asthma: computer-assisted, symptom-based diagnosis. *J Korean Med Sci* 2007; 22(5): 832–8.
152. Choi J, Bakken S: Comparison of primary care expert and computer-interpretable depression screening guideline recommendations. *AMIA Annu Symp Proc* 2006: 887.
153. Choi J, Park J, Chung J, Min B: An intelligent remote monitoring system for artificial heart. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2005; 9(4): 564–73.
154. Chowdhury S, Chakrabarti D, Hiranmay S: Medical diagnosis using adaptive perceptive particle swarm optimization and its hardware realization using field programmable gate array. *J Med Syst* 2009; 33(6): 447–65.
155. Christian J, Bessesen D, Byers T, Christian K, Goldstein M, Bock B: Clinic-based support to help overweight patients with type 2 diabetes increase physical activity and lose weight. *Arch Intern Med* 2008; 168(2): 141–6.
156. Christian J, Byers T, Christian K, et al.: A computer support program that helps clinicians provide patients with metabolic syndrome tailored counseling to promote weight loss. *J Am Diet Assoc* 2011; 111(1): 75–83.
157. Christmann GB: Telefonische Experteninterviews - ein schwieriges Unterfangen. In: Bogner A (ed.): *Experteninterviews: Theorie, Methoden, Anwendungsfelder*. Wiesbaden: Verl. für Sozialwiss. 2009; p. 197–222.
158. Chu A, Ahn H, Halwan B, et al.: A decision support system to facilitate management of patients with acute gastrointestinal bleeding. *Artif Intell Med* 2008; 42(3): 247–59.
159. Chu C-M, Tscai H-J, Chu N-F, et al.: The establishment of Bayesian Coronary Artery Disease Prediction model. *AMIA Annu Symp Proc* 2005: 925.
160. Cimino J: An integrated approach to computer-based decision support at the point of care. *Trans Am Clin Climatol Assoc* 2007; 118: 273–88.
161. Claes N, Nele J, van M: The implementation costs of an electronic prevention programme in Belgian general practice. *Eur J Gen Pract* 2010; 16(1): 12–7.
162. Clancy CM: Ten years after To Err is Human. *Am J Med Qual* 2009; 24(6): 525–8.

163. Clarke J, Hayward C, Santora T, Wagner D, Webber B: Computer-generated trauma management plans: comparison with actual care. *World J Surg* 2002; 26(5): 536–8.
164. Cleveringa F, Gorter K, van denDonk M, Rutten G: Combined task delegation, computerized decision support, and feedback improve cardiovascular risk for type 2 diabetic patients: a cluster randomized trial in primary care. *Diabetes Care* 2008; 31(12): 2273–5.
165. Clinical Decision Support Coalition: CDS Coalition Files Citizen Petition Re-requesting That FDA Issue Guidance to Answer CDS Case Study Questions. <http://cdscoalition.org/wp-content/uploads/2016/09/CDS-Coalition-Citizen-Petition-16Aug2016.pdf> (abgerufen am: December 21, 2016).
166. Clinical Decision Support Coalition: Weighing the Impact of FDA Regulatory Uncertainty on Clinical Decision Support Development 2016.
167. Co J, Johnson S, Poon E, et al.: Electronic health record decision support and quality of care for children with ADHD. *Pediatrics* 2010; 126(2): 239–46.
168. Cobos A, Vilaseca J, Asenjo C, et al.: Cost Effectiveness of a Clinical Decision Support System Based on the Recommendations of the European Society of Cardiology and Other Societies for the Management of Hypercholesterolemia: Report of a Cluster-Randomized Trial. *Disease Management & Health Outcomes*, 2005; Volume 13, Number 6, 2005 ,(Volume 13, Number 6): pp. 421–432(12).
169. Coiera E: Guide to health informatics. 2nd ed. London, New York, NY: Arnold; Distributed in the USA by Oxford University Press 2003.
170. Coiera E, Westbrook J, Wyatt J: The safety and quality of decision support systems. *Yearb Med Inform* 2006: 20–5.
171. Coleman KJ, Hsui AC, Koebnick C, et al.: Implementation of Clinical Practice Guidelines for Pediatric Weight Management. *J Pediatr* 2012.
172. COLLEN MF, RUBIN L, NEYMAN J, DANTZIG GB, BAER RM, SIEGELAUB AB: Automated Multiphasic Screening and Diagnosis. *American journal of public health and the nation's health* 1964; 54: 741–50.
173. Collier D, Kay J, Estey G, Surrao D, Chueh H, Grant R: A rheumatology-specific informatics-based application with a disease activity calculator. *Arthritis Rheum* 2009; 61(4): 488–94.

174. Collins C, Pedersen C, Schneider P, Miller A, Sierawski S, Roux R: Effect on amphotericin B lipid complex use of a clinical decision support system for computerized prescriber order entry. *Am J Health Syst Pharm* 2004; 61(13): 1395–9.
175. Colombet I, Bura-Riviere A, Chatila R, Chatellier G, Durieux P: Personalized versus non-personalized computerized decision support system to increase therapeutic quality control of oral anticoagulant therapy: an alternating time series analysis. *BMC Health Serv Res* 2004; 4(1): 27.
176. Colombet I, Dart T, Leneveut L, Zunino S, Menard J, Chatellier G: A computer decision aid for medical prevention: a pilot qualitative study of the Personalized Estimate of Risks (EsPeR) system. *BMC Med Inform Decis Mak* 2003; 3: 13.
177. Colvine K, Kerr A, McLachlan A, et al.: Cardiovascular disease risk factor assessment and management in gout: an analysis using guideline-based electronic clinical decision support. *N Z Med J* 2008; 121(1285): 73–81.
178. Comstock J: FDA floats new draft guidance, created by international group, on software as a medical device. <http://www.mobihealthnews.com/content/fda-floats-new-draft-guidance-created-international-group-software-medical-device> (abgerufen am: December 21, 2016).
179. Conforti D, Costanzo D, Perticone F, et al.: HEARTFAID: A knowledge based platform of services for supporting medical-clinical management of heart failure within elderly population. *Stud Health Technol Inform* 2006; 121: 108–25.
180. Conklin A, Vilamovska A-M, Vries H de, Hatziaandreu E: Improving Patient Safety in the EU: Assessing the expected effects of three policy areas for future action. Santa Monica, USA 2008.
181. Connor JP, Symons M, Feeney GF, Young R, Wiles J: The application of machine learning techniques as an adjunct to clinical decision making in alcohol dependence treatment. *Subst Use Misuse* 2007; 42(14): 2193–206.
182. Convertino V, Moulton S, Grudic G, et al.: Use of advanced machine-learning techniques for noninvasive monitoring of hemorrhage. *J Trauma* 2011; 71(1 Suppl): S25-32.
183. Cook C, McMichael J, Dunbar V, Lieberman R: Description and preliminary evaluation of a Multiagent Intelligent Dosing System (MAIDS) to manage combination insulin-oral agent therapy in type 2 diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2005; 7(6): 937–47.

184. Cooper G, Abraham V, Aliferis C, et al.: Predicting dire outcomes of patients with community acquired pneumonia. *J Biomed Inform* 2005; 38(5): 347–66.
185. Cordingley J, Vlasselaers D, Dormand N, et al.: Intensive insulin therapy: enhanced Model Predictive Control algorithm versus standard care. *Intensive Care Med* 2009; 35(1): 123–8.
186. Cortez NG, Cohen IG, Kesselheim AS: FDA regulation of mobile health technologies. *The New England journal of medicine* 2014; 371(4): 372–9.
187. Coskun O, Eren A, Eren M: A computer based telemedicine protocol to predict acute coronary syndrome in patients with chest pain at home. *Int Heart J* 2006; 47(4): 491–500.
188. Costakos D: Of lobsters, electronic medical records, and neonatal total parenteral nutrition. *Pediatrics* 2006; 117(2): e328-32.
189. Cote G, Rice J, Bulsiewicz W, et al.: Use of physician education and computer alert to improve targeted use of gastroprotection among NSAID users. *Am J Gastroenterol* 2008; 103(5): 1097–103.
190. Cox Z, Nelsen C, Waitman L, McCoy J, Peterson J: Effects of clinical decision support on initial dosing and monitoring of tobramycin and amikacin. *Am J Health Syst Pharm* 2011; 68(7): 624–32.
191. Cresswell K, Majeed A, Bates DW, Sheikh A: Computerised decision support systems for healthcare professionals: an interpretative review. *Informatics in primary care* 2012; 20(2): 115–28.
192. Cui Y, Liu B, Luo S, et al.: Identification of conversion from mild cognitive impairment to Alzheimer's disease using multivariate predictors. *PLoS One* 2011; 6(7): e21896.
193. Cunningham V: The outcome wheel: a potential tool for shared decision-making in ischemic stroke thrombolysis. *CJEM* 2008; 10(6): 545–51.
194. Currie L, Mellino L, Cimino J, Bakken S: Development and representation of a fall-injury risk assessment instrument in a clinical information system. *Stud Health Technol Inform* 2004; 107(Pt 1): 721–5.
195. Curry L, Reed M: Electronic decision support for diagnostic imaging in a primary care setting. *J Am Med Inform Assoc* 2011; 18(3): 267–70.
196. Curtain C, Peterson G, Tenni P, Bindoff I, Williams M: Outcomes of a decision support prompt in community pharmacy-dispensing software to promote

- step-down of proton pump inhibitor therapy. *Br J Clin Pharmacol* 2011; 71(5): 780–4.
197. Daniyal A, Abidi S, Abidi S: Computerizing clinical pathways: ontology-based modeling and execution. *Stud Health Technol Inform* 2009; 150: 643–7.
 198. Das M, Eichner J: Challenges and Barriers to Clinical Decision Support (CDS) Design and Implementation Experienced in the Agency for Healthcare Research and Quality CDS Demonstrations AHRQ Publication No. 10-0064-EF. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality. 2010.
 199. Daudelin D, Kwong M, Beshansky J, Selker H: Advances in Patient Safety: Using Specialized Information Technology to Reduce Errors in Emergency Cardiac Care. *Advances in Patient Safety: From Research to Implementation (Volume 3: Implementation Issues)*. In: FHenriksen K, Henriksen K, FBattles JB, Battles JB, FMarks ES, Marks ES et al. (eds.): *Advances in Patient Safety* 2005.
 200. Daumer M, Neuhaus A, Lederer C, Scholz M, Wolinsky JS, Heiderhoff M: Prognosis of the individual course of disease--steps in developing a decision support tool for Multiple Sclerosis. *BMC Med Inform Decis Mak* 2007; 7: 11.
 201. Davis FD: Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 1989; 13(3): 319.
 202. Davis R, Wright J, Chalmers F, et al.: A cluster randomized clinical trial to improve prescribing patterns in ambulatory pediatrics. *PLoS Clin Trials* 2007; 2(5): e25.
 203. de C, Blom J, Korsten H, Hasman A: Approaches for creating computer-interpretable guidelines that facilitate decision support. *Artif Intell Med* 2004; 31(1): 1–27.
 204. de M, Marin H, Ortega N, Massad E: Fuzzy logic model based on the differential nursing diagnosis of alterations in urinary elimination. *Stud Health Technol Inform* 2006; 122: 117–20.
 205. De S, Coppola G, Ranieri A, et al.: Validation of AIDA Cefalee, a computer-assisted diagnosis database for the management of headache patients. *Neurol Sci* 2007; 28 Suppl 2: S213-6.
 206. De Dombal, F T, Leaper DJ, Horrocks JC, Staniland JR, McCann AP: Human and computer-aided diagnosis of abdominal pain: further report with emphasis on performance of clinicians. *Br Med J* 1974; 1(5904): 376–80.

207. de Keizer, N F, Ammenwerth E: The quality of evidence in health informatics: how did the quality of healthcare IT evaluation publications develop from 1982 to 2005? *International journal of medical informatics* 2008; 77(1): 41–9.
208. DeBusk R, Miller N, Raby L: Technical feasibility of an online decision support system for acute coronary syndromes. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2010; 3(6): 694–700.
209. DeJesus R, Angstman K, Kesman R, et al.: Use of a clinical decision support system to increase osteoporosis screening. *J Eval Clin Pract* 2012; 18(1): 89–92.
210. Delavarian M, Towhidkhah F, Dibajnia P, Gharibzadeh S: Designing a decision support system for distinguishing ADHD from similar children behavioral disorders. *J Med Syst* 2012; 36(3): 1335–43.
211. Delpierre C, Cuzin L, Fillaux J, Alvarez M, Massip P, Lang T: A systematic review of computer-based patient record systems and quality of care: more randomized clinical trials or a broader approach? *Int J Qual Health Care* 2004; 16(5): 407–16.
212. Demeester R, Bottieau E, Pini A, et al.: Prospective multicenter evaluation of the expert system "KABISA TRAVEL" in diagnosing febrile illnesses occurring after a stay in the tropics. *J Travel Med* 2011; 18(6): 386–94.
213. Denai M, Mahfouf M, Ross J: A hybrid hierarchical decision support system for cardiac surgical intensive care patients. Part I: Physiological modelling and decision support system design. *Artif Intell Med* 2009; 45(1): 35–52.
214. Denekamp Y, Peleg M: TiMeDDx--a multi-phase anchor-based diagnostic decision-support model. *J Biomed Inform* 2010; 43(1): 111–24.
215. Deroose S, Dudl J, Benson V, Contreras R, Nakahiro R, Ziel F: Point-of-Service reminders for prescribing cardiovascular medications. *Am J Manag Care* 2005; 11(5): 298–304.
216. DesRoches CM, Charles D, Furukawa MF, et al.: Adoption of electronic health records grows rapidly, but fewer than half of US hospitals had at least a basic system in 2012. *Health affairs (Project Hope)* 2013; 32(8): 1478–85.
217. Deutsch T, Gergely T, Trunov V: A computer system for interpreting blood glucose data. *Comput Methods Programs Biomed* 2004; 76(1): 41–51.

218. Devine E, Hansen R, Wilson-Norton J, et al.: The impact of computerized provider order entry on medication errors in a multispecialty group practice. *J Am Med Inform Assoc* 2010; 17(1): 78–84.
219. Dexheimer J, Arnold D, Abramo T, Aronsky D: Development of an asthma management system in a pediatric emergency department. *AMIA Annu Symp Proc* 2009; 2009: 142–6.
220. Dexheimer J, Talbot T, Ye F, et al.: A computerized pneumococcal vaccination reminder system in the adult emergency department. *Vaccine* 2011; 29(40): 7035–41.
221. Dexter P, Perkins S, Maharry K, Jones K, McDonald C: Inpatient computer-based standing orders vs physician reminders to increase influenza and pneumococcal vaccination rates: a randomized trial. *JAMA* 2004; 292(19): 2366–71.
222. Dittmar N: Transkription: Ein Leitfaden mit Aufgaben für Studenten, Forscher und Laien. 03th ed.: VS Verlag für Sozialwissenschaften 2009.
223. Dixon DR: The behavioral side of information technology. *International journal of medical informatics* 1999; 56(1-3): 117–23.
224. Dombrowsky E, Jayaraman B, Narayan M, Barrett J: Evaluating performance of a decision support system to improve methotrexate pharmacotherapy in children and young adults with cancer. *Ther Drug Monit* 2011; 33(1): 99–107.
225. Dong S, Bullard M, Meurer D, et al.: Emergency triage: comparing a novel computer triage program with standard triage. *Acad Emerg Med* 2005; 12(6): 502–7.
226. Donnan PT, McLernon D, Dillon JF, et al.: Development of a decision support tool for primary care management of patients with abnormal liver function tests without clinically apparent liver disease: a record-linkage population cohort study and decision analysis (ALFIE). *Health Technol Assess* 2009; 13(25): iii-iv, ix-xi, 1-134.
227. Doppler K, Lauterburg C: Change Management: Den Unternehmenswandel gestalten. 13th ed. Frankfurt am Main [u.a.]: Campus-Verl. 2014.
228. Doran C, Hudson N, Moorhead K, Chase J, Shaw G, Hann C: Derivative weighted active insulin control modelling and clinical trials for ICU patients. *Med Eng Phys* 2004; 26(10): 855–66.

229. Dormann H, Criegee-Rieck M, Neubert A, et al.: Implementation of a computer-assisted monitoring system for the detection of adverse drug reactions in gastroenterology. *Aliment Pharmacol Ther* 2004; 19(3): 303–9.
230. Douglas GP, Deula RA, Connor SE: The Lilongwe Central Hospital Patient Management Information System: a success in computer-based order entry where one might least expect it. *AMIA Annu Symp Proc* 2003: 833.
231. Downs S, Zhu V, Anand V, Biondich P, Carroll A: The CHICA smoking cessation system. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 166–70.
232. Drescher F, Chandrika S, Weir I, et al.: Effectiveness and acceptability of a computerized decision support system using modified Wells criteria for evaluation of suspected pulmonary embolism. *Ann Emerg Med* 2011; 57(6): 613–21.
233. Dresing T, Pehl T: *Praxisbuch Transkription: Regelsysteme, Software und praktische Anleitungen für qualitative ForscherInnen*. 5th ed. Marburg: Eigenverl 2013.
234. Dufour J-C, Fieschi D, Fieschi M: Coupling computer-interpretable guidelines with a drug-database through a web-based system--The PRESGUID project. *BMC Med Inform Decis Mak* 2004; 4: 2.
235. Dugas M, Schauer R, Volk A, Rau H: Interactive decision support in hepatic surgery. *BMC Med Inform Decis Mak* 2002; 2: 5.
236. Duke J, Li X, Grannis S: Data visualization speeds review of potential adverse drug events in patients on multiple medications. *J Biomed Inform* 2010; 43(2): 326–31.
237. Durand M-A, Stiel M, Boivin J, Elwyn G: Where is the theory? Evaluating the theoretical frameworks described in decision support technologies. *Patient Educ Couns* 2008; 71(1): 125–35.
238. Eaton C, Parker D, Craft J, et al.: Using e-health to improve cholesterol management in primary care practice. *J Med Pract Manage* 2009; 24(4): 224–30.
239. Ebrahimi V, Riou C, Seroussi B, et al.: Design of a decision support system for chronic diseases coupling generic therapeutic algorithms with guideline-based specific rules. *Stud Health Technol Inform* 2006; 124: 483–8.
240. Eccher C, Seyfang A, Ferro A, Miksch S: Embedding oncologic protocols into the provision of care: the Oncocure project. *Stud Health Technol Inform* 2009; 150: 663–7.

241. Eccles M, McColl E, Steen N, et al.: Effect of computerised evidence based guidelines on management of asthma and angina in adults in primary care: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2002; 325(7370): 941.
242. Eden A, Pizov R, Toderis L, Kantor G, Perel A: The impact of an electronic reminder on the use of alarms after separation from cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg* 2009; 108(4): 1203–8.
243. Eftekhari B, Mohammad K, Ardebili H, Ghodsi M, Ketabchi E: Comparison of artificial neural network and logistic regression models for prediction of mortality in head trauma based on initial clinical data. *BMC Med Inform Decis Mak* 2005; 5: 3.
244. Egual T, Tamblyn R, Winslade N, Buckeridge D: Detection of adverse drug events and other treatment outcomes using an electronic prescribing system. *Drug Saf* 2008; 31(11): 1005–16.
245. Eisenstein E, Lobach D, Kawamoto K, et al.: A randomized clinical trial of clinical decision support in a rural community health network serving lower income individuals: study design and baseline characteristics. *Stud Health Technol Inform* 2009; 143: 220–6.
246. Elhanan G, Perl Y, Geller J: A survey of SNOMED CT direct users, 2010: impressions and preferences regarding content and quality. *J Am Med Inform Assoc* 2011; 18 Suppl 1: i36-44.
247. Eliasson M, Bastholm P, Forsberg P, et al.: Janus computerised prescribing system provides pharmacological knowledge at point of care - design, development and proof of concept. *Eur J Clin Pharmacol* 2006; 62(4): 251–8.
248. Elisabeth Rosenthal: Health Care's Road to Ruin. *New York Times* 2013, 22 December 2013: SR1. <http://www.nytimes.com/2013/12/22/sunday-review/health-cares-road-to-ruin.html>.
249. El-Jabali A: Neural network modeling and control of type 1 diabetes mellitus. *Bioprocess Biosyst Eng* 2005; 27(2): 75–9.
250. Ellenius J, Groth T: Dynamic decision support graph--visualization of ANN-generated diagnostic indications of pathological conditions developing over time. *Artif Intell Med* 2008; 42(3): 189–98.
251. Elveren E, Yumusak N: Tuberculosis disease diagnosis using artificial neural network trained with genetic algorithm. *J Med Syst* 2011; 35(3): 329–32.

252. Elvidge K: Improving pain & symptom management for advanced cancer patients with a clinical decision support system. *Stud Health Technol Inform* 2008; 136: 169–74.
253. Emery J, Morris H, Goodchild R, et al.: The GRAIDS Trial: a cluster randomised controlled trial of computer decision support for the management of familial cancer risk in primary care. *Br J Cancer* 2007; 97(4): 486–93.
254. Ennett C, Frize M: Weight-elimination neural networks applied to coronary surgery mortality prediction. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2003; 7(2): 86–92.
255. Er O, Temurtas F, Tanrikulu A: Tuberculosis disease diagnosis using artificial neural networks. *J Med Syst* 2010; 34(3): 299–302.
256. Ernst Bratz: Fuzzy-Logik, wie funktioniert das? <http://www.ernst-bratz.de/fuzzy/fuzzy.html> (abgerufen am: January 20, 2016).
257. Eshelman L, Lee KP, Frassica J, Zong W, Nielsen L, Saeed M: Development and evaluation of predictive alerts for hemodynamic instability in ICU patients. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 379–83.
258. Eslami S, Abu-Hanna A, Keizer N de, et al.: Implementing glucose control in intensive care: a multicenter trial using statistical process control. *Intensive Care Med* 2010; 36(9): 1556–65.
259. Eslami S, Keizer N de, Abu-Hanna A, Jonge E de, Schultz M: Effect of a clinical decision support system on adherence to a lower tidal volume mechanical ventilation strategy. *J Crit Care* 2009; 24(4): 523–9.
260. European Commission: eHealth Action Plan 2012-2020 - Innovative healthcare for the 21st century 2012.
261. Evans R, Linford L, Sharp J, White G, Lloyd J, Weaver L: Computer identification of symptomatic deep venous thrombosis associated with peripherally inserted venous catheters. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 226–30.
262. Evans R, Wallace C, Lloyd J, et al.: Rapid identification of hospitalized patients at high risk for MRSA carriage. *J Am Med Inform Assoc* 2008; 15(4): 506–12.
263. Fadlalla A, Golob J, Kan J, Claridge J: Improving the monitoring of nosocomial infections in the intensive care unit with real-time medical informatics. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 952.

264. Fakih S, Das T: LEAD: a methodology for learning efficient approaches to medical diagnosis. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2006; 10(2): 220–8.
265. Farion K, Michalowski W, Wilk S, O'Sullivan D, Matwin S: A tree-based decision model to support prediction of the severity of asthma exacerbations in children. *J Med Syst* 2010; 34(4): 551–62.
266. Farion K, Michalowski W, Wilk S, O'Sullivan D, Rubin S, Weiss D: Clinical decision support system for point of care use--ontology-driven design and software implementation. *Methods Inf Med* 2009; 48(4): 381–90.
267. Faulbaum F, Prüfer P, Rexroth M: Was ist eine gute Frage?: Die systematische Evaluation der Fragenqualität. 1st ed. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss. 2009.
268. Federman D, Kravetz J, Vasquez L, Campbell S: Improving human immunodeficiency virus testing rates with an electronic clinical reminder. *Am J Med* 2012; 125(3): 240–2.
269. Feldman P, McDonald M, Rosati R, et al.: Exploring the utility of automated drug alerts in home healthcare. *J Healthc Qual* 2006; 28(1): 29–40.
270. Feldstein A, Elmer P, Smith D, et al.: Electronic medical record reminder improves osteoporosis management after a fracture: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2006; 54(3): 450–7.
271. Feldstein A, Smith D, Perrin N, et al.: Improved therapeutic monitoring with several interventions: a randomized trial. *Arch Intern Med* 2006; 166(17): 1848–54.
272. Feldstein A, Smith D, Perrin N, et al.: Reducing warfarin medication interactions: an interrupted time series evaluation. *Arch Intern Med* 2006; 166(9): 1009–15.
273. Ferranti J, Horvath M, Jansen J, et al.: Using a computerized provider order entry system to meet the unique prescribing needs of children: description of an advanced dosing model. *BMC Med Inform Decis Mak* 2011; 11: 14.
274. Field T, Rochon P, Lee M, et al.: Costs associated with developing and implementing a computerized clinical decision support system for medication dosing for patients with renal insufficiency in the long-term care setting. *J Am Med Inform Assoc* 2008; 15(4): 466–72.

275. Field T, Rochon P, Lee M, Gavendo L, Baril J, Gurwitz J: Computerized clinical decision support during medication ordering for long-term care residents with renal insufficiency. *J Am Med Inform Assoc* 2009; 16(4): 480–5.
276. Fiks A, Grundmeier R, Biggs L, Localio A, Alessandrini E: Impact of clinical alerts within an electronic health record on routine childhood immunization in an urban pediatric population. *Pediatrics* 2007; 120(4): 707–14.
277. Fiks A, Hunter K, Localio A, et al.: Impact of electronic health record-based alerts on influenza vaccination for children with asthma. *Pediatrics* 2009; 124(1): 159–69.
278. Filippi A, Sabatini A, Badioli L, et al.: Effects of an automated electronic reminder in changing the antiplatelet drug-prescribing behavior among Italian general practitioners in diabetic patients: an intervention trial. *Diabetes Care* 2003; 26(5): 1497–500.
279. Finkelstein J, Gangopadhyay A: Using machine learning to predict asthma exacerbations. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 955.
280. Finlay-Morreale H, Louie C, Toy P: Computer-generated automatic alerts of respiratory distress after blood transfusion. *J Am Med Inform Assoc* 2008; 15(3): 383–5.
281. Fischer M, Solomon D, Teich J, Avorn J: Conversion from intravenous to oral medications: assessment of a computerized intervention for hospitalized patients. *Arch Intern Med* 2003; 163(21): 2585–9.
282. Fishbein M, Ajzen I: Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co. 1975.
283. Fitzgerald M, Cameron P, Mackenzie C, et al.: Trauma resuscitation errors and computer-assisted decision support. *Arch Surg* 2011; 146(2): 218–25.
284. Fiumara K, Piovella C, Hurwitz S, et al.: Multi-screen electronic alerts to augment venous thromboembolism prophylaxis. *Thromb Haemost* 2010; 103(2): 312–7.
285. Flanders S, Juneja R, Roudebush C, Carroll J, Golas A, Elias B: Glycemic control and insulin safety: the impact of computerized intravenous insulin dosing. *Am J Med Qual* 2009; 24(6): 489–97.
286. Flick U: Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung. 2007th ed. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl. 2011.

287. Forgó N, Pieper F-U: Overview of the national laws on electronic health records in the EU Member States National Report for Germany 2013.
288. Fortney J, Pyne J, Steven C, et al.: A Web-based clinical decision support system for depression care management. *Am J Manag Care* 2010; 16(11): 849–54.
289. Fortuna R, Zhang F, Ross-Degnan D, et al.: Reducing the prescribing of heavily marketed medications: a randomized controlled trial. *J Gen Intern Med* 2009; 24(8): 897–903.
290. Fossum M, Alexander G, Ehnfors M, Ehrenberg A: Effects of a computerized decision support system on pressure ulcers and malnutrition in nursing homes for the elderly. *Int J Med Inform* 2011; 80(9): 607–17.
291. Fox J, Glasspool D, Patkar V, et al.: Delivering clinical decision support services: there is nothing as practical as a good theory. *J Biomed Inform* 2010; 43(5): 831–43.
292. Franchi D, Cini D, Iervasi G: A new Web-based medical tool for assessment and prevention of comprehensive cardiovascular risk. *Ther Clin Risk Manag* 2011; 7: 59–68.
293. Frank O, Litt J, Beilby J: Opportunistic electronic reminders. Improving performance of preventive care in general practice. *Aust Fam Physician* 2004; 33(1-2): 87–90.
294. Fraser H, Long W, Naimi S: Evaluation of a cardiac diagnostic program in a typical clinical setting. *J Am Med Inform Assoc* 2003; 10(4): 373–81.
295. Fretheim A, Aaserud M, Oxman A: Rational prescribing in primary care (RaPP): economic evaluation of an intervention to improve professional practice. *PLoS Med* 2006; 3(6): e216.
296. Friedlin J, Dexter P, Overhage J: Details of a successful clinical decision support system. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 254–8.
297. Frigas A, Spyrou G, Antarakis A, et al.: Design of a 'smart' patient record system for mammography patients. *Stud Health Technol Inform* 2009; 150: 130–4.
298. Fritsche L, Schlaefter A, Budde K, Schroeter K, Neumayer H-H: Recognition of critical situations from time series of laboratory results by case-based reasoning. *J Am Med Inform Assoc* 2002; 9(5): 520–8.

299. Frize M, Catley C, Walker CR, Petriu DC, Yang L: Towards a web services infrastructure for perinatal, obstetrical, and neonatal clinical decision support. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2004; 5: 3334–7.
300. Fuller SH, Millett LI: The future of computing performance: Game over or next level? Washington, D.C.: National Academies Press 2011.
301. Fursse J, Clarke M, Jones R, Khemka S, Findlay G: An automated personalised intervention algorithm for remote patient monitoring. *Stud Health Technol Inform* 2008; 136: 181–6.
302. Gabutti L, Lotscher N, Bianda J, Marone C, Mombelli G, Burnier M: Would artificial neural networks implemented in clinical wards help nephrologists in predicting epoetin responsiveness? *BMC Nephrol* 2006; 7: 13.
303. Galanter W, Didomenico R, Polikaitis A: A trial of automated decision support alerts for contraindicated medications using computerized physician order entry. *J Am Med Inform Assoc* 2005; 12(3): 269–74.
304. Galanter W, Liu X, Lambert B: Analysis of computer alerts suggesting oral medication use during computerized order entry of i.v. medications. *Am J Health Syst Pharm* 2010; 67(13): 1101–5.
305. Galanter W, Polikaitis A, Didomenico R: A trial of automated safety alerts for inpatient digoxin use with computerized physician order entry. *J Am Med Inform Assoc* 2004; 11(4): 270–7.
306. Galanter W, Thambi M, Rosencranz H, et al.: Effects of clinical decision support on venous thromboembolism risk assessment, prophylaxis, and prevention at a university teaching hospital. *Am J Health Syst Pharm* 2010; 67(15): 1265–73.
307. Galvin J, Meuser T, Coats M, Bakal D, Morris J: The "portable" CDR: translating the clinical dementia rating interview into a PDA format. *Alzheimer Dis Assoc Disord* 2009; 23(1): 44–9.
308. Gance-Cleveland B, Gilbert L, Kopanos T, Gilbert K: Evaluation of technology to identify and assess overweight children and adolescents. *J Spec Pediatr Nurs* 2010; 15(1): 72–83.
309. Gardner RM, Pryor TA, WARNER HR: The HELP hospital information system: update 1998. *International journal of medical informatics* 1999; 54(3): 169–82.

310. Garg A, Adhikari N, McDonald H, et al.: Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA* 2005; 293(10): 1223–38.
311. Garibaldi JM, Zhou SM, Wang XY, John RI, Ellis IO: Incorporation of expert variability into breast cancer treatment recommendation in designing clinical protocol guided fuzzy rule system models. *J Biomed Inform* 2012.
312. Garthwaite E, Will E, Bartlett C, Richardson D, Newstead C: Patient-specific prompts in the cholesterol management of renal transplant outpatients: results and analysis of underperformance. *Transplantation* 2004; 78(7): 1042–7.
313. Gärtner A: Software als Medizinprodukt: Auf der sicheren Seite Dtsch Arztebl 2010; 107(46): A-2302. *Dtsch Arztebl* 2010; 107(46): A-2302.
314. Gaspari M, Saletti D, Scandellari C, Stecchi S: Refining an automatic EDSS scoring expert system for routine clinical use in multiple sclerosis. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2009; 13(4): 501–11.
315. Gaweda A, Jacobs A, Aronoff G, Brier M: Model predictive control of erythropoietin administration in the anemia of ESRD. *Am J Kidney Dis* 2008; 51(1): 71–9.
316. Gegg-Harrison T, Zhang M, Meng N, Sun Z, Yang P: Porting a cancer treatment prediction to a mobile device. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2009; 2009: 6218–21.
317. Georga E, Protopappas V, Guillen A, et al.: Data mining for blood glucose prediction and knowledge discovery in diabetic patients: the METABO diabetes modeling and management system. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2009; 2009: 5633–6.
318. Georgopoulos VC, Stylios CD: Diagnosis support using Fuzzy Cognitive Maps combined with Genetic Algorithms. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2009; 2009: 6226–9.
319. Gerard M, Trick W, Das K, Charles-Damte M, Murphy G, Benson I: Use of clinical decision support to increase influenza vaccination: multi-year evolution of the system. *J Am Med Inform Assoc* 2008; 15(6): 776–9.
320. Gerdes N, Karl E-L, Jackel WH: Computergestutzte Entscheidungshilfen zur Bewertung von Reha-Anträgen (CEBRA). *Rehabilitation (Stuttg)* 2007; 46(1): 16–23.

321. Gevaert O, De S, Timmerman D, Moreau Y, De M: Predicting the prognosis of breast cancer by integrating clinical and microarray data with Bayesian networks. *Bioinformatics* 2006; 22(14): e184-90.
322. Giesler R, Given B, Given C, et al.: Improving the quality of life of patients with prostate carcinoma: a randomized trial testing the efficacy of a nurse-driven intervention. *Cancer* 2005; 104(4): 752–62.
323. Gill J, Chen Y, Glutting J, Diamond J, Lieberman M: Impact of decision support in electronic medical records on lipid management in primary care. *Popul Health Manag* 2009; 12(5): 221–6.
324. Gill J, Mainous A, Koopman R, et al.: Impact of EHR-based clinical decision support on adherence to guidelines for patients on NSAIDs: a randomized controlled trial. *Ann Fam Med* 2011; 9(1): 22–30.
325. Gilutz H, Novack L, Shvartzman P, et al.: Computerized community cholesterol control (4C): meeting the challenge of secondary prevention. *Isr Med Assoc J* 2009; 11(1): 23–9.
326. Ginzburg R, Barr W, Harris M, Munshi S: Effect of a weight-based prescribing method within an electronic health record on prescribing errors. *Am J Health Syst Pharm* 2009; 66(22): 2037–41.
327. Gläser J, Laudel G: *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. 4th ed. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften 2010.
328. Gläser J, Laudel G: *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse: Als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen*. 4th ed. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwiss. 2010.
329. Glasspool D, Oettinger A, Braithwaite D, Fox J: Interactive decision support for risk management: a qualitative evaluation in cancer genetic counselling sessions. *J Cancer Educ* 2010; 25(3): 312–6.
330. Goddard K, Roudsari A, Wyatt J: Automation bias: a systematic review of frequency, effect mediators, and mitigators. *J Am Med Inform Assoc* 2012; 19(1): 121–7.
331. Godo L, Puyol-Gruart J, Sabater J, Torra V, Barrufet P, Fabregas X: A multi-agent system approach for monitoring the prescription of restricted use antibiotics. *Artif Intell Med* 2003; 27(3): 259–82.

332. Goicoechea M, Vidal A, Capparelli E, et al.: A computer-based system to aid in the interpretation of plasma concentrations of antiretrovirals for therapeutic drug monitoring. *Antivir Ther* 2007; 12(1): 55–62.
333. Gomez M, Bielza C, Fernandez d, Rios-Insua S: A graphical decision-theoretic model for neonatal jaundice. *Med Decis Making* 2007; 27(3): 250–65.
334. Goodhue DL, Thompson RL: Task-Technology Fit and Individual Performance. *MIS Quarterly* 1995; 19(2): 213.
335. Gorthi A, Firtion C, Vepa J: Automated risk assessment tool for pregnancy care. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2009; 2009: 6222–5.
336. Goud R, Keizer N de, ter Riet G, et al.: Effect of guideline based computerised decision support on decision making of multidisciplinary teams: cluster randomised trial in cardiac rehabilitation. *BMJ* 2009; 338: b1440.
337. Gouin-Thibault I, Levy C, Pautas E, et al.: Improving anticoagulation control in hospitalized elderly patients on warfarin. *J Am Geriatr Soc* 2010; 58(2): 242–7.
338. Grabowski M, Filipiak K, Rudowski R, Opolski G: Project of an expert system supporting risk stratification and therapeutic decision making in acute coronary syndromes. *Pol J Pathol* 2003; 54(3): 205–8.
339. Graham T, Bullard M, Kushniruk A, Holroyd B, Rowe B: Assessing the sensitivity of two clinical decision support systems. *J Med Syst* 2008; 32(5): 361–8.
340. Grant R, Wald J, Schnipper J, et al.: Practice-linked online personal health records for type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 2008; 168(16): 1776–82.
341. Grayson M, Melvani S, Kirsa S, et al.: Impact of an electronic antibiotic advice and approval system on antibiotic prescribing in an Australian teaching hospital. *Med J Aust* 2004; 180(9): 455–8.
342. Greenberg A, Kramer S, Welch V, O'Sullivan E, Hall S: Cancer Care Ontario's computerized physician order entry system: a province-wide patient safety innovation. *Healthc Q* 2006; 9: 108–13.
343. Greenes RA: Clinical decision support: The road ahead. Amsterdam, Boston: Elsevier Academic Press 2007.
344. Greim J, Shek C, Jones L, et al.: Enterprise-wide drug-drug interaction alerting system. *AMIA Annu Symp Proc* 2003: 856.

345. Greiner U, Ramsch J, Heller B, Löffler M, Müller R, Rahm E: Adaptive guideline-based treatment workflows with AdaptFlow. *Stud Health Technol Inform* 2004; 101: 113–7.
346. Griffey R, Lo H, Burdick E, Keohane C, Bates D: Guided medication dosing for elderly emergency patients using real-time, computerized decision support. *J Am Med Inform Assoc* 2012; 19(1): 86–93.
347. Guardia A: Decision support: time for collaboration. *Yearb Med Inform* 2011; 6(1): 102–4.
348. Guerra Y, Das K, Antonopoulos P, et al.: Computerized physician order entry-based hyperglycemia inpatient protocol and glycemic outcomes: The CPOE-HIP study. *Endocr Pract* 2010; 16(3): 389–97.
349. Gueye A, Buck M, Farr B: Decision support for management of febrile children ages 2 months to 5 years in tropical developing countries. *AMIA Annu Symp Proc* 2005: 971.
350. Gulliford M, van S, McDermott L, et al.: Cluster randomised trial in the General Practice Research Database: 1. Electronic decision support to reduce antibiotic prescribing in primary care (eCRT study). *Trials* 2011; 12: 115.
351. Gupta R, Sharma A, Singh S, Dinda A: Rule-based decision support system in the biopsy diagnosis of glomerular diseases. *J Clin Pathol* 2011; 64(10): 862–5.
352. Gurwitz J, Field T, Rochon P, et al.: Effect of computerized provider order entry with clinical decision support on adverse drug events in the long-term care setting. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56(12): 2225–33.
353. Halasyamani L, Czerwinski J, Clinard R, Cowen M: An electronic strategy to identify hospitalized heart failure patients. *J Hosp Med* 2007; 2(6): 409–14.
354. Hamm B: *Menschenrechte: Ein Grundlagenbuch*. Opladen: Leske + Budrich 2003.
355. Han YY, Carcillo JA, Venkataraman ST, et al.: Unexpected increased mortality after implementation of a commercially sold computerized physician order entry system. *Pediatrics* 2005; 116(6): 1506–12.
356. Handler S, Hanlon J, Perera S, et al.: Assessing the performance characteristics of signals used by a clinical event monitor to detect adverse drug reactions in the nursing home. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 278–82.

357. Harrison J, Masya L, Butow P, et al.: Implementing patient decision support tools: moving beyond academia? *Patient Educ Couns* 2009; 76(1): 120–5.
358. Hauskrecht M, Valko M, Kveton B, Visweswaran S, Cooper G: Evidence-based anomaly detection in clinical domains. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 319–23.
359. Hayashi Y, Setiono R: Combining neural network predictions for medical diagnosis. *Comput Biol Med* 2002; 32(4): 237–46.
360. Haynes K, Linkin D, Fishman N, et al.: Effectiveness of an information technology intervention to improve prophylactic antibacterial use in the postoperative period. *J Am Med Inform Assoc* 2011; 18(2): 164–8.
361. Hayward-Rowse L, Whittle T: A pilot project to design, implement and evaluate an electronic integrated care pathway. *J Nurs Manag* 2006; 14(7): 564–71.
362. Health Canada: Software Regulated as a Class I or Class II Medical Device. Ottawa 2010.
363. Heard K, Hollands J, Noirot L, Reichley R, Bailey T: Alerts to improve chart documentation for National Quality Measures. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 971.
364. Heathfield H, Pitty D, Hanka R: Evaluating information technology in health care: barriers and challenges. *BMJ (Clinical research ed.)* 1998; 316(7149): 1959–61.
365. Heidenreich G: Software as a Medical Device: Farewell, Class I. <https://www.linkedin.com/pulse/software-medical-device-farewell-class-i-samd-georg-heidenreich> (abgerufen am: January 02, 2017).
366. Heidrich J, Behrens T, Raspe F, Keil U: Knowledge and perception of guidelines and secondary prevention of coronary heart disease among general practitioners and internists. Results from a physician survey in Germany. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology* 2005; 12(6): 521–9.
367. Hejlesen O, Olesen K, Dessau R, Beltoft I, Trangeled M: Decision support for diagnosis of lyme disease. *Stud Health Technol Inform* 2005; 116: 205–10.
368. Hekmat K, Doerr F, Kroener A, et al.: Prediction of mortality in intensive care unit cardiac surgical patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010; 38(1): 104–9.

369. Heller I, Isakov A, Villa Y, et al.: Evaluation of CaDet, a computer-based clinical decision support system for early cancer detection: a comparison with the performance of clinicians. *Cancer Detect Prev* 2004; 28(5): 352–6.
370. Hemens B, Holbrook A, Tonkin M, et al.: Computerized clinical decision support systems for drug prescribing and management: a decision-maker-researcher partnership systematic review. *Implement Sci* 2011; 6: 89.
371. Herasevich V, Yilmaz M, Khan H, Chute CG, Gajic O: Rule base system for identification of patients with specific critical care syndromes: The "sniffer" for acute lung injury. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 972.
372. Hertle D, Stock S: Commonwealth Fund Survey 2012: Befragung von Primärärzten in 11 Ländern zur Nutzung von Informationstechnologie und zu wichtigen Versorgungsaspekten. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))* 2015.
373. Heselmans A, Van d, Donceel P, Aertgeerts B, Ramaekers D: Effectiveness of electronic guideline-based implementation systems in ambulatory care settings - a systematic review. *Implement Sci* 2009; 4: 82.
374. Hess V: Adjuvante Chemotherapie--Entscheidungshilfe aus dem Internet: Adjuvant!Online. *Ther Umsch* 2008; 65(4): 201–5.
375. Hester R, Miller J: Computer-based tools for diagnosis and treatment of alcohol problems. *Alcohol Res Health* 2006; 29(1): 36–40.
376. Hicks L, Sequist T, Ayanian J, et al.: Impact of computerized decision support on blood pressure management and control: a randomized controlled trial. *J Gen Intern Med* 2008; 23(4): 429–41.
377. Hilmas E, Sowan A, Gaffoor M, Vaidya V: Implementation and evaluation of a comprehensive system to deliver pediatric continuous infusion medications with standardized concentrations. *Am J Health Syst Pharm* 2010; 67(1): 58–69.
378. Himes B, Dai Y, Kohane I, Weiss S, Ramoni M: Prediction of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in asthma patients using electronic medical records. *J Am Med Inform Assoc* 2009; 16(3): 371–9.
379. Hinrichsen V, Kruskal B, O'Brien M, Lieu T, Platt R: Using electronic medical records to enhance detection and reporting of vaccine adverse events. *J Am Med Inform Assoc* 2007; 14(6): 731–5.

380. Hirdes J, Poss J, Curtin-Telegdi N: The Method for Assigning Priority Levels (MAPLe): a new decision-support system for allocating home care resources. *BMC Med* 2008; 6: 9.
381. Ho W, Germain M, Garb J, et al.: Use of 12x/month haemoglobin monitoring with a computer algorithm reduces haemoglobin variability. *Nephrol Dial Transplant* 2010; 25(8): 2710–4.
382. Ho W-H, Lee K-T, Chen H-Y, Ho T-W, Chiu H-C: Disease-free survival after hepatic resection in hepatocellular carcinoma patients: a prediction approach using artificial neural network. *PLoS One* 2012; 7(1): e29179.
383. Hobbs, F D Richard, Erhardt L: Acceptance of guideline recommendations and perceived implementation of coronary heart disease prevention among primary care physicians in five European countries: the Reassessing European Attitudes about Cardiovascular Treatment (REACT) survey. *Family practice* 2002; 19(6): 596–604.
384. Hoch I, Heymann A, Kurman I, Valinsky L, Chodick G, Shalev V: Country-wide computer alerts to community physicians improve potassium testing in patients receiving diuretics. *J Am Med Inform Assoc* 2003; 10(6): 541–6.
385. Hoeft A, Lessing C: Häufigkeit von Behandlungsfehlern in Deutschland: Aussagekraft von statistischen Datenquellen. Institut für Patientensicherheit, Universität Bonn 2012.
386. Hoeksema L, Bazzy-Asaad A, Lomotan E, et al.: Accuracy of a computerized clinical decision-support system for asthma assessment and management. *J Am Med Inform Assoc* 2011; 18(3): 243–50.
387. Hoekstra M, Vogelzang M, Drost J, et al.: Implementation and evaluation of a nurse-centered computerized potassium regulation protocol in the intensive care unit--a before and after analysis. *BMC Med Inform Decis Mak* 2010; 10: 5.
388. Hogan H, Healey F, Neale G, Thomson R, Vincent C, Black N: Preventable deaths due to problems in care in English acute hospitals: a retrospective case record review study. *BMJ Qual Saf* 2012; 21(9): 737–45.
389. Holbrook A, Keshavjee K, Lee H, et al.: Individualized electronic decision support and reminders can improve diabetes care in the community. *AMIA Annu Symp Proc* 2005: 982.

390. Holbrook A, Pullenayegum E, Thabane L, et al.: Shared electronic vascular risk decision support in primary care: Computerization of Medical Practices for the Enhancement of Therapeutic Effectiveness (COMPETE III) randomized trial. *Arch Intern Med* 2011; 171(19): 1736–44.
391. Holbrook A, Thabane L, Keshavjee K, et al.: Individualized electronic decision support and reminders to improve diabetes care in the community: COMPETE II randomized trial. *CMAJ* 2009; 181(1-2): 37–44.
392. Holbrook A, Xu S, Banting J: What factors determine the success of clinical decision support systems? *AMIA Annu Symp Proc* 2003: 862.
393. Holden RJ, Karsh B-T: The technology acceptance model: its past and its future in health care. *Journal of biomedical informatics* 2010; 43(1): 159–72.
394. Holdsworth M, Fichtl R, Raisch D, et al.: Impact of computerized prescriber order entry on the incidence of adverse drug events in pediatric inpatients. *Pediatrics* 2007; 120(5): 1058–66.
395. Holl B, Spat S, Plank J, et al.: Design of a mobile, safety-critical in-patient glucose management system. *Stud Health Technol Inform* 2011; 169: 950–4.
396. Holt T, Thorogood M, Griffiths F, Munday S, Friede T, Stables D: Automated electronic reminders to facilitate primary cardiovascular disease prevention: randomised controlled trial. *Br J Gen Pract* 2010; 60(573): e137-43.
397. Holzinger A, Röcker C, Ziefle M: *Smart Health: Open Problems and Future Challenges*. Cham: Springer International Publishing 2015.
398. Hope C, Overhage J, Seger A, et al.: A tiered approach is more cost effective than traditional pharmacist-based review for classifying computer-detected signals as adverse drug events. *J Biomed Inform* 2003; 36(1-2): 92–8.
399. Hopf C: Qualitative Interviews, Ein Überblick. In: Uwe Flick, Ernst von Kardoff, Ines Steinke (ed.): *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt 2004.
400. Horn W, Popow C, Miksch S, Kirchner L, Seyfang A: Development and evaluation of VIE-PNN, a knowledge-based system for calculating the parenteral nutrition of newborn infants. *Artif Intell Med* 2002; 24(3): 217–28.
401. Hoshi K, Kawakami J, Sato W, et al.: Assisting the diagnosis of thyroid diseases with Bayesian-type and SOM-type neural networks making use of routine test data. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 2006; 54(8): 1162–9.

402. Hrdlicka J, Klema J: Schizophrenia prediction with the adaboost algorithm. *Stud Health Technol Inform* 2011; 169: 574–8.
403. Hsieh C-H, Lu R-H, Lee N-H, Chiu W-T, Hsu M-H, Li Y-C: Novel solutions for an old disease: diagnosis of acute appendicitis with random forest, support vector machines, and artificial neural networks. *Surgery* 2011; 149(1): 87–93.
404. Hsieh NC, Chang CY, Lee KC, Chen JC, Chan CH: Technological Innovations in the Development of Cardiovascular Clinical Information Systems. *J Med Syst* 2010.
405. Hsieh S-H, Hou I-C, Cheng P-H, et al.: Design and implementation of web-based mobile electronic medication administration record. *J Med Syst* 2010; 34(5): 947–58.
406. Hsu M-H, Li Y-C, Chiu W-T, Yen J-C: Outcome prediction after moderate and severe head injury using an artificial neural network. *Stud Health Technol Inform* 2005; 116: 241–5.
407. Huang H-Y, Wilkie D, Zong S-P, et al.: Developing a computerized data collection and decision support system for cancer pain management. *Comput Inform Nurs* 2003; 21(4): 206–17.
408. Huang Y, Noirot L, Heard K, Reichley R, Dunagan W, Bailey T: Migrating toward a next-generation clinical decision support application: the BJC HealthCare experience. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 344–8.
409. Huang Y, Reichley R, Noirot L, Dunagan W, Bailey T: Automated dose checking and intervention for bariatric patients. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 983.
410. Hübner U, Liebe J-D, Straede, M-C, Thye J: IT-Report Gesundheitswesen, Schwerpunkt IT-Unterstützung klinischer Prozesse. *Schriftenreihe des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr* 2014.
411. Hudson DL, Cohen ME, Meecham W, Kramer M: Inclusion of signal analysis in a hybrid medical decision support system. *Methods Inf Med* 2004; 43(1): 79–82.
412. Hudson KL, Collins FS: The 21st Century Cures Act - A View from the NIH. *The New England journal of medicine* 2016.
413. Hughes R: Patient safety and quality: An evidence-based handbook for nurses. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality, U.S. Dept. of Health and Human Services 2008.

414. Hulgán T, Rosenbloom ST, Hargrove F, et al.: Oral quinolones in hospitalized patients: an evaluation of a computerized decision support intervention. *J Intern Med* 2004; 256(4): 349–57.
415. Hüllermeier E: Does machine learning need fuzzy logic? *Fuzzy Sets and Systems* 2015; 281: 292–9.
416. Humphries T, Carroll N, Chester E, Magid D, Rocho B: Evaluation of an electronic critical drug interaction program coupled with active pharmacist intervention. *Ann Pharmacother* 2007; 41(12): 1979–85.
417. Hunt DL, Haynes RB, Hanna SE, Smith K: Effects of computer-based clinical decision support systems on physician performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA* 1998; 280(15): 1339–46.
418. Hunter J, Freer Y, Gatt A, et al.: Summarising complex ICU data in natural language. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 323–7.
419. Hwang H-G, Chang I-C, Hung W-F, Sung M-L, Yen D: The design and evaluation of clinical decision support systems in the area of pharmacokinetics. *Med Inform Internet Med* 2004; 29(3-4): 239–51.
420. Iakovidis D, Papageorgiou E: Intuitionistic fuzzy cognitive maps for medical decision making. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2011; 15(1): 100–7.
421. Ibbini M: A PI-fuzzy logic controller for the regulation of blood glucose level in diabetic patients. *J Med Eng Technol* 2006; 30(2): 83–92.
422. Im E-O, Chee W: Evaluation of the decision support computer program for cancer pain management. *Oncol Nurs Forum* 2006; 33(5): 977–82.
423. Ingenerf J, Schopen M: Positionspapier zur "Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms" (SNOMED CT) in Deutschland. http://www.imi.uni-luebeck.de/gmds-ag-stm/dokumente/positionspapier_snomed_ct.pdf (abgerufen am: June 12, 2015).
424. Institute of Medicine: Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century. 1st ed. Washington: National Academy Press 2001.
425. Jacobson S, Sewell E: A web-based tool for designing vaccine formularies for childhood immunization in the United States. *J Am Med Inform Assoc* 2008; 15(5): 611–9.

426. Jaimes F, Farbiarz J, Alvarez D, Martinez C: Comparison between logistic regression and neural networks to predict death in patients with suspected sepsis in the emergency room. *Crit Care* 2005; 9(2): R150-6.
427. James JT: A New, Evidence-based Estimate of Patient Harms Associated with Hospital Care. *J Patient Saf* 2013; 9(3): 122–8.
428. Janssen B, Menke R, Pourhassan F, Gessner-Ozokyay D, Peters R, Gaebel W: Leitlinienimplementierung auf der Basis eines computergestutzten Decision-support-Systems. Ein Beitrag zum Qualitätsmanagement in der ambulanten nervenärztlichen Schizophreniebehandlung. *Nervenarzt* 2006; 77(5): 567–75.
429. Janz B, Saeed M, Frassica J, Clifford G, Mark R: Development and optimization of a Critical Care Alert and Display (CCAD) system using retrospective ICU databases. *AMIA Annu Symp Proc* 2005: 994.
430. Jao C, Dollear W, Su J: Porting a handheld cognitive assessment form to a mental expert system: using a personal digital assistant (PDA) to assist screening a patient's performance in a clinical examination. *Neuroinformatics* 2003; 1(2): 203–5.
431. Jao C, Hier D: Clinical Decision Support Systems: An Effective Pathway to Reduce Medical Errors and Improve Patient Safety. In: Jao, Chiang S. (Ed.) 2010 – Decision Support Systems.
432. Jao C, Hier D: Overcoming limitations of data entry for the semi-automated detection of drug orphans in the EMR. *AMIA Annu Symp Proc* 2006: 967.
433. Jao C, Hier D, Galanter W: Automating the maintenance of problem list documentation using a clinical decision support system. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 989.
434. Jarman B, Gault S, Alves B, et al.: Explaining differences in English hospital death rates using routinely collected data. *BMJ (Clinical research ed.)* 1999; 318(7197): 1515–20.
435. Jaspers M, Smeulers M, Vermeulen H, Peute L: Effects of clinical decision-support systems on practitioner performance and patient outcomes: a synthesis of high-quality systematic review findings. *J Am Med Inform Assoc* 2011; 18(3): 327–34.

436. Javitt J, Steinberg G, Locke T, et al.: Using a claims data-based sentinel system to improve compliance with clinical guidelines: results of a randomized prospective study. *Am J Manag Care* 2005; 11(2): 93–102.
437. Jeanpierre L, Charpillet F: Automated medical diagnosis with fuzzy stochastic models: monitoring chronic diseases. *Acta Biotheor* 2004; 52(4): 291–311.
438. Jenders R, Osheroff J, Sittig D, Pifer E, Teich J: Recommendations for clinical decision support deployment: synthesis of a roundtable of medical directors of information systems. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 359–63.
439. Jenders RA, Corman R, Dasgupta B: Making the standard more standard: a data and query model for knowledge representation in the Arden syntax. *AMIA ... Annual Symposium proceedings / AMIA Symposium*. AMIA Symposium 2003: 323–30.
440. Jenders RA, Sujansky W, Broverman CA, Chadwick M: Towards improved knowledge sharing: assessment of the HL7 Reference Information Model to support medical logic module queries. *Proceedings a conference of the American Medical Informatics Association*. AMIA Fall Symposium 1997: 308–12.
441. Jerant AF, Hill DB: Does the use of electronic medical records improve surrogate patient outcomes in outpatient settings? *The Journal of family practice* 2000; 49(4): 349–57.
442. Jerez-Aragones J, Gomez-Ruiz J, Ramos-Jimenez G, Munoz-Perez J, Alba-Conejo E: A combined neural network and decision trees model for prognosis of breast cancer relapse. *Artif Intell Med* 2003; 27(1): 45–63.
443. Ji S-Y, Smith R, Huynh T, Najarian K: A comparative analysis of multi-level computer-assisted decision making systems for traumatic injuries. *BMC Med Inform Decis Mak* 2009; 9: 2.
444. Johansson P, Petersson G, Nilsson G: Personal digital assistant with a barcode reader--a medical decision support system for nurses in home care. *Int J Med Inform* 2010; 79(4): 232–42.
445. John G, Peter J, Chacko B, et al.: A computer-assisted recording, diagnosis and management of the medically ill system for use in the intensive care unit: a preliminary report. *Indian J Crit Care Med* 2009; 13(3): 136–42.
446. Johner C: Software als Medizinprodukt: Definitionen und Klassifizierungshilfen. <https://www.johner-institut.de/blog/iec-62304-medizinische->

- software/software-als-medizinprodukt-definition/ (abgerufen am: December 20, 2016).
447. Johner C: Medical Device Regulation MDR – Medizinprodukteverordnung (Stand 2016). <https://www.johner-institut.de/blog/regulatory-affairs/medical-device-regulation-mdr-medizinprodukteverordnung/#aktuelles> (abgerufen am: January 02, 2017).
 448. Johner C: MDR Software-Hersteller aufgepasst! <https://www.johner-institut.de/blog/regulatory-affairs/mdr-software/> (abgerufen am: January 02, 2017).
 449. Johner C: MDR Regel 10a / Rule 10a: Der Klassifizierungs-Albtraum. <https://www.johner-institut.de/blog/regulatory-affairs/mdr-regel-10a/> (abgerufen am: January 02, 2017).
 450. Johnson PD, Tu SW, Musen MA, Purves I: A virtual medical record for guideline-based decision support. Proceedings / AMIA ... Annual Symposium. AMIA Symposium 2001: 294–8.
 451. Johnston ME, Langton KB, Haynes RB, Mathieu A: Effects of computer-based clinical decision support systems on clinician performance and patient outcome. A critical appraisal of research. *Annals of internal medicine* 1994; 120(2): 135–42.
 452. Jones K, Hammer A, Swenson C, et al.: Improving adult immunization rates in primary care clinics. *Nurs Econ* 2008; 26(6): 404–7.
 453. Jones S, Mullally M, Ingleby S, Buist M, Bailey M, Eddleston J: Bedside electronic capture of clinical observations and automated clinical alerts to improve compliance with an Early Warning Score protocol. *Crit Care Resusc* 2011; 13(2): 83–8.
 454. Jong J de, Groenewegen P, Spreeuwenberg P, Westert G, Bakker D de: Do decision support systems influence variation in prescription? *BMC Health Serv Res* 2009; 9: 20.
 455. Judge J, Field T, DeFlorio M, et al.: Prescribers' responses to alerts during medication ordering in the long term care setting. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13(4): 385–90.

456. Juneja R, Roudebush C, Kumar N, et al.: Utilization of a computerized intravenous insulin infusion program to control blood glucose in the intensive care unit. *Diabetes Technol Ther* 2007; 9(3): 232–40.
457. Kacki E, Małolepszy A: Comparison efficiency of the artificial intelligence methods for the diagnosis of Acid - base and anion gap disorders. *Stud Health Technol Inform* 2005; 116: 235–40.
458. Kadmon G, Bron-Harlev E, Nahum E, Schiller O, Haski G, Shonfeld T: Computerized order entry with limited decision support to prevent prescription errors in a PICU. *Pediatrics* 2009; 124(3): 935–40.
459. Kadmon G, Stern Y, Bron-Harlev E, Nahum E, Battat E, Schonfeld T: Computerized scoring system for the diagnosis of foreign body aspiration in children. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008; 117(11): 839–43.
460. Kaiser J, Gassner UM, Reng M, Prokosch HU, Bürkle T: Risiken und Nebenwirkungen der Integration medizinischer Software in klinische IT-Strukturen – Erlanger Memorandum. *GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie*; 8(1):Doc03; ISSN 1860-9171 2012.
461. Kaiserman I, Rosner M, Pe'er J: Forecasting the prognosis of choroidal melanoma with an artificial neural network. *Ophthalmology* 2005; 112(9): 1608.
462. Kalogeropoulos D, Carson E, Collinson P: Towards knowledge-based systems in clinical practice: development of an integrated clinical information and knowledge management support system. *Comput Methods Programs Biomed* 2003; 72(1): 65–80.
463. Kam H, Kim J, Cho I, Kim Y, Park R: Integration of heterogeneous clinical decision support systems and their knowledge sets: feasibility study with Drug-Drug Interaction alerts. *AMIA Annu Symp Proc* 2011; 2011: 664–73.
464. Kao H-Y, Li H-L: A diagnostic reasoning and optimal treatment model for bacterial infections with fuzzy information. *Comput Methods Programs Biomed* 2005; 77(1): 23–37.
465. Karbing D, Allerød C, Thorgaard P, et al.: Prospective evaluation of a decision support system for setting inspired oxygen in intensive care patients. *J Crit Care* 2010; 25(3): 367–74.

466. Kastner M, Li J, Lottridge D, Marquez C, Newton D, Straus S: Development of a prototype clinical decision support tool for osteoporosis disease management: a qualitative study of focus groups. *BMC Med Inform Decis Mak* 2010; 10: 40.
467. Katz M, Efsthathiou J, D'Amico A, et al.: The 'CaP Calculator': an online decision support tool for clinically localized prostate cancer. *BJU Int* 2010; 105(10): 1417–22.
468. Kawamoto K, Del Fiol G, Orton C, Lobach DF: System-agnostic clinical decision support services: benefits and challenges for scalable decision support. *The open medical informatics journal* 2010; 4: 245–54.
469. Kawamoto K, Houlihan C, Balas E, Lobach D: Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success. *BMJ* 2005; 330(7494): 765.
470. Kawazoe Y, Ohe K: An ontology-based mediator of clinical information for decision support systems: a prototype of a clinical alert system for prescription. *Methods Inf Med* 2008; 47(6): 549–59.
471. Kazemi A, Ellenius J, Poursaghar F, et al.: The effect of Computerized Physician Order Entry and decision support system on medication errors in the neonatal ward: experiences from an Iranian teaching hospital. *J Med Syst* 2011; 35(1): 25–37.
472. Kenealy T, Arroll B, Petrie K: Patients and computers as reminders to screen for diabetes in family practice. Randomized-controlled trial. *J Gen Intern Med* 2005; 20(10): 916–21.
473. Kennedy C, Campbell G, Garg A, et al.: Piloting a renal drug alert system for prescribing to residents in long-term care. *J Am Geriatr Soc* 2011; 59(9): 1757–9.
474. Kerr A, Looi J, Garofalo D, Wells S, McLachlan A: Acute Predict: a clinician-led cardiovascular disease quality improvement project (Predict-CVD 12). *Heart Lung Circ* 2010; 19(5-6): 378–83.
475. Khan A, Hoffmann A: An advanced artificial intelligence tool for menu design. *Nutr Health* 2003; 17(1): 43–53.
476. Kho A, Dexter P, Warvel J, et al.: An effective computerized reminder for contact isolation of patients colonized or infected with resistant organisms. *Int J Med Inform* 2008; 77(3): 194–8.

477. Khorana A, Kuderer N, Culakova E, Lyman G, Francis C: Development and validation of a predictive model for chemotherapy-associated thrombosis. *Blood* 2008; 111(10): 4902–7.
478. Kielan K: The Salomon advisory system supports a depressive episode therapy. *Pol J Pathol* 2003; 54(3): 215–8.
479. Kilbridge P, Noirot L, Reichley R, et al.: Computerized surveillance for adverse drug events in a pediatric hospital. *J Am Med Inform Assoc* 2009; 16(5): 607–12.
480. Kilic Y, Kilic I: A novel fuzzy logic inference system for decision support in weaning from mechanical ventilation. *J Med Syst* 2010; 34(6): 1089–95.
481. Kim H, Choi J, Thompson S, et al.: Automating pressure ulcer risk assessment using documented patient data. *Int J Med Inform* 2010; 79(12): 840–8.
482. Kim M-H, Park C-H, Kim D-I, et al.: Surveillance of contrast-media-induced hypersensitivity reactions using signals from an electronic medical recording system. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2012; 108(3): 167–71.
483. Kim Y, An M, Park J, Jung H, Kim Y, Chang B: New method of realization of nursing diagnosis based on 3N in an electronic medical record system. *Stud Health Technol Inform* 2007; 129(Pt 1): 364–6.
484. Kinney W: Web-based clinical decision support system for triage of vestibular patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 128(1): 48–53.
485. Kitahata M, Dillingham P, Chaiyakunapruk N, et al.: Electronic human immunodeficiency virus (HIV) clinical reminder system improves adherence to practice guidelines among the University of Washington HIV Study Cohort. *Clin Infect Dis* 2003; 36(6): 803–11.
486. Klann J, Schadow G, Downs S: A method to compute treatment suggestions from local order entry data. *AMIA Annu Symp Proc* 2010; 2010: 387–91.
487. Koch, Achim und Blohm, Michael: Nonresponse Bias. Mannheim.
488. Kofoed K, Zalounina A, Andersen O, et al.: Performance of the TREAT decision support system in an environment with a low prevalence of resistant pathogens. *J Antimicrob Chemother* 2009; 63(2): 400–4.
489. Koh Y, Yap C, Li S-C: Development of a combined system for identification and classification of adverse drug reactions: Alerts Based on ADR Causality and Severity (ABACUS). *J Am Med Inform Assoc* 2010; 17(6): 720–2.

490. Kohli M: "Offenes" und "geschlossenes" Interview: Neue Argumentation zu einer alten Kontroverse. *Soziale Welt* 1978; 29(1): 1–25.
491. Kohn LT, Corrigan J, Donaldson MS: *To err is human: Building a safer health system*. Washington, D.C: National Academy Press 2000.
492. Konrad K: *Mündliche und schriftliche Befragung: Ein Lehrbuch*. 6th ed. Landau in der Pfalz: Verl. Empirische Pädagogik 2010.
493. Kooij F, Klok T, Hollmann M, Kal J: Decision support increases guideline adherence for prescribing postoperative nausea and vomiting prophylaxis. *Anesth Analg* 2008; 106(3): 893-8, table of contents.
494. Kopec D, Shagas G, Selman J, Reinharth D, Tamang S: Development of an expert system for differentiating tension type headaches from migraines. *Stud Health Technol Inform* 2004; 103: 81–92.
495. Koppel R, Metlay J, Cohen A, et al.: Role of computerized physician order entry systems in facilitating medication errors. *JAMA* 2005; 293(10): 1197–203.
496. Kortteisto T, Komulainen J, Mäkelä M, Kunnamo I, Kaila M: Clinical decision support must be useful, functional is not enough: a qualitative study of computer-based clinical decision support in primary care. *BMC health services research* 2012; 12: 349.
497. Kouris I, Tsirmpas C, Mougiakakou S, Iliopoulou D, Koutsouris D: E-Health towards ecumenical framework for personalized medicine via Decision Support System. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2010; 2010: 2881–5.
498. Koutkias V, Chouvarda I, Triantafyllidis A, Malousi A, Giaglis G, Maglaveras N: A personalized framework for medication treatment management in chronic care. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2010; 14(2): 464–72.
499. Krall M, Traunweiser K, Towery W: Effectiveness of an electronic medical record clinical quality alert prepared by off-line data analysis. *Stud Health Technol Inform* 2004; 107(Pt 1): 135–9.
500. Krampera M, Venturini F, Benedetti F, et al.: Computer-based drug management in a bone marrow transplant unit: a suitable tool for multiple prescriptions even in critical conditions. *Br J Haematol* 2004; 125(1): 50–7.
501. Kreiner K, Morak J, Pinsker M, Edegger K, Schreier G: Feasibility of a mobile anticoagulation telemedicine system using automated decision support. *Stud Health Technol Inform* 2010; 161: 86–94.

502. Kremer J-F: Das Führen leitfadengestützter Interviews. In: Schöneck-Voß N, Voß W (eds.): Methodenintegrative Forschung, Darstellung am Beispiel einer Befragung von Studierenden zu Studienbeiträgen. Bochum 2010; p. 7–14.
503. Kroese WL, Avery AJ, Savelyich BS, et al.: Assessing the accuracy of a computerized decision support system for digoxin dosing in primary care: an observational study. *J Clin Pharm Ther* 2005; 30(3): 279–83.
504. Kroth P, Dexter P, Overhage J, et al.: A computerized decision support system improves the accuracy of temperature capture from nursing personnel at the bedside. *AMIA Annu Symp Proc* 2006: 444–8.
505. Kruse J: Qualitative Sozialforschung - interkulturell gelesen: Die Reflexion der Selbstauslegung im Akt des Fremdverstehens. *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research* 2009; 10(1): Art. 16.
506. Kruse J, Berthmann S, Niermann D, Schmieder C: Qualitative Interviewforschung im Kontext fremder Sprachen. Eine Einleitung. In: Kruse J (ed.): *Qualitative Interviewforschung in und mit fremden Sprachen: Eine Einführung in Theorie und Praxis*. Weinheim: Beltz Juventa 2012; p. 9–26.
507. Kruse J, Bethmann S, Eckert J, Niermann D, Schmieder C: In und mit fremden Sprachen forschen: Eine empirische Bestandsaufnahme zu Erfahrungs- und Handlungswissen von Forschenden. In: Kruse J (ed.): *Qualitative Interviewforschung in und mit fremden Sprachen: Eine Einführung in Theorie und Praxis*. Weinheim: Beltz Juventa 2012; 27–.
508. Kubben PL, van Santbrink H, Cornips EM, et al.: An evidence-based mobile decision support system for subaxial cervical spine injury treatment. *Surg Neurol Int* 2011; 2: 32.
509. Kucher N, Koo S, Quiroz R, et al.: Electronic alerts to prevent venous thromboembolism among hospitalized patients. *N Engl J Med* 2005; 352(10): 969–77.
510. Kucher N, Puck M, Blaser J, Bucklar G, Eschmann E, Luscher TF: Physician compliance with advanced electronic alerts for preventing venous thromboembolism among hospitalized medical patients. *J Thromb Haemost* 2009; 7(8): 1291–6.
511. Kuckartz U, Dresing T, Rädiker S, Stefer C: *Qualitative Evaluation: Der Einstieg in die Praxis*. 2nd ed. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften 2008.

512. Kuilboer MM, van Wijk MA, Mosseveld M, et al.: Computed critiquing integrated into daily clinical practice affects physicians' behavior--a randomized clinical trial with AsthmaCritic. *Methods Inf Med* 2006; 45(4): 447–54.
513. Kukafka R, Johnson SB, Linfante A, Allegrante JP: Grounding a new information technology implementation framework in behavioral science: a systematic analysis of the literature on IT use. *J Biomed Inform* 2003; 36(3): 218–27.
514. Kukafka R, Millery M, Chan C: Needs assessment for the design of an informatics tool for HIV counselors. *AMIA Annu Symp Proc* 2007: 1017.
515. Kuo K-L, Fuh C-S: A health examination system integrated with clinical decision support system. *J Med Syst* 2010; 34(5): 829–42.
516. Kurz DJ, Bernstein A, Hunt K, et al.: Simple point-of-care risk stratification in acute coronary syndromes: the AMIS model. *Heart* 2009; 95(8): 662–8.
517. Kux B, Majeed RW, Ahlbrandt J, Röhrig R (eds.): Entwicklung von „Clinical Decision Support Systems“ in den letzten 10 Jahren – eine Systematische Literaturübersicht. German Medical Science GMS Publishing House 2012.
518. Kuziemy C, Weber-Jahnke J, Lau F, Downing G: An interdisciplinary computer-based information tool for palliative severe pain management. *J Am Med Inform Assoc* 2008; 15(3): 374–82.
519. Kwak M, Han S, Kim G, et al.: The knowledge modeling for chronic urticaria assessment in clinical decision support system with PDA. *AMIA Annu Symp Proc* 2003: 902.
520. Kwiatkowska M, Atkins M, Ayas N, Ryan C: Knowledge-based data analysis: first step toward the creation of clinical prediction rules using a new typicality measure. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2007; 11(6): 651–60.
521. Kwok HF, Linkens DA, Mahfouf M, Mills GH: Rule-base derivation for intensive care ventilator control using ANFIS. *Artif Intell Med* 2003; 29(3): 185–201.
522. Kwok R, Dinh M, Dinh D, Chu M: Improving adherence to asthma clinical guidelines and discharge documentation from emergency departments: implementation of a dynamic and integrated electronic decision support system. *Emerg Med Australas* 2009; 21(1): 31–7.
523. Kyriacou E, Pattichis C, Karaolis M, et al.: An integrated system for assessing stroke risk. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2007; 26(5): 43–50.

524. LaBresh K, Gliklich R, Liljestrand J, Peto R, Ellrodt A: Using "get with the guidelines" to improve cardiovascular secondary prevention. *Jt Comm J Qual Saf* 2003; 29(10): 539–50.
525. Lacson R: Predicting hemodialysis mortality utilizing blood pressure trends. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 369–73.
526. Lamma E, Mello P, Nanetti A, Riguzzi F, Storari S, Valastro G: Artificial intelligence techniques for monitoring dangerous infections. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2006; 10(1): 143–55.
527. Lammers R, Hudson D, Seaman M: Prediction of traumatic wound infection with a neural network-derived decision model. *Am J Emerg Med* 2003; 21(1): 1–7.
528. Lamnek S: *Qualitative Sozialforschung: Lehrbuch*. 4th ed. Weinheim, Basel: Beltz, PVU 2005.
529. Lamy J-B, Ebrahimi V, Riou C, et al.: How to translate therapeutic recommendations in clinical practice guidelines into rules for critiquing physician prescriptions? Methods and application to five guidelines. *BMC Med Inform Decis Mak* 2010; 10: 31.
530. Langenhoff BS, Krabbe PF, Ruers TJ: Computer-based decision making in medicine: A model for surgery of colorectal liver metastases. *Eur J Surg Oncol* 2007; 33 Suppl 2: S111-7.
531. Lapham G, Achtmeyer C, Williams E, Hawkins E, Kivlahan D, Bradley K: Increased documented brief alcohol interventions with a performance measure and electronic decision support. *Med Care* 2012; 50(2): 179–87.
532. Larsen GY, Donaldson AE, Parker HB, Grant, Mary Jo C: Preventable harm occurring to critically ill children. *Pediatric critical care medicine a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies* 2007; 8(4): 331–6.
533. Larson M, Ko C, Dominitz J: Effectiveness of a provider reminder on fecal occult blood test follow-up. *Dig Dis Sci* 2009; 54(9): 1991–6.
534. Le M, Buchler M, Thierry A, et al.: Individualized mycophenolate mofetil dosing based on drug exposure significantly improves patient outcomes after renal transplantation. *Am J Transplant* 2007; 7(11): 2496–503.

535. Lecumberri R, Panizo E, Gomez-Guiu A, et al.: Economic impact of an electronic alert system to prevent venous thromboembolism in hospitalised patients. *J Thromb Haemost* 2011; 9(6): 1108–15.
536. Lederer J, Best D: Reduction in anticoagulation-related adverse drug events using a trigger-based methodology. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2005; 31(6): 313–8.
537. LEDLEY RS, LUSTED LB: Reasoning foundations of medical diagnosis; symbolic logic, probability, and value theory aid our understanding of how physicians reason. *Science* 1959; 130(3366): 9–21.
538. Lee C-S, Wang M-H: A fuzzy expert system for diabetes decision support application. *IEEE Trans Syst Man Cybern B Cybern* 2011; 41(1): 139–53.
539. Lee D, Keizer N de, Lau F, Cornet R: Literature review of SNOMED CT use. *Journal of the American Medical Informatics Association JAMIA* 2014; 21(e1): e11-9.
540. Lee N-J, Chen E, Currie L, et al.: The effect of a mobile clinical decision support system on the diagnosis of obesity and overweight in acute and primary care encounters. *ANS Adv Nurs Sci* 2009; 32(3): 211–21.
541. Lee Y, Chae Y, Jeon S: Integration and Evaluation of Clinical Decision Support Systems for Diagnosis Idiopathic Pulmonary Fibrosis (IPF). *Healthc Inform Res* 2010; 16(4): 260–72.
542. Lee Y, Kozar KA, and Larsen, Kai R.T.: The Technology Acceptance Model: Past, Present, and Future. *Communications of the Association for Information Systems* 2003; 2003(12): 752–80.
543. Leegon J, Aronsky D: Impact of different training strategies on the accuracy of a Bayesian network for predicting hospital admission. *AMIA Annu Symp Proc* 2006: 474–8.
544. Lehmann C, Conner K, Cox J: Preventing provider errors: online total parenteral nutrition calculator. *Pediatrics* 2004; 113(4): 748–53.
545. Leibovici L, Paul M, Nielsen A, Tacconelli E, Andreassen S: The TREAT project: decision support and prediction using causal probabilistic networks. *Int J Antimicrob Agents* 2007; 30 Suppl 1: S93-102.
546. Leite C, Sizilio G, Neto A, Valentim R, Guerreiro A: A fuzzy model for processing and monitoring vital signs in ICU patients. *Biomed Eng Online* 2011; 10: 68.

547. Leslie S, Hartswood M, Meurig C, et al.: Clinical decision support software for management of chronic heart failure: development and evaluation. *Comput Biol Med* 2006; 36(5): 495–506.
548. Lesourd F, Avril C, Boujennah A, Parinaud J: A computerized decision support system for ovarian stimulation by gonadotropins. *Fertil Steril* 2002; 77(3): 456–60.
549. Lester W, Grant R, Barnett G, Chueh H: Randomized controlled trial of an informatics-based intervention to increase statin prescription for secondary prevention of coronary disease. *J Gen Intern Med* 2006; 21(1): 22–9.
550. Liang Y, Leung K-S, Mok T: A novel evolutionary drug scheduling model in cancer chemotherapy. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2006; 10(2): 237–45.
551. Lin C-C, Wang Y-C, Chen J-Y, et al.: Artificial neural network prediction of clozapine response with combined pharmacogenetic and clinical data. *Comput Methods Programs Biomed* 2008; 91(2): 91–9.
552. Lin HC, Wu HC, Chang CH, Li TC, Liang WM, Wang JY: A real time online assessment system with modeled architecture on clinical infometrics for patient reported outcomes of prostate cancer. *Comput Methods Programs Biomed* 2010.
553. Lin H-C, Wu H-C, Chang C-H, Li T-C, Liang W-M, Wang J-Y: Development of a real-time clinical decision support system upon the Web MVC-based architecture for prostate cancer treatment. *BMC Med Inform Decis Mak* 2011; 11: 16.
554. Lin J-W, Chu P-L, Liou J-M, Hwang J-J: Applying a multiple screening program aided by a guideline-driven computerized decision support system - a pilot experience in Yun-Lin, Taiwan. *J Formos Med Assoc* 2007; 106(1): 58–68.
555. Lin R-H: An intelligent model for liver disease diagnosis. *Artif Intell Med* 2009; 47(1): 53–62.
556. Lin Y-C, Chang C-S, Yeh C-J, Wu Y-C: The appropriateness and physician compliance of platelet usage by a computerized transfusion decision support system in a medical center. *Transfusion* 2010; 50(12): 2565–70.
557. Linder J, Rigotti N, Schneider L, Kelley J, Brawarsky P, Haas J: An electronic health record-based intervention to improve tobacco treatment in primary care: a cluster-randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 2009; 169(8): 781–7.
558. Linder J, Schnipper J, Tsurikova R, et al.: Documentation-based clinical decision support to improve antibiotic prescribing for acute respiratory infections in

- primary care: a cluster randomised controlled trial. *Inform Prim Care* 2009; 17(4): 231–40.
559. Lindgren H: Limitations in physicians' knowledge when assessing dementia diseases - an evaluation study of a decision-support system. *Stud Health Technol Inform* 2011; 169: 120–4.
 560. Lipton J, Barendse R, Schinkel A, Akkerhuis K, Simoons M, Sijbrands E: Impact of an alerting clinical decision support system for glucose control on protocol compliance and glycemic control in the intensive cardiac care unit. *Diabetes Technol Ther* 2011; 13(3): 343–9.
 561. Liu H, Harker J, Wong A, et al.: Case finding for population-based studies of rheumatoid arthritis: comparison of patient self-reported ACR criteria-based algorithms to physician-implicit review for diagnosis of rheumatoid arthritis. *Semin Arthritis Rheum* 2004; 33(5): 302–10.
 562. Liu S-A, Chiu Y-T, Lin W-D, Chen S-J: Using information technology to reduce the inappropriate use of surgical prophylactic antibiotic. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2008; 265(9): 1109–12.
 563. Lo H, Matheny M, Seger D, Bates D, Gandhi T: Impact of non-interruptive medication laboratory monitoring alerts in ambulatory care. *J Am Med Inform Assoc* 2009; 16(1): 66–71.
 564. Lobach D, Silvey G, Willis J, et al.: Coupling direct collection of health risk information from patients through kiosks with decision support for proactive care management. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 429–33.
 565. Locatelli F, Covic A, Macdougall I, Scherhag A, Wiecek A: Effect of computer-assisted European Best Practice Guideline implementation on adherence and target attainment: ORAMA results. *J Nephrol* 2009; 22(5): 662–74.
 566. Loke P, Chew L, Yap C: Pilot study on developing a decision support tool for guiding re-administration of chemotherapeutic agent after a serious adverse drug reaction. *BMC Cancer* 2011; 11: 319.
 567. Lomotan E, Hoeksema L, Edmonds D, Ramirez-Garnica G, Shiffman R, Horwitz L: Evaluating the use of a computerized clinical decision support system for asthma by pediatric pulmonologists. *Int J Med Inform* 2012; 81(3): 157–65.

568. Longhurst C, Turner S, Burgos A: Development of a Web-based decision support tool to increase use of neonatal hyperbilirubinemia guidelines. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2009; 35(5): 256–62.
569. Loo T, Davis R, Lipsitz L, et al.: Electronic medical record reminders and panel management to improve primary care of elderly patients. *Arch Intern Med* 2011; 171(17): 1552–8.
570. Luaces O, Taboada F, Albaiceta G, Dominguez L, Enriquez P, Bahamonde A: Predicting the probability of survival in intensive care unit patients from a small number of variables and training examples. *Artif Intell Med* 2009; 45(1): 63–76.
571. Luciani D, Marchesi M, Bertolini G: The role of Bayesian Networks in the diagnosis of pulmonary embolism. *J Thromb Haemost* 2003; 1(4): 698–707.
572. Luna D, Otero V, Canosa D, Montenegro S, Otero P, de Q: Analysis and redesign of a knowledge database for a drug-drug interactions alert system. *Stud Health Technol Inform* 2007; 129(Pt 2): 885–9.
573. Lundin J, Lundin M, Isola J, Joensuu H: Evaluation of a web-based system for survival estimation in breast cancer. *Stud Health Technol Inform* 2003; 95: 788–93.
574. Lyerla F, LeRouge C, Cooke D, Turpin D, Wilson L: A nursing clinical decision support system and potential predictors of head-of-bed position for patients receiving mechanical ventilation. *Am J Crit Care* 2010; 19(1): 39–47.
575. Lyman J, Cohn W, Bloomrosen M, Detmer D: Clinical decision support: progress and opportunities. *J Am Med Inform Assoc* 2010; 17(5): 487–92.
576. Lyons S, Tripp-Reimer T, Sorofman B, et al.: VA QUERI informatics paper: information technology for clinical guideline implementation: perceptions of multidisciplinary stakeholders. *J Am Med Inform Assoc* 2005; 12(1): 64–71.
577. Mackenzie C, Hu P, Sen A, et al.: Automatic pre-hospital vital signs waveform and trend data capture fills quality management, triage and outcome prediction gaps. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 318–22.
578. Maclean C, Gagnon M, Callas P, Littenberg B: The Vermont diabetes information system: a cluster randomized trial of a population based decision support system. *J Gen Intern Med* 2009; 24(12): 1303–10.

579. Macri J, Downs S, Demark-Wahnefried W, Snyder D, Lobach D: A simple, flexible and scalable approach for generating tailored questionnaires and health education messages. *Comput Inform Nurs* 2005; 23(6): 316–21.
580. Magid S, Pancoast P, Fields T, Bradley D, Williams R: Employing clinical decision support to attain our strategic goal: the safe care of the surgical patient. *J Healthc Inf Manag* 2007; 21(2): 18–25.
581. Magill M, Day J, Mervis A, et al.: Improving colonoscopy referral rates through computer-supported, primary care practice redesign. *J Healthc Qual* 2009; 31(4): 43-52; quiz 52-3.
582. Maio G: *Grundlagen der Ethik in der Medizin*. 1st ed. Stuttgart: Schattauer 2011.
583. Mair FS, May C, O'Donnell C, Finch T, Sullivan F, Murray E: Factors that promote or inhibit the implementation of e-health systems: an explanatory systematic review. *Bulletin of the World Health Organization* 2012; 90(5): 357–64.
584. Maizels M, Wolfe W: An expert system for headache diagnosis: the Computerized Headache Assessment tool (CHAT). *Headache* 2008; 48(1): 72–8.
585. Malolepszy A, Kacki E: Genetic programming in medical diagnosis. *Stud Health Technol Inform* 2003; 95: 44–9.
586. Malone D, Saverno K: Evaluation of a wireless handheld medication management device in the prevention of drug-drug interactions in a Medicaid population. *J Manag Care Pharm* 2012; 18(1): 33–45.
587. Mane K, Bizon C, Owen P, Gersing K, Mostafa J, Schmitt C: Patient electronic health data-driven approach to clinical decision support. *Clin Transl Sci* 2011; 4(5): 369–71.
588. Mangione-Smith R, DeCristofaro AH, Setodji CM, et al.: The quality of ambulatory care delivered to children in the United States. *The New England journal of medicine* 2007; 357(15): 1515–23.
589. Mann D, Kannry J, Edonyabo D, et al.: Rationale, design, and implementation protocol of an electronic health record integrated clinical prediction rule (iCPR) randomized trial in primary care. *Implement Sci* 2011; 6: 109.
590. Manns B, Tonelli M, Culleton B, et al.: A cluster randomized trial of an enhanced eGFR prompt in chronic kidney disease. *Clin J Am Soc Nephrol* 2012; 7(4): 565–72.

591. Maragoudakis M, Lymberopoulos D, Fakotakis N, Spiropoulos K: A hierarchical, ontology-driven Bayesian concept for ubiquitous medical environments--a case study for pulmonary diseases. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2008; 2008: 3807–10.
592. Marcos M, Maldonado JA, Martínez-Salvador B, Boscá D, Robles M: Interoperability of clinical decision-support systems and electronic health records using archetypes: a case study in clinical trial eligibility. *Journal of biomedical informatics* 2013; 46(4): 676–89.
593. Marcy T, Kaplan B, Connolly S, Michel G, Shiffman R, Flynn B: Developing a decision support system for tobacco use counselling using primary care physicians. *Inform Prim Care* 2008; 16(2): 101–9.
594. Mark T, Johnson G, Fortner B, Ryan K: The benefits and challenges of using computer-assisted symptom assessments in oncology clinics: results of a qualitative assessment. *Technol Cancer Res Treat* 2008; 7(5): 401–6.
595. Marschollek M, Bott O, Wolf K-H, et al.: Home care decision support using an Arden engine - merging smart home and vital signs data. *Stud Health Technol Inform* 2009; 146: 483–7.
596. Martens J, van derAa A, Panis B, van derWeijden T, Winkens R, Severens J: Design and evaluation of a computer reminder system to improve prescribing behaviour of GPs. *Stud Health Technol Inform* 2006; 124: 617–23.
597. Martens JD, van der WeijdenT, Severens JL, et al.: The effect of computer reminders on GPs' prescribing behaviour: a cluster-randomised trial. *Int J Med Inform* 2007; 76 Suppl 3: S403-16.
598. Martin-Guerrero J, Camps-Valls G, Soria-Olivas E, Serrano-Lopez A, Perez-Ruixo J, Jimenez-Torres N: Dosage individualization of erythropoietin using a profile-dependent support vector regression. *IEEE Trans Biomed Eng* 2003; 50(10): 1136–42.
599. Mashour G, Esaki R, Vandervest J, Shanks A, Kheterpal S: A novel electronic algorithm for detecting potentially insufficient anesthesia: implications for the prevention of intraoperative awareness. *J Clin Monit Comput* 2009; 23(5): 273–7.
600. Matheny M, Miller R, Ikizler T, et al.: Development of inpatient risk stratification models of acute kidney injury for use in electronic health records. *Med Decis Making* 2010; 30(6): 639–50.

601. Matheny M, Sequist T, Seger A, et al.: A randomized trial of electronic clinical reminders to improve medication laboratory monitoring. *J Am Med Inform Assoc* 2008; 15(4): 424–9.
602. Matsumura Y, Yamaguchi T, Hasegawa H, et al.: Alert system for inappropriate prescriptions relating to patients' clinical condition. *Methods Inf Med* 2009; 48(6): 566–73.
603. Mattila J, Koikkalainen J, Virkki A, van G, Lotjonen J: Design and application of a generic clinical decision support system for multiscale data. *IEEE Trans Biomed Eng* 2012; 59(1): 234–40.
604. Mattison M, Afonso K, Ngo L, Mukamal K: Preventing potentially inappropriate medication use in hospitalized older patients with a computerized provider order entry warning system. *Arch Intern Med* 2010; 170(15): 1331–6.
605. Maviglia S, Zielstorff R, Paterno M, Teich J, Bates D, Kuperman G: Automating complex guidelines for chronic disease: lessons learned. *J Am Med Inform Assoc* 2003; 10(2): 154–65.
606. May C, Finch T: Implementing, Embedding, and Integrating Practices: An Outline of Normalization Process Theory. *Sociology* 2009(43): 535–54.
607. Mayer B, Rangwala H, Gupta R, et al.: Feature mining for prediction of degree of liver fibrosis. *AMIA Annu Symp Proc* 2005: 1048.
608. Mayring P: Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken. 5th ed. Weinheim: Beltz 2002.
609. Mayring P: Qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken. 5th ed. [Weinheim]: Beltz Verlagsgruppe 2002.
610. McCoy A, Waitman L, Gadd C, et al.: A computerized provider order entry intervention for medication safety during acute kidney injury: a quality improvement report. *Am J Kidney Dis* 2010; 56(5): 832–41.
611. McDaniel JG: Improving system quality through software evaluation. *Computers in biology and medicine* 2002; 32(3): 127–40.
612. McDonald M, Pezzin L, Feldman P, Murtaugh C, Peng T: Can just-in-time, evidence-based "reminders" improve pain management among home health care nurses and their patients? *J Pain Symptom Manage* 2005; 29(5): 474–88.

613. McGlynn EA, Asch SM, Adams J, et al.: The quality of health care delivered to adults in the United States. *The New England journal of medicine* 2003; 348(26): 2635–45.
614. Mehta CR: StatXact: A Statistical Package for Exact Nonparametric Inference. *The American Statistician* 1991; 45(1): 74.
615. Meigs J, Cagliero E, Dubey A, et al.: A controlled trial of web-based diabetes disease management: the MGH diabetes primary care improvement project. *Diabetes Care* 2003; 26(3): 750–7.
616. Merton RK, Kendall PL: Das fokussierte Interview. In: Hopf C, Weingarten E (eds.): *Qualitative Sozialforschung*, 1st ed. Stuttgart: Klett Cotta 1979.
617. Mey G, Mruck K: *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden 2010.
618. Meyer JL, Sharpe M, Brock K, et al.: Advanced technologies in the radiotherapy clinic: system fundamentals. *Frontiers of radiation therapy and oncology* 2011; 43: 29–59.
619. Michel G, Marcy T, Shiffman R: A wireless, handheld decision support system to promote smoking cessation in primary care. *AMIA Annu Symp Proc* 2005: 530–4.
620. Mihajlovic G, Milovanovic D, Jankovic S: Comparison of efficacy and safety between individualized and empiric dose regimen of amitriptyline in the treatment of major depressive episode. *Psychiatry Clin Neurosci* 2003; 57(6): 580–5.
621. Milani R, Oleck S, Lavie C: Medication errors in patients with severe chronic kidney disease and acute coronary syndrome: the impact of computer-assisted decision support. *Mayo Clin Proc* 2011; 86(12): 1161–4.
622. Miller K: Using a computer-based risk assessment tool to identify risk for chemotherapy-induced febrile neutropenia. *Clin J Oncol Nurs* 2010; 14(1): 87–91.
623. Miller R, Waitman L, Chen S, Rosenbloom S: The anatomy of decision support during inpatient care provider order entry (CPOE): empirical observations from a decade of CPOE experience at Vanderbilt. *J Biomed Inform* 2005; 38(6): 469–85.

624. Miller RA: Medical diagnostic decision support systems--past, present, and future: a threaded bibliography and brief commentary. *J Am Med Inform Assoc* 1994; 1(1): 8–27.
625. Milner K, Healy D, Barry K, Blow F, Irmiter C, De C: State mental health policy: implementation of computerized medication prescribing algorithms in a community mental health system. *Psychiatr Serv* 2009; 60(8): 1010–2.
626. Miniati M, Bottai M, Monti S, Salvadori M, Serasini L, Passera M: Simple and accurate prediction of the clinical probability of pulmonary embolism. *Am J Respir Crit Care Med* 2008; 178(3): 290–4.
627. Mirtallo J, Hawksworth K, Payne B: A nutrition support service web application to manage patients receiving parenteral nutrition. *Nutr Clin Pract* 2009; 24(4): 447–58.
628. Mirza M, Gholamhosseini H, Harrison M: A fuzzy logic-based system for anaesthesia monitoring. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2010; 2010: 3974–7.
629. Miskulin D, Weiner D, Tighiouart H, et al.: Computerized decision support for EPO dosing in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2009; 54(6): 1081–8.
630. Mitchell JA, Gerdin U, Lindberg, D A B, et al.: 50 years of informatics research on decision support: what's next. *Methods Inf Med* 2011; 50(6): 525–35.
631. Mnatsakanyan Z, Mollura D, Ticehurst J, Hashemian M, Hung L: Electronic medical record (EMR) utilization for public health surveillance. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 480–4.
632. Modai I, Kuperman J, Goldberg I, Goldish M, Mendel S: Fuzzy logic detection of medically serious suicide attempt records in major psychiatric disorders. *J Nerv Ment Dis* 2004; 192(10): 708–10.
633. Mollon B, Chong J, Holbrook A, Sung M, Thabane L, Foster G: Features predicting the success of computerized decision support for prescribing: a systematic review of randomized controlled trials. *BMC Med Inform Decis Mak* 2009; 9: 11.
634. Montani S, Bellazzi R: Supporting decisions in medical applications: the knowledge management perspective. *Int J Med Inform* 2002; 68(1-3): 79–90.
635. Moore C, Li J, Hung C-C, Downs J, Nebeker J: Predictive value of alert triggers for identification of developing adverse drug events. *J Patient Saf* 2009; 5(4): 223–8.

636. Moore L, Turner K, Todd S, McKinley B, Moore F: Computerized clinical decision support improves mortality in intra abdominal surgical sepsis. *Am J Surg* 2010; 200(6): 839-43; discussion 843-4.
637. Morrison R, Meier D, Fischberg D, et al.: Improving the management of pain in hospitalized adults. *Arch Intern Med* 2006; 166(9): 1033–9.
638. Mosen D, Elliott C, Egger M, et al.: The effect of a computerized reminder system on the prevention of postoperative venous thromboembolism. *Chest* 2004; 125(5): 1635–41.
639. Mougiakakou S, Bartsocas C, Bozas E, et al.: SMARTDIAB: a communication and information technology approach for the intelligent monitoring, management and follow-up of type 1 diabetes patients. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2010; 14(3): 622–33.
640. Moxey A, Robertson J, Newby D, Hains I, Williamson M, Pearson S-A: Computerized clinical decision support for prescribing: provision does not guarantee uptake. *J Am Med Inform Assoc* 2010; 17(1): 25–33.
641. Mueller M, Wagner C, Annibale D, Knapp R, Hulsey T, Almeida J: Parameter selection for and implementation of a web-based decision-support tool to predict extubation outcome in premature infants. *BMC Med Inform Decis Mak* 2006; 6: 11.
642. Müller J: Patientenrechte - Schutz vor Schaden. *Bayerisches Ärzteblatt* 2007(7-8): 418–9.
643. Mullett C, Thomas J, Smith C, Sarwari A, Khakoo R: Computerized antimicrobial decision support: an offline evaluation of a database-driven empiric antimicrobial guidance program in hospitalized patients with a bloodstream infection. *Int J Med Inform* 2004; 73(5): 455–60.
644. Murley D, Rees S, Rasmussen B, Andreassen S: Decision support of inspired oxygen selection based on Bayesian learning of pulmonary gas exchange parameters. *Artif Intell Med* 2005; 34(1): 53–63.
645. Murphy J, Malone D, Olson B, Grizzle A, Armstrong E, Skrepnek G: Development of computerized alerts with management strategies for 25 serious drug-drug interactions. *Am J Health Syst Pharm* 2009; 66(1): 38–44.
646. Murray M, Harris L, Overhage J, et al.: Failure of computerized treatment suggestions to improve health outcomes of outpatients with uncomplicated hyperten-

- sion: results of a randomized controlled trial. *Pharmacotherapy* 2004; 24(3): 324–37.
647. Nachtigall I, Deja M, Halle E, et al.: Einführung von SOPs zur initialen kalkulierten Antibiotikatherapie bei Erwachsenen--Ein neues Computerprogramm an der Charite. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2006; 41(10): 626–35.
 648. Nader C, Tsevat J, Justice A, et al.: Development of an electronic medical record-based clinical decision support tool to improve HIV symptom management. *AIDS Patient Care STDS* 2009; 23(7): 521–9.
 649. Nair B, Newman S-F, Peterson G, Wu W-Y, Schwid H: Feedback mechanisms including real-time electronic alerts to achieve near 100% timely prophylactic antibiotic administration in surgical cases. *Anesth Analg* 2010; 111(5): 1293–300.
 650. Narasingarao MR, Manda R, Sridhar GR, Madhu K, Rao AA: A clinical decision support system using multilayer perceptron neural network to assess well being in diabetes. *J Assoc Physicians India* 2009; 57: 127–33.
 651. Nash I, Rojas M, Hebert P, et al.: Reducing excessive medication administration in hospitalized adults with renal dysfunction. *Am J Med Qual* 2005; 20(2): 64–9.
 652. NASH FA: Differential diagnosis, an apparatus to assist the logical faculties. *Lancet* 1954; 266(6817): 874–5.
 653. National Quality Forum (NQF): Driving Quality and Performance Measurement—A Foundation for Clinical Decision Support: A Consensus Report. Washington, DC 2010.
 654. Naumov L: Differential-diagnostic algorithm as a teaching and diagnostic method in cardiological practice. *Anadolu Kardiyol Derg* 2002; 2(2): 148–59.
 655. Naylor RJ: Medication errors: Lessons for education and healthcare. Abingdon, U.K.: Radcliffe Medical Press 2002.
 656. Nease D, Green L: ClinfoTracker: a generalizable prompting tool for primary care. *J Am Board Fam Pract* 2003; 16(2): 115–23.
 657. Nease D, Ruffin M, 4th., Klinkman M, Jimbo M, Braun T, Underwood J: Impact of a generalizable reminder system on colorectal cancer screening in diverse primary care practices: a report from the prompting and reminding at encounters for prevention project. *Med Care* 2008; 46(9 Suppl 1): S68-73.

658. Nelson N, Allen J: A user-designed bedside glucose tool. *AMIA Annu Symp Proc* 2006; 1046.
659. Nendaz MR, Chopard P, Lovis C, et al.: Adequacy of venous thromboprophylaxis in acutely ill medical patients (IMPART): multisite comparison of different clinical decision support systems. *J Thromb Haemost* 2010; 8(6): 1230–4.
660. Neubert A, Dormann H, Weiss J, et al.: Are computerised monitoring systems of value to improve pharmacovigilance in paediatric patients? *Eur J Clin Pharmacol* 2006; 62(11): 959–65.
661. Newton C, Smiley D, Bode B, et al.: A comparison study of continuous insulin infusion protocols in the medical intensive care unit: computer-guided vs. standard column-based algorithms. *J Hosp Med* 2010; 5(8): 432–7.
662. NHS Scotland: eHealth Strategy 2014-2017.
663. Niederkoehr R, Levin L: Management of the patient with suspected temporal arteritis a decision-analytic approach. *Ophthalmology* 2005; 112(5): 744–56.
664. Niemi K, Geary S, Quinn B, Larrabee M, Brown K: Implementation and evaluation of electronic clinical decision support for compliance with pneumonia and heart failure quality indicators. *Am J Health Syst Pharm* 2009; 66(4): 389–97.
665. Nies J, Colombet I, Zapletal E, Gillaizeau F, Chevalier P, Durieux P: Effects of automated alerts on unnecessarily repeated serology tests in a cardiovascular surgery department: a time series analysis. *BMC Health Serv Res* 2010; 10: 70.
666. Nieuwlaat R, Connolly S, Mackay J, et al.: Computerized clinical decision support systems for therapeutic drug monitoring and dosing: a decision-maker-researcher partnership systematic review. *Implement Sci* 2011; 6: 90.
667. Nirantharakumar K, Chen YF, Marshall T, Webber J, Coleman J: Clinical decision support systems in the care of hospitalized patients with diabetes in non-critical care setting: systematic review. *Diabet Med* 2011.
668. Noormohammad S, Mamlin B, Biondich P, McKown B, Kimaiyo S, Were M: Changing course to make clinical decision support work in an HIV clinic in Kenya. *Int J Med Inform* 2010; 79(3): 204–10.
669. o.V.: Methods and tools for representing computerised clinical guidelines. <http://www.openclinical.org/gmmsummaries.html> (abgerufen am: May 30, 2015).

670. Obermeier M, Pironti A, Berg T, et al.: HIV-GRADE: a publicly available, rules-based drug resistance interpretation algorithm integrating bioinformatic knowledge. *Intervirology* 2012; 55(2): 102–7.
671. Obot O, Uzoka F-M: Experimental study of fuzzy-rule based management of tropical diseases: case of malaria diagnosis. *Stud Health Technol Inform* 2008; 137: 328–39.
672. O'Connor P, Sperl-Hillen J, Rush W, et al.: Impact of electronic health record clinical decision support on diabetes care: a randomized trial. *Ann Fam Med* 2011; 9(1): 12–21.
673. Ogunyemi O, Mukherjee S, Ani C, et al.: CEDRIC: a computerized chronic disease management system for urban, safety net clinics. *Stud Health Technol Inform* 2010; 160(Pt 1): 208–12.
674. Okon T, Lutz P, Liang H: Improved pain resolution in hospitalized patients through targeting of pain mismanagement as medical error. *J Pain Symptom Manage* 2009; 37(6): 1039–49.
675. O'Neill E, Dluhy N, Hansen A, Ryan J: Coupling the N-CODES system with actual nurse decision-making. *Comput Inform Nurs* 2006; 24(1): 28-34; quiz 35-6.
676. Oppenheim M, Vidal C, Velasco F, et al.: Impact of a computerized alert during physician order entry on medication dosing in patients with renal impairment. *Proc AMIA Symp* 2002: 577–81.
677. O'Reilly D, Tarride J-E, Goeree R, Lokker C, McKibbin KA: The economics of health information technology in medication management: a systematic review of economic evaluations. *Journal of the American Medical Informatics Association JAMIA* 2012; 19(3): 423–38.
678. O'Reilly M, Talsma A, VanRiper S, Kheterpal S, Burney R: An anesthesia information system designed to provide physician-specific feedback improves timely administration of prophylactic antibiotics. *Anesth Analg* 2006; 103(4): 908–12.
679. Orlando L, Hauser E, Christianson C, et al.: Protocol for implementation of family health history collection and decision support into primary care using a computerized family health history system. *BMC Health Serv Res* 2011; 11: 264.
680. Orthuber W, Sommer T: A searchable patient record database for decision support. *Stud Health Technol Inform* 2009; 150: 584–8.

681. Orunesu E, Bagnasco M, Salmaso C, et al.: Use of an artificial neural network to predict Graves' disease outcome within 2 years of drug withdrawal. *Eur J Clin Invest* 2004; 34(3): 210–7.
682. Osheroff J, Teich J, Middleton B, Steen E, Wright A, Detmer D: A Roadmap for National Action on Clinical Decision Support.
https://www.amia.org/sites/default/files/files_2/A-Roadmap-for-National-Action-on-Clinical-Decision-Support-June132006.pdf 2006.
683. O'Sullivan D, McLoughlin E, Bertolotto M, Wilson D: Mobile case-based decision support for intelligent patient knowledge management. *Health Informatics J* 2007; 13(3): 179–93.
684. Overbeek LI, Hermens RP, van KriekenJH, et al.: Electronic reminders for pathologists promote recognition of patients at risk for Lynch syndrome: cluster-randomised controlled trial. *Virchows Arch* 2010; 456(6): 653–9.
685. Pace F, Buscema M, Dominici P, et al.: Artificial neural networks are able to recognize gastro-oesophageal reflux disease patients solely on the basis of clinical data. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2005; 17(6): 605–10.
686. Pachler C, Plank J, Weinhandl H, et al.: Tight glycaemic control by an automated algorithm with time-variant sampling in medical ICU patients. *Intensive Care Med* 2008; 34(7): 1224–30.
687. Padberg F, Hauck K, Mercer R, Lal BK, Pappas P: Screening for abdominal aortic aneurysm with electronic clinical reminders. *Am J Surg* 2009; 198(5): 670–4.
688. Paghava I, Tortladze G, Phagava H, Manjavidze N: An expert system for differential diagnosis of tall stature syndrome. *Georgian Med News* 2006(131): 55–8.
689. Palchuk M, Seger D, Alexeyev A, et al.: Implementing renal impairment and geriatric decision support in ambulatory e-prescribing. *AMIA Annu Symp Proc* 2005: 1071.
690. Palen T, Price D, Snyder A, Shetterly S: Computerized alert reduced D-dimer testing in the elderly. *Am J Manag Care* 2010; 16(11): e267-75.
691. Palen T, Raebel M, Lyons E, Magid D: Evaluation of laboratory monitoring alerts within a computerized physician order entry system for medication orders. *Am J Manag Care* 2006; 12(7): 389–95.

692. Panzarasa S, Quaglini S, Cavallini A, et al.: Workflow technology to enrich a computerized clinical chart with decision support facilities. *AMIA Annu Symp Proc* 2006; 619–23.
693. Papageorgiou E, Stylios C, Groumpos P: A combined Fuzzy Cognitive Map and decision trees model for medical decision making. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2006; 1: 6117–20.
694. Papaioannou A, Kennedy C, Campbell G, et al.: A team-based approach to warfarin management in long term care: a feasibility study of the MEDeINR electronic decision support system. *BMC Geriatr* 2010; 10: 38.
695. Pare G, Sicotte C, Jaana M, Girouard D: Prioritizing the risk factors influencing the success of clinical information system projects. A Delphi study in Canada. *Methods Inf Med* 2008; 47(3): 251–9.
696. Park H-i, Min W-K, Lee W, et al.: Evaluating the short message service alerting system for critical value notification via PDA telephones. *Ann Clin Lab Sci* 2008; 38(2): 149–56.
697. Patterson E, Doebebeling B, Fung C, Militello L, Anders S, Asch S: Identifying barriers to the effective use of clinical reminders: bootstrapping multiple methods. *J Biomed Inform* 2005; 38(3): 189–99.
698. Patterson E, Nguyen A, Halloran J, Asch S: Human factors barriers to the effective use of ten HIV clinical reminders. *J Am Med Inform Assoc* 2004; 11(1): 50–9.
699. Paul M, Andreassen S, Tacconelli E, et al.: Improving empirical antibiotic treatment using TREAT, a computerized decision support system: cluster randomized trial. *J Antimicrob Chemother* 2006; 58(6): 1238–45.
700. Pedersen B, Jeberg K, Koerner C, et al.: IT for advanced life support in hospitals. *Stud Health Technol Inform* 2009; 143: 429–34.
701. Pedreira C, Macrini L, Land M, Costa E: New decision support tool for treatment intensity choice in childhood acute lymphoblastic leukemia. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2009; 13(3): 284–90.
702. Peiris D, Joshi R, Webster R, et al.: An electronic clinical decision support tool to assist primary care providers in cardiovascular disease risk management: development and mixed methods evaluation. *J Med Internet Res* 2009; 11(4): e51.

703. Peleg M, Shachak A, Wang D, Karnieli E: Using multi-perspective methodologies to study users' interactions with the prototype front end of a guideline-based decision support system for diabetic foot care. *Int J Med Inform* 2009; 78(7): 482–93.
704. Persell S, Dunne A, Lloyd-Jones D, Baker D: Electronic health record-based cardiac risk assessment and identification of unmet preventive needs. *Med Care* 2009; 47(4): 418–24.
705. Pestian J, Spencer M, Matykiewicz P, Zhang K, Vinks AA, Glauser T: Personalizing Drug Selection Using Advanced Clinical Decision Support. *Biomed Inform Insights* 2009; 2: 19–29.
706. Peterson J, Kuperman G, Shek C, Patel M, Avorn J, Bates D: Guided prescription of psychotropic medications for geriatric inpatients. *Arch Intern Med* 2005; 165(7): 802–7.
707. Peterson K, Radosevich D, O'Connor P, et al.: Improving Diabetes Care in Practice: findings from the TRANSLATE trial. *Diabetes Care* 2008; 31(12): 2238–43.
708. Petrick N, Sahiner B, Armato SG, et al.: Evaluation of computer-aided detection and diagnosis systems. *Medical physics* 2013; 40(8): 87001.
709. Pfaff M, Weller K, Woetzel D, et al.: Prediction of cardiovascular risk in hemodialysis patients by data mining. *Methods Inf Med* 2004; 43(1): 106–13.
710. Phillips I, Nelsen C, Peterson J, Sullivan T, Waitman L: Improving aminoglycoside dosing through computerized clinical decision support and pharmacy therapeutic monitoring systems. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 1093.
711. Pignone M, Sheridan S, Lee Y, et al.: Heart to Heart: a computerized decision aid for assessment of coronary heart disease risk and the impact of risk-reduction interventions for primary prevention. *Prev Cardiol* 2004; 7(1): 26–33.
712. Polat K, Gunes S: A hybrid approach to medical decision support systems: combining feature selection, fuzzy weighted pre-processing and AIRS. *Comput Methods Programs Biomed* 2007; 88(2): 164–74.
713. Pomi A, Olivera F: Context-sensitive autoassociative memories as expert systems in medical diagnosis. *BMC Med Inform Decis Mak* 2006; 6: 39.

714. Popescu M, Arthur G: OntoQuest: a physician decision support system based on ontological queries of the hospital database. *AMIA Annu Symp Proc* 2006; 639–43.
715. Porter S, Cai Z, Gribbons W, Goldmann D, Kohane I: The asthma kiosk: a patient-centered technology for collaborative decision support in the emergency department. *J Am Med Inform Assoc* 2004; 11(6): 458–67.
716. Poulakis V, Witzsch U, de V, et al.: Preoperative neural network using combined magnetic resonance imaging variables, prostate specific antigen, and Gleason score to predict prostate cancer recurrence after radical prostatectomy. *Eur Urol* 2004; 46(5): 571–8.
717. Pyper C, Frize M, Lindgaard G: Bayesian-based diagnostic decision-support for pediatrics. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2008; 2008: 4318–21.
718. Quaglini S, Giorgino T, Rojas-Barahona L, et al.: An automated voice response system for anticoagulant therapy management. *Stud Health Technol Inform* 2009; 150: 453–7.
719. Quinn C, Clough S, Minor J, Lender D, Okafor M, Gruber-Baldini A: WellDoc mobile diabetes management randomized controlled trial: change in clinical and behavioral outcomes and patient and physician satisfaction. *Diabetes Technol Ther* 2008; 10(3): 160–8.
720. Quinzler R, Schmitt S, Pritsch M, Kaltschmidt J, Haefeli W: Substantial reduction of inappropriate tablet splitting with computerised decision support: a prospective intervention study assessing potential benefit and harm. *BMC Med Inform Decis Mak* 2009; 9: 30.
721. Raebel M, Carroll N, Kelleher J, Chester E, Berga S, Magid D: Randomized trial to improve prescribing safety during pregnancy. *J Am Med Inform Assoc* 2007; 14(4): 440–50.
722. Raebel M, Charles J, Dugan J, et al.: Randomized trial to improve prescribing safety in ambulatory elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55(7): 977–85.
723. Raebel M, Lyons E, Chester E, et al.: Improving laboratory monitoring at initiation of drug therapy in ambulatory care: a randomized trial. *Arch Intern Med* 2005; 165(20): 2395–401.

724. Raghavan S, Ladik V, Meyer K: Developing decision support for dialysis treatment of chronic kidney failure. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2005; 9(2): 229–38.
725. Rahman Y, Knape T, Gargan M, et al.: e-clinic: an electronic triage system for the management of type 2 Diabetes Mellitus. *Stud Health Technol Inform* 2004; 107(Pt 1): 246–50.
726. Ram P, Berg D, Tu S, et al.: Executing clinical practice guidelines using the SAGE execution engine. *Stud Health Technol Inform* 2004; 107(Pt 1): 251–5.
727. Rasmussen L, Phanareth K, Nolte H, Backer V: Internet-based monitoring of asthma: a long-term, randomized clinical study of 300 asthmatic subjects. *J Allergy Clin Immunol* 2005; 115(6): 1137–42.
728. Rath D: Digital Health Dilemma: Regulators Struggle to Keep Pace with Health-Care Technology Innovation. <http://www.govtech.com/health/Digital-Health-Dilemma-Regulators-Struggle-to-Keep-Pace-with-Health-Care-Technology-Innovation.html> (abgerufen am: January 02, 2017).
729. Razzouk D, Mari JJ, Shirakawa I, Wainer J, Sigulem D: Decision support system for the diagnosis of schizophrenia disorders. *Braz J Med Biol Res* 2006; 39(1): 119–28.
730. Reddy M, McDonald D, Pratt W, Shabot M: Technology, work, and information flows: lessons from the implementation of a wireless alert pager system. *J Biomed Inform* 2005; 38(3): 229–38.
731. Rees SE, Allerod C, Murley D, et al.: Using physiological models and decision theory for selecting appropriate ventilator settings. *J Clin Monit Comput* 2006; 20(6): 421–9.
732. Reeve J, Tenni P, Peterson G: An electronic prompt in dispensing software to promote clinical interventions by community pharmacists: a randomized controlled trial. *Br J Clin Pharmacol* 2008; 65(3): 377–85.
733. Reis MA, Ortega NR, Silveira PS: Fuzzy expert system in the prediction of neonatal resuscitation. *Braz J Med Biol Res* 2004; 37(5): 755–64.
734. Renn J: Die gemeinsame menschliche Handlungsweise. Das doppelte Übersetzungsproblem des sozialwissenschaftlichen Kulturenvergleichs. In: Srubar I, Renn J, Wenzel U (eds.): *Kulturen vergleichen: Sozial- und kulturwissenschaftli-*

- che Grundlagen und Kontroversen, 1st ed. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften 2005; p. 195–227.
735. Resetar E, Reichley R, Noirod L, Dunagan W, Bailey T: Customizing a commercial rule base for detecting drug-drug interactions. *AMIA Annu Symp Proc* 2005: 1094.
 736. Rich D, Menke J, Fisher D: Dose range checking in a computer order entry system. *AMIA Annu Symp Proc* 2003: 985.
 737. Riggio J, Cooper M, Leiby B, Walenga J, Merli G, Gottlieb J: Effectiveness of a clinical decision support system to identify heparin induced thrombocytopenia. *J Thromb Thrombolysis* 2009; 28(2): 124–31.
 738. Riggio J, Sorokin R, Moxey E, Mather P, Gould S, Kane G: Effectiveness of a clinical-decision-support system in improving compliance with cardiac-care quality measures and supporting resident training. *Acad Med* 2009; 84(12): 1719–26.
 739. Riley M, Galang S, Green L: The impact of clinical reminders on prenatal care. *Fam Med* 2011; 43(8): 560–5.
 740. Roberts G, Farmer C, Cheney P, et al.: Clinical decision support implemented with academic detailing improves prescribing of key renally cleared drugs in the hospital setting. *J Am Med Inform Assoc* 2010; 17(3): 308–12.
 741. Roberts J, Parlikar T, Heldt T, Verghese G: Bayesian networks for cardiovascular monitoring. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2006; 1: 205–9.
 742. Robinson E, Cooley C, Schleyer A, et al.: Using an electronic medical record tool to improve pneumococcal screening and vaccination rates for older patients admitted with community-acquired pneumonia. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2011; 37(9): 418–24, 385.
 743. Rochon P, Field T, Bates D, et al.: Computerized physician order entry with clinical decision support in the long-term care setting: insights from the Baycrest Centre for Geriatric Care. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53(10): 1780–9.
 744. Rodbard D, Vigersky R: Design of a decision support system to help clinicians manage glycemia in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Diabetes Sci Technol* 2011; 5(2): 402–11.
 745. Roemer L, Borsato E, Hulse N: Glycemic control through computerized subcutaneous insulin calculators. *Stud Health Technol Inform* 2009; 146: 473–7.
 746. Rogers EM: Diffusion of innovations. 5th ed. New York: Free Press 2003.

747. Rohrig R, Niczko EJ, Beutefuhr H, et al.: Examination of computer assisted prescribing of an initial calculated antibiotic treatment. *Stud Health Technol Inform* 2008; 136: 63–8.
748. Rollman B, Hanusa B, Lowe H, Gilbert T, Kapoor W, Schulberg H: A randomized trial using computerized decision support to improve treatment of major depression in primary care. *J Gen Intern Med* 2002; 17(7): 493–503.
749. Rolnick S, Jackson J, Amundson J: Development, implementation and evaluation of an electronic medical record prompt for bone density testing. *Health Informatics J* 2009; 15(4): 296–304.
750. Romano C, Romano D, Bonora C, Degrate A, Mineo G: Combined Diagnostic Tool for joint prosthesis infections. *Infez Med* 2009; 17(3): 141–50.
751. Rommers MK, Zegers MH, de ClercqPA, et al.: Development of a computerised alert system, ADEAS, to identify patients at risk for an adverse drug event. *Qual Saf Health Care* 2010; 19(6): e35.
752. Rood E, Bosman R, van derSpoel J, Taylor P, Zandstra, Durk, Freark: Use of a computerized guideline for glucose regulation in the intensive care unit improved both guideline adherence and glucose regulation. *J Am Med Inform Assoc* 2005; 12(2): 172–80.
753. Rosenbloom S, Chiu K-W, Byrne D, Talbert D, Neilson E, Miller R: Interventions to regulate ordering of serum magnesium levels: report of an unintended consequence of decision support. *J Am Med Inform Assoc* 2005; 12(5): 546–53.
754. Rosenman M, Wang J, Dexter P, Overhage J: Computerized reminders for syphilis screening in an urban emergency department. *AMIA Annu Symp Proc* 2003: 987.
755. Rosenthal D, Chueh H: QuickSilver clinical tracker - a risk-management approach. *AMIA Annu Symp Proc* 2003: 989.
756. Rosenthal D, Weilburg J, Schultz T, et al.: Radiology order entry with decision support: initial clinical experience. *J Am Coll Radiol* 2006; 3(10): 799–806.
757. Roshanov P, Misra S, Gerstein H, et al.: Computerized clinical decision support systems for chronic disease management: a decision-maker-researcher partnership systematic review. *Implement Sci* 2011; 6: 92.

758. Roshanov P, You J, Dhaliwal J, et al.: Can computerized clinical decision support systems improve practitioners' diagnostic test ordering behavior? A decision-maker-researcher partnership systematic review. *Implement Sci* 2011; 6: 88.
759. Roshanov PS, Fernandes N, Wilczynski JM, et al.: Features of effective computerised clinical decision support systems: meta-regression of 162 randomised trials. *BMJ (Clinical research ed.)* 2013; 346: f657.
760. Rossille D, Laurent J-F, Burgun A: Modelling of a case-based retrieval system for oncology. *Stud Health Technol Inform* 2003; 95: 565–70.
761. Rothschild J, Keohane C, Cook E, et al.: A controlled trial of smart infusion pumps to improve medication safety in critically ill patients. *Crit Care Med* 2005; 33(3): 533–40.
762. Rothschild J, McGurk S, Honour M, et al.: Assessment of education and computerized decision support interventions for improving transfusion practice. *Transfusion* 2007; 47(2): 228–39.
763. Roukema J, Steyerberg E, van der Lei J, Moll H: Randomized trial of a clinical decision support system: impact on the management of children with fever without apparent source. *J Am Med Inform Assoc* 2008; 15(1): 107–13.
764. Roumie C, Elasy T, Greevy R, et al.: Improving blood pressure control through provider education, provider alerts, and patient education: a cluster randomized trial. *Ann Intern Med* 2006; 145(3): 165–75.
765. Roy P-M, Durieux P, Gillaizeau F, et al.: A computerized handheld decision-support system to improve pulmonary embolism diagnosis: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2009; 151(10): 677–86.
766. Rubin M, Bateman K, Donnelly S, et al.: Use of a personal digital assistant for managing antibiotic prescribing for outpatient respiratory tract infections in rural communities. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13(6): 627–34.
767. Rughani A, Dumont T, Lu Z, et al.: Use of an artificial neural network to predict head injury outcome. *J Neurosurg* 2010; 113(3): 585–90.
768. Ruiter J, Mulder E, Schuchert A, et al.: The feasibility of fully automated pacemaker advice in treating atrial tachyarrhythmias. *Pacing Clin Electrophysiol* 2010; 33(5): 605–14.
769. Ruland C, Holte H, Roislien J, et al.: Effects of a computer-supported interactive tailored patient assessment tool on patient care, symptom distress, and pa-

- tients' need for symptom management support: a randomized clinical trial. *J Am Med Inform Assoc* 2010; 17(4): 403–10.
770. Ruland C, Starren J, Vatne T: Participatory design with children in the development of a support system for patient-centered care in pediatric oncology. *J Biomed Inform* 2008; 41(4): 624–35.
 771. Sadeghi S, Barzi A, Sadeghi N, King B: A Bayesian model for triage decision support. *Int J Med Inform* 2006; 75(5): 403–11.
 772. Sadiq S, Mazzeo M, Zasada S, et al.: Patient-specific simulation as a basis for clinical decision-making. *Philos Transact A Math Phys Eng Sci* 2008; 366(1878): 3199–219.
 773. Sahota N, Lloyd R, Ramakrishna A, et al.: Computerized clinical decision support systems for acute care management: a decision-maker-researcher partnership systematic review of effects on process of care and patient outcomes. *Implement Sci* 2011; 6: 91.
 774. Sakaguchi S, Takifuji K, Arita S, Yamaue H: Development of an early diagnostic system using fuzzy theory for postoperative infections in patients with gastric cancer. *Dig Surg* 2004; 21(3): 210–4.
 775. Sakai S, Kobayashi K, Nakamura J, Toyabe S, Akazawa K: Accuracy in the diagnostic prediction of acute appendicitis based on the Bayesian network model. *Methods Inf Med* 2007; 46(6): 723–6.
 776. Saleem J, Patterson E, Militello L, et al.: Impact of clinical reminder redesign on learnability, efficiency, usability, and workload for ambulatory clinic nurses. *J Am Med Inform Assoc* 2007; 14(5): 632–40.
 777. Salinas J, Chung K, Mann E, et al.: Computerized decision support system improves fluid resuscitation following severe burns: an original study. *Crit Care Med* 2011; 39(9): 2031–8.
 778. Samama M-M, Dahl O, Mismetti P, et al.: An electronic tool for venous thromboembolism prevention in medical and surgical patients. *Haematologica* 2006; 91(1): 64–70.
 779. Samore M, Bateman K, Alder S, et al.: Clinical decision support and appropriateness of antimicrobial prescribing: a randomized trial. *JAMA* 2005; 294(18): 2305–14.

780. Samwald M, Fehre K, de B, Adlassnig KP: The Arden Syntax standard for clinical decision support: Experiences and directions. *J Biomed Inform* 2012.
781. Sanders D, Aronsky D: Biomedical informatics applications for asthma care: a systematic review. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13(4): 418–27.
782. Santelices L, Wang Y, Severyn D, Druzdzal M, Kormos R, Antaki J: Development of a hybrid decision support model for optimal ventricular assist device weaning. *Ann Thorac Surg* 2010; 90(3): 713–20.
783. Saraoglu H, Sanli S: A fuzzy logic-based decision support system on anesthetic depth control for helping anesthetists in surgeries. *J Med Syst* 2007; 31(6): 511–9.
784. Sarchielli P, Pedini M, Coppola F, et al.: Application of the ICHD-II criteria to the diagnosis of primary chronic headaches via a computerized structured record. *Headache* 2007; 47(1): 38–44.
785. Sato F, Shimada Y, Selaru F, et al.: Prediction of survival in patients with esophageal carcinoma using artificial neural networks. *Cancer* 2005; 103(8): 1596–605.
786. Sato W, Hoshi K, Kawakami J, et al.: Assisting the diagnosis of Graves' hyperthyroidism with Bayesian-type and SOM-type neural networks by making use of a set of three routine tests and their correlation with free T4. *Biomed Pharmacother* 2010; 64(1): 7–15.
787. Sawyer A, Deal E, Labelle A, et al.: Implementation of a real-time computerized sepsis alert in nonintensive care unit patients. *Crit Care Med* 2011; 39(3): 469–73.
788. Schiro T, Sakowski J, Romanelli R, et al.: Improving adherence to best-practice guidelines for venous thromboembolism risk assessment and prevention. *Am J Health Syst Pharm* 2011; 68(22): 2184–9.
789. Schlechtweg PM, Kuefner MA, Heberlein C, et al.: Sinnvoller Einsatz neuer elektronischer Medien bei radiologischen Untersuchungen: Die iPhone-Applikation "KM Helper". *Radiologe* 2011; 51(5): 392–6.
790. Schlotthauer G, Gamero L, Torres M, Nicolini G: Modeling, identification and nonlinear model predictive control of type I diabetic patient. *Med Eng Phys* 2006; 28(3): 240–50.

791. Schnell R, Hill PB, Esser E: Methoden der empirischen Sozialforschung. 9th ed. München: Oldenbourg, R 2011.
792. Schnipper J, Linder J, Palchuk M, et al.: Effects of documentation-based decision support on chronic disease management. *Am J Manag Care* 2010; 16(12 Suppl HIT): SP72-81.
793. Schrezenmeir J, Dirting K, Papazov P: Controlled multicenter study on the effect of computer assistance in intensive insulin therapy of type 1 diabetics. *Comput Methods Programs Biomed* 2002; 69(2): 97–114.
794. Schulke DF: The regulatory arms race: Mobile-health applications and agency posturing. *Boston University law review* 2013(93(5)): 1699–752.
795. Schulz S, Bernhardt-Melischinig J, Kreuzthaler M, Daumke P, Boeker M: Machine vs. human translation of SNOMED CT terms. *Studies in health technology and informatics* 2013; 192: 581–4.
796. Schurink C, Visscher S, Lucas P, et al.: A Bayesian decision-support system for diagnosing ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med* 2007; 33(8): 1379–86.
797. Schütze F: Biographieforschung und narratives Interview. *Neue Praxis* 1983; 13(3): 283–93.
798. Schwarz EB, Parisi SM, Handler SM, et al.: Clinical Decision Support to Promote Safe Prescribing to Women of Reproductive Age: A Cluster-Randomized Trial. *J Gen Intern Med* 2012.
799. Scott G, Shachter R: Individualizing generic decision models using assessments as evidence. *J Biomed Inform* 2005; 38(4): 281–97.
800. Sefion I, Ennaji A, Gailhardou M, Canu S: ADEMA: a decision support system for asthma health care. *Stud Health Technol Inform* 2003; 95: 623–8.
801. Segal I, Shahar Y: A distributed system for support and explanation of shared decision-making in the prenatal testing domain. *J Biomed Inform* 2009; 42(2): 272–86.
802. Seger A, Jha A, Bates D: Adverse drug event detection in a community hospital utilising computerised medication and laboratory data. *Drug Saf* 2007; 30(9): 817–24.

803. Seidling HM, Schmitt SP, Bruckner T, et al.: Patient-specific electronic decision support reduces prescription of excessive doses. *Qual Saf Health Care* 2010; 19(5): e15.
804. Seker H, Odetayo M, Petrovic D, Naguib R: A fuzzy logic based-method for prognostic decision making in breast and prostate cancers. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2003; 7(2): 114–22.
805. Selker H, Beshansky J, Griffith J: Use of the electrocardiograph-based thrombolytic predictive instrument to assist thrombolytic and reperfusion therapy for acute myocardial infarction. A multicenter, randomized, controlled, clinical effectiveness trial. *Ann Intern Med* 2002; 137(2): 87–95.
806. Sellier E, Colombet I, Sabatier B, et al.: Effect of alerts for drug dosage adjustment in inpatients with renal insufficiency. *J Am Med Inform Assoc* 2009; 16(2): 203–10.
807. Sent D, van derGaag L: Automated test selection in decision-support systems: a case study in oncology. *Stud Health Technol Inform* 2006; 124: 491–6.
808. Sequist T, Gandhi T, Karson A, et al.: A randomized trial of electronic clinical reminders to improve quality of care for diabetes and coronary artery disease. *J Am Med Inform Assoc* 2005; 12(4): 431–7.
809. Sequist T, Zaslavsky A, Marshall R, Fletcher R, Ayanian J: Patient and physician reminders to promote colorectal cancer screening: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 2009; 169(4): 364–71.
810. Seroussi B, Bouaud J: Reminder-based or on-demand decision support systems: a preliminary study in primary care with the management of hypertension. *Stud Health Technol Inform* 2004; 101: 142–6.
811. Seroussi B, Bouaud J, Chatellier G, Venot A: Development of computerized guidelines for the management of chronic diseases allowing to position any patient within recommended therapeutic strategies. *Stud Health Technol Inform* 2004; 107(Pt 1): 154–8.
812. Séroussi B, Soulet A, Messai N, Laouénan C, Mentré F, Bouaud J: Patient clinical profiles associated with physician non-compliance despite the use of a guideline-based decision support system: a case study with OncoDoc2 using data mining techniques. *AMIA Annu Symp Proc* 2012; 2012: 828–37.

813. Seto E, Leonard KJ, Cafazzo JA, Barnsley J, Masino C, Ross HJ: Developing healthcare rule-based expert systems: Case study of a heart failure telemonitoring system. *Int J Med Inform* 2012.
814. Seyfang A, Miksch S, Marcos M: Combining diagnosis and treatment using ASBRU. *Int J Med Inform* 2002; 68(1-3): 49–57.
815. Shah N, Seger A, Seger D, et al.: Improving acceptance of computerized prescribing alerts in ambulatory care. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13(1): 5–11.
816. Shaw G, Chase J, Wong J, et al.: Rethinking glycaemic control in critical illness--from concept to clinical practice change. *Crit Care Resusc* 2006; 8(2): 90–9.
817. Shegog R, Bartholomew L, Sockrider M, et al.: Computer-based decision support for pediatric asthma management: description and feasibility of the Stop Asthma Clinical System. *Health Informatics J* 2006; 12(4): 259–73.
818. Shekelle PG, Morton SC, Keeler EB: Costs and benefits of health information technology. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmedhealth/PMH0006937/> (abgerufen am: June 13, 2015).
819. Shi J, Su Q, Zhang C, Huang G, Zhu Y: An intelligent decision support algorithm for diagnosis of colorectal cancer through serum tumor markers. *Comput Methods Programs Biomed* 2010; 100(2): 97–107.
820. Shieh J-S, Kao M-H, Liu C-C: Genetic fuzzy modelling and control of bispectral index (BIS) for general intravenous anaesthesia. *Med Eng Phys* 2006; 28(2): 134–48.
821. Shiffman R, Michel G, Essaihi A, Thornquist E: Bridging the guideline implementation gap: a systematic, document-centered approach to guideline implementation. *J Am Med Inform Assoc* 2004; 11(5): 418–26.
822. Shiffman RN, Liaw Y, Brandt CA, Corb GJ: Computer-based guideline implementation systems: a systematic review of functionality and effectiveness. *Journal of the American Medical Informatics Association JAMIA* 1999; 6(2): 104–14.
823. Shih S, McCullough C, Wang J, Singer J, Parsons A: Health information systems in small practices. Improving the delivery of clinical preventive services. *Am J Prev Med* 2011; 41(6): 603–9.

824. Shimada K, Takada H, Mitsuyama S, et al.: Drug-recommendation system for patients with infectious diseases. *AMIA Annu Symp Proc* 2005: 1112.
825. Shoemaker W, Bayard D, Wo C, et al.: A stochastic control program to predict outcome and to support therapeutic decisions: a preliminary report. *J Clin Monit Comput* 2005; 19(3): 223–30.
826. Shojania K, Jennings A, Mayhew A, Ramsay C, Eccles M, Grimshaw J: The effects of on-screen, point of care computer reminders on processes and outcomes of care. *Cochrane Database Syst Rev* 2009(3): CD001096.
827. Shojania K, Jennings A, Mayhew A, Ramsay C, Eccles M, Grimshaw J: Effect of point-of-care computer reminders on physician behaviour: a systematic review. *CMAJ* 2010; 182(5): E216-25.
828. Short D, Frischer M, Bashford J: The development and evaluation of a computerised decision support system for primary care based upon 'patient profile decision analysis'. *Inform Prim Care* 2003; 11(4): 195–202.
829. Short D, Frischer M, Bashford J: Barriers to the adoption of computerised decision support systems in general practice consultations: a qualitative study of GPs' perspectives. *Int J Med Inform* 2004; 73(4): 357–62.
830. Shulman R, Finney S, O'Sullivan C, Glynn P, Greene R: Tight glycaemic control: a prospective observational study of a computerised decision-supported intensive insulin therapy protocol. *Crit Care* 2007; 11(4): R75.
831. Shuter J, Kalkut G, Pinon M, Bellin E, Zingman B: A computerized reminder system improves compliance with Papanicolaou smear recommendations in an HIV care clinic. *Int J STD AIDS* 2003; 14(10): 675–80.
832. Silverman J, Stapinski C, Huber C, Ghandi T, Churchill W: Computer-based system for preventing adverse drug events. *Am J Health Syst Pharm* 2004; 61(15): 1599–603.
833. Sim I, Berlin A: A framework for classifying decision support systems. *AMIA Annu Symp Proc* 2003: 599–603.
834. Sim I, Gorman P, Greenes RA, et al.: Clinical decision support systems for the practice of evidence-based medicine. *J Am Med Inform Assoc* 2001; 8(6): 527–34.

835. Simon S, Smith D, Feldstein A, et al.: Computerized prescribing alerts and group academic detailing to reduce the use of potentially inappropriate medications in older people. *J Am Geriatr Soc* 2006; 54(6): 963–8.
836. Singh S, Kumar A, Panneerselvam K, Vennila JJ: Diagnosis of Arthritis Through Fuzzy Inference System. *J Med Syst* 2010.
837. Singh S, Nosyk B, Sun H, Christenson J, Innes G, Anis A: Value of information of a clinical prediction rule: informing the efficient use of healthcare and health research resources. *Int J Technol Assess Health Care* 2008; 24(1): 112–9.
838. Sintchenko V, Coiera E, Gilbert G: Decision support systems for antibiotic prescribing. *Curr Opin Infect Dis* 2008; 21(6): 573–9.
839. Sintchenko V, Coiera E, Iredell J, Gilbert G: Comparative impact of guidelines, clinical data, and decision support on prescribing decisions: an interactive web experiment with simulated cases. *J Am Med Inform Assoc* 2004; 11(1): 71–7.
840. Sintchenko V, Iredell J, Gilbert G, Coiera E: Handheld computer-based decision support reduces patient length of stay and antibiotic prescribing in critical care. *J Am Med Inform Assoc* 2005; 12(4): 398–402.
841. Sintchenko V, Magrabi F, Tipper S: Are we measuring the right end-points? Variables that affect the impact of computerised decision support on patient outcomes: a systematic review. *Med Inform Internet Med* 2007; 32(3): 225–40.
842. Siström C, Dang P, Weilburg J, Dreyer K, Rosenthal D, Thrall J: Effect of computerized order entry with integrated decision support on the growth of outpatient procedure volumes: seven-year time series analysis. *Radiology* 2009; 251(1): 147–55.
843. Skevofilakas M, Zarkogianni K, Karamanos BG, Nikita KS: A hybrid Decision Support System for the risk assessment of retinopathy development as a long term complication of Type 1 Diabetes Mellitus. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2010; 2010: 6713–6.
844. Skonetzki S, Gausepohl H-J, van d, Knaebel S, Linderkamp O, Wetter T: HELEN, a modular framework for representing and implementing clinical practice guidelines. *Methods Inf Med* 2004; 43(4): 413–26.
845. Skouroliahou M, Kakavelaki C, Diamantopoulos K, Stathopoulou M, Vourvouhaki E, Souliotis K: The development and implementation of a software

- tool and its effect on the quality of provided clinical nutritional therapy in hospitalized patients. *J Am Med Inform Assoc* 2009; 16(6): 802–5.
846. Skouroliaiou M, Konstantinou D, Papasasantopoulos P, Matthaiau C: Computer assisted total parenteral nutrition for pre-term and sick term neonates. *Pharm World Sci* 2005; 27(4): 305–10.
 847. Sloom P, Boukhanovsky A, Keulen W, Tirado-Ramos A, Boucher C: A Grid-based HIV expert system. *J Clin Monit Comput* 2005; 19(4-5): 263–78.
 848. Smagghe D, Segers M, Spy-Anderson P-J, Benamou N, Eddabbeh N: Model of good practice tools for risk reduction and clinical governance. *Stud Health Technol Inform* 2005; 114: 117–24.
 849. Smith D, Feldstein A, Perrin N, et al.: Improving laboratory monitoring of medications: an economic analysis alongside a clinical trial. *Am J Manag Care* 2009; 15(5): 281–9.
 850. Smith D, Perrin N, Feldstein A, et al.: The impact of prescribing safety alerts for elderly persons in an electronic medical record: an interrupted time series evaluation. *Arch Intern Med* 2006; 166(10): 1098–104.
 851. Snooks H, Cheung W-Y, Close J, et al.: Support and Assessment for Fall Emergency Referrals (SAFER 1) trial protocol. Computerised on-scene decision support for emergency ambulance staff to assess and plan care for older people who have fallen: evaluation of costs and benefits using a pragmatic cluster randomised trial. *BMC Emerg Med* 2010; 10: 2.
 852. Solberg L, Wei F, Butler J, Palattao K, Vinz C, Marshall M: Effects of electronic decision support on high-tech diagnostic imaging orders and patients. *Am J Manag Care* 2010; 16(2): 102–6.
 853. Solomon I, Maharshak N, Chechik G, et al.: Applying an artificial neural network to warfarin maintenance dose prediction. *Isr Med Assoc J* 2004; 6(12): 732–5.
 854. Somoza K, Momtahan K, Lindgaard G: Effects of a computerized cardiac telemetry decision support system on nurse performance: results of a controlled human factors experiment using a mid-fidelity prototype. *Stud Health Technol Inform* 2007; 129(Pt 1): 97–101.

855. Soper J, Chan G, Skinner J, Spinetto H, Gentles T: Management of oral anticoagulation in a population of children with cardiac disease using a computerised system to support decision-making. *Cardiol Young* 2006; 16(3): 256–60.
856. Souza N, Sebaldt R, Mackay J, et al.: Computerized clinical decision support systems for primary preventive care: a decision-maker-researcher partnership systematic review of effects on process of care and patient outcomes. *Implement Sci* 2011; 6: 87.
857. Spreckelsen C, Spitzer K, Honekamp W: Present situation and prospect of medical knowledge based systems in German-speaking countries: results of an online survey. *Methods Inf Med* 2012; 51(4): 281–94.
858. Spyropoulos B, Tzavaras A, Botsivaly M, Koutsourakis K: Ensuring the continuity of care of cardiorespiratory diseases at home. Monitoring equipment and medical data exchange over semantically annotated web services. *Methods Inf Med* 2010; 49(2): 156–60.
859. Squire TM: Regulating Mobile Medical Apps - What's the Deal in Canada? <http://www.fasken.com/mobile-medical-apps/> (abgerufen am: December 18, 2016).
860. Staes C, Evans R, Rocha B, et al.: Computerized alerts improve outpatient laboratory monitoring of transplant patients. *J Am Med Inform Assoc* 2008; 15(3): 324–32.
861. Starmer J, Giuse D: A real-time ventilator management dashboard: toward hardwiring compliance with evidence-based guidelines. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 702–6.
862. Statnikov A, Tsamardinos I, Dosbayev Y, Aliferis C: GEMS: a system for automated cancer diagnosis and biomarker discovery from microarray gene expression data. *Int J Med Inform* 2005; 74(7-8): 491–503.
863. Steele A, Eisert S, Davidson A, et al.: Using computerized clinical decision support for latent tuberculosis infection screening. *Am J Prev Med* 2005; 28(3): 281–4.
864. Stefan Kraus: Wissensbasierte Systeme zur Unterstützung der Therapie auf Intensivstationen. Nürnberg 2014.

865. Steinmann J, Knaust A, Moussa A, et al.: Implementation of a novel on-ward computer-assisted surveillance system for device-associated infections in an intensive care unit. *Int J Hyg Environ Health* 2008; 211(1-2): 192–9.
866. Stern T, Garg A, Dawson N, McFadden ER: Validating a guidelines based asthma decision support system: step one. *J Asthma* 2007; 44(8): 635–8.
867. Steurbaut K, Van H, Colpaert K, et al.: Use of web services for computerized medical decision support, including infection control and antibiotic management, in the intensive care unit. *J Telemed Telecare* 2010; 16(1): 25–9.
868. Stuurman-Bieze A, van denBerg P, Tromp TF, de Jong, van denBerg L: Computer-assisted medication review for asthmatic patients as a basis for intervention. Constructing and validating an algorithmic computer instrument in pharmacy practice. *Pharm World Sci* 2004; 26(5): 289–96.
869. Stylios C, Georgopoulos V: Fuzzy cognitive maps for medical decision support - a paradigm from obstetrics. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2010; 2010: 1174–7.
870. Su M, Miften M, Whiddon C, Sun X, Light K, Marks L: An artificial neural network for predicting the incidence of radiation pneumonitis. *Med Phys* 2005; 32(2): 318–25.
871. Subramanian U, Fihn S, Weinberger M, et al.: A controlled trial of including symptom data in computer-based care suggestions for managing patients with chronic heart failure. *Am J Med* 2004; 116(6): 375–84.
872. Sucher J, Moore F, Sailors R, Gonzalez E, McKinley B: Performance of a computerized protocol for trauma shock resuscitation. *World J Surg* 2010; 34(2): 216–22.
873. Sun C-c, Chang P: Automatic appropriateness-evaluation and consultation-suggestion of antibiotics usage via mining of previous prescription data in hospital information system. *AMIA Annu Symp Proc* 2005: 1125.
874. Sundaram V, Lazzeroni LC, Douglass LR, Sanders GD, Tempio P, Owens DK: A randomized trial of computer-based reminders and audit and feedback to improve HIV screening in a primary care setting. *Int J STD AIDS* 2009; 20(8): 527–33.

875. Sung T-Y, Hung F-H, Chiu H-W: Implementation of an integrated drug information system for inpatients to reduce medication errors in administering stage. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2008; 2008: 743–6.
876. Suzuki T, Nakauchi Y: Dosing monitoring system using iMec and ubiquitous sensors. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2009; 2009: 6163–6.
877. Swenson C, Appel A, Sheehan M, et al.: Using information technology to improve adult immunization delivery in an integrated urban health system. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2012; 38(1): 15–23.
878. Szpunar S, Williams P, Dagroso D, Enberg R, Chesney J: Effects of the tobacco use cessation automated clinical practice guideline. *Am J Manag Care* 2006; 12(11): 665–73.
879. Tafelski S, Nachtigall I, Deja M, et al.: Computer-assisted decision support for changing practice in severe sepsis and septic shock. *J Int Med Res* 2010; 38(5): 1605–16.
880. Taft LM, Evans RS, Shyu CR, et al.: Countering imbalanced datasets to improve adverse drug event predictive models in labor and delivery. *J Biomed Inform* 2009; 42(2): 356–64.
881. Tamang S, Kopec D, Shagas G, Levy K: Improving end of life care: an information systems approach to reducing medical errors. *Stud Health Technol Inform* 2005; 114: 93–104.
882. Tamblyn R, Egualé T, Buckeridge DL, et al.: The effectiveness of a new generation of computerized drug alerts in reducing the risk of injury from drug side effects: a cluster randomized trial. *J Am Med Inform Assoc* 2012.
883. Tamblyn R, Huang A, Kawasumi Y, et al.: The development and evaluation of an integrated electronic prescribing and drug management system for primary care. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13(2): 148–59.
884. Tamblyn R, Reidel K, Huang A, et al.: Increasing the detection and response to adherence problems with cardiovascular medication in primary care through computerized drug management systems: a randomized controlled trial. *Med Decis Making* 2010; 30(2): 176–88.
885. Tan, Joseph K. H, Sheps SB: Health decision support systems. Gaithersburg, Md: Aspen Publishers 1998.

886. Tang M, Tan E, Tian E, Loo SC, Chua SH: Electronic e-isotretinoin prescription chart: improving physicians' adherence to isotretinoin prescription guidelines. *Australas J Dermatol* 2009; 50(2): 107–12.
887. Tawadrous D, Shariff S, Haynes R, Iansavichus A, Jain A, Garg A: Use of clinical decision support systems for kidney-related drug prescribing: a systematic review. *Am J Kidney Dis* 2011; 58(6): 903–14.
888. Taylor A, Hill A, Binongo J, et al.: Evaluation of two diuresis renography decision support systems to determine the need for furosemide in patients with suspected obstruction. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 188(5): 1395–402.
889. Taylor B, Dinh M, Kwok R, Dinh D, Chu M, Tang E: Electronic interface for emergency department management of asthma: a randomized control trial of clinician performance. *Emerg Med Australas* 2008; 20(1): 38–44.
890. Tehrani F: A new decision support system for mechanical ventilation. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2007; 2007: 3569–72.
891. Teigland C, Gardiner R, Li H, Byrne C: CAdvances in Patient Safety: Clinical Informatics and Its Usefulness for Assessing Risk and Preventing Falls and Pressure Ulcers in Nursing Home Environments. BAdvances in Patient Safety: From Research to Implementation (Volume 3: Implementation Issues). In: FHenriksen K, Henriksen K, FBattles JB, Battles JB, FMarks ES, Marks ES et al. (eds.): *Advances in Patient Safety* 2005.
892. Tenner E: *Why things bite back: Technology and the revenge of unintended consequences*. 1st ed. New York: Vintage Books 1997, ©1996.
893. Tenorio J, Hummel A, Cohrs F, Sdepanian V, Pisa I, de F: Artificial intelligence techniques applied to the development of a decision-support system for diagnosing celiac disease. *Int J Med Inform* 2011; 80(11): 793–802.
894. Terrell K, Perkins A, Dexter P, Hui S, Callahan C, Miller D: Computerized decision support to reduce potentially inappropriate prescribing to older emergency department patients: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2009; 57(8): 1388–94.
895. Terrell K, Perkins A, Hui S, Callahan C, Dexter P, Miller D: Computerized decision support for medication dosing in renal insufficiency: a randomized, controlled trial. *Ann Emerg Med* 2010; 56(6): 623–9.

896. Thakkinstian A, Tran H, Reeves G, Murch S, Attia J: A clinical decision rule to aid ordering of serum and urine protein electrophoresis for case-finding of paraproteins in hospitalized inpatients. *J Gen Intern Med* 2008; 23(10): 1688–92.
897. The National eHealth Authority: Making eHealth Work, National Strategy for Digitalisation of the Danish Healthcare Sector 2013-2017 2013.
898. Thomas AN, Marchant AE, Ogden MC, Collin S: Implementation of a tight glycaemic control protocol using a web-based insulin dose calculator. *Anaesthesia* 2005; 60(11): 1093–100.
899. Thomas H, Lewis G, Watson M, et al.: Computerised patient-specific guidelines for management of common mental disorders in primary care: a randomised controlled trial. *Br J Gen Pract* 2004; 54(508): 832–7.
900. Thursky K, Buising K, Bak N, et al.: Reduction of broad-spectrum antibiotic use with computerized decision support in an intensive care unit. *Int J Qual Health Care* 2006; 18(3): 224–31.
901. Tierney W, Overhage J, Murray M, et al.: Effects of computerized guidelines for managing heart disease in primary care. *J Gen Intern Med* 2003; 18(12): 967–76.
902. Tierney W, Overhage J, Murray M, et al.: Can computer-generated evidence-based care suggestions enhance evidence-based management of asthma and chronic obstructive pulmonary disease? A randomized, controlled trial. *Health Serv Res* 2005; 40(2): 477–97.
903. Timm J, Chick K, Peterson J, Epps S, Bleimeyer R, Harris M: Using expert rules to automate pressure ulcer alerts for the clinical nurse specialist. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 1154.
904. Ting SL, Kwok SK, Tsang A, Lee WB, Yee KF: Experiences sharing of implementing Template-based Electronic Medical Record System (TEMRS) in a Hong Kong medical organization. *J Med Syst* 2011; 35(6): 1605–15.
905. Topal J, Conklin S, Camp K, Morris V, Balcezak T, Herbert P: Prevention of nosocomial catheter-associated urinary tract infections through computerized feedback to physicians and a nurse-directed protocol. *Am J Med Qual* 2005; 20(3): 121–6.
906. Toth-Pal E, Nilsson G, Furhoff A-K: Clinical effect of computer generated physician reminders in health screening in primary health care--a controlled clinical trial. *Scand J Prim Health Care* 2005; 23(1): 11–16.

- cal trial of preventive services among the elderly. *Int J Med Inform* 2004; 73(9-10): 695–703.
907. Toth-Pal E, Wardh I, Strender L-E, Nilsson G: A guideline-based computerised decision support system (CDSS) to influence general practitioners management of chronic heart failure. *Inform Prim Care* 2008; 16(1): 29–39.
 908. Trafton J, Martins S, Michel M, et al.: 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* 2010; 11(4): 575–85.
 909. Traugott K, Maxwell P, Green K, Frei C, Lewis J: Effects of therapeutic drug monitoring criteria in a computerized prescriber-order-entry system on the appropriateness of vancomycin level orders. *Am J Health Syst Pharm* 2011; 68(4): 347–52.
 910. Trick W, Linn E, Jones Z, Caquelin C, Kee R, Morita J: Using computer decision support to increase maternal postpartum tetanus, diphtheria, and acellular pertussis vaccination. *Obstet Gynecol* 2010; 116(1): 51–7.
 911. Trivedi M, Daly E, Kern J, Grannemann B, Sunderajan P, Claassen C: 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* 2009; 9: 6.
 912. Trivedi M, Kern J, Grannemann B, Altshuler K, Sunderajan P: A computerized clinical decision support system as a means of implementing depression guidelines. *Psychiatr Serv* 2004; 55(8): 879–85.
 913. Trivedi MH, Kern JK, Marcee A, et al.: Development and implementation of computerized clinical guidelines: barriers and solutions. *Methods Inf Med* 2002; 41(5): 435–42.
 914. Tu SW, Campbell J, Musen MA: The structure of guideline recommendations: a synthesis. *AMIA ... Annual Symposium proceedings / AMIA Symposium. AMIA Symposium* 2003: 679–83.
 915. Tu SW, Campbell JR, Glasgow J, et al.: The SAGE Guideline Model: achievements and overview. *Journal of the American Medical Informatics Association JAMIA* 2007; 14(5): 589–98.

916. Twiggs J, Fifield J, Jackson E, Cushman R, Apter A: Treating asthma by the guidelines: developing a medication management information system for use in primary care. *Dis Manag* 2004; 7(3): 244–60.
917. U.S. 113th Congress (2013-2014): H.R.4302 - Protecting Access to Medicare Act of 2014, Section 218.
918. Uwe Flick, Ernst von Kardoff, Ines Steinke (ed.): *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt 2004.
919. Uzoka F-M, Obot O, Barker K, Osuji J: An experimental comparison of fuzzy logic and analytic hierarchy process for medical decision support systems. *Comput Methods Programs Biomed* 2011; 103(1): 10–27.
920. Vaidya V, Sowam A, Mills M, Soeken K, Gaffoor M, Hilmas E: Evaluating the safety and efficiency of a CPOE system for continuous medication infusions in a pediatric ICU. *AMIA Annu Symp Proc* 2006: 1128.
921. van Belle V, van Calster B, Timmerman D, et al.: A mathematical model for interpretable clinical decision support with applications in gynecology. *PLoS One* 2012; 7(3): e34312.
922. van den Boogaard M, Pickkers P, van der Hoeven H, Roodbol G, van Achterberg T, Schoonhoven L: Implementation of a delirium assessment tool in the ICU can influence haloperidol use. *Crit Care* 2009; 13(4): R131.
923. van der Sijs, Heleen, Aarts J, Vulto A, Berg M: Overriding of drug safety alerts in computerized physician order entry. *Journal of the American Medical Informatics Association JAMIA* 2006; 13(2): 138–47.
924. van der Sijs, Heleen, Lammers L, van den Tweel A, et al.: Time-dependent drug-drug interaction alerts in care provider order entry: software may inhibit medication error reductions. *J Am Med Inform Assoc* 2009; 16(6): 864–8.
925. van Gerven M, Taal B, Lucas P: Dynamic Bayesian networks as prognostic models for clinical patient management. *J Biomed Inform* 2008; 41(4): 515–29.
926. van Oosterhout EMW, Talmon JL, de C, Schouten HC, Tange HJ, Hasman A: Three-Layer Model for the design of a Protocol Support System. *Int J Med Inform* 2005; 74(2-4): 101–10.
927. van Schijndel RJM Strack, de Groot SDW, Driessen RH, et al.: Computer-aided support improves early and adequate delivery of nutrients in the ICU. *Neth J Med* 2009; 67(11): 388–93.

928. van WykJacobusT, van Wijk M, Sturkenboom M, Mosseveld M, Moorman P, van der Lei J: Electronic alerts versus on-demand decision support to improve dyslipidemia treatment: a cluster randomized controlled trial. *Circulation* 2008; 117(3): 371–8.
929. van ZonKees, Lord W, Lagor C, Theiss S, Brosig T, Siebler M: Stroke navigator--a clinical decision support system for acute stroke. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 1227.
930. Vardi A, Efrati O, Levin I, et al.: Prevention of potential errors in resuscitation medications orders by means of a computerised physician order entry in paediatric critical care. *Resuscitation* 2007; 73(3): 400–6.
931. Variation in healthcare: Does it matter and can anything be done? London: NHS Confederation 2004.
932. Vassilakis K, Vorgia L, Micheloyannis S: Decision support system for classification of epilepsies in childhood. *J Child Neurol* 2002; 17(5): 357–63.
933. Venkat A, Chan-Tompkins N, Hegde G, Chuirazzi D, Hunter R, Szczesiul J: Feasibility of integrating a clinical decision support tool into an existing computerized physician order entry system to increase seasonal influenza vaccination in the emergency department. *Vaccine* 2010; 28(37): 6058–64.
934. Venkatesh V, Davis FD: A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science* 2000; 46(2): 186–204.
935. Venkatesh V, Morris MG, Davis GB, Davis FD: User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* 2003; 2003(Vol. 27, No. 3): 425–78.
936. Verstappen SM, Jacobs JW, van derVeen MJ, et al.: Intensive treatment with methotrexate in early rheumatoid arthritis: aiming for remission. *Computer Assisted Management in Early Rheumatoid Arthritis (CAMERA, an open-label strategy trial)*. *Ann Rheum Dis* 2007; 66(11): 1443–9.
937. Visscher S, Schurink K, Bonten M, Lucas P, van Wolffelaar J, van deWerken P: Incorporating evaluation into the design of a decision-support system. *Stud Health Technol Inform* 2004; 110: 54–60.

938. Visweswaran S, Cooper G: Patient-specific models for predicting the outcomes of patients with community acquired pneumonia. *AMIA Annu Symp Proc* 2005; 759–63.
939. Vogelzang M, Loef B, Regtien J, et al.: Computer-assisted glucose control in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2008; 34(8): 1421–7.
940. Vreeman DJ, Chiaravalloti MT, Hook J, McDonald CJ: Enabling international adoption of LOINC through translation. *Journal of biomedical informatics* 2012; 45(4): 667–73.
941. Wachter RM: The end of the beginning: patient safety five years after 'to err is human'. *Health Aff (Millwood)* 2004; 30 November 2004: 534–45.
942. Wadhwa R, Fridsma D, Saul M, et al.: Analysis of a failed clinical decision support system for management of congestive heart failure. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 773–7.
943. Waghlikar K, Vijayraghavan S, Deshpande A: Fuzzy Naive Bayesian model for medical diagnostic decision support. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2009; 2009: 3409–12.
944. Waitman L, Phillips I, McCoy A, et al.: Adopting real-time surveillance dashboards as a component of an enterprisewide medication safety strategy. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2011; 37(7): 326–32.
945. Wajngurt D, Hong F, Chaudhry R, Hyman S, Ross B, Fracaro M: EpiPortal: an electronic decision support system for infection control. *AMIA Annu Symp Proc* 2006: 1132.
946. Walczak S: Artificial neural network medical decision support tool: predicting transfusion requirements of ER patients. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2005; 9(3): 468–74.
947. Walker J, Fairley C, Walker S, et al.: Computer reminders for Chlamydia screening in general practice: a randomized controlled trial. *Sex Transm Dis* 2010; 37(7): 445–50.
948. Walter W: Strategien der Politikberatung die Interpretation der Sachverständigen-Rolle im Lichte von Experteninterviews. In: Hitzler R (ed.): *Expertenwissen: Die institutionalisierte Kompetenz zur Konstruktion von Wirklichkeit*. Opladen: Westdt. Verl. 1994; p. 268–284.

949. Wang JK, Shabot MM, Duncan RG, Polaschek JX, Jones DT: A clinical rules taxonomy for the implementation of a computerized physician order entry (CPOE) system. *Proc AMIA Symp* 2002; 860–3.
950. Wang Y, Winters J: A dynamic neuro-fuzzy model providing bio-state estimation and prognosis prediction for wearable intelligent assistants. *J Neuroeng Rehabil* 2005; 2: 15.
951. Wanger P, Martin L: Algorithms for optimizing drug therapy. *BMC Med Inform Decis Mak* 2004; 4: 10.
952. WARNER HR, TORONTO AF, VEASEY LG, STEPHENSON R: A mathematical approach to medical diagnosis. Application to congenital heart disease. *JAMA* 1961; 177: 177–83.
953. Watt E, Bui A: Evaluation of a dynamic bayesian belief network to predict osteoarthritic knee pain using data from the osteoarthritis initiative. *AMIA Annu Symp Proc* 2008: 788–92.
954. Wax D, Beilin Y, Levin M, Chadha N, Krol M, Reich D: The effect of an interactive visual reminder in an anesthesia information management system on timeliness of prophylactic antibiotic administration. *Anesth Analg* 2007; 104(6): 1462-6, table of contents.
955. Wears R, Berg M: Computer technology and clinical work: still waiting for Godot. *JAMA* 2005; 293(10): 1261–3.
956. Weber V, Bloom F, Pierdon S, Wood C: Employing the electronic health record to improve diabetes care: a multifaceted intervention in an integrated delivery system. *J Gen Intern Med* 2008; 23(4): 379–82.
957. Weir CJ, Lees KR, MacWalter RS, et al.: Cluster-randomized, controlled trial of computer-based decision support for selecting long-term anti-thrombotic therapy after acute ischaemic stroke. *QJM* 2003; 96(2): 143–53.
958. Weiss M, Young L: Should we fly or drive? The use of a computer-based system (ANTSS) for resource utilization. *Air Med J* 2007; 26(2): 104–10.
959. Wells S, Furness S, Rafter N, et al.: Integrated electronic decision support increases cardiovascular disease risk assessment four fold in routine primary care practice. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2008; 15(2): 173–8.
960. Were M, Meeks-Johnson J, Overhage J: Enhanced laboratory reports: using health information exchange data to provide contextual information to laboratory

- results for practices without electronic records. *AMIA Annu Symp Proc* 2008; 1174.
961. Wess M, Schauer D, Johnston J, et al.: Application of a decision support tool for anticoagulation in patients with non-valvular atrial fibrillation. *J Gen Intern Med* 2008; 23(4): 411–7.
 962. Wexler D, Shrader P, Burns S, Cagliero E: Effectiveness of a computerized insulin order template in general medical inpatients with type 2 diabetes: a cluster randomized trial. *Diabetes Care* 2010; 33(10): 2181–3.
 963. Wiehler U, Schmidt R, Skonetzki S, Becker M: Optimierung der differenzial-diagnostischen Strategie bei Patienten mit sekundären Uveitisformen mit einem computergestützten System. *Ophthalmologe* 2006; 103(5): 406–9.
 964. Wilk S, Michalowski W, Farion K, Sayyad S: MET3-AE system to support management of pediatric asthma exacerbation in the emergency department. *Stud Health Technol Inform* 2010; 160(Pt 2): 841–5.
 965. Wilkes J, Zaoutis T, Keren R, et al.: Treatment with oseltamivir in children hospitalized with community-acquired, laboratory-confirmed influenza: review of five seasons and evaluation of an electronic reminder. *J Hosp Med* 2009; 4(3): 171–8.
 966. Will E, Richardson D, Tolman C, Bartlett C: Development and exploitation of a clinical decision support system for the management of renal anaemia. *Nephrol Dial Transplant* 2007; 22 Suppl 4: iv31-iv36.
 967. Willey C: The mother of invention. A physician-owned medical group builds its own clinical decision support tool and brings it to the open market. *Health Manag Technol* 2007; 28(8): 12–5.
 968. Williams E, Lapham G, Achtmeyer C, Volpp B, Kivlahan D, Bradley K: Use of an electronic clinical reminder for brief alcohol counseling is associated with resolution of unhealthy alcohol use at follow-up screening. *J Gen Intern Med* 2010; 25 Suppl 1: 11–7.
 969. Wilson A, Duszynski A, Turnbull D, Beilby J: Investigating patients' and general practitioners' views of computerised decision support software for the assessment and management of cardiovascular risk. *Inform Prim Care* 2007; 15(1): 33–44.

970. Wilson B, Torrance N, Mollison J, et al.: Cluster randomized trial of a multi-faceted primary care decision-support intervention for inherited breast cancer risk. *Fam Pract* 2006; 23(5): 537–44.
971. Winnem O: Integrating electronic guidelines into the diagnostic cycle. *Stud Health Technol Inform* 2004; 105: 156–65.
972. Woebkenberg J, Schneider N: Ambulante Gesundheitszentren in Deutschland. *Zeitschrift für Allgemeinmedizin*; 2014(90): 226–30.
973. Wojtusiak J, Michalski R, Simanivanh T, Baranova A: Towards application of rule learning to the meta-analysis of clinical data: an example of the metabolic syndrome. *Int J Med Inform* 2009; 78(12): e104-11.
974. Wolfgang Ludwig-Mayerhofer: Methoden der empirischen Sozialforschung I - Qualitative Interviewverfahren. Siegen 2004.
975. Woltmann E, Wilkniss S, Teachout A, McHugo G, Drake R: Trial of an electronic decision support system to facilitate shared decision making in community mental health. *Psychiatr Serv* 2011; 62(1): 54–60.
976. Womack S, Armstrong T: Use of a computerized decision support system for primary and secondary prevention of work-related MSD disability. *J Occup Rehabil* 2005; 15(3): 313–28.
977. Worachartcheewan A, Nantasenamat C, Isarankura-Na-Ayudhya C, Pidetcha P, Prachayasittikul V: Identification of metabolic syndrome using decision tree analysis. *Diabetes Res Clin Pract* 2010; 90(1): e15-8.
978. Work Group 1, Pre-Market Submission and CSDT: White Paper on Medical Device Software Regulation - Software Qualification and Classification 2014.
979. World Health Organization Regional Office for Europe: Call for innovative health technologies: medical devices and eHealth solutions for low-resource settings 2013.
980. Wright A, Sittig D: A four-phase model of the evolution of clinical decision support architectures. *Int J Med Inform* 2008; 77(10): 641–9.
981. Wright A, Sittig D, Ash J, et al.: Development and evaluation of a comprehensive clinical decision support taxonomy: comparison of front-end tools in commercial and internally developed electronic health record systems. *J Am Med Inform Assoc* 2011; 18(3): 232–42.

982. Wright A, Sittig DF: SANDS: a service-oriented architecture for clinical decision support in a National Health Information Network. *Journal of biomedical informatics* 2008; 41(6): 962–81.
983. Wright AA, Maydom BW: Improving the implementation of community-acquired pneumonia guidelines. *Intern Med J* 2004; 34(8): 507–9.
984. Wu HW, Davis PK, Bell DS: Advancing clinical decision support using lessons from outside of healthcare: an interdisciplinary systematic review. *BMC Med Inform Decis Mak* 2012; 12: 90.
985. Wu W, Bui A, Batalin M, Au L, Binney J, Kaiser W: MEDIC: medical embedded device for individualized care. *Artif Intell Med* 2008; 42(2): 137–52.
986. Wyatt J, Spiegelhalter D: Field trials of medical decision-aids: potential problems and solutions. *Proceedings / the ... Annual Symposium on Computer Application [sic] in Medical Care. Symposium on Computer Applications in Medical Care* 1991: 3–7.
987. Wyns B, Sette S, Boullart L, Baeten D, Hoffman IE, De K: Prediction of diagnosis in patients with early arthritis using a combined Kohonen mapping and instance-based evaluation criterion. *Artif Intell Med* 2004; 31(1): 45–55.
988. Xiao L, Cousins G, Courtney B, Hederman L, Fahey T, Dimitrov B: Developing an electronic health record (EHR) for methadone treatment recording and decision support. *BMC Med Inform Decis Mak* 2011; 11: 5.
989. Yamada Y: Identification of genetic factors and development of genetic risk diagnosis systems for cardiovascular diseases and stroke. *Circ J* 2006; 70(10): 1240–8.
990. Ying H, Lin F, MacArthur R, et al.: A fuzzy discrete event system approach to determining optimal HIV/AIDS treatment regimens. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2006; 10(4): 663–76.
991. Yong MK, Buising KL, Cheng AC, Thursky KA: Improved susceptibility of Gram-negative bacteria in an intensive care unit following implementation of a computerized antibiotic decision support system. *J Antimicrob Chemother* 2010; 65(5): 1062–9.
992. Yu C, Yang J-J, Chen J-C, et al.: The development and evaluation of the Citizen Telehealth Care service System: case study in Taipei. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2009; 2009: 6095–8.

993. Yu D, Seger D, Lasser K, et al.: Impact of implementing alerts about medication black-box warnings in electronic health records. *Pharmacoepidemiol Drug Saf* 2011; 20(2): 192–202.
994. Yusof M, Paul R, Stergioulas L: Health information systems evaluation: a focus on clinical decision supports system. *Stud Health Technol Inform* 2005; 116: 855–60.
995. Zai A, Grant R, Estey G, et al.: Lessons from implementing a combined workflow-informatics system for diabetes management. *J Am Med Inform Assoc* 2008; 15(4): 524–33.
996. Zakim D, Braun N, Fritz P, Alscher M: Underutilization of information and knowledge in everyday medical practice: evaluation of a computer-based solution. *BMC Med Inform Decis Mak* 2008; 8: 50.
997. Zazzi M, Kaiser R, Sonnerborg A, et al.: Prediction of response to antiretroviral therapy by human experts and by the EuResist data-driven expert system (the EVE study). *HIV Med* 2011; 12(4): 211–8.
998. Zema M, Rosati S, Gioia V, Knaflitz M, Balestra G: Developing medical device software in compliance with regulations. Conference proceedings ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Conference 2015; 2015: 1331–4.
999. Zheng K, Padman R, Johnson M, Diamond H: Understanding technology adoption in clinical care: clinician adoption behavior of a point-of-care reminder system. *Int J Med Inform* 2005; 74(7-8): 535–43.
1000. Zhou Y, Unitan R, Wang J, et al.: Improving population care with an integrated electronic panel support tool. *Popul Health Manag* 2011; 14(1): 3–9.
1001. Zhu S, Reddy M, Yen J: Hypothesis-driven story building framework: enhancing iterative process support in clinical diagnostic decision support systems. *AMIA Annu Symp Proc* 2009; 2009: 740–4.
1002. Zhu S, Reddy M, Yen J, DeFlicht C: SRCAST-Diagnosis: understanding how different members of a patient-care team interact with clinical decision support system. *AMIA Annu Symp Proc* 2011; 2011: 1658–67.

1003. Zhu V, Grannis S, Rosenman M, Downs S: Implementing broad scale childhood immunization decision support as a web service. *AMIA Annu Symp Proc* 2009; 2009: 745–9.
1004. Zhu X, Lord W: Using a context-aware medical application to address information needs for extubation decisions. *AMIA Annu Symp Proc* 2005: 1169.
1005. Ziemer D, Tsui C, Caudle J, Barnes C, Dames F, Phillips L: An informatics-supported intervention improves diabetes control in a primary care setting. *AMIA Annu Symp Proc* 2006: 1160.
1006. Zilberberg MD: The clinical research enterprise: time to change course? *JAMA* 2011; 305(6): 604–5.
1007. Zolnoori M, Zarandi MH, Moin M: Application of Intelligent Systems in Asthma Disease: Designing a Fuzzy Rule-Based System for Evaluating Level of Asthma Exacerbation. *J Med Syst* 2011.
1008. Zorman M, Eich H-P, Stiglic B, Ohmann C, Lenic M: Does size really matter--using a decision tree approach for comparison of three different databases from the medical field of acute appendicitis. *J Med Syst* 2002; 26(5): 465–77.

8 Anhang

8.1 Abkürzungen

AMTS	Arzneimitteltherapiesicherheit
API	Application Programming Interface
Bez.	Bezüglich
CDS	Clinical Decision Support
CDSS	Clinical Decision Support System
CPOE	Clinical Provider Order Entry System
FDA	Food and Drug Administration
HIT	Health Information Technology
HL7	Health Level Seven International
IT	Information Technology
ITAM	Information Technology Adoption Model
KI	Konfidenzintervall
KIS	Krankenhausinformationssystem
LOINC	Logical Observation Identifiers Names and Codes
MDR	Medizinprodukteverordnung
MVZ	Medizinisches Versorgungszentrum
NGO	Non-governmental organization
RCT	Randomized Controlled Trial
ROI	Return on Investment
SOA	Service Oriented Architecture
SAGE	Shareable Active Guideline Environment Projekt
SNOMED CT	Systematised Nomenclature of Medicine Clinical Terms
TAM	Technology Acceptance Model
TEUR	Tausend Euro
u.ä.	und ähnliches
UTAUT	Unified Theory of Acceptance and Use Of Technology
VHR	Virtual Health Record
WBS	Wissensbasiertes System

8.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablaufdiagramm der Literatursauswahl	32
Abbildung 2: Anzahl CDSS nach Jahren	32
Abbildung 3: Interviewleitfaden Deutsch	49
Abbildung 4: Einflussfaktoren auf die CDSS-Implementierung	59
Abbildung 5: Rücklauf Interviewanfragen.....	60
Abbildung 6: CDSS der Interviewpartner nach Entwicklungsjahr	63

8.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Faktoren für erfolgreiche CDSS nach Bates et al. 2003 [59].....	13
Tabelle 2: Barrieren für die Implementierung von CDSS nach Trivedi et al. 2002 [913].....	14
Tabelle 3: Zusammenfassung von Einflussfaktoren für die Adoption von CDSS nach Moxey et al. [640], gewichtet nach der Anzahl der Primärstudien, die das jeweilige Thema behandeln	15
Tabelle 4: Risikofaktoren für den Erfolg von KIS-Projekten nach einer Delphi-Studie von Paré et al nummeriert nach abnehmender Bedeutung. [695]	15
Tabelle 5: Zusammenfassung zentraler Probleme bei der Anwendung wissensbasierter Systeme in der Medizin nach Spreckelsen et al. [857]	17
Tabelle 6: Themen und Handlungsempfehlungen für die Entwicklung und Implementierung von CDSS nach Ash et al. 2012 [39].....	19
Tabelle 7: Suchbegriffe Garg et al. 2005, nummeriert [310].....	24
Tabelle 8: Suchbegriffe Kawamoto et al. 2005, nummeriert [469]	24
Tabelle 9: Suchbegriffe Hemens et al. 201, nummeriert 1 [370].....	24
Tabelle 10: Suchbegriffe Jaspers et al. 2011, nummeriert [435]	24
Tabelle 11: Suchbegriffe Berlin et al. 2006, nummeriert [71].....	24
Tabelle 12: Verwendete Suchbegriffe, nummeriert	24
Tabelle 13: CDSS-Klassifikation.....	30
Tabelle 14: Anzahl CDSS nach Regionen	33
Tabelle 15: Anzahl CDSS nach Ländern	33
Tabelle 16: Verteilung CDSS nach Fachrichtung.....	33
Tabelle 17: Verteilung CDSS nach Aufgabe	34
Tabelle 18: Verteilung CDSS nach Umfeld.....	34
Tabelle 19: Verteilung CDSS nach Entscheidungslogik	35
Tabelle 20: Verteilung CDSS nach Art der Entscheidungsunterstützung	35
Tabelle 21: Verteilung CDSS nach Dateneingabe	36
Tabelle 22: Verteilung CDSS nach direkter Umsetzbarkeit der Empfehlungen.....	37
Tabelle 23: Verteilung CDSS nach Systemintegration.....	37
Tabelle 24: Regionale Unterschiede in der CDSS-Implementierung	38
Tabelle 25: Verteilung CDSS nach Evaluation.....	38
Tabelle 26: Verteilung der evaluierten CDSS nach Studiendesign	38

Tabelle 27: Verteilung der evaluierten CDSS nach Zielgröße der Evaluation (Mehrfachnennung möglich).....	39
Tabelle 28: Ergebnisse bei der Evaluation Anbieterbezogener Zielgrößen.....	39
Tabelle 29: Ergebnis bei der Evaluation Patientenbezogener Zielgrößen	39
Tabelle 30: Erfolgsraten anbieterorientierter CDSS-Evaluationen mit und ohne ausgewählter Systemeigenschaften.....	40
Tabelle 31: Erfolgsraten patientenorientierter CDSS-Evaluationen mit und ohne ausgewählter Systemeigenschaften.....	40
Tabelle 32: Ergebnisse von Übersichtsarbeiten zu CDSS-Evaluationen.....	43
Tabelle 33: Herkunft Interviewpartner.....	61
Tabelle 34: Fachlicher Hintergrund der Interviewpartner	62
Tabelle 35: Rolle der Interviewpartner innerhalb des CDSS-Projektes.....	62
Tabelle 36: Geschätzter Ressourceneinsatz im Rahmen der CDSS-Entwicklung.....	64
Tabelle 37: CDSS der Interviewpartner nach CDSS-Aufgabe	64
Tabelle 38: CDSS der Interviewpartner nach Fachrichtung	64
Tabelle 39: CDSS der Interviewpartner nach Entscheidungslogik.....	65
Tabelle 40: CDSS der Interviewpartner nach Art der Entscheidungsunterstützung..	65
Tabelle 41: CDSS der Interviewpartner nach Umfeld	65
Tabelle 42: CDSS der Interviewpartner nach erfolgter Systemintegration	66
Tabelle 43: CDSS der Interviewpartner nach Art der Dateneingabe.....	66
Tabelle 44: CDSS der Interviewpartner nach Möglichkeit der direkten Umsetzbarkeit der generierten Empfehlungen	66
Tabelle 45: Zielgröße der evaluierten CDSS	66
Tabelle 46: CDSS der Interviewpartner nach erfolgter Implementierung zum Publikationszeitpunkt.....	67
Tabelle 47: CDSS der Interviewpartner nach erfolgter Implementierung zum Interviewzeitpunkt	67
Tabelle 48: Einflussfaktoren für eine erfolgreiche CDSS-Implementierung nach Kategorie und Häufigkeit.....	67
Tabelle 49: Häufig genannte Einflussfaktoren für eine erfolgreiche CDSS- Implementierung	68
Tabelle 50: Weitere CDSS-Eigenschaften für eine erfolgreiche Systemimplementierung.....	75

Tabelle 51: Ressourcenaufwand für die Aktualisierung der CDSS-Wissensbasis als Implementierungshindernis.....	85
Tabelle 52: Nationale und supranationale Regulierung als Barriere für die eigene CDSS-Implementierung.....	88
Tabelle 53: Nationale und supranationale Regulierung als Barriere für die CDSS-Implementierung allgemein	88
Tabelle 54: Zertifizierung des eigenen CDSS nach europäischer Gesetzgebung	89
Tabelle 55: Vorschläge zum Abbau von durch mangelnde Standards und Standardisierung bedingte CDSS-Migrationshindernisse nach Häufigkeit	91
Tabelle 56: Häufig genannte Einflussfaktoren für die CDSS-Implementierung nach Region	93
Tabelle 57: Gruppierte Einflussfaktoren für die CDSS-Implementierung nach Region (absolut)	94
Tabelle 58: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Jahr und Umfeld der CDSS-Entwicklung	238
Tabelle 59: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Entwicklungsland.....	238
Tabelle 60: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Fachrichtung der CDSS ...	238
Tabelle 61: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Aufgabe, Entscheidungslogik und Dateneingabe der CDSS.....	239
Tabelle 62: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Art der Entscheidungsunterstützung.....	239
Tabelle 63: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Systemintegration, direkte Umsetzbarkeit der Empfehlungen und Implementierungsstatus	239
Tabelle 64: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Evaluation und ggf. Studiendesign	239
Tabelle 65: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Zielgröße und Ergebnis der Evaluation	240

8.4 Übersicht Interviewpartner

Name	Position	Interview-datum
Professor Mark Dominik Al-scher	Chefarzt für Innere Medizin und Nephrologie, Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart	12.08.2014
PD Dr. Andreas Bickel	Oberarzt für Neurologie, Asklepiosklinik Hamburg Altona	07.08.2014
Dr. Eberhard Biermann	Wissenschaftler am Institut für Diabetesforschung, München	11.08.2014
Dr. Martin Daumer	Leiter des Sylvia Lawrence Center für MS-Forschung - Human Motion Institute, München	05.08.2014
Professor Harald Dormann	Leiter der Zentralen Notaufnahme, Klinikum Fürth	22.09.2014
Professor Martin Dugas	Direktor der Abteilung für Medizininformatik und Biomathematik, Universität Münster	15.08.2014
Dr. Nikolaus Gerdes	Ehemaliger Wissenschaftlicher Leiter des Hochrhein-Instituts für Rehabilitationsforschung	11.08.2014
Professor Walter Haefeli	Ärztlicher Direktor der Abteilung für Klinische Pharmakologie, Universitätsklinikum Heidelberg	14.08.2014
Professor Markus Löffler	Leiter des Institutes für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Universität Leipzig	28.08.2014
Professor Wolfgang Rascher	Direktor der Klinik für Pädiatrie, Universitätsklinikum Erlangen	19.08.2014
PD Dr. Siegfried Schwab	Niedergelassener Radiologe	12.08.2014
Professor Stefan Skonetzki-Cheng	Professor für Gesundheitsinformatik und Softwareengineering im Gesundheitswesen, Hochschule Niederrhein	01.09.2014
Dr. Sascha Tafelski	Facharzt für Anästhesie, Charité Berlin	08.08.2014
Professor M. Bonten	Direktor der Abteilung für Medizinische Mikrobiologie, Universitätsklinikum Utrecht, Niederlande	06.11.2014
Fabian Kooij, MD	Anästhesist, Universitätsklinikum Amsterdam, Niederlande	01.09.2014
Pieter Kubben, MD	Neurochirurg, Universitätsklinikum Maastricht, Niederlande	08.08.2014
Dr. Niels Peek	Dozent Medizininformatik, Health e-Research Centre Manchester, Großbritannien	22.08.2014
Emily Rood, MS	IT-Koordinator, OLV Krankenhaus Aalst, Belgien	08.09.2014
Professor Peter Sloot	Professor für Informatik, Universität Amsterdam, Niederlande	12.08.2014

Professor Johan van der Lei	Leiter der Abteilung für Medizininformatik, Universitätsklinikum Rotterdam, Niederlande	20.08.2014
Claudio Eccher, PHD	Leitender Forscher e-Health Forschungsabteilung der Fondazione Bruno Kessler Trento, Italien	14.08.2014
Dr. Peter Beck	Leitender Wissenschaftler, Joanneum Research Forschungsgesellschaft, Österreich	05.08.2014
Karl Kreiner, Magister	Wissenschaftler, AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Österreich	08.08.2014
Dr. Raphael Chevrier	Assistenzarzt Intensivmedizin, King's College Hospital London, Großbritannien	11.09.2014
Professor Carlo Luca Romano	Professor für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universität Mailand, Italien	21.08.2014
Professor Silvana Quaglini	Professor für Bioengineering und Informatik, Universität Pavia, Italien	01.09.2014
Davide Luciani	Leiter Abteilung für Wissensverarbeitung, Mario Negri Institut für pharmakologische Forschung, Italien	04.09.2014
Professor Francesco Locatelli	Professor für Nephrologie, Universität Mailand, Chefarzt Nephro Ospedale Lecco, Italien	01.09.2014
Professor Mauro Gaspari	Associate Professor für Informatik, Universität Bologna, Italien	11.09.2014
Dr. Jussi Mattila	Softwareentwickler VTT Technical Research Centre of Finland, Finnland	01.10.2014
Dr. Mariann Fossum	Associate Professor, Abteilung für Pflegewissenschaften, Universität Agder, Norwegen	14.10.2014
Professor Stephan Edward Rees	Professor für Gesundheitswissenschaften, Medizinische Fakultät, Aalborg Universität, Dänemark	22.09.2014
Birgitte Pedersen, MD	Softwareentwicklerin, IT-Universität Kopenhagen, Dänemark	11.09.2014
Professor Dr. Celine Pulcini	Professor für Tropen- und Infektionskrankheiten, Universität Lorraine, Frankreich	20.10.2014
Chrysostomos Stylios, PHD	Assistant Professor in der Abteilung für Technische Informatik, Technological Education Institute Epirus, Griechenland	24.10.2014
Professor Kostas Vassilakis	Professor für Informatik, Technological Education Institute Kreta, Griechenland	02.12.2014
Jorge Cancela, M.Sc.	Wissenschaftler im Bereich Life Supporting Technologies, Polytechnische Universität Madrid, Spanien	23.10.2014
Professor Michael Buist, MD	Professor für Gesundheitsleistungen, Universität Tasmanien, Australien	22.10.2014

Dr. Eric J. Will	Ehemaliger Nephrologe im St James's Universitätskrankenhaus, Leeds, Großbritannien	23.10.2014
Tim Holt, PHD, MD	Leitender Wissenschaftler, Nuffield Department of Primary Care Health Sciences, Oxford Universität, Großbritannien	20.10.2014
Professor Robyn Tamblyn	Professor für Epidemiologie and Biostatistik, McGill Universität, Kanada	09.12.2014
Professor Martin Reed	Chefarzt für Radiologie, Kinderkrankenhaus Winnipeg, Kanada	06.11.2014
Professor Anne Holbrook, MD	Direktor der Abteilung für Klinische Pharmakologie, McMaster Universität Hamilton, Kanada	25.10.2014
Monika Kastner, PhD	Wissenschaftler am Li Ka Shing Knowledge Institute des St. Michael's Krankenhauses Toronto, Kanada	19.12.2014
Valorie Masuda	Palliativmedizinerin, Cowichan District Krankenhaus, Kanada	20.10.2014
Professor Monique Frize	Außerordentliche Professorin an der Carleton Universität, Kanada	06.11.2014
Karen J. Coleman, PHD	Wissenschaftlerin bei Kaiser Permanente, USA	28.10.2014
Eleanor Bimla Schwarz, MD, MS	Leiterin der Women's Health Services Research Unit, Universität Pittsburg, USA	27.10.2014
Jim Christian	Vorstand eines Unternehmens für CDSS-Entwicklung, USA	29.10.2014
Ketan Mane, PHD	Leitender Entwickler in der Arbeitsgruppe Medizininformatik und Biowissenschaft, Renaissance Computing Institute (RENCI), USA	02.12.2014
Bela G. Nair, PHD	Assistant Professor für Anästhesie, Universität Washington, USA	30.10.2014
Patrick J. O'Connor, MD, MPH	Stellvertretender Ärztlicher Direktor der Health Partners Medical Group, USA	18.11.2014
John Fortney, PHD	Stellvertretender Direktor Bereich Forschung , AIMS Center, Universität Washington, USA	29.10.2014
Jozef van den Ende, PHD	Leiter der Abteilung Klinische Forschung, Tropeninstitut Antwerpen, Belgien	28.10.2014

8.5 Klassifikation zur Literaturübersicht

(Vgl. auch Legende S.238)

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz- barkeit	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[1]	6	33	1	16	3	1	4	1	2	2	2	6		
[3]	10	45	2	14	3	1	1	3	1	1	1	1	1, 2	2, 2
[4]	6	19	2	8	3	1	4	1	2	2	2	6		
[6]	2	45	1	19	3	1	1	2	1	2	2	6		
[5]	10	45	4	9	2	1	1	3	1	2	1	3	2	1
[7]	8	27	1	11	1	2	2	3	1	2	1	6		
[9]	7	13	3	13	1	3	4	1	2	2	2	6		
[10]	6	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[12]	8	45	1	13	2	1	1	1	1	1	1	6	1	2
[11]	3	45	2	13	5	1	1	3	1	2	1	6		
[13]	4	38	1	5	1	1	3	1	2	2	2	6		
[14]	6	14	3	15	1	2	4	1	2	2	2	6		
[15]	9	25	1	12	1	4	4	1	2	2	2	6		
[16]	4	45	5	6	3	1	7	2	2	2	2	6		
[17]	8	45	1	6	3	1	2	2	2	2	2	6		
[18]	11	22	3	13	1	4	4	1	2	2	2	6		
[19]	7	45	9	13	3	1	1	3	1	2	1	6		
[21]	7	6	1	20	3	1	4	1	2	2	2	6		
[22]	7	45	1	6	3	5	2	4	2	2	2	6		
[23]	5	45	1	19	1	1	2	1	2	2	2	6		
[24]	5	45	5	13	1	1	1	4	2	2	1	2	2	2
[25]	10	18	3	14	1	2	4	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz- barkeit	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[29]	3	45	1	19	5	1	7	5	1	2	1	6		
[31]	9	45	4	12	4	1	1	3	1	2	2	2	1	1
[32]	9	4	7	11	1	3	4	1	2	2	2	6		
[33]	6	16	4	7	1	3	4	1	2	2	2	6		
[35]	7	45	1	13	1	1	7	5	1	2	1	6		
[36]	9	26	1	14	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2
[42]	6	7	7	6	3	1	2	1	2	2	1	1	2	1
[43]	10	45	1	2	2	1	1	3	1	2	1	2	1,2	1,2
[44]	6	45	1	15	1	1	4	1	2	2	2	6		
[45]	8	45	1	20	1	1	1	3	2	2	1	6		
[47]	10	23	1	1	1	2	1	4	1	2	2	6		
[48]	2	45	1	12	2	1	1	3	1	2	1	6		
[51]	10	45	1	6	3	1	1	4	2	1	1	2	2	2
[52]	7	45	1	2	2	1	1	3	1	1	1	3	1,2	2,2
[53]	11	45	1	12	3	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[54]	7	45	4	19	2	4	2	5	1	2	2	6		
[55]	2	7	3	7	3	1	4	1	2	2	2	6		
[56]	11	42	3	7	1	3	4	1	2	2	2	6		
[57]	6	2	5	13	3	1	1	5	2	2	1	6		
[62]	9	29	3	24	1	1	4	1	2	2	2	6		
[63]	4	27	1	19	1	1	4	1	2	2	2	6		
[64]	5	7	1	15	1	1	4	1	2	2	1	6		
[65]	7	45	1	11	3	1	3	3	1	1	1	6		
[66]	4	19	1	9	1	2	4	1	2	2	2	6		
[67]	9	45	2	20	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[68]	1	16	5	6	3	1	4	2	2	2	1	6		
[69]	4	26	5	5	3	3	3	3	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[70]	9	9	5	13	1	5	1	4	2	2	2	6		
[73]	5	5	1	13	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1
[76]	8	8	2	6	3	1	4	1	2	2	1	1	1	2
[78]	9	9	1	13	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1
[77]	8	8	1	16	2	1	4	1	1	1	1	2	1,2	1,1
[80]	10	10	4	14	2	1	1	3	1	2	1	1	1	1
[81]	5	5	1	15	1	1	4	1	2	2	2	6		
[82]	2	2	2	6	3	1	4	1	2	2	1	6		
[83]	7	7	1	18	1	2	4	1	2	2	2	6		
[84]	2	2	2	13	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[85]	6	6	3	13	2	1	1	1	2	2	2	6		
[87]	10	10	9	13	3	1	4	1	1	1	1	3	1	1
[89]	4	4	6	6	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[91]	6	6	1	2	2	1	1	3	1	1	1	6		
[95]	7	7	1	2	2	1	2	1	2	2	2	6		
[96]	6	6	1	6	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2
[97]	9	9	1	8	3	1	1	3	1	1	1	6		
[100]	9	9	6	19	2	1	4	1	1	1	1	1	1	2
[101]	6	6	1	15	3	1	1	1	2	2	1	6		
[103]	8	8	2	6	5	1	4	1	1	1	2	6		
[104]	6	6	1	13	5	1	3	1	2	2	1	6		
[106]	7	7	1	1	3	1	6	1	1	1	2	6		
[109]	6	6	4	15	5	1	4	1	1	1	1	6		
[112]	3	3	1	12	3	1	4	1	2	2	2	6		
[113]	7	7	1	20	2	2	4	5	1	2	1	2	1	1
[115]	5	5	5	19	1	1	1	4	2	2	2	6		
[116]	6	6	8	13	1	1	4	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[117]	3	12	1	19	3	1	6	3	1	2	2	6		
[119]	10	16	1	2	2	1	6	3	1	2	1	2	1, 2	1, 1
[120]	2	33	9	13	3	5	3	1	2	2	2	6		
[121]	7	45	8	13	2	1	7	1	2	2	2	6		
[122]	2	37	1	14	2	3	2	1	2	2	2	6		
[123]	3	45	1	12	3	1	4	1	2	2	2	6		
[124]	7	45	9	13	4	1	2	4	2	2	2	6		
[125]	7	45	1	19	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1
[127]	1	12	4	6	4	1	2	1	2	2	2	6		
[130]	8	4	1	6	3	1	1	4	2	2	1	1	2	1
[132]	7	45	4	13	3	1	2	1	2	2	2	6		
[135]	9	45	1	13	3	1	1	3	1	1	1	6		
[136]	2	39	1	13	1	1	4	1	1	2	1	6		
[139]	4	23	1	6	2	1	1	4	2	1	2	6		
[140]	10	45	6	2	4	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[146]	2	45	1	15	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[142]	7	39	1	20	3	1	3	4	2	2	2	6		
[141]	9	39	1	6	2	1	4	1	1	1	1	6		
[143]	5	45	1	11	1	1	1	3	1	2	1	6		
[144]	11	5	3	6	1	4	2	1	2	2	2	6		
[145]	7	45	9	4	1	4	2	1	2	2	1	6		
[148]	10	33	1	14	1	1	4	1	2	2	2	6		
[149]	9	45	1	13	1	4	4	1	2	2	2	6		
[150]	9	39	9	13	3	1	2	1	2	2	1	6		
[151]	6	38	1	20	1	1	2	1	2	2	2	6		
[153]	4	38	1	12	5	1	1	4	2	1	2	6		
[152]	5	45	1	15	1	1	4	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[154]	8	13	1	14	1	4	2	1	2	2	2	6	2	1
[156]	10	45	2	6	3	1	4	2	2	2	1	1	2	1
[155]	7	45	4	6	3	1	4	2	2	2	1	1		
[158]	7	45	1	7	3	4	4	1	2	2	2	6		
[159]	4	39	1	12	1	1	4	1	2	2	2	6		
[160]	6	45	1	13	3	1	3	3	1	2	1	6		
[161]	9	3	2	12	4	1	2	1	2	2	1	6		
[163]	1	45	1	4	3	1	4	1	2	2	1	6	2	1
[164]	7	24	2	6	3	1	4	1	2	2	1	1	1	1
[167]	9	45	2	19	3	1	1	3	1	2	1	1	1,3	2,1
[168]	4	37	2	6	3	1	4	1	2	2	1	1	1	1
[171]	11	45	9	19	1	1	1	1	1	1	1	2		
[173]	8	45	1	22	3	1	3	3	1	2	1	6	1	3
[174]	3	45	1	11	2	1	1	3	1	2	1	2		
[175]	3	9	4	2	2	1	1	3	1	2	2	6		
[176]	2	9	1	13	4	1	2	1	2	2	2	6		
[177]	7	23	7	12	3	1	4	1	2	2	2	6		
[179]	5	16	3	12	5	1	7	5	1	2	2	6		
[181]	6	2	1	23	3	4	2	1	2	2	2	6		
[182]	10	45	1	4	1	4	2	4	2	2	2	6		
[183]	4	45	1	6	2	1	2	2	2	2	2	6		
[184]	4	45	3	20	3	3	2	1	2	2	2	6		
[185]	8	12	1	6	2	1	1	4	2	2	1	1	2	2
[187]	5	42	5	12	1	1	4	5	2	2	2	6		
[188]	5	45	1	19	3	1	4	1	2	2	1	6		
[189]	7	45	1	7	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[190]	10	10	1	11	2	1	4	3	1	1	1	2	1	1

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[192]	10	12	3	15	1	4	2	1	2	2	2	6		
[193]	7	19	4	12	3	1	3	1	2	2	2	6		
[194]	3	45	1	13	4	1	2	1	1	2	2	6		
[195]	10	19	6	13	1	1	1	1	1	1	1	6		
[196]	10	2	9	7	2	1	1	3	1	2	1	1	1	1
[197]	8	19	3	25	5	1	5	1	2	1	2	6		
[199]	4	45	4	12	1	1	2	4	1	2	1	6		
[200]	6	7	1	15	3	1	2	1	2	2	2	6		
[202]	6	45	1	19	2	1	1	3	1	2	1	1	1	1
[454]	8	24	2	13	2	1	4	3	1	1	1	3	1	1
[204]	5	4	1	25	1	2	4	1	2	2	2	6		
[205]	6	16	1	15	1	1	4	1	2	2	1	6		
[208]	9	45	1	12	1	1	4	1	2	2	2	6		
[209]	11	45	2	6	4	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[210]	11	14	1	19	1	3	4	1	2	2	2	6		
[212]	10	3	1	11	1	1	4	1	2	2	1	6		
[213]	8	12	4	12	3	2	4	4	2	1	1	6		
[214]	9	15	1	7	1	1	4	1	2	2	2	6		
[215]	4	45	7	12	2	1	1	3	1	2	1	1	1	2
[217]	3	43	1	6	3	1	3	4	2	2	2	6		
[218]	9	45	4	13	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1
[220]	10	45	1	20	4	1	1	3	1	1	1	2	1,2	1,2
[219]	8	45	1	20	1	1	4	5	1	2	1	6		
[221]	3	45	1	20	4	1	1	3	1	1	1	1	2	2
[224]	10	45	4	16	2	4	2	1	2	2	2	6		
[225]	4	19	1	13	1	1	4	1	2	2	1	6		
[226]	8	12	2	7	4	1	2	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[228]	3	23	1	6	2	1	2	4	2	2	2	6		
[229]	3	7	1	7	2	1	1	3	1	2	1	6		
[230]	2	45	4	19	2	1	1	5	1	1	1	6		
[231]	7	45	2	23	3	1	4	5	1	2	1	6		
[232]	10	45	4	20	1	1	2	3	1	1	1	2	1	2
[234]	3	9	1	13	3	1	4	1	2	2	2	6		
[235]	1	7	1	7	3	1	2	1	2	2	2	6		
[236]	9	45	1	13	2	1	1	1	2	2	2	6		
[238]	8	45	2	6	4	1	2	2	2	2	1	6		
[239]	5	9	3	13	3	1	4	3	1	2	2	6		
[240]	8	16	1	8	3	1	4	3	1	2	2	6		
[241]	1	12	2	20	3	1	4	3	1	2	1	1	1, 2	2, 2
[242]	8	15	4	1	3	1	1	4	2	2	1	2	1	1
[243]	4	14	1	4	3	3	2	1	2	2	2	6		
[244]	7	19	2	13	2	1	1	1	2	2	1	6		
[245]	8	45	9	13	5	1	1	3	1	2	1	6		
[247]	5	32	4	13	2	1	4	3	1	1	2	6		
[249]	4	18	3	6	2	3	2	1	2	2	2	6		
[250]	7	32	3	12	1	3	3	1	2	2	2	6		
[251]	10	42	3	20	1	3	4	1	2	2	2	6		
[252]	7	19	3	16	3	4	4	1	2	2	2	6		
[253]	6	12	2	16	4	1	2	1	2	2	1	1	1, 2	1, 1
[254]	2	19	3	12	3	3	2	1	2	2	2	6		
[255]	9	42	3	11	1	3	2	1	2	2	2	6		
[257]	7	45	9	13	1	1	1	1	2	2	2	6		
[259]	8	24	1	20	3	1	1	3	1	2	1	2	1	2
[258]	9	24	1	6	3	1	1	4	2	1	1	1	2	2

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[261]	6	45	1	2	1	1	1	3	1	2	1	6		
[262]	7	45	4	1	1	1	1	3	1	2	1	6		
[263]	6	45	1	1	3	1	3	3	1	2	1	6		
[264]	5	45	3	13	1	4	4	1	2	2	2	6		
[266]	8	19	3	13	5	1	4	1	2	2	2	6		
[265]	9	19	1	20	1	1	2	1	2	2	2	6		
[268]	11	45	1	1	1	1	1	3	1	1	1	6		
[269]	5	45	5	13	2	1	1	3	1	2	1	6		
[270]	5	45	4	6	3	1	1	3	1	2	1	1	1	1
[271]	5	45	4	13	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[272]	5	45	6	12	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[273]	10	45	1	19	2	1	4	5	1	1	1	6		
[275]	8	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[274]	7	45	4	14	2	1	1	3	1	1	1	6		
[277]	8	45	2	19	4	1	1	3	1	1	1	1	1	2
[276]	6	45	2	19	4	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[278]	2	16	2	6	2	1	1	3	1	2	1	1	1	1
[279]	6	45	5	20	1	5	2	2	2	2	1	6		
[280]	7	45	1	20	1	1	1	3	1	2	1	6		
[281]	2	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[283]	10	2	4	4	3	1	4	3	1	2	1	1	1,2	1,2
[284]	9	45	1	2	4	1	1	3	1	1	1	3	1,2	1,2
[285]	8	45	1	6	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1
[288]	9	45	1	15	3	1	5	1	2	2	2	6		
[289]	8	45	6	13	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[290]	10	26	9	13	4	1	2	1	1	2	1	2	2	1
[292]	10	16	2	12	4	1	2	1	2	2	1	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[293]	3	2	2	13	4	1	1	3	1	2	1	1	2	2
[294]	2	45	1	12	1	1	4	1	2	2	1	6		
[295]	5	26	2	12	2	1	1	3	2	2	1	1	1, 3	2, 2
[296]	6	45	1	13	5	1	1	3	1	1	1	6		
[297]	8	11	1	8	1	1	2	1	2	2	2	6		
[298]	1	7	1	14	1	4	1	1	2	2	2	6		
[299]	4	19	1	19	5	5	7	5	2	1	2	6		
[301]	7	12	2	13	3	1	1	4	2	2	1	6		
[302]	5	33	1	14	2	3	2	1	2	2	2	6		
[303]	4	45	1	14	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[305]	3	45	1	12	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[306]	9	45	1	2	4	1	4	1	1	1	1	2	1, 2	1, 2
[304]	9	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	6		
[307]	8	45	1	15	1	1	3	1	2	2	2	6		
[308]	9	45	6	6	4	1	1	2	2	2	1	2	1	1
[311]	11	12	1	8	3	2	4	1	2	2	2	6		
[312]	3	12	1	14	2	1	1	3	1	2	1	2	2	1
[314]	8	16	1	15	1	1	4	1	2	2	1	6		
[315]	7	45	1	14	2	3	2	1	2	2	2	6		
[316]	8	45	1	20	3	1	2	1	2	2	2	6		
[317]	8	11	5	6	3	5	2	5	2	2	2	6		
[318]	8	11	3	15	1	5	2	1	2	2	2	6	2	1
[319]	7	45	4	11	4	1	1	3	1	1	1	2		
[320]	6	7	8	13	3	1	4	1	2	2	2	6		
[321]	5	3	1	8	3	1	2	1	2	2	2	6	2	2
[322]	4	45	1	25	3	1	3	1	2	2	1	1	1	2
[324]	10	45	2	13	4	1	1	3	1	1	1	1	1, 2	2, 2

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[323]	8	45	2	6	3	1	1	3	1	2	1	1	1, 2	2, 2
[325]	8	15	6	6	3	1	1	3	2	2	1	1	2	1
[326]	8	45	1	13	2	1	6	3	1	1	1	2	1	1
[329]	9	12	3	8	3	1	2	1	2	2	2	6		
[331]	2	45	4	11	2	1	4	3	1	2	2	6		
[332]	6	45	1	11	2	1	2	1	2	2	2	6		
[333]	6	37	1	19	3	1	4	1	2	2	1	6		
[335]	8	13	9	8	4	4	2	1	2	2	2	6		
[336]	8	24	4	12	3	1	4	1	2	2	1	1	1	1
[337]	9	9	1	2	3	1	1	1	2	1	1	4	1	1
[338]	2	30	1	12	3	1	4	1	2	2	1	6		
[339]	7	19	1	20	5	1	7	1	2	2	1	6		
[340]	7	45	2	6	3	1	4	2	1	2	1	1	2	2
[341]	3	2	1	11	2	1	4	3	1	2	1	6		
[342]	5	19	7	16	2	1	1	3	1	2	1	6		
[344]	2	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	6		
[345]	3	7	1	16	3	1	5	3	1	2	2	6		
[346]	11	45	1	13	2	1	4	3	1	1	1	2	1, 2	1, 2
[348]	9	45	1	6	2	1	4	3	1	1	1	2	2	1
[349]	4	45	5	11	1	1	4	1	2	2	2	6		
[350]	10	12	2	11	2	1	1	3	1	2	2	6		
[351]	10	13	4	14	1	1	4	1	2	2	2	6		
[352]	7	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	1	1	3
[353]	6	45	4	12	1	1	1	3	1	2	1	6		
[356]	7	45	9	13	2	1	1	3	1	2	1	6		
[357]	8	2	1	4	3	1	4	1	2	2	1	6		
[358]	6	45	3	20	3	1	1	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[359]	1	17	1	7	1	3	2	1	2	2	2	6		
[360]	10	45	1	11	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[361]	5	23	4	8	3	1	5	3	1	2	1	6		
[363]	6	45	1	12	2	1	1	3	1	2	1	6		
[367]	4	6	2	11	1	1	4	1	2	2	2	6		
[368]	9	7	1	12	3	1	2	1	2	2	2	6		
[369]	3	15	1	16	1	1	4	2	2	2	1	6		
[371]	6	45	1	13	1	1	1	3	1	2	1	6		
[374]	7	33	1	8	3	1	2	1	2	2	2	6		
[376]	7	45	2	12	2	1	1	3	1	2	1	1	1,2	1,2
[377]	9	45	1	19	2	1	6	1	2	2	1	2	1	1
[378]	8	45	1	20	1	1	2	1	2	2	2	6		
[379]	6	45	4	19	1	1	1	3	1	1	1	6		
[380]	7	19	1	13	3	1	4	1	2	2	2	6		
[381]	9	12	1	9	3	3	2	4	2	2	1	5	2	1
[382]	11	39	1	7	3	3	2	1	2	2	2	6		
[384]	2	15	4	14	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[386]	10	45	1	19	3	1	4	1	1	2	1	6		
[387]	9	24	1	14	2	1	1	3	1	1	1	2	2	1
[390]	10	19	2	2	4	1	4	1	2	2	1	1	2	2
[389]	4	19	2	6	3	1	1	2	1	2	1	1	1,2	1,1
[391]	8	19	2	6	3	1	1	3	2	2	1	1	2	1
[394]	6	45	4	19	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[395]	10	27	1	6	2	1	2	3	2	2	2	6		
[396]	9	12	2	12	4	1	1	3	1	2	1	1	2	2
[398]	2	45	1	13	2	1	1	3	1	2	1	6		
[400]	1	27	1	19	4	1	4	1	2	2	1	3	1	1

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[401]	5	17	1	6	1	3	2	1	2	2	2	6		
[402]	10	41	1	15	1	4	2	2	2	2	2	6		
[405]	9	39	1	13	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[403]	10	39	1	7	1	4	2	1	2	2	2	6		
[404]	9	39	1	12	3	1	7	5	1	2	2	6		
[406]	4	39	1	4	3	3	2	1	2	2	2	6		
[407]	2	45	1	16	2	1	3	2	2	2	1	6		
[408]	6	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	6		
[409]	6	45	1	11	2	1	6	1	1	1	1	6		
[411]	3	45	3	13	1	4	4	1	2	2	2	6		
[414]	3	45	1	11	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[416]	6	45	9	13	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[418]	7	12	3	13	3	1	3	5	2	2	2	6		
[419]	3	39	1	10	2	1	2	1	2	2	1	6		
[420]	10	11	3	20	1	2	4	1	2	2	2	6		
[421]	5	18	1	6	2	2	2	4	2	1	2	6		
[422]	5	45	9	16	2	2	4	1	2	2	1	6		
[425]	7	45	3	19	2	1	3	1	2	2	1	6		
[426]	4	20	1	11	3	3	2	1	2	2	2	6		
[887]	10	45	4	20	1	1	1	3	1	1	1	2	1	3
[428]	5	7	1	15	5	1	4	1	2	1	1	3	1,2	1,1
[429]	4	45	1	13	3	1	1	4	2	2	2	6		
[430]	2	45	1	15	1	1	2	1	1	2	1	6		
[433]	7	45	1	13	2	1	1	3	1	2	1	6		
[432]	5	45	1	13	2	1	1	2	2	2	2	6		
[436]	4	45	2	13	2	1	1	3	1	2	1	1	2,3	1,1
[437]	3	9	5	14	3	2	1	2	2	2	1	1	2	2

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[442]	2	37	1	8	3	3	2	1	2	2	2	6		
[443]	8	45	4	4	3	1	2	1	2	2	2	6		
[444]	9	32	5	13	2	1	1	1	2	2	1	6		
[445]	8	13	1	13	3	1	1	1	1	2	2	6		
[453]	10	2	1	13	3	1	1	3	1	2	1	2	1,2	1,1
[452]	7	45	6	20	4	1	1	3	1	2	1	6		
[455]	5	45	1	13	2	1	1	3	1	2	1	1	1	2
[456]	6	45	1	6	2	1	6	4	2	1	1	2	2	1
[457]	4	30	3	6	1	5	4	1	2	2	2	6		
[458]	8	15	1	19	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[459]	7	15	1	19	1	1	2	1	2	2	2	6		
[461]	4	15	1	17	3	3	2	1	2	2	2	6		
[462]	2	12	1	6	1	1	4	3	1	2	1	6		
[463]	10	38	1	13	2	1	1	3	1	1	1	6		
[464]	4	39	3	11	2	2	4	1	2	2	2	6		
[465]	9	6	1	20	3	1	1	3	2	1	1	6		
[466]	9	19	1	6	3	1	4	2	2	2	2	6		
[467]	9	45	1	25	3	1	2	1	2	2	2	6		
[470]	7	17	1	13	2	1	1	3	1	2	2	6		
[471]	10	14	1	19	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[472]	4	23	2	6	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1
[473]	10	45	1	14	2	1	1	3	1	2	1	6		
[474]	9	23	1	12	4	1	4	3	1	2	1	6		
[475]	2	2	3	13	3	4	4	1	2	1	2	6		
[476]	7	45	4	11	4	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[477]	7	45	1	2	4	1	2	1	2	2	2	6		
[478]	2	30	1	15	1	2	4	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[479]	8	45	1	19	2	1	1	3	1	2	1	6		
[480]	9	42	1	20	3	2	2	1	2	2	2	6		
[481]	9	45	1	13	1	1	2	1	2	2	2	6		
[482]	11	38	1	13	3	1	1	3	1	2	2	6		
[483]	6	38	1	13	1	1	4	1	1	2	2	6		
[484]	2	45	1	10	1	1	4	1	2	2	1	6		
[485]	2	45	1	11	3	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[486]	9	45	1	8	3	1	4	1	2	2	2	6		
[488]	8	6	1	11	5	1	4	1	2	2	2	3	1, 3	1, 2
[489]	9	35	3	13	2	4	2	1	2	2	2	6		
[493]	7	24	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1, 2	1, 1
[494]	3	45	1	15	1	1	4	1	2	2	2	6		
[497]	9	11	3	13	4	3	2	1	2	2	2	6		
[498]	9	11	5	13	3	1	1	5	2	2	2	6		
[499]	3	45	2	12	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[500]	3	16	4	16	2	1	1	3	1	1	1	6		
[501]	9	27	5	2	2	1	1	4	2	2	2	6		
[503]	4	12	2	12	2	1	2	1	2	2	1	6		
[504]	5	45	1	13	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1
[508]	10	24	1	4	3	1	4	1	2	2	2	6		
[510]	8	33	1	2	4	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[509]	4	45	1	2	2	1	1	3	1	1	1	1	2	1
[512]	5	24	2	20	3	1	4	3	1	2	1	1	1	2
[514]	6	45	3	11	3	1	3	1	2	2	2	6		
[515]	9	39	1	13	1	1	4	3	1	2	1	6		
[516]	8	33	1	12	3	1	2	1	2	2	2	6	1	1
[518]	7	19	3	13	3	1	5	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[519]	2	38	1	5	1	1	4	1	2	2	2	6		
[520]	6	19	1	20	1	2	2	1	2	2	2	6		
[522]	8	2	4	20	3	1	4	1	2	2	1	2	1	1
[521]	2	12	1	20	3	2	1	1	2	2	2	6		
[523]	6	46	3	15	4	1	2	1	2	2	2	6		
[524]	2	45	4	12	4	1	2	1	2	2	1	6		
[525]	7	45	4	14	3	4	2	1	2	2	2	6		
[526]	5	16	1	11	3	1	1	3	1	2	2	6		
[527]	2	45	1	4	1	3	2	1	2	2	1	6		
[529]	9	9	3	13	3	1	4	1	2	2	2	6		
[530]	6	24	1	7	3	1	4	1	2	2	2	6		
[531]	11	45	9	23	4	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[533]	8	45	2	7	1	1	1	3	2	2	1	2	1	1
[534]	6	9	1	14	4	1	2	1	2	2	1	1	2	1
[535]	7	37	1	2	4	1	1	3	1	1	1	2	1,2	1,1
[536]	4	45	9	2	2	1	1	3	1	2	1	2	1	2
[540]	8	38	1	13	1	1	3	1	2	2	1	1	1	1
[538]	10	39	3	6	3	2	4	1	2	2	2	6		
[541]		38	1	20	1	1	4	3	1	2	1	6		
[543]	5	45	1	13	1	1	4	1	2	2	1	6		
[544]	3	45	1	19	3	1	4	1	2	1	1	2	1	1
[545]	6	15	1	11	2	1	4	1	2	2	1	1	1,2	1,2
[546]	10	4	3	13	1	2	1	4	1	2	2	6		
[547]	5	12	4	12	3	1	4	1	2	2	2	6		
[548]	1	9	1	8	4	1	4	1	2	2	1	1	2	2
[549]	5	45	2	12	2	1	1	3	1	1	1	1	1,2	1,1
[550]	5	5	1	16	2	4	2	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[551]	7	39	1	15	2	3	2	1	2	2	2	6		
[552]	9	39	1	25	3	1	3	2	2	2	1	6		
[553]	10	39	1	25	3	1	4	3	1	2	2	6		
[554]	6	39	13	13	4	1	1	1	2	2	1	6		
[555]	8	39	1	7	1	4	4	1	2	2	2	6		
[556]	9	39	6	9	3	1	1	1	1	1	1	6		
[558]	8	45	2	10	5	1	7	1	1	1	1	1	1	2
[557]	8	45	9	23	3	1	1	3	1	1	1	1	1,2	1,1
[559]	10	32	1	15	1	1	4	1	2	2	1	6		
[560]	10	24	1	6	3	1	1	4	1	2	1	2	1,2	1,1
[562]	7	39	1	11	2	1	1	3	1	2	1	2	1,2	1,3
[561]	3	45	6	18	1	1	4	1	2	2	2	6		
[563]	8	45	5	13	2	1	1	3	1	2	1	1	1	2
[564]	7	45	1	13	4	1	1	2	1	2	1	6		
[565]	8	16	7	14	2	1	4	1	2	2	1	1	2	2
[566]	10	35	1	16	2	1	2	1	2	2	2	6		
[567]	11	45	1	19	2	1	4	1	1	1	1	6		
[568]	8	45	1	19	3	1	4	3	1	2	1	6		
[569]	10	45	1	13	4	1	1	3	1	2	1	1	1	1
[570]	8	37	1	13	3	4	2	1	2	2	2	6		
[571]	2	16	1	20	1	1	4	1	2	2	2	6		
[572]	6	1	1	13	2	1	1	1	1	1	2	6		
[573]	12	8	1	8	3	1	2	1	2	2	2	6		
[574]	9	45	4	20	3	1	1	3	1	2	1	1	1	1
[576]	4	45	1	11	1	1	1	1	2	2	1	6		
[577]	7	45	9	4	3	1	1	4	2	2	1	6		
[578]	8	45	2	6	3	1	1	3	2	2	1	1	1,2	1,2

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[579]	4	45	4	19	4	1	1	1	2	2	1	6		
[580]	6	45	4	4	3	1	1	3	1	1	2	6		
[581]	8	45	1	7	3	1	1	3	1	2	1	2	1	2
[584]	7	45	6	15	1	1	4	2	2	2	2	6		
[585]	2	30	3	14	1	4	4	1	2	2	2	6		
[586]	11	45	2	13	2	1	3	1	2	2	1	2	1	3
[587]	10	45	1	15	3	1	3	3	1	2	2	6		
[589]	10	45	6	20	5	1	7	5	1	1	1	6		
[590]	11	19	1	14	3	1	1	3	1	2	1	1	2	2
[591]	7	11	1	20	3	3	1	5	2	2	2	6		
[593]	7	45	6	23	3	1	7	1	2	2	1	6		
[594]	7	45	9	16	1	1	1	2	2	2	1	6		
[595]	8	7	5	20	3	1	1	4	2	2	2	6		
[597]	6	24	2	13	2	1	1	5	1	2	1	1	1	2
[598]	2	37	1	9	2	3	2	1	2	2	2	6		
[599]	8	45	1	1	1	1	1	4	2	1	2	6		
[601]	7	45	2	13	4	1	1	3	1	2	1	1	1	2
[600]	9	45	1	14	4	1	2	3	1	2	2	6		
[602]	8	17	1	14	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[603]	11	8	8	15	1	5	2	1	2	2	2	6		
[604]	9	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[605]	2	45	1	6	3	1	1	3	1	2	1	6		
[607]	4	45	1	7	1	3	2	1	2	2	2	6		
[610]	9	45	1	14	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[612]	4	45	5	13	3	1	1	3	2	2	1	1	1,2	2,2
[615]	2	45	4	6	3	1	4	5	1	2	1	1	1,2	1,2
[619]	4	45	1	23	4	1	5	5	1	1	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[620]	2	34	9	15	4	1	2	1	2	2	1	1	2	2
[621]	10	45	1	2	2	1	4	3	1	1	1	2	2	3
[622]	9	45	4	16	4	1	2	3	1	2	1	2	1	1
[623]	4	45	1	13	5	1	7	3	1	1	1	6		
[625]	8	45	1	15	2	1	4	1	1	1	1	2	1	2
[626]	7	16	1	20	1	1	2	1	2	2	2	6		
[627]	8	45	1	13	3	1	3	5	1	2	1	6		
[628]	9	23	3	1	3	2	1	4	1	2	2	6		
[629]	8	45	4	14	2	1	1	3	1	1	1	3	1, 2	1, 2
[631]	7	45	1	11	3	1	2	3	1	2	2	6		
[632]	3	15	1	15	1	2	4	1	2	2	2	6		
[634]	1	16	3	6	3	4	4	1	2	2	2	6		
[635]	8	45	1	13	2	1	1	3	1	2	1	6		
[636]	9	45	1	4	3	1	4	3	2	2	1	6		
[637]	5	45	1	13	2	1	4	5	1	2	1	2	1, 2	1, 2
[638]	3	45	4	2	4	1	1	3	1	2	1	2	1, 2	1, 3
[639]	9	11	5	6	3	5	2	5	2	2	2	6		
[641]	5	45	1	19	3	3	2	1	2	2	2	6		
[643]	3	45	1	11	2	1	4	3	1	2	2	6		
[644]	4	6	4	20	3	1	2	4	2	1	2	6		
[645]	8	45	1	13	2	1	1	3	1	1	2	6		
[646]	3	45	1	13	3	1	1	3	1	1	1	1	2	3
[647]	5	7	1	11	2	1	4	1	2	2	1	6		
[648]	8	45	4	11	3	1	3	2	1	2	1	2	1	2
[649]	9	45	1	11	2	1	1	4	1	2	1	2	1	1
[650]	8	13	3	6	3	3	2	1	2	2	2	6		
[651]	4	45	1	14	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[654]	1	15	3	12	1	1	4	1	2	2	2	6		
[657]	7	45	2	7	4	1	1	3	2	2	1	2	1	1
[656]	2	45	2	13	4	1	1	3	1	2	1	6		
[658]	5	45	4	6	3	1	1	1	2	2	1	6		
[659]	9	33	4	2	2	1	1	3	1	2	1	1	1	3
[660]	5	7	1	19	2	1	1	3	1	2	1	6		
[661]	9	45	1	6	3	1	6	1	2	2	1	1	2	1
[663]	4	45	1	17	1	1	4	1	2	2	2	6		
[664]	8	45	1	13	3	1	1	3	2	2	1	6		
[665]	9	9	1	12	3	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[668]	9	45	1	11	3	1	1	3	1	2	1	6		
[670]	11	7	8	11	2	1	2	1	2	2	2	6		
[671]	7	25	3	11	1	2	4	1	2	2	2	6		
[672]	10	45	2	6	3	1	4	3	1	2	1	1	2	1
[673]	9	45	6	6	3	1	1	3	1	2	2	6		
[674]	8	45	1	13	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[675]	5	45	1	13	5	1	4	1	2	2	2	6		
[676]	1	45	1	14	2	1	1	3	1	2	1	6		
[678]	5	45	1	1	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[679]	10	45	6	13	4	1	4	2	2	2	1	6		
[680]	8	7	1	13	3	5	3	1	2	2	2	6		
[681]	3	16	1	6	3	3	2	1	2	2	2	6		
[683]	6	19	3	13	3	1	3	3	1	2	2	6		
[684]	9	24	1	7	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1
[685]	4	16	1	7	1	3	4	1	2	2	2	6		
[686]	7	27	1	6	3	1	1	1	2	2	1	1	2	1
[687]	8	45	1	2	4	1	1	3	1	1	1	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[688]	5	10	1	19	1	1	4	1	2	2	2	6		
[689]	4	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	6		
[691]	5	45	4	13	2	1	1	3	1	2	1	1	1	2
[690]	9	45	2	2	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1
[692]	5	16	8	15	3	1	1	3	1	2	2	6		
[693]	5	11	1	25	1	2	3	1	2	2	2	6		
[694]	9	19	9	2	3	1	4	1	1	2	1	2	2	2
[696]	7	38	1	13	3	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[698]	3	45	2	11	3	1	1	3	1	2	1	6		
[699]	5	15	1	11	2	1	4	1	2	2	1	1	1, 2	1, 2
[700]	8	6	1	12	3	1	5	4	2	2	2	6		
[701]	8	4	1	19	3	3	2	1	2	2	2	6		
[702]	8	2	2	12	4	1	2	1	2	2	1	6		
[703]	8	15	3	6	3	1	4	3	2	2	2	6		
[704]	8	45	2	12	4	1	3	3	1	2	2	6		
[705]	8	45	1	15	3	1	4	5	1	2	2	6		
[706]	4	45	1	15	2	1	1	3	1	1	1	2	1, 2	1, 2
[707]	7	45	2	6	3	1	1	3	1	2	1	1	1, 2	1, 1
[709]	3	7	1	14	1	2	2	1	2	2	2	6		
[710]	7	45	1	11	2	1	6	3	1	1	1	6		
[711]	3	45	1	12	4	1	2	1	2	2	2	6		
[712]	6	42	3	13	1	2	4	1	2	2	2	6		
[713]	5	44	1	19	1	3	4	1	2	2	2	6		
[714]	5	45	1	13	3	4	3	3	1	2	2	6		
[715]	3	45	1	19	3	1	4	2	2	2	1	6		
[716]	3	7	1	25	1	3	2	1	2	2	2	6		
[717]	7	19	3	19	1	1	2	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[718]	8	16	1	12	2	1	2	5	1	2	2	6		
[719]	7	45	1	6	3	1	4	2	2	2	1	1	2	1
[720]	8	7	1	13	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[721]	6	45	7	8	2	1	1	3	1	1	1	1	1	3
[722]	6	45	4	13	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[723]	4	45	6	13	2	1	1	3	1	2	1	1	1	1
[724]	4	45	1	14	3	1	7	5	2	2	2	6		
[725]	3	12	2	6	1	1	1	2	2	2	2	6		
[726]	3	45	1	19	4	1	1	5	1	2	2	6		
[727]	4	6	5	20	3	1	4	2	2	2	1	1	2	1
[729]	5	4	1	15	1	1	4	1	2	2	2	6		
[730]	4	45	1	13	3	1	1	3	1	2	1	6		
[731]	5	6	1	20	3	1	2	4	1	1	2	6		
[732]	7	2	9	6	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[733]	3	4	1	19	3	2	2	1	2	2	2	6		
[735]	4	45	1	13	2	1	1	3	1	2	1	6		
[736]	2	45	1	19	2	1	1	3	1	1	1	6		
[737]	8	45	1	2	2	1	1	3	1	2	1	2	1	2
[738]	8	45	1	12	3	1	1	3	1	1	1	2	1,2	1,1
[739]	10	45	1	8	4	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[740]	9	2	1	14	2	1	3	3	2	2	1	2	1	1
[741]	5	45	3	12	3	1	2	4	2	2	2	6		
[742]	10	45	4	20	4	1	4	1	1	1	1	2	2	2
[743]	4	19	1	13	2	1	1	1	1	1	1	6		
[744]	10	45	4	6	3	1	4	5	1	2	1	6		
[745]	8	45	1	6	3	1	6	5	1	2	1	6		
[747]	7	7	1	11	2	1	4	1	1	2	1	2	1,2	1,2

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[748]	1	45	1	15	3	1	1	3	1	2	1	1	2	2
[749]	8	45	4	6	4	1	1	3	1	1	1	2	1	2
[750]	8	16	1	4	1	1	2	1	2	2	2	6		
[751]	9	24	1	13	2	1	1	3	1	2	1	6		
[752]	4	24	1	6	2	1	1	3	1	2	1	1	2	1
[753]	4	45	1	14	3	1	1	3	1	1	1	2	1	3
[754]	2	45	1	11	1	1	1	3	1	2	1	2	1	2
[756]	5	45	1	21	3	1	3	1	1	1	1	6		
[755]	2	45	1	13	3	1	1	3	1	2	2	6		
[760]	2	9	3	16	3	4	4	1	2	2	2	6		
[761]	4	45	1	12	2	1	1	3	2	2	1	2	1	3
[762]	6	45	1	9	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
[763]	7	24	4	19	1	1	2	1	2	2	1	1	1,3	2,2
[764]	5	45	9	2	3	1	1	3	1	1	1	1	1	3
[765]	8	9	1	20	1	1	4	1	2	2	1	1	1	1
[766]	5	45	6	11	5	1	4	1	2	2	1	6		
[767]	9	45	1	4	1	3	2	1	2	2	2	6		
[768]	9	24	7	12	3	1	3	4	2	2	1	6		
[770]	7	26	1	19	3	1	3	2	2	2	2	6		
[769]	9	26	1	9	3	1	3	2	2	2	1	1	2	1
[771]	5	45	1	13	1	1	4	1	2	2	1	3	1	2
[772]	7	12	3	13	3	4	2	1	2	2	2	6		
[774]	3	17	1	7	1	2	2	1	2	2	1	6		
[775]	6	17	1	7	1	1	4	1	2	2	2	6		
[776]	6	45	1	13	3	1	1	3	1	2	2	6		
[777]	10	45	1	4	3	4	2	1	2	2	1	6		
[778]	5	9	1	2	4	1	2	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[779]	4	45	2	20	5	1	4	1	2	2	1	1	1	1
[781]	5	45	1	19	1	1	4	3	1	2	1	6		
[782]	9	45	1	12	3	1	2	1	2	2	2	6		
[783]	6	42	3	1	3	2	1	4	1	1	2	6		
[784]	6	16	1	15	1	1	4	1	2	2	2	6		
[785]	4	45	1	7	3	3	2	1	2	2	2	6		
[786]	9	17	1	6	1	3	2	1	2	2	2	6		
[787]	10	45	1	11	3	1	1	3	1	2	1	2	1	2
[788]	10	45	4	2	2	1	1	3	1	2	1	6		
[789]	10	7	1	13	3	1	4	1	2	2	2	6		
[790]	5	1	3	6	2	3	2	4	2	1	2	6		
[792]	9	45	2	13	3	1	7	3	1	2	1	1	1	1
[793]	1	7	8	6	3	1	1	2	2	2	1	1	2	1
[796]	6	24	1	20	1	1	2	3	1	2	2	6		
[798]	11	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	1	1	2
[799]	4	45	3	13	3	1	4	1	2	2	2	6		
[800]	2	9	3	20	3	4	4	1	2	2	2	6		
[801]	8	15	7	8	3	1	2	1	2	2	2	6		
[802]	6	45	1	6	2	1	1	3	2	2	2	6		
[803]	9	7	1	13	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[804]	2	12	3	16	3	2	2	1	2	2	2	6		
[805]	1	45	4	12	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2
[806]	8	9	1	13	2	1	1	3	1	1	1	2	1	2
[807]	5	24	3	7	1	1	4	1	2	2	2	6		
[808]	4	45	6	13	2	1	1	3	1	2	1	1	1	2
[809]	8	45	2	7	4	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[810]	3	9	2	2	2	1	7	1	1	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[811]	3	9	1	2	3	1	4	1	2	2	2	6		
[813]	11	19	5	12	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2
[814]	1	27	1	19	5	1	4	1	2	2	2	6		
[815]	5	45	6	13	2	1	1	3	1	1	1	6		
[816]	5	23	1	6	2	1	1	4	2	2	2	6		
[817]	5	45	1	19	3	1	4	1	2	2	1	6		
[819]	9	5	1	7	1	4	4	1	2	2	2	6		
[820]	5	39	1	1	3	2	1	4	1	2	2	6		
[821]	3	45	1	20	3	1	4	1	2	2	2	6		
[823]	10	45	2	13	4	1	1	3	1	1	1	2	1	2
[824]	4	17	1	11	2	1	4	1	2	2	2	6		
[825]	4	45	1	4	3	1	2	5	1	2	1	6		
[828]	2	12	2	15	2	1	4	1	2	2	1	6		
[830]	6	12	1	6	2	1	2	1	1	2	1	6		
[831]	2	45	1	8	4	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[832]	3	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	6		
[835]	5	45	6	13	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
[836]	9	13	3	18	1	2	2	1	2	2	2	6		
[837]	7	45	1	12	1	1	2	1	2	2	2	3	3	1
[839]	3	2	1	20	2	1	4	1	2	2	2	3	1	1
[840]	4	2	1	11	2	1	4	1	2	2	1	2	1,2	1,1
[842]	8	45	1	13	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
[843]	6	11	1	6	3	5	2	5	2	2	2	6		
[844]	3	7	1	19	3	1	4	1	2	2	1	6		
[846]	4	11	1	19	3	1	4	1	2	1	1	6		
[845]	8	11	4	13	3	1	4	1	2	2	1	6		
[847]	4	24	3	11	2	2	4	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[848]	4	9	9	13	5	1	7	3	1	2	2	6		
[850]	5	45	4	13	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1
[849]	8	45	2	13	3	1	1	3	1	1	1	2	1, 3	2, 2
[851]	9	12	5	13	3	1	4	1	2	2	2	6		
[852]	9	45	6	21	3	1	1	1	1	1	1	2	1, 2	1, 2
[853]	3	15	4	2	2	3	2	1	2	2	2	6		
[854]	6	19	5	12	3	1	4	1	2	2	2	6		
[855]	5	23	1	19	2	1	4	1	2	2	1	2	1, 2	1, 2
[858]	9	11	5	12	3	5	7	4	2	2	2	6		
[860]	7	45	4	7	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[861]	7	45	1	20	3	1	1	3	1	2	1	6		
[862]	4	45	1	16	3	4	2	1	2	2	2	6		
[863]	4	45	6	20	1	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[865]	7	7	1	11	1	1	1	1	2	2	1	6		
[866]	6	45	1	20	1	1	4	1	2	2	1	6		
[867]	9	3	1	13	3	1	7	3	1	1	1	6		
[868]	3	24	1	20	2	1	4	3	1	2	2	6		
[869]	9	11	3	8	3	2	4	1	2	2	2	6		
[870]	4	45	1	16	1	3	2	1	2	2	2	6		
[871]	3	45	6	12	2	1	1	3	1	2	1	1	1, 2	2, 2
[872]	9	45	4	4	3	1	4	4	2	2	1	6		
[873]	4	39	4	11	2	1	1	3	1	2	2	6		
[874]	8	45	6	11	4	1	1	3	1	2	1	1	1	2
[875]	7	39	1	13	2	1	1	3	1	2	2	6		
[876]	8	17	5	13	4	1	1	4	2	2	2	6		
[877]	11	45	9	11	4	1	1	3	1	2	1	2	2	2
[878]	5	45	6	23	3	1	4	1	1	2	1	2	1	1

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[879]	9	7	1	11	3	1	4	1	2	2	1	2	1, 2	1, 2
[880]	8	45	1	8	2	1	1	1	2	2	2	6		
[881]	4	45	1	13	3	4	4	3	2	2	2	6		
[882]	11	19	2	15	2	1	1	3	1	1	1	1	2	1
[884]	9	19	2	12	2	1	1	3	1	2	1	1	1	2
[883]	5	19	2	13	2	1	1	3	1	1	1	6		
[886]	8	35	7	5	3	1	3	5	1	1	1	2	1	1
[889]	7	2	4	20	3	1	4	1	2	2	2	1	1	1
[888]	6	45	1	14	2	1	4	1	2	2	2	6		
[890]	6	45	3	20	3	1	6	1	2	1	2	6		
[891]	4	45	9	13	4	1	2	3	1	2	1	6		
[893]	10	4	3	7	1	1	4	1	2	2	2	6		
[894]	8	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[895]	9	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1
[896]	7	2	1	14	1	1	2	1	2	2	2	6		
[899]	3	12	2	15	5	1	4	2	2	2	1	1	1, 2	1, 2
[989]	4	12	1	6	3	1	6	1	2	2	1	2	2	1
[900]	5	2	1	11	2	1	4	3	1	2	1	2	1	1
[902]	4	45	1	20	2	1	1	3	1	1	1	1	1	3
[901]	2	45	1	12	3	1	4	3	1	1	1	1	1, 2	2, 2
[903]	7	45	1	4	4	1	1	3	1	2	1	6		
[904]	10	5	4	13	2	1	4	3	1	1	1	6		
[905]	4	45	1	11	3	1	1	3	1	1	1	2	1, 2	1, 1
[906]	3	32	2	13	1	1	1	3	1	2	1	3	1	1
[907]	7	32	2	12	5	1	4	1	2	2	1	6		
[909]	9	45	1	13	2	1	4	3	1	2	1	6		
[910]	10	45	1	11	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[912]	3	45	1	15	5	1	4	3	1	1	1	6		
[916]	3	45	2	20	2	1	3	1	2	2	1	6		
[919]	10	19	1	11	1	2	4	1	2	2	2	6		
[920]	5	45	1	19	2	1	4	3	1	1	2	6		
[924]	8	24	1	13	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2
[921]	11	3	1	8	1	1	2	1	2	2	2	6		
[922]	8	24	1	15	1	1	4	1	1	2	1	2	1	1
[925]	7	24	3	16	3	1	2	1	2	2	2	6		
[926]	4	24	1	9	3	1	1	3	1	2	2	6		
[927]	8	24	1	4	3	1	4	1	1	2	1	2	2	1
[928]	7	24	2	6	3	1	4	3	1	2	1	1	1	1
[929]	7	7	1	15	5	1	7	1	2	2	1	6		
[930]	6	15	1	13	2	1	3	3	1	1	1	2	1	1
[932]	1	11	1	19	1	1	4	1	2	2	2	6		
[933]	9	45	1	11	4	1	4	3	1	2	1	2	1	1
[936]	6	24	1	22	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1
[937]	3	24	1	20	5	1	7	1	2	2	2	6		
[938]	4	45	3	20	3	4	2	1	2	2	2	6		
[939]	7	24	1	6	2	1	1	3	1	2	1	6		
[942]	7	45	4	12	1	1	1	3	1	1	1	6		
[943]	8	13	3	11	1	2	2	1	2	2	2	6		
[944]	10	45	1	13	2	1	1	3	1	1	1	6		
[945]	5	45	1	11	1	1	1	3	1	2	1	6		
[946]	4	45	1	13	3	3	2	1	2	2	2	6		
[947]	9	2	2	11	4	1	1	3	1	2	1	1	1	2
[950]	4	45	3	13	3	2	2	1	2	2	2	6		
[951]	3	32	1	13	2	1	4	1	2	1	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[953]	7	45	3	18	4	1	2	1	2	2	2	6		
[954]	6	45	1	1	2	1	1	3	1	2	1	2	1	1
[956]	7	45	6	6	3	1	1	3	1	2	1	2	2	1
[957]	2	12	3	15	2	1	2	1	2	2	1	1	1, 2	2, 2
[958]	6	45	1	19	3	1	4	1	2	2	1	6		
[959]	7	23	2	12	4	1	2	3	1	2	1	2	1	1
[960]	7	45	2	13	3	1	3	3	2	2	2	6		
[961]	7	45	1	2	2	1	2	1	2	2	2	3	2	2
[962]	9	45	1	6	3	1	4	1	1	1	1	1	2	1
[963]	5	7	1	17	1	1	4	1	2	2	2	6		
[964]	9	19	1	19	5	1	4	1	1	2	1	6		
[965]	8	45	1	11	2	1	1	3	1	2	1	2	1	3
[966]	6	12	1	14	2	1	1	3	1	1	1	1	2	1
[967]	6	45	2	13	2	1	4	5	1	1	1	3	1, 3	1, 1
[968]	9	45	6	23	3	1	1	3	1	1	1	3	1	2
[970]	5	12	2	8	4	1	2	1	2	2	1	1	1	3
[969]	6	2	2	12	4	1	2	5	1	2	1	6		
[971]	3	26	8	13	5	1	3	1	2	2	2	6		
[973]	8	45	3	6	3	4	3	1	2	2	2	6		
[975]	10	45	9	15	3	1	3	1	2	2	1	1	3	1
[976]	4	45	9	3	4	1	3	5	2	2	1	6		
[977]	9	40	1	6	1	1	4	1	2	2	2	6		
[983]	3	2	4	20	3	1	4	1	2	2	1	2	1	1
[985]	7	45	5	18	1	4	3	4	2	2	2	6		
[987]	3	3	1	18	1	4	2	1	2	2	2	6		
[988]	10	12	3	23	2	1	4	3	1	2	2	6		
[989]	5	17	1	12	4	1	2	1	2	2	2	6		

Autor/ Quelle	Jahr	Land	Um- feld	Fach- richtung	Auf- gabe	Lo- gik	Art DS	Daten- input	Inte- gration	Umsetz- setz-	Implemen- tierung	Studien- typ	Ziel Evaluation	Erfolg Evaluation
[1990]	5	45	1	11	3	2	2	1	2	2	2	6		
[1991]	9	2	1	11	2	1	4	3	2	2	1	2	1	1
[1993]	10	45	7	13	2	1	1	3	1	1	1	2	1	3
[1992]	8	39	5	13	4	1	1	5	2	2	2	6		
[1995]	7	45	2	6	3	1	5	5	2	2	1	6		
[1996]	7	7	4	13	1	1	3	2	2	2	1	6		
[1997]	10	16	3	11	2	5	2	1	2	2	2	6		
[1999]	4	45	1	13	3	1	1	3	1	2	1	6		
[1000]	10	45	2	13	4	1	3	3	1	2	1	2	1	1
[1002]	10	45	1	20	1	1	4	1	2	2	2	1	1	2
[1001]	8	45	3	13	1	1	1	1	2	2	2	6		
[1003]	8	45	1	19	4	1	1	5	1	2	1	6		
[1004]	4	45	9	20	3	1	4	3	1	2	2	6		
[1005]	5	45	2	6	3	1	4	3	1	2	1	1	1, 2	1, 1
[1007]	10	14	3	20	1	2	2	1	2	2	2	6		
[1008]	1	36	3	7	1	1	4	1	2	2	2	6		

8.6 Legende zur CDSS-Klassifikation

Tabelle 58: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Jahr und Umfeld der CDSS-Entwicklung

Jahr	#	Umfeld	#
2002	1	Lehrkrankenhaus	1
2003	2	Praxis Allgemeinmedizin	2
2004	3	Universität	3
2005	4	Nicht Lehrkrankenhaus	4
2006	5	Telemedizin	5
2007	6	Ambulantes Gesundheitszentrum	6
2008	7	Praxis Facharzt	7
2009	8	Öffentliche Forschungseinrichtung	8
2010	9	Sonstige	9
2011	10		
2012	11		

Tabelle 59: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Entwicklungsland

Land	#	Land	#	Land	#	Land	#
Argentinien	1	Indien	13	Nigeria	25	Spanien	37
Australien	2	Iran	14	Norwegen	26	Südkorea	38
Belgien	3	Israel	15	Österreich	27	Taiwan	39
Brasilien	4	Italien	16	Papua Neuguinea	28	Thailand	40
China	5	Japan	17	Philippinen	29	Tsch. Republik	41
Dänemark	6	Jordanien	18	Polen	30	Türkei	42
Deutschland	7	Kanada	19	Portugal	31	Ungarn	43
Finnland	8	Kolumbien	20	Schweden	32	Uruguay	44
Frankreich	9	Luxemburg	21	Schweiz	33	USA	45
Georgien	10	Mexiko	22	Serbien	34	Zypern	46
Griechenland	11	Neuseeland	23	Singapur	35		
Großbritannien	12	Niederlande	24	Slowenien	36		

Tabelle 60: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Fachrichtung der CDSS

Fachrichtung	#	Fachrichtung	#
Anästhesie	1	Nephrologie	14
Angiologie	2	Neurologie & Psychiatrie	15
Arbeitsmedizin	3	Onkologie	16
Chirurgie	4	Ophthalmologie	17
Dermatologie	5	Orthopädie	18
Endokrinologie	6	Pädiatrie	19
Gastroenterologie	7	Pulmologie	20

Gynäkologie	8	Radiologie	21
Hämatologie	9	Rheumatologie	22
HNO	10	Substanzmissbrauch	23
Infektiologie	11	Toxikologie	24
Kardiologie	12	Urologie	25
Multiple	13		

Tabelle 61: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Aufgabe, Entscheidungslogik und Dateneingabe der CDSS

Aufgabe	#	Entscheidungslogik	#	Dateneingabe	#
Diagnose	1	Wissensbasiert	1	Medizinisches Personal	1
Verschreibung	2	Fuzzy Logic	2	Patient	2
Therapie	3	Künstliche Neuronale Netze	3	EMR	3
Prävention	4	Nicht Wissensbasiert, Sonstige	4	Medizinisches Gerät	4
Multiple	5	Multiple	5	Multiple	5

Tabelle 62: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Art der Entscheidungsunterstützung

Art der Entscheidungsunterstützung	#
Überwachung, Alarme und Erinnerungen	1
Modellierung und Prognosen	2
Zusammenfassung und Auffinden von Informationen	3
Entscheidungen und Entscheidungsanalyse	4
Unterstützung von Arbeitsabläufen	5
Rechner und Medikamentendosierung	6
Multiple	7

Tabelle 63: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Systemintegration, direkte Umsetzbarkeit der Empfehlungen und Implementierungsstatus

Systemintegration	#	Direkte Umsetzbarkeit der Empfehlungen	#	Implementierung	#
Integriert	1	Ja	1	Ja	1
Nicht Integriert	2	Nein	2	Nein	2

Tabelle 64: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Evaluation und ggf. Studiendesign

Evaluation und Studiendesign	#
Randomisiert Kontrollierte Studie	1
Quasi Experimentelle Studie mit Prä-Post Design	2
Kohortenstudie	3
Quasi Experimentelle Studie mit Post-Design und Kontrollgruppe	4

Fall-Kontroll-Studie	5
Nicht Evaluiert	6

Tabelle 65: Legende Klassifikation Literaturübersicht: Zielgröße und Ergebnis der Evaluation

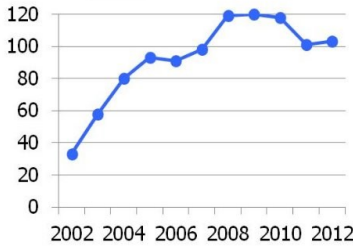
Zielgröße Evaluation	#		Evaluationsergebnis	#
Anbieterbezogen	1		Signifikant Positiv	1
Patientenbezogen	2		Nicht signifikant Positiv	2
Systembezogen	3		Nicht signifikant Negativ	3

8.7 Internetinformation Interviewpartner

CDSS Studie	Hintergrund	Fragestellung
"Erfolgsfaktoren und Hindernisse bei der Implementierung und Distribution von Clinical Decision Support Systems" Ein Projekt der  SEKTION Medizinische Informatik 011001011010101100 in Anaesthesiologie und Intensivmedizin  JUSTUS-LIEBIG- UNIVERSITÄT GIESSEN	IT im Gesundheitswesen gewinnt seit Jahren an Bedeutung. Treiber dieser Entwicklung sind: • Erhöhte Einzelfallkomplexität durch Wissenszunahme, personalisierte Medizin, Informationsverdichtung • Erhöhte Systemkomplexität durch Spezialisierung & Fragmentierung • Monetäre Zwänge & Arbeitsverdichtung • Stärkere Sensibilisierung für das Thema Patientensicherheit CDSS können nachweislich anbieter- und patientenbezogene Zielgrößen positiv beeinflussen und die medizinische Versorgungsqualität verbessern. Die Anzahl der in den letzten Jahren entwickelten Systeme hat zudem deutlich zugenommen. Dennoch werden CDSS in der Gesundheitsversorgung kaum routinemäßig eingesetzt.	Aktuelle Übersichtsarbeiten zu CDSS erfassen v.a. Systeme, die bereits im Klinikalltag untersucht wurden. Untersuchungen zu Erfolgsfaktoren bei der Implementierung von CDSS beschränken sich meist auf Case Reports oder die Zusammenfassung von Expertenmeinungen. Das aktuelle Forschungsprojekt verfolgt deshalb zwei Hauptziele: • Systematische Identifikation und Klassifizierung aller in den letzten 10 Jahren veröffentlichten CDSS • Identifikation von Erfolgsfaktoren und Hindernissen bei der Implementierung, Verstetigung und Distribution von CDSS in einer breit angelegten multinationalen Erhebung

Seite 1/2



Ergebnisse I	Ergebnisse II	Ansprechpartner
Unsere MEDLINE-Suche, basierend auf 11 Mesh Terms, über einen Zeitraum von 10 Jahren, hat nach Evaluation von über 75.000 Einzeltiteln und/oder Abstracts knapp 900 CDSS identifiziert. Die gefundenen Systeme wurden anhand von 12 Kategorien näher klassifiziert. <i>Zeitliche Entwicklung CDSS-Anzahl</i>  Knapp 60% der identifizierten CDSS wurden im Klinikalltag implementiert. 2/3 der evaluierten Systeme verbesserten signifikant die Qualität der Gesundheitsversorgung.	Dies entspricht älteren Literaturangaben (Garg 2005). Ein gleicher Anteil von Systemen erzielte einen positiven Einfluss auf Patientenparameter. Dieser Wert liegt deutlich über bisher veröffentlichten Zahlen und ist teils mit einem Bias von Arbeiten mit geringerer Methodenqualität zu erklären. Der Erfolg der CDSS war unabhängig von den erhobenen Systemeigenschaften, insbesondere der Integration in bestehende HIT sowie der Möglichkeit der direkten Umsetzbarkeit von CDSS-Empfehlungen Offenbar existieren andere Faktoren, die eine erfolgreiche Implementierung beeinflussen. Um diese systematisch zu identifizieren, führen wir aktuell semistrukturierte Interviews mit den Entwicklern bedeutender CDSS.	Dipl.-Kfm. Benjamin Kux Tel: 0049-157-89172973 E-Mail: Benjamin.Kux@med.uni-giessen.de Dr. med Rainer Roehrig Leiter Sektion Medizinische Informatik Klinik für Anaesthesiologie und Intensivmedizin Justus-Liebig-Universität Giessen Rudolf-Buchheim-Strasse 7 35392 Giessen Tel: 0049-641-985-44494 E-Mail: Rainer.Roehrig@chir.med.uni-giessen.de www.sektion-medizininformatik.de PDF-Datei dieses Flyers  



Seite 2/2

8.8 Publikationsverzeichnis

1. Kux BR, Majeed RW, Ahlbrandt J, Röhrig R: Factors Influencing the Implementation and Distribution of Clinical Decision Support Systems (CDSS). *Stud Health Technol Inform* 2017; 243: 127-131.
2. Röhrig R, Kux BR: Stiefkind Entscheidungsunterstützung in der Medizin. *Krankenhaus IT Journal*; 2013; 03: 52-53.
3. Kux BR, Majeed RW, Ahlbrandt J, Röhrig R: Entwicklung von „Clinical Decision Support Systems“ in den letzten 10 Jahren – eine Systematische Literaturübersicht. *GMDS 2012 Meeting Abstract*.