

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Naturwissenschaftlich - Mathematischen Gesamtfakultät

der

Ruprecht – Karls – Universität

Heidelberg

vorgelegt von

Apothekerin Rita Wagner

aus: Augsburg

Tag der mündlichen Prüfung: 2. April 2020

Welche Auswirkungen hat ein elektronisches
Arzneimittel-Informations- und CDS-System
auf den Medikationsprozess?

Untersuchung in Apotheke und stationärem Bereich
eines Klinikums der Maximalversorgung

Gutachter: Prof. Dr. med. Walter E. Haefeli
Prof. Dr. rer. nat. Gert Fricker

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VIII
Zusammenfassung	X
Abstract	XII
1. Kurzfassung	1
2. Einleitung	6
2.1 Der Medikationsprozess in der Klinik.....	6
2.2 Medikationsfehler.....	7
2.2.1 Definitionen zu unerwünschten Ereignissen und Medikationsfehlern.....	7
2.2.2 Fehlerarten von Medikationsfehlern.....	11
2.2.3 Risikofaktoren für das Auftreten von Medikationsfehlern.....	17
2.3 AMTS	21
2.3.1 AM-Info als Beitrag der Klinikapotheke zur AMTS	22
2.3.2 AMTS-Systeme oder AMTS-Software	22
2.3.3 AM-Infosysteme und CDS-Systeme	23
2.3.4 Auswirkungen des Einsatzes von AMTS-Systemen auf Prozessabläufe, Nutzer und AMTS.....	25
2.4 Einführung des AM-Info-/CDS-Systems AiDKlinik® im Klinikum Augsburg	37
2.4.1 Zielgruppen für eine Nutzung von AiDKlinik® im Klinikum Augsburg	38
2.4.2 Informationen zum Klinikum Augsburg	38
2.4.3 Informationen zur Apotheke im Klinikum Augsburg	38
2.4.4 Anforderungen der Zielgruppen an ein AM-Info-/CDS-System im Klinikum Augsburg	39
2.4.5 Ablauf der Systemeinführung von AiDKlinik® im Klinikum Augsburg	43
3. Zielsetzungen und Forschungsfragen	50
3.1 Hintergrund	50
3.2 Zielsetzungen.....	50
3.3 Forschungsfragen	51
4. Teilprojekt 1: Verändern sich Anfragen der Stationen an die Apotheke zu Arzneimitteln durch die Einführung eines AM-Info/CDS-Systems?	52
4.1 Hintergrund	52

4.2 Methodik	53
4.2.1 Projektziele.....	53
4.2.2 Projektplanung und -ablauf	53
4.2.3 Datenauswertung und Statistik	56
4.3 Ergebnisse	56
4.3.1 Basisergebnisse	56
4.3.2 Herkunft der Anfragen.....	60
4.3.3 Inhalt der Anfragen.....	65
4.4 Diskussion.....	69
4.4.1 Veränderung der Anzahl an Anfragen	69
4.4.2 Veränderung der Herkunft der Anfragen.....	71
4.4.3 Veränderung des Inhalts der Anfragen	73
4.4.4 Sonstiges	74
4.5 Limitationen.....	74
4.6 Zusammenfassung	75
5. Teilprojekt 2: Welche Auswirkungen hat die Einführung eines AM-Info-/CDS- Systems auf Medikationsfehler in ausgewählten Teilprozessen des stationären Medikationsprozesses?.....	76
5.1 Hintergrund	76
5.2 Methodik	76
5.2.1 Projektziele.....	76
5.2.2 Projektplanung und -ablauf	76
5.2.3 Datenauswertung und Statistik	82
5.3 Ergebnisse	83
5.3.1 Basisergebnisse	83
5.3.2 Bewertung der Fehler nach der Anzahl.....	85
5.3.3 Bewertung der Fehler nach den Fehlerarten	86
5.3.4 Bewertung der Fehler nach dem Schweregrad.....	87
5.3.5 Potenziell möglicher Einfluss von AiDKlinik® auf die beobachteten Fehler	89
5.4 Diskussion.....	91
5.4.1 Veränderung der Anzahl der Medikationsfehler.....	92
5.4.2 Veränderung der einzelnen Fehlerarten	93
5.4.3 Veränderung des Schweregrads der Medikationsfehler	95

5.4.4 Sonstiges	95
5.5 Limitationen.....	97
5.6 Zusammenfassung	97
6. Teilprojekt 3: Welche Auswirkungen hat die Einführung eines AM-Info-/CDS-Systems auf Medikationsfehler bei der Sonderbestellung von Arzneimitteln?.....	98
6.1 Hintergrund	98
6.2 Methodik	98
6.2.1 Projektziele.....	98
6.2.2 Projektplanung und -ablauf	99
6.2.3 Datenauswertung und Statistik	105
6.3 Ergebnisse	105
6.3.1 Basisergebnisse zum Einfluss von AiDKlinik® auf Fehler bei handschriftlicher Bestellung (Stationen 1-4, Hauptprojekt).....	105
6.3.2 Verteilung der Fehler nach Fehlergruppen (AMTS, Formalia, Ökonomie) und Fehlerarten (Stationen 1-4, Hauptprojekt).....	108
6.3.3 Veränderung der Fehleranzahl im Verlauf der Einführung von AiDKlinik® (Stationen 1-4, Hauptprojekt).....	109
6.3.4 Einfluss des Sonderbestell-Moduls in AiDKlinik® auf die Fehleranzahl (Ergänzungsprojekt zu Unterschieden zwischen handschriftlicher und elektronischer Bestellung; Stationen 5-8).	110
6.4 Diskussion.....	112
6.4.1 Einfluss von AiDKlinik® auf Fehler bei handschriftlicher Bestellung (Hauptprojekt)	113
6.4.2 Einfluss des Sonderbestell-Moduls in AiDKlinik® auf die Fehleranzahl bei elektronischer Bestellung (Ergänzungsprojekt).....	114
6.4.3 Sonstiges	115
6.5 Limitationen.....	115
6.6 Zusammenfassung	116
7. Teilprojekt 4: Welchen Bekanntheitsgrad und welche Nutzungsschwerpunkte besitzt das AM-Info-/CDS-System nach abgeschlossener Systemeinführung in der Routine?	117
7.1 Hintergrund	117
7.2 Methodik	117
7.2.1 Projektziele.....	117
7.2.2 Projektplanung und -ablauf.....	118

7.2.3 Datenauswertung und Statistik	120
7.3 Ergebnisse	120
7.3.1 Basisergebnisse	120
7.3.2 Bekanntheitsgrad	121
7.3.3 Nutzungsfrequenz	123
7.3.4 Nutzungsschwerpunkte	124
7.3.5 Von Interviewteilnehmern genannte Lücken in AiDKlinik®	125
7.4 Diskussion	127
7.4.1 Bekanntheitsgrad und Nutzungsfrequenz von AiDKlinik®	128
7.4.2 Nutzungsschwerpunkte von AiDKlinik®	130
7.4.3 Lücken in AiDKlinik®	130
7.4.4 Sonstiges	131
7.5 Limitationen	131
7.6 Zusammenfassung	131
8. Schlussfolgerungen und Ausblick	132
9. Literaturverzeichnis	137
Danksagung	148

Abkürzungsverzeichnis

AkdÄ	Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft
AM-Info	Arzneimittel-Information
AMTS	Arzneimitteltherapiesicherheit
Apps.....	<i>Application Software</i>
ASHP	<i>American Society of Health-System Pharmacists</i>
BMG.....	Bundesministerium für Gesundheit
CDS-System	<i>Clinical Decision Support System</i>
CPOE.....	<i>Computerized Physician Order Entry</i>
EHR	<i>Electronic Health Record</i>
KIS	Krankenhausinformationssystem
M	Mittelwert
NCC MERP.....	<i>National Coordinating Council for Medication Error Reporting and Prevention</i>
QM	Qualitätsmanagement
SD	Standardabweichung
SGB V	Sozialgesetzbuch Fünftes Buch (V)
UAE.....	Unerwünschtes Arzneimittelereignis
UAW.....	Unerwünschte Arzneimittelwirkung
UE	Unerwünschtes Ereignis
WHO	<i>World Health Organization</i>

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Ablaufschema der Teilprozesse im stationären Medikationsprozess im Klinikum Augsburg.....	7
Abb. 2	Zusammenhang zwischen unerwünschten Ereignissen (UE), unerwünschten Arzneimittelereignissen (UAE) und Medikationsfehlern.....	9
Abb. 3	Einflussfaktoren auf die Entstehung von Medikationsfehlern und UE. Zu den Einflussfaktoren zählen Rahmenbedingungen, Aktionen und Sicherungsmaßnahmen.	17
Abb. 4	Unterstützung der Teilprozesse im stationären Medikationsprozess durch AMTS-Systeme.	25
Abb. 5	Zeitablauf der Einführung der Software AiDKlinik®.	49
Abb. 6	Fragebogen für die QM-Routineerfassung von Anfragen der Stationen zu Arzneimitteln an die Apotheke.	55
Abb. 7	Anzahl der Anfragen an die Apotheke insgesamt je Erhebungswoche, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.	57
Abb. 8	Anzahl der Suchanfragen in AiDKlinik® pro Monat insgesamt im Verlauf. Darstellung der Monate, in denen die einzelnen Erhebungswochen stattfanden.	58
Abb. 9	Korrelationsanalyse der Anzahl der Anfragen an die Apotheke und der Suchanfragen in AiDKlinik®.	58
Abb. 10	Anteil der Anfragen an die Apotheke nach Tageszeit.....	59
Abb. 11	Anteil der Antworten zum Erfasser, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.	61
Abb. 12	Anteil der Antworten zum Fragesteller (Berufsgruppe), einzelne Erhebungswochen im Verlauf.....	63
Abb. 13	Anteil der Fachrichtungen an allen Anfragen im Gesamtprojektzeitraum.....	64
Abb. 14	Anteil der Fachrichtungen an allen Anfragen, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.	65
Abb. 15	Anteil der Antworten zum Inhalt der Anfrage, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.....	66
Abb. 16	Anteil der Antworten zur Dauer der Bearbeitung der Anfrage, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.	67
Abb. 17	Anteil der Antworten der zur Beantwortung benötigten Hilfsmittel, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.	68
Abb. 18	Anteil beobachteter Fehler je Teilprozess.....	84
Abb. 19	Anteil einzelner Fehlerarten an allen beobachteten Fehlerarten, Teil I bis III.....	86
Abb. 20	Anteil der Schweregrade der beobachteten Fehler insgesamt.	88
Abb. 21	Formular des Sonderrezepts für die handschriftliche Bestellung nicht in der Hausliste enthaltener Arzneimittel.	102
Abb. 22	Elektronisches Modul zur Sonderanforderung (Sonderbestell-Modul) in AiDKlinik®.	102
Abb. 23	Verteilung aller in einer 18-Monatsperiode ausgestellten Sonderrezepte auf die 4 analysierten Stationen (Stationen 1-4, Hauptprojekt).	106
Abb. 24	Anzahl untersuchter Sonderrezepte pro Monat (Stationen 1-4 gesamt, Hauptprojekt).	107
Abb. 25	Anteil der Fehler mit vermutetem Einfluss von AiDKlinik® insgesamt pro Monat (Stationen 1-4 gesamt, Hauptprojekt).	110
Abb. 26	Anteil an Sonderrezepten nach enthaltenen Fehlern (Stationen 5-8 gesamt, Ergänzungsprojekt).....	111
Abb. 27	Anteil fehlerhafter Sonderrezepte, nach Fehlergruppen bei handschriftlicher oder elektronischer Bestellung (Stationen 5-8 gesamt, Ergänzungsprojekt).	112

Abb. 28	Fragebogen der Einzel-Interviews für die Punkt-Prävalenz-Analyse zur Bekanntheit und zu den Nutzungsschwerpunkten von AiDKlinik®	119
Abb. 29	Teilnehmer der Zielgruppen, Anteile der Berufsgruppen.	121
Abb. 30	Häufigkeitsverteilung der Nutzungsschwerpunkte insgesamt.....	125
Abb. 31	Häufigkeitsverteilung von Lücken, die Interviewteilnehmer nannten.	126
Abb. 32	Häufigkeitsverteilung alternativer Informationsmedien, die Interviewteilnehmer nannten, die AiDKlinik® nicht kannten.	127

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Schweregrade von Medikationsfehlern, die das QM in Augsburg zur Routineerfassung vorsah.	11
Tab. 2	QM-Dokument als Basis für die Erfassung von Medikationsfehlern im stationären Umfeld im Klinikum Augsburg.	12
Tab. 3	Bekannte Auswirkungen von AMTS-Systemen auf AMTS und Nutzer.	33
Tab. 4	Bekannte Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einführung von AMTS-Systemen.	37
Tab. 5	Auszüge aus dem Pflichtenheft für ein AM-Info-/CDS-System im Klinikum Augsburg.	40
Tab. 6	Anzahl der Bestellzeilen an einem Montag und im Wochendurchschnitt in den einzelnen Erhebungswochen.	60
Tab. 7	Übersicht zur Entwicklung unterschiedlicher Parameter aus dem QM-Fragebogen über die einzelnen Erhebungswochen.	62
Tab. 8	Detailantworten zu pharmazeutisch-medizinischen Frageninhalten.	66
Tab. 9	Überprüfungsmethoden, die das QM zur Routineerfassung von Medikationsfehlern im Klinikum Augsburg vorsah (Begleitung von 5 Teilprozessen des Medikationsprozesses in der Stationsroutine).	78
Tab. 10	Potenzieller Einfluss von AiDKlinik® auf Fehlerarten, die in Augsburg erfasst wurden und Begründung für den Einfluss; Annahme eines maximal und minimal möglichen Einflusses.	80
Tab. 11	Anzahl an Fällen, Beobachtungen und Fehlern – Teil I, II, III (Einführung, Konsolidierung, Routine).	84
Tab. 12	Fehler im Medikationsprozess je Beobachtung in den Teilen I bis III und insgesamt.	85
Tab. 13	Verteilung der Fehler je Beobachtung in den Teilen I bis III und insgesamt.	85
Tab. 14	Deskriptive Statistiken für den Fehlerquotienten in den Teilen I bis III und insgesamt.	86
Tab. 15	Häufigkeiten für das Auftreten einzelner Fehlerarten in den Teilen I bis III und insgesamt.	87
Tab. 16	Entwicklung des mittleren Schweregrads pro Fehler über die Teile I bis III.	88
Tab. 17	Häufigkeit des Auftretens der Fehlerarten bei Annahme eines maximal möglichen Einflusses von AiDKlinik®.	89
Tab. 18	Häufigkeit des Auftretens der Fehlerarten bei Annahme eines minimal möglichen Einflusses von AiDKlinik®.	90
Tab. 19	Entwicklung der Fehlerarten mit und ohne Einfluss von AiDKlinik® über die Teile I bis III bei Annahme eines maximal möglichen Einflusses von AiDKlinik®.	91
Tab. 20	Entwicklung der Fehlerarten mit und ohne Einfluss von AiDKlinik® über die Teile I bis III bei Annahme eines minimal möglichen Einflusses von AiDKlinik®.	91
Tab. 21	Fehlergruppen und Fehlerarten, die im Teilprozess der Beschaffung auftraten.	103
Tab. 22	Anzahl von Fehlern in Sonderrezepten je Station und insgesamt (Stationen 1-4, Hauptprojekt).	107
Tab. 23	Verteilung der einzelnen Fehlerarten (Stationen 1-4, Hauptprojekt).	108
Tab. 24	Verteilung der einzelnen Fehlerarten, mit und ohne vermuteten Einfluss von AiDKlinik® (Stationen 1-4, Hauptprojekt).	109
Tab. 25	Bekanntheit von AiDKlinik® nach Berufsgruppen.	122
Tab. 26	Bekanntheit von AiDKlinik® innerhalb der Berufsgruppe der Ärzte nach Fachrichtung.	122

Tab. 27	Bekanntheit von AiDKlinik® innerhalb der Berufsgruppe der Ärzte nach hierarchischer Position.	123
Tab. 28	Nutzungsfrequenz von AiDKlinik® nach Berufsgruppe.	123
Tab. 29	Nutzungsfrequenz von AiDKlinik® innerhalb der Berufsgruppe der Ärzte nach Fachrichtung.	124
Tab. 30	Nutzungsfrequenz von AiDKlinik® innerhalb der Berufsgruppe der Ärzte nach hierarchischer Position.....	124

Zusammenfassung

Hintergrund

Wissensbasierte Software-Produkte zu Arzneimitteln und deren Anwendung, sogenannte Arzneimitteltherapiesicherheits(AMTS)-Systeme unterstützen medizinische Fachkreise bei Therapieentscheidungen und tragen grundsätzlich zu einer Verbesserung der Medikationssicherheit bei. Dennoch bestehen Fragen zum tatsächlichen Nutzen, den Risiken und den Auswirkungen ihres Einsatzes im Medikationsprozess in der Klinik.

Fragestellung

Die vorliegende Arbeit untersuchte im Medikationsprozess eines Klinikums der Maximalversorgung Auswirkungen auf ausgewählte Prozessabläufe durch die Neueinführung von *AiDKlinik*[®], einem AMTS-System zur Arzneimittel-Information (AM-Info) und zur Entscheidungsunterstützung.

Methodik

Begleitend zur Neueinführung von *AiDKlinik*[®] im Klinikum Augsburg wurden von Februar 2016 bis Juni 2019 4 unterschiedliche Projekte in der Apotheke, im stationären Bereich und mit Zielgruppenmitarbeitern durchgeführt. Das erste Projekt befasste sich mit Veränderungen arzneimittelspezifischer Anfragen der Stationen an die Apotheke. Das zweite und dritte Projekt untersuchte, ob sich bekannte Medikationsfehler in der Routine in 5 Teilprozessen des Medikationsprozesses veränderten. Das vierte Teilprojekt untersuchte die Bekanntheit und den Einsatzzweck von *AiDKlinik*[®] unter Zielgruppenmitarbeitern.

Ergebnisse

Im Verlauf des ersten Projekts wurde im Routinebetrieb seltener in der Apotheke angefragt, jedoch zunehmend durch Ärzte. Es wurde häufiger eine Person gezielt anstelle einer Hotline angefragt und die Beantwortung erforderte mehr Zeit und Hilfsmiteileinsatz. Veränderte Abläufe zur Einholung von AM-Info hatten vorübergehend mehr Anfragen zur Folge. Im zweiten Projekt sank die Anzahl der von einer Apothekerin erfassten Medikationsfehler im letzten Projektteil, jedoch erhöhte sich im Verlauf der mittlere Schweregrad der Medikationsfehler und der mögliche Einfluss von *AiDKlinik*[®] auf Medikationsfehler war widersprüchlich. Im Projektverlauf veränderten sich auch Rahmenbedingungen auf der Projektstation. Im dritten Projekt sank der Fehleranteil von Fehlern, die durch *AiDKlinik*[®] günstig beeinflussbar erschienen, in handschriftlichen Bestellungen im Verlauf. Der Einsatz eines in *AiDKlinik*[®] enthaltenen elektronischen Moduls zur Bestellbearbeitung reduzierte die Fehlerrate im Vergleich zu handschriftlichen Bestellungen. Im vierten Projekt kannte drei Viertel der befragten Zielgruppenmitarbeiter *AiDKlinik*[®] und mehr als die Hälfte nutzte *AiDKlinik*[®] regelmäßig.

Diskussion

Das erste Projekt zeigte, dass die Zielgruppenmitarbeiter AiDKlinik® für Bagatellanfragen einsetzen, jedoch die Apotheke für anspruchsvolle Anfragen und in Umstellungsphasen der Ansprechpartner blieb. Die Ergebnisse des zweiten Teilprojekts konnten nur bedingt bewertet werden, da die Auswirkungen der veränderten Rahmenbedingungen auf das Projekt ungewiss waren. Dennoch wurden anteilige positive Effekte von AiDKlinik® auf die Anzahl der Fehler vermutet. Aufgrund der günstigen Ergebnisse zum elektronischen Modul im dritten Projekt plant Augsburg eine elektronische Bestellbearbeitung einzuführen. Das vierte Teilprojekt zeigte, dass AiDKlinik® in einem Klinikum der Maximalversorgung erfolgreich bekannt gemacht wurde und von den Zielgruppenmitarbeitern rege genutzt wurde.

Abstract

Background

Medication safety systems in the form of knowledge-based software products on pharmaceuticals and their application, help medical professionals make therapeutic decisions and fundamentally contribute to improving drug safety. Nevertheless, questions arise concerning the actual benefits, risks and impact of their use in the medication process at the hospital.

Objective

This study examined how selected workflows in the medication process at a maximum care hospital were influenced by the introduction of *AiDKlinik*[®], a medication safety system that provides pharmaceutical information and supports decision-making.

Methods

In parallel to launching *AiDKlinik*[®] at Augsburg Hospital, four different projects were carried out between February 2016 and June 2019 involving the pharmacy, inpatient departments and target group staff. The first project addressed changes in drug-related queries received by the pharmacy from the wards. The second and third projects examined whether known, routine medication errors changed during the five stages of the medication process. The aim of the fourth project was to determine the target group's awareness of *AiDKlinik*[®] and its intended purpose.

Results

During the first project, fewer enquiries were made at the pharmacy in routine operations, but the number from doctors increased. Queries were addressed more frequently to one person rather than to a hotline and the response entailed an increase in time and resources. Modified processes for obtaining pharmaceutical information temporarily increased the number of queries. In the second project, the number of medication errors recorded by one pharmacist decreased during the final phase whereas the average severity of medication errors increased over the course of the project; the potential influence of *AiDKlinik*[®] on medication errors was inconsistent. The circumstances on the project ward changed during the project, however. During the third project, there was a decrease over time in the proportion of errors in handwritten orders, whereby *AiDKlinik*[®] appeared to have a positive influence. Inclusion of an electronic module in *AiDKlinik*[®] for order processing reduced the error rate as compared with handwritten orders. In the fourth project, three-quarters of the target group were familiar with *AiDKlinik*[®], and more than half used *AiDKlinik*[®] regularly.

Discussion

The first project demonstrated that *AiDKlinik*[®] was used by the target group for basic queries whereas the pharmacy remained the point of contact during transition phases as well as for detailed questions. The results of the second project could not be fully evaluated as

the impact of the change in circumstances on the project was unclear. Nevertheless, AiD-Klinik® was assumed to favourably influence the number of errors to a certain extent. Based on the positive results with the electronic module in the third project, introduction of an electronic order processing system is planned in Augsburg. The fourth project demonstrated that AiDKlinik® became widely known at a maximum care hospital and was actively used by the target group.

1. Kurzfassung

Ein zentraler Bestandteil einer sicheren Arzneimitteltherapie ist korrektes, aktuelles und ausreichendes Wissen aller Beteiligten zu den eingesetzten Arzneimitteln. Eine grundsätzliche Verbesserung der Medikationssicherheit durch den Einsatz von Arzneimitteltherapie-sicherheits(AMTS)-Software oder -Systemen ist anerkannt (Ammenwerth et al. 2014). Dennoch sind Fragen zum tatsächlichen Nutzen, den Risiken und den unterschiedlichen Auswirkungen des Einsatzes von AMTS-Systemen im Medikationsprozess in der Klinik offen (Ammenwerth et al. 2014, Stürzlinger et al. 2009). Selbst die Implementierung derselben AMTS-Software an verschiedenen Standorten kann zu unterschiedlicher Funktionalität und deshalb variablem Nutzen solcher Systeme führen (Metzger et al. 2010, Niazhani et al. 2009b), weitere Untersuchungen der Effekte von AMTS-Software und der Modulatoren ihrer Wirksamkeit und Sicherheit sind daher erforderlich (Ammenwerth et al. 2014, Chaudhry et al. 2006, Kaushal et al. 2003).

Das Klinikum Augsburg begann im Herbst 2015 mit der Einführung von AiDKlinik® (Dosing GmbH, Heidelberg), einem AMTS-System für Fachkreise mit Arzneimittelkatalog, aktuellen Wissensdaten und *Clinical Decision Support System* (CDS-System) zur Entscheidungsunterstützung. AiDKlinik® kann unterstützend bei patientenindividuellen Therapieentscheidungen eingesetzt werden, bietet aber auch allgemeine Arzneimittel-Information (AM-Info). Zur Untersuchung möglicher Effekte von AiDKlinik® wurden begleitend zur Systemeinführung von Februar 2016 bis Juni 2019 4 unterschiedliche Projekte in der Apotheke, im stationären Bereich und mit Zielgruppenmitarbeitern im Klinikum Augsburg durchgeführt. Ziel der hier vorliegenden Arbeit war, ausgewählte Effekte der Neueinführung von AiDKlinik® auf den Medikationsprozess und auf die Nutzer in einem Klinikum der Maximalversorgung zu prüfen. Dazu wurden 3 Zielsetzungen definiert, die im Klinikum Augsburg untersucht wurden. Zum einen war von Interesse, ob die Systemeinführung von AiDKlinik® die Apotheke von Bagatellanfragen der Stationsmitarbeiter zur AM-Info und zur Arzneimittel-Logistik entlasten würde, die Apotheke aber dennoch weiterhin anspruchsvolle Anfragen zu Arzneimitteln erhalten würde. Auch sollte geprüft werden, ob Stationsmitarbeiter einen erhöhten Informationsbedarf entwickelten, wenn sich ihnen vertraute Abläufe zur Einholung von AM-Info änderten. Zum anderen sollte untersucht werden, ob AiDKlinik® das Auftreten bekannter Medikationsfehler und einzelner Fehlerarten, sowie deren Schweregrad in ausgewählten Teilprozessen des stationären Medikationsprozesses in der Routine verändern würde. Schließlich war noch von Interesse, ob die Mitarbeiter der Zielgruppen, also Ärzte, Pflegekräfte, pharmazeutisches Personal und sonstige am Medikationsprozess Beteiligte AiDKlinik® nach abgeschlossener Systemeinführung kennen und wie häufig und wofür sie AiDKlinik® in ihrer Routine nutzten.

In Teilprojekt 1 wurden in insgesamt 8 Erhebungswochen über einen Zeitraum von 2 Jahren quantitative und qualitative Veränderungen der arzneimittelspezifischen Fragen, die Mitarbeiter des Klinikums Augsburg an die Klinikapotheke richteten, mit Hilfe von standardisierten Qualitätsmanagement(QM)-Fragebögen erfasst. Untersucht wurden Veränderungen der Anzahl, der Herkunft und des Inhalts der Fragen, sowie der zur Beantwortung benötigten Hilfsmittel und des zur Bearbeitung erforderlichen Zeitaufwands. An insgesamt

56 Projekttagen wurden 626 Anfragen erfasst. Im Projektverlauf ging die Anzahl der Anfragen an die Apotheke zurück, die Anzahl der Nutzer und der Suchanfragen in AiDKlinik[®] stieg an. Die Apotheke erhielt vorübergehend mehr Anfragen, wenn sich den Mitarbeitern vertraute Abläufe zur Einholung elektronischer AM-Info veränderten. Im Projektverlauf wurde häufiger gezielt ein Mitarbeiter in der Apotheke anstelle einer Hotline angefragt und der Anteil der Anfragen von Ärzten nahm zu. Zur Beantwortung einzelner Anfragen benötigten die Apothekenmitarbeiter mehr Zeit und Hilfsmittel. Die Ergebnisse wiesen darauf hin, dass die Apotheke im Verlauf weniger Bagatellanfragen erhielt und mehr Zielgruppenmitarbeiter AiDKlinik[®] häufiger einsetzten, die Apotheke jedoch der Ansprechpartner für anspruchsvolle Fragen blieb. Die Ergebnisse zeigten zusätzlich, dass die Apotheke ein Ansprechpartner für Stationsmitarbeiter mit Informationsbedarf aufgrund veränderter Prozessabläufe war. Um eine fortlaufende Nutzung von AiDKlinik[®] durch die Zielgruppenmitarbeiter zu fördern und dadurch die Anzahl der Bagatellanfragen dauerhaft niedrig zu halten, informiert die Apotheke auch künftig fortlaufend bei geeigneten Anfragen über AiDKlinik[®] und schult neue Zielgruppenmitarbeiter über die von AiDKlinik[®] gebotenen Möglichkeiten.

Das zweite Teilprojekt befasste sich mit dem Einfluss von AiDKlinik[®] auf bekannte Medikationsfehler im stationären Umfeld. Untersucht wurde, ob die Einführung von AiDKlinik[®] auf einer chirurgischen Normalstation die Anzahl bekannter Medikationsfehler insgesamt senken würde, aber auch wie sich AiDKlinik[®] auf die Häufigkeit der einzelnen Fehlerarten und den Schweregrad der Medikationsfehler auswirken würde. Für das Teilprojekt wurden zunächst alle Fehlerarten des stationären Medikationsprozesses, die aus Daten des QM in Augsburg bekannt waren, erfasst. Für jeden erfassten Fehler wurde definiert und begründet, ob und warum ihn AiDKlinik[®] möglicherweise beeinflussen kann. Zusätzlich wurde je nach dem Ausmaß der Nutzung von AiDKlinik[®] zwischen einem minimal und einem maximal möglichen Einfluss von AiDKlinik[®] auf einen Medikationsfehler unterschieden. Für einen minimal möglichen Einfluss von AiDKlinik[®] wurde nur eine Schnell-Nutzung zur allgemeinen AM-Info vorausgesetzt, für einen maximal möglichen Einfluss die ausführliche Nutzung zur allgemeinen AM-Info, sowie zusätzlich die Nutzung zur patientenindividuellen Entscheidungsunterstützung. Zur Datenerhebung begleitete eine Apothekerin die Stationsmitarbeiter einer chirurgischen Normalstation mit 64 Betten nach QM-Vorgaben in ihrer Routine und erfasste alle definierten Medikationsfehler, die sie dabei beobachtete. Daten aus 3 Beobachtungszeiträumen vor, während und nach den Einführungsmaßnahmen für AiDKlinik[®] (Teil I, II, III = Einführung, Konsolidierung, Routine) aus einem Zeitraum von knapp 2 Jahren im Verlauf der Einführung von AiDKlinik[®] wurden für das Teilprojekt ausgewertet. Jeder der 3 Beobachtungszeiträume enthielt die Daten aus 100 Stunden Begleitung, die über einen Zeitraum von jeweils mindestens 3 Monaten an unterschiedlichen Wochentagen und zu unterschiedlichen Tageszeiten erfasst worden waren. Im Projektverlauf traten verschiedene neue Einflüsse mit Auswirkungen auf diese Datenerhebung auf. Zum einen bestanden Probleme bei der Schnittstellenanbindung von AiDKlinik[®] an das Krankenhausinformationssystem (KIS) während des gesamten Projektverlaufs. Betroffen waren die Speicherung von in AiDKlinik[®] eingegebenen Daten im KIS und der Austausch von Patientendaten zwischen AiDKlinik[®] und dem KIS; nicht alle therapie relevanten Patientenparameter wurden automatisch übertragen und/oder gespeichert. Ab Teil II (Konsolidierung) betreute dann neu eine Stationsapothekerin die

Projektstation in Vollzeit und die handschriftlich geführte Papierkurve wurde durch eine elektronische Patientenakte (*Electronic Health Record*, EHR) ersetzt. Kurz vor Teil III (Routine) wechselte die Stationsleitung der Pflege, gefolgt von personellen und organisatorischen Veränderungen. Umfangreiche äußere Einflüsse wirkten also gleichzeitig ein, der jeweilige Einfluss auf die Ergebnisse des Teilprojekts war ungewiss.

Ausgewertet wurden insgesamt 3 131 Beobachtungen mit 1 905 Medikationsfehlern. Die Anzahl der Medikationsfehler insgesamt war im letzten Projektteil (Teil III, Routine) am geringsten, die meisten Medikationsfehler enthielt dagegen Teil II (Konsolidierung). Bei Annahme eines maximal möglichen Einflusses nahm im Verlauf der Anteil der Fehler zu, die AiDKlinik® laut Definition für das Teilprojekt beeinflusste. Bei Annahme eines minimal möglichen Einflusses sank dagegen vorübergehend in Teil II (Konsolidierung) der Anteil der von AiDKlinik® laut Definition für das Teilprojekt beeinflussten Fehler. Der mittlere Schweregrad der Medikationsfehler stieg im Verlauf an.

Aufgrund weiterer relevanter externer Einflüsse im Verlauf, deren Auswirkungen nicht untersucht wurden, war eine Beurteilung der Projektergebnisse nur bedingt möglich. Die im Mittel meisten Medikationsfehler in Teil II (Konsolidierung) und die geringste Anzahl an Medikationsfehlern in Teil III (Routine) wurden auf gemeinsame Effekte von AiDKlinik®, Stationsapothekerin und EHR zurückgeführt. Alle 3 Einflüsse waren in Teil II (Konsolidierung) noch neu und sie veränderten zunächst Prozessabläufe erheblich, verbunden mit einem höheren Fehlerrisiko durch die Umstellung. Im nachfolgenden Routinebetrieb, in Teil III (Routine) war dagegen eine gemeinsame Fehlersenkung durch alle neuen Einflüsse wahrscheinlich. Offen blieb jedoch, welchen Einfluss die unterschiedlichen Faktoren und ihre Kombination im Einzelnen auf die Erhebung gehabt hatten. Ob und in welcher Art die neuen Einflüsse und AiDKlinik® jeweils einzelne Fehlerarten und den mittleren Schweregrad der beobachteten Fehler beeinflussten, konnte nur vermutet werden. Letztendlich bestätigte sich, dass der Effekt eines AMTS-Systems von äußeren Faktoren abhängt und technische, soziale und organisatorische Faktoren gemeinsam die tatsächlichen Effekte einer AMTS-Software in der Routine modulieren.

Das dritte Teilprojekt befasste sich mit Fehlern in handschriftlichen Sonderrezepten von 4 Stationen. Fehlerhafte Sonderrezepte verursachten zum einen Lieferverzögerungen, da die Apotheke Kontakt mit der Station aufnehmen musste, um eine korrekte Bestellung durchführen zu können. Zum anderen bestand für die Apothekenmitarbeiter das Risiko, Fehler zu übersehen oder unklare Angaben falsch zu verstehen. Auch erforderte die Nachbearbeitung unklarer Sonderrezepte vermeidbaren Personaleinsatz in Apotheke und im stationären Bereich. Für eine korrekte Bearbeitung handschriftlicher Sonderrezepte enthielt AiDKlinik® die theoretisch notwendigen Informationen. Im Projekt wurde untersucht, ob es im Verlauf zu Veränderungen der Fehleranzahl und von einzelnen Fehlerarten kam. Dazu wurden zunächst alle aus dem internen QM bekannten Fehlerarten bei der Beschaffung den Fehlergruppen AMTS, Formalia oder Ökonomie zugeordnet; dann wurde der mögliche Einfluss von AiDKlinik® auf jede Fehlerart definiert. Im Zeitraum von Juni 2016 bis Dezember 2017 wurden alle 747 Sonderrezepte von 4 Normalstationen retrospektiv auf Veränderungen der Anzahl und der Art von Medikationsfehlern untersucht und mit Basisdaten vom Januar 2016, zu Beginn der Einführung von AiDKlinik® verglichen. Die im

Projekt erfassten 2 333 Medikationsfehler hätte AiDKlinik® nach Definition zu 63 % günstig beeinflussen können. Ab August 2016 traten insgesamt weniger Fehlerarten auf, die AiDKlinik® nach Definition für das Teilprojekt beeinflusste. Der Effekt trat ein, obwohl zuvor bereits die Software AMeLI® (Fa. Hald-online, Aalen) zur allgemeinen AM-Info über mehrere Jahre verfügbar gewesen war und obwohl die Apotheke weder in der Vergangenheit noch im Projektverlauf den Stationsmitarbeitern Rückmeldungen zu fehlerhaften Sonderrezepten gegeben hatte. AiDKlinik® enthielt auch ein elektronisches Modul zur Sonderanforderung von Arzneimitteln (Sonderbestell-Modul). Das Modul war jedoch im Rahmen der Einführungsmaßnahmen zu AiDKlinik® nicht geschult worden, da die Verantwortlichen andere Prioritäten gesetzt hatten und zum Zeitpunkt der Einführung von AiDKlinik® keine Änderung des Bestellablaufs geplant war. Mögliche Effekte des Moduls auf Medikationsfehler im Rahmen des Teilprojekts wurden daher zunächst nicht untersucht. Da die Apotheke im Projektverlauf jedoch eine Fehlersenkung durch einen Einsatz des Moduls vermutete, wurde von Januar 2019 bis Juni 2019 ein Ergänzungsprojekt zu einer möglichen Senkung der Fehleranzahl durch das Sonderbestell-Modul durchgeführt. Da die am Hauptprojekt beteiligten Stationen zwischenzeitlich unter veränderten Rahmenbedingungen arbeiteten, wurden Sonderbestellungen 4 weiterer Stationen untersucht. 2 der Stationen bestellten wie im Hauptprojekt handschriftlich, 2 der Stationen über das Bestellmodul in AiDKlinik®. Nach Auswertung der Projektergebnisse zeigte sich, dass der Einsatz des Moduls in allen Fehlergruppen zu einer erheblich geringeren Anzahl an Fehlern als bei handschriftlicher Bestellung im Freitext führte. Die Apotheke im Klinikum Augsburg möchte daher mittelfristig hausweit einen elektronischen Ablauf bei der Sonderbestellung umsetzen.

Das vierte Teilprojekt untersuchte schließlich den Bekanntheitsgrad und die Nutzungsfrequenz von AiDKlinik® unter den Zielgruppenmitarbeitern im Routinebetrieb. Die Projektverantwortlichen interessierte die Wirksamkeit der Kommunikationsstrategie und der Implementierungsmaßnahmen, auch für die Planung künftiger Projekte. Von Interesse war zudem, ob AiDKlinik® von den Zielgruppenmitarbeitern in einem Haus der Maximalversorgung akzeptiert wurde. Im Rahmen der jährlichen Gripeschutzimpfung für Mitarbeiter wurden 2 Punkt-Prävalenz-Analysen in Form einer Mitarbeiterbefragung durchgeführt. Alle Mitarbeiter, die zum Impftermin erschienen, konnten freiwillig an der Befragung teilnehmen. Die Interviews wurden von zum Projekt geschulten Apothekenmitarbeitern mit einem für das Projekt entworfenen, standardisierten Fragebogen durchgeführt. Von den 101 befragten Zielgruppenmitarbeitern kannte drei Viertel AiDKlinik®, mehr als die Hälfte nutzte AiDKlinik® mehrfach täglich oder täglich. Einen Bekanntheitsgrad von 100 % hatte AiDKlinik® unter den Ärzten der Inneren Medizin, höher als in der Chirurgie. Oberärzte nutzten AiDKlinik® seltener als Ärzte in anderer hierarchischer Position, darunter vorwiegend Assistenzärzte. AiDKlinik® wurde überwiegend zur AM-Info genutzt und Mitarbeiter, die AiDKlinik® nicht kannten, informierten sich am häufigsten alternativ im Internet zu Arzneimitteln. Die Ergebnisse zum Bekanntheits- und Nutzungsgrad zeigten, dass AiDKlinik® in einem Klinikum der Maximalversorgung von den Zielgruppenmitarbeitern genutzt wurde und dass die eingesetzten Schulungs- und Informationsmaßnahmen AiDKlinik® ausreichend bekannt gemacht hatten. Methodisch unterschiedliche Schulungsangebote, unter anderem im Intranet, durch Vorträge und praktische Übungen am Arbeitsplatz hatten die

Zielgruppenmitarbeiter erreicht und AiDKlinik® bot offensichtlich ein Informationsangebot, das den Nutzern in einem Klinikum der Maximalversorgung diene.

Die Einführung von AiDKlinik® führte in Augsburg in unterschiedlichen Prozessabläufen zu messbaren Verbesserungen im Medikationsprozess. Dennoch hätte AiDKlinik® in allen 4 Teilprojekten wahrscheinlich umfangreichere Effekte zeigen können, wenn zuvor in Augsburg AMeLI® als elektronische Arzneimittel-Liste nicht verfügbar gewesen wäre. Zur allgemeinen AM-Info enthielt AiDKlinik® zwar mehr (zum Beispiel Fachinformation, Gebrauchsinformation), aber auch viele den Nutzern bereits aus AMeLI® bekannte Informationen. Daher war ein Teil der von AiDKlinik® gebotenen Möglichkeiten bereits zuvor in Augsburg durch AMeLI® ausgeschöpft worden. Dennoch zeigte AiDKlinik® noch ergänzende oder zusätzliche Effekte in der allgemeinen AM-Info. Interessant wäre ein vergleichbares Projekt in einer Klinik, die bei Systemeinführung von AiDKlinik® vor Projektbeginn kein elektronisches Hilfsmittel zur AM-Info im Einsatz hatte.

Ein weiterer Faktor, der bei Bewertung der Ergebnisse aller 4 Teilprojekte berücksichtigt werden musste, war die eingeschränkte Kommunikation von AiDKlinik® mit dem KIS aufgrund von Schnittstellenproblemen der beiden Software-Produkte, was den Einsatz von AiDKlinik® als CDS-System zur patientenindividuellen Entscheidungsunterstützung erschwerte. Welche Ergebnisse die vorliegende Arbeit ohne das Schnittstellenproblem gezeigt hätte, blieb offen. Eine Mitte 2019 angekündigte, mittelfristig engere Kooperation der beiden Software-Anbieter wurde in Augsburg positiv aufgenommen.

2. Einleitung

2.1 Der Medikationsprozess in der Klinik

Die Arzneimitteltherapie ist eine der zentralen medizinischen Maßnahmen zur Prävention, Erkennung, Heilung und Linderung von Erkrankungen. Der Medikationsprozess beschreibt den Ablauf einer Arzneimitteltherapie, unterteilt in einzelne Schritte, Phasen oder Teilprozesse (Schnurrer et al. 2003, Seidling et al. 2013). Ein fehlerfreier Ablauf aller Teilprozesse im Medikationsprozess ist eine Voraussetzung einer optimalen Arzneimitteltherapie (*American Society of Health-System Pharmacists* (ASHP) 2018, Seidling et al. 2013).

In der Klinik wird der Medikationsprozess meist in 4 bis 6, manchmal auch in mehr als 10 einzelne Teilprozesse unterteilt (Seidling et al. 2013). Häufig genannte Teilprozesse sind die Verordnung des Arzneimittels, die Beschaffung des Arzneimittels, die Vorbereitung des Arzneimittels zur Anwendung, die Anwendung des Arzneimittels und die Therapieüberwachung, sowie die im gesamten Medikationsprozess erforderliche Dokumentation. Eine allgemein gültige Beschreibung des Medikationsprozesses in der Klinik und der zugehörigen Teilprozesse existiert jedoch nicht (Ammenwerth et al. 2014). In manchen Beschreibungen entfallen etwa die Teilprozesse der Beschaffung oder der Therapieüberwachung (Camiré et al. 2009), bisweilen werden auch Teilprozesse zusammengefasst, zum Beispiel die Beschaffung mit der Verordnung (Kane-Gill et al. 2010). Andere Autoren¹ beziehen den Aufnahme-, Entlass- und Qualitätssicherungsprozess als eigene Teilprozesse in den Medikationsprozess der Klinik mit ein und nennen 10 und mehr Teilprozesse (Aly 2015, ASHP 2018). Das in dieser Arbeit verwendete Schema des Medikationsprozesses im Klinikum Augsburg basiert auf den Beschreibungen von Ammenwerth (Ammenwerth et al. 2014), Bates (Bates 2000), Hellmann (Hellmann 2010) und Kane-Gill (Kane-Gill et al. 2010) (Abb. 1, S. 7).

¹ Die in dieser Arbeit verwendete maskuline Form wurde ausschließlich aus Gründen der besseren Lesbarkeit eingesetzt. Keinesfalls soll damit eine Geschlechterdiskriminierung oder eine Verletzung des Gleichheitsgrundsatzes ausgedrückt werden.

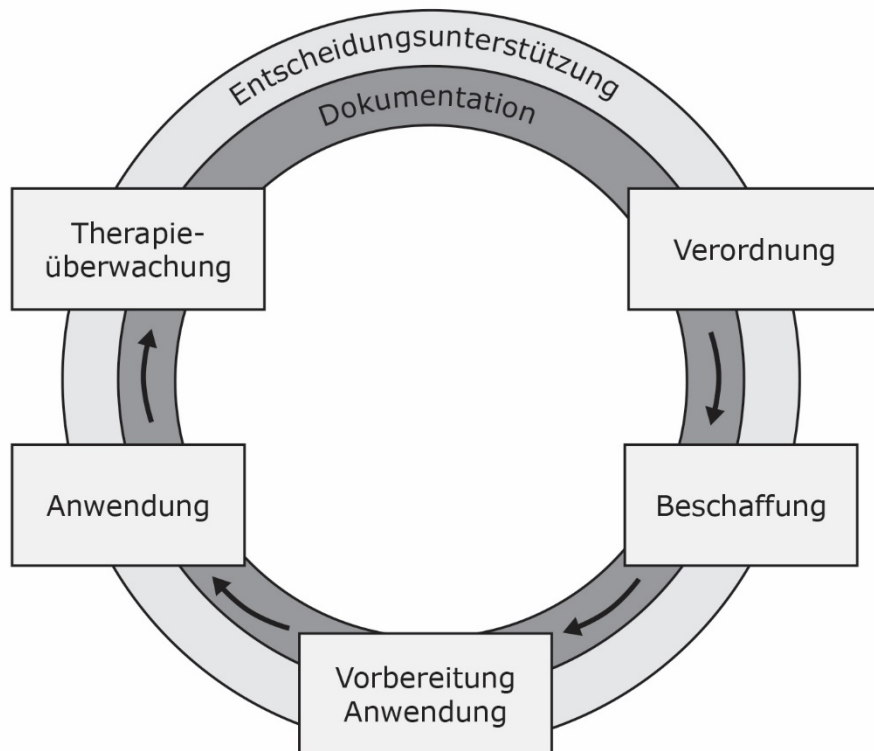


Abb. 1 Ablaufschema der Teilprozesse im stationären Medikationsprozess im Klinikum Augsburg.

Der Teilprozess der Dokumentation tritt in Verbindung mit allen anderen Teilprozessen des Medikationsprozesses auf. In allen Teilprozessen des stationären Medikationsprozesses können Hilfsmittel die am Medikationsprozess beteiligten Personen bei ihren Entscheidungen unterstützen (modifiziert nach Ammenwerth et al. 2014, Bates 2000, Hellmann 2010, Kane-Gill et al. 2010).

2.2 Medikationsfehler

2.2.1 Definitionen zu unerwünschten Ereignissen und Medikationsfehlern

Jede medizinische Maßnahme, also auch die Arzneimitteltherapie, kann unerwünschte Ereignisse (UE) auslösen, an der Mehrzahl der UE sind jedoch keine Arzneimittel beteiligt. Knapp 40 % aller in Kliniken beobachteten UE traten im Zusammenhang mit Operationen auf, der Anteil der durch Arzneimittel ausgelösten UE betrug dagegen nur etwa 15 % (de Vries et al. 2008). Wenn beim Auftreten eines UE Arzneimittel beteiligt sind, wird das UE auch als unerwünschtes Arzneimittelereignis (UAE) bezeichnet. Ein UAE ist „jede unerwünschte, schädliche Wirkung im zeitlichen Zusammenhang mit einer Arzneimittelanwendung“ (Thürmann 2006), unabhängig davon, ob die Arzneimitteltherapie tatsächlich Auslöser des UAE war. Ein Beispiel für ein UAE sind Nierenfunktionsstörungen während einer Antibiotikatherapie, für die neben der Arzneimitteltherapie auch andere, etwa krankheitsbedingte Ursachen infrage kommen. Wenn die Arzneimitteltherapie gesicherter Auslöser der UAE war, wird auch von einer unerwünschten Arzneimittelwirkung (UAW) oder Nebenwirkung gesprochen (Aly 2015). Ein Beispiel einer UAW ist eine Alopezie unter einer Therapie mit Vincristin.

Ein Medikationsfehler wiederum ist jeder Fehler an jeder beliebigen Stelle des Medikationsprozesses (Bates et al. 1995a, Bates 2007) oder nach Definition der

Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft (AkdÄ) „ein Abweichen von dem für den Patienten optimalen Medikationsprozess, das zu einer grundsätzlich vermeidbaren Schädigung des Patienten führt oder führen könnte“ (AkdÄ 2018). Medikationsfehler können in allen Teilprozessen des Medikationsprozesses auftreten und alle Beteiligten können sie verursachen (Aly 2015). In der Klinik können ärztliche, pflegerische und pharmazeutische Maßnahmen (ASHP 2018, Krähenbühl-Melcher et al. 2007), zum Teil auch das Verhalten von Patienten Medikationsfehler auslösen (AkdÄ 2018) (Abb. 2, S. 9). Medikationsfehler sind ein häufiges Ereignis im Rahmen stationärer medizinischer Maßnahmen. In einem US-amerikanischen Universitätsklinikum waren an nahezu jedem fünften beobachteten Fehler Arzneimittel beteiligt (Thürmann 2006) und in den USA wird für den stationären Bereich durchschnittlich von etwa 1 Medikationsfehler pro Patient und Tag ausgegangen (Bates 2007). Betrachtet man die Teilprozesse allerdings genauer und fokussiert, beispielsweise allein auf den sehr vielschichtigen Verabreichungsprozess (Seidling et al. 2013), so liegt die Fehlerquote noch wesentlich höher; eine Fehlerrate von mehr als 60 % wurde beschrieben (Bertsche et al. 2008b). Die Mehrzahl der Medikationsfehler löst glücklicherweise kein UE oder UAE aus. In einer britischen Arbeit erreichte nur etwa ein Drittel aller Verordnungsfehler den Patienten (Ryan et al. 2014) und eine US-amerikanische Gruppe beschrieb, dass nur 5 (0,9 %) von 530 beobachteten Medikationsfehlern tatsächlich UAE auslösten (Bates et al. 1995a+b). Nicht vermeidbaren UAE liegt kein Medikationsfehler zugrunde, vermeidbare UAE beruhen dagegen auf Medikationsfehlern (Kane-Gill et al. 2016, Thürmann 2006). Ein Beispiel eines nicht vermeidbaren UAE ist das erstmalige Auftreten einer allergischen Reaktion auf ein Arzneimittel nach bestimmungsgemäßer Anwendung, ein Beispiel eines vermeidbaren UAE sind Nebenwirkungen aufgrund einer falsch hoch verordneten Dosis. Medikationsfehler können auch UE ohne Patientenbeteiligung auslösen, zum Beispiel ökonomische Nachteile durch die Beschaffung unnötiger Arzneimittel, etwa durch Doppelbestellungen. Falls ein Medikationsfehler vor dem Eintreten korrigiert wird, wird von einem abgefangenen oder nicht eingetretenen Medikationsfehler gesprochen, der dann auch kein UAE oder UE auslöst. Ein Beispiel ist ein Fehler beim Stellen von Tabletten, der im Rahmen einer 4-Augen-Kontrolle behoben wird, bevor die Tablette beim Patienten angewandt wird (AkdÄ 2018). Leider werden Medikationsfehler nicht einheitlich bezeichnet (Kruse et al. 2015, Lisby et al. 2010). In knapp drei Viertel von 203 untersuchten Arbeiten wurden individuelle Definitionen und Bezeichnungen zur Beschreibung von Medikationsfehlern verwendet, was den Vergleich verschiedener Studien erschwerte (Lisby et al. 2010). Als sinnvoll haben sich Unterscheidungen von Medikationsfehlern entweder nach ihrem Schweregrad, also dem Ausmaß ihrer tatsächlichen oder möglichen Schädigung, oder nach einzelnen Fehlerarten erwiesen (AkdÄ 2018) (Tab. 1, S. 11).

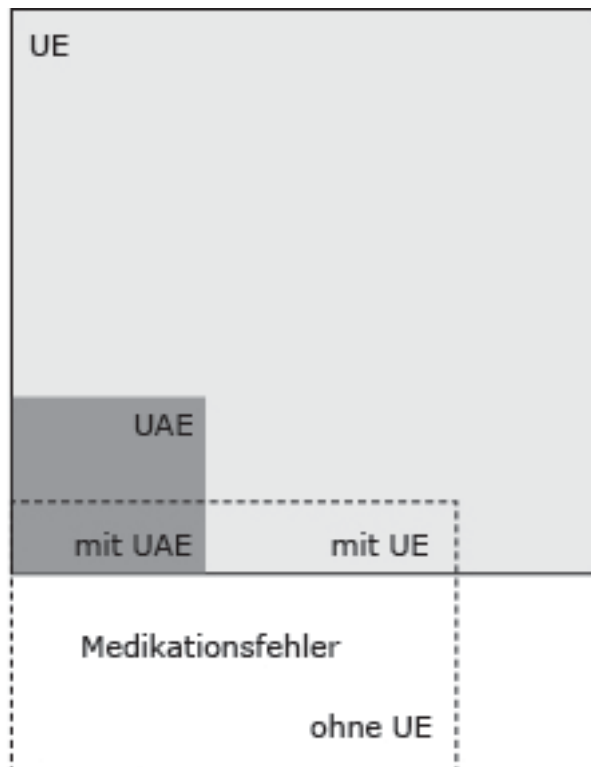


Abb. 2 Zusammenhang zwischen unerwünschten Ereignissen (UE), unerwünschten Arzneimittelereignissen (UAE) und Medikationsfehlern.

UE umfassen auch Ereignisse ohne Beteiligung von Arzneimitteln, zum Beispiel durch chirurgische Maßnahmen. UAE können mit oder ohne zugrundeliegenden Medikationsfehler auftreten. Medikationsfehler mit UE ohne Patientenbeteiligung verursachen zum Beispiel ökonomische Nachteile. Medikationsfehler ohne UE sind abgefangene Fehler oder Medikationsfehler ohne negative Auswirkungen. Alle auf Medikationsfehlern beruhenden Ereignisse sind vermeidbar (modifiziert nach Krähenbühl-Melcher et al. 2007, Thürmann 2006).

2.2.1.1 Schweregrad von Medikationsfehlern

Ein Medikationsfehler kann folgenlos bleiben, aber auch zu einer vorübergehenden oder dauerhaften Schädigung des Patienten führen, im schlimmsten Fall mit letalem Ausgang (Schnurrer et al. 2003). Schwerwiegende Medikationsfehler treten zum Glück selten auf. In Großbritannien kam es bei der Verordnung und Therapieüberwachung durch Allgemeinmediziner in nur 0,2 % der Fälle zu als schwer eingestuftem Fehlern (Avery et al. 2013) und Daten aus den USA zeigten für den Intensivbereich 1 % Fehler mit Schädigung des Patienten (Kane-Gill et al. 2016). Verlässliche Daten zu tödlichen Ereignissen fehlen jedoch. Für die gesamten USA wurden beispielsweise 7 000 Todesfälle jährlich durch Medikationsfehler geschätzt (Kohn et al. 2000), für den stationären internistischen Bereich in Deutschland dagegen auf Basis einer norwegischen Studie rund 28 000 vermeidbare Todesfälle vermutet (Schnurrer et al. 2003). Bei der großen Varianz der in der Literatur genannten Zahlen ist zu berücksichtigen, dass einige Autoren Todesfälle nur durch Medikationsfehler, andere aber auch Todesfälle durch alle UAE oder sogar alle medizinischen Maßnahmen einbezogen und Daten auf Basis von Ergebnissen unterschiedlich durchgeführter Untersuchungen geschätzt oder hochgerechnet wurden (Schnurrer et al. 2003).

Leider existiert auch keine einheitliche Definition für den Schweregrad von Medikationsfehlern und bislang gibt es nur wenige Vorschläge für eine Standardisierung, etwa durch das *National Coordinating Council for Medication Error Reporting and Prevention*

(NCC MERP) (Index 2019). Die Folge ist, dass Einrichtungen eigene Kriterien für eine Bewertung festlegen müssen (Dean et al. 1999), die dann voneinander abweichen und unterschiedlich plausibel sind. So bewerteten einige Einrichtungen bereits potenzielle oder abgefangene Fehler als Medikationsfehler mit einem Schweregrad, andere dagegen nur tatsächlich eingetretene Medikationsfehler und wieder andere erfassten sogar durch Medikationsfehler ausgelöste UAE von geringer Schwere nicht als Medikationsfehler (Garfield et al. 2013). Eine Übersichtsarbeit zum Schweregrad von Fehlern bei der Verordnung nannte in 107 Arbeiten 40 individuelle Bewertungsmethoden, jedoch nur 2 der Methoden bezeichneten die Autoren als ausreichend aussagekräftig und zuverlässig (Garfield et al. 2013).

Auch das Qualitätsmanagement (QM) im Klinikum Augsburg hatte in der Vergangenheit eine hausinterne Einteilung des Schweregrads von Medikationsfehlern vorgenommen. Basis der Einteilung waren der NCC MERP Index und Daten eines Projekts zur Erfassung und Bewertung von Medikationsfehlern der AkdÄ. Der NCC MERP Index galt als aussagekräftiges Standardinstrument (ASHP 2018, Garfield et al. 2013) und die AkdÄ hatte, unterstützt vom Bundesministerium für Gesundheit (BMG) ein Pilotprojekt zur Erfassung und Bewertung von Medikationsfehlern über ein Spontanmeldesystem durchgeführt, das auch im Klinikum Augsburg von Interesse war (AkdÄ 2018). Die Einteilung in Augsburg enthält für eine Schnellbewertung im Rahmen der Routineerfassung von Medikationsfehlern 5 unterschiedliche Kategorien des Schweregrads (Tab. 1, S. 11; Tab. 2, S. 12-16).

Tab. 1 Schweregrade von Medikationsfehlern, die das QM in Augsburg zur Routineerfassung vorsah.

Schweregrad	Bezeichnung	Effekt	Beispiel
1	Potenzieller Fehler	Vom Fehlerverursacher bemerkt und korrigiert; kein Erreichen des Patienten	Stellen einer falschen Tablette, korrigiert vom Verursacher selbst
2	Abgefangener Fehler	Bemerkt und korrigiert durch einen zweiten Mitarbeiter oder eine Sicherungsmaßnahme; kein Erreichen des Patienten	Falscher Inhalt von Dosetten, korrigiert im Rahmen einer 4-Augen-Kontrolle Korrektur einer fehlerhaften Verordnung nach Warnhinweis einer Software
3	Fehler ohne Schaden	Erreichen des Patienten; ohne erkennbare schädliche Effekte	Einmalige Applikation einer zu hohen Penicillindosis bei Erwachsenen
4	Fehler mit Schaden	Erreichen des Patienten; erkennbare, vorübergehend schädliche Effekte	Mehrfach zu hohe Opioiddosis mit Somnolenz und Sturzneigung
5	Fehler mit schwerwiegendem Schaden	Erreichen des Patienten; erkennbare, dauerhaft schädliche Effekte	Intrathekale Applikation von Vinca-Alkaloiden mit Todesfolge

2.2.2 Fehlerarten von Medikationsfehlern

Im Medikationsprozess sind unterschiedliche Arten von Medikationsfehlern möglich; je nach Fehlerart kann diese entweder nur in einem oder aber mehreren Teilprozessen des Medikationsprozesses auftreten (Tab. 2, S. 12-16). Eine falsche Aufbereitung eines Arzneimittels etwa betrifft nur den Teilprozess der Vorbereitung der Anwendung, eine unzureichende Informationsweitergabe kann dagegen in allen Teilprozessen auftreten. Dieselbe Fehlerart kann je nach Situation einen unterschiedlichen Schweregrad aufweisen. Eine einmalige Verordnung eines Arzneimittels mit großer therapeutischer Breite in falsch hoher Dosis wird folgenlos, mit Schweregrad 3 gemäß Tabelle 1, bleiben, eine falsch hoch verordnete Dosis eines Hochrisikoarzneimittels kann dagegen tödliche Folgen mit Schweregrad 5 gemäß Tabelle 1 haben.

Tab. 2 QM-Dokument als Basis für die Erfassung von Medikationsfehlern im stationären Umfeld im Klinikum Augsburg.

Das Dokument enthält alle vom QM im Klinikum Augsburg definierten möglichen Fehlerarten und die betroffenen Teilprozesse im stationären Medikationsprozess. Zusätzlich aufgeführt sind Definitionen zur Fehlerart, die Datenbasis, um zu beurteilen, wann ein Ereignis als Fehler erfasst werden muss, die für eine Fehlerarte verantwortlichen Berufsgruppen, sowie eine ergänzende Literatur-Referenz. Das Dokument dient als Basis für QM-Maßnahmen zur Erfassung von Medikationsfehlern im stationären Umfeld im Klinikum Augsburg (Quelle: Apotheke und QM Klinikum Augsburg, modifiziert nach AkdÄ 2018, NCC MERP 2019).

Betroffener Teilprozess	Fehlerart	Definition Fehlerart	Datenbasis zur Fehlererfassung	Berufsgruppen	Referenz
Alle Teilprozesse	Dokumentation	Fehlende, falsche, verzögerte oder in wichtigen Inhalten unvollständige schriftliche oder elektronische Datenbearbeitung Falscher Dokumentationsort Formal falsche Dokumentation	Dienstanweisung zum Umgang mit Arzneimitteln Haus-Standard „Dokumentation der Krankenhausbehandlung und Führung von Krankenakten“	Alle	AkdÄ 2018 Langebrake et al. 2014
Alle Teilprozesse	Informationsweitergabe	Fehlende, falsche, verzögerte oder in wichtigen Inhalten unvollständige Weitergabe von Informationen zur Arzneimitteltherapie an Dritte (Mitarbeiter, Patienten und Externe)	Haus-Standard „Dokumentation der Krankenhausbehandlung und Führung von Krankenakten“ Haus-Standard „Aufnahme-Verlegung-Entlassung“ Haus-Standards zur Patientenein-formation und -aufklärung	Alle	Langebrake et al. 2014 Seidling et al. 2013
Alle Teilprozesse	Übertragungsfehler	Von Vorgängerinformation ohne Begründung abweichende schriftliche oder elektronische Datenbearbeitung	Abgleich Vorgänger-/Nachfolgeinformation	Alle	AkdÄ 2018 Langebrake et al. 2014
Alle Teilprozesse	Unleserlichkeit	Vollständig oder in wichtigen Anteilen nicht leserliche Datenbearbeitung	Unleserlich für QM-Apotheker	Alle	AkdÄ 2018 Hartel et al. 2011

Betroffener Teilprozess	Fehlerart	Definition Fehlerart	Datenbasis zur Fehlererfassung	Berufsgruppen	Referenz
Verordnung Beschaffung Vorbereitung Anwendung Therapieüberwachung	Verfügbarkeit	Falsches, veraltetes, unvollständiges oder fehlendes Wissen zum Klinik-, Stations- oder Marktsortiment	Hausliste Arzneimittel Stationsliste Arzneimittel Inhalte AMeLI® oder AiDKlinik®	Alle	Pruszydlo et al. 2012 Robertson et al. 2010
Verordnung Beschaffung Therapieüberwachung	Leitlinie	Falsches, veraltetes, unvollständiges oder fehlendes Wissen zu hausintern oder bundesweit gültigen Vereinbarungen zu Arzneimitteln	Inhalte AMeLI® oder AiDKlinik®	Alle	Gouyon et al. 2017 Robertson et al. 2010
Verordnung Therapieüberwachung	Dosis	Verordnung nicht verfügbarer Dosierungen Dosierung abweichend von der Zulassung, ohne bewussten <i>Off Label Use</i>	Inhalte AMeLI® oder AiDKlinik® Fachinformation Aktuelle Leitlinien der Fachgesellschaft	Arzt	Bertsche et al. 2009b Chertow et al. 2001 Seidling et al. 2010
Verordnung Therapieüberwachung	Dosisfrequenz	Dosisfrequenz abweichend von der Zulassung, ohne bewussten <i>Off Label Use</i>	Fachinformation Aktuelle Leitlinien der Fachgesellschaft	Arzt	Bertsche et al. 2009b Chertow et al. 2001 Seidling et al. 2010
Verordnung Therapieüberwachung	Therapiedauer	Fehlende(r), zu späte(r) oder zu frühe(r) Beginn oder Beendigung der Therapie	Therapieverlauf – klinisches Bild Aktuelle Leitlinien der Fachgesellschaft	Arzt	Krähenbühl-Melcher et al. 2007 Seidling et al. 2013
Verordnung Therapieüberwachung	Wechselwirkung	Nichterkennen oder -beachten aufgetretener oder möglicher Wechselwirkungen ab potenziell mittlerem Schweregrad ²	Fachinformation „Medibox“ AiDKlinik®	Arzt	Avery et al. 2013 Bertsche et al. 2010

² mittlerer Schweregrad von Wechselwirkungen = Schweregrad 3 nach Tab. 1, S. 11

Betroffener Teilprozess	Fehlerart	Definition Fehlerart	Datenbasis zur Fehlererfassung	Berufsgruppen	Referenz
Verordnung Therapieüberwachung	Vermeidbare Nebenwirkung	Nichterkennen oder -beachten vermeidbarer aufgetretener Nebenwirkun- gen	Fachinformation Therapieverlauf – klinisches Bild	Arzt	Avery et al. 2013 Bertsche et al. 2010
Verordnung Therapieüberwachung	Kontraindikation	Nichterkennen oder -beachten bestehender Kontraindikation, ohne be- wussten <i>Off Label Use</i>	Fachinformation Aktuelle Leitlinien der Fachgesell- schaft Abgleich Diagnose – Verordnung „Medibox“ AiDKlinik®	Arzt	Bertsche et al. 2010 Robertson et al. 2010
Verordnung Therapieüberwachung	Doppelverord- nung	Zeitgleiche Verordnung identischer oder quasi-iden- tischer Arzneimittel	Inhalte AMeLI® oder AiDKlinik® „Medibox“ AiDKlinik®	Arzt	Avery et al. 2013
Verordnung Therapieüberwachung	Indikation	Verordnung eines Arznei- mittels oder Wirkstoffs au- ßerhalb der zugelassenen Indikationen, ohne bewuss- ten <i>Off Label Use</i> Übernahme einer beste- henden Verordnung ohne Prüfung der Indikation	Fachinformation Aktuelle Leitlinien der Fachgesell- schaft Haus-Standard „Aufnahme-Verle- gung-Entlassung“ Abgleich Diagnose – Verordnung	Arzt	Hunt et al. 1998 Robertson et al. 2010
Verordnung Therapieüberwachung	Arzneiform	Verordnung nicht verfügba- rer Arzneiformen Verordnung für den Patien- ten ungeeigneter Arzneifor- men	Inhalte AMeLI® oder AiDKlinik® Abgleich Patientenakte – Verord- nung	Arzt	Lohmann et al. 2015 Quinzler et al. 2009

Betroffener Teilprozess	Fehlerart	Definition Fehlerart	Datenbasis zur Fehlererfassung	Berufsgruppen	Referenz
Verordnung Therapieüberwachung	Inkorrekte Verordnung	Fehlende, falsche, verzögerte oder in wichtigen Inhalten unvollständige Arzneimittelverordnung Unnötige Verordnung Formal falsche Verordnung Fehlende Aktualisierung der Therapie	Haus-Standard „Dokumentation der Krankenhausbehandlung und Führung von Krankenakten“ Aktuelle Leitlinien der Fachgesellschaft Haus-Standard „Aufnahme-Verlegung-Entlassung“ Dienstanweisung zum Umgang mit Arzneimitteln Abgleich Diagnose – Therapieverlauf – Verordnung	Arzt	Krähenbühl-Melcher et al. 2007 Langebrake et al. 2014
Beschaffung	Doppelbeschaffung	Mehrfache, zeitnahe Individualbeschaffung identischer oder quasi-identischer Arzneimittel Mehrfache Vorratsbeschaffung in Mengen über dem Stationsbedarf	Abgleich Verordnung – Beschaffung	Pflege Assistenz	Feibert et al. 2016 Jia et al. 2016
Vorbereitung der Anwendung	Aufbereitung	Abweichung von ärztlichen, pharmazeutischen, pflegerischen oder hygienischen Standards bei der Vorbereitung und Zwischenlagerung Fehlende Aufbereitung Mehrfache Aufbereitung	Haus-Standards für Pflegekräfte Dienstanweisung zum Umgang mit Arzneimitteln Abgleich Dokumentation – vorbereitete Arzneimittel Begleitung Vorbereitung	Arzt Pflege	Bertsche et al. 2008b Lohmann et al. 2015

Betroffener Teilprozess	Fehlerart	Definition Fehlerart	Datenbasis zur Fehlererfassung	Berufsgruppen	Referenz
Anwendung	Anwendungstechnik	Abweichung von ärztlichen, pharmazeutischen, pflegerischen oder hygienischen Standards bei der Anwendung Fehlende Anwendung Mehrfache Anwendung	Haus-Standards für Pflegekräfte Dienstanweisung zum Umgang mit Arzneimitteln Abgleich Dokumentation – angewandte Arzneimittel Begleitung Anwendung	Arzt Pflege	Krähenbühl-Melcher et al. 2007 Lampert et al. 2016 Lohmann et al. 2015 Meid et al. 2015 Seidling et al. 2013

2.2.3 Risikofaktoren für das Auftreten von Medikationsfehlern

Medikationsfehler und UE treten gewöhnlich nur dann auf, wenn mehrere unterschiedliche Einflussfaktoren in einem Prozessablauf Mängel aufweisen und Sicherungsmaßnahmen versagen; selten ist nur eine einzige Ursache der Auslöser (Kohn et al. 2000). Bei den Einflussfaktoren wird unterschieden zwischen mangelhaften Rahmenbedingungen, die die Entstehung von Medikationsfehlern begünstigen, mangelhaft ausgeführten Aktionen, in denen Medikationsfehler entstehen, und mangelhaften Sicherungsmaßnahmen, die entstandene Medikationsfehler nicht verhindern (Abb. 3). Eine Rahmenbedingung, die Medikationsfehler begünstigt, ist zum Beispiel eine zu geringe Anzahl an Fachpersonen (Ärztblatt 2018, Beckmann et al. 1998). Eine mangelhafte Ausführung von Aktionen ist wahrscheinlicher bei unsicheren als bei erfahrenen Mitarbeitern (Beckmann et al. 1998, Camiré et al. 2009). Ein Beispiel einer unvollständigen Sicherungsmaßnahme schließlich sind etwa fehlende Vorgaben zu Standardverdünnungen für Parenteralia (Kussmann et al. 2015).

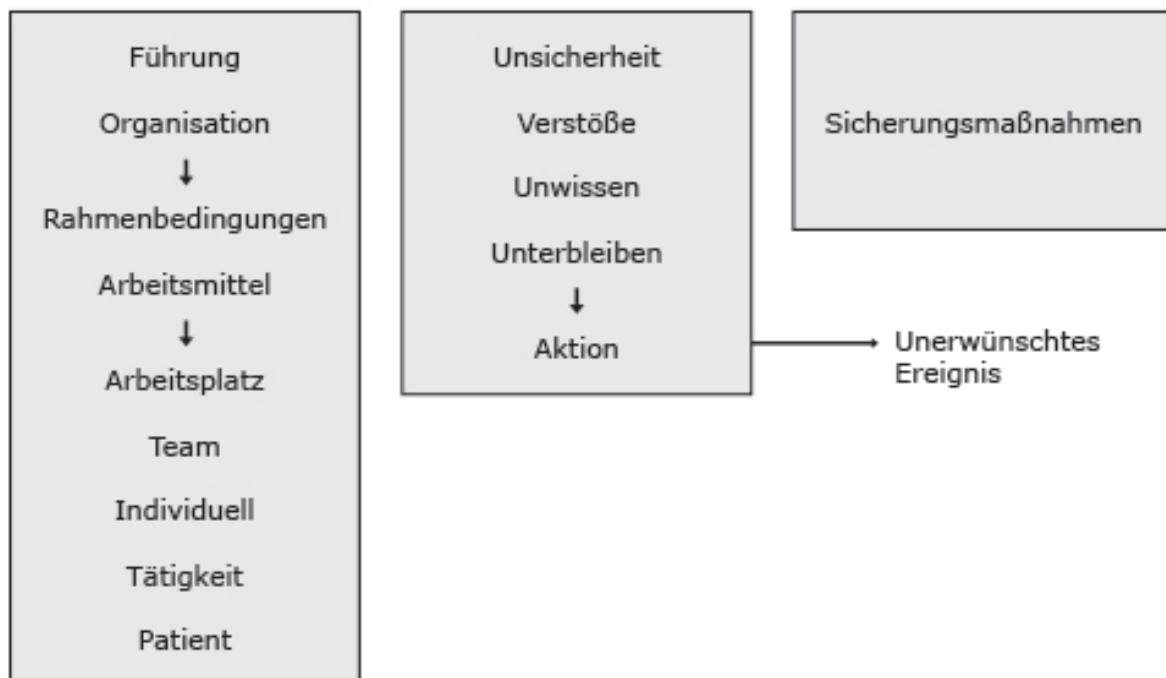


Abb. 3 Einflussfaktoren auf die Entstehung von Medikationsfehlern und UE. Zu den Einflussfaktoren zählen Rahmenbedingungen, Aktionen und Sicherungsmaßnahmen.

Führungskräfte sind für die Organisation der Rahmenbedingungen am Arbeitsplatz ihrer Mitarbeiter verantwortlich. Die vorhandenen Rahmenbedingungen und die Ausstattung des Arbeitsplatzes beeinflussen das Team, aber auch den einzelnen Mitarbeiter und seine individuelle Tätigkeit und letztendlich den Patienten. Mangelhafte Rahmenbedingungen, etwa zu wenig Personal, begünstigen die Entstehung von Medikationsfehlern und UE. Von Mitarbeitern durchgeführte Handlungen (Aktion) können wiederum durch Unsicherheit, Verstöße gegen bestehende Vorgaben und Unkenntnis (Unwissen) der korrekten Durchführung mangelhaft sein. Auch das Unterbleiben einer erforderlichen Aktion stellt einen Mangel dar. Mangelhafte Aktionen lösen Medikationsfehler und UE aus. Nachfolgende unvollständige Sicherungsmaßnahmen verhindern letztendlich aufgetretene UE und Medikationsfehler nicht, das UE tritt tatsächlich ein (modifiziert nach ASHP 2018, NCC MERP 2019).

Bei der Planung von Strategien zur Vermeidung von Medikationsfehlern müssen zum einen der mögliche Schweregrad, zum anderen die Häufigkeit der einzelnen Fehlerart berücksichtigt werden (Bertsche et al. 2008b, Garfield et al. 2013, NCC MERP 2019). Von Bedeutung ist auch, ob die Fehlerart überhaupt verhindert werden kann und welcher Aufwand hierfür erforderlich ist (ASHP 2018). Ein geringer Aufwand, um einen seltenen, jedoch letalen Fehler zu verhindern, ist etwa die Abgabe Vincristin-haltiger Zubereitungen zur intravenösen Injektion in einer Primärverpackung, die eine versehentliche intrathekale Anwendung ausschließt. Hoher Aufwand war dagegen für einen seltenen, ebenfalls letalen Medikationsfehler erforderlich: der pharmazeutische Hersteller reduzierte den Flascheninhalt eines Colchicin-haltigen, flüssigen Fertigarzneimittels, nachdem ein Todesfall aufgrund eines versehentlich falsch hohen Einnahmevermögens bekannt wurde (AkdÄ 2018). Der hohe Aufwand war gerechtfertigt, denn je schwerer die potenziellen Folgen eines Fehlers sind, desto wichtiger sind Maßnahmen zu dessen Vermeidung. Insbesondere Fehlerarten mit einem potenziell hohen Schweregrad von 4 oder 5 (Tab. 1, S. 11) müssen unbedingt vermieden werden, auch wenn sie nur selten auftreten und der Aufwand zu ihrer Vermeidung hoch ist.

Um Medikationsfehler im klinischen Umfeld gezielt vermeiden zu können, sind jedoch nicht nur die Häufigkeit und der Schweregrad möglicher Fehler relevant. In bestimmten, für die Klinik typischen Situationen ist das Risiko für Medikationsfehler besonders hoch. Ein hohes Risiko für Medikationsfehler besteht zum Beispiel, wenn die Arzneimitteltherapie verändert wird oder wenn Patientengruppen mit besonderen Bedürfnissen, für die ein Standardablauf in der Arzneimitteltherapie wenig geeignet ist, behandelt werden. Diese Situationen bedürfen erhöhter Aufmerksamkeit, um Medikationsfehler zu verhindern.

2.2.3.1 Veränderung der Arzneimitteltherapie als Risikofaktor für Medikationsfehler

Im Rahmen von Klinikaufenthalten sind Veränderungen der Arzneimitteltherapie üblich. Zum einen bedeutet eine stationäre Behandlung einen Übergang an intersektoralen Schnittstellen der medizinischen Versorgung. Zum anderen beinhaltet ein stationärer Aufenthalt aufgrund eines Akutereignisses, zur Diagnostik oder für medizinische Maßnahmen regelhaft auch eine Veränderung des Therapiebedarfs und deshalb auch der Arzneimitteltherapie.

Veränderungen der Arzneimitteltherapie an intersektoralen Schnittstellen

Nicht nur beim Übergang an intersektoralen Schnittstellen, also zum Beispiel vom ambulanten in den stationären Sektor und zurück, sondern auch bei der Verlegung zwischen verschiedenen Kliniken sind Veränderungen der bestehenden Medikation üblich. Auf internistischen Stationen wurde etwa bei 96 % der Patienten die Vormedikation aus dem niedergelassenen Bereich verändert (Himmel et al. 2004). Auch die in Deutschland voneinander abweichenden wirtschaftlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen zwischen ambulantem und stationärem Sektor haben zur Folge, dass entweder in der Klinik auf Hauslistenarzneimittel umgestellt wird oder die häusliche Medikation erst beschafft werden muss und verzögert zur Verfügung steht. Eine Hochrechnung ergab, dass in deutschen Kliniken täglich 300 000 Arzneimittel allein durch eine Umstellung der häuslichen auf die Klinikmedikation verändert werden (Pruszydlo et al. 2012). Im ambulanten Bereich

dagegen ist ein Wechsel der in der Klinik eingesetzten Arzneimittel auf in Rabattverträgen oder als Leitsubstanzen genannte Arzneimittel vorgesehen, in Bayern etwa nach Vorgaben der Kassenärztlichen Vereinigung Bayerns (2019).

Auch eine mangelhafte Informationsweitergabe zur Medikation an den Schnittstellen kann Medikationsfehler oder eine Unterbrechung der Arzneimitteltherapie verursachen (Thürmann 2006, *World Health Organization* (WHO) 2007). Entweder muss der nachfolgende Behandler erst klären, welche Therapie tatsächlich benötigt wird, was zu Verzögerungen führt, oder Missverständnisse oder Informationsdefizite begünstigen Medikationsfehler. Eine vollständige Zusammenfassung aller eingesetzten Arzneimittel, einschließlich der Selbstmedikation könnte Medikationsfehler an den Schnittstellen verhindern, ist jedoch häufig nicht vorhanden. Daher sieht der Gesetzgeber seit Oktober 2016 (Sozialgesetzbuch Fünftes Buch (V) - Gesetzliche Krankenversicherung (SGB V) 2019), den bundeseinheitlichen Medikationsplan vor, der alle relevanten Informationen zur Arzneimitteltherapie eines Patienten in einer einheitlichen Form enthält, zumindest für Patienten mit ≥ 3 Arzneimitteln.

Veränderungen der Arzneimitteltherapie während eines stationären Aufenthalts

Oft zwingen Akutereignisse, die Auslöser der stationären Einweisung gewesen waren, zur Verordnung zusätzlicher Arzneimittel im Krankenhaus, wie zum Beispiel von Antibiotika (Fritz et al. 2012). Vor Diagnostik oder Operationen müssen Arzneimittel, etwa Gerinnungshemmer, entweder pausiert werden oder sie werden, wie im Fall von Röntgenkontrastmitteln, zusätzlich appliziert (Kwan et al. 2007). Auch akute Störungen der Eliminationsorganfunktion (Bertsche et al. 2009b), eine stationär neu diagnostizierte Erkrankung oder das Fortschreiten einer bestehenden Erkrankung können Therapieanpassungen erfordern (Bertsche et al. 2009a). In allen Fällen besteht ein Risiko für Medikationsfehler.

2.2.3.2 Patienten mit besonderen Bedürfnissen an die Arzneimitteltherapie als Risikofaktor für Medikationsfehler

Eine Standardtherapie ist für Patienten mit Polypharmazie, Patienten mit eingeschränkter Organfunktion, Patienten mit Multimorbidität, geriatrische Patienten, Patienten in intensivmedizinischer Behandlung und Kinder meist ungeeignet. Sie alle haben besondere Bedürfnisse an die Arzneimitteltherapie und daher ein hohes Risiko für Medikationsfehler.

Patienten mit Polypharmazie

Für den Begriff der Polypharmazie existiert keine einheitliche Definition. Meist wird ab einer Einnahme von 5 und mehr Arzneimitteln gleichzeitig von Polypharmazie gesprochen (Masnoon et al. 2017). Komplexe Einnahmeschemata bei Polypharmazie können Patienten und sogar Fachpersonal überfordern und dadurch Medikationsfehler auslösen (Bushardt et al. 2008), etwa durch vergessene Anwendungen oder falsche Einnahmetermine (Witticke et al. 2013). Da jede Veränderung der Medikation bei Polypharmazie Effekte auf *alle* bestehenden Verordnungen und Erkrankungen haben kann, sollten mögliche Auswirkungen von Therapieveränderungen auf die gesamte Medikation und alle bestehenden Erkrankungen sorgfältig geprüft werden, insbesondere bezüglich

Wechselwirkungen, Nebenwirkungen, Kontraindikationen und erforderlicher Dosisanpassungen (Fritz et al. 2012, Masoodi 2008). Auch mögliche UAE der Arzneimitteltherapie für eine Erkrankung auf weitere bestehende Erkrankungen des Patienten (*Drug Disease Interactions*) müssen beachtet werden (Dumbreck et al. 2015). Polypharmazie erschwert auch beim Übergang an Schnittstellen eine nahtlose, vollständige, fehlerfreie Therapieweiterführung (Donaldson et al. 2017). Der bundeseinheitliche Medikationsplan soll besonders für Patienten mit Polypharmazie beim Übergang an Schnittstellen mehr Sicherheit bieten (SGB V 2019) und ist daher für Patienten mit ≥ 3 Arzneimitteln verbindlich vorgehen.

Patienten mit eingeschränkter Organfunktion

Bei Störungen der Eliminationsorganfunktion, insbesondere bei Nierenfunktionsstörungen sind für viele Arzneistoffe Dosisanpassungen erforderlich, denn eine verzögerte oder unterlassene Dosisanpassung kann bei schwankender Eliminationsorganfunktion eine Akkumulation oder eine Unterdosierung von Arzneistoffen mit ungeeigneten Wirkstoffspiegeln verursachen. Bei Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion musste in 15 % der Fälle mindestens eine Dosierung angepasst werden (Chertow et al. 2001) und Intensivpatienten mit renaler Einschränkung zeigten in knapp der Hälfte aller Arzneimittelverordnungen potenzielle Überdosierungen (Bertsche et al. 2009b).

Auch eine eingeschränkte Leberfunktion erfordert erhöhte Aufmerksamkeit in der Arzneimitteltherapie. Für Patienten mit Leberzirrhose wurde, in Abhängigkeit vom Stadium der Erkrankung, mehr als ein Drittel von 208 untersuchten Arzneimitteln als ungeeignet bezeichnet (Weersink et al. 2018). Intensivpatienten, neonatologische, onkologische und geriatrische Patienten haben besonders häufig Einschränkungen ihrer Organfunktionen; eine regelmäßige Überwachung der Laborwerte und bei Bedarf eine zeitnahe adäquate Dosisanpassung sind für sie für eine angemessene Arzneimitteltherapie besonders wichtig.

Patienten mit Multimorbidität

Patienten mit Multimorbidität erhalten oft Therapien von Behandlern unterschiedlicher Fachrichtungen (Thürmann et al. 2010), die nicht immer in ausreichendem Dialog stehen. Daher ist für multimorbide Patienten das Risiko, dass doppelt verordnet wird oder Arzneimittel übersehen werden, insbesondere an den Schnittstellen und auch aufgrund der häufig mit Multimorbidität verbundenen Polypharmazie höher als bei anderen Patienten (Rieger et al. 2004). Eine vollständige Zusammenstellung aller eingesetzten Arzneimittel, einschließlich der Selbstmedikation, wie sie der Bundesmedikationsplan vorsieht (SGB V 2019), könnte Medikationsfehler verhindern, ist jedoch häufig nicht vorhanden und die Kenntnis der Behandler über alle eingenommenen Arzneimittel ist dadurch unvollständig (Thürmann et al. 2010). Bei multimorbiden, geriatrischen Patienten soll der Hausarzt zeitnah über alle Veränderungen in der Arzneimitteltherapie informiert werden, um vollständige, aktuelle Daten zur Arzneimitteltherapie bei 1 Fachperson zu bündeln (Thürmann et al. 2010). Auch Multimorbide müssen bezüglich *Drug Disease Interactions* überwacht werden (Dumbreck et al. 2015).

Geriatrische Patienten

Geriatrische Patienten haben häufig mehrere Risikofaktoren für Medikationsfehler. Sie sind multimorbide, erhalten deshalb Polypharmazie und haben altersbedingte Einschränkungen der Organfunktionen. Bei Bewohnern von Altenheimen in den USA wurden 42 % der beobachteten UAE als vermeidbar beurteilt, die Mehrzahl davon verursacht durch Fehler in der Verordnung und Therapieüberwachung (Thürmann et al. 2010).

Patienten in intensivmedizinischer Behandlung

Auch Intensivpatienten sind häufig von mehreren Risikofaktoren für Medikationsfehler betroffen. Sie erhalten typischerweise Polypharmazie, sie leiden an Einschränkungen ihrer Organfunktionen, sie benötigen rasche Veränderungen der Arzneimitteltherapie und sie erhalten oft hoch potente Arzneistoffe mit geringer therapeutischer Breite. Zudem sind sie oft nicht in der Lage, aktiv zu ihrer Therapie beizutragen (Camiré et al. 2009). Medikationsfehler können im Intensivbereich aufgrund des kritischen Zustands der Patienten und der komplexen Behandlungsmaßnahmen besonders schwerwiegende Konsequenzen für den Patienten haben (Kane-Gill et al. 2016). Eine weitere Besonderheit des Intensivbereichs ist die häufige parenterale Arzneimittelanwendung. Sie gilt als Risikofaktor für Medikationsfehler, unter anderem aufgrund möglicher physikalisch-chemischer Inkompatibilität zeitgleich eingesetzter Wirkstoffe (Bertsche et al. 2008a).

Pädiatrische Patienten

Entwicklungsbedingte physiologische Unterschiede, eine zum Teil dürftige Datenlage zu altersgerechten Dosierungen und Dosisfrequenzen und oft fehlende kindgerechte Darreichungsformen und Wirkstärken bedingen ein hohes Risiko für Medikationsfehler in pädiatrischen Abteilungen (Chedoe et al. 2007, van Rosse et al. 2009).

Zusammenfassend sind Medikationsfehler zu einem wichtigen qualitätseinschränkenden Faktor der stationären Versorgung geworden und eine proaktive Auseinandersetzung mit ihren vielfältigen Formen ist deshalb besonders bedeutend für die Planung und Durchführung geeigneter Gegenmaßnahmen. Mit den möglichen Ursachen von Medikationsfehlern und mit geeigneten Maßnahmen zu ihrer Vermeidung befasst sich die Arzneimitteltherapiesicherheit (AMTS) (ASHP 2018, BMG 2016).

2.3 AMTS

Die AMTS ist laut Definition der Koordinierungsgruppe AMTS „die Gesamtheit der Maßnahmen zur Gewährleistung eines optimalen Medikationsprozesses mit dem Ziel, Medikationsfehler und damit vermeidbare Risiken für den Patienten bei der Arzneimitteltherapie zu verringern“ (Aly 2015). AMTS-Maßnahmen umfassen länderübergreifende (WHO 2012), nationale (BMG 2016, Plattform Patientensicherheit 2017, Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2017) und institutionelle Aktivitäten mit dem Ziel einer höheren Sicherheit im Medikationsprozess. Beteiligt an der Organisation von AMTS-Maßnahmen sind Landesorganisationen und Berufsverbände, Patientenorganisationen und in Deutschland das BMG und die Arzneimitteloberbehörden. Der Aktionsplan AMTS des

BMG sieht jeweils einen AMTS-Maßnahmenkatalog für einen Zeitraum von 3 Jahren vor, aktuell gültig von 2016 bis 2019 (BMG 2016). An der Umsetzung von AMTS-Maßnahmen sollten alle am Medikationsprozess beteiligten Berufsgruppen involviert sein; daher sind auch Klinikapotheken an AMTS-Maßnahmen beteiligt. Das niedersächsische Krankenhausgesetz sieht etwa ab 1. Januar 2022 verpflichtend den Einsatz von Stationsapothekern unter anderem für AMTS-Aufgaben vor. Die Stationsapotheker sollen zum Beispiel die Arzneimittelanamnese und eine Prüfung auf Wechselwirkungen, Nebenwirkungen und Kompatibilität durchführen, aber auch Arzneimittel-Information (AM-Info) vermitteln (Niedersächsisches Krankenhausgesetz 2019).

2.3.1 AM-Info als Beitrag der Klinikapotheke zur AMTS

Informationsmöglichkeiten zu den eingesetzten Arzneimitteln sind eine zentrale Voraussetzung für einen fehlerfreien Medikationsprozess; daher sollen alle am Medikationsprozess in der Klinik Beteiligten, also Ärzte, pharmazeutisches Personal, Mitarbeiter des medizinisch-technischen Dienstes, des Pflegedienstes und die Patienten, sowie bei Bedarf deren Angehörige flächendeckend die Möglichkeit zur Einholung von AM-Info haben. Die fortlaufende Bereitstellung aktueller und qualitativ hochwertiger AM-Info zählt seit langem zu den AMTS-Maßnahmen von Klinikapotheken. Nach § 20 Apothekenbetriebsordnung obliegt dem Leiter einer krankenhausversorgenden Apotheke oder von ihm beauftragten Apothekern die Information und Beratung der Ärzte des Krankenhauses über Arzneimittel und apothekenpflichtige Medizinprodukte (Bundesgesetzblatt 2012). Klinikapotheker informieren jedoch nicht nur Ärzte, sie beraten im Rahmen von Maßnahmen zur AM-Info beispielsweise auch patientenindividuell zur Arzneimittelverordnung, sie erstellen Dokumente zur sicheren und korrekten Arzneimittelanwendung, sie führen Schulungsmaßnahmen für Mitarbeiter und Patienten durch oder sie sind in Fachgremien, zum Beispiel in der Arzneimittelkommission, tätig. Auch bei der Zusammenarbeit mit klinischen Pharmakologen, etwa im Rahmen von klinischen Studien oder im Zusammenhang mit *Antibiotic Stewardship* kann die Klinikapotheke AM-Info beitragen. Eine Möglichkeit für die Klinikapotheke, AM-Info flächendeckend und zu jedem Zeitpunkt für alle am Medikationsprozess Beteiligten anzubieten, sind sogenannte elektronische AMTS-Systeme oder AMTS-Software.

2.3.2 AMTS-Systeme oder AMTS-Software

AMTS-Systeme sind wissensbasierte Software zu Arzneimitteln und deren Anwendung für medizinische Fachkreise, mit der Aufgabe „den medizinischen Anwender, vornehmlich den Arzt, bei schwierigen und komplexen Fragestellungen zu unterstützen und Wissen bereitzustellen“, sie dienen also der Entscheidungsunterstützung (Hellmann 2010) (Abb. 1, S. 7). In Kliniken vermitteln AMTS-Systeme allgemeine und individualisierte AM-Info (Ammenwerth et al. 2014, Chaudhry et al. 2006; Abb. 4, S. 25). AMTS-Systeme ergänzen aber auch das individuelle Wissen von Ärzten und Pflegekräften zur Arzneimitteltherapie (Hellmann 2010) und die klinisch-pharmazeutische AM-Info und -Beratung durch den Klinikapotheker (Bertsche et al. 2010). Im Idealfall sind AMTS-Systeme zur AM-Info gekoppelt mit weiterer, AMTS-relevanter Software, etwa für eine elektronische Arzneimittel-Verordnung durch den Arzt (*Computerized Physician Order Entry*, CPOE) und/oder mit einer elektronischen Patientenakte (*Electronic Health Record*, EHR).

Als AM-Infosystem oder Arzneimittel-Datenbank werden AMTS-Systeme bezeichnet, die nur allgemeine AM-Info bieten. Wenn ein AMTS-System den Behandler dagegen unmittelbar bei der Entscheidung zur Arzneimitteltherapie sowohl mit AM-Info, als auch einer zusätzlichen patientenindividuellen Entscheidungsempfehlung unterstützt, spricht man von einem *Clinical Decision Support System* (CDS-System) (Ammenwerth et al. 2014, Der Arzneimittelbrief 2010; Abb. 1, S. 7, Abb. 4, S. 25).

2.3.3 AM-Infosysteme und CDS-Systeme

AM-Infosysteme sind meist *Stand Alone*-Installationen ohne Schnittstelle mit anderen Systemen. Typische Inhalte eines AM-Infosystems sind Fachinformationen, die Anzeige am Markt verfügbarer Arzneiformen, Preise und Packungsgrößen eines Präparates oder allgemeine Hinweise zum Einsatz von Wirkstoffen, etwa in Schwangerschaft und Stillzeit (Hellmann 2010). AM-Infosysteme werden häufig nicht nur in Kliniken, sondern auch von niedergelassenen Ärzten und öffentlichen Apotheken genutzt. In einem CDS-System werden dagegen neben der allgemeinen AM-Info auch individuelle Patientencharakteristika, zum Beispiel das Alter oder die Nierenfunktion strukturiert übergeben und unmittelbar bei der Anzeige der AM-Info berücksichtigt. Dadurch warnt das CDS-System bei individuellen Risikosituationen, zum Beispiel bei Allergien oder Wechselwirkungen. CDS-Systeme können auch noch weitere AMTS-Optionen enthalten, etwa patientengerechtes Informationsmaterial zur Anwendung von Arzneimitteln, oder sie unterstützen das Klinikpersonal bei der Umstellung von der häuslichen auf die Klinikmedikation an den Schnittstellen der Versorgung unter Berücksichtigung patientenindividueller Besonderheiten und verfügbarer Arzneimittel (Abb. 4, S. 25).

Optimal ist eine Koppelung von AM-Info- und CDS-Systemen mit weiterer, für die Arzneimitteltherapie relevanter Software, etwa mit CPOE-Systemen, EHR oder Laborsoftware (Der Arzneimittelbrief 2010), da sich die unterschiedlichen Systeme ergänzen (Hellmann 2010; Abb. 4, S. 25). EHR und CPOE-Systeme können etwa Medikationsfehler in den Teilprozessen der Dokumentation und der Verordnung durch sichere Leserlichkeit oder vollständige Informationsanzeige verhindern, sie haben jedoch auf Medikationsfehler in anderen Teilprozessen keinen oder nur begrenzt Einfluss. CDS-Systeme wiederum setzen etwa bei der korrekten Anwendung von Arzneimitteln oder der individuellen Dosierung an (Bedouch et al. 2009, Bertsche et al. 2009b, Lohmann et al. 2015). Laborsoftware schließlich stellt patientenindividuelle Parameter als Grundlage für die individuelle Dosierungsempfehlung und für die Warnhinweise des CDS-Systems zur Verfügung (Aarts et al. 2004). Eine Integration von CDS-Systemen in CPOE-Systeme (CPOE-/CDS-System) scheint besonders erfolgversprechend zu sein, also eine so tiefe Integration, dass eine mehr oder weniger personalisierte Empfehlung zur Arzneimitteltherapie unmittelbar bei der Verordnung gegeben wird (Der Arzneimittelbrief 2010). Die ärztliche Verordnung wird in den Computer eingegeben und kann dann direkt patientenindividuell überprüft werden, bevor tatsächlich verordnet wird. Hier zeigt sich eine weitere wichtige Voraussetzung für einen optimalen Einsatz von AM-Info-, CDS- und CPOE-/CDS-Systemen (AMTS-Systemen): die Entscheidungsunterstützung soll stets zeitlich und räumlich direkt mit der geplanten Maßnahme beziehungsweise unmittelbar bei der Entscheidung im Teilprozess einsetzen (Ammenwerth et al. 2014, Der Arzneimittelbrief 2010). Bei optimalen

Voraussetzungen konnten CDS-Systeme bis zu 94 % der Medikationsfehler eliminieren (Der Arzneimittelbrief 2010).

Trotz günstiger Auswirkungen auf Medikationsfehler ist jedoch offen, ob der Einsatz von AMTS-Systemen und die damit verbundene Entscheidungsunterstützung und Fehlerreduktion tatsächlich zu einem besseren Behandlungsergebnis führen (Jia et al. 2016, McKibbon et al. 2011). Eine Stellungnahme eines Expertengremiums zum Einsatz von Informationstechnologie im Medikationsprozess für den deutschsprachigen Raum kam 2014 zum Ergebnis, dass ein Einsatz die Medikationssicherheit zwar grundsätzlich verbessern kann, jedoch viele und wichtige Fragen zur Qualität der gebotenen Information und zum tatsächlichen Nutzen offen sind (Ammenwerth et al. 2014). Offen ist auch, ob AMTS-Systeme letztendlich eine Verbesserung für den Patienten bewirken (Fiander et al. 2015, Jia et al. 2016, McKibbon et al. 2011). Zwar führte der Einsatz von CDS-Systemen in drei Viertel von 143 untersuchten Arbeiten zu weniger Medikationsfehlern, jedoch nur 20 % von 90 Arbeiten zeigten ein signifikant besseres Ergebnis für den Patienten (Jia et al. 2016). Obwohl ein Zusammenhang zwischen Medikationsfehlern und dem Auftreten von UAE vermutet wird (Kaushal et al. 2003), wurden die Auswirkungen von AMTS-Systemen auf UAE bislang wesentlich seltener untersucht, als die auf Medikationsfehler (Stürzlinger et al. 2009). Nur wenige Untersuchungen belegen, dass eine geringere Anzahl an Medikationsfehlern auch tatsächlich zu weniger UAE führt (McKibbon et al. 2011, Stürzlinger et al. 2009). Die klinische Bedeutung gewisser Medikationsfehler wird also vermutlich überschätzt oder sie lösen nur selten manifeste UAE aus, somit müssen sehr viele davon verhindert werden um wiederum ein UAE zu vermeiden. Daher müssen die Effekte von AMTS-Systemen im klinischen Alltag weiter geprüft werden (Garg et al. 2005, Stürzlinger et al. 2009), nicht zuletzt weil die Einführung von AMTS-Systemen neben erwünschten auch unerwünschte Auswirkungen haben kann (Ash et al. 2006, Han et al. 2005, Kaushal et al. 2003; Tab. 3, S. 33-34).

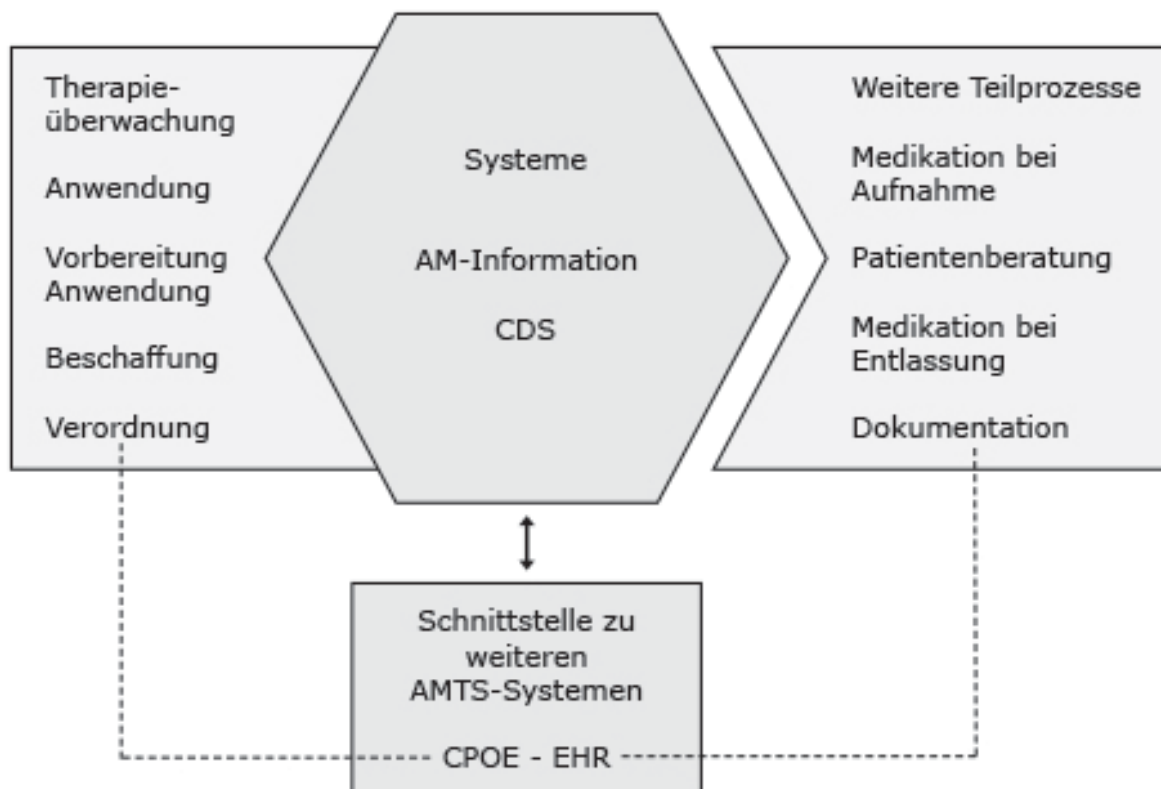


Abb. 4 Unterstützung der Teilprozesse im stationären Medikationsprozess durch AMTS-Systeme.

AM-Info- und CDS-Systeme sind ein zentraler Bestandteil der AMTS im gesamten stationären Medikationsprozess. Schnittstellen zu weiteren in der Klinik eingesetzten AMTS-Systemen verbessern den Nutzen der unterschiedlichen Systeme, da sie sich gegenseitig ergänzen. Dazu zählen etwa die Entscheidungsunterstützung direkt bei der Verordnung in CPOE-Systemen oder die Dokumentation relevanter Informationen zur Arzneimitteltherapie in der EHR. Ein Einsatz von AM-Info- und CDS-Systemen in weiteren Teilprozessen des Medikationsprozesses kann sinnvoll sein, zum Beispiel an intersektoralen Schnittstellen (modifiziert nach Ammenwerth et al. 2014, Der Arzneimittelbrief 2010).

2.3.4 Auswirkungen des Einsatzes von AMTS-Systemen auf Prozessabläufe, Nutzer und AMTS

Der Einsatz von AMTS-Software kann sich unterschiedlich im klinischen Umfeld auswirken, sowohl Verbesserungen als auch Verschlechterungen gegenüber der Situation zuvor sind möglich (Aarts et al. 2009, Niazkhani et al. 2009a). Die Vielzahl der Untersuchungsziele, Untersuchungsumgebungen und Untersuchungsmethoden und die uneinheitliche Bezeichnung für untersuchte Systeme in der Literatur erschwert jedoch ein abschließendes Urteil zu den tatsächlich zu erwartenden Auswirkungen eines Einsatzes (Boonstra et al. 2014). Obwohl günstige Auswirkungen zu überwiegen scheinen (Buntin et al. 2011), ist zu bedenken, dass durch die Einführung einer AMTS-Software auch neue Fehler oder unerwartete Probleme auftreten können, die dann den Patienten zusätzlichen Gefahren aussetzen (Koppel et al. 2005, Sittig et al. 2011, Wright et al. 2016).

Sicher ist, dass der Einsatz von AMTS-Systemen Prozessabläufe im Medikationsprozess (Seidling et al. 2013), die Rahmenbedingungen für die Nutzer (Gagnon et al. 2012, Liberati et al. 2017) und die AMTS (Ammenwerth et al. 2014, Salili et al. 2015) umfassend

verändert. Da Prozessabläufe, Nutzer und AMTS sich gegenseitig beeinflussen (Aarts et al. 2004), kann eine Einführung im Einzelfall ein durchaus unterschiedliches Ergebnis haben (Kummer et al. 2009, Niazkhani et al. 2009b), auch bei vermeintlich gleichen Voraussetzungen (Metzger et al. 2010). Eine Prognose über die zu erwartenden Auswirkungen für eine einführende Einrichtung ist daher nur begrenzt möglich (Ash et al. 2007b, Kruse et al. 2015) und hängt ganz wesentlich von der lokalen Tiefe der Software-Integration ab (Metzger et al. 2010). Trotzdem können Erfahrungen zu Effekten, die andere Einrichtungen beobachteten, hilfreich sein (Aarts et al. 2004, Wu et al. 2006), da sie zeigen, welche Auswirkungen häufig auftraten und wie damit umgegangen wurde. Bei umfassender Kenntnis möglicher Auswirkungen auf Prozessabläufe, Nutzer und AMTS können die Verantwortlichen bereits frühzeitig bekannte negative Auswirkungen vermeiden (Boonstra et al. 2014, Campbell et al. 2006), die in anderen Einrichtungen Probleme bereiteten oder Einführungen sogar scheitern ließen (Ash et al. 2006, Massaro 1993b). Völlig neue, unbekannte Auswirkungen im Rahmen einer Einführung werden mit der zunehmenden Anzahl von Veröffentlichungen zur Thematik zudem immer seltener (Jia et al. 2016, Kawamoto et al. 2005, Stürzlinger et al. 2009).

2.3.4.1 Auswirkungen von AMTS-Software auf Prozessabläufe und Nutzer

Auswirkungen von AMTS-Systemen auf Prozessabläufe

Die Akzeptanz neuer Software scheint in Einrichtungen der Gesundheitsversorgung schwieriger als in anderen Branchen, da der Softwareeinsatz Prozessabläufe nicht nur technisch verändert, sondern damit zusammenhängend organisatorische, hierarchische und soziale Strukturen beeinflusst (Raitoharju et al. 2006). Veränderte Prozessabläufe waren tatsächlich der häufigste Auslöser negativer Effekte bei der Einführung von CPOE-/CDS-Systemen (Kruse et al. 2015). Durch Veränderungen eingespielter Prozessabläufe nach einer CPOE-/CDS-Einführung befürchteten etwa Ärzte und Pflegekräfte Nachteile bei der Versorgung von Patienten (Simon et al. 2013) und tatsächlich wurde eine beobachtete erhöhte Sterblichkeit in einer pädiatrischen Station nach der Einführung eines CPOE-/CDS-Systems unter anderem mit veränderten Prozessabläufen begründet (Han et al. 2005). Als Ursache der erhöhten Sterblichkeit wurde unter anderem vermutet, dass ein Arzt in Notfallsituationen über 15 bis 60 Minuten mit Eingaben in das System beschäftigt war, statt – wie vor der Systemimplementierung – am Patientenbett und für eine Kommunikation mit der Pflege zu rasch erforderlichen Maßnahmen zur Verfügung zu stehen. Pflegekräfte benötigten wiederum bei der Systemnutzung mehr Zeit als zuvor, beispielsweise für die Beschaffung von Notfallmedikamenten. Eine nachfolgende Vergleichsuntersuchung, ebenfalls in einer Kinderklinik, stellte jedoch keine erhöhte Sterblichkeit fest (Keene et al. 2007). Auch der Autor der ersten Untersuchung hatte selbst für die beobachtete erhöhte Sterblichkeit weitere mögliche Ursachen, zum Beispiel jahreszeitliche Unterschiede, genannt (Han et al. 2005). Auch in einer hämatologisch-onkologischen Abteilung trat kein Zeitverlust bei der Patientenbehandlung durch die Einführung eines CPOE-Systems ein, vielmehr wurden Arbeitsabläufe sogar besser strukturiert (Hanauer et al. 2012). Veränderungen von Prozessabläufen durch die Einführung eines CDS-Systems trugen sogar dazu bei, fehlerhafte Abläufe durch korrekte Prozessabläufe zu ersetzen. Bei der Einführung eines CDS-Systems traten fehlerhafte Warnhinweise auf, deren Ursache eine

uneinheitliche Dokumentation der Nutzer war. Mitarbeiter aus Pflege und Ärzteschaft erarbeiteten daraufhin gemeinsam einen Standard für eine einheitliche Dokumentation, sie kamen in engeren Kontakt. Nicht nur die AMTS verbesserte sich, da der Prozessablauf der Dokumentation für alle Beteiligten transparenter wurde, auch die Zusammenarbeit der Berufsgruppen wurde dauerhaft enger (Koskela et al. 2015). Dies zeigt, dass veränderte Prozessabläufe nicht getrennt von Nutzern und AMTS betrachtet werden dürfen, denn häufig reagieren Mitarbeiter emotional auf Veränderungen. Dann besteht die Gefahr, dass Mitarbeiter AMTS-Systeme ablehnen, insbesondere dann, wenn soziale Auswirkungen der Einführung vernachlässigt wurden (Stürzlinger et al. 2009).

Auswirkungen von AMTS-Systemen auf die Nutzer

Emotionale Auswirkungen auf die Nutzer

Emotionale Faktoren können über den Erfolg einer Systemeinführung mitentscheiden. Typische Reaktionen auf Veränderungen sind Skepsis oder Ablehnung. Bei der Einführung von CPOE-/CDS-Systemen in 5 Kliniken bereiteten zwar veränderte Prozessabläufe am zweithäufigsten, ein Beharren von Mitarbeitern auf der gewohnten, papiergestützten Dokumentation jedoch am vierthäufigsten Schwierigkeiten (Campbell et al. 2006). Die Ablehnung einzelner Mitarbeiter ging sogar so weit, dass elektronische Daten zeitaufwendig und fehlerträchtig in eine persönliche Papierdokumentation übertragen wurden und die elektronische Dokumentation wann immer möglich unterblieb. Emotionale Reaktionen sind eine häufige Begleiterscheinung bei einer Einführung von CPOE-/CDS-Systemen. So gaben etwa 80 % der Betroffenen im Rahmen einer Systemeinführung an, auch emotional zu reagieren. Einer der Befragten äußerte sogar, dass die für die Einführung Verantwortlichen „sein Leben ruinieren würden“ (Ash et al. 2007b), was sicherlich keine gute Voraussetzung für die Akzeptanz und spätere Nutzung des Systems darstellt. Auch entwickeln Nutzer häufig Misstrauen und Angst bei der Einführung von AMTS-Systemen. Mitarbeiter befürchteten beispielsweise, Autonomie und Entscheidungsgewalt zu verlieren oder Gerüchte entstanden, dass im System dokumentierte Daten bei Bedarf gegen die Mitarbeiter verwendet würden (Ash et al. 2006, Liberati et al. 2017). Dagegen wurden Apotheker zufriedener mit ihrer Tätigkeit insgesamt, nachdem ein CPOE-/CDS-System sie von logistischen Bagatellaufgaben entlastet hatte (McMullen et al. 2015) und emotionale Faktoren unterstützten auch eine Systemeinführung, da Ärzte und Pflegekräfte gemeinsam und aktiv auftretende Fehler bei der Einführung eines CDS-Systems lösten, da beide Berufsgruppen das System einsetzen wollten (Koskela et al. 2015).

Aversionen, Misstrauen und Angst können sich durch klare Information und Kommunikation zum System und den erwarteten Folgen der Implementierung (Vor- und Nachteile) und einer Perspektive der erwarteten Vorteile durch die Nutzung des AMTS-Systems durch die Mitarbeiter, aber auch durch persönliche Erfahrung legen. Im Verlauf der Einführung eines CPOE-/CDS-Systems trat etwa ein Wandel von zunächst negativer zu positiver Haltung der Nutzer zum System auf (Ash et al. 2007b) und trotz initialer Skepsis vor einer CPOE-/CDS-Systemeinführung wollte keiner der Nutzer nach Abschluss der Einführung zur Ausgangssituation mit einer papiergestützten Dokumentation zurückkehren (Simon et al. 2013). Kann das Vertrauen der Mitarbeiter jedoch nicht gewonnen werden,

können emotionale Einflüsse sogar eine Systemeinführung scheitern lassen. Ärzte waren etwa aufgrund des erforderlichen Lernaufwandes nicht zur Einführung eines CPOE-/CDS-Systems bereit und ignorierten Vorteile, die ihnen das System langfristig geboten hätte (Wu et al. 2006). Dagegen waren Pflegekräfte, die bei einer früheren Tätigkeit bereits mit einer AMTS-Software gearbeitet hatten einer Neueinführung gegenüber aufgeschlossener als Kollegen ohne Vorerfahrung. Sie beharrten nicht auf dem gewohnten Ablauf und waren bereit, die neue Software zu testen, was auch ihre Kollegen zur Nutzung motivierte (Boonstra et al. 2014) und zeigte, dass emotionale und soziale Auswirkungen zusammenhängen.

Soziale Auswirkungen auf die Nutzer

Die Einführung von AMTS-Software hat auch soziale Auswirkungen. Aus Prozessbegleitungen in 5 Kliniken, die CPOE-/CDS-Systeme einführten, wurden alle beobachteten unerwünschten Effekte (100 %) zusammengefasst. An fünfter Stelle standen Veränderungen der Kommunikation (10 %), an achter Stelle (6,8 %) Veränderungen von Kompetenzen (Campbell et al. 2006), beides soziale Effekte. Unzufriedenheit nannten auch Teilnehmer in Interviews, da Informationen vom System nun elektronisch statt wie zuvor telefonisch oder persönlich weitergegeben wurden und daher die Kommunikation mit Kollegen abnahm; die persönliche Kommunikation in der Klinik stufte jedoch 84 % der Befragten als wichtig ein (Ash et al. 2007b). Mitarbeiter vermissten den Kontakt mit Kollegen auch nach Einführung eines CPOE-/CDS-Systems (Simon et al. 2013), im Fall einer Kinderklinik wurde der Rückgang der Kommunikation durch ein CPOE-/CDS-System sogar als eine mögliche Ursache einer höheren Sterblichkeit genannt (Han et al. 2005). Andererseits kann gerade eine mündliche Informationsweitergabe auch Quelle von Medikationsfehlern sein (ASHP 2018, Krähenbühl-Melcher et al. 2007), weshalb eine Leitlinie aus den USA ein ausgeglichenes Verhältnis von mündlicher und schriftlicher Kommunikation im Medikationsprozess empfiehlt, wobei „ausgewogen“ meint, einen guten Kompromiss zwischen Nachprüfbarkeit und rasch erforderlicher Informationsweitergabe einzugehen (ASHP 2018).

Veränderte Kompetenzen können dagegen Ursache von Konflikten sein, sowohl unter Berufsgruppen, als auch zwischen einzelnen Mitarbeitern (Ash et al. 2006). Als Konfliktursache wurde etwa genannt, dass Ärzte vor der Einführung eines CPOE-/CDS-Systems therapeutische Maßnahmen mit kurzen Notizen bei der Visite anordnen konnten und die Pflege den weiteren Ablauf organisierte. Mit der Einführung des Systems mussten nun Ärzte Details zur Therapie selbst in das System eingeben. Mit dem neuen Prozessablauf waren Ärzte und Pflegekräfte gleichermaßen unzufrieden: die Ärzte, da sie durch die erzwungene Eingabe von Therapiedetails zusätzliche Arbeit hatten, und die Pflege, weil den Ärzten das nötige Detailwissen fehlte, die Pflege während der Eingabe viele Fragen erhielt und somit zwei Berufsgruppen zusätzlich belastet wurden. Hier war also die Verschiebung von Kompetenzen und Rollen mit der daraus resultierenden Änderung der Arbeitsbelastung ein großes Problem geworden (Ash et al. 2006). Zu Konflikten im Rahmen von Systemeinführungen kam es auch zwischen Befürwortern und Gegnern einer Systemeinführung in einem Team (Ash et al. 2007a), ebenso durch veränderte Kompetenzen zwischen stationärem Bereich und EDV-Abteilung (Campbell et al. 2006) oder zwischen Apothekern

und Ärzten (McMullen et al. 2015). Jedoch können im Einzelfall durchaus unterschiedliche soziale und emotionale Auswirkungen auftreten (Kummer et al. 2009, Raitoharju et al. 2006). Je nach Umfeld und Rahmenbedingungen kann eine Systemeinführung also Effekte auslösen, die a priori kaum abschätzbar sind und überall zwischen neugieriger Erwartungshaltung und kompletter Ablehnung liegen können. Die Reaktionen der betroffenen Neu-Anwender sollten jedoch bei jeder Neueinführung genau beobachtet und ernst genommen werden (Aarts et al. 2007), denn gerade die sozialen und emotionalen Auswirkungen entscheiden mit darüber, ob der einzelne Mitarbeiter das System tatsächlich nutzt und in die persönliche Arbeitsroutine integriert (Kruse et al. 2015, Liberati et al. 2017), wesentliche Voraussetzungen, um eine Verbesserung der AMTS zu erzielen (Niazkhani et al. 2009b).

2.3.4.2 Auswirkungen auf die AMTS

Wichtige Voraussetzungen für einen maximalen Nutzen für die AMTS sind Kompatibilität mit bestehenden Prozessabläufen und vorhandener Technik (Integration), eine flächendeckende Verfügbarkeit, so dass direkt bei der Entscheidungsfindung eine Nutzung möglich ist und eine knappe, patientenindividuelle Empfehlung mit einer Begründung für die Empfehlung (Boonstra et al. 2014, Der Arzneimittelbrief 2010). Dennoch sind Verbesserungen der AMTS nicht in jedem Teilprozess oder für jeden Medikationsfehler in gleichem Ausmaß möglich (Der Arzneimittelbrief 2010). Selbst bei guten Voraussetzungen kann der Einsatz von AMTS-Software bisweilen in einzelnen Prozessabläufen ohne Effekt bleiben oder sogar negative Auswirkungen haben, zum Beispiel wenn neue Fehler durch den Einsatz auftreten (Koppel et al. 2005, Sittig et al. 2011, Wright et al. 2016).

Positive Auswirkungen (Nutzen) von AMTS-Software (Tab. 3, S. 33-34)

Ein Rückgang an Medikationsfehlern durch AMTS-Systeme wurde für den Medikationsprozess insgesamt (Ammenwerth et al. 2014), aber auch für einzelne Teilprozesse bestätigt. Im Teilprozess der Verordnung etwa konnte ein CDS-System die Rate zu hoher Dosierungen um 20 % senken (Seidling et al. 2010), auch hatten Warnhinweise eines CPOE-/CDS-Systems eine höhere Leitlinien-treue zur Folge (Gouyon et al. 2017). Im Teilprozess der Arzneimittel-Anwendung unterstützen CDS-Systeme etwa durch Hinweise zur korrekten Applikation oder durch Informationen zu alternativ geeigneten Arzneiformen, zum Beispiel bei der Opioid-Anwendung. Obwohl der Teilprozess der Arzneimittel-Anwendung als schwieriger durch AMTS-Systeme beeinflussbar gilt als etwa die Verordnung (Der Arzneimittelbrief 2010), konnten CDS-Systeme auch bei der Anwendung zu erheblichen Verbesserungen der AMTS beitragen. Der Anteil der technisch falsch über eine Ernährungssonde applizierten Arzneimittel sank in 2 Stationen durch den Einsatz eines CDS-Systems auf die Hälfte beziehungsweise ein Viertel des ursprünglichen Werts (Lohmann et al. 2015) und die Verordnung geteilter, aber nicht teilbarer Darreichungsformen wurde um > 50 % gesenkt (Quinzler et al. 2009). Dies zeigt, dass ein gut geplanter Einsatz von AMTS-Systemen Medikationsfehler deutlich reduzieren kann. Auch bei der retrospektiven Prüfung der Entlassmedikation von 500 Patienten mit einem CDS-System wäre bei einem Fünftel ein einfacheres (Komplexitätsreduktion) und damit auch potenziell sichereres Anwendungsschema möglich gewesen (Witticke et al. 2013). Im Teilprozess der Dokumentation wiederum verbesserte der Einsatz einer Rezeptverordnungssoftware, gekoppelt an ein

CDS-System, den Anteil korrekt ausgestellter Rezepte von 52,9 % auf 65,8 % (Seidling et al. 2016). Daneben sensibilisierten Warnhinweise eines CPOE-/CDS-Systems Ärzte in den Teilprozessen der Verordnung und der Therapieüberwachung für Medikationsfehler und lösten einen Lerneffekt aus (Ash et al. 2006). Ein Nutzen von AMTS-Systemen wurde jedoch nicht nur für den Medikationsprozess und einzelne Teilprozesse, sondern auch für Patientengruppen mit einem hohen Risiko für Medikationsfehler oder für einzelne Fehlerarten bestätigt. Der Einsatz von CDS-Systemen führte beispielsweise bei 7 500 niereninsuffizienten Patienten zu signifikanten Verbesserungen, sowohl bei der Dosierung als auch bei der Dosisfrequenz, da die patientenindividuelle Verordnung für die Ärzte einfacher und sicherer wurde (Chertow et al. 2001). Auch auf pädiatrischen Intensivstationen wurde eine mögliche Senkung der Rate an Medikationsfehlern von 66 % und der UAE um 93 %, sowie ein Rückgang der Medikationsfehler bei der Verordnung von 10,4 % auf 7,3 % durch den Einsatz von CPOE-/CDS-Systemen beschrieben (Chedoe et al. 2007, Sethuraman et al. 2015). Eine AMTS-Prüfung unter Beachtung patientenindividueller Bedürfnisse benötigt zwar zusätzliche Zeit (Campbell et al. 2006), im Gegenzug sparen die Nutzer jedoch Zeit bei der Informationsbeschaffung über Arzneimittel, da sie geprüfte und aktuelle AM-Info im AMTS-System jederzeit an einer Stelle abrufen können. Genauso entfällt Zeit für die Erstellung und fortlaufenden Aktualisierung abteilungsinterner Informationsdokumente, zum Beispiel zur Haltbarkeit von Anbrüchen oder zur Teilbarkeit von Tabletten (Lohmann et al. 2014). Tatsächlich sind ökonomische Vorteile von CPOE-/CDS-Systemen gegenüber papierbasierten Abläufen beschrieben (Charles et al. 2014, Westbrook et al. 2015). Auch wenn Fragen zur Qualität der Information aus AMTS-Systemen offen sind (Ammenwerth et al. 2014), kann die gebotene Schnellinformation dennoch hochwertig sein, da die Qualität von AM-Info nicht von der zur Einholung aufgewendeten Zeit abhängt (Reppe et al. 2016). Der Einsatz von AMTS-Systemen kann auch Berechnungsfehler bei der Verordnung oder Vorbereitung der Anwendung verhindern, die aufgrund der damit verbundenen massiven Über- oder Unterdosierung oft Medikationsfehler von hohem Schweregrad verursachen (ASHP 2018, Brown et al. 2016). AMTS-Systeme zeigen definierte Maximal- und Minimaldosen bei der Verordnung (ASHP 2018, Kussmann et al. 2015), sie geben aber auch patientenindividuelle Warnhinweise bei einer falsch manuell berechneten Dosierung, unterstützen eine elektronische Berechnung und zeigen vorgeprüfte Dosierungsschemata und Standardverdünnungen für Parenteralia (ASHP 2018, Krähenbühl-Melcher et al. 2007). Der Einsatz eines CDS-Systems halbierte zum Beispiel im Intensivbereich durch Informationen und Warnhinweise die Rate potenziell überdosierter Arzneimittel bei Niereninsuffizienten (Bertsche et al. 2009b) und als Ärzte begannen, geprüfte Dosierungsschemata eines CPOE-/CDS-Systems in der Routine zu verordnen, traten nur noch 1 % Dosisabweichungen anstelle der in der Literatur beschriebenen 4 bis 10 % auf (Gouyon et al. 2017). AMTS-Systeme können jedoch nicht alle Medikationsfehler günstig beeinflussen.

Geringe oder keine Auswirkungen von AMTS-Software (Tab. 3, S. 33-34)

Medikationsfehler, die auf fehlerhaften handschriftlichen Abläufen beruhen, zum Beispiel Unleserlichkeit oder Übertragungsfehler, können AM-Info- und CDS-Systeme primär nicht verbessern, sondern nur ein elektronischer Ablauf anstelle des handschriftlichen. Am besten eignet sich eine Koppelung von elektronischer Dokumentation, etwa von EHR und CPOE-System, mit AM-Info- und CDS-System. Nur der gemeinsame Einsatz von EHR mit AM-Info- und CDS-System hätte etwa handschriftliche Informationen von Ärzten an Notaufnahmen, die zu 37 % kaum oder nicht leserlich waren, verbessert (Bruner et al. 2001). Für handschriftliche Ambulanzrezepte von Universitätskliniken in der Schweiz, die zu 3 % kaum leserlich und zu über 20 % unklar waren (Di Paolo et al. 2012), wäre dagegen die Maßnahme einer deutschen Universitätsklinik sinnvoll. Bei der Rezeptschreibung erhöhte der Einsatz einer Rezeptverordnungssoftware, gekoppelt an ein CDS-System den Anteil korrekt ausgestellter Rezepte von 52,9 % auf 65,8 % (Seidling et al. 2016). Auch der Anteil fehlerfreier Medikamentenbeschaffungen stieg von 42 % auf 98 % bei Unterstützung eines zuvor handschriftlich durchgeführten Beschaffungsablaufs durch ein CPOE-/CDS-System (Jozefczyk et al. 2013). Dagegen sind Übertragungsfehler, die 3,7 % beziehungsweise 12 % aller beobachteten Fehler im stationären Medikationsprozess von der Aufnahme bis zur Entlassung ausmachten (Hussain et al. 2005, Ryan et al. 2014), eher durch eine elektronische Datenspeicherung und -weitergabe, etwa in einem CPOE-System oder einer EHR vermeidbar (ASHP 2018). AM-Info- und CDS-Systeme können in diesem Fall bestenfalls Warnhinweise bei fehlerhaften Daten anzeigen. Auch eine unvollständige Informationsweitergabe ist mit AM-Info- und CDS-Systemen nur bedingt beeinflussbar. Bei der Aufnahme in eine chirurgische Klinik waren 60 bis 70 % der Medikationspläne fehlerhaft (Meguerditchian et al. 2013) und im Intensivbereich mussten 94 % der Verordnungen verändert werden, nachdem zusätzliche Informationen zur häuslichen Medikation und aus Krankenakten vorlagen (Camiré et al. 2009). Ein AMTS-System hat auf unvollständige Informationen keinen Einfluss, allerdings kann es für eine allgemein verständliche Informationsweitergabe genutzt werden, etwa durch Einlesen oder Ausdrucken des bundeseinheitlichen Medikationsplans (SGB V 2019). Keinen Einfluss hat ein AMTS-System auch, wenn ein Nutzer das System zwar einsetzt, aber die gebotene Information nicht am Patienten umsetzt (Fiander et al. 2015). Auch die Adhärenz von Patienten oder das Vergessen von Anwendungen durch Mitarbeiter kann ein AMTS-System nur dann beeinflussen, wenn es eine automatische Erinnerungsfunktion enthält (Jia et al. 2016), die aber eher *Application Software* (Apps), selten AMTS-Software bietet. Zudem hatten automatische Erinnerungen an Impfungen nur dann den höchsten Effekt, wenn sie zu allen Patienten und kontinuierlich erinnerten (Chambers et al. 1991), die ständige Wiederholung kann die Nutzer jedoch auf Dauer ermüden. Wiederholte, identische Erinnerungen oder Warnhinweise (*Alerts*) bergen die Gefahr der *Alert Fatigue*, des Überdrusses sich ständig wiederholender Information, was eine häufige negative Auswirkung von AMTS-Systemen ist. Nutzer neigen bei *Alert Fatigue* dazu, Informationen des Systems nach einiger Zeit dauerhaft zu ignorieren (Brodowy et al. 2016).

Negative Auswirkungen (Risiken) von AMTS-Software (Tab. 3, S. 33-34)

Wie die *Alert Fatigue* wird auch eine Vielzahl angezeigter Warnhinweise mit fehlender Spezifität (*Over Alerting*) von der Literatur negativ bewertet, da dies Unsicherheit,

Verwirrung und Ablehnung beim Nutzer erzeugen kann (McCoy et al. 2014). Nur fachlich vorbereitete Warnhinweise, die strukturiert nach dem Schweregrad und mit einer Begründung angezeigt werden, nutzen dem Anwender (Ammenwerth et al. 2014, Der Arzneimittelbrief 2010). Ebenso muss ein AMTS-System einfach und intuitiv nutzbar sein und die gebotene Information soll vollständig und eindeutig angezeigt werden, da ansonsten die Gefahr besteht, dass durch falsche Nutzung oder Missverständnisse Fehler entstehen (Campbell et al. 2006, Wu et al. 2006). Patientendaten wurden etwa versehentlich unvollständig in ein CPOE-/CDS-System eingegeben, was Monate später erhebliche Probleme bei der Abrechnung bereitete (Aarts et al. 2004). Schlimmer war eine siebzigfache Überdosierung, weil ein Menü zur Auswahl von Arzneimitteln in einem CPOE-/CDS-System irrtümlich falsch eingesetzt wurde (Brown et al. 2016) und auch ähnlich aussehende Eingabemasken zur Berechnung des Wirkstoffgehalts verursachten Fehldosierungen, da die Nutzer die Masken für Infusionen und intravenöse Injektionen verwechselten (Brown et al. 2016). Alle Vorfälle zeigen, dass AMTS-Systeme keine absolute Sicherheit bieten, im Gegenteil sogar neue Fehler verursachen können. Daher sollten Informationen eines AMTS-Systems nie unkritisch übernommen werden, auch, weil AMTS-Systeme selbst Fehler enthalten können. Technische Fehlfunktionen führten etwa zu einer unvollständigen Datenanzeige und zum Datenverlust (Sittig et al. 2011) und Updates enthielten Fehler (Brown et al. 2016). In solchen Fällen ist blindes Vertrauen der Nutzer problematisch. Besonders kritisch waren Warnhinweise eines CPOE-/CDS-Systems, das nur bei der Hälfte der als potenziell schwerwiegend eingestuftem Medikationsfehler eine Warnmeldung anzeigte (Slight et al. 2015) und den Nutzern falsche Sicherheit vortäuschte. Nachteilig kann auch der Ausfall eines etablierten Systems sein, da die Nutzer durch fortlaufende Systemnutzung Kenntnisse verlieren oder überhaupt nie erlangt haben. Beim Ausfall eines CPOE-Systems waren Ärzte etwa nicht mehr in der Lage, Arzneimittel handschriftlich zu verordnen (Hsu et al. 2015). Neben Medikationsfehlern durch den Ausfall eines etablierten Systems, im System enthaltenen Fehler, sowie fehlerhafte Nutzung wurden als mögliche negative Effekte von CPOE-/CDS-Systemen auch Fehler durch Schnittstellenprobleme mit anderen Systemen genannt (Sittig et al. 2011), etwa mit der Laborsoftware (Aarts et al. 2004). Auch der finanzielle und personelle Aufwand für die Einführung, die Schulungsmaßnahmen und den fortlaufenden Betrieb von AMTS-Systemen gelten als Nachteil, insbesondere wenn eine Einführung hohen Schulungsaufwand erfordert (Kruse et al. 2015).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass technische, menschliche und organisatorische Faktoren und die durch AMTS-Software im Medikationsprozess ausgelösten Veränderungen sich gegenseitig beeinflussen. Eine gute Planung und Organisation einer Einführung ist eine wichtige Voraussetzung, um überwiegend positive und wenig negative Auswirkungen durch den Einsatz von AMTS-Software zu erzielen.

Tab. 3 Bekannte Auswirkungen von AMTS-Systemen auf AMTS und Nutzer.

Nutzen	Effekte auf	Literaturreferenz
AM-Info, Qualität – Zeitaufwand	AMTS, Nutzer	Lohmann et al. 2014, Reppe et al. 2016
Anzahl Medikationsfehler	AMTS	Ammenwerth et al. 2014, Ash et al. 2006, Bertsche et al. 2009b, Chedoe et al. 2007, Jia et al. 2016, Lohmann et al. 2015, Quinzler et al. 2009, Seidling et al. 2010, Seidling et al. 2016, Sethuraman et al. 2015, Witticke et al. 2013
Bagatellaufgaben, Rückgang	Nutzer	Lohmann et al. 2014, McMullen et al. 2015
Berechnungsfehler	AMTS	ASHP 2018, Kussmann et al. 2015
Leitlinientreue	AMTS	Chertow et al. 2001, Gouyon et al. 2017
Lerneffekt	AMTS, Nutzer	Ash et al. 2006
Prozessveränderungen, positiv	AMTS, Nutzer	Ash et al. 2007b, Boonstra et al. 2014, Charles et al. 2014, Hanauer et al. 2012, Koskela et al. 2015, Simon et al. 2013
Teamarbeit	Nutzer	Koskela et al. 2015

Fehlender Nutzen	Effekte auf	Literaturreferenz
Adhärenz – Vergessen von Anwendungen	AMTS	Chambers et al. 1991, Jia et al. 2016
Handschriftliche Ab- läufe, ohne Koppelung	AMTS	Bruner et al. 2001, Di Paolo et al. 2012, Hussain et al. 2005, Jozefczyk et al. 2013, Kwan et al. 2007, Ryan et al. 2014, Seidling et al. 2016
Informationsweitergabe	AMTS, Nutzer	Camiré et al. 2009, Meguerditchian et al. 2013
Umsetzung der vom System gebotenen In- formation	AMTS, Nutzer	Fiander et al. 2015

Risiken	Effekte auf	Literaturreferenz
Ängste, negative Emotionen	Nutzer	Ash et al. 2006, Ash et al. 2007a+b, Brodowy et al. 2016, Kruse et al. 2015, Liberati et al. 2017, Wu et al. 2006
<i>Alert Fatigue</i> und <i>Over Alerting</i>	AMTS, Nutzer	Brodowy et al. 2016, McCoy et al. 2014
Fehlnutzung	AMTS	Aarts et al. 2004, Brown et al. 2016
Investition, finanziell – personell	----	Campbell et al. 2006, Charles et al. 2014, Kruse et al. 2015, Wu et al. 2006
Kommunikation, Reduktion	Nutzer	Ash et al. 2007b, Campbell et al. 2006, Simon et al. 2013
Konflikte	Nutzer	Ash et al. 2007a, Campbell et al. 2006, McMullen et al. 2015
Prozessveränderungen, negativ	AMTS, Nutzer	Campbell et al. 2006, Han et al. 2005, Kruse et al. 2015, Simon et al. 2013
Systemfehler	AMTS	Campbell et al. 2006, Sittig et al. 2011
Systemvertrauen, unkritisch	AMTS	Slight et al. 2015
Verlust Kenntnisse – Fähigkeiten	AMTS, Nutzer	Hsu et al. 2015, Sittig et al. 2011

2.3.4.3 Bekannte Voraussetzungen einer erfolgreichen Einführung von AMTS-Systemen

Unterschiedliche Quellen nennen vergleichbare Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einführung von AMTS-Software (Tab. 4, S. 37), was erneut zeigt, dass Erfahrungen anderer Einrichtungen trotz hausindividueller Besonderheiten bis zu einem gewissen Grad übertragbar sind. Aufgrund der wechselseitigen Beeinflussung von AMTS-Software mit Nutzern, Prozessabläufen und AMTS sind übergreifende technische, soziale und organisatorische Maßnahmen bei einer Einführung erforderlich. Vor allem ein Einbezug und eine Information betroffener Mitarbeiter bei technischen und organisatorischen Entscheidungen ist bedeutend (Aarts et al. 2004), denn erfolgreiche Einführungen wurden als gemeinsames Projekt aller Beteiligten wahrgenommen (Boonstra et al. 2014) und Mitarbeiter können wichtige Informationen zu ihren Anforderungen beitragen. Dagegen waren Einführungen von CPOE-/CDS-Systemen insbesondere dann nur eingeschränkt oder verzögert möglich, wenn soziale und organisatorische Faktoren nicht genügend berücksichtigt wurden (Liberati et al. 2017, Stürzlinger et al. 2009) oder die technische Eignung nicht den Bedürfnissen der Anwender entsprach (Aarts et al. 2004).

2.3.4.4 Technische Voraussetzungen einer erfolgreichen Einführung von AMTS-Systemen

Als technische Voraussetzungen einer erfolgreichen Systemeinführung gelten eine intuitiv zu bedienende und routinetaugliche Software mit passender Hardware (Aarts et al. 2004). CDS- und CPOE-/CDS-Systeme sollten erweiterbar sein, sowohl durch Schnittstellen mit weiterer AMTS-Software, als auch sonstiger kliniküblicher Software, auch von

Fremdanbietern. In den Niederlanden scheiterte etwa ein CPOE-/CDS-System unter anderem aufgrund des mangelhaften Datenaustauschs mit der Laborsoftware (Aarts et al. 2004). Bei Bedarf müssen auch hausindividuelle Anpassungen von CDS- und CPOE-/CDS-Systemen möglich sein (Ash et al. 2010, Der Arzneimittelbrief 2010, Wright et al. 2013), denn die Mitarbeiter und ihre Prozessabläufe müssen im Fokus stehen und die Technik sollte sich soweit als möglich bestehenden, bewährten Prozessabläufen anpassen (Der Arzneimittelbrief 2010, Boonstra et al. 2014). Neue Prozessabläufe, die etwa die Einführung eines CPOE-/CDS-Systems erforderte, verzögerten die Dateneingabe und Informationsanzeige in einer Universitätsklinik; im Ambulanzbereich führte dies zu zum Teil chaotischen Prozessabläufen und dadurch zu Unzufriedenheit bei Nutzern und Patienten (Aarts et al. 2004). Letztendlich scheiterte diese Systemeinführung, was zeigt, dass die technische Eignung eines AMTS-Systems für bestehende Prozessabläufe berücksichtigt werden muss (Kruse et al. 2015). Umso wichtiger ist, dass die Verantwortlichen die Prozessabläufe und Bedürfnisse ihrer Nutzer kennen und die technische Eignung des neuen Systems daraufhin prüfen. Mitarbeiter unterschiedlicher Zielgruppen und Berufsgruppen können wertvolle Hinweise zu ihren Prozessabläufen und Erwartungen an ein AMTS-System geben, sie sollten daher bei der Planung einer Einführung frühzeitig mit einbezogen werden (Boonstra et al. 2014).

2.3.4.5 Soziale und organisatorische Voraussetzungen einer erfolgreichen Einführung von AMTS-Systemen

Eine frühzeitige Information zu einer geplanten Einführung durch die Verantwortlichen, die Beteiligung von Vertretern aller betroffenen Zielgruppen an der Planung, eine Projekunterstützung durch Führungskräfte, sowie geeignete Schulungs- und Informationsmaßnahmen wurden wiederholt als soziale und organisatorische Voraussetzungen erfolgreicher Einführungen genannt (Gellert et al. 2015, Simon et al. 2013). Wenn Führungskräfte, Mitarbeiter und Rahmenbedingungen dagegen (noch) nicht bereit für eine Einführung waren (Liberati et al. 2017), waren erfolgreiche Einführungen kaum möglich. Da Softwareanbieter, EDV-Mitarbeiter und Nutzer erfahrungsgemäß unterschiedliche Erwartungen und Kommunikation bezüglich einer Systemeinführung haben (Ash et al. 2015), reicht es meist nicht aus, nur Vertreter der Zielgruppen an der Planung und den Einführungsmaßnahmen zu beteiligen. Mitarbeiter mit interdisziplinärer Erfahrung tragen zu einem gemeinsamen Konsens und einer allgemein verständlichen Kommunikation bei und verhindern, dass wichtige Systemvoraussetzungen übersehen oder missverstanden werden (Wright et al. 2013). Bedeutend ist auch die Unterstützung durch Führungskräften auf organisatorischer, finanzieller und Entscheidungsebene von Beginn an (Simon et al. 2013, Wright et al. 2013). Die Investition zur Beschaffung müssen Führungskräfte freigeben (Boonstra et al. 2014, Chaudhry et al. 2006), genauso müssen sie aber auch Mittel für eventuell erforderliche hausindividuelle Erweiterungen und für die dauerhafte Systempflege bewilligen (Salili et al. 2015).

Auch ausreichende Personalressourcen für eine flächendeckende Einführung, Mitarbeiterschulung und Nachbetreuung der Einführung können nur mit Zustimmung von Führungskräften organisiert werden (Boonstra et al. 2014, Kruse et al. 2015). Eine erfolgreiche Systemeinführung kann nicht Personal nebenbei in Teilzeit durchführen

(Massaro 1993a+b) und geeignete Schulungsmaßnahmen zahlen sich langfristig aus. Obwohl hoher Schulungsaufwand zur Einführung als Nachteil von AMTS-Software gilt (Kruse et al. 2015), sollte dennoch nicht auf geeignete Schulungsmaßnahmen und eine ausreichende Dauer der Nachbetreuung verzichtet werden. Die Schulungsqualität beeinflusst die spätere Nutzungsfrequenz (Fiander et al. 2015, Wu et al. 2006) und eine unzureichende Schulung kann Fehler bei der späteren Systemnutzung zur Folge haben (Aarts et al. 2004). Auch der Rückgang von Medikationsfehlern nach einer CPOE-/CDS-Systemeinführung, also der Effekt auf die AMTS, unterschied sich mit 17 bis 81 % erheblich und war unter anderem abhängig von Umfang und Qualität der Schulungsmaßnahmen (Kruse et al. 2015).

Viele, häufig vergleichbare Empfehlungen können als gute Basis für die Planung einer individuellen Einführung dienen, dennoch gibt es auch keinen Standardablauf einer erfolgreichen Systemeinführung (Boonstra et al. 2014, Simon et al. 2013). Eine Einrichtung, die von einer zuvor papierbasierten Dokumentation auf ein AMTS-System übergeht, benötigt etwa zusätzlich eine allgemeine Hinführung der Mitarbeiter zu elektronischen Prozessabläufen, was in Kliniken, die bereits mit einer EHR arbeiten, entfällt. Auch Zielgruppen können sich unterscheiden. Deutsche Klinikteilnehmer waren bei der Einführung einer identischen Software ängstlicher und kritischer, verglichen mit indischen Teilnehmern (Kummer et al. 2009) und für Ärzte wurden andere Schulungsmaßnahmen als für Pflegekräfte empfohlen (Raitoharju et al. 2006). Daher ist eine individuelle Anpassung bewährter Maßnahmen unter genauer Beobachtung des Ablaufs der Einführung empfehlenswert (Boonstra et al. 2014, Metzger et al. 2010).

2.3.4.6 Unerwartete Ereignisse im Rahmen einer AMTS-Systemeinführung

Auch bei Kenntnis der bekannten positiven und negativen Auswirkungen und guter Organisation einer Systemeinführung können unerwartete Ereignisse im Rahmen einer Systemeinführung überraschen (Ash et al. 2006). Ein technisches Problem mit erheblichen negativen Auswirkungen war zum Beispiel ein unerwartet hoher Zeitaufwand für die Systemnutzung, unerwartete Mehrarbeit und plötzlich veränderte Prozessabläufe und Verantwortlichkeiten hatten dagegen negative soziale und organisatorische Konsequenzen (Ash et al. 2007b, Campbell et al. 2006). Aber auch positive unerwartete Wirkungen sind möglich. Ärzte hatten einen Lerneffekt durch Warnhinweise eines CPOE-/CDS-Systems, da sie sich im Verlauf der Systemeinführung bei der Verordnung und der Therapieüberwachung an Warnhinweise erinnerten, die das System in der Vergangenheit gegeben hatte und Patienten, die bei der Visite Einsicht in ihre eigenen elektronischen Daten in der AMTS-Software im PC des Visitenwagens hatten, gaben dem Arzt wichtige Korrekturhinweise (Ash et al. 2006).

Wie bei allen negativen Effekten während einer Einführung von AMTS-Systemen, sind auch bei unerwarteten Folgen rasche Gegenmaßnahmen empfehlenswert, am besten gemeinsam durch interdisziplinär tätige Mitarbeiter und Nutzer vor Ort. Bei technischen Problemen gilt als nachteilig, wenn einzig eine Hotline des Softwareanbieters zur Problemlösung verfügbar ist, da dort meist ortsferne und mit den stationären Abläufen wenig vertraute EDV-Mitarbeiter tätig sind (Wu et al. 2006). Maßnahmen zur Behebung von Fehlern und negativen Effekten sollen auch zeitnah erfolgen, denn dann haben Mitarbeiter das

Gefühl von Fortschritt und Unterstützung, was sich wiederum positiv auf ihre Akzeptanz des Systems auswirkt (Ash et al. 2007b, Wright et al. 2013).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Verlauf einer Einführung und davon abhängig auch die spätere Akzeptanz eines Systems in einer Klinik aufgrund der zahlreichen unterschiedlichen Einflussfaktoren und der individuellen Ausgangssituation nicht vollständig vorhersagbar sind (Gagnon et al. 2012, Metzger et al. 2010). Auch wenn Empfehlungen der Literatur nützen können, sind dennoch bei sogar vermeintlich vergleichbaren Rahmenbedingungen unterschiedliche Ergebnisse von Einführungen möglich (Metzger et al. 2010, Niazkhani et al. 2009b). Jede Einrichtung wird deshalb ihre individuelle Einführung sorgfältig planen und engmaschig begleiten müssen (Kruse et al. 2015, Raitoharju et al. 2006).

Tab. 4 Bekannte Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einführung von AMTS-Systemen.

Voraussetzung/Anforderung an das System	Literaturreferenz
Technisch	
Eignung für bestehende Prozessabläufe	Aarts et al. 2004, Boonstra et al. 2014, Kruse et al. 2015
Routinetauglichkeit	Aarts et al. 2004, Ash et al. 2010, Kruse et al. 2015, Wright et al. 2013
System-Schnittstellen	Aarts et al. 2004, Ash et al. 2010, Der Arzneimittelbrief 2010, Wright et al. 2013
Organisatorisch – sozial	
Führungskräfte – Unterstützung	Boonstra et al. 2014, Kruse et al. 2015, Simon et al. 2013, Wright et al. 2013
Interdisziplinäre Beteiligung	Aarts et al. 2004, Boonstra et al. 2014, Gellert et al. 2015, Liberati et al. 2017, Simon et al. 2013, Wright et al. 2013
Problemlösung – kompetent, zeitnah	Ash et al. 2015, Wright et al. 2013
Ressourcen – personell, finanziell	Boonstra et al. 2014, Chaudhry et al. 2006, Massaro 1993a+b, Salili et al. 2015
Schulungsmaßnahmen – Nachbetreuung	Aarts et al. 2004, Fiander et al. 2015, Kruse et al. 2015, Kummer et al. 2009, Raitoharju et al. 2006, Wu et al. 2006

2.4 Einführung des AM-Info-/CDS-Systems AiDKlinik® im Klinikum Augsburg

Das Klinikum Augsburg hatte im Jahr 2015 entschieden, ein AM-Info- und CDS-System einzuführen. Die Verantwortlichen in Augsburg hatten im Vorfeld unter Berücksichtigung der internen Situation die zu erwartenden Effekte geprüft und die Einführung strukturiert geplant. Eingeführt wurde das AM-Info- und CDS-System AiDKlinik® (Dosing GmbH, Heidelberg), mit Arzneimittelkatalog und aktuellen Wissensdaten, nutzbar ohne Verbindung

mit weiterer AMTS-Software (*Stand Alone*-Installation), aber auch als CDS-System, integriert in das Krankenhausinformationssystem (KIS).

2.4.1 Zielgruppen für eine Nutzung von AiDKlinik® im Klinikum Augsburg

Die beiden größten Zielgruppen für die Nutzung von AiDKlinik® waren Ärzteschaft und Pflegedienst. Eine weitere Zielgruppe waren Mitarbeiter aus Assistenzberufen, die logistische Tätigkeiten im Rahmen des Medikationsprozesses ausüben. Dazu zählten unter anderem Krankenpflegehelfer oder medizinische Fachangestellte, die Arzneimittel beschaffen oder Sonderrezepte vorbereiten. Sonstige Zielgruppen waren Mitarbeiter des Erlösmanagements und klinische Kodierfachkräfte, die Mitarbeiter der EDV-Abteilung, die in der hausinternen EDV-Hotline arbeiten, und Mitarbeiter anderer Berufsgruppen, die Tätigkeiten im Rahmen des Medikationsprozesses ausüben, zum Beispiel Stationsapotheker. Auch das am Medikationsprozess beteiligte Personal der Apotheke zählte zu den Zielgruppenmitarbeitern.

2.4.2 Informationen zum Klinikum Augsburg

Das Klinikum Augsburg ist seit 1. Januar 2019 Universitätsklinikum der neu gegründeten Fakultät für Medizin der Universität Augsburg und war bis 31. Dezember 2018 ein Krankenhaus der Maximalversorgung in kommunaler Trägerschaft der Stadt und des Landkreises Augsburg. Zum Klinikum Augsburg zählten auch die Kinderklinik Augsburg, das schwäbische Kinderkrebszentrum, das Mutter-Kind-Zentrum Schwaben sowie das Klinikum Süd im Stadtteil Haunstetten. Zum Zeitpunkt der Einführung von AiDKlinik® umfasste das Einzugsgebiet rund 2 Millionen Bürger, zwei Drittel der Patienten lebten in Stadt und Landkreis Augsburg. Im Klinikum Augsburg befanden sich insgesamt 25 Kliniken und Institute, beschäftigt waren rund 700 Ärzte sowie rund 2 000 Pflegekräfte, insgesamt waren ca. 5 000 Mitarbeiter tätig. Pro Jahr wurden etwa 67 000 stationäre und 155 000 ambulante Fälle behandelt. Die Berufsfachschulen und Akademien für Gesundheits- und Krankenpflege, Kinderkrankenpflege, Krankenpflegehilfe, Hebammen und Entbindungspfleger, Physiotherapie und operationstechnische Assistenz bildeten knapp 500 Personen aus. Die Notaufnahme behandelte ca. 83 000 Patienten pro Jahr (Klinikum Augsburg 2017).

2.4.3 Informationen zur Apotheke im Klinikum Augsburg

Die Apotheke im Klinikum Augsburg hatte zum Zeitpunkt der Systemeinführung 37,5 Vollzeit-Mitarbeiter. Im Klinikum Augsburg versorgte die Apotheke 1 770 Betten, insgesamt mit durch Vertrag angeschlossene externe Häuser 4 200 Betten. AiDKlinik® wurde nur im Klinikum Augsburg, nicht in den externen Häusern eingeführt. In einzelnen Abteilungen des Klinikums Augsburg und in externen Häusern waren jedoch Stationsapotheker in unterschiedlichem Umfang klinisch-pharmazeutisch tätig.

AM-Info der Apotheke im Klinikum Augsburg

Die Klinikapotheke hatte seit langem für die Mitarbeiter des Klinikums Augsburg unterschiedliche AM-Info und -beratung angeboten. Der Service war zum Zeitpunkt der Systemeinführung von AiDKlinik® im gesamten Klinikum in der Routine etabliert und wurde von den im Klinikum tätigen Mitarbeitern regelmäßig in Anspruch genommen, sowohl für einfache, als auch komplexe Anfragen aller Berufsgruppen. Die große Mitarbeiterzahl, sowie

die unterschiedlichen Qualifikationen und der heterogene Informationsbedarf der Mitarbeiter führten zu einem breiten Spektrum an Fragen, das die Apotheke nach geltenden Qualitätsanforderungen und dem aktuellen Stand der Wissenschaft beantworten musste. Neben der Veröffentlichung von Dokumenten mit AMTS-relevanten Inhalten, der Mitgliedschaft in Fachgremien und der Beteiligung an klinisch-pharmazeutischen Projekten hatte die Apotheke vor der Einführung von AiDKlinik[®] bereits Informationen zu Arzneimitteln in Form einer elektronischen Arzneimittel-Liste über die Software AMeLI[®] (Fa. Hald-online, Aalen) für die Mitarbeiter des Klinikums Augsburg angeboten. AMeLI[®] stand über etwa 10 Jahre allen Mitarbeitern im Intranet an jedem PC frei aufrufbar zur Verfügung.

2.4.4 Anforderungen der Zielgruppen an ein AM-Info-/CDS-System im Klinikum Augsburg

Um die Anforderungen aller Zielgruppen an ein AM-Info-/CDS-System zu erfassen, erstellte die Apotheke im Rahmen der Projektplanung nach Informationen von Vertretern unterschiedlicher Zielgruppen, sowie unter Beteiligung von Mitgliedern des Klinikums-Vorstands und Vertretern der finanzierenden Gesellschaft zur Förderung des Klinikums Augsburg e. V. ein Pflichtenheft für das neu zu beschaffende System. Das Pflichtenheft fasste in thematisch unterschiedlichen Anforderungskatalogen die Wünsche und Ideen aller Projektbeteiligten zusammen (Tab. 5, S. 40-42). Die unterschiedlichen Beteiligten hatten individuelle Prioritäten an ein neu einzuführendes AM-Info-/CDS-System.

- Alle Beteiligten erwarteten Hilfe bei der Fehlervermeidung im Medikationsprozess und qualitativ hochwertige und aktuelle AM-Info, sowie ein einfach zu nutzendes, stabiles und schnelles System,
- die Ärzte erwarteten Unterstützung bei der patientenindividuellen Medikationsprüfung, bei der Arzneimittel-Verordnung und der Therapieüberwachung. Sie forderten dazu fachlich vorbereitete, aktuelle und einfach verfügbare AM-Info und die Berücksichtigung patientenindividueller Besonderheiten bei der Entscheidungsunterstützung,
- die Pflegekräfte und Assistenzberufe wünschten sich rasch und einfach verfügbare, aktuelle und zuverlässige Informationen zu Arzneimitteln und zu deren Verfügbarkeit, sowie Hinweise zur Arzneimittel-Beschaffung und -Anwendung. Sie erwarteten außerdem, selbst weniger abteilungsinterne Informationen erstellen zu müssen,
- für die EDV-Abteilung waren Benutzerfreundlichkeit, Kompatibilität mit vorhandener Technik und geringer Systempflegeaufwand bei kalkulierbaren Kosten Themen
- und Apotheke und EDV-Abteilung forderten ein intuitiv nutzbares System, das ohne umfangreiche Schulungsmaßnahmen rasch und sicher von den Nutzern eingesetzt werden konnte.

Tab. 5 Auszüge aus dem Pflichtenheft für ein AM-Info-/CDS-System im Klinikum Augsburg.

Anforderungskatalog	Anforderung	Zielgruppen	Von AiDKlinik® potenziell erfüllt	
Systemeigenschaften	Schnelligkeit des Systems	A, PA, PH, E	Ja	
	Hausweite Verfügbarkeit	A, PA, PH, E	Ja	
	Simultane Nutzungsmöglichkeit	A, PA, PH, E	Ja	
	Verfügbarkeit 365/24	A, PA, PH, E	Ja	
	Aufrufbar ohne Passwort-Schutz	A, PA, PH, E	Ja	
	Keine fortlaufende Schulungsanforderung	A, PA, PH, E	Ja	
	Einfache und intuitive Nutzbarkeit	A, PA, PH, E	Ja	
	Eignung für Nutzer mit geringen EDV-Kenntnissen	A, PA, PH, E	Ja	
	Eindeutige Darstellung der gebotenen Information	A, PA, PH, E	Ja	
	Unterstützung an Schnittstellen der Versorgung	A, PA, PH, E	Ja	
	Geringer Zeitaufwand zur Informationsbeschaffung	A, PA, PH, E	Ja	
	Zeitersparnis bei der Informationsbeschaffung im Vergleich zum Ist-Zustand	A, PA, PH, E	Zum Teil (zuvor bereits AMeLI®)	
	Systembetreuung und -pflege	Geringer Schulungsaufwand durch Apotheke und EDV	PH, E	Ja
		Geringer Zeitaufwand für Erstinstallation und aktualisierende Pflege von Stammdaten	PH, E	Ja
Keine kundenseitige Nachbearbeitung oder -validierung von Software und Updates		PH, E	Ja	
Stammdatenpflege unabhängig von Externen		PH, E	Zum Teil (monatliche Updates des Anbieters)	
Möglichkeit hausindividueller Anpassungen		PH, E	Zum Teil (begrenzt möglich gegen Aufpreis)	
Kompatibilität mit verfügbarer Hardware und Software		E	Ja	
Logistisch	Informationen zur Verfügbarkeit (Hausliste – Sonderbestellung)	PA, PH	Ja	

Anforderungskatalog	Anforderung	Zielgruppen	Von AiDKlinik® potenziell erfüllt
	Informationen zu logistischen Besonderheiten, etwa Zytostatika, Blutprodukte	PA, PH	Zum Teil (kein Icon Lagertemperatur)
	Unterstützung bei der Sonderbestellung	PA, PH	Ja
Ökonomisch	Hinweise zu Besonderheiten der Abrechnung, etwa Zusatzentgelte	PA, PH	Ja
AM-Info	Variable Suchfunktion etwa Handelsname, Wirkstoffname, Indikation	A, PA, PH	Ja
	Breites Informationsangebot zum Arzneimittel	A, PA, PH	Ja
	Fehlertolerante Suchfunktion	A, PA, PH	Ja
	Fortlaufende Aktualität der gebotenen Information	A, PA, PH	Ja
	Möglichkeit der Präsentation hausindividueller Informationen, zum Beispiel von Rundschreiben	PH	Ja
	Verfügbarkeit patientengerechter Informationen	A, PA, PH	Ja
	Qualitativ hochwertige, fachlich vorbereitete Information	A, PA, PH	Ja
	Themenvielfalt für unterschiedliche Fachrichtungen und Berufsgruppen	A, PA, PH	Ja
	Handhabungshinweise, etwa Anbruchsfristen, Kompatibilität von Parenteralia	PA, PH	Ja
	Einfache Generierung von elektronischen oder papierbasierten Informationen	A, PA, PH	Ja
	Einfache Verfügbarkeit von Fachinformation und Gebrauchsinformation	A, PA, PH	Ja
	Informationen für besondere Patientengruppen, etwa Geriatrie	A, PA, PH	Ja
	Hinweise auf allergene Bestandteile in Arzneimitteln	A, PA, PH	Ja
Pharmakologisch	Therapieempfehlung unter Berücksichtigung patientenindividueller Besonderheiten und aktueller Patientenparameter	A, PH	Ja

Anforderungskatalog	Anforderung	Zielgruppen	Von AiDKlinik® potenziell erfüllt
	Fachlich vorbewertete Empfehlungen zum Austausch von Arzneimitteln	A, PA, PH	Ja
	Patientenindividuelle Austauschempfehlung	A, PA, PH	Ja
	Warnhinweise bei Doppelverordnungen	A, PA, PH	Ja
	Patientenindividuelle Warnhinweise	A, PA, PH	Ja
	Warnhinweise bei Überschreitung von Maximaldosen, auch patientenindividuell	A, PH	Ja
	Vorbewertete, gestufte Warnhinweise – kein <i>Over Alerting</i>	A, PH	Ja
	Patientenindividuelle Wechselwirkungsprüfung	A, PH	Ja
	Hinweise zum korrekten Applikationszeitpunkt	A, PA, PH	Ja

Das Pflichtenheft umfasste in unterschiedlichen Anforderungskatalogen die Wünsche aller Zielgruppen (A = Arzt, PA = Pflege und Assistenz, PH = Apotheke, E = EDV-Abteilung) an ein AM-Info-/CDS-System. Für jede Anforderung wurde die potenzielle Erfüllung durch AiDKlinik® definiert (Stand zum Zeitpunkt der Beschaffung von AiDKlinik®, August 2017).

2.4.5 Ablauf der Systemeinführung von AiDKlinik® im Klinikum Augsburg

Die flächendeckende Systemeinführung von AiDKlinik® koordinierte die Apotheke mit Unterstützung der EDV-Abteilung. In der Apotheke war eine Mitarbeiterin projektverantwortlich und wurde bei Bedarf von weiterem pharmazeutischem Personal, etwa bei der Durchführung von Schulungsmaßnahmen unterstützt. In der EDV-Abteilung war ein Mitarbeiter projektverantwortlich, bei Bedarf unterstützten ihn seine Teamleitung und weitere Kollegen. Die Systemeinführung von AiDKlinik® begann Ende 2015, Ende 2016 war aus Sicht der Projektverantwortlichen aus Apotheke und EDV-Abteilung die Systemeinführung beendet. Vor Beginn der Systemeinführung von AiDKlinik® erstellte die Apotheke einen Projektplan, gegliedert in 3 Projektthemen, die zeitlich parallel im Verlauf der Systemeinführung von AiDKlinik® abliefen (Abb. 5, S. 47-49). Das erste Thema war die Systemeinführung der Software (Abb. 5, S. 47-49, „I. Einführung Software“). Das zweite Thema war ein im Verlauf der Einführung von AiDKlinik® vorgesehene Forschungsprojekt, das aus 4 Teilprojekten bestand (Abb. 5, S. 47-49, „II. Forschungsprojekt“). Das dritte Thema waren die Schulungs- und Informationsmaßnahmen für die Zielgruppenmitarbeiter zur Systemeinführung von AiDKlinik® (Abb. 5, S. 47-49, „III. Schulungs- und Informationsmaßnahmen“). Im Verlauf der Systemeinführung von AiDKlinik® traten außerdem 4 unerwartete Ereignisse auf, durch die Auswirkungen auf die Systemeinführung der Software und das Forschungsprojekt vermutet wurden. Es handelte sich um den Tätigkeitsbeginn einer Stationsapothekerin in Vollzeit ab Dezember 2016 auf einer der Projektstationen des Forschungsprojekts, die sukzessive Einführung einer EHR ab Februar 2017 auf allen Normalstationen im gesamten Klinikum Augsburg und einen Leitungswechsel der Pflege auf einer Projektstation des Forschungsprojekts im Juli 2017. Ein zusätzliches unerwartetes Problem war eine unvollständige Kommunikation von AiDKlinik® mit dem KIS ORBIS (Agfa HealthCare GmbH, Bonn) aufgrund von Schnittstellenproblemen der beiden Software-Produkte. Zur allgemeinen AM-Info waren alle Funktionen von AiDKlinik® in Augsburg uneingeschränkt nutzbar, die Nutzung als CDS-System war dagegen nur mit Einschränkungen möglich. Betroffen waren die Speicherung von in AiDKlinik® eingegebenen Daten im KIS und der Austausch von Patientendaten zwischen AiDKlinik® und dem KIS, bei dem nicht alle therapielevanten Patientenparameter automatisch übertragen und/oder gespeichert wurden. Die unerwarteten Ereignisse wurden als vierter Themenblock retrospektiv in den Projektplan für AiDKlinik® aufgenommen (Abb. 5, S. 47-49, „IV. Sonstiges“). Bei der Einführung neuer Software war in der Vergangenheit in Augsburg stets eine große Bandbreite der Akzeptanz unter den Nutzern zu beobachten gewesen. Vollständige Ablehnung, Desinteresse, Routinenutzung, aber auch umfassende Nutzung und Multiplikatorenwirkung waren aus früheren Erfahrungen bekannt, daher wurde ein vergleichbarer Ablauf auch für die Einführung von AiDKlinik® erwartet. Allerdings war einige Jahre zuvor die Einführung einer klinischen Dokumentationssoftware überraschend gescheitert, so dass der tatsächliche Ablauf der Einführung von AiDKlinik® offen war.

2.4.5.1 Verlauf der Softwareeinführung von AiDKlinik®

Im Oktober 2015 wurden die hausinternen Stammdaten der Materialwirtschaft aus dem KIS in AiDKlinik® importiert. Gleichzeitig erhielten die Projektverantwortlichen aus Apotheke und EDV-Abteilung eine Testversion von AiDKlinik® zur Prüfung und um erste Erfahrungen bei der Nutzung zu sammeln. Zeitgleich startete eine Probephase mit wenigen,

ausgewählten Ärzten und Pflegekräften auf 2 Pilotstationen unter enger Begleitung von Apotheke und EDV. Ziel war es, Anregungen oder Kritik der Nutzer vor der allgemeinen Systemeinführung in Erfahrung zu bringen, bei Bedarf noch erforderliche Anpassungen vor dem Echtbetrieb vornehmen zu können und die Praxistauglichkeit von AiDKlinik® aus Sicht der Zielgruppenmitarbeiter zu testen. Auf Wunsch der Testnutzer wurde ein in AiDKlinik® enthaltenes Modul zur Sonderanforderung nicht in der Hausliste geführter Arzneimittel bereits im Dezember 2015 um ein Pflichtfeld zur Kostenstelle erweitert. Ab Dezember 2015 war AiDKlinik® im Intranet an jedem PC für alle Mitarbeiter verfügbar. Im August 2016 wurde eine erneute Erweiterung des Moduls zur Sonderanforderung um die Pflichtfelder Name (des Patienten), Stationsbezeichnung und Telefonnummer der Station vorgenommen. Für die Pädiater veröffentlichte die Apotheke im September 2016 zusätzliche, hausinterne pädiatrische Informationen zur Zulassung von Arzneimitteln für unterschiedliche Altersgruppen und Hinweisen zur parenteralen Anwendung von Arzneimitteln bei Kindern. Im September 2016 wurde auch die Anzeige aller Hauslistenarzneimittel in AiDKlinik® auf Wunsch der Pflege um die Artikelnummern der Materialwirtschaft des KIS erweitert. Im August 2017 wurde schließlich das Vorgängersystem AMeLi® abgeschaltet (Abb. 5, S. 47-49, „I. Einführung Software“).

2.4.5.2 Verlauf des Forschungsprojekt im Rahmen der Systemeinführung von AiDKlinik®

In Augsburg fand ein Forschungsprojekt, bestehend aus 4 Teilprojekten begleitend zur Systemeinführung von AiDKlinik® statt. Die Projektplanung und -durchführung erfolgte in enger Abstimmung mit der Abteilung Klinische Pharmakologie und Pharmakoepidemiologie (Ärztlicher Direktor Prof. Dr. Walter E. Haefeli), Kooperationseinheit Klinische Pharmazie der Universität Heidelberg (Leitung PD Dr. sc. hum. Hanna Seidling). Die 4 Teilprojekte des Forschungsprojekts wurden von Februar 2016 bis Juni 2019 durchgeführt.

In Teilprojekt 1 wurden in insgesamt 8 einzelnen Erhebungswochen von Februar 2016 bis Februar 2018 mithilfe von standardisierten QM-Fragebögen Veränderungen bei arzneimittelspezifischen Fragen, die Mitarbeiter des Klinikums Augsburg an die Klinikapotheke richteten, auf Veränderungen der Anzahl, der Herkunft und des Inhalts, sowie der zur Beantwortung benötigten Hilfsmittel und des Zeitaufwands untersucht. Dieses Projekt sollte beantworten, ob die Apotheke durch AiDKlinik® von Bagatellfragen entlastet würde, aber weiter Ansprechpartner für komplexe Fragen blieb und ob veränderte Abläufe zur Einholung von AM-Info zu mehr Fragen der Stationsmitarbeiter führen würden.

Teilprojekt 2 befasste sich in 3 Zeitabschnitten im Verlauf der Systemeinführung von AiDKlinik® von Februar 2016 bis September 2016, von November 2016 bis Februar 2017 und von August 2017 bis November 2017 mit Veränderungen der Anzahl, der Art und des Schweregrads ausgewählter Medikationsfehler in 5 definierten Teilprozessen des Medikationsprozesses. Im Rahmen von QM-Routinemaßnahmen erfasste eine Apothekerin über jeweils 100 Stunden Medikationsfehler, die Mitarbeitern einer chirurgischen Normalstation des Klinikums Augsburg in ihrer Routine unterliefen. Anhand der erhobenen Daten wurde untersucht, ob und wann sich Anzahl, Art und Schweregrad der beobachteten Medikationsfehler im Verlauf veränderten.

Teilprojekt 3 untersuchte von Juni 2016 bis Dezember 2017 fortlaufend Veränderungen der Fehleranzahl und Fehlerarten, die bei der handschriftlichen Sonderbestellung nicht in der Hausliste enthaltener Arzneimittel durch 4 Normalstationen auftraten. Dieses Projekt sollte klären, ob und wann sich Medikationsfehler im Teilprozess der Beschaffung verändern würden. Von Januar 2019 bis Juni 2019 wurden ergänzend Unterschiede in der Fehleranzahl bei einer Bestellbearbeitung mit einem in AiDKlinik® enthaltenen Modul zur elektronischen Sonderbestellung (Sonderbestell-Modul) im Vergleich zu einer handschriftlichen Bestellung im Freitext geprüft.

In Teilprojekt 4 wurden schließlich an 2 Terminen im Oktober und November 2017 im Rahmen einer Mitarbeiterbefragung der Bekanntheitsgrad und die Nutzungsschwerpunkte von AiDKlinik® nach abgeschlossener Systemeinführung im Routinebetrieb evaluiert. Dieses Projekt sollte für die Planung künftiger Projekte Rückschlüsse über den Erfolg der Schulungsmaßnahmen geben und die Akzeptanz von AiDKlinik® unter den Zielgruppenmitarbeitern im Routinebetrieb klären (Abb. 5, S. 47-49, „II. Forschungsprojekt“).

2.4.5.3 Verlauf der Schulungs- und Informationsmaßnahmen zu AiDKlinik®

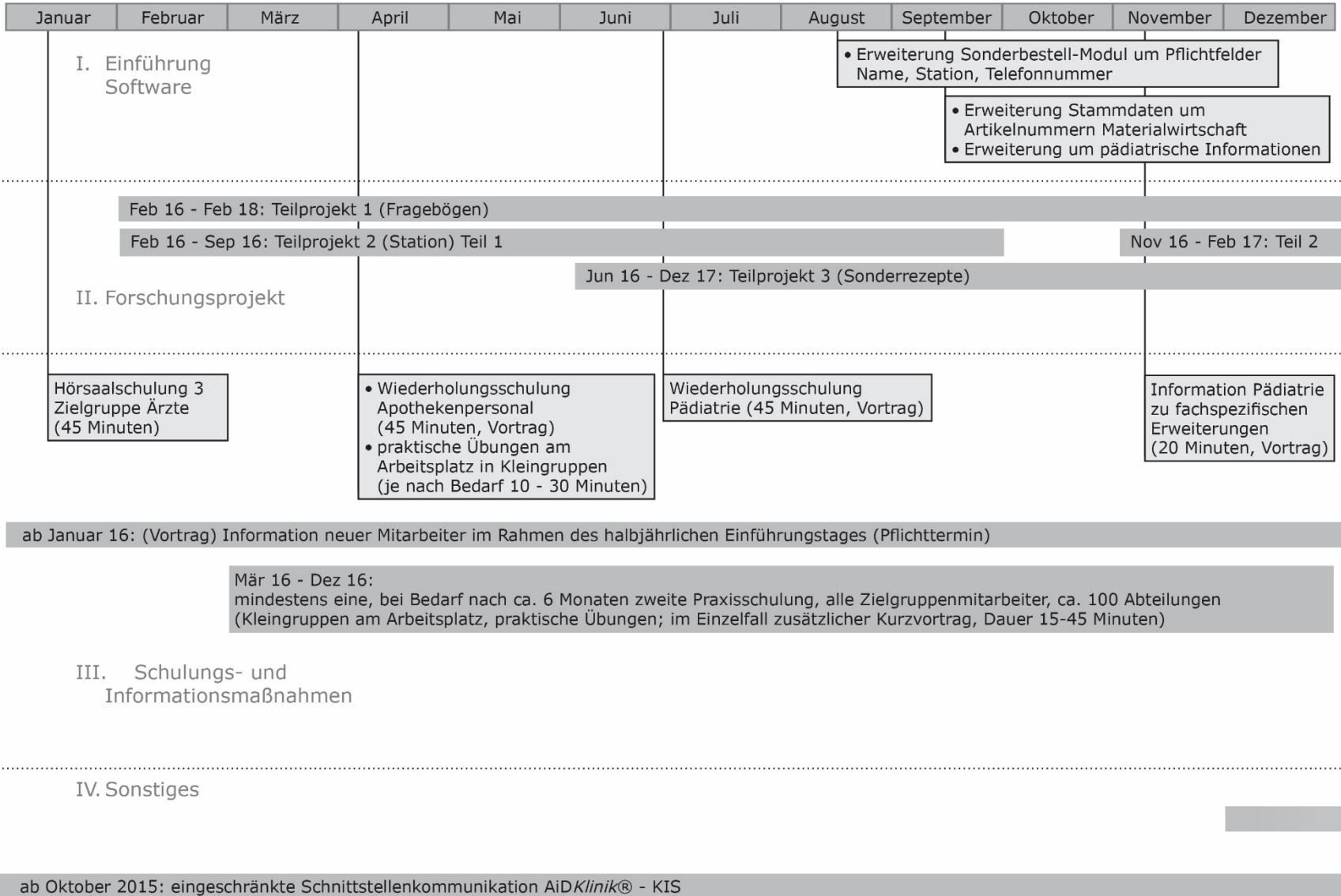
In Augsburg konnten keine Mitarbeiter zur Einführung von AiDKlinik® und für Mitarbeiterschulungen völlig freigestellt werden; eine der Systemvoraussetzungen im Pflichtenheft für ein AM-Info-/CDS-System war daher eine einfache und intuitive Nutzbarkeit, auch für Mitarbeiter mit geringen EDV-Kenntnissen gewesen (Tab. 5, S. 40-42). Dennoch mussten in Augsburg mit knappen Zeit- und Personalressourcen rund 2 500 Zielgruppenmitarbeiter in die Nutzung von AiDKlinik® eingewiesen werden. Den Verantwortlichen war bewusst, dass Schulungsmaßnahmen alleine nicht für eine erfolgreiche Systemeinführung ausreichten, daher erhielten die Zielgruppenmitarbeiter neben theoretischen und praktischen Schulungsmaßnahmen zu Beginn der Systemeinführung zusätzlich über einen Zeitraum von etwa 1 Jahr Nachbetreuungsmaßnahmen, die bei Bedarf wiederholt wurden. Geplant waren rund 100 Stunden Personaleinsatz insgesamt für die Systemeinführung, die Nachbetreuung über 1 Jahr, sowie erneute Nachbetreuungsmaßnahmen zum Zeitpunkt der Abschaltung des Vorgängersystems AMeLI®.

Alle Zielgruppenmitarbeiter erhielten parallel zur Systemeinführung von AiDKlinik® berufsspezifische Schulungs- und Informationsmaßnahmen. Im Oktober 2015 fand für die Projektverantwortlichen aus Apotheke und EDV-Abteilung eine eintägige Pflichtschulung des Softwareanbieters Dosing GmbH statt. Wenige Tage später wurden die Testnutzer der beiden Pilotstationen von der Apotheke geschult. Von November 2015 bis Februar 2016 boten Apotheke und EDV wiederholt Schulungs- und Informationsmaßnahmen in Form von Vortragsveranstaltungen für die Zielgruppenmitarbeiter an. Es gab eigene Termine nur zum Thema AiDKlinik®, aber auch Vorträge als Teil von Pflichtfortbildungen der Zielgruppenmitarbeiter. Einige Veranstaltungen richteten sich an alle Zielgruppenmitarbeiter, andere waren gezielt für Untergruppen, zum Beispiel Ärzte, Pflegekräfte oder pflegerische Leitungen. Die Vortragsunterlagen wurden im Intranet veröffentlicht. Anfang Dezember 2015, bei der Freischaltung von AiDKlinik® im Intranet, erhielten alle betroffenen Apothekenmitarbeiter eine ausführliche Schulung zu AiDKlinik® und dessen Inhalten, inklusive praktischer Übungen. Zum gleichen Zeitpunkt erhielten alle Zielgruppenmitarbeiter eine persönliche E-Mail mit Informationen zu AiDKlinik® und zu den nachfolgenden

Schulungsmöglichkeiten und -terminen. Neu eingetretene Mitarbeiter wurden dann ab Januar 2016 im Rahmen ihres Einführungstags über AiDKlinik[®] informiert. Von März bis Dezember 2016 wurden die Mitarbeiter aller relevanten klinischen Abteilungen an ihrem Arbeitsplatz bei Bedarf durch einen Apotheker in Kleingruppen mindestens einmal, in vielen Fällen mit zeitlichem Abstand ein zweites Mal nachbetreut. Die Mitarbeiter übten dabei unter Anleitung eines Apothekers am PC die Nutzung von AiDKlinik[®] und der Apotheker stand für Fragen zur Verfügung. Im April 2016 erhielten die Apothekenmitarbeiter eine Wiederholungsschulung, wiederum mit praktischen Übungen. Die gesamte Pädiatrie erhielt im Juni 2016 und nochmals im November 2016, nach den fachspezifischen Erweiterungen ein Schulungsangebot. Ab 2017 waren Informationen zu AiDKlinik[®] fortlaufender Bestandteil des Pflichtunterrichts der Berufsfachschulen. Für die Teilnehmer der Fachweiterbildung im Bereich der Pflege wurde eine Wahlpflichtstunde angeboten, genauso gab es Angebote der Apotheke, abteilungsinterne Fortbildungen in den einzelnen Kliniken durchzuführen. Im gesamten Zeitraum, besonders intensiv unmittelbar nach der Abschaltung des Vorgängersystems AMeLI[®] boten alle Apothekenmitarbeiter bei geeigneten Anfragen den Nutzern telefonisch, per E-Mail oder persönlich vor Ort Unterstützung an (Abb. 5, S. 47-49, „III. Schulungs- und Informationsmaßnahmen“).

2015		Oktober	November	Dezember
I. Einführung Software		<ul style="list-style-type: none"> • Stammdatenimport • Testversion AiD Klinik® Apotheke + EDV 		<ul style="list-style-type: none"> • AiD Klinik® im Intranet an jedem PC • Erweiterung Sonderbestell-Modul um Pflichtfeld Kostenstelle
		Probephase mit wenigen Mitarbeitern zweier Pilotstationen mit engmaschiger Betreuung		
II. Forschungsprojekt				
III. Schulungs- und Informationsmaßnahmen		<ul style="list-style-type: none"> • Grundsicherung Dosing GmbH für Apotheke und EDV (1 Tag) (Pflicht) • Erstsicherung zweier Pilotstationen 	Hörsaalbildung Pädiatrie (30 Minuten, Vortrag)	Mailinformation zur Neueinführung AiD Klinik® + Termine Informationsveranstaltungen über hausinternen Mailverteiler an alle Zielgruppenmitarbeiter
	(alles fakultativ, wenn nicht anders vermerkt) Vortragsunterlagen als pdf für alle Mitarbeiter im Intranet			Schulung Apothekenpersonal (45 Minuten) + praktische Übungen am Arbeitsplatz in Kleingruppen (je nach Bedarf 10 - 30 Minuten)
				Information Stationsleiterkonferenz (Stationsleiter, Stellvertreter, Pflegedirektion) (45 Minuten, Vortrag)
				Hörsaalbildung 1, alle Zielgruppen (45 Minuten vormittags, Vortrag)
				Hörsaalbildung 2, alle Zielgruppen, vor allem Pflege (Termin Schichtwechsel) (45 Minuten nachmittags, Vortrag)
IV. Sonstiges				

2016



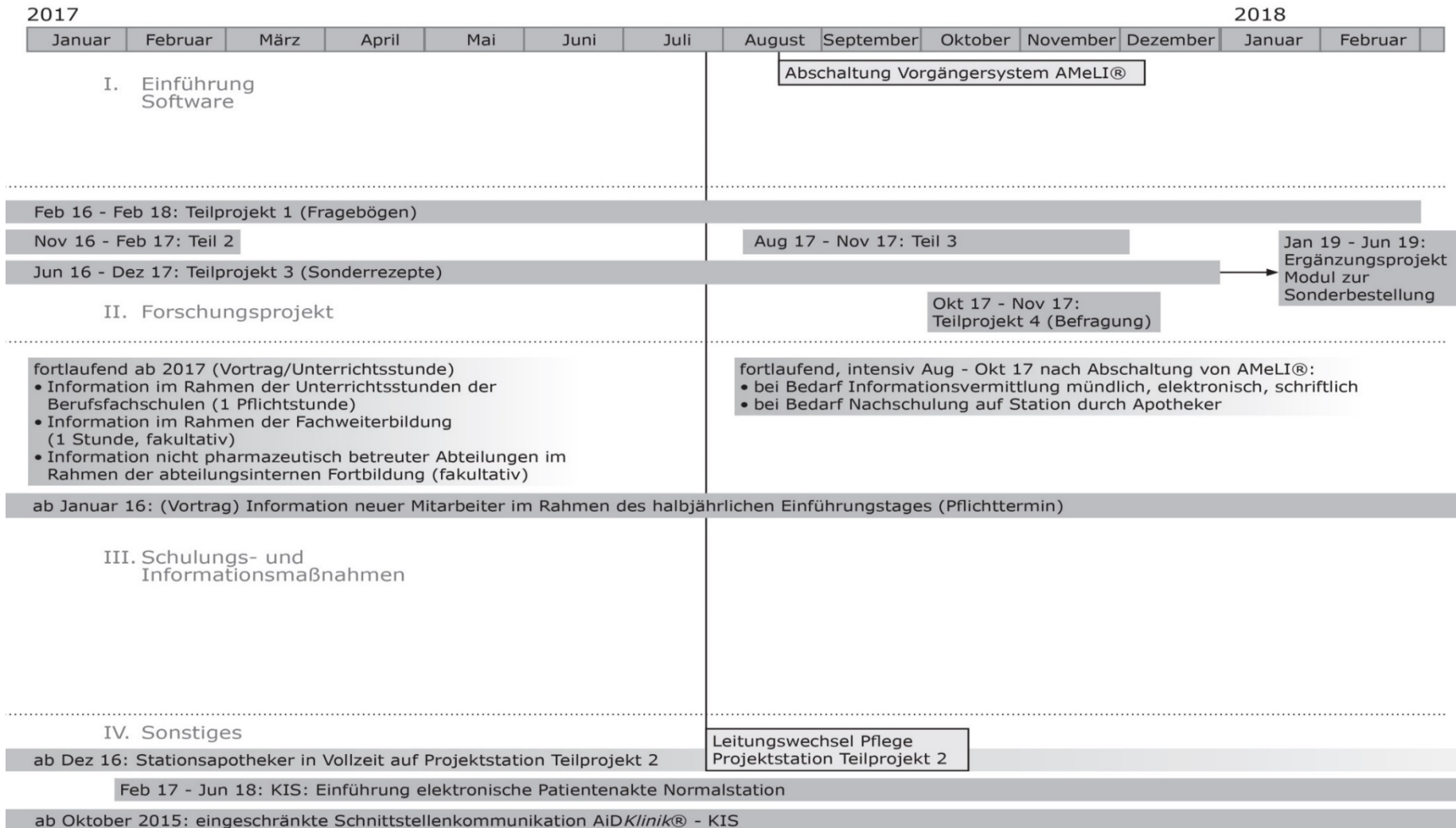


Abb. 5 Zeitablauf der Einführung der Software AiDKlinik®.

Zeitgleich zur Einführung der Software (I.) verliefen begleitend ein Forschungsprojekt (II.), Schulungs- und Informationsmaßnahmen (III.) und sonstige Ereignisse mit wahrscheinlichen Auswirkungen auf die Einführung der Software und das Forschungsprojekt (Sonstiges) (IV.).

3. Zielsetzungen und Forschungsfragen

3.1 Hintergrund

Im Rahmen der Projektplanung für die Systemeinführung von *AiDKlinik*[®] in Augsburg erkannten die Verantwortlichen, dass keine klare Prognose über die zu erwartenden Effekte von *AiDKlinik*[®] in Augsburg getroffen werden konnte. Offen war, wie die Einführung von *AiDKlinik*[®] Prozessabläufe und Mitarbeiter im klinischen Alltag beeinflussen würde und wie sich der Einsatz von *AiDKlinik*[®] auf bekannte Medikationsfehler auswirken würde. Erfahrungen anderer Einrichtungen waren nur bedingt auf Augsburg übertragbar (Boonstra et al. 2014, Metzger et al. 2010), da keine Einführung identisch einer anderen abläuft. Auch ein Austausch mit Kollegen, die bereits seit längerem ein CDS-System im Einsatz hatten, war zum Zeitpunkt der Projektplanung in Augsburg in 2015 nur begrenzt möglich, da nur wenige Kliniken in Häusern der Maximalversorgung zu diesem Zeitpunkt in der Routine mit einem CDS-System arbeiteten. Da viele Fragen im Themenkreis der CDS-Einführung offen waren und daher weitere Untersuchungen zum Einsatz und zu den Auswirkungen von AMTS-Systemen empfohlen wurden (Ammenwerth et al. 2014, Chaudhry et al. 2006, Kaushal et al. 2003), entschieden sich die Verantwortlichen in Augsburg für eine begleitende Untersuchung der Systemeinführung von *AiDKlinik*[®] als Forschungsprojekt. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts sollten die tatsächlichen Effekte der Neueinführung von *AiDKlinik*[®] in Augsburg zeigen, aber auch als Basis für gezielte nachfolgende Verbesserungsmaßnahmen im internen Umgang mit Arzneimitteln dienen und nicht zuletzt Informationen für die künftige Planung vergleichbarer Projekte in Augsburg liefern. In Kooperation mit der Abteilung Klinische Pharmakologie und Pharmakoepidemiologie, Kooperationseinheit Klinische Pharmazie der Universität Heidelberg, wurden für das Forschungsprojekt in Augsburg 3 Zielsetzungen und 4 Forschungsfragen von besonderem Interesse definiert.

3.2 Zielsetzungen

Das Forschungsprojekt in Augsburg sollte beantworten

- ob die Systemeinführung von *AiDKlinik*[®] die Apotheke von Bagatellanfragen zur AM-Info und Arzneimittel-Logistik entlasten würde,
- ob die Systemeinführung von *AiDKlinik*[®] das Auftreten von Medikationsfehlern in ausgewählten Teilprozessen des stationären Medikationsprozesses verändern würde und
- ob die Nutzer *AiDKlinik*[®] nach abgeschlossener Systemeinführung kannten und wofür sie *AiDKlinik*[®] in ihrer Routine nutzten.

3.3 Forschungsfragen

Als Forschungsfragen wurden definiert:

- Verändern sich Anfragen der Stationen an die Apotheke zu Arzneimitteln durch die Einführung eines AM-Info/CDS-Systems?
- Welche Auswirkungen hat die Einführung eines AM-Info/CDS-Systems auf Medikationsfehler in ausgewählten Teilprozessen des stationären Medikationsprozesses?
- Welche Auswirkungen hat die Einführung eines AM-Info/CDS-Systems auf Medikationsfehler bei der Sonderbestellung von Arzneimitteln?
- Welchen Bekanntheitsgrad und welche Nutzungsschwerpunkte besitzt das AM-Info/CDS-System nach abgeschlossener Systemeinführung in der Routine?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden insgesamt 4 Teilprojekte geplant, die in der Apotheke und dem stationären Bereich des Klinikums Augsburg durchgeführt wurden. Die wissenschaftliche Betreuung erfolgte durch die Abteilung Klinische Pharmakologie und Pharmakoepidemiologie, Kooperationseinheit Klinische Pharmazie der Universität Heidelberg. Die gesamte Datenerhebung in allen Teilprojekten fand nach QM-Vorgaben statt. Alle Daten wurden anonymisiert erhoben, Daten von Patienten oder Mitarbeitern des Klinikums Augsburg wurden im Rahmen des Forschungsprojekts zu keinem Zeitpunkt erfasst. Für die einzelnen Teilprojekte wurde je nach Erfordernis die Zustimmung der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät Heidelberg, sowie des Chefapothekers, des Personalrats, des ärztlichen Direktors und einer ärztlichen Abteilungsleitung im Klinikum Augsburg eingeholt.

4. Teilprojekt 1: Verändern sich Anfragen der Stationen an die Apotheke zu Arzneimitteln durch die Einführung eines AM-Info/CDS-Systems?

4.1 Hintergrund

Das erste Teilprojekt war von besonderem Interesse für die Apotheke, die viel Zeit für die Bearbeitung häufiger Bagatellanfragen von Stationsmitarbeitern zu Arzneimitteln aufwendete. Daten des internen QM hatten bestätigt, dass die Apotheke tatsächlich häufig einfache Anfragen zur Arzneimittel-Logistik, zur Hausliste oder zu den Inhalten von Fachinformationen erhielt. Viele der Anfragen konnten mithilfe der Inhalte von *AiDKlinik*[®] genauso gut wie durch die Apotheke beantwortet werden, meist sogar schneller, da *AiDKlinik*[®] an jedem PC im Intranet verfügbar war. Zwar war mit der elektronischen Arzneimittelliste *AMeLI*[®] bereits zuvor ein Schnellinformationssystem zu Arzneimitteln zur Verfügung gestanden, *AiDKlinik*[®] enthielt jedoch ein breiteres Informationsangebot als *AMeLI*[®], gerade für häufige Anfragen, etwa zu den Inhalten von Fachinformationen oder Gebrauchsinformationen.

Die Stationsmitarbeiter wiederum hofften seit längerem auf eine umfangreichere klinisch-pharmazeutische Betreuung, was aufgrund der knappen Personalsituation in der Apotheke bislang nur begrenzt möglich gewesen war. Durch die Einführung eines CPOE-/CDS-Systems hatten Apotheker signifikant mehr Zeit für anspruchsvolle Aufgaben gewonnen, da Routineaufgaben entfielen (Hatfield et al. 2014). Falls der Einsatz von *AiDKlinik*[®] in Augsburg tatsächlich zu weniger Bagatellanfragen führen würde, wollte auch die Apotheke in Augsburg die gewonnene Zeit für klinisch-pharmazeutische Tätigkeiten und anspruchsvolle Anfragen nutzen. Ein Schnellinformationssystem wie *AiDKlinik*[®] stellt zudem für komplexe Arzneimittelanfragen meist kein geeignetes Medium dar. Die Apotheke präsentierte sich in den Schulungsveranstaltungen zu *AiDKlinik*[®] daher bewusst als kompetenten Ansprechpartner für anspruchsvolle Arzneimittelthemen, die sie weiterhin und umfangreicher bearbeiten wollte. Die Verantwortlichen erwarteten daher, dass die Anzahl anspruchsvoller Anfragen an die Apotheke auf Dauer gleichbleiben oder eventuell sogar (durch Bekanntmachen dieses Dienstes) ansteigen würde.

Im Rahmen einer CPOE-/CDS-Systemeinführung schließlich waren Apotheker wichtige Ansprechpartner für die in der Umstellungsphase unsicheren Nutzer gewesen (Ash et al. 2007a). Auch die Apotheke in Augsburg erwartete durch veränderte Prozessabläufe sowohl zu Beginn der Einführung von *AiDKlinik*[®] (Frühumsteiger), als auch am Ende des zeitlich begrenzten Parallelbetriebs der beiden Systeme *AiDKlinik*[®] und *AMeLI*[®] (Spätumsteiger) vorübergehend mehr Anfragen der Stationsmitarbeiter.

In Augsburg wurde im Rahmen von Teilprojekt 1 daher geprüft, wie sich der Einsatz von *AiDKlinik*[®] auf Anzahl, Herkunft und Inhalt von Anfragen der Stationen zu Arzneimitteln an die Apotheke auswirkte. Daneben wurde auch untersucht, ob und in welchem zeitlichen Ablauf veränderte Prozessabläufe zur Einholung von AM-Info den Informationsbedarf der Zielgruppenmitarbeiter beeinflussten.

4.2 Methodik

4.2.1 Projektziele

Das Hauptziel war der Vergleich arzneimittelbezogener Anfragen der Stationsmitarbeiter an die Klinikapotheke zum Thema Arzneimittel nach Anzahl, Herkunft und Inhalt vor, während und nach abgeschlossener Systemeinführung von AiDKlinik®. Als Nebenziel sollten die Zeitpunkte im Verlauf der Einführung erfasst werden, zu denen Veränderungen der arzneimittelbezogenen Anfragen an die Klinikapotheke auftraten.

4.2.2 Projektplanung und -ablauf

Projektplanung

Studiendesign

Es handelte sich um eine offene, prospektive Untersuchung in einem Vorher-Nachher-Vergleich von definierten Punkten vor, während und nach abgeschlossener Systemeinführung von AiDKlinik®. Es fand keine Randomisierung und keine separate Fallzahlplanung statt, da es sich um eine explorative Analyse aller eingegangenen Anfragen handelte. Eingeschlossen wurden alle Anfragen zum Thema Arzneimittel, die innerhalb von 8 festgelegten Erhebungswochen durch die vom QM definierten Mitarbeiter der Klinikapotheke dokumentiert worden waren. Nicht dokumentiert und ausgeschlossen von der Untersuchung waren Anfragen zu anderen Themenkomplexen als Arzneimittel. Für eine Auswertung der anonym erhobenen Daten des QM im Rahmen von Teilprojekt 1 hatte die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät Heidelberg ein positives Votum gegeben, der Chefapotheker und der Personalrat im Klinikum Augsburg hatten zugestimmt.

Ablauf der Datenerhebung zu arzneimittelbezogenen Anfragen an die Klinikapotheke im Rahmen von QM-Maßnahmen in der Routine

Im Rahmen von QM-Routinemaßnahmen dokumentierten definierte Apothekenmitarbeiter auf einem QM-geprüften Dokumentationsbogen periodisch jeweils über den Zeitraum von 1 Woche alle eingehenden Anfragen der Stationsmitarbeiter zu Arzneimitteln (Abb. 6, S. 55). Um Unterschiede zwischen den Wochentagen auszugleichen, wurden über jeweils 7 aufeinanderfolgende Tage in Wochen ohne Feiertag alle Anfragen, die die Apotheke zum Thema Arzneimittel erhielt, mithilfe des Fragebogens erfasst. Pro Frage wurde ein Fragebogen ausgefüllt und in einen dafür bereitstehenden Sammelbehälter gelegt. Die eingegangenen Fragebögen wurden nach Abschluss der Erhebungswoche erfasst und die Ergebnisse für das QM dokumentiert. Die QM-Vorgaben sahen vor, dass keine personenbezogenen Daten erhoben wurden, weshalb die dokumentierten Fragebögen anonymisiert waren. Eine Teilnahme an der Routine-Erfassung für das QM war für den einzelnen Apothekenmitarbeiter freiwillig, jedoch mussten alle Abteilungen, die Anfragen zum Thema AM-Info erhielten, eine regelmäßige Datenerhebung nach QM-Vorgaben sicherstellen. Bei allen Erhebungen hatte sich in der Vergangenheit in Augsburg stets eine ausreichende Anzahl Freiwilliger gefunden. Die beteiligten Apothekenmitarbeiter erhielten vor ihrer ersten Teilnahme eine ausführliche Schulung zum Hintergrund und zum Ablauf der QM-Maßnahme, bei Bedarf vor jeder weiteren Erhebungswoche eine verkürzte

Wiederholungsschulung. Während der Erhebungswochen stand jederzeit ein QM-Verantwortlicher für Rückfragen zur Verfügung. Die Fragebögen wurden allerdings nicht konsekutiv und lückenlos aufgezeichnet. Die Öffnungszeiten der Apotheke waren an Montagen von 7 Uhr bis 16 Uhr, von Dienstag bis Freitag von 7 Uhr bis 15 Uhr. Die Apotheke war an Montagen 1 Stunde länger geöffnet als von Dienstag bis Freitag, daher war an Montagen potenziell eine höhere Anzahl an Bestellzeilen in der Materialwirtschaft und damit zusammenhängende Anfragen als im Wochendurchschnitt möglich. Zudem ist ein Teil der Apothekenmitarbeiter und der Stationsmitarbeiter in Augsburg in Teilzeit vormittags zwischen 8 und 12 Uhr tätig, in diesem Zeitraum konnten also potenziell mehr Personen Fragen stellen und Fragebögen ausfüllen. Außerhalb der Öffnungszeiten, sowie an Samstagen und Sonntagen war wiederum nur ein diensthabender Apotheker zur Notfallversorgung tätig und damit ein Ausfüllen von Fragebögen weniger wahrscheinlich.

Nutzung der QM-Daten für Teilprojekt 1

Im Zeitraum der Systemeinführung von *AiDKlinik*[®] wurden die erhobenen Daten dazu verwendet, um Anzahl, Herkunft und Inhalt der eingehenden Anfragen, sowie die zur Beantwortung benötigten Hilfsmittel und die zur Bearbeitung benötigte Zeit zu analysieren.

Aus den Inhalten des Fragebogens sollten die Einzelfragen zum Erfasser der Frage in der Apotheke, zum Fragesteller (Berufsgruppe) und dessen Fachrichtung als Datengrundlage für das Hauptziel Veränderungen der Herkunft der Anfragen dienen. Die Einzelfragen zum Erfasser, zum Fragesteller (Berufsgruppe), zum Inhalt der Frage, zur Dauer der Bearbeitung und zu den zur Beantwortung benötigten Hilfsmitteln sollten als Datengrundlage für das Hauptziel Veränderungen des Inhalts der Anfragen dienen. Zusätzlich wurde die Anzahl der Fragebögen in den Erhebungswochen erfasst. Über die Hauptziele der Anzahl, der Herkunft und des Inhalts der Anfragen sollte der Anspruch der Frage beurteilt werden, letztlich, ob einfache Anfragen abnahmen und die Apotheke für anspruchsvolle Anfragen weiter Ansprechpartner blieb. Die Anzahl der Anfragen sollte auch einen eventuell erhöhten Informationsbedarf der Stationsmitarbeiter während Umstellungsphase zeigen. Der Wochentag und die Uhrzeit, sowie der Eingang der Anfragen und Detailinhalte wurden ergänzend erfasst, genauso die Anzahl der Nutzer und der Suchanfragen in *AiDKlinik*[®] im Projektverlauf. Ergänzend wurde die Anzahl der Bestellzeilen in den 8 Erhebungswochen in der Software zur Materialwirtschaft erfasst.



Beratungsaufzeichnung

Zeitraum:

 bis

Wochentag:

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Uhrzeit:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> Uhr

Erfasser:

Offizinmitarbeiter Direkter Kontakt
(zum Beispiel Anruf)

Eingang der Frage:

Telefonisch E-Mail Sonstiges
(zum Beispiel Brief)

Sonderrezept Fax

Fragesteller:

(nicht bei Sonderrezept)

Arzt Assistenz Sonstige
(zum Beispiel Patient)

Pflege Controlling

Fachrichtung:

Innere Medizin Pädiatrie Sonstige
 Chirurgie Onkologie

Inhalt der Frage:

Logistisch-organisatorisch Sonstiges
(zum Beispiel EDV, Öffentlichkeitsarbeit)

Pharmazeutisch-medizinisch

Juristisch Ökonomisch Ernährung
(zum Beispiel Betäubungsmittel) (zum Beispiel Abrechnung)

Wechselwirkung Nebenwirkung Indikation Kontraindikation Schwangerschaft

Dosierung, speziell Leber Niere Kinder Ältere

Kinetik Gewicht

Applikation, speziell Sonde Teilbar Zubereitung Kompatibilität

Haltbarkeit

Eigenherstellung Zyto Steril Rezeptur

Dauer der Bearbeitung:

<1 Minute 1-5 Minuten >5 Minuten

Benötigte Hilfsmittel:

Keine Schnellmedium Ausführliche Recherche
(zum Beispiel AiDKlinik®, AMeLI®)

Abb. 6 Fragebogen für die QM-Routineerfassung von Anfragen der Stationen zu Arzneimitteln an die Apotheke.

Den Fragebogen nutzten vom QM definierte Mitarbeiter aus allen Abteilungen der Apotheke, die Anfragen zum Thema AM-Info erhielten, um periodisch die eingehenden Anfragen zum Thema Arzneimittel zu erfassen.

Projektablauf

Von Februar 2016 bis Februar 2018 wurden Daten aus 8 unterschiedlichen Erhebungswochen im Verlauf der Systemeinführung von AiDKlinik[®] ausgewertet. Die erste Datenerhebung fand im Quartal 1/16, zu Beginn der Systemeinführung statt. Weitere Datenerhebungen erfolgten jeweils in den Quartalen 2/16, 3/16 und 4/16 und 1/17, sowie zweimal in 3/17; zum ersten Mal unmittelbar nach der Abschaltung des Vorgängersystems AMeLI[®] (3/17a) und erneut 6 Wochen nach der Abschaltung von AMeLI[®] (3/17b). Die letzte Erhebung im Quartal 1/18 diente der Datenerfassung im Routinebetrieb. Im Ethikantrag waren mindestens 4 Auswertungen beantragt worden. Die Projektverantwortlichen aus Augsburg und Heidelberg betrachteten die Auswertung zusätzlicher Daten als sinnvoll, um mögliche Veränderungen und deren Zeitpunkt im Verlauf der Systemeinführung engmaschig zu erfassen.

4.2.3 Datenauswertung und Statistik

Zur Messung möglicher Veränderungen wurden die eingegangenen Fragebogeninhalte dokumentiert und eine Auswertung über die Studienlaufzeit durchgeführt. Neben der Anzahl der Fragebögen wurde auch der Zeitpunkt der Erfassung erhoben. Die eingegangenen Fragebögen wurden mithilfe von Microsoft Excel[®] 2010 (Microsoft Corporation Redmond, WA, USA) erfasst. Zur statistischen Analyse und graphischen Darstellung wurden IBM SPSS[®] Statistics (1200) 21.0 (IBM Corporation Armonk, NY, USA) und Microsoft Excel[®] 2010 verwendet. Dazu wurden die in Microsoft Excel[®] erfassten Daten in IBM SPSS[®] importiert.

Für die interessierenden Variablen wurden in einem ersten Schritt deskriptive Statistiken wie Häufigkeitsverteilungen und Kreuztabellen ohne und mit Berücksichtigung der Phasen erstellt. So wurden bei Vorliegen eines metrischen Messniveaus – beispielsweise für die Anzahl der Bestellzeilen – Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) berechnet. Bezüglich der Merkmale, für die ein nominales oder ordinales Skalenniveau anzunehmen war, wurden Häufigkeitsverteilungen und Kreuztabellen ohne und mit Berücksichtigung der Phasen erstellt. Unterschiede zwischen den Phasen wurden jeweils mithilfe von Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstests auf statistische Relevanz hin untersucht. Lieferte ein Test ein signifikantes Ergebnis, wurde über einen Vergleich der Spaltenanteile (bei Korrektur des Signifikanzniveaus nach Bonferroni) geklärt, zwischen welchen Phasen ein Unterschied bestand. Zur Überprüfung eines korrelativen Zusammenhangs zwischen der Anzahl der Anfragen an die Apotheke und der Anzahl an Suchanfragen in AiDKlinik[®] wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 0,05$ festgesetzt.

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Basisergebnisse

In 8 Erhebungswochen, entsprechend 56 Projekttagen, wurden insgesamt 626 Anfragen dokumentiert. Kein Fragebogen musste von der Erhebung ausgeschlossen werden. Nicht alle Fragebögen waren vollständig ausgefüllt und für einzelne Fragen fehlten Angaben.

Damit schwankte die Anzahl der gültigen Angaben je nach Frage von 625 (Frage zum Wochentag) bis 567 (Frage zum Erfasser). Nur 429 gültige Angaben lagen für die Frage zum Fragesteller vor, da für 184 Sonderrezepte diese Frage nicht relevant war. Im Rahmen der statistischen Analysen wurde deshalb die Anzahl der gültigen Werte angegeben, die die Basis der jeweiligen Auswertung bildeten.

In den Erhebungswochen 4/16, 1/17 und 1/18 war die Anzahl der dokumentierten Anfragen am geringsten, 4/16, 1/17 und 1/18 hatten einen größeren Zeitabstand zu Veränderungen der Software als die anderen Erhebungswochen (Beginn der Systemeinführung von AiDKlinik® im Quartal 1/16, Abschaltung von AMeLi® im Quartal 3/17a, Abb. 7). Die Anzahl der Suchanfragen und Nutzer pro Monat in AiDKlinik® stieg im Verlauf von 5 364 Suchanfragen und 1 713 Nutzern im Monat, in dem die Erhebungswoche 1/16 stattfand, auf 14 178 Suchanfragen und 5 148 Nutzer im Monat, in dem die Erhebungswoche 1/18 durchgeführt wurde (Abb. 8, S. 58; Quelle: AiDKlinik®, Klinikum Augsburg, Statistik; Dosing GmbH Heidelberg). Die Anzahl an Suchanfragen in AiDKlinik® und die Anzahl an Anfragen an die Apotheke waren nicht korreliert ($r^2 = 0,10$, $p = 0,447$; Abb. 9, S. 58).

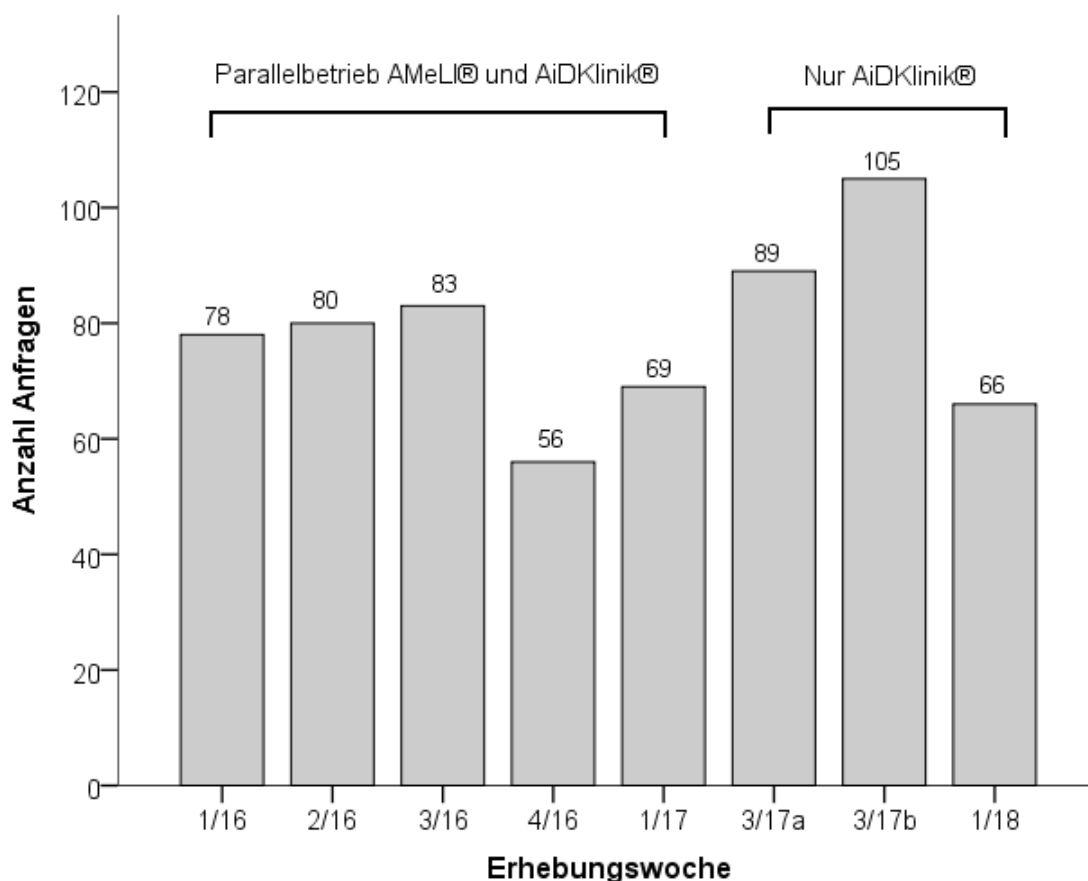


Abb. 7 Anzahl der Anfragen an die Apotheke insgesamt je Erhebungswoche, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.

(Gesamtanzahl $n = 626$)

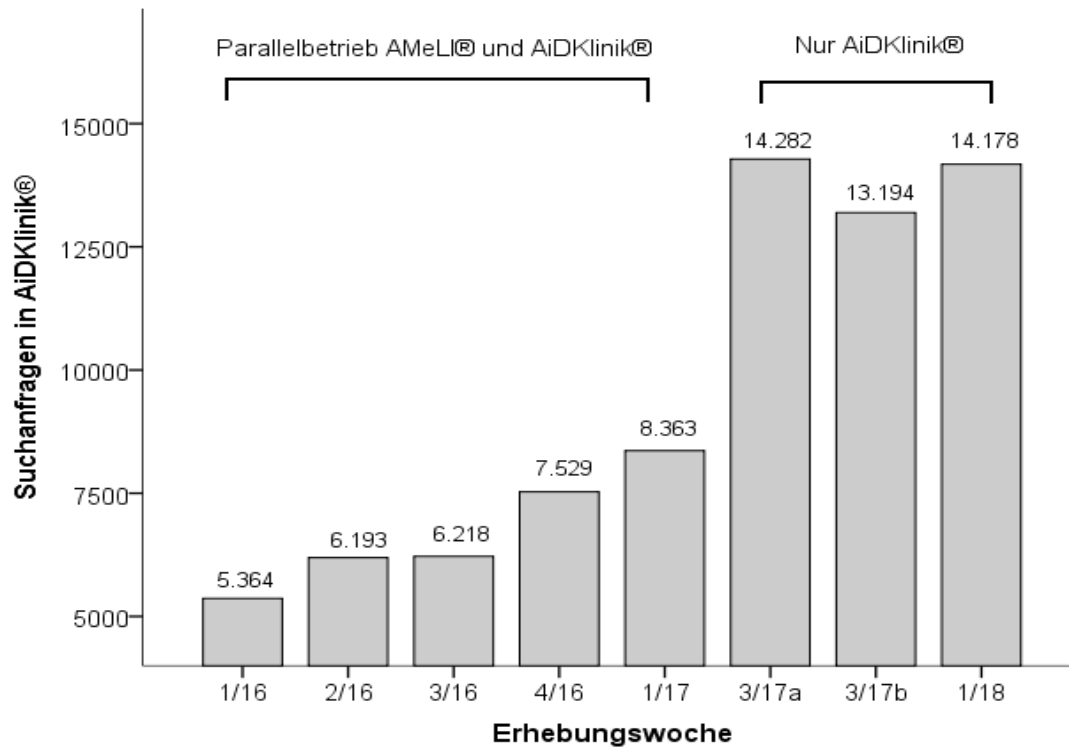


Abb. 8 Anzahl der Suchanfragen in AiDKlinik® pro Monat insgesamt im Verlauf. Darstellung der Monate, in denen die einzelnen Erhebungswochen stattfanden.
(Gesamtanzahl $n = 75\ 321$)

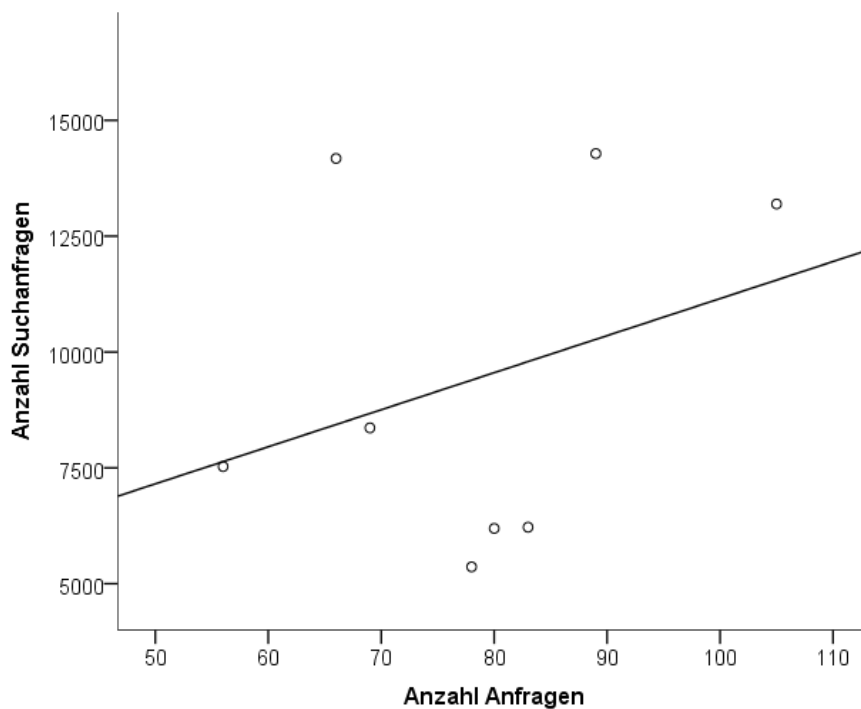


Abb. 9 Korrelationsanalyse der Anzahl der Anfragen an die Apotheke und der Suchanfragen in AiDKlinik®.

Wochentag und Uhrzeit

An Montagen wurden 25,9 % (162) der Anfragen erfasst. An Montagen in den 8 Erhebungswochen war auch die Anzahl der Bestellzeilen in der Software zur Materialwirtschaft stets höher als im Wochendurchschnitt (Tab. 6, S. 60). Auf 69 Fragebögen war keine Uhrzeit erfasst worden. Von den 557 Fragebögen mit einer Angabe der Uhrzeit wurden 56,4 % (314) zwischen 8 Uhr und 12 Uhr erfasst. Fast ein Drittel der Anfragen (28,8 %, 160) fielen in den Zeitraum zwischen 12 Uhr und 16 Uhr und nur 3,1 % (17) der Anfragen gingen später als 16 Uhr ein (Abb. 10).

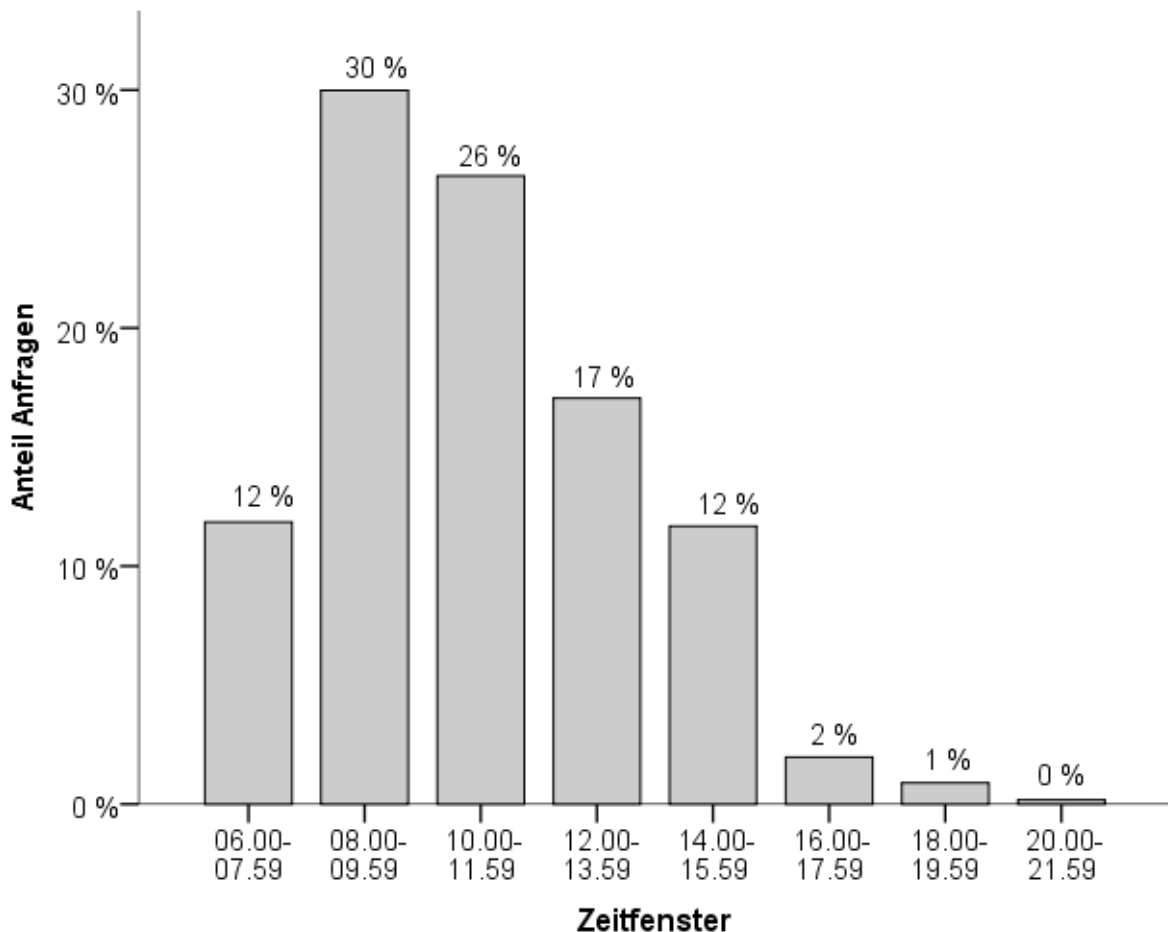


Abb. 10 Anteil der Anfragen an die Apotheke nach Tageszeit.
(Gesamtanzahl $n = 557$)

Tab. 6 Anzahl der Bestellzeilen an einem Montag und im Wochendurchschnitt in den einzelnen Erhebungswochen.

Erhebungswoche	Anzahl Bestellzeilen Montag	Tägliche Anzahl Bestellzeilen (Montag bis Freitag)	
		<i>M</i>	\pm <i>SD</i>
1/16	2558	1519	\pm 735
2/16	2533	1552	\pm 839
3/16	2610	1549	\pm 725
4/16	2567	1661	\pm 739
1/17	2352	1609	\pm 662
3/17a	2483	1605	\pm 740
3/17b	2491	1559	\pm 709
1/18	2662	1643	\pm 751

Quelle: MobiDiK – Lager/Apotheke, Version 3.53.9, ©Richard Müller GmbH, Dortmund.

4.3.2 Herkunft der Anfragen

Erfasser und Eingang der Frage

Ohne Angabe eines Erfassers waren 59 Fragebögen. Die verbleibenden 567 Fragebögen erfasste in 72,0 % (408) der Fälle ein Mitarbeiter der Offizin. In der letzten Erhebungswoche 1/18 war die direkte Kontaktaufnahme erstmalig genauso häufig wie die Kontaktaufnahme über die Offizin (Abb. 11, S. 61; Tab. 7, S. 62); dies bedeutete, dass genauso häufig gezielt ein spezieller Ansprechpartner in der Apotheke für eine Anfrage ausgewählt wurde, wie Kontakt über eine allgemeine Rufnummer aufgenommen wurde. Über die Phasen konnten signifikante Änderungen hinsichtlich des Erfassers festgestellt werden (Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$). In den späteren Erhebungswochen 1/17 (48,2 %) und 1/18 (50,0 %) gab es signifikant mehr Anfragen über direkten Kontakt als in den ersten Quartalen 2/16 (5,5 %), 3/16 (16,7 %) und 4/16 (5,9 %) (Tab. 7, S. 62).

Keinen Eintrag zum Eingang der Frage hatten 8 Fragebögen. Von den 618 verbleibenden Anfragen waren 64,2 % (397) telefonisch eingegangen.

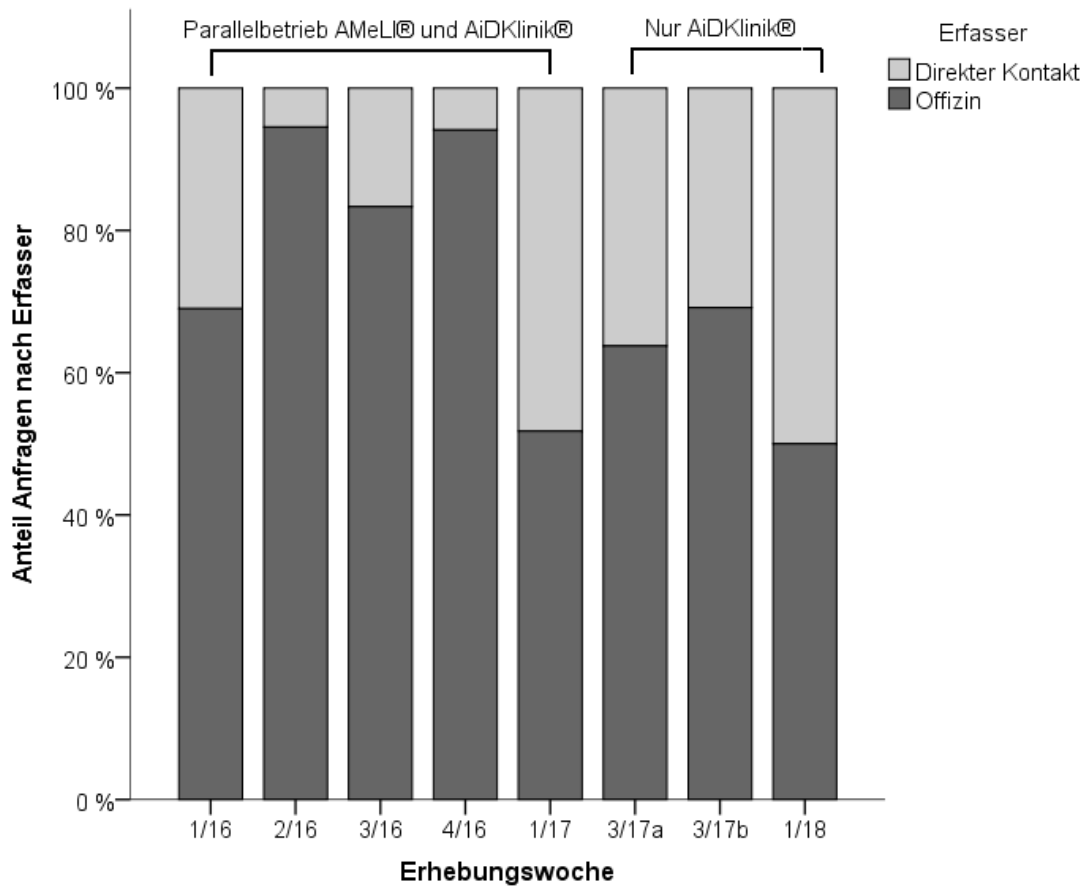


Abb. 11 Anteil der Antworten zum Erfasser, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.
 (Gesamtanzahl $n = 567$)

Tab. 7 Übersicht zur Entwicklung unterschiedlicher Parameter aus dem QM-Fragebogen über die einzelnen Erhebungswochen.

	Erhebungswoche															
	1/16		2/16		3/16		4/16		1/17		3/17a		3/17b		1/18	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Erfasser																
Direkter Kontakt	22 _{a,b}	31,0	4 _c	5,5	13 _{b,c}	16,7	3 _c	5,9	27 _a	48,2	29 _{a,b}	36,2	29 _{a,b}	30,9	32 _a	50,0
Offizin	49 _{a,b}	69,0	69 _c	94,5	65 _{b,c}	83,3	48 _c	94,1	29 _a	51,8	51 _{a,b}	63,8	65 _{a,b}	69,1	32 _a	50,0
Fragesteller																
Arzt	16 _{a,b,c}	32,7	5 _c	9,8	12 _{b,c}	21,1	6 _{a,b,c}	20,0	10 _{a,b,c}	25,6	23 _{a,b,c}	34,3	24 _{a,b}	35,8	21 _a	55,3
Pflege	27 _{a,b}	55,1	41 _b	80,4	40 _{a,b}	70,2	11 _a	36,7	15 _a	38,5	40 _{a,b}	59,7	29 _a	43,3	15 _a	39,5
Assistenz	6 _{a,b,c}	12,2	5 _{a,b,c}	9,8	5 _c	8,8	13 _d	43,3	14 _{b,d}	35,9	4 _{a,c}	6,0	14 _{a,b,c,d}	20,9	2 _{a,c}	5,3
Inhalt der Frage																
Logistisch-organisatorisch	27	35,5	43	53,8	40	48,2	33	58,9	29	44,6	36	41,9	42	40,0	25	37,9
Pharm.-medizinisch	49	64,5	37	46,2	43	51,8	23	41,1	36	55,4	50	58,1	63	60,0	41	62,1
Dauer																
< 1 Minute	50 _{a,b}	64,1	44 _{a,b}	55,0	53 _{a,b}	63,9	39 _b	69,6	32 _{a,b,c}	47,1	41 _{a,b,c}	46,1	43 _{a,c}	42,2	15 _c	22,7
≥ 1 Minute	28 _{a,b}	35,9	36 _{a,b}	45,0	30 _{a,b}	36,1	17 _b	30,4	36 _{a,b,c}	52,9	48 _{a,b,c}	53,9	59 _{a,c}	57,8	51 _c	77,3
Benötigte Hilfsmittel																
Ausführliche Recherche	8 _{a,b}	10,4	9 _{a,b}	12,9	7 _b	8,8	4 _{a,b}	7,5	8 _{a,b}	12,1	13 _{a,b}	15,3	22 _{a,b}	22,4	20 _a	30,8
Keine	40 _{a,b,c}	51,9	28 _{a,b,c}	40,0	48 _{b,c}	60,0	36 _c	67,9	33 _{a,b,c}	50,0	46 _{a,b,c}	54,1	36 _{a,b}	36,7	20 _a	30,8
Schnellmedium	29 _a	37,7	33 _a	47,1	25 _a	31,2	13 _a	24,5	25 _a	37,9	26 _a	30,6	40 _a	40,8	25 _a	38,5

n = Anzahl Anfragen. Die tiefgestellten Buchstaben beziehen sich auf einen Vergleich der Spaltenanteile innerhalb einer Zeile unter Korrektur des Signifikanzniveaus nach Bonferroni; unterschiedliche tiefgestellte Buchstaben innerhalb einer Zeile verweisen auf einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$). Bei Feldern mit mindestens 1 gemeinsamen Buchstaben besteht kein signifikanter Unterschied, Felder ohne gemeinsame Buchstaben unterscheiden sich dagegen signifikant.

Fragesteller nach Berufsgruppe

In 2,1 % (13) der 626 Fragebögen gab es keine Angabe zum Fragesteller. Bei 29,4 % (184) der Anfragen handelte es sich um Sonderrezepte, es erfolgte daher keine Erfassung eines Fragestellers. Bei 5,0 % (31) handelte es sich um sonstige Fragesteller. Für die Analyse des Zusammenhangs zwischen Fragesteller und Erhebungswoche wurden die verbleibenden 398 Anfragen verwendet (Abb. 12; Tab. 7, S. 62). In der letzten Erhebungswoche 1/18 lösten die Ärzte erstmalig die Pflege oder Assistenz als Fragesteller mit der höchsten Teilnehmerzahl ab. Es zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Fragesteller und Erhebungswoche (Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$). In den beiden letzten Erhebungswochen 3/17b (35,8 %) und 1/18 (55,3 %) war der Anteil der Ärzte als Fragesteller signifikant höher als in 2/16 (9,8 %). Ab der Erhebungswoche 4/16 (ausgenommen geringer Anstieg in 3/17a) war der Anteil an Fragestellern aus der Pflege signifikant niedriger als in 2/16 (80,4 %).

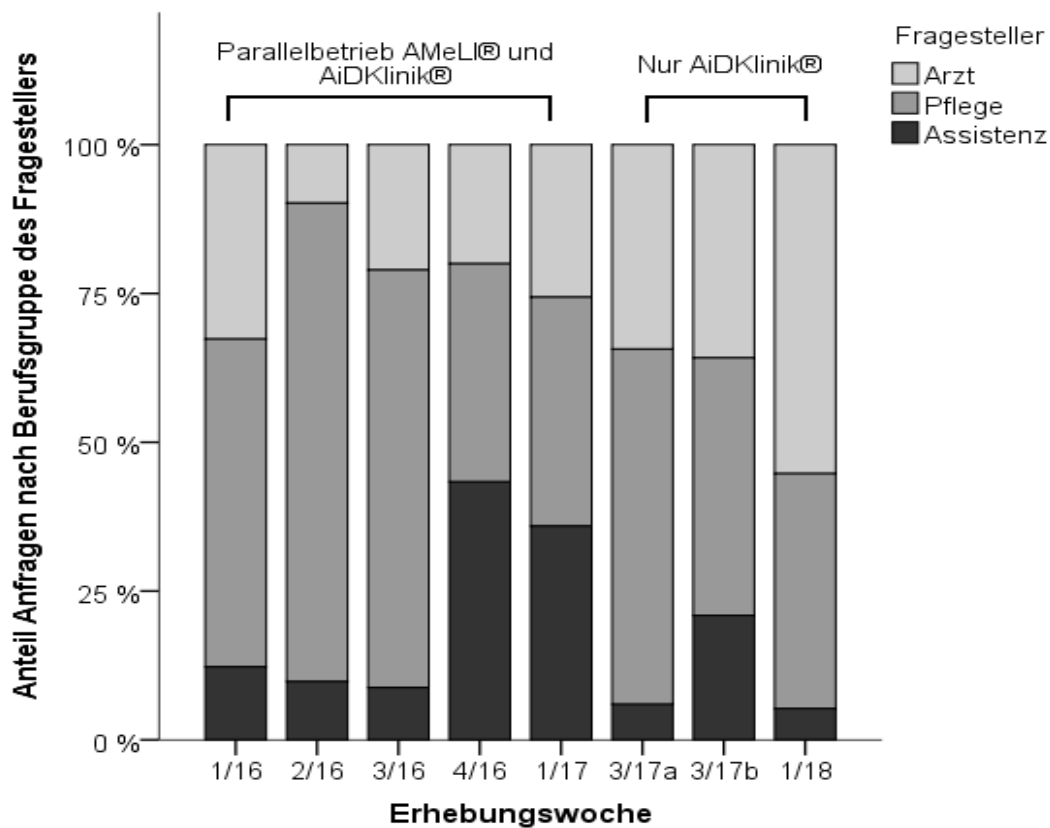


Abb. 12 Anteil der Antworten zum Fragesteller (Berufsgruppe), einzelne Erhebungswochen im Verlauf.

(Gesamtanzahl $n = 398$)

Fachrichtung

Von den 577 Fragebögen mit gültigen Angaben zur Fachrichtung stammten 33,4 % (193) aus der Inneren Medizin (Abb. 13). Heterogen war die Herkunft der 18,0 % (104) Anfragen sonstiger Fachrichtungen; am häufigsten waren die Anästhesie-Intensivmedizin mit 16 Fragebögen und die Geriatrie mit 8 Fragebögen. In allen Erhebungswochen kam der höchste Anteil an Anfragen aus der Inneren Medizin, nur in der Erhebungswoche 3/17a unmittelbar nach der Abschaltung des Vorgängersystems AMeLI[®], stellte die Chirurgie die meisten Anfragen (Abb. 14, S. 65).

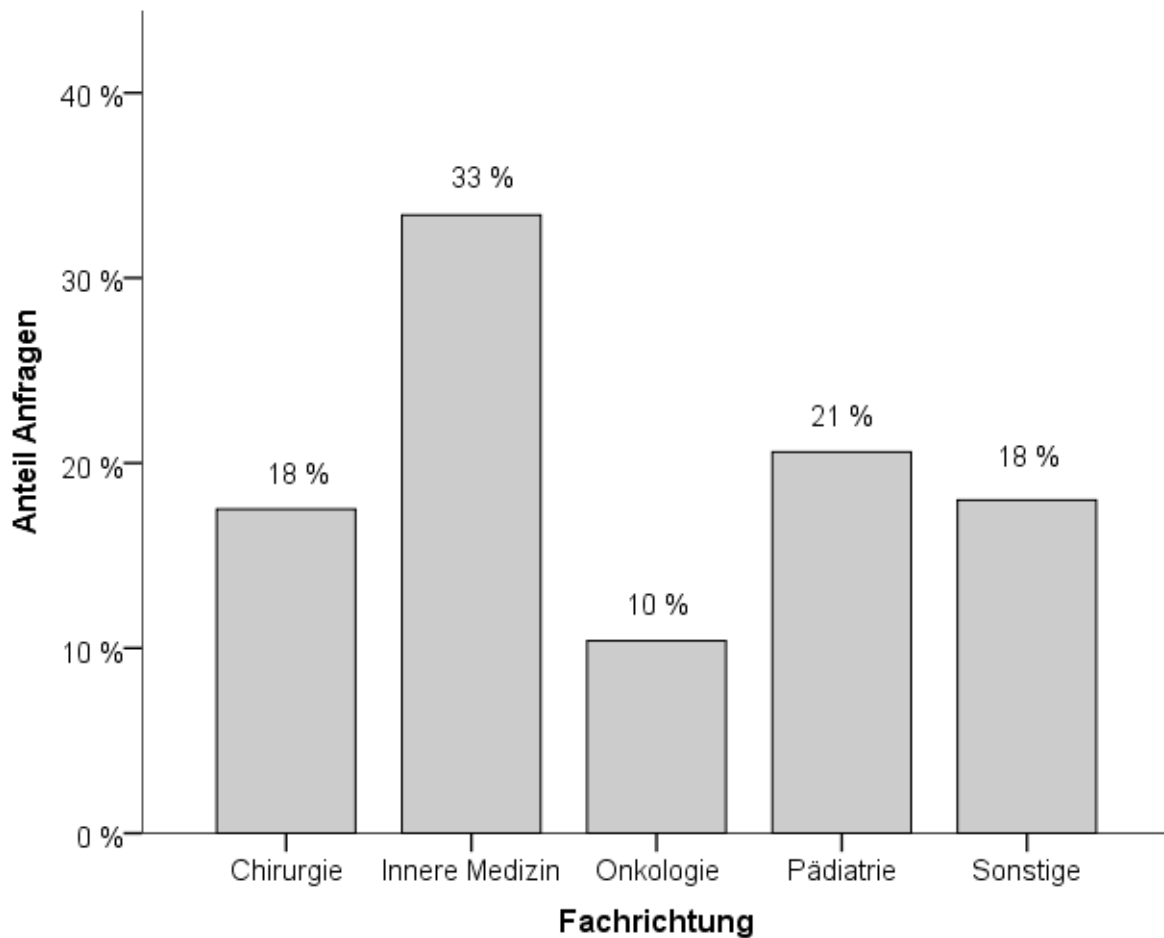


Abb. 13 Anteil der Fachrichtungen an allen Anfragen im Gesamtprojektzeitraum.
(Gesamtanzahl $n = 577$)

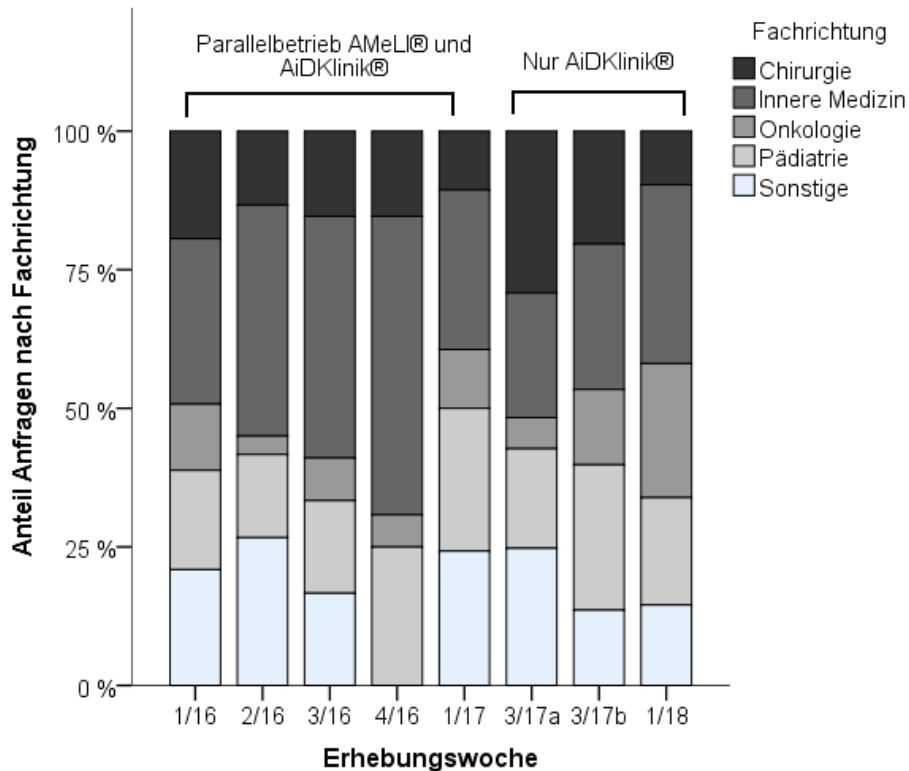


Abb. 14 Anteil der Fachrichtungen an allen Anfragen, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.
(Gesamtanzahl $n = 577$)

4.3.3 Inhalt der Anfragen

Für 623 Fragebögen lagen gültige Angaben zum Inhalt der Frage vor. Mit 54,9 % (342) waren pharmazeutisch-medizinische Inhalte der Fragen dabei am häufigsten. Einen logistisch-organisatorischen Bezug hatten 44,1 % (275) der Fragebögen und 1,0 % (6) der Fragen betrafen sonstige Inhalte wie die EDV oder Öffentlichkeitsarbeit. Die 248 Detailantworten bezogen sich überwiegend auf die spezielle Dosierung und Applikation von Arzneimitteln. Keine Anfragen wurden zu Kontraindikationen und Wechselwirkungen dokumentiert (Tab. 8, S. 66). Der Anteil pharmazeutisch-medizinischer Inhalte der Fragen war hoch in der Erhebungswoche 1/16 und den späteren Erhebungswochen ab 3/17a (Abb. 15, S. 66; Tab. 7, S. 62). Eine signifikante Veränderung des Inhalts der Fragen über die Zeit war nicht nachweisbar (Chi-Quadrat-Test $p = 0,080$).

Tab. 8 Detailantworten zu pharmazeutisch-medizinischen Frageninhalten.

Detailantwort	Anzahl	Anteil (%)
Applikation, speziell	51	20,6
Dosierung, speziell	90	36,3
Eigenherstellung	24	9,7
Ernährung	19	7,7
Indikation	26	10,5
Juristisch	5	2,0
Kontraindikation	0	0,0
Nebenwirkung	3	1,2
Ökonomisch	27	10,9
Schwangerschaft	3	1,2
Wechselwirkung	0	0,0
Gesamt	248	100,1*

*Rundungsfehler

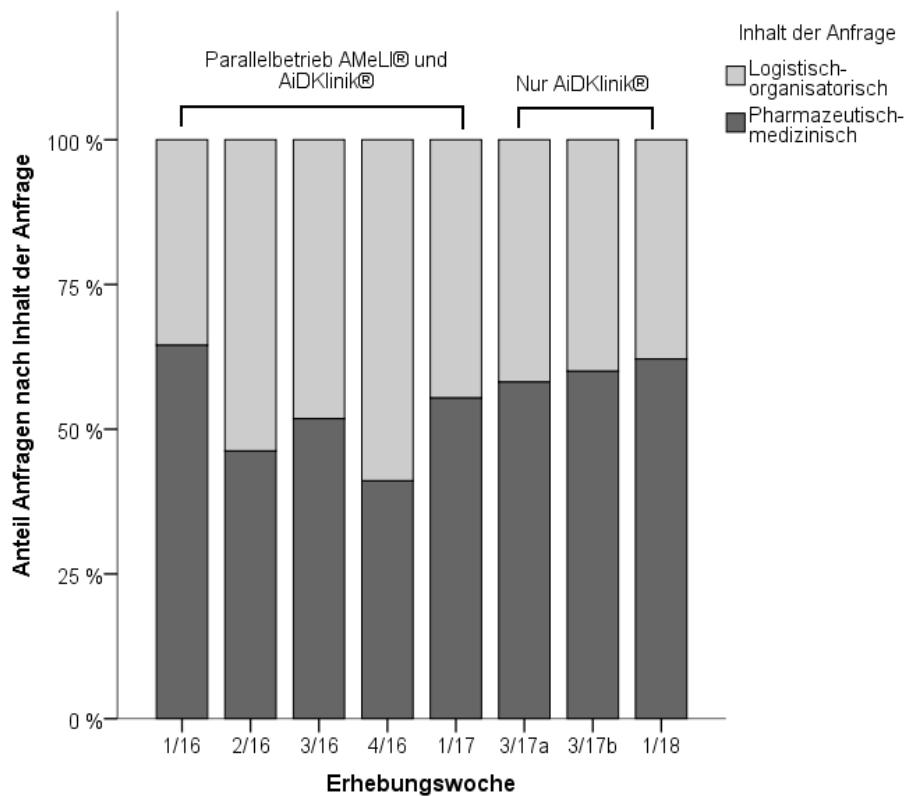


Abb. 15 Anteil der Antworten zum Inhalt der Anfrage, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.
(Gesamtanzahl $n = 617$)

Zur Beantwortung benötigte Bearbeitungsdauer

Für 4 Fragebögen fehlten Angaben zur Bearbeitungsdauer. Von den verbleibenden 622 Fragebögen konnten in weniger als 1 Minute 51,0 % (317) der Fragen bearbeitet werden. Es zeigte sich eine signifikante Veränderung der Bearbeitungsdauer im Verlauf

(Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$). Im Vergleich zu den frühen Erhebungswochen 1/16 bis 4/16 gab es in der letzten Erhebungswoche 1/18 seltener Anfragen, die weniger als 1 Minute beanspruchten (Abb. 16; Tab. 7, S. 62).

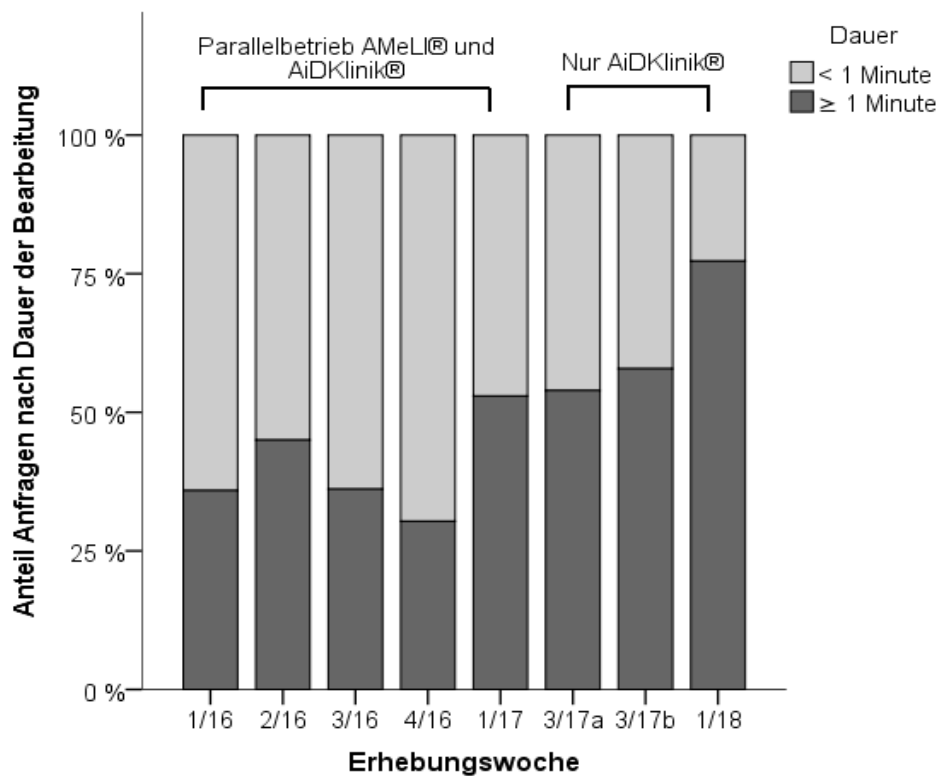


Abb. 16 Anteil der Antworten zur Dauer der Bearbeitung der Anfrage, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.

(Gesamtanzahl $n = 622$)

Zur Beantwortung eingesetzte Hilfsmittel

Von den 594 Fragen, für die gültige Angaben zur Art des Hilfsmittels vorlagen, konnten 48,3 % (287) der Fragen ohne Einsatz von Hilfsmitteln beantwortet werden. Es zeigte sich eine signifikante Veränderung der benötigten Hilfsmittel im Verlauf (Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$). In der letzten Erhebungswoche 1/18 gab es mehr Anfragen, für die eine ausführliche Recherche nötig war, im Vergleich zu Erhebungswoche 3/16 (30,8 % vs. 8,8 %). Ferner war der Anteil an Anfragen, für die keine Recherche nötig war, in Erhebungswoche 4/16 (67,9 %) signifikant höher als in den beiden letzten Erhebungswochen 3/17b (36,7 %) und 1/18 (30,8 %) (Abb. 17; Tab. 7, S. 62). Im Hinblick auf Anfragen, für die eine Recherche mittels Schnellmedium (AiDKlinik®, AMeLI®) durchgeführt wurde, zeigte sich keine signifikante Veränderung im Verlauf.

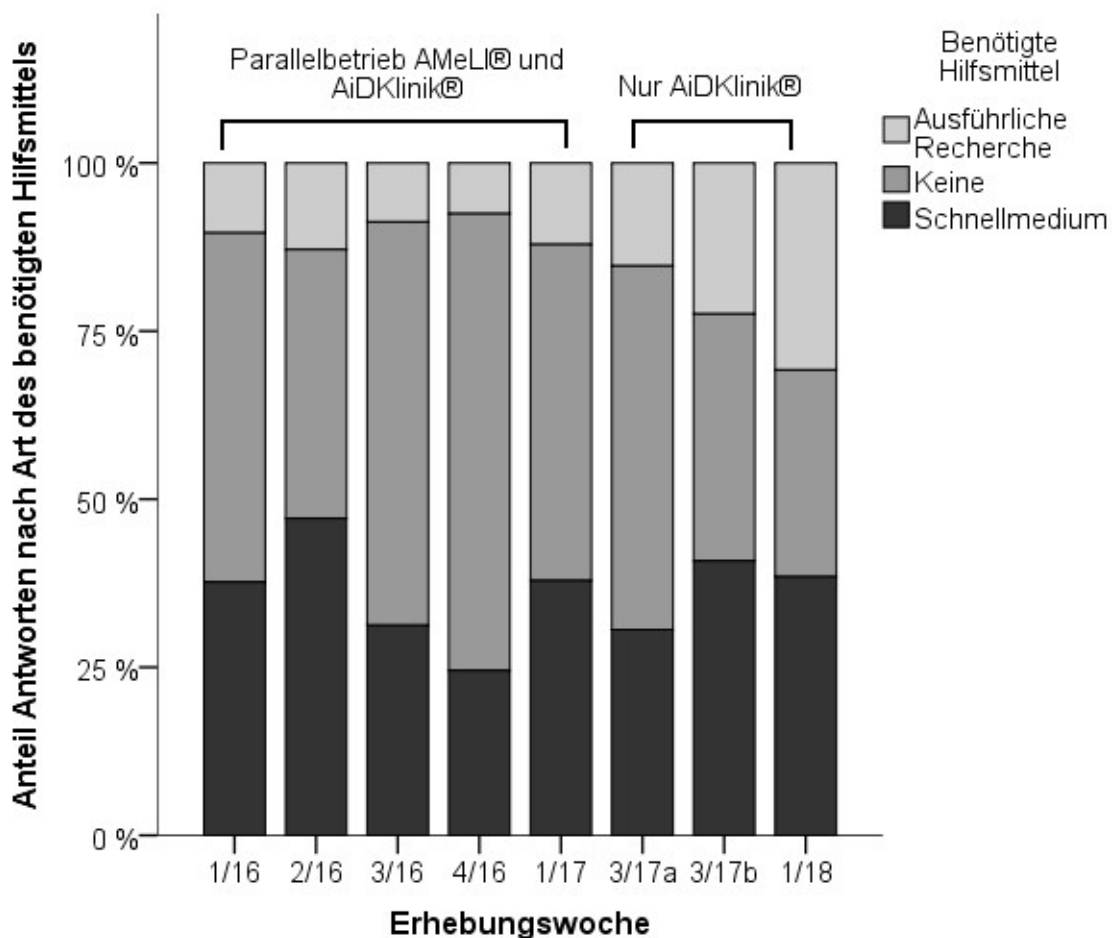


Abb. 17 Anteil der Antworten der zur Beantwortung benötigten Hilfsmittel, einzelne Erhebungswochen im Verlauf.

(Gesamtanzahl $n = 594$)

4.4 Diskussion

4.4.1 Veränderung der Anzahl an Anfragen

Nach der Einführung eines CPOE-/CDS-Systems benötigten Apotheker nur noch die Hälfte der Zeit, die zuvor für Bagatellaufgaben und Anfragen im Rahmen der Verordnung erforderlich gewesen war und die Apotheker gewannen dadurch Zeit für klinisch-pharmazeutische Aufgaben (McMullen et al. 2015). Eine ähnliche Entwicklung wünschten sich Apotheker und Stationsmitarbeiter in Augsburg durch die Einführung von AiDKlinik[®]. Dass im Verlauf mehr Zielgruppenmitarbeiter AiDKlinik[®] für mehr Suchanfragen nutzten und dass die Apotheke im Routinebetrieb, nach abgeschlossenen Anpassungen der Software seltener angefragt wurde, zeigten mehrere Ergebnisse. Die hohe Anzahl an Anfragen zu Beginn der Systemeinführung von AiDKlinik[®] und der erneute vorübergehende Anstieg nach der Abschaltung des Vorgängersystems AMeLI[®], aber auch der Rückgang der Anfragen in den Erhebungswochen 4/16, 1/17 und 1/18, die in zeitlichem Abstand von Veränderungen der Software stattfanden, belegten, genauso wie die steigende Zahl der Nutzer und Suchanfragen in AiDKlinik[®], dass die Apotheke tatsächlich im Routinebetrieb weniger Bagatellanfragen erhielt.

Den Verantwortlichen in Augsburg war bewusst gewesen, dass die Apotheke nur dann weniger Bagatellanfragen erhalten würde, wenn die Mehrzahl der Zielgruppenmitarbeiter AiDKlinik[®] fehlerfrei und regelmäßig einsetzte und dazu mussten die Zielgruppenmitarbeiter geschult werden (Abb. 5, S. 47-49). Auch unterschiedliche Einrichtungen in den USA hatten mehrfach über Schulungsmaßnahmen als wichtige Voraussetzung einer erfolgreichen Einführung und späteren breiten Routinenutzung von CPOE-/CDS-Systemen berichtet (Kruse et al. 2015). In Augsburg benötigten rund 2 500 Zielgruppenmitarbeiter Informationen zu AiDKlinik[®]. Die Information sollte sicherstellen, dass die Mitarbeiter AiDKlinik[®] kennenlernten (Fiander et al. 2015, Simon et al. 2013) und auch dass später keine Fehler bei der Systemnutzung auftreten würden, die Patienten oder Prozessabläufe beeinträchtigten (Aarts et al. 2004, Campbell et al. 2006). Umfangreiche Schulungsmaßnahmen waren in Augsburg jedoch personell nicht möglich, zumal offen war, ob der Umfang der Schulungsmaßnahmen tatsächlich über den Erfolg der Systemeinführung entscheiden würde (Kruse et al. 2015). Eine wichtige Anforderung des Pflichtenhefts in Augsburg war daher eine einfache und selbsterklärende Nutzbarkeit des AM-Info-/CDS-Systems gewesen (Tab. 5, S. 40-42). AiDKlinik[®] erfüllte die Anforderung einer einfachen Nutzbarkeit, der geplante Personaleinsatz von insgesamt 100 Stunden reichte aus, damit die Zielgruppenmitarbeiter AiDKlinik[®] tatsächlich in ihrer Routine einsetzten. Dadurch unterschied sich AiDKlinik[®] positiv von anderen CPOE-/CDS-Systemen, deren Einführung längerfristig 50 EDV-Mitarbeiter für eine Klinik oder 6 Vollzeitmitarbeiter pro Abteilung erfordert hatte (Ash et al. 2007b).

Bevor Mitarbeiter neue elektronische Abläufe in ihre Arbeitsroutine integrieren, müssen sie neben Schulungsmaßnahmen aber auch ausreichend Zeit erhalten, um die Systemnutzung üben zu können und Erfahrung zu sammeln (Boonstra et al. 2014). Beispielsweise erforderte dieselbe Tätigkeit vor einer CPOE-/CDS-Systemeinführung, mit noch papierbasierter Dokumentation, 1 Person, während der Systemeinführung 5 Personen und

nach Abschluss der Systemeinführung, im Routinebetrieb wiederum 1 Person (Ash et al. 2007b). In Augsburg zählten zu den Zielgruppen rund 2500 Mitarbeiter, daher war 1 Jahr als Einführungszeitraum vorgesehen (Abb. 5, S. 47-49). In dieser Zeit erhielten die Zielgruppenmitarbeiter bei Bedarf mehrfach kurze Nachbetreuungsmaßnahmen durch Apotheker an ihrem Arbeitsplatz. Die Zielgruppenmitarbeiter konnten dabei unter Anleitung eines Apothekers die Nutzung von AiDKlinik[®] üben und der Apotheker stand für Rückfragen oder bei Problemen zur Verfügung. Die Ergebnisse zur Anzahl der Anfragen an die Apotheke, die erstmalig in der Erhebungswoche 4/16 rückläufig waren, zeigten, dass auch der Zeitrahmen für die Einführung realistisch gewesen war. Genauso wie der erforderliche Umfang der Schulungsmaßnahmen, war dies von Interesse für die künftige Planung vergleichbarer Projekte. Die steigende Anzahl an Nutzern und Suchanfragen in AiDKlinik[®] im Verlauf lag vermutlich auch an der wachsenden Routine der Nutzer im Verlauf, denn auch Ärzte in den USA waren mit zunehmender Erfahrung eher bereit gewesen, ein CPOE-/CDS-System einzusetzen, da sie im Verlauf nur noch etwa die Hälfte der zu Beginn der Einführung erforderlichen Zeit zur Nutzung benötigten (Wu et al. 2006). Die steigenden Nutzerzahlen in AiDKlinik[®] und der Rückgang der Anfragen an die Apotheke zeigten aber auch, dass die Inhalte von AiDKlinik[®] in einem Klinikum der Maximalversorgung akzeptiert wurden. Der Rückgang der Anzahl an Anfragen in den Erhebungswochen 4/16 und 1/17, mit Ende der Schulungsmaßnahmen und 1/18, im Routinebetrieb, bestätigte außerdem, dass wie vermutet ein gesteigerter Informationsbedarf in Lernphasen und bei Veränderungen von Prozessabläufen aufgetreten war, die erlernten Fähigkeiten jedoch langfristig eher zunahm (Nachhaltigkeit).

Etwas überraschend waren dagegen die höchsten Fragebogenzahlen des Gesamtprojekts bei Abschaltung des Vorgängersystems AMeLI[®] im August 2017, sowie 6 Wochen danach. Mitarbeiter, die AMeLI[®] bis zur Abschaltung anstelle von AiDKlinik[®] genutzt hatten (Spätumsteiger), wandten sich nun offensichtlich zur Unterstützung bei der Umstellung an die Apotheke, da die Schulungs- und Nachbetreuungsmaßnahmen zu diesem Zeitpunkt bereits seit etwa einem halben Jahr beendet waren. Zwar enthielt das Intranet Informationen zur Nutzung von AiDKlinik[®], jedoch ist persönliche Unterstützung der Nutzer ein essentieller Bestandteil einer Systemeinführung (Simon et al. 2013) und die Apotheke in Augsburg war, wie auch in anderen Einrichtungen, Ansprechpartner während der Umstellung (Ash et al. 2007a). Um auch die Spätumsteiger für AiDKlinik[®] zu gewinnen, wiesen die Apothekenmitarbeiter bei entsprechenden Nachfragen aktiv auf AiDKlinik[®] hin und boten bei Bedarf die Zusendung von Informationsmaterial, aber auch Termine zur Einweisung am Arbeitsplatz der betroffenen Mitarbeiter an. Intensive Schulung zu elektronischen Systemen kann sogar zu einer häufigeren Nutzung beitragen (Fiander et al. 2015), möglicherweise trug die intensive Information der Apotheke bei der Abschaltung von AMeLI[®] mit zur steigenden Nutzung von AiDKlinik[®] bei (Abb. 8, S. 58). Damit stellt sich aber auch die Frage, wie lange Konkurrenzsysteme vorgehalten werden sollen und ob es nicht weniger Schulungsaufwand bedeutet hätte, wenn das Abschalten von AMeLI[®] früher erfolgt wäre, solange die Schulungsinhalte bei den Nutzern noch frisch waren.

Wochentag und Uhrzeit

Für die hohen Fragebogenzahlen an allen Montagen gab es mehrere Gründe. Daten des Warenwirtschaft-Systems belegten, dass Montage auch stets die höchsten Beschaffungszahlen aufwies, damit verbunden waren potenziell mehr Bagatellanfragen der für die Beschaffung verantwortlichen Mitarbeiter. Montags trafen auch die Anfragen ein, die am Wochenende aufgetreten und bis zum Routinebetrieb zurückgestellt worden waren. An Montagen hatten außerdem die Apothekenmitarbeiter aufgrund der längeren Öffnungszeit 1 Stunde mehr Zeit zum Erfassen von Fragebögen. Eine weitere mögliche Ursache dürfte am Projektstart gelegen haben; 7 der 8 Dokumentationswochen begannen an Montagen, am jeweils ersten Projekttag war vermutlich die Motivation der Projektbeteiligten besonders hoch.

Ebenfalls nicht überraschend war, dass die Mehrzahl der Fragen zwischen 8 und 12 Uhr gestellt wurde. Für eine Belieferung am selben Tag muss eine Bestellung bis 12 Uhr in der Apotheke vorliegen, daher wird zwischen 8 und 12 Uhr die Mehrzahl der Bestellungen getätigt und Bagatellanfragen im Zusammenhang mit der Beschaffung gehen folglich in diesem Zeitraum in der Apotheke ein. Auch waren in diesem Zeitraum zusätzliche Teilzeitmitarbeiter auf Station und in der Apotheke tätig, was zu mehr Fragen und Fragebögen führen konnte.

4.4.2 Veränderung der Herkunft der Anfragen

Erfasser und Eingang

Die Mehrzahl der Fragen ging, wie erwartet, telefonisch ein. Die meisten Fragesteller benötigen für Bagatellanfragen eine umgehende Antwort, was nur telefonisch, jedoch nicht per Fax oder E-Mail gewährleistet ist, und auch in Augsburg bevorzugten Mitarbeiter die direkte Kommunikation für ihre Anliegen (Simon et al. 2013). Ein Vorteil für die Akzeptanz von AiDKlinik[®] war, dass die Antwort mindestens genauso schnell wie durch ein Telefonat verfügbar war, eine komplizierte Nutzung hätte die Akzeptanz sicher vermindert (Campbell et al. 2006). Zwar war bereits AMeLI[®] intuitiv nutzbar gewesen, AiDKlinik[®] bot jedoch Informationen, die AMeLI[®] nicht enthielt, gerade für häufige Bagatellanfragen, etwa zu Fach- oder Gebrauchsinformationen.

Auch die überwiegende Erfassung durch die Offizin war nicht überraschend. Die Offizin und die zugehörigen Telefonnummern standen an erster Stelle in allen hausinternen Dokumenten der Apotheke für die Stationsmitarbeiter. Die Offizin-Telefone sind während der Öffnungszeiten der Apotheke kontinuierlich besetzt, herstellende Abteilungen leiten in Stoßzeiten ihre Anschlüsse auf die Offizin um. Umso interessanter war, dass die direkte Kontaktaufnahme im Projektverlauf zunahm, was darauf hindeutete, dass für ein vermutlich anspruchsvolles Thema bewusst ein Spezialist in der Apotheke angesprochen wurde.

Fragesteller nach Berufsgruppen und Fachrichtungen

Fragesteller nach Berufsgruppen

Die Augsburger Apotheker hatten sich in den Schulungsmaßnahmen zu AiDKlinik® als kompetente Ansprechpartner für alle Arzneimittelthemen präsentiert. Schulungsmaßnahmen durch Apotheker für Ärzte hatten sich auch in anderen Einrichtungen positiv auf den Kontakt zwischen den Berufsgruppen ausgewirkt und dazu geführt, dass pharmazeutische Empfehlungen von Ärzten häufiger umgesetzt wurden (Axon et al. 2018). Auch in Augsburg nahmen signifikant mehr Ärzte im Projektverlauf Kontakt mit der Apotheke auf. Die Zunahme der Ärzte deutete daneben auch auf zunehmend komplexe Anfragen hin. Auch zeigte die Zunahme der Ärzte als Fragesteller für Augsburg als Lehrkrankenhaus, dass unerfahrene Ärzte, die ein hohes Risiko haben, Fehler zu verursachen (Camiré et al. 2009, Gordon et al. 2013) besonders aufgeschlossen gegenüber pharmazeutischen Empfehlungen sind (Axon et al. 2018). Der gleichzeitige rückläufige Anteil an Anfragen von Pflegekräften im Verlauf wies dagegen auf eine Nutzung von AiDKlinik® für Bagatellanfragen hin, da eher Pflegekräfte als Ärzte Bagatellanfragen stellen. Die Apotheke wird daher künftig in AiDKlinik® in noch größerem Umfang gezielte Informationen für die Zielgruppe der Pflege veröffentlichen und versuchen, dadurch die Anzahl der Bagatellanfragen weiter zu senken, zum Beispiel durch aktuelle Informationen zu Lieferausfällen und verfügbaren Alternativen der Hauliste.

In Augsburg kam es erfreulicherweise nicht zu Konflikten zwischen Ärzten und Apothekern, wie sie bei der Einführung eines anderen CPOE-/CDS-Systems aufgetreten waren, da Apotheker Eingaben der Ärzte bemängelten, korrigierten und Ärzte für zu geringes Interesse an den Schulungsmaßnahmen kritisierten (McMullen et al. 2015). Die Schulungsmaßnahmen und die Nachbetreuung verliefen in Augsburg mit allen Berufsgruppen harmonisch. Lediglich einzelne Zielgruppenmitarbeiter lehnten eine Teilnahme an Schulungsmaßnahmen ab, meist weil sie bei ihrer Tätigkeit keine Arzneimittel einsetzten. Im Verlauf verzichteten immer mehr Zielgruppenmitarbeiter auf die von der Apotheke angebotene Nachbetreuung, da sie sich mit der Nutzung von AiDKlinik® vertraut fühlten. Für die Planung künftiger vergleichbarer Projekte war wiederum von Interesse gewesen, dass die Schulungsmaßnahmen sozial und organisatorisch offensichtlich geeignet gewesen waren (Stürzlinger et al. 2009).

Fragesteller nach Fachrichtung

Die meisten Anfragen kamen aus der Inneren Medizin, gefolgt von der Pädiatrie und der Chirurgie. Alle 3 Fachrichtungen sind in Augsburg große Abteilungen mit einer hohen Mitarbeiterzahl, daher war eine hohe Anzahl an Anfragen dieser Fachrichtungen erwartet worden. In der Inneren Medizin und Pädiatrie ist die Arzneimitteltherapie ein besonders wichtiges Thema. Internisten arbeiten in ihrer Therapie arzneimittelbasiert und in den USA waren Pädiatrie-Stationen besonders motiviert gewesen, durch eine Einführung von EHR und CPOE-/CDS-System die AMTS zu verbessern (Gellert et al. 2015). Dagegen steht in der Chirurgie die Arzneimitteltherapie weniger im Fokus. In einer chirurgischen Abteilung wies die Medikamentenanamnese durch Pflegekräfte mit postoperativer Nachverordnung durch Ärzte mehr Medikationsfehler auf, als Anamnese und postoperativer

Medikationsplan durch Apotheker (Kwan et al. 2007). Auch setzten chirurgische Kliniken weniger Fachpersonal für den Medikationsprozess bei Aufnahme und Entlassung ein und verwendeten weniger Zeit als Geriatrie und Innere Medizin für die Arzneimittelanamnese (Meguerditchian et al. 2013). Dennoch kam der dritthöchste Anteil an Anfragen in Augsburg aus der Fachrichtung der Chirurgie. Neben der hohen Mitarbeiterzahl in den chirurgischen Abteilungen waren mögliche Gründe Unerfahrenheit und Zeitmangel der Stationsmitarbeiter bei Tätigkeiten im Zusammenhang mit Arzneimitteln, die in dieser Fachrichtung eher als nebensächlich gelten (Camiré et al. 2009, Meguerditchian et al. 2013). Ein weiterer möglicher Grund der hohen Anzahl an Anfragen war die jahrelange gute Zusammenarbeit zwischen Apotheke und chirurgischen Stationen in Augsburg. In Augsburg ist die Apotheke traditionell der erste Ansprechpartner für die Mitarbeiter der Chirurgie bei allen arzneimittelbezogenen Fragen, insbesondere dann, wenn Ärzte im OP und nicht auf der Station tätig sind.

Ein interessantes Ergebnis erbrachte die sechste Erhebungswoche, unmittelbar nach der Abschaltung von AMeLI® (3/17a): Hier hatte das einzige Mal während des gesamten Projekts die Chirurgie die höchste Anzahl an Anfragen aller Fachrichtungen. Da abteilungs- oder personenbezogene Daten in Augsburg weder für AMeLI® noch AiDKlinik® erfasst wurden, kann nur vermutet werden, dass viele Mitarbeiter chirurgischer Abteilungen AMeLI® bis zur Abschaltung weiternutzten und sich dann erst mit AiDKlinik® vertraut machen mussten. Ursache für den Spätanstieg könnte wiederum die Tatsache sein, dass die Arzneimitteltherapie nicht im Fokus chirurgischer Abteilungen steht und das neue AM-Info-/CDS-System bei der Einführung in der Chirurgie weniger Interesse als in der Inneren Medizin hervorrief.

4.4.3 Veränderung des Inhalts der Anfragen

Obwohl die Inhalte keine signifikante Veränderung aufwiesen, zeigte auch der dauerhaft hohe Anteil pharmazeutisch-medizinischer Inhalte zum Projektende, ab der Erhebungswoche 3/17a, dass anspruchsvolle Anfragen nach wie vor an die Apotheke gerichtet wurden. Auch andere Einrichtungen nannten eine vergleichbare Entwicklung (Hatfield et al. 2014, Wietholter et al. 2009). Interessant war, dass keine Anfragen zu Kontraindikationen und Wechselwirkungen dokumentiert worden waren. Zu beiden Themen bietet jedoch AiDKlinik® sehr einfach zugängliche Informationen. Die Informationen kann der Nutzer auch ausdrucken oder mit individuellen Patientenparametern vom System bewerten lassen und die Projektverantwortlichen aus Apotheke und EDV-Abteilung in Augsburg waren in allen Schulungen ausführlich auf diese Möglichkeiten eingegangen. Auch das Vorgängersystem AMeLI® hatte bereits eine, wenn auch eingeschränktere Möglichkeit als AiDKlinik®, zur Prüfung auf Wechselwirkungen geboten; die Mitarbeiter verbanden mit einem elektronischen System daher die Möglichkeit der Wechselwirkungsprüfung. Häufig waren dagegen Anfragen zu spezieller Dosierung oder Applikation. Hier war den Nutzern vermutlich unklar, dass AiDKlinik® im Einzelfall durchaus geeignete Informationen enthalten hätte, zum Beispiel zur Dosierung bei Niereninsuffizienz oder zur Teilbarkeit fester Oralia. Die Nutzer fragten in der Apotheke, da sie wohl davon ausgingen, dass ihr Anliegen zu speziell für ein AM-Info-/CDS-System war. Als Konsequenz wird die Apotheke bei

entsprechenden Anfragen auch in Zukunft aktiv auf geeignete Inhalte von *AiDKlinik*[®] hinweisen und das Thema in Informationsveranstaltungen aufgreifen.

Zur Beantwortung benötigte Bearbeitungsdauer und Hilfsmittel

Die signifikante Zunahme der Bearbeitungsdauer und der ausführlichen Recherchen und der Rückgang an Anfragen, für die kein Hilfsmittel erforderlich war, bestätigten die Vermutung der anspruchsvollen Frageninhalte im Projektverlauf genauso, wie der Rückgang der Anfragen, für die keine Recherche nötig war.

4.4.4 Sonstiges

Eine Arbeit beschrieb eine Verschlechterung des Kontakts zwischen Apotheke und Klinikmitarbeitern bei der Einführung eines CPOE-/CDS-Systems, da der Apotheke unterstellt wurde, den Nutzern indirekt Vorschriften mithilfe des Systems zu machen (Ash et al. 2006). In Augsburg traten keine vergleichbaren Vorfälle auf; die frühe Einbeziehung von Vertretern aller Zielgruppen und die ausführliche Information über *AiDKlinik*[®], sowie die langjährig bestehende vertrauensvolle Zusammenarbeit hatten Misstrauen verhindert.

4.5 Limitationen

In der sechsten Erhebungswoche im August 2017 (3/17a) kam es am Freitag zu einem Brand in der Apotheke, dessen Folgen sofortige logistische Notfallmaßnahmen mit hohem Personaleinsatz erforderten. Von Freitag bis Montag wurden nur noch 17 Fragebögen ausgefüllt, ohne den Brand wären es vermutlich mehr gewesen. Dennoch wurde in dieser Woche die zweithöchste Anzahl an Fragebögen erfasst, unter Standardbedingungen wäre sie vermutlich die Woche mit der höchsten Anzahl an Fragebögen geworden.

In den 100 Stunden Personaleinsatz zur Einführung war die Zeit, die Apothekenmitarbeiter für telefonische Informationen zu *AiDKlinik*[®] bei entsprechenden Anfragen benötigten, nicht enthalten, sondern nur die Zeit für die Vorbereitung und Durchführung von Schulungsmaßnahmen und für die Nachbetreuung der Stationsmitarbeiter an ihrem Arbeitsplatz. Der Zeitaufwand für telefonische Anfragen zu *AiDKlinik*[®] wurde in der Apotheke nicht erfasst. Bei den regelmäßigen Teambesprechungen im Rahmen der Einführung von *AiDKlinik*[®] fragten die Projektverantwortlichen jedoch stets aktiv nach Auffälligkeiten. Es gab keine Rückmeldungen der Apothekenmitarbeiter bezüglich eines Anstiegs telefonischer Rückfragen im Rahmen der Einführung.

Vor der Einführung von *AiDKlinik*[®] war AMeLI[®] bereits als elektronisches Informationsmedium über 10 Jahre im Klinikum Augsburg gut etabliert gewesen, mit zum Teil ähnlichen Möglichkeiten zur allgemeinen AM-Info wie *AiDKlinik*[®], was vermutlich Auswirkungen auf die Ergebnisse von Teilprojekt 1 hatte. Interessant wäre daher ein vergleichbares Projekt in einer Klinik, die bei Systemeinführung von *AiDKlinik*[®] vor Projektbeginn kein elektronisches AM-Infosystem im Einsatz hatte.

4.6 Zusammenfassung

Elektronische Hilfsmittel hatten in mehreren Untersuchungen zu einem Rückgang an Bagatellaufgaben in der Apotheke, bei bestehender Nachfrage für klinisch-pharmazeutische Tätigkeiten geführt (Hatfield et al. 2014, McMullen et al. 2015, Wietholter et al. 2009). Die Projektergebnisse von Teilprojekt 1 zeigten, dass auch in Augsburg im Verlauf

- AiDKlinik® für Bagatellanfragen genutzt wurde,
- die Apotheke für anspruchsvolle Fragen der Ansprechpartner blieb,
- und bei Veränderungen von Prozessabläufen vorübergehend ein höherer Informationsbedarf der Nutzer bestand.

Die Nutzung von AiDKlinik® für Bagatellanfragen, bei jedoch weiterhin anspruchsvollen Anfragen an die Apotheke belegten der phasenweise Rückgang der Fragenanzahl, die vermehrte direkte Kontaktaufnahme, die Zunahme der Ärzte und der Rückgang der Pflege als Fragesteller, der höhere Bedarf an Zeit und Hilfsmitteln zur Beantwortung und nicht zuletzt die steigenden Nutzerzahlen in AiDKlinik® im Projektverlauf. Der Rückgang der Fragenanzahl in Phasen mit Zeitabstand zu den beiden Softwareveränderungen und der erneute vorübergehende Anstieg der Anfragen nach der Abschaltung von AMeLI® zeigten, dass veränderte Abläufe zur Einholung von AM-Info befristet mehr Anfragen der Nutzer auslösten. AiDKlinik® hatte, wie erhofft, tatsächlich die Apotheke von Bagatellanfragen entlastet. Die Apotheke erhielt jedoch weiterhin anspruchsvolle Anfragen, was zeigte, dass unterschiedliche Angebote zur Verbesserung der AMTS (Apotheker und AM-Info-/CDS-System) sich ergänzen (Ammenwerth et al. 2014, Der Arzneimittelbrief 2010) und nicht miteinander konkurrieren (Liberati et al. 2017).

5. Teilprojekt 2: Welche Auswirkungen hat die Einführung eines AM-Info-/CDS-Systems auf Medikationsfehler in ausgewählten Teilprozessen des stationären Medikationsprozesses?

5.1 Hintergrund

Bereits vor der Einführung von AiDKlinik® hatten Daten zur Fehlererfassung des QM und das CIRS-Berichtssystem über kritische Vorkommnisse gezeigt, dass aus der Literatur bekannte Medikationsfehler auch in Augsburg in allen Teilprozessen des Medikationsprozesses auftraten (Tab. 2, S. 12-16). Eine geeignete Maßnahme zur Vermeidung von Medikationsfehlern im stationären Umfeld ist der Einsatz von AMTS-Systemen (ASHP 2018, Thürmann 2006). So sank beispielsweise durch den Einsatz von CDS-Systemen in drei Viertel von 143 untersuchten Arbeiten die Anzahl der Medikationsfehler signifikant (Jia et al. 2016). Je nach Situation, Einführung und Nutzerverhalten können jedoch selbst identische Systeme unterschiedliche Effekte auslösen (Kruse et al. 2015, Niazkhani et al. 2009b). Auch der Rückgang von Medikationsfehlern nach einer CPOE-/CDS-Systemeinführung, also der Effekt auf die AMTS, kann sich in unterschiedlicher Umgebung erheblich unterscheiden (Kruse et al. 2015). Daher war zu Beginn der Einführung von AiDKlinik® offen, wie sich AiDKlinik® tatsächlich auf das Auftreten von Medikationsfehlern in der Stationsroutine in Augsburg auswirken würde. Ziel von Teilprojekt 2 war daher, zu klären, ob und in welchem Umfang AiDKlinik® tatsächlich die Anzahl der Fehler im stationären Medikationsprozess in Augsburg insgesamt, aber auch einzelne Fehlerarten und den Schweregrad der auftretenden Medikationsfehler beeinflusste.

5.2 Methodik

5.2.1 Projektziele

Das Hauptziel war die Untersuchung möglicher Veränderungen der Anzahl an Medikationsfehlern in 5 vom QM definierten Teilprozessen des stationären Medikationsprozesses im Verlauf der Systemeinführung von AiDKlinik® (Verordnung, Beschaffung, Vorbereitung der Anwendung, Anwendung, Therapieüberwachung; Abb. 1, S. 7). Als Nebenziele wurden mögliche Veränderungen einzelner vom QM definierter Fehlerarten und des mittleren Schweregrads der Fehler im Verlauf der Systemeinführung untersucht. Zusätzlich sollte der Zeitpunkt, zu dem Veränderungen eintraten, erfasst werden.

5.2.2 Projektplanung und -ablauf

Projektplanung

Studiendesign

Für das Teilprojekt wurden Daten, die im Rahmen von QM-Maßnahmen erhoben wurden ausgewertet. Die Daten wurden in 3 Zeiträumen, zu Beginn der Einführung von AiDKlinik®, am Ende der Einführungsmaßnahmen und im Routinebetrieb erhoben. Es wurde keine

separate Fallzahlplanung durchgeführt, da es sich um eine explorative Analyse handelte. Vielmehr sollten über die jeweiligen Zeiträume alle dokumentierten Prozesse ausgewertet werden. Der Umfang von jeweils 100 Stunden Begleitdauer über einen Zeitraum von mindestens 3 Monaten sollte Unterschiede zwischen den Wochentagen ausgleichen. Der Nutzung der erhobenen Daten für Teilprojekt 2 hatten die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät Heidelberg, sowie der Chefapotheker, der ärztliche Direktor und der Personalrat im Klinikum Augsburg zugestimmt.

Ablauf der Datenerhebung im stationären Umfeld nach QM-Vorgaben in der Routine

Zur Identifikation risikobehafteter Schritte sah das QM in Augsburg eine regelmäßige pharmazeutische Begleitung der Stationen durch Apotheker vor, die 5 Teilprozesse des Medikationsprozesses evaluierten (Abb. 1, S. 7). Die Begleitung führten Apotheker durch, die vom QM zur Maßnahme geschult waren. Einmal monatlich und zusätzlich bei Bedarf analysierten der Chefapotheker und die auf Station tätigen Apotheker im Rahmen eines *Peer Reviews* die dokumentierten Beobachtungen. Um potenzielle arbeitszeitliche Einflüsse mit zu erfassen, fanden die qualitätssichernden Beobachtungen an allen Wochentagen, einschließlich der Wochenenden und zu unterschiedlichen Tageszeiten, also auch nachts statt. Alle am Medikationsprozess beteiligten Berufsgruppen aller hierarchischen Positionen wurden in die Begleitung einbezogen.

Jeder vom QM-Apotheker begleitete, in sich abgeschlossene Gesamtprozess, wurde als Fall mit 1 Fallnummer dokumentiert. Ein Fall konnte unterschiedlich komplex sein und 1 bis 5 Teilprozesse des Medikationsprozesses umfassen. So konnte ein Fall etwa nur das Stellen eines Arzneimittels durch die Pflege für einen Patienten aus dem Teilprozess „Vorbereitung Anwendung“ beinhalten, eine Therapieanpassung im Rahmen der Visite dagegen mehrere Beobachtungen in allen Teilprozessen. Für jeden Fall dokumentierte der begleitende Apotheker alle in diesem Fall gemachten Beobachtungen, für jede Beobachtung auch, ob diese mit oder ohne Medikationsfehler war. Für jeden Medikationsfehler wurden zusätzlich der Teilprozess, in dem er aufgetreten war und die Fehlerart mit dem zutreffenden Schweregrad dokumentiert. Welche Fehlerarten zu dokumentieren waren, hatte das QM definiert (Tab. 2, S. 12-16). genauso mögliche Schweregrade der Medikationsfehler auf einer Skala von 1 bis 5 (Tab. 1, S. 11), sowie die für den Medikationsfehler verantwortliche Berufsgruppe. Ein beobachteter Medikationsfehler wurde nur dann dokumentiert, wenn der einzelne Mitarbeiter den Medikationsfehler erkennen konnte und das QM seine Berufsgruppe als verantwortlich für die Fehlerart betrachtete (Tab. 2, S. 12-16). Verordnete zum Beispiel der Arzt ein falsches Dosierungsintervall und die Pflegekraft stellte und applizierte in diesem Dosierungsintervall, wurde nur 1 Medikationsfehler bei der Verordnung des Arztes dokumentiert, da die Pflegekraft keine Möglichkeit hatte, den Medikationsfehler zu erkennen und der Medikationsfehler nicht den Verantwortungsbereich der Pflege betraf. Bei Fehlern, deren Hergang nicht nachvollziehbar war, wurde nur ein Vermerk zum unklaren Hergang ohne weitere Dokumentation gemacht. Reine Formfehler, zum Beispiel die Dokumentation der geschützten Produktbezeichnung eines Arzneimittels anstelle des Wirkstoffs entgegen einer hausinternen Dienstanweisung, dokumentierte der Apotheker nach QM-Vorgabe ohne einen Schweregrad. Zur Erfassung einzelner Fehlerarten in allen Teilprozessen sah das QM entweder eine Begleitung der Stationsmitarbeiter

in ihrer Routine durch einen Apotheker oder eine Überprüfung vorhandener Dokumente oder Materialien durch einen Apotheker vor (Tab. 9). Diese Art der Fehlererfassung gilt als genau und effizient (Barker et al. 2002). Eine sofortige Rückmeldung oder Intervention durch den Apotheker war bei allen Medikationsfehlern erst ab einem Schweregrad von 3 und höher vorgesehen. Die gesamte Begleitung und Erfassung erfolgte anonymisiert. Es wurden keine personenbezogenen Daten erhoben, weder von Patienten noch von Mitarbeitern, auch erfolgte keine Dokumentation des Datums, was ggf. einen Rückschluss auf die Besetzung an diesem Tag zugelassen hätte.

Tab. 9 Überprüfungsverfahren, die das QM zur Routineerfassung von Medikationsfehlern im Klinikum Augsburg vorsah (Begleitung von 5 Teilprozessen des Medikationsprozesses in der Stationsroutine).

Teilprozess	Überprüfungsmethode
Verordnung	Kurvervisite Visitenbegleitung
Beschaffung	Kurvervisite Überprüfung der Dokumente zur Arzneimittelbeschaffung und des Arzneimittelvorrats Begleitung von Assistenz und Pflege im Rahmen der Arzneimittel-Logistik
Vorbereitung des Arzneimittels zur Anwendung	Begleitung von Ärzten und Pflege bei der Arzneimittel-Aufbereitung Kurvervisite Überprüfung zur Anwendung vorbereiteter Arzneimittel
Anwendung des Arzneimittels	Begleitung von Ärzten und Pflege bei der Arzneimittel-Anwendung Kurvervisite
Therapieüberwachung	Kurvervisite Visitenbegleitung

modifiziert nach AkdÄ 2018, Barker et al. 2002.

Projektablauf

Potenzieller Einfluss eines AM-Info-/CDS-Systems auf Fehler im stationären Medikationsprozess

Zunächst wurde definiert, welche der Fehlerarten, die in Augsburg in der Routine erfasst wurden AiDKlinik® vermutlich beeinflussen konnte. Wenn AiDKlinik® mindestens 1 der in Tabelle 2, Spalte „Definition Fehlerart“ genannten Beispiele beeinflussen konnte, wurde von einem möglichen Einfluss ausgegangen (Tab. 2, S. 12-16).

Der Effekt eines AMTS-Systems auf Medikationsfehler hängt unter anderem auch vom Ausmaß der Nutzung ab, also welche Funktionalitäten des Systems ein Mitarbeiter in seine persönliche Routine integriert. Zum möglichen Effekt von AiDKlinik® auf unterschiedliche Fehlerarten wurden 2 Varianten unterschieden. Ein minimaler Einfluss von AiDKlinik® wurde erwartet, wenn ein Mitarbeiter nur das AM-Infosystem oberflächlich nutzte. Ein maximaler Einfluss wurde dagegen bei ausführlicher Nutzung des AM-Infosystems und zusätzlicher Nutzung der in AiDKlinik® enthaltenen Module „Medibox“ zur patientenindividuellen AMTS-Prüfung und „Switch-Modul“ zum Austausch von Arzneimitteln erwartet. Als

oberflächliche Nutzung des AM-Infosystems galt, wenn nur die Informationen der ersten Seite zum Produkt in AiDKlinik® aufgerufen wurden. Die erste Seite zeigte Grundinformationen zur Verfügbarkeit, zur Arzneiform und zu einer bei Bedarf erforderlichen Aufbereitung, zum Wirkstoffgehalt, zu wirkstoffidentischen Präparaten und zu Kontraindikationen. Als ausführliche Nutzung des AM-Infosystems galt dagegen eine zusätzliche Nutzung der beim Produkt hinterlegten Icons. Die Icons boten unter anderem die vollständige Fach- und Gebrauchsinformation, Berechnungshilfen zur Dosierung bei Niereninsuffizienz, Hinweise zum Einsatz in der Geriatrie, Schwangerschaft und Stillzeit, sowie Informationen zu Leitlinien (Tab. 10, S. 80-81).

Tab. 10 Potenzieller Einfluss von AiDKlinik® auf Fehlerarten, die in Augsburg erfasst wurden und Begründung für den Einfluss; Annahme eines maximal und minimal möglichen Einflusses.³

Annahme eines maximal möglichen Einflusses von AiDKlinik®			
Fehlerart	Potenzieller Einfluss von AiDKlinik®	Kein Einfluss von AiDKlinik®	Begründung für den Einfluss
Anwendungstechnik	x		Fach- und Gebrauchsinformation, Icon zur Teilbarkeit
Arzneiform	x		Grundinformation
Aufbereitung	x		Grundinformation, Fach- und Gebrauchsinformation
Dokumentation	x		Icons mit Dokumentationshinweisen (hausintern, bundesweit)
Doppelbeschaffung		x	Keine Funktion in AiDKlinik®
Doppelverordnung	x		Grundinformation, „Medibox“, „Switch-Modul“
Dosis	x		Grundinformation, Fach- und Gebrauchsinformation, „Medibox“
Dosisfrequenz	x		Fach- und Gebrauchsinformation, „Medibox“
Indikation	x		Fach- und Gebrauchsinformation
Informationsweitergabe		x	Keine Funktion in AiDKlinik®
Inkorrekte Verordnung	x		Fach- und Gebrauchsinformation, diverse Icons, „Medibox“
Kontraindikation	x		Grundinformation, Fach- und Gebrauchsinformation, diverse Icons, „Medibox“
Leitlinie	x		Icons zu Leitlinien (hausintern, bundesweit)
Nebenwirkung, vermeidbar	x		Fachinformation, „Medibox“
Therapiedauer		x	Keine Funktion in AiDKlinik®
Übertragungsfehler		x	Keine Funktion in AiDKlinik®
Unleserlichkeit		x	Keine Funktion in AiDKlinik®
Verfügbarkeit	x		Grundinformation
Wechselwirkung	x		Fachinformation, „Medibox“

³ Ein minimaler Einfluss von AiDKlinik® wurde erwartet, wenn ein Mitarbeiter nur das AM-Infosystem oberflächlich nutzte. Ein maximaler Einfluss wurde bei ausführlicher Nutzung des AM-Infosystems und zusätzlich der Module „Medibox“ zur patientenindividuellen AMTS-Prüfung und „Switch-Modul“ zum Austausch von Arzneimitteln erwartet.

Annahme eines minimal möglichen Einflusses von AiDKlinik®			
Fehlerart	Potenzieller Einfluss von AiDKlinik®	Kein Einfluss von AiDKlinik®	Begründung für den Einfluss
Anwendungstechnik		x	Nicht in Grundinformation
Arzneiform	x		Grundinformation
Aufbereitung	x		Grundinformation
Dokumentation		x	Nicht in Grundinformation
Doppelbeschaffung		x	Keine Funktion in AiDKlinik®
Doppelverordnung	x		Grundinformation
Dosis	x		Grundinformation
Dosisfrequenz		x	Nicht in Grundinformation
Indikation		x	Nicht in Grundinformation
Informationsweitergabe		x	Keine Funktion in AiDKlinik®
Inkorrekte Verordnung		x	Nicht in Grundinformation
Kontraindikation	x		Grundinformation
Leitlinie		x	Nicht in Grundinformation
Nebenwirkung, vermeidbar		x	Nicht in Grundinformation
Therapiedauer		x	Keine Funktion in AiDKlinik®
Übertragungsfehler		x	Keine Funktion in AiDKlinik®
Unleserlichkeit		x	Keine Funktion in AiDKlinik®
Verfügbarkeit	x		Grundinformation
Wechselwirkung		x	Nicht in Grundinformation

Datenerhebung im Rahmen des Teilprojekts

Für Teilprojekt 2 wurden Daten einer chirurgischen Normalstation mit 64 Betten nach QM-Vorgabe erhoben und ausgewertet. Die Daten stammten aus 3 Beobachtungszeiträumen (Teil I bis III = Einführung, Konsolidierung, Routine) im Verlauf der Systemeinführung von AiDKlinik®. Jeder der Teile umfasste die Daten aus 100 Stunden Beobachtungsdauer über einen Zeitraum von mindestens 3 Monaten (Abb. 5, S. 47-49).

Der erste Beobachtungszeitraum (Teil I, Einführung) von Februar bis September 2016 enthielt Daten vom Beginn der Systemeinführung von AiDKlinik®. In diesem Zeitraum fanden die Schulungs- und Nachbetreuungsmaßnahmen zu AiDKlinik® auf der Projektstation statt und die Nutzer hatten ersten Kontakt mit AiDKlinik®. Der zweite Beobachtungszeitraum (Teil II, Konsolidierung) von November 2016 bis Februar 2017 fand am Ende der Einführungsmaßnahmen auf der Projektstation statt, die Nutzer hatten mindestens 2 methodisch unterschiedliche Schulungsangebote erhalten. Die Informationen zu den Möglichkeiten, die AiDKlinik® bot, waren bei den Nutzern daher aktuell und vollständig, die praktische Erfahrung jedoch noch gering. Der dritte Beobachtungszeitraum (Teil III, Routine) von August bis November 2017 fand im Routinebetrieb nach abgeschlossener Systemeinführung von AiDKlinik® statt. Die Schulungen waren seit mehreren Monaten beendet und die Nutzer hatten mindestens 6 Monate Zeit gehabt, um mit AiDKlinik® Erfahrungen zu sammeln. Die Daten aus diesem Zeitraum sollten Informationen zum endgültigen Stand des Auftretens von Fehlern und Auffälligkeiten im Routinebetrieb liefern. Die Daten für das Teilprojekt erfasste in Teil I bis III dieselbe Apothekerin.

Begleitende Einflüsse mit potenziellen Auswirkungen auf die Projektergebnisse

In Augsburg traten im Projektverlauf auf der Projektstation unvorhersehbare neue Einflüsse mit potenziellen Auswirkungen auf die Projektergebnisse auf. Dies waren der Tätigkeitsbeginn einer Stationsapothekerin in Vollzeit ab Dezember 2016, der Übergang von einer handschriftlichen Patientenkurve auf eine EHR ab Februar 2017, ein Leitungswechsel der Pflege im Juli 2017, sowie die von Beginn an bestehenden Schnittstellenprobleme von AiDKlinik® mit dem KIS (Abb. 5, S. 47-49). Eine Untersuchung zu den Auswirkungen der 4 Einflüsse erfolgte nicht, da ihr Auftreten bei Projektbeginn nicht absehbar gewesen war.

5.2.3 Datenauswertung und Statistik

Nach abgeschlossener Erfassung der Beobachtungen in allen 3 Beobachtungszeiträumen (Teil I bis III = Einführung, Konsolidierung, Routine) wurde eine Auswertung über die Projektlaufzeit durchgeführt. Zur Erfassung, graphischen Darstellung und statistischen Analyse wurden IBM SPSS® Statistics (1200) 21.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) und Microsoft Excel® 2010 (Microsoft Corporation Redmond, WA, USA) verwendet. In Microsoft Excel® erfasste Daten wurden dazu in IBM SPSS® importiert. Die dokumentierten Daten wurden in einem ersten Schritt deskriptiv analysiert. Untersucht wurden die Gesamtheit sowie die einzelnen Erhebungsphasen. Eine Analyse über die Studienlaufzeit wurde durchgeführt, um festzustellen, ob und zu welchen Veränderungen es im zeitlichen Verlauf kam.

Die Analyse der erfassten Medikationsfehler erfolgte dann auf 3 Ebenen:

- Zum einen wurden Untersuchungen auf Ebene der Beobachtungen durchgeführt und die Anzahl an Fehlern je Beobachtung berechnet. Die Verteilung der Anzahl der Medikationsfehler je Beobachtung wies dabei eine sehr schiefe Verteilung auf. In 97,5 % aller Beobachtungen trat entweder kein Fehler oder 1 Fehler auf. Da M und SD in einem solchen Fall die vorliegende Verteilung nur unzureichend beschreiben, wurde die Anzahl der Fehler für die statistischen Analysen in 3 Kategorien zusammengefasst (0 Fehler, 1 Fehler, 2 und mehr Fehler je Beobachtung).
- Zum anderen wurden die Fälle als Untersuchungseinheit in den statistischen Analysen festgelegt und der Fehlerquotient als Quotient aus der Summe der Medikationsfehler je Fall und der Anzahl von Beobachtungen je Fall gebildet.
- Auf Ebene der Medikationsfehler wurden außerdem Analysen hinsichtlich Fehlerart und Schweregrad durchgeführt. Für die Untersuchung des potenziellen Einflusses von AiDKlinik[®] wurden ferner alle Fehlerarten, für die ein maximaler beziehungsweise minimaler möglicher Einfluss definiert worden war, den Fehlerarten gegenübergestellt, für die kein Einfluss von AiDKlinik[®] erwartet werden konnte.

Für Merkmale auf metrischem Skalenniveau waren die deskriptiven Kennwerte M und SD und gegebenenfalls Median, 25 %-Quantil und 75 %-Quantil. Mögliche Unterschiede zwischen den 3 Beobachtungszeiträumen wurden für ordinale Variablen mit einer geringen Anzahl von Kategorien (wie zum Beispiel der Anzahl von Medikationsfehlern pro Beobachtung) mittels Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest überprüft. Lieferte dieser Test ein signifikantes Ergebnis, wurde über einen Vergleich der Spaltenanteile im Rahmen von z-Tests bei einer Korrektur des Signifikanzniveaus untersucht, zwischen welchen Teilen Unterschiede bestanden. Bei Annahme eines metrischen Messniveaus, wie für den Fehlerquotienten, kam für einen Vergleich der 3 Beobachtungszeiträume eine einfaktorielle Varianzanalyse zum Einsatz. Im Falle von Varianzheterogenität wurde der Welch-Test als robuste Alternative zur klassischen Varianzanalyse verwendet. Über nachgeschaltete post-hoc-Tests (bei Vorliegen von Varianzheterogenität zum Beispiel das Verfahren nach Games-Howell) wurde bei einem signifikanten Ergebnis überprüft, zwischen welchen Teilen ein Unterschied nachzuweisen war. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 0,05$ festgesetzt.

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Basisergebnisse

Insgesamt wurden in den Teilen I-III 412 Fälle erfasst. Die Fälle enthielten 3 131 Beobachtungen und 1 905 Fehler (Tab. 11, S. 84).

Tab. 11 Anzahl an Fällen, Beobachtungen und Fehlern – Teil I, II, III (Einführung, Konsolidierung, Routine).

Teil	Fälle (Anzahl)	Beobachtungen (Anzahl)	Fehler (Anzahl)
I (Einführung)	144	976	555
II (Konsolidierung)	121	957	732
III (Routine)	147	1198	618
Gesamt	412	3131	1905

Teilprozesse

Der größte Anteil an Fehlern (49,3 %) wurde im Teilprozess der Verordnung beobachtet (Abb. 18).

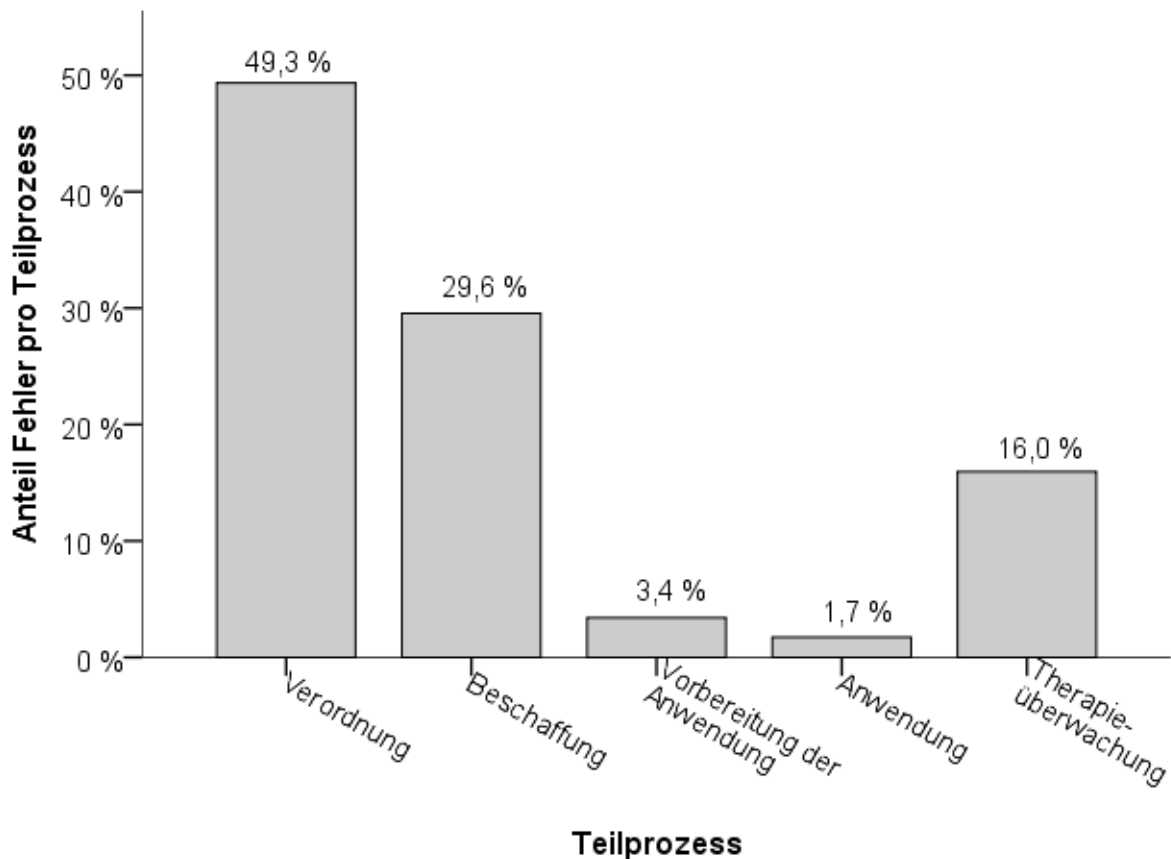


Abb. 18 Anteil beobachteter Fehler je Teilprozess.
(Gesamtanzahl $n = 1905$)

5.3.2 Bewertung der Fehler nach der Anzahl

Fehler bezogen auf Beobachtungen

Im Mittel wurden über Teil I bis III hinweg $0,61 \pm 0,85$ Fehler je Beobachtung dokumentiert. In Teil III (Routine) zeigte sich die geringste durchschnittliche Anzahl von Fehlern je Beobachtung ($0,52 \pm 0,93$), in Teil II (Konsolidierung) wurden im Mittel die meisten Fehler je Beobachtung registriert ($0,76 \pm 0,91$) (Tab. 12).

Tab. 12 Fehler im Medikationsprozess je Beobachtung in den Teilen I bis III und insgesamt.

Teil	Anzahl Beobachtungen	Anzahl Fehler je Beobachtung				
		<i>M</i>	$\pm SD$	<i>Q</i> ¹	<i>Median</i>	<i>Q</i> ³
I (Einführung)	976	0,57	$\pm 0,66$	0	1	1
II (Konsolidierung)	957	0,76	$\pm 0,91$	0	1	1
III (Routine)	1198	0,52	$\pm 0,93$	0	0	1
Gesamt	3131	0,61	$\pm 0,85$	0	1	1

*Q*¹ = 25 %-Quantil, *Q*³ = 75 %-Quantil.

Eine Überprüfung der deskriptiven Ergebnisse (basierend auf *M* und *SD*) auf statistische Relevanz erfolgte nicht, da eine sehr schiefe Verteilung der Anzahl an Fehlern je Beobachtung vorlag. Im Rahmen eines Chi-Quadrat-Tests konnte gezeigt werden, dass die Anzahl an Fehlern pro Beobachtung je nach Teil unterschiedlich hoch ausfiel ($p < 0,001$). So enthielt Teil III mit 53,6 % im Vergleich zu Teil I (48,4 %) und Teil II (33,3 %) signifikant häufiger keinen Fehler je Beobachtung und am wenigsten häufig 2 und mehr Fehler je Beobachtung (Tab. 13).

Tab. 13 Verteilung der Fehler je Beobachtung in den Teilen I bis III und insgesamt.

Anzahl Fehler pro Beobachtung	Teil I (Einführung)		Teil II (Konsolidierung)		Teil III (Routine)		Gesamt	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
0 Fehler	472 _a	48,4	319 _b	33,3	642 _c	53,6	1433	45,8
1 Fehler	476 _a	48,8	603 _b	63,0	542 _a	45,2	1621	51,8
2 Fehler und mehr	28 _a	2,9	35 _a	3,7	14 _b	1,2	77	2,5

n = Anzahl Beobachtungen. Die tiefgestellten Buchstaben beziehen sich auf einen Vergleich der Spaltenanteile innerhalb einer Zeile unter Korrektur des Signifikanzniveaus nach Bonferroni; unterschiedliche tiefgestellte Buchstaben innerhalb einer Zeile verweisen auf einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$).

Fehler bezogen auf Fälle

In Teil III (Routine) war der signifikant niedrigste Fehlerquotient (Quotient aus der Summe der Medikationsfehler je Fall und der Anzahl von Beobachtungen je Fall) im Vergleich zu den Teilen I und II zu beobachten (Welch-Test $p < 0,001$). Teil I (Einführung) zu Teil II (Konsolidierung) zeigte keine Veränderung des Fehlerquotienten (Tab. 14).

Tab. 14 Deskriptive Statistiken für den Fehlerquotienten in den Teilen I bis III und insgesamt.

Teil	Anzahl Fälle	Fehlerquotient				
		<i>M</i>	$\pm SD$	<i>Q</i> ¹	<i>Median</i>	<i>Q</i> ³
I (Einführung)	144	0,86 _a	$\pm 0,76$	0,33	0,71	1,00
II (Konsolidierung)	121	0,98 _a	$\pm 0,84$	0,46	0,80	1,13
III (Routine)	147	0,67 _b	$\pm 0,49$	0,29	0,50	1,00
Gesamt	412	0,83	$\pm 0,71$	0,33	0,67	1,00

*Q*¹ = 25 %-Quantil, *Q*³ = 75 %-Quantil. Unterschiedliche tiefgestellte Buchstaben verweisen auf einen signifikanten Unterschied (Games-Howell-post-hoc-Tests $p < 0,05$).

5.3.3 Bewertung der Fehler nach den Fehlerarten

Mehr als die Hälfte aller Fehler trat im Zusammenhang mit der Dokumentation (26,0 %) oder mit Wechselwirkungen (25,6 %) auf. Einzelne Fehlerarten wurden zum Teil nur selten dokumentiert (Abb. 19; Tab. 15, S. 87).

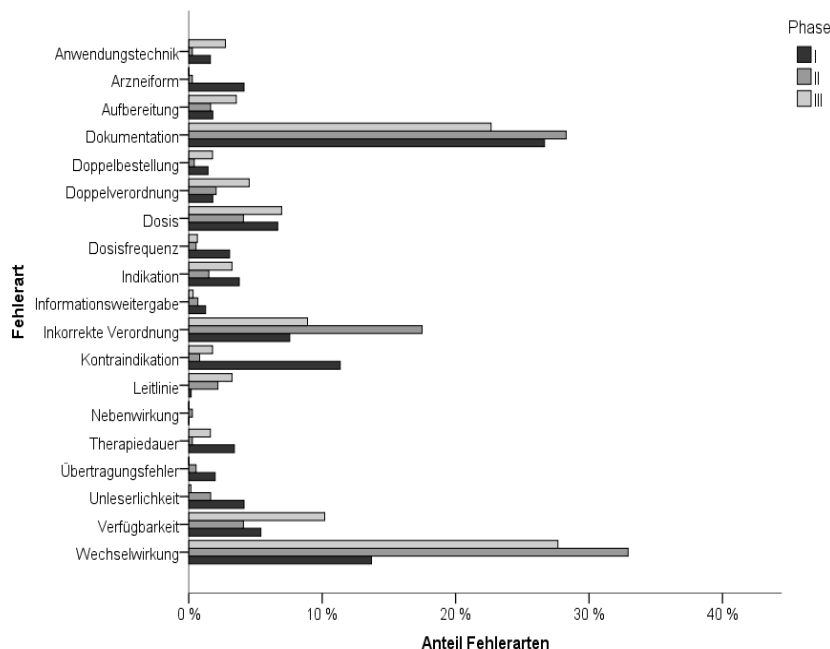


Abb. 19 Anteil einzelner Fehlerarten an allen beobachteten Fehlerarten, Teil I bis III. (Gesamtanzahl $n = 1905$)

Tab. 15 Häufigkeiten für das Auftreten einzelner Fehlerarten in den Teilen I bis III und insgesamt.

Fehlerart	Teil I (Einführung)		Teil II (Konsolidierung)		Teil III (Routine)		Gesamt	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Anwendungstechnik	9 _a	1,6	2 _b	0,3	17 _a	2,8	28	1,5
Arzneiform	23 _a	4,1	2 _b	0,3	0 _b	0,0	25	1,3
Aufbereitung	10 _a	1,8	12 _a	1,6	22 _a	3,6	44	2,3
Dokumentation	148 _a	26,7	207 _a	28,3	140 _a	22,7	495	26,0
Doppelbeschaffung	8 _{a,b}	1,4	3 _b	0,4	11 _a	1,8	22	1,2
Doppelverordnung	10 _a	1,8	15 _a	2,0	28 _b	4,5	53	2,8
Dosis	37 _a	6,7	30 _a	4,1	43 _a	7,0	110	5,8
Dosisfrequenz	17 _a	3,1	4 _b	0,5	4 _b	0,6	25	1,3
Indikation	21 _a	3,8	11 _b	1,5	20 _{a,b}	3,2	52	2,7
Informationsweitergabe	7 _a	1,3	5 _a	0,7	2 _a	0,3	14	0,7
Inkorrekte Verordnung	42 _a	7,6	128 _b	17,5	55 _a	8,9	225	11,8
Kontraindikation	63 _a	11,4	6 _b	0,8	11 _b	1,8	80	4,2
Leitlinie	1 _a	0,2	16 _b	2,2	20 _b	3,2	37	1,9
Nebenwirkung	0 _a	0,0	2 _a	0,3	0 _a	0,0	2	0,1
Therapiedauer	19 _a	3,4	2 _b	0,3	10 _a	1,6	31	1,6
Übertragungsfehler	11 _a	2,0	4 _{a,b}	0,5	0 _b	0,0	15	0,8
Unleserlichkeit	23 _a	4,1	12 _b	1,6	1 _c	0,2	36	1,9
Verfügbarkeit	30 _a	5,4	30 _a	4,1	63 _b	10,2	123	6,5
Wechselwirkung	76 _a	13,7	241 _b	32,9	171 _b	27,7	488	25,6
Gesamt	555	29,1	732	38,4	618	32,4	1905	100,0

n = Anzahl Fehler. Die tiefgestellten Buchstaben beziehen sich auf einen Vergleich der Spaltenanteile innerhalb einer Zeile unter Korrektur des Signifikanzniveaus nach Bonferroni; unterschiedliche tiefgestellte Buchstaben innerhalb einer Zeile verweisen auf einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$). Bei Feldern mit mindestens 1 gemeinsamen Buchstaben besteht kein signifikanter Unterschied, Felder ohne gemeinsame Buchstaben unterscheiden sich dagegen signifikant.

5.3.4 Bewertung der Fehler nach dem Schweregrad

Für mehr als drei Viertel aller Fehler war in der Beobachtungssituation ein Schweregrad 2 (abgefangener Fehler) (33,4 %) oder 3 (Fehler ohne Schaden) (48,2 %) dokumentiert worden. Im gesamten Projekt trat kein Fehler der Stufe 5 (Fehler mit schwerwiegendem

Schaden) auf. Fehler des Schweregrads 4 (Fehler mit Schaden) traten nur in Teil II (Konsolidierung) und III (Routine) auf und beruhten auf Einzelfällen (Abb. 20).

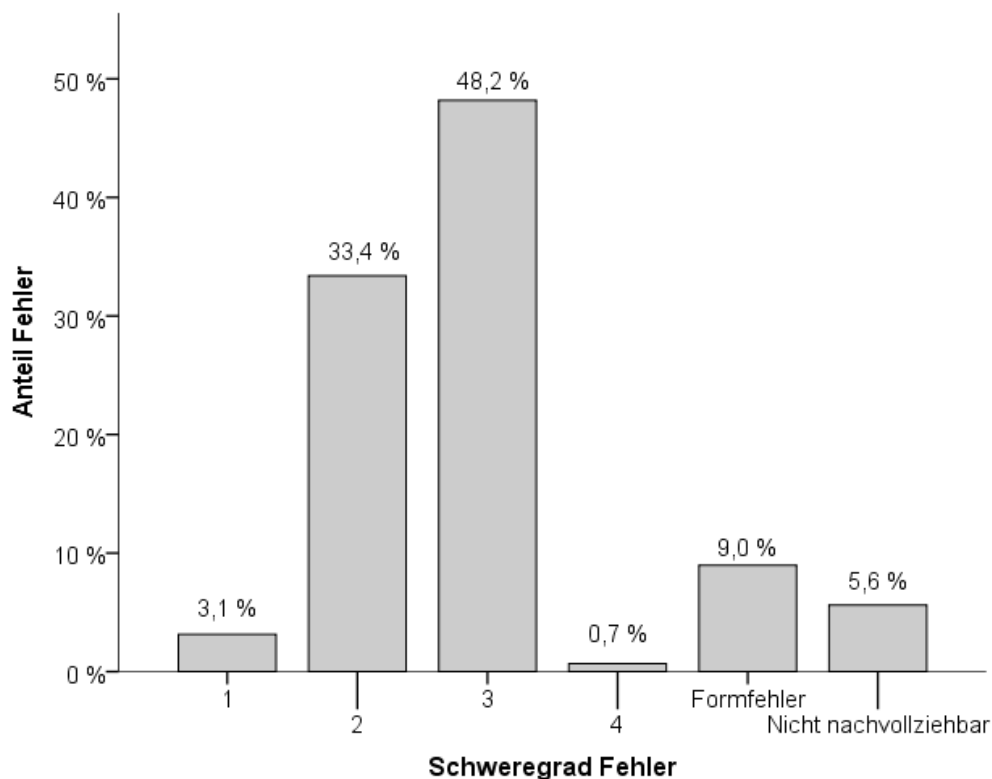


Abb. 20 Anteil der Schweregrade der beobachteten Fehler insgesamt.

(Gesamtanzahl $n = 1905$; Schweregrad: 1 = potenzieller Fehler; 2 = abgefangener Fehler; 3 = Fehler ohne Schaden; 4 = Fehler mit vorübergehendem Schaden; Tab. 1, S. 11).

Der mittlere Schweregrad der 1 627 Fehler mit einem dokumentierten Schweregrad (ohne Formfehler, ohne nicht nachvollziehbare Fehler) war in Teil II (Konsolidierung) und III (Routine) höher als in Teil I (Einführung) (Welch-Test $p < 0,001$) (Tab. 16).

Tab. 16 Entwicklung des mittleren Schweregrads pro Fehler über die Teile I bis III.

Teil	Anzahl Fehler	Schweregrad je Fehler	
		<i>M</i>	$\pm SD$
I (Einführung)	471	2,44 _a	$\pm 0,63$
II (Konsolidierung)	613	2,56 _b	$\pm 0,54$
III (Routine)	543	2,62 _b	$\pm 0,56$

Unterschiedliche tiefgestellte Buchstaben innerhalb einer Zeile verweisen auf einen signifikanten Unterschied (Games-Howell-post-hoc-Tests) ($p < 0,05$).

5.3.5 Potenziell möglicher Einfluss von AiDKlinik® auf die beobachteten Fehler

Bei Annahme eines maximal möglichen Einflusses hätte AiDKlinik® 93,8 % (1787) aller beobachteten Fehler günstig beeinflusst, bei Annahme eines minimal möglichen Einflusses 22,8 % (435) (Tab. 17; Tab. 18, S. 90).

Tab. 17 Häufigkeit des Auftretens der Fehlerarten bei Annahme eines maximal möglichen Einflusses von AiDKlinik®.

Fehlerart	Anzahl Fehler	Anteil (%)	Einfluss AiDKlinik®	Kein Einfluss AiDKlinik®
Anwendungstechnik	28	1,5	x	
Arzneiform	25	1,3	x	
Aufbereitung	44	2,3	x	
Dokumentation	495	26	x	
Doppelbeschaffung	22	1,2		x
Doppelverordnung	53	2,8	x	
Dosis	110	5,8	x	
Dosisfrequenz	25	1,3	x	
Indikation	52	2,7	x	
Informationsweitergabe	14	0,7		x
Inkorrekte Verordnung	225	11,8	x	
Kontraindikation	80	4,2	x	
Leitlinie	37	1,9	x	
Nebenwirkung	2	0,1	x	
Therapiedauer	31	1,6		x
Übertragungsfehler	15	0,8		x
Unleserlich	36	1,9		x
Verfügbarkeit	123	6,5	x	
Wechselwirkung	488	25,6	x	
Gesamt	1905	100	1787 (93,8 %)	118 (6,2 %)

Tab. 18 Häufigkeit des Auftretens der Fehlerarten bei Annahme eines minimal möglichen Einflusses von AiDKlinik®.

Fehlerart	Anzahl Fehler	Anteil (%)	Einfluss AiDKlinik®	Kein Einfluss AiDKlinik®
Anwendungstechnik	28	1,5		x
Arzneiform	25	1,3	x	
Aufbereitung	44	2,3	x	
Dokumentation	495	26		x
Doppelbeschaffung	22	1,2		x
Doppelverordnung	53	2,8	x	
Dosis	110	5,8	x	
Dosisfrequenz	25	1,3		x
Indikation	52	2,7		x
Informationsweitergabe	14	0,7		x
Inkorrekte Verordnung	225	11,8		x
Kontraindikation	80	4,2	x	
Leitlinie	37	1,9		x
Nebenwirkung	2	0,1		x
Therapiedauer	31	1,6		x
Übertragungsfehler	15	0,8		x
Unleserlich	36	1,9		x
Verfügbarkeit	123	6,5	x	
Wechselwirkung	488	25,6		x
Gesamt	1905	100 %	435 (22,8 %)	1470 (77,2 %)

Der Anteil von Fehlern, zu deren Verhinderung AiDKlinik® potenziell beitrug, stieg bei Annahme eines maximalen Einflusses im Verlauf signifikant an (Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$). Bei Annahme eines minimalen Einflusses stieg dagegen der Anteil an Fehlern ohne Einfluss von AiDKlinik® zunächst von Teil I zu Teil II signifikant an, um dann in Teil III wieder in etwa auf das Ausgangsniveau zu fallen (Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$, Tab. 19, S. 91, Tab. 20, S. 91).

Tab. 19 Entwicklung der Fehlerarten mit und ohne Einfluss von AiDKlinik® über die Teile I bis III bei Annahme eines maximal möglichen Einflusses von AiDKlinik®.

	Teil I (Einführung)		Teil II (Konsolidierung)		Teil III (Routine)		Gesamt	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Einfluss AiDKlinik®	487 _a	87,7	706 _b	96,4	594 _b	96,1	1787	93,8
Kein Einfluss AiDKlinik®	68 _a	12,3	26 _b	3,6	24 _b	3,9	118	6,2

n = Anzahl Fehler. Die tiefgestellten Buchstaben beziehen sich auf einen Vergleich der Spaltenanteile innerhalb einer Zeile unter Korrektur des Signifikanzniveaus nach Bonferroni; unterschiedliche tiefgestellte Buchstaben innerhalb einer Zeile verweisen auf einen signifikanten Unterschied der Felder ($p < 0,05$).

Tab. 20 Entwicklung der Fehlerarten mit und ohne Einfluss von AiDKlinik® über die Teile I bis III bei Annahme eines minimal möglichen Einflusses von AiDKlinik®.

	Teil I (Einführung)		Teil II (Konsolidierung)		Teil III (Routine)		Gesamt	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Einfluss AiDKlinik®	173 _a	31,2	95 _b	13,0	167 _a	27,0	435	22,8
Kein Einfluss AiDKlinik®	382 _a	68,8	637 _b	87,0	451 _a	73,0	1470	77,2

n = Anzahl Fehler. Die tiefgestellten Buchstaben beziehen sich auf einen Vergleich der Spaltenanteile innerhalb einer Zeile unter Korrektur des Signifikanzniveaus nach Bonferroni; unterschiedliche tiefgestellte Buchstaben innerhalb einer Zeile verweisen auf einen signifikanten Unterschied der Felder ($p < 0,05$).

5.4 Diskussion

Medikationsfehler gelten als gesundheitsrelevantes, gesellschaftliches und ökonomisches Problem (AkdÄ 2018), der Einsatz von AMTS-Systemen kann zu ihrer Vermeidung beitragen. Die Einführung von CPOE- und CDS-Systemen konnte jedoch auch ohne Effekt oder sogar mit negativen Folgen verbunden sein (Koppel et al. 2005, McKibbon et al. 2011, Sittig et al. 2011). In Abhängigkeit von den Rahmenbedingungen der Einführung und des Betriebs, der untersuchten Fehlerarten und dem eingesetzten Systemtyp, sind unterschiedliche Ergebnisse möglich (Der Arzneimittelbrief 2010, Kawamoto et al. 2005, Nuckols et al. 2014). Unterschiedliche Rahmenbedingungen, etwa bei der Qualität der Einführungsmaßnahmen (Implementierung) (Fiander et al. 2015) oder der Tiefe der Integration in Prozesse im Routinebetrieb, können zu unterschiedlichem Effekt von AMTS-Systemen führen (Metzger et al. 2010, Niazkhani et al. 2009b). Wenn unterschiedliche Medikationsfehler untersucht wurden (Jia et al. 2016) oder die Definition für Medikationsfehler voneinander abwich (Barker et al. 2002, Bates et al. 1995a), sind Ergebnisse verschiedener Untersuchungen zudem nur bedingt übertragbar.

Auch der untersuchte Systemtyp ist von Bedeutung. Ein CPOE-System wird vor allem die ärztliche Verordnung und nachfolgende Anwendung von Arzneimitteln sicherer machen, unter anderem durch verpflichtende vollständige Angaben zu Dosis und Dosisfrequenz, Leserlichkeit und ständige Verfügbarkeit der Verordnung im KIS (Bates 2000, Stürzlinger et al. 2009). CDS-Systeme wiederum unterstützen eine sichere Arzneimitteltherapie durch

patientenindividuelle Warnhinweise bei der Verordnung und Anwendung, gezielte Therapieempfehlungen und AM-Info (Der Arzneimittelbrief 2010, Jia et al. 2016). Leider unterscheidet die Literatur bisweilen nicht klar zwischen unterschiedlichen Systemtypen. Als CPOE-System bezeichnete Systeme hatten zum Beispiel auch CDS-Funktionen (Jozefczyk et al. 2016, Westbrook et al. 2015) und sogar derselbe Systemtyp unterschiedlicher Anbieter wies abweichende Funktionalitäten auf (Kawamoto et al. 2005). Daher wird jede Einrichtung genau prüfen müssen, welche Effekte sie in ihrer individuellen Systemeinführung erzielen möchte und kann (Kruse et al. 2015, Raitoharju et al. 2006). Übersichtsarbeiten mit Daten aus unterschiedlichem Umfeld zeigten allerdings, dass der Einsatz von CPOE-/CDS-Systemen und CDS-Systemen bei geeigneten Voraussetzungen grundsätzlich zu weniger Medikationsfehlern führen kann (Jia et al. 2016, Stürzlinger et al. 2009). Als wichtige Voraussetzungen für einen Nutzen durch den Einsatz von CPOE-/CDS-Systemen gelten unter anderem die Integration in die Arbeitsprozesse der Nutzer, die Entscheidungsunterstützung direkt im Prozessschritt und eine Begründung für die Entscheidungsempfehlung (Kawamoto et al. 2005, Stürzlinger et al. 2009).

Auch die Ergebnisse in Augsburg zur Entwicklung der Medikationsfehler im Verlauf der Einführung von AiDKlinik[®] können nur aus der individuellen Situation beurteilt werden. Zum einen war für die Einführung von AiDKlinik[®] in Augsburg relevant, dass das CDS-System nicht gekoppelt an ein CPOE-System, also an die ärztliche Verordnung war und zusätzlich die Schnittstellenprobleme mit dem KIS die Nutzung als patientenbezogenes CDS-System bei der Verordnung erschwerten. Zwar bot AiDKlinik[®] eine begründete und patientenindividuelle hochwertige Empfehlung, die CDS-Empfehlung wurde jedoch nicht im Moment der Entscheidungsfindung automatisch angezeigt, sondern sie musste über einen zusätzlichen Programmaufruf aktiv eingeholt und gesondert gespeichert werden. Dies war nachteilig für die Akzeptanz (Salili et al. 2015), da der Arbeitsprozess nicht fließend war und zusätzliche Zeit und Arbeitsschritte erforderte. Zum anderen war für die von AiDKlinik[®] gebotene allgemeine AM-Info bereits zuvor AMeLI[®] mit ähnlichen, wenn auch eingeschränkteren Möglichkeiten verfügbar gewesen. AiDKlinik[®] bot also zur AM-Info zumindest teilweise keine Neuerungen gegenüber der Situation zuvor. Und schließlich kann nur darüber spekuliert werden, ob und wie im Verlauf die Einführung einer EHR anstelle einer Papierkurve, die Tätigkeit einer Stationsapothekerin, die die Station in Vollzeit zu betreuen begann und ein Leitungswechsel der Pflege mit nachfolgenden personellen und organisatorischen Veränderungen zu den Ergebnissen beitrugen. In Teilprojekt 2 wurde zudem nicht untersucht, in welchem Umfang und für welchen Zweck die Stationsmitarbeiter AiDKlinik[®] einsetzten, so dass prinzipiell alle Ursachen für die Ergebnisse infrage kamen. Letztendlich bestätigte sich, dass der Verlauf einer Einführung nicht vorhersagbar ist (Gagnon et al. 2012, Metzger et al. 2010; Abb. 3, S. 17). Ob andere Rahmenbedingungen (Kawamoto et al. 2005, Salili et al. 2015) zu anderen Ergebnissen geführt hätten, blieb ebenfalls offen, ist aber anhand von Erfahrungen anderer Einrichtungen zu vermuten (Fiander et al. 2015).

5.4.1 Veränderung der Anzahl der Medikationsfehler

In der Mehrzahl von Untersuchungen zu CDS-Systemen (Jia et al. 2016) wurden Prozessabläufe verbessert und Fehler gesenkt. Sogar erhebliche Verbesserungen sind beschrieben, etwa wirkten sich in mehr als zwei Drittel von 70 untersuchten Arbeiten CDS-

Systeme günstig auf klinische Abläufe aus (Kawamoto et al. 2005). Auch Übersichtsarbeiten zum Einsatz von CPOE-/CDS-Systemen nannten überwiegend einen Rückgang der Anzahl an Medikationsfehlern (Kaushal et al. 2003, Stürzlinger et al. 2009). Auch in Augsburg war die Anzahl der Medikationsfehler insgesamt im letzten Projektteil (Teil III, Routine) am geringsten, am höchsten jedoch am Ende der Einführungsmaßnahmen (Teil II, Konsolidierung). In Teil II (Konsolidierung) nutzten die Mitarbeiter AiDKlinik® bereits aktiv in ihrem Alltag, sie hatten jedoch noch wenig praktische Erfahrung. Unsicherheit in Übergangsphasen ist als Ursache von Fehlern bekannt (Camiré et al. 2009, Han et al. 2005) und Mitarbeiter benötigen Zeit, um neue Abläufe sicher in ihre Routine zu integrieren (Ash et al. 2007b, Simon et al. 2013). Auch Teilprojekt 1 zeigte, dass Veränderungen mehr Nachfragen der Nutzer auslösten, was auf Unsicherheit der Nutzer und damit ein höheres Fehlerrisiko in der Umstellungsphase hindeutete. Allerdings wurde im Verlauf von Teil II (Konsolidierung) auch die EHR neu eingeführt und eine Stationsapothekerin begann in Vollzeit. Beide Ereignisse waren ebenfalls in dieser Phase neu und erhöhten daher möglicherweise zusätzlich das Fehlerrisiko insgesamt. Die höchste Fehleranzahl in Teil II (Konsolidierung) bei der Fehlerart „Dokumentation“ konnte möglicherweise auch Unsicherheit der Mitarbeiter im Umgang mit der EHR verursacht haben.

In Teil III (Routine) hatten die Nutzer dagegen bereits seit insgesamt 18 Monaten mit AiDKlinik® gearbeitet. Das System war im Alltag integriert. So nutzte etwa die Station im Rahmen des Leitungswechsels der Pflege das „Switch-Modul“ aktiv, um Austauschlisten für Arzneimittel zu erstellen, die zuvor die Stationsleitung handschriftlich bearbeitet hatte. Jedoch waren in Teil III (Routine) auch Stationsapothekerin und EHR im Routinebetrieb angekommen. Eine verbesserte AMTS und ein Rückgang der Medikationsfehler in chirurgischen Abteilungen durch die Tätigkeit von Pharmazeuten ist beschrieben (Kwan et al. 2007) und die EHR wiederum verhinderte Unleserlichkeit oder Übertragungsfehler. Da jedoch nicht untersucht wurde, wie AiDKlinik®, EHR und Stationsapothekerin im Einzelnen die Anzahl der Medikationsfehler beeinflussten, blieb offen, welchen Einfluss die unterschiedlichen Faktoren und ihre Kombination gehabt hatten. Fakt war jedoch, dass Teil III (Routine) die geringste Fehleranzahl zeigte. Ein Umstellungsprozess auf ein CPOE-/CDS-System eines Klinikverbundes wurde aufgrund veränderter Prozessabläufe als mühsam, aber letztendlich erfolgreich beschrieben (Wu et al. 2006); einen ähnlichen Verlauf nahm die Einführung von AiDKlinik® in Augsburg, mit einer hohen Anzahl an Fehlern in Teil II (Konsolidierung), aber einem signifikanten Rückgang in Teil III (Routine).

5.4.2 Veränderung der einzelnen Fehlerarten

Einen optimalen Effekt zeigten CDS-Systeme, die die Information zum Zeitpunkt und am Ort der Entscheidungsfindung bieten (Der Arzneimittelbrief 2010, Stürzlinger et al. 2009). In den Niederlanden scheiterte ein CPOE-/CDS-System etwa unter anderem aufgrund des mangelhaften Datenaustauschs mit der Laborsoftware (Aarts et al. 2004). In Augsburg erschwerte die Schnittstellenproblematik mit dem KIS den Einsatz von AiDKlinik® als CDS-System; die zweithäufigste Fehlerart „Wechselwirkung“ trat etwa im Verlauf sogar häufiger auf. Für eine Wechselwirkungsprüfung mussten die Nutzer zwischen AiDKlinik® und dem KIS wechseln und zusätzlich handschriftlich dokumentieren. Die Nutzer gaben daher wiederholt die Rückmeldung, dass dieser Ablauf bei Zeitmangel nicht umsetzbar war. Eine

Prüfung im Modul „Medibox“ direkt bei der Verordnung mit patientenindividuellen Daten des KIS und automatischer Speicherung in der EHR wäre vorteilhaft gewesen (Kawamoto et al. 2005, Salili et al. 2015) und hätte Empfehlungen entsprochen (Der Arzneimittelbrief 2010, Hellmann 2010). Allerdings hatte Teilprojekt 1 gezeigt, dass die Apotheke kaum Anfragen zu Wechselwirkungen erhielt; vielleicht unterschätzten die Verschreibenden auch das häufige Auftreten solcher Risikokonstellationen (Krähenbühl-Melcher et al. 2007). Daher blieb offen, ob sich die Fehlerart „Wechselwirkung“ bei optimalen Voraussetzungen tatsächlich verringert hätte, obwohl dies eigentlich durch einen Einsatz von AiDKlinik[®] erwartet wurde. Im klinischen Alltag hatte AiDKlinik[®] bereits erfolgreich Wechselwirkungen und sogar damit assoziierte UAW reduziert (Bertsche et al. 2010), so dass zumindest die Qualität der Datenquelle ausreichend schien, die gewünschten Effekte zu erzielen. In Teil III (Routine) traten wiederum mehr die Pflege betreffende Fehlerarten auf. Die Fehlerart „Verfügbarkeit“ wurde, wenn auch in geringer Anzahl, signifikant häufiger als in den Teilen I und II erfasst. Dies deutete erneut auf ein Fehlerrisiko in Umstellungsphasen hin, diesmal bedingt durch den Leitungswechsel der Pflege. Allerdings konnten Veränderungen von selten dokumentierten Fehlerarten, wie „Verfügbarkeit“ auch auf Einzelfällen beruhen, ihr Verlauf hatte daher eingeschränkte Aussagekraft. Die geringe dokumentierte Anzahl betraf noch weitere Fehlerarten: „Informationsweitergabe“ war etwa im gesamten Projekt in jedem Teil weniger als zehnmal dokumentiert worden, auch „Anwendungstechnik“ und „Aufbereitung“ waren selten erfasst worden. Warum einzelne Fehlerarten so selten erfasst wurden, blieb offen. Die erfassende Apothekerin war mit den Vorgaben des QM vertraut und „Anwendungstechnik“ und „Aufbereitung“ sind eigentlich häufige Fehlerarten (Bertsche et al. 2008b, Seidling et al. 2013). Allerdings hatte AMeLI[®] in der Vergangenheit vergleichbare, wenn auch eingeschränktere Möglichkeiten als AiDKlinik[®] auch zur korrekten Applikation von Arzneimitteln geboten. Möglich ist daher, dass die Mitarbeiter der Station bereits zum Zeitpunkt der Einführung von AiDKlinik[®] korrektes Wissen zur Arzneimittelanwendung hatten und eine Verbesserung nur noch in geringem Umfang möglich war. Insgesamt war keine eindeutige Entwicklung der Fehlerarten im Verlauf erkennbar.

Potenzieller Einfluss von AiDKlinik[®] auf die beobachteten Fehlerarten

Zunächst überraschend waren die Ergebnisse zu den Fehlerarten, die AiDKlinik[®] potenziell günstig beeinflussen könnte. Der beobachtete Anstieg des Anteils der Fehlerarten mit Einfluss bei Annahme eines maximal möglichen Einflusses und ein nur vorübergehender Rückgang des Anteils mit Einfluss bei Annahme eines minimal möglichen Einflusses erschienen widersprüchlich. Da die Untersuchung zur Fehlerart auf der Ebene der Fehler stattfand, bestand zwar prinzipiell die Möglichkeit, dass in einem der Projektteile zufällig mehr Fehler mit potenziellem Einfluss von AiDKlinik[®] erfasst worden waren. Bei Annahme eines maximal möglichen Einflusses bestand jedoch nach Definition für nur 5 Fehlerarten kein Einfluss von AiDKlinik[®]. Diese 5 Fehlerarten waren nur in geringer Anzahl dokumentiert worden. Zudem sank die Anzahl bei einzelnen Fehlerarten im Verlauf; „Unleserlichkeit“ und „Übertragungsfehler“ traten in im Verlauf etwa seltener auf. Ob die 5 Fehlerarten durch die Einführung der EHR (Bates et al. 1995a) oder durch andere Einflüsse abnahmen, blieb offen. Bekannt ist jedoch, dass unterschiedliche AMTS-Systeme sich ergänzen, da sie unterschiedliche Fehlerarten im Medikationsprozess beeinflussen (Ammenwerth et

al. 2014, Der Arzneimittelbrief 2010). In Augsburg enthielt zu verfügbaren Arzneiformen zum Beispiel nur AiDKlinik[®] geeignete Informationen, die Leserlichkeit verbesserte dagegen ausschließlich die EHR. Die im Verlauf geringere Anzahl an Fehlern ohne Einfluss von AiDKlinik[®] erhöhte somit indirekt den Anteil an Fehlern mit einem potenziell günstigen Einfluss von AiDKlinik[®]. Dass der Anteil von mit AiDKlinik[®] potenziell vermeidbaren Fehlern bei Annahme von einem minimal möglichen Einfluss nur vorübergehend in Teil II (Konsolidierung) zurückging, konnte auch durch den Leitungswechsel der Pflege mitbedingt gewesen sein. In Teil III traten prozentual mehr Fehler auf, die die Pflege betrafen, wenn auch in geringer Anzahl.

5.4.3 Veränderung des Schweregrads der Medikationsfehler

Für die beobachtete Zunahme des mittleren Schweregrades im Verlauf kamen ebenfalls mehrere Ursachen infrage. Fehlerhafte Aktionen können aus Unsicherheit oder Unwissen zu einer Maßnahme entstehen (Abb. 3, S. 17) und CPOE-/CDS-Systeme konnten häufig gerade Fehler geringer Schwere verhindern (Stürzlinger et al. 2009). Potenzielle oder abgefangene Fehler des Schweregrades 1 und 2 waren daher bei einer Nutzung von AiDKlinik[®] unwahrscheinlicher. Zudem bot AiDKlinik[®] zur Vermeidung von Fehlern des Schweregrades 1 und 2 mehr Informationen als das Vorgängersystem AMeLI[®], etwa durch eine Schnellanzeige von Kontraindikationen, einem einfachen Zugriff auf die Gebrauchsinformation oder Abbildungen des Arzneimittels. Falls dagegen ein Mitarbeiter eine Information aus AiDKlinik[®] missverstand, bestand wiederum das Risiko für einen Fehler höheren Schweregrades. Nutzer von CPOE-/CDS-Systemen sind nämlich der Auffassung, dass vom System vorgeschlagene Maßnahmen valide sind und sich damit eine eigene Überprüfung oder eine Nachkontrolle durch Kollegen erübrigt (Ash et al. 2007a); in solchen Situationen können Fehler den Patienten erreichen. Die Häufigkeit falsch verstandener Informationen wurde jedoch nicht überprüft.

5.4.4 Sonstiges

Potenzielle Auswirkungen der neuen Einflüsse

Die tatsächlichen Auswirkungen der 4 neuen Einflüsse auf die Projektergebnisse wurden nicht untersucht. Jedoch wurde ergänzend retrospektiv geprüft, welche Auswirkungen sie möglicherweise auf Teilprojekt 2 gehabt hatten.

Potenzielle Auswirkungen durch die Stationsapothekerin

Eine klinisch-pharmazeutische Betreuung trug in Untersuchungen zur Senkung von Medikationsfehlern bei, zum Beispiel auf einer chirurgischen Abteilung, wie sie auch in Augsburg Projektstation war (Kwan et al. 2007). Auch die „inkorrekte Verordnung“, die in Augsburg die dritthäufigste Fehlerart war, wurde günstig beeinflusst (Hansen et al. 2016). Zudem gilt der Einsatz von Stationsapothekern als eine geeignete Maßnahme zur Reduktion von Medikationsfehlern allgemein (Krähenbühl-Melcher et al. 2007). Die Stationsapothekerin dürfte also zu einer Fehlersenkung insgesamt beigetragen haben.

Potenzielle Auswirkungen durch die EHR

Nach Einführung eines CPOE-Systems in einer anderen Institution dokumentierten Ärzte bei der Verordnung den Arzneimittelnamen, die Dosis, den Applikationsweg und die Dosisfrequenz vollständig, leserlich und ohne Risiko für Übertragungsfehler, da elektronisch, was einen Rückgang an Medikationsfehlern auslöste (Bates et al. 1995a). Einen ähnlichen Effekt dürfte die EHR in Augsburg gehabt haben. Einzelne Fehlerarten waren nach ihrer Einführung durch Pflichtfelder oder elektronische Abläufe praktisch ausgeschlossen, darunter mit „Unleserlichkeit“ und „Übertragungsfehler“ 2 der 5 Fehlerarten, auf die AiDKlinik® keinen Einfluss hatte.

Potenzielle Auswirkungen des Leitungswechsels der Pflege

In Australien zeigten sich auf Intensivstationen mehr UE bei einer ungenügenden Anzahl oder Unerfahrenheit von Pflegekräften (Beckmann et al. 1998) und auch eine Übersichtsarbeit identifizierte Unerfahrenheit als Risikofaktor für Medikationsfehler (Camiré et al. 2009). Der Leitungswechsel der Pflege auf der Projektstation veränderte Prozessabläufe, organisatorische Abläufe und Kompetenzen und neue unerfahrene Mitarbeiter übernahmen Tätigkeiten, verbunden mit einem vorübergehend höheren Fehlerrisiko.

Weitere Informationen

Das QM in Augsburg sah bereits eine Erfassung nicht eingetretener, nur potenziell möglicher Wechselwirkungen ab einem Schweregrad von 3 und höher vor. Eine Prävalenz von 60 % potenziell schwerwiegenden Wechselwirkungen bei stationären Patienten mit nur unter 5 % tatsächlichen UAE (Krähenbühl-Melcher et al. 2007) liess die Vorgaben des QM jedoch als fragwürdig erscheinen. Daher wird aktuell in Augsburg diskutiert, ob andere Vorgaben zur Erfassung von Wechselwirkungen im Rahmen der QM-Routine sinnvoller wären. Eine Möglichkeit, um Ärzte für Wechselwirkungen zu sensibilisieren, ohne ein *Over Alerting* auszulösen, wären Fortbildungen zu Wirkstoffen, die ein tatsächliches Risiko für schwere Wechselwirkungen bergen (zum Beispiel wichtige Tätersubstanzen wie Clarithromycin oder Opfersubstanzen mit enger therapeutischer Breite, wie etwa Onkologika, Antikoagulanzen).

Eine hohe Erfolgsrate bei der Fehlersenkung kam durch fortlaufende Schulungen oder Interventionen zu AMTS-Software zustande (Fiander et al. 2015). Das QM in Augsburg sah jedoch weder Rückmeldungen zu beobachteten Fehlern noch sofortige Interventionsmaßnahmen bei Fehlern unter einem Schweregrad von 3 vor. In Augsburg stellte sich deshalb nach Auswertung der Ergebnisse die Frage, ob Interventionen durch den QM-Apotheker unmittelbar bei der Beobachtung von Medikationsfehlern aller Schweregrade und ein entsprechender Hinweis auf AiDKlinik® zu einem anderen Ergebnis im Projektverlauf geführt hätten.

Der hohe Anteil der Fehlerart „Dokumentation“ war neben der Neueinführung der EHR auch dadurch bedingt, dass diese Fehlerart alle untersuchten Teilprozesse betraf (Abb. 1, S. 7).

5.5 Limitationen

Der Projektablauf hatte einige Limitationen. Die Durchführung der QM-Begleitung und die Datendokumentation der QM-Apothekerin wurden nicht von einer zweiten Person, etwa im Rahmen einer 4-Augen-Kontrolle überprüft, sondern nur einmal monatlich im Rahmen eines apothekeninternen *Peer Reviews* besprochen.

Das interne QM sah vor, Fehler bei vermeidbaren Nebenwirkungen nur zu dokumentieren, wenn die Nebenwirkung tatsächlich aufgetreten und vom Arzt nicht als solche erkannt oder ignoriert worden war. Wechselwirkungen wurden dagegen unabhängig vom Auftreten bereits ab einem potenziell mittleren Schweregrad als Medikationsfehler dokumentiert. Der hohe Fehleranteil im Teilprozess der Verordnung beruhte daher auch auf den QM-Vorgaben zur Dokumentation der Fehlerart „Wechselwirkung“.

Relevante personelle Rahmenbedingungen konnten nicht berücksichtigt werden; dazu gehören die Qualifikation und Zahl der Mitarbeiter und deren Arbeitslast, welche unter anderem beeinflusst wird durch Bettenbelegung, Schweregrad und Pflegeintensität der Patienten.

5.6 Zusammenfassung

Teilprojekt 2 zeigte

- eine Senkung der Anzahl der Medikationsfehler in Teil III (Routine),
- einen Anstieg des mittleren Schweregrads der Fehler im Verlauf
- und im Verlauf für den Anteil der Fehler mit Einfluss von AiDKlinik® bei Annahme eines maximal möglichen Einflusses einen Anstieg und bei Annahme eines minimal möglichen Einflusses einen vorübergehenden Rückgang.

Die Erwartungen in Augsburg an ein AM-Info-/CDS-System wurden zum Teil durch die niedrigste Rate an Fehlern im Routinebetrieb von AiDKlinik® erfüllt. Die Ergebnisse zum Anteil der Fehlerarten mit Einfluss von AiDKlinik® und zum Schweregrad waren jedoch überraschend. Auch in Augsburg hatten vermutlich äußere Faktoren Auswirkungen auf die Effekte eines AMTS-Systems (Metzger et al. 2010, Niazkhani et al. 2009b). Dazu zählten technische (Schnittstellenprobleme mit dem KIS), soziale (Stationsapothekerin, Leitungswechsel) und organisatorische Faktoren (EHR, Stationsapothekerin, Leitungswechsel) (Aarts et al. 2004). Welchen Anteil an den Ergebnissen AiDKlinik® und die zusätzlichen Einflüsse im Einzelnen hatten, blieb jedoch offen, da keine Untersuchung dazu erfolgte.

6. Teilprojekt 3: Welche Auswirkungen hat die Einführung eines AM-Info-/CDS-Systems auf Medikationsfehler bei der Sonderbestellung von Arzneimitteln?

6.1 Hintergrund

Zu möglichen Effekten von AiDKlinik® auf die Anzahl der Medikationsfehler im stationären Medikationsprozess wurde ein zweites Teilprojekt durchgeführt. Teilprojekt 3 bezog sich nur auf einen einzigen Teilprozess im Medikationsprozess: die Beschaffung, genauer die Sonderbestellung nicht in der Hausliste enthaltener Arzneimittel durch die Stationen. In Augsburg waren hierfür handschriftliche Sonderrezepte im Freitext üblich. Trotz hausinterner, allgemein zugänglicher Vorgaben zur Bearbeitung handschriftlicher Sonderrezepte waren diese jedoch häufig unklar, unvollständig oder fehlerhaft bearbeitet. Da die Apotheke in diesen Fällen zur Bereitstellung von Arzneimitteln zunächst Kontakt mit der Station aufnehmen musste, entstanden zum einen Lieferverzögerungen, die eine Unterbrechung oder verzögerten Beginn der Therapie zur Folge haben konnten. Zum anderen konnten die Apothekenmitarbeiter enthaltene Fehler übersehen oder unklare Angaben missverstehen, selbst bei einer 4-Augen-Kontrolle. Beides beeinträchtigte die AMTS. Da die Bearbeitung unklarer Sonderbestellungen auch Personaleinsatz in der Apotheke erforderte, war Teilprojekt 3, wie Teilprojekt 1 zusätzlich von Interesse bezüglich einer möglichen Entlastung der Apotheke durch AiDKlinik® bei einfachen logistischen Aufgaben (Patel et al. 2016).

AiDKlinik® enthielt ein elektronisches Modul (Sonderbestell-Modul) zur Bestellbearbeitung für nicht in der Hausliste enthaltene Arzneimittel. Der Einsatz des Moduls wurde im Rahmen der Einführungsmaßnahmen für AiDKlinik® jedoch nicht geschult, auch eine Untersuchung zu Effekten des Moduls auf Fehler bei der Beschaffung war im Rahmen von Teilprojekt 3 zunächst nicht vorgesehen. Da die Apotheke im Verlauf der Einführung von AiDKlinik® jedoch eine potenziell bessere Qualität der Sonderrezepte bei einem Einsatz des Moduls vermutete, wurde ein Ergänzungsprojekt zur Fehleranzahl bei Einsatz des Sonderbestell-Moduls durchgeführt.

6.2 Methodik

6.2.1 Projektziele

Das Hauptziel des Teilprojekts war, zu klären, ob die Einführung von AiDKlinik® zu Veränderungen in der Anzahl und Art der Medikationsfehler im bekannten handschriftlichen Beschaffungsablauf für nicht in der Hausliste enthaltene Arzneimittel führen würde (Hauptprojekt).

Als Nebenziel sollte der Zeitpunkt im Rahmen der Systemeinführung erfasst werden, ab dem eventuelle Veränderungen auftraten (Hauptprojekt).

Ergänzend wurde der Einfluss eines in AiDKlinik® enthaltenen elektronischen Moduls zur Sonderbestellung (Sonderbestell-Modul) auf die Fehleranzahl bei der Sonderbestellung

nicht in der Hausliste enthaltener Arzneimittel im Vergleich zur handschriftlichen Sonderbestellung im Freitext untersucht (Ergänzungsprojekt).

6.2.2 Projektplanung und -ablauf

Beschaffung von Arzneimitteln durch die Stationen in der Routine

Ausgangslage: Die Arzneimittel der Hausliste bestellten die Stationen im Klinikum Augsburg elektronisch über das KIS. Zur Bestellung nicht in der Hausliste enthaltener Arzneimittel gab es dagegen ein Papier-Formular, das Sonderrezept (Abb. 21, S. 102). Das Sonderrezept wurde handschriftlich im Freitext ausgefüllt, bei verschreibungspflichtigen Präparaten von einem Arzt unterzeichnet und dann an die Apotheke gefaxt. Sonderrezepte wurden nahezu ausschließlich von Stationsassistenten (meist medizinische Fachangestellte oder Krankenpflegehelfer) bearbeitet. Hausinterne Standards schrieben vor, dass neben genauen und vollständigen Angaben zum gewünschten Arzneimittel, zum Beispiel zu Arzneiform und Stärke unter anderem Patientendaten, Stationsdaten und das Bestelldatum leserlich auf dem Sonderrezept vermerkt sein mussten. Als Informationsquellen zur Bearbeitung standen den Mitarbeitern AMeLI[®], Druckwerke (zum Beispiel die Rote Liste[®]), stationsintern erstellte Listen (zum Beispiel Rennerlisten zu häufig bestellten Arzneimitteln aus Excel[®]) und das Internet zur Verfügung. Aus der täglichen Routine und aus dem apothekeninternen Fehlermeldesystem war jedoch bekannt, dass die Sonderrezepte häufig unvollständig bearbeitet waren, unklare Angaben oder Fehler enthielten, weshalb die Belieferung in vielen Fällen erst nach Rücksprache mit der Station möglich wurde. Eine Klärung mit der Station verzögerte wiederum häufig die Belieferung, bedingt etwa durch Schichtwechsel der Pflege und fehlendes Wissen der nachfolgenden Schicht. Auch formal falsche Sonderrezepte, etwa das Fehlen einer Arztunterschrift, verzögerten eine Belieferung. Eine verzögerte Belieferung konnte zu Unterbrechungen oder einem verzögerten Beginn der Therapie führen. Auch hatten missverständliche Angaben auf Sonderrezepten in der Vergangenheit bereits zur Abgabe falscher Arzneimittel durch die Apotheke geführt, etwa wenn Retardformen benötigt wurden, dies aber nicht auf der Sonderbestellung vermerkt war und stattdessen unretardierte Formen abgegeben wurden; die AMTS wurde also negativ durch den bestehenden Ablauf beeinflusst. Auch die häufig unklaren oder fehlenden Angaben zur Packungsgröße beeinflussten die AMTS negativ. Die Apotheke fragte aus Zeitmangel nicht nach, sondern belieferte die kleinstmögliche verfügbare Packung. Diese Menge war jedoch manchmal zu gering, die Therapie wurde zu früh beendet oder unterbrochen. Unplausible Angaben zur Packungsgröße konnten auch ökonomisch nachteilig sein, etwa wenn 10 Packungen Augentropfen anstelle der tatsächlich benötigten 10 Einzeldosen beliefert wurden. Bei Bestellungen entgegen Leitlinien musste die Apotheke wiederum die Station informieren, warum eine Beschaffung nicht vorgesehen war und Alternativen anbieten. Wie jede andere Nachbearbeitung aufgrund von Unklarheiten, erforderten auch unklare Sonderrezepte Personaleinsatz.

Projektplanung

In Teilprojekt 3 sollte deshalb geprüft werden, ob die Einführung von *AiDKlinik*[®] zu weniger Fehlern bei der in Augsburg üblichen handschriftlichen Sonderbestellung führen würde. *AiDKlinik*[®] enthielt bei Einsatz zur allgemeinen AM-Info alle relevanten Informationen, um ein Sonderrezept korrekt zu bearbeiten, etwa zu verfügbaren Arzneiformen und Stärken, zu hausintern oder bundesweit gültigen Leitlinien oder welche Angaben auf dem Sonderrezept erforderlich waren. Zusätzlich gab das „Switch-Modul“ Hinweise zu einer Umstellung der häuslichen Medikation auf Präparate der Hausliste.

Zunächst wurden vor Projektbeginn alle aus der Routine und dem apothekeninternen Fehlermeldesystem bekannten Fehlerarten, die in Sonderrezepten auftraten, gesammelt und bewertet. Jede bekannte Fehlerart wurde 1 von 3 möglichen Fehlergruppen (AMTS, Formalia, Ökonomie) zugeordnet. Die Fehlergruppe AMTS enthielt Fehlerarten, die das Arzneimittel mit Stärke und Darreichungsform betrafen; AMTS-Fehler konnten potenziell eine Anwendung falscher Arzneimittel auslösen. Die Fehlergruppe Formalia enthielt Fehlerarten durch Verwendung falscher Formulare oder durch fehlende Daten, zum Beispiel eine Bestellung von Betäubungsmitteln ohne erforderlichen Betäubungsmittel-Anforderungsschein, oder das Fehlen einer Arztunterschrift, was zu verzögerter Belieferung führen konnte. Die Fehlergruppe Ökonomie schließlich bezog sich auf unklare oder ungeeignete Packungsgrößen und Bestellmengen oder unwirtschaftliche Verordnungen entgegen hausintern oder bundesweit gültigen Leitlinien, etwa von Nahrungsergänzungsmitteln.

In einem nächsten Schritt wurde für jede Fehlerart geprüft und begründet, in welchem Ausmaß und aus welchem Grund *AiDKlinik*[®] die Bearbeitung des handschriftlichen Sonderrezepts theoretisch beeinflussen könnte. Ein Einfluss von *AiDKlinik*[®] wurde bei „ja“ angenommen, bei „nein“ oder „zum Teil“ wurde dagegen kein Einfluss von *AiDKlinik*[®] angenommen (Tab. 21, S. 103-104, Spalte „Einfluss *AiDKlinik*[®]“). Bei Einsatz von *AiDKlinik*[®] waren Fehler in allen 3 Gruppen vermeidbar, darunter die gesamte Fehlergruppe AMTS.

Projekttablauf

Für das Teilprojekt wurden alle Sonderrezepte von 4 Normalstationen des Klinikums Augsburg aus dem Zeitraum Juni 2016 bis Dezember 2017 retrospektiv untersucht (Station 1 bis 4), als Basisdaten dienten Daten der Stationen vom Januar 2016, vor der Einführung von *AiDKlinik*[®]. Alle 4 Stationen hatten Anfang 2016 mit der Systemeinführung von *AiDKlinik*[®] begonnen und die allgemeinen Schulungs- und Informationsmaßnahmen erhalten; alle 4 Stationen bestellten wie zuvor handschriftlich über das Sonderrezept-Formular (Abb. 21, S. 102). Jedes Sonderrezept erhielt eine Bearbeitungsnummer, unabhängig davon, ob eine oder mehrere Bestellpositionen darauf vermerkt waren. Die Sonderrezepte wurden dann auf Art und Anzahl aller enthaltenen Fehler geprüft. Jeder Fehler wurde einer der Fehlergruppen (AMTS, Formalia, Ökonomie) zugeordnet (Tab. 21, S. 103-104). Alle im Teilprojekt dokumentierten Medikationsfehler waren vordefiniert worden, weitere, nicht so einzuordnende Fehlerarten traten im Projektzeitraum nicht auf. Die Datenerhebung erfolgte nach QM-Vorgaben anonymisiert, ohne Daten von Patienten oder Mitarbeitern zu erfassen.

Auch AiDKlinik® bot eine Möglichkeit zur Bestellung nicht in der Hausliste enthaltener Arzneimittel. In einem elektronischen Modul (Sonderbestell-Modul) konnte eine Bestellung direkt im PC unter Zugriff auf die Hauslisten- und Marktdaten bearbeitet werden. Im Anschluss wurde dann die Bestellung aus dem Modul analog dem Ablauf zum handschriftlichen Sonderrezept ausgedruckt, bei Bedarf vom Arzt unterzeichnet und an die Apotheke gefaxt. Jedoch erfolgte zu keinem Zeitpunkt eine hausweite Einführung oder Schulung der Nutzer zum Modul seitens der für die System-Einführung Verantwortlichen, da die Projektverantwortlichen andere Prioritäten gesetzt hatten und keine Veränderung des gewohnten Beschaffungsablaufs geplant war. Daher war auch keine Untersuchung zu Effekten des Moduls auf Fehler bei der Beschaffung im Rahmen von Teilprojekt 3 vorgesehen. Unabhängig von den Einführungsmaßnahmen setzten einzelne Stationen bald nach der Einführung von AiDKlinik® aus eigener Initiative das Modul zur Sonderanforderung ein, darunter jedoch keine der Projektstationen. Die Apotheke stellte rasch eine potenziell bessere Qualität dieser Sonderrezepte fest und die Stationen schätzten den einfacheren Beschaffungsablauf. Auf Wunsch der Apotheke und der Stationen, die das Modul nutzten, wurden dann Feldfunktionen im Modul von Dezember 2015 bis September 2016 mehrmals hausindividuell angepasst (Abb. 5, S. 47-49; Abb. 22, S. 102), um die Bearbeitung für Apotheke und Station noch weiter zu vereinfachen. Ergänzt wurden Pflichtfelder zur Kostenstelle, zum Patientennamen, zur Stationsbezeichnung und zur Telefonnummer der Station.

In der Vergangenheit war die Art und die Häufigkeit einzelner Fehlerarten bei der Sonderbestellung nicht untersucht worden. Da jedoch eine potenziell bessere Qualität der Sonderrezepte aus dem Modul vermutet wurde, wurde in einem Ergänzungsprojekt von Januar 2019 bis Juni 2019 die Qualität dieser Untergruppe der Sonderrezepte mit den handschriftlichen verglichen. Zunächst war geplant, die 4 Projektstationen des Hauptprojekts auf das elektronische Modul zur Sonderanforderung in AiDKlinik® umzustellen und dann die Fehleranzahl erneut zu untersuchen. Zum Zeitpunkt der Planung des Ergänzungsprojekts hatten sich die Rahmenbedingungen auf 3 der Projektstationen jedoch seit dem Projektende von Teilprojekt 3 erheblich verändert. Neu war auf 2 der Stationen eine anteilige Belegung durch andere Fachrichtungen, mit anderen Patienten, Ärzten und Pflegepersonal, sowie auf ebenfalls 2 der Stationen die Neuaufnahme einer pharmazeutischen Betreuung. Für die vierte Station, die noch weitgehend unverändert war, ergab eine Fallzahlberechnung einen erforderlichen Erhebungszeitraum von mehr als 4 Jahren; auch für diese Station sind mittelfristige Veränderungen durch die Universitätsentwicklung geplant. Eine Untersuchung der Auswirkungen einer elektronischen Bestellung auf den bekannten Stationen war also nicht mehr möglich. Stattdessen wurden im Ergänzungsprojekt retrospektiv alle von Januar bis Juni 2019 erstellten Anforderungen von 2 Stationen (Station 5+6), die in diesem Zeitraum wie bisher handschriftlich über Sonderrezept bestellten und von 2 Stationen (Station 7+8), die das Modul zur Sonderanforderung in AiDKlinik® bereits nutzten analog dem Ablauf im Hauptprojekt erfasst und bezüglich Unterschieden der Fehleranzahl und der Fehlergruppen untersucht.

Apotheke

Sonderrezept

Per Fax an die Apotheke
Fax-Nr. 0821 400-4715

Klinik: _____

Station: _____

Kostenstellen Nr.: _____

Tel.: _____ KFA-Nr.: _____

KEINE Originalrezepte an die Apotheke senden!

Anzahl	Artikel-Bezeichnung	Stärke

Begründung für die Verordnung eines nicht-gelisteten Präparates.
Zur Bearbeitung erforderlich!

4801073 06.17

Datum _____ Unterschrift des Chef- / Oberarztes _____

Apotheke

Sonderrezept

Per Fax an die Apotheke
Fax-Nr. 0821 400-4715

Klinik: _____

Station: _____

Kostenstellen Nr.: _____

Tel.: _____ KFA-Nr.: _____

KEINE Originalrezepte an die Apotheke senden!

Anzahl	Artikel-Bezeichnung	Stärke

Begründung für die Verordnung eines nicht-gelisteten Präparates.
Zur Bearbeitung erforderlich!

4801073 06.17

Datum _____ Unterschrift des Chef- / Oberarztes _____

Abb. 21 Formular des Sonderrezepts für die handschriftliche Bestellung nicht in der Hausliste enthaltener Arzneimittel.

Für den Patienten _____ ist die Beschaffung von: _____

KARVEA 150mg FilTab (Sanofi-Av) Menge ME _____

Name des Präparates _____ Darreichung _____

innerhalb von 24 Stunden

Benötigte Tagesdosis: _____

Therapiedauer voraussichtlich: _____

Begründung für die Anforderung:

Klinik / Abteilung / Station _____

Kostenstelle _____

Datum: 15.07.2018

Telefon: _____ (für Rückfragen)

Fenster schließen PDF anzeigen und drucken Vorschau

Meldung von Webseite

⚠ Fehlende Angaben: Bitte geben Sie für die Felder Patientname, Station, Kostenstelle, Telefon gültige Werte an.

OK

Abb. 22 Elektronisches Modul zur Sonderanforderung (Sonderbestell-Modul) in AiDKlinik®.

Nach hausindividuellen Erweiterungen enthielt das Modul in Augsburg als Pflichtfelder „Patient (Name)“, „Klinik/Abteilung/Station“, „Kostenstelle“ und „Telefon“. Optionale Felder waren „Menge“, „Benötigte Tagesdosis“, „Therapiedauer voraussichtlich“ und „Begründung für die Anforderung“. Systemseitig vorbelegt waren die Felder „Datum“, „Name des Präparats“, „Darreichung“ und „Lieferfrist“.

Tab. 21 Fehlergruppen und Fehlerarten, die im Teilprozess der Beschaffung auftraten.

Fehler – Einfluss AiDKlinik®				
Fehlergruppe	Fehlerart	Definition	Einfluss AiDKlinik®	Begründung Einfluss
AMTS	Fehlende/falsche Arzneiform	Fehlende Angabe der Arzneiform Unvollständige Angabe der Arzneiform Nichtexistierende Arzneiform	Ja	Information in AiDKlinik®
	Fehlende/falsche Stärke	Fehlende Angabe der Stärke Unvollständige Angabe der Stärke Nichtexistierende Stärke	Ja	Information in AiDKlinik®
	Schreibfehler	Inkorrekte Schreibweise	Ja	Information in AiDKlinik®
	Unleserlichkeit	Beschaffung ganz oder in wichtigen Anteilen nicht leserlich	Ja	Standard „korrekte Sonderrezepte“ in AiDKlinik®
Formalia	Falsches Formular	Beschaffung auf intern oder bundeseinheitlich nicht vorgesehenem Vordruck	Zum Teil	Umsetzung der Information aus AiDKlinik® nötig
	Fehlende Arztunterschrift	Fehlende ärztliche Unterschrift bei verschreibungspflichtigen Arzneimitteln	Nein	Keine Funktion in AiDKlinik®
	Fehlende Begründung	Fehlende Begründung bei therapeutischen Besonderheiten	Nein	Keine Funktion in AiDKlinik®
	Fehlende Patientendaten	Fehlender Name	Ja	Standard „korrekte Sonderrezepte“ in AiDKlinik®
	Fehlende Stationsdaten	Fehlende Stationsbezeichnung Fehlende Telefonnummer Fehlende Kostenstelle	Ja	Standard „korrekte Sonderrezepte“ in AiDKlinik®
	Fehlendes Datum	Fehlendes Datum der Beschaffung	Ja	Standard „korrekte Sonderrezepte“ in AiDKlinik®

Fehler – Einfluss AiDKlinik®				
Fehlergruppe	Fehlerart	Definition	Einfluss AiDKlinik®	Begründung Einfluss
Ökonomie	Arzneimittel-Richtlinie	Bestellung unwirtschaftlicher Arzneimittel (Basis kliniksinterne oder bundeseinheitliche Arzneimittel-Richtlinie)	Ja	Information in AiDKlinik®
	Doppelbeschaffung	Zeitnahe, identische oder quasi-identische Beschaffungen	Nein	Keine Funktion in AiDKlinik®
	Hauslisten-Arzneimittel	Beschaffung trotz identischem oder äquivalentem Produkt der Hausliste	Ja	Information in AiDKlinik®
	Packungsgröße	Fehlende Angabe der Packungsgröße Nicht plausible Packungsgröße	Zum Teil	Mehrfach-Auswahl in AiDKlinik®
	Unnötige Beschaffung	Beschaffung ohne Bedarf	Nein	Keine Funktion in AiDKlinik®

Ergänzt um Beispiele für die Fehlerart (Definition), den vermuteten Einfluss von AiDKlinik® und der Begründung, warum ein oder kein Einfluss vermutet wurde.

6.2.3 Datenauswertung und Statistik

Die dokumentierten Daten wurden mithilfe von Microsoft Excel® 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) und von IBM SPSS® Statistics (1200) 21.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) erfasst, ausgewertet und graphisch dargestellt. In Microsoft Excel® erfasste Daten wurden dazu in IBM SPSS® importiert.

Für die Auswertung der Daten des Hauptprojekts wurde die Anzahl der Fehler pro Sonderrezept berechnet, wobei zusätzlich zur Gesamtzahl an Fehlern nach Fehlerart (AMTS, Formalia, Ökonomisch) differenziert wurde. Neben den deskriptiven Statistiken wie M und SD für die ermittelte Anzahl an Fehlern je Rezept wurde der Prozentsatz an Sonderrezepten berechnet, die keinen beziehungsweise mindestens 1 Fehler enthielten.

Für eine Analyse einer möglichen Abnahme des Anteils von Fehlerarten, auf die AiDKlinik® potenziell Einfluss haben könnte, wurden im Rahmen des Hauptprojekts die monatlichen Werte von 06.2016 bis 12.2017 mit dem Basismonat 01.2016 verglichen. Zur Vermeidung einer Alphafehler-Kumulierung der daraus resultierenden 19 Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstests wurde das Signifikanzniveau nach Bonferroni angepasst und auf $\alpha = 0,05 / 19 = 0,003$ festgesetzt.

Für die Fallzahlberechnung für das Ergänzungsprojekt zum möglichen Einfluss des Moduls zur Sonderbestellung wurde G*Power 3.1.9.4 (Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf) eingesetzt. Für die Untersuchung der Frage des Ergänzungsprojekts, ob Bestellungen über das elektronische Modul im Mittel weniger Fehler enthielten als handschriftliche Sonderrezepte, wurde der t-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Da es Hinweise auf Varianzheterogenität gab (Levene-Test), wurden die Freiheitsgrade nach Welch korrigiert. Ferner wurde mittels Chi-Quadrat-Tests geprüft, ob für Bestellungen über das Modul der Prozentsatz an Rezepten mit mindestens 1 Fehler geringer war als für handschriftliche Bestellungen.

6.3 Ergebnisse

6.3.1 Basisergebnisse zum Einfluss von AiDKlinik® auf Fehler bei handschriftlicher Bestellung (Stationen 1-4, Hauptprojekt)

Insgesamt lagen 747 Sonderrezepte von 4 Stationen (Stationen 1-4) aus dem Untersuchungszeitraum vor. Den größten Anteil an Sonderrezepten hatte mit 38 % (282) Station 4 (Abb. 23, S. 106).

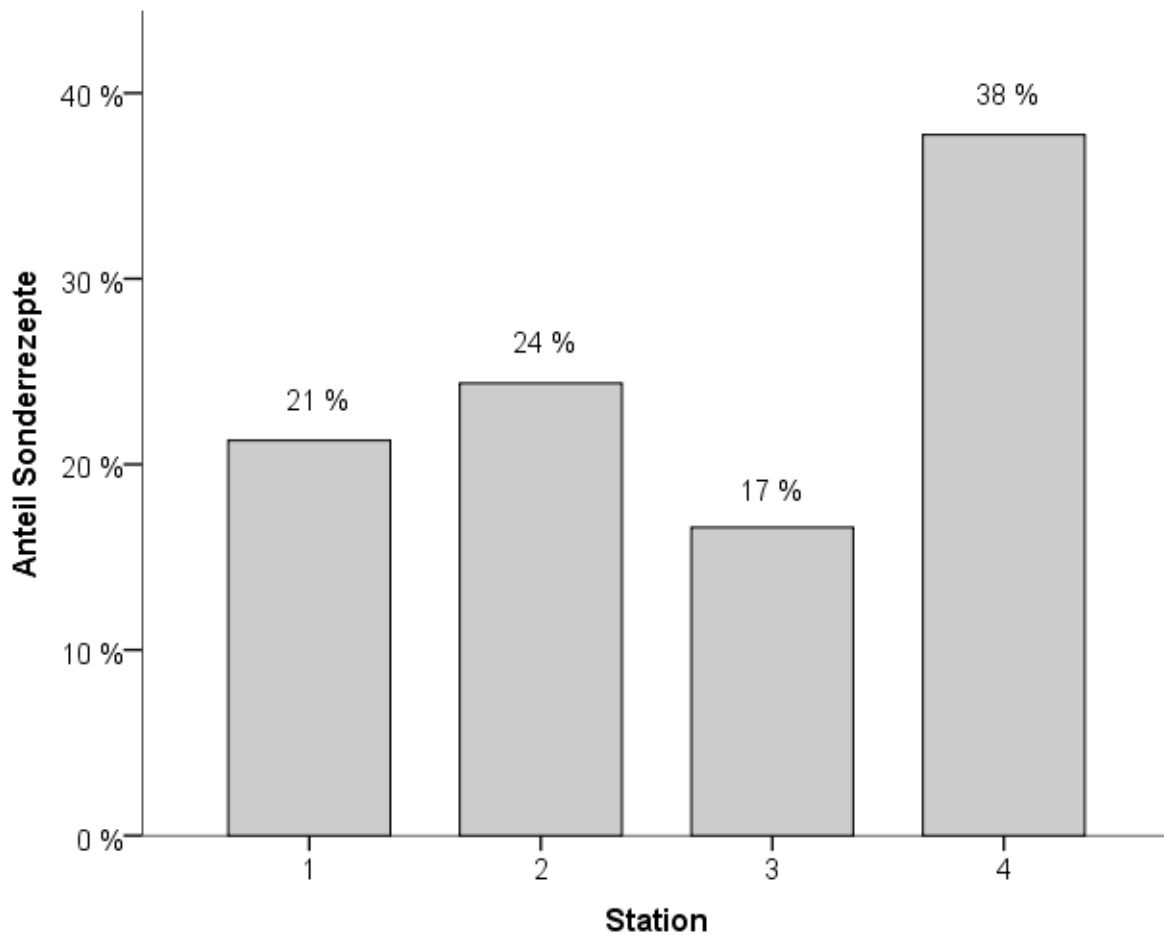


Abb. 23 Verteilung aller in einer 18-Monatsperiode ausgestellten Sonderrezepte auf die 4 analysierten Stationen (Stationen 1-4, Hauptprojekt).

(Gesamtanzahl $n = 747$).

Die Anzahl an Sonderrezepten schwankte erheblich in den Beobachtungsmonaten. Im Durchschnitt über den gesamten Beobachtungszeitraum lag sie bei $M = 37,4 \pm 8,08$ (Abb. 24, S. 107).

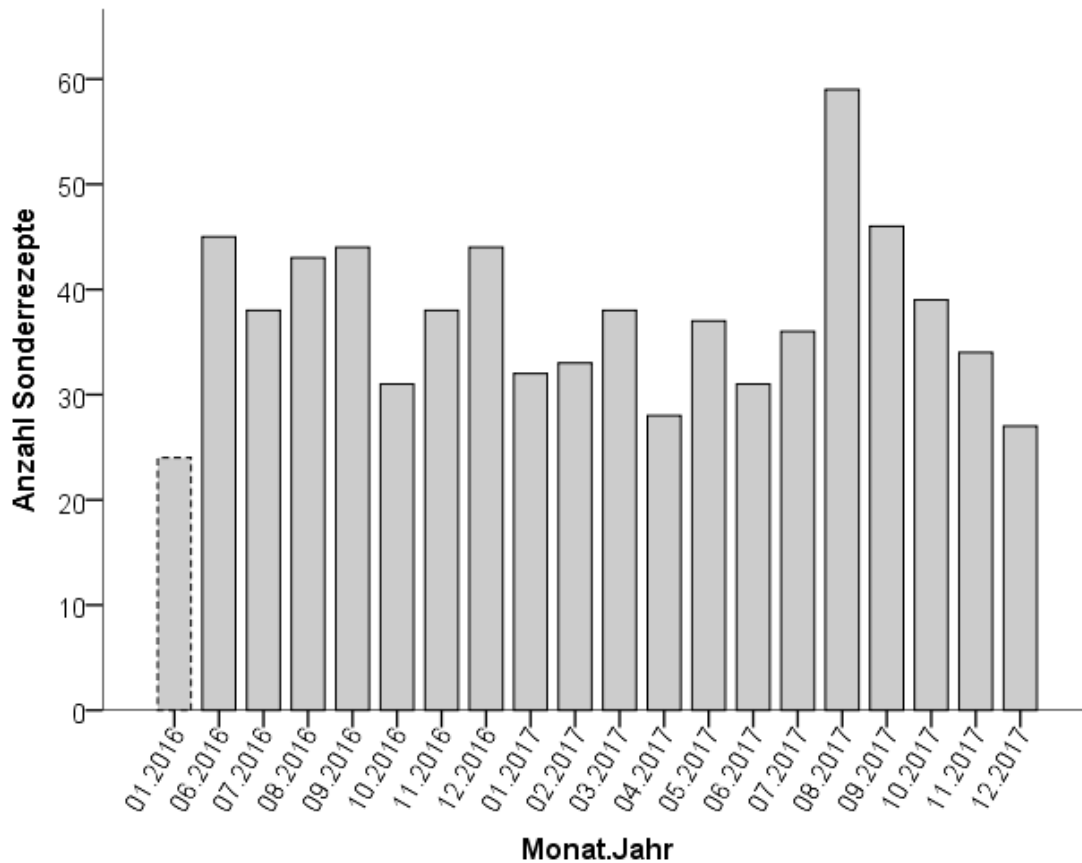


Abb. 24 Anzahl untersuchter Sonderrezepte pro Monat (Stationen 1-4 gesamt, Hauptprojekt).
(Gesamtanzahl $n = 747$, 01.2016 = Basismonat)

Die 747 Sonderrezepte enthielten insgesamt 2 333 Fehler ($3,1 \pm 3,0$ Fehler je Sonderrezept). Nur 6,2 % (46) der untersuchten Sonderrezepte waren fehlerfrei. Die geringste durchschnittliche Fehlerquote je Sonderrezept im Gesamtzeitraum hatte Station 2 mit $1,5 \pm 1,0$ Fehlern, die höchste Fehlerquote mit $4,7 \pm 4,0$ Fehlern Station 4, die auch die meisten Sonderrezepte ausstellte (Tab. 22).

Tab. 22 Anzahl von Fehlern in Sonderrezepten je Station und insgesamt (Stationen 1-4, Hauptprojekt).

Station	Anzahl Sonderrezepte	Anzahl Fehler	Anzahl Fehler je Sonderrezept	
			<i>M</i>	$\pm SD$
1	159	319	2,0	$\pm 1,4$
2	182	275	1,5	$\pm 1,0$
3	124	423	3,4	$\pm 1,7$
4	282	1316	4,7	$\pm 4,0$
Gesamt	747	2333	3,1	$\pm 3,0$

6.3.2 Verteilung der Fehler nach Fehlergruppen (AMTS, Formalia, Ökonomie) und Fehlerarten (Stationen 1-4, Hauptprojekt)

Die häufigste Fehlergruppe war mit insgesamt 1 276 (54,6 %) Fehlern der ökonomische Fehler, die häufigste Fehlerart insgesamt mit 542 (23,2 %) Fehlern die fehlende oder nicht plausible Angabe der Packungsgröße. Innerhalb der Fehlergruppen war die häufigste Fehlerart bei den AMTS-Fehlern die fehlende oder falsche Angabe der Arzneiform. Bei den formalen Fehlern waren am häufigsten fehlende Stationsdaten. Bei ökonomischen Fehlern waren am häufigsten fehlende oder nicht plausible Angaben zur benötigten Packungsgröße (Tab. 23).

Tab. 23 Verteilung der einzelnen Fehlerarten (Stationen 1-4, Hauptprojekt).

Fehlerart	Anzahl Fehler	Anteil (%)
AMTS		
Fehlende/falsche Arzneiform	408	17,5
Fehlende/falsche Stärke	65	2,8
Schreibfehler	66	2,8
Unleserlich	27	1,2
Subtotal	566	24,3
Formalia		
Falsches Formular	59	2,5
Fehlende Arztunterschrift	16	0,7
Fehlende Begründung	139	6,0
Fehlende Patientendaten	18	0,8
Fehlende Stationsdaten	230	9,9
Fehlendes Datum	29	1,2
Subtotal	491	21,1
Ökonomie		
Arzneimittel-Richtlinie (hausintern, bundesweit)	204	8,7
Doppelbeschaffung	75	3,2
Hauslisten-Arzneimittel	414	17,7
Packungsgröße	542	23,2
Unnötige Beschaffung	41	1,8
Subtotal	1276	54,6
Gesamt	2333	100

6.3.3 Veränderung der Fehleranzahl im Verlauf der Einführung von AiDKlinik® (Stationen 1-4, Hauptprojekt)

Der Anteil an beobachteten Fehlerarten, die AiDKlinik® möglicherweise beeinflussen konnte, war im Verlauf variabel und auch zwischen den Stationen unterschiedlich. Über alle Monate hinweg hätte AiDKlinik® 63 % (1 461) aller beobachteten Fehler laut für Teilprojekt 3 festgelegter Definition beeinflussen können (Tab. 24; Abb. 25, S. 110).

Unter der Annahme einer sofortigen Wirkung von AiDKlinik® war eine signifikante Abnahme der beobachteten Fehlerarten, die AiDKlinik® möglicherweise beeinflussen konnte, im Vergleich zum Basismonat 01.2016 ab 08.2016 nachweisbar. Während im Basismonat der Prozentsatz an Fehlern, auf die AiDKlinik® möglicherweise einen Einfluss hatte, bei 88,3 % lag, sank dieser Wert in 08.2016 auf 59,6 % und betrug in den Folgemonaten mindestens 45,2 % und höchstens 67,2 %.

Tab. 24 Verteilung der einzelnen Fehlerarten, mit und ohne vermuteten Einfluss von AiDKlinik® (Stationen 1-4, Hauptprojekt).

	Potenzieller Einfluss AiDKlinik®			Kein Einfluss AiDKlinik®	
	<i>n</i>	%		<i>n</i>	%
01.2016	53	88,3		7	11,7
06.2016	68	76,4		21	23,6
07.2016	63	71,6		25	28,4
08.2016	62*	59,6		42*	40,4
09.2016	54*	50,5		53*	49,5
10.2016	59*	55,1		48*	44,9
11.2016	70*	60,9		45*	39,1
12.2016	86*	56,6		66*	43,4
01.2017	66*	57,4		49*	42,6
02.2017	96*	66,7		48*	33,3
03.2017	51*	63,8		29*	36,2
04.2017	42*	45,2		51*	54,8
05.2017	82*	67,2		40*	32,8
06.2017	57*	61,3		36*	38,7
07.2017	73*	60,3		48*	39,7
08.2017	134*	63,2		78*	36,8
09.2017	121*	66,1		62*	33,9
10.2017	123*	64,4		68*	35,6
11.2017	42*	60,9		27*	39,1
12.2017	59*	67,0		29*	33,0

* signifikanter Unterschied zum Basismonat 01.2016 ($p < 0,003$). *n* = Anzahl Fehler.

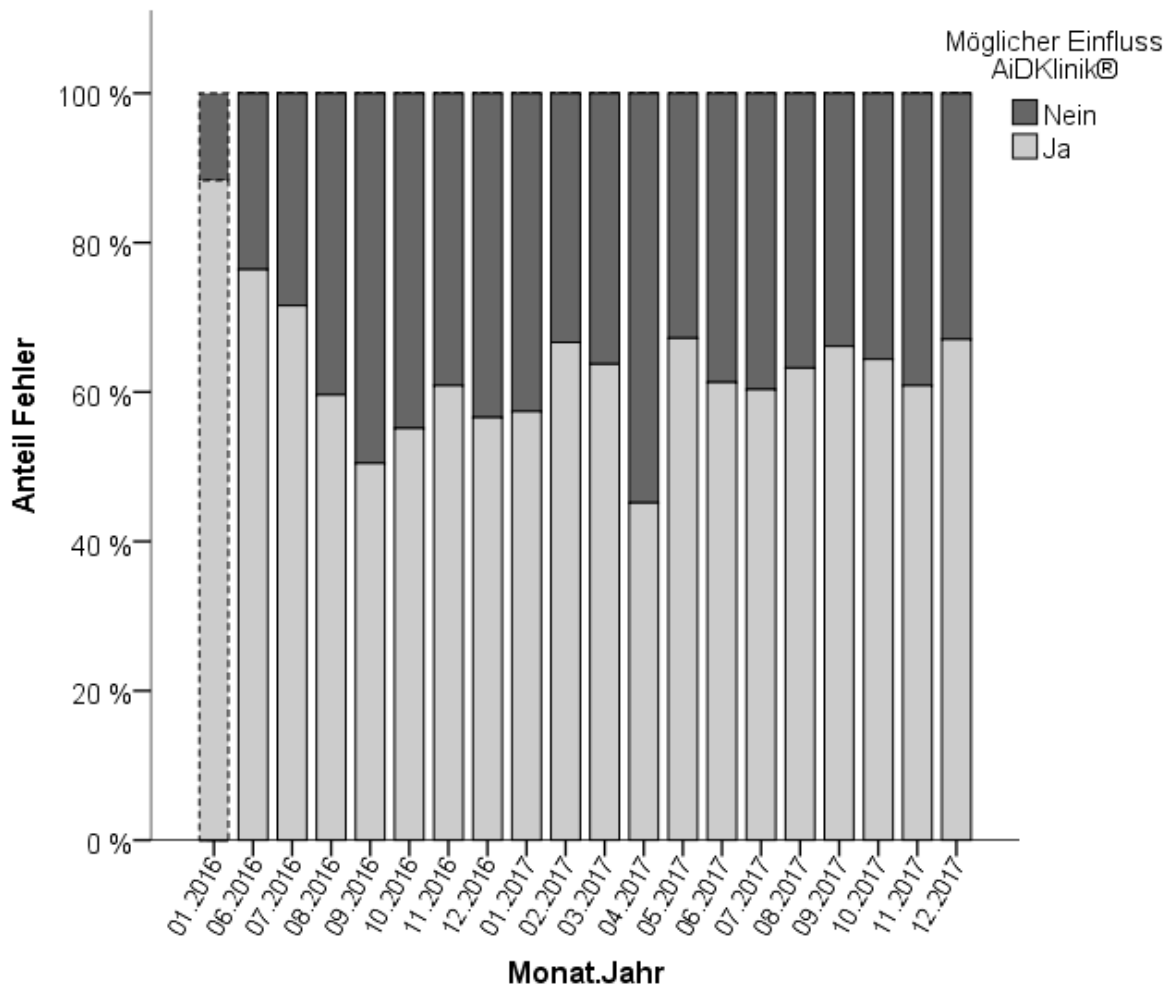


Abb. 25 Anteil der Fehler mit vermutetem Einfluss von AiDKlinik® insgesamt pro Monat (Stationen 1-4 gesamt, Hauptprojekt).

(Gesamtanzahl $n = 2333$, 01.2016 = Basismonat)

6.3.4 Einfluss des Sonderbestell-Moduls in AiDKlinik® auf die Fehleranzahl (Ergänzungsprojekt zu Unterschieden zwischen handschriftlicher und elektronischer Bestellung; Stationen 5-8).

Es lagen 266 Sonderrezepte von 4 Stationen vor (Station 5-8). Von 2 Stationen, die handschriftlich bestellten (Station 5 und 6), stammten 29 (10,9 %) beziehungsweise 35 (13,2 %) der Sonderrezepte. Die beiden anderen Stationen (Station 7 und 8) steuerten über das elektronische Modul zur Sonderbestellung 71 (26,7 %) beziehungsweise 131 (49,2 %) der Sonderrezepte bei.

Von allen Sonderrezepten waren 26,7 % (71) fehlerfrei. Mindestens 1 Fehler enthielten 73,3 % (195) der Sonderrezepte, wobei überwiegend nur ein einziger Fehler je Sonderrezept vorlag (Abb. 26, S. 111).

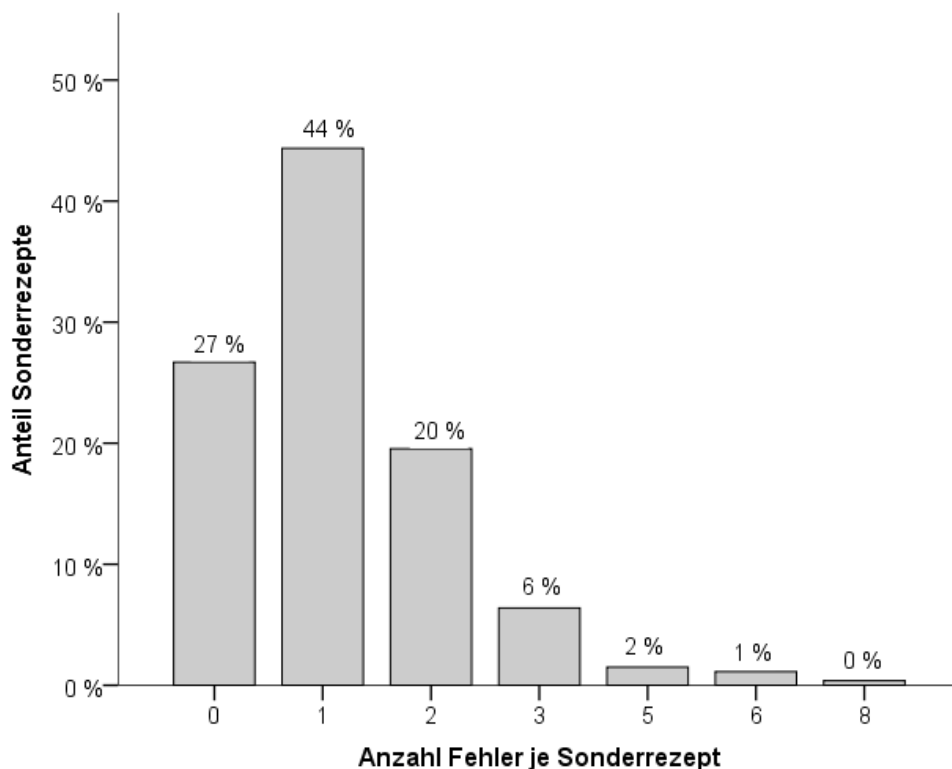


Abb. 26 Anteil an Sonderrezepten nach enthaltenen Fehlern (Stationen 5-8 gesamt, Ergänzungsprojekt).

(Gesamtanzahl $n = 266$)

Die Sonderrezepte enthielten insgesamt 319 Fehler. Durchschnittlich enthielt ein Sonderrezept $1,2 \pm 1,2$ Fehler. Eine handschriftliche Bestellung führte im Mittel zu $2,5 \pm 1,5$ Fehlern je Sonderrezept, während sich auf Bestellungen über das elektronische Modul im Mittel lediglich $0,8 \pm 0,7$ Fehler fanden (Welch-Test $p < 0,001$). Dieser Effekt ist als stark zu beurteilen ($d = 1,29$).

Bei 65,3 % (132) der Sonderrezepte, die über das elektronische Modul bestellt wurden, waren 1 oder mehr Fehler enthalten, während bei handschriftlicher Bestellung mit 98,4 % (63) fast alle Rezepte fehlerhaft waren (Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$). AMTS-Fehler gab es bei nur noch 2 elektronischen Bestellungen (1,0 %). Bei einer handschriftlichen Bestellung trat dieser Fehler dagegen in 71,9 % (46) aller Fälle auf (Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$). Auch formale Fehler traten bei einer Bestellung im elektronischen Modul nur noch in 5 Rezepten auf (2,5 %), wohingegen 19 handschriftlich bestellte Rezepte, also fast ein Drittel (29,7 %), formale Fehler enthielten (Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$). Fehler ökonomischer Art enthielten Bestellungen über das elektronische Modul zwar immer noch. Betroffen war überwiegend die fehlende oder nicht plausible Angabe der Packungsgröße. Der Prozentsatz betroffener Rezepte war allerdings mit 64,9 % (131) signifikant geringer als bei einer handschriftlichen Bestellung (Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$). So enthielten Rezepte, die handschriftlich erstellt wurden, zu 89,1 % (57) mindestens einen ökonomischen Fehler (Abb. 27, S. 112).

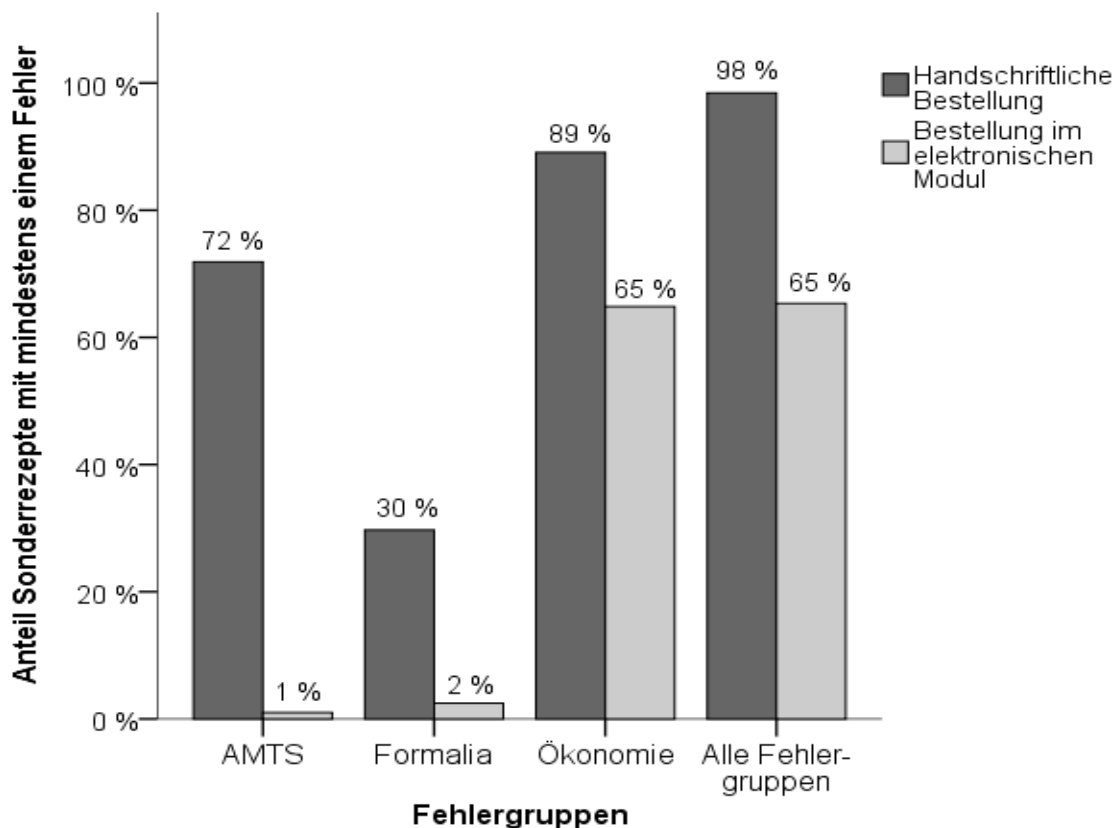


Abb. 27 Anteil fehlerhafter Sonderrezepte, nach Fehlergruppen bei handschriftlicher oder elektronischer Bestellung (Stationen 5-8 gesamt, Ergänzungsprojekt).

6.4 Diskussion

In der Klinik ist der Beschaffungsprozess von Arzneimitteln interdisziplinär und schnittstellenübergreifend. Beteiligt in Augsburg sind etwa Ärzte, Pflege und Assistenzmitarbeiter der Station, sowie pharmazeutisches und nichtpharmazeutisches Personal der Apotheke, zum Teil auch der Patient, etwa mit Informationen zu seiner häuslichen Medikation. Die Beteiligung unterschiedlicher Personen und Abteilungen, stellt aufgrund von unterschiedlichem Kenntnisstand und von Schnittstellen eine Risikosituation für Medikationsfehler dar (Beckmann et al. 1998, Camiré et al. 2009). Als Auslöser von Fehlern bei der Beschaffung gelten zum Beispiel handschriftliche Abläufe (Bates et al. 1999, Seidling et al. 2016), unzureichende Informationsweitergabe (ASHP 2018), Übertragungsfehler (Camiré et al. 2009) und mangelnde Kenntnisse der Ausführenden (Meguerditchian et al. 2013). Aber auch Fehlinterpretation von Abkürzungen, Lesefehler, Missverständnisse und bei mündlichem Ablauf Hörfehler (ASHP 2018, Krähenbühl-Melcher et al. 2007, Phillips et al. 2015) können Medikationsfehler bei der Arzneimittelbeschaffung auslösen. Aufgrund der zahlreichen Risikofaktoren war bei Ambulanzrezepten einer deutschen Universitätsklinik in 23 % der Fälle eine Rezeptbelieferung aufgrund von Unklarheiten nur nach Rücksprache möglich (Seidling et al. 2016) und in der Schweiz waren 69,2 % der Rezepte einer Universitätsklinik unvollständig (Di Paolo et al. 2012). Unleserliche, unvollständige handschriftliche Verordnungen erfordern zudem Personaleinsatz zur Kontrolle und Nachbearbeitung (Massaro 1993b). Eine Nachbearbeitung kann wiederum eine verzögerte Belieferung zur Folge haben, mit negativen Konsequenzen für die AMTS, da Arzneimittel nicht zeitgerecht

zur Verfügung stehen. In deutschen Altenheimen betrafen 35,4 % aller erfassten Probleme im Zusammenhang mit der Medikation die Lagerung von Arzneimitteln, davon war ein knappes Viertel bedingt durch nicht vorrätige Arzneimittel, die aber eigentlich zu diesem Zeitpunkt benötigt wurden (Thürmann et al. 2010). Auch in Kliniken ist beschrieben, dass eine verzögerte Belieferung von Arzneimitteln zu Therapieunterbrechungen oder zu einem verspäteten Beginn der Therapie führen kann (ASHP 2018, Kohn et al. 2000). Medikationsfehler bei der Beschaffung können auch unbemerkt bleiben und sich in nachfolgenden Teilprozessen fortsetzen und im schlimmsten Fall den Patienten erreichen (ASHP 2018), etwa wenn Retardformen benötigt werden, jedoch unretardierte Formen beschafft und im falschen Dosisintervall verabreicht werden. Zur Fehlervermeidung, auch bei der Beschaffung, wurden zum einen geeignete Informationsmöglichkeiten (Krähenbühl-Melcher et al. 2007), zum anderen elektronische Abläufe genannt (Langebrake et al. 2014, Westbrook et al. 2015). Beide Möglichkeiten bot AiDKlinik®.

6.4.1 Einfluss von AiDKlinik® auf Fehler bei handschriftlicher Bestellung (Hauptprojekt)

Bekannt war, dass der Einsatz eines AM-Info- und CDS-Systems, gekoppelt an eine elektronische Rezeptbearbeitung die Fehlerhäufigkeit bei der Erstellung von Kassenrezepten erheblich gesenkt hatte (Seidling et al. 2016). Auch in Augsburg sank ein halbes Jahr nach der Einführung von AiDKlinik® der Anteil der Fehler, für die ein Einfluss von AiDKlinik® vermutet wurde. Zwar war bei einzelnen Fehlerarten, auf die AiDKlinik® potenziell Einfluss hatte keine klare Entwicklung zu erkennen. Dennoch kam es ab 08.2016 im Vergleich zum Basismonat 01.2016 insgesamt zu einer signifikanten Abnahme des Anteils der Fehlerarten, die AiDKlinik® möglicherweise beeinflusste. Ausreichende AM-Info von hoher Qualität gilt als wichtig zur Fehlervermeidung (Krähenbühl-Melcher et al. 2007), auch im Teilprozess der Beschaffung. AiDKlinik® bot offensichtlich auch zur Beschaffung geeignete AM-Info, was auch ein Vorprojekt bereits gezeigt hatte (Seidling et al. 2016). Die Erwartungen der Verantwortlichen in Augsburg zu einem Rückgang der Medikationsfehler durch die Einführung von AiDKlinik® waren erfüllt. Ob noch mehr Fehler bei anderen Voraussetzungen durch AiDKlinik® beeinflussbar gewesen wären, blieb offen. Zum einen schränkte die Schnittstellenproblematik mit dem KIS mögliche Effekte von AiDKlinik® auf Fehler bei der Beschaffung ein. Im Teilprojekt zeigte sich etwa, dass die Fehlerart „Hauslisten-Arzneimittel“ knapp 20 % aller beobachteten Fehler ausmachte. Zur Erfassung der Aufnahmemedikation und einen Austausch auf ein äquivalentes Präparat der Hausliste bot das „Switch-Modul“ in AiDKlinik® zwar geeignete Informationen, jedoch wurde in Augsburg eine im „Switch-Modul“ geprüfte Aufnahmemedikation nicht automatisch in der EHR gespeichert, was die Nutzer bemängelten und ihre Akzeptanz verringerte. Auch eine Studie im Auftrag der DKG zur AMTS-Prüfung empfahl für die Klinikapotheke unterstützende Systeme, die an ärztliche Softwarelösungen angepasst sind (Hellmann 2010). Augsburg hofft daher im Rahmen der angekündigten engeren Kooperation der beiden Softwareanbieter auf eine tiefere Integration, auch des „Switch-Moduls“, in das KIS. Auch blieb offen, welcher Einfluss auf Fehler bei der Beschaffung möglich gewesen wäre, wenn zuvor nicht bereits AMeLI® flächendeckend für die Stationsmitarbeiter zur allgemeinen AM-Info verfügbar gewesen war. Auch AMeLI® hatte bereits für die Beschaffung relevante Informationen enthalten, etwa zu verfügbaren Arzneiformen und -stärken. Die beobachtete Fehlersenkung

zeigte jedoch, dass AiDKlinik® offensichtlich zusätzliche, für die Beschaffung relevante Informationen enthielt, zum Beispiel Gebrauchsinformationen oder Angaben zur Teilbarkeit fester Oralia. Ob AiDKlinik® zu einem noch höheren Rückgang des Fehleranteils bei der Beschaffung geführt hätte, falls zuvor kein elektronisches Informationssystem verfügbar gewesen wäre, blieb offen, ist aber wahrscheinlich (Fiander et al. 2015).

Zur Einschätzung der Projektergebnisse muss auch erwähnt werden, dass die Stationsmitarbeiter zu keinem Zeitpunkt des Projekts Rückmeldungen zu ihren Fehlern in Sonderrezepten von der Apotheke erhielten. Auch in der Vergangenheit waren keine Schulungsmaßnahmen zum Thema Sonderrezeptbeschreibung für die Stationen angeboten worden. Lediglich hausinterne Standards zur korrekten Sonderrezeptbearbeitung waren in AMeLI® und AiDKlinik® veröffentlicht. Mangelhafte Sonderrezepte belieferte die Apotheke in der täglichen Routine aus Zeitmangel möglichst ohne Rücksprache mit den Stationsmitarbeitern. Gerade bei den beiden häufigsten Fehlerarten „Packungsgröße“ und „Hauslisten-Arzneimittel“ belieferte die Apotheke in der Regel ohne Rücksprache mit der kleinsten Packungsgröße beziehungsweise dem Hauslisten-Arzneimittel, lediglich mit einem Hinweis zum Austausch auf dem Lieferschein. Vielen Stationsmitarbeitern war daher wahrscheinlich überhaupt nicht bewusst, dass Verbesserungsbedarf bestand. Eine Möglichkeit, um die Qualität der Sonderrezepte zu verbessern, wären Fortbildungen für Pflegekräfte und Assistenzmitarbeiter zum Thema Sonderrezeptbeschreibung gewesen, da Unkenntnis eine häufige Fehlerursache darstellt (Camiré et al. 2009) und Schulung eine Voraussetzung der Fehlervermeidung ist (Aarts et al. 2004, Kruse et al. 2015, Seidling et al. 2016). Schulungsmaßnahmen werden jedoch aufgrund der Ergebnisse zum elektronischen Modul zur Sonderanforderung in AiDKlinik® und einer geplanten Umstellung auf einen elektronischen Bestellablauf in Augsburg nicht mehr durchgeführt.

6.4.2 Einfluss des Sonderbestell-Moduls in AiDKlinik® auf die Fehleranzahl bei elektronischer Bestellung (Ergänzungsprojekt).

Eine wichtige Erkenntnis des Teilprojekts war, dass der Einsatz des in AiDKlinik® enthaltenen Sonderbestell-Moduls zu einer wesentlich geringeren Anzahl an Fehlern führte, als im Teilprojekt bei handschriftlicher Bestellung beobachtet wurde. Die geringere Fehlerzahl betraf alle Fehlergruppen (AMTS, Formalia und Ökonomie). Die Apotheke hatte bereits in der Vergangenheit einen elektronischen Bestellablauf für nicht in der Hausliste enthaltene Arzneimittel diskutiert, weil sie mit der Qualität der Sonderrezepte und den damit verbundenen Prozessabläufen unzufrieden war, jedoch keine konkreten Verbesserungsmaßnahmen geplant oder umgesetzt. Auch die Häufigkeit einzelner Fehlerarten war in der Vergangenheit nicht strukturiert erfasst und untersucht worden. Aufgrund der vagen historischen Daten war auch im Rahmen der Einführung von AiDKlinik® keine Veränderung des Bestellablaufs geplant gewesen und das Sonderbestell-Modul wurde nicht im Rahmen der Einführung geschult. Jedoch hatte die DKG elektronische Unterstützung bei der Informationsweitergabe an Schnittstellen als besonders geeignet empfohlen, was auch für den schnittstellenübergreifenden Beschaffungsprozess in Augsburg zutrifft (Hellmann 2010). Nachdem einzelne Stationen aktiv mit dem Einsatz des Moduls begonnen hatten, erkannte die Apotheke das Potenzial elektronisch erstellter Rezepte. Gemeinsam machten Apotheke und Stationen dann Vorschläge zu Erweiterungen des Moduls, um die Bearbeitung für die Stationen weiter zu vereinfachen und noch mehr bekannte Fehler zu vermeiden.

Dies zeigte erneut, dass ein interdisziplinärer Austausch im Rahmen einer Systemeinführung wichtig ist (Boonstra et al. 2014, Gellert et al. 2015) und dass gute Ideen entstehen können, wenn Nutzer aktiv zu einer Einführung beitragen, weil sie ein System einsetzen wollen (Koskela et al. 2015). Dass ein elektronischer Ablauf zu weniger Fehlern auch bei der Beschaffung führen kann, war bereits aus anderen Einrichtungen bekannt. In einer Pädiatrie sanken die Fehlermöglichkeiten bei der Verordnung und Beschaffung durch den Einsatz eines CPOE-/CDS-System von 58 % auf 2 % im Vergleich zu einem papierbasierten Ablauf (Jozefczyk et al. 2013). Ein ähnliches Ergebnis zeigte die Umstellung von einer papierbasierten Verordnung des Arztes mit nachfolgender Übertragung der Verordnung und Beschaffung durch die Pflege auf einen elektronischen Prozessablauf mit zusätzlichen CDS-Warnhinweisen: Die Rate potenzieller UAE ging um 71 % zurück (Westbrook et al. 2015). Tatsächlich zeigte auch das Ergänzungsprojekt in Augsburg für alle Fehlergruppen (AMTS, Formalia und Ökonomie) signifikant weniger Fehler im Vergleich zur handschriftlichen Bearbeitung. Gerade in der für den Patienten kritischen Fehlergruppe AMTS hatten nur noch 1 % der elektronischen Rezepte Fehler, jedoch knapp drei Viertel der handschriftlichen. Auch andere Einrichtungen hatten über Verbesserungen in der Rezeptschreibung durch elektronische Abläufe berichtet (Di Paolo et al. 2012), zum Teil ebenfalls mit hohem Erfolg (Seidling et al. 2016). Die Apotheke plant nun mittelfristig eine hausweite Umstellung auf einen elektronischen Bestellablauf für nicht in der Hausliste enthaltene Arzneimittel. Zusätzlich zum Rückgang der Bagatellanfragen durch AiDKlinik®, den Teilprojekt 1 zeigte, könnten auch weniger Sonderrezepte, die aufgrund formaler Fehler und unvollständiger Angaben Personaleinsatz für eine Nachbearbeitung erfordern, eine Entlastung von Bagatellaufgaben bringen (McMullen et al. 2015, Wietholter et al. 2009).

6.4.3 Sonstiges

Die Möglichkeit einer elektronischen Bearbeitung von Betäubungsmittel-Anforderungsscheinen, unterstützt von AiDKlinik®, würden Stationsmitarbeiter und Apotheke in Augsburg begrüßen, eine korrekte Bearbeitung wäre für die Stationsmitarbeiter damit einfacher.

Für den insgesamt am häufigsten beobachteten Fehler, die nicht plausible oder falsche Packungsgröße, wäre ein zusätzliches Pflichtauswahlfeld der verfügbaren Packungsgrößen anstelle des aktuell vorhandenen Freitextfeldes im Modul zur Sonderanforderung in AiDKlinik® eine gute Lösung. Im Projekt bestellten die Stationen auch im Modul anstelle einer plausiblen Packungsgröße häufig „1“ oder „Pack“ oder auch ohne Angabe einer Größe. Augsburg möchte daher erst auf einen elektronischen Beschaffungsablauf umstellen, wenn auch die Packungsgröße als Pflichtauswahlfeld verfügbar ist.

6.5 Limitationen

Auf den untersuchten handschriftlichen Sonderrezepten waren pro Sonderrezept zwischen 1 und 12 Positionen verordnet worden. Jeder erfasste Fehler wurde gezählt und der Sonderrezeptnummer zugeordnet. Dies beeinflusste die unterschiedliche Fehlerquote je Sonderrezept und Monat, da für Sonderrezepte mit einer höheren Anzahl an Positionen eine höhere Fehlerwahrscheinlichkeit bestand. Auch die deutlich höhere Anzahl an Sonderbestellungen der Stationen, die im Ergänzungsprojekt das Modul nutzten, lag unter

anderem daran, dass im Modul pro Bestellung nur 1 Arzneimittel möglich war. Auf handschriftlichen Rezepten wurden dagegen zum Teil mehrere Arzneimittel bestellt.

Die Fehlerart „unnötige Beschaffung“ konnte retrospektiv nur noch für die Fälle erfasst werden, in denen ein entsprechender Bearbeitungsvermerk der Apotheke auf dem Sonderrezept vorhanden war. Die tatsächliche Anzahl dürfte höher gewesen sein.

Fehler der Apothekenmitarbeiter bei der Bearbeitung wurden nicht erfasst.

6.6 Zusammenfassung

Teilprojekt 3 zeigte

- im Hauptprojekt im Verlauf einen Rückgang des Anteils der Fehlerarten, für die ein möglicher Einfluss von AiDKlinik[®] definiert worden war im Vergleich zum Basismonat
- und im Ergänzungsprojekt eine signifikant geringere Fehleranzahl in allen Fehlergruppen (AMTS, Formalia und Ökonomie) bei Einsatz des elektronischen Moduls zur Sonderanforderung in AiDKlinik[®] (Sonderbestell-Modul) im Vergleich zu handschriftlichen Rezepten.

Die Apotheke möchte daher mittelfristig das Klinikum Augsburg flächendeckend auf einen elektronischen Bestellablauf umstellen. Weniger Medikationsfehler durch eine elektronisch unterstützte Beschaffung sollen sowohl die AMTS verbessern, als auch die Apothekenmitarbeiter von Bagatellaufgaben entlasten.

7. Teilprojekt 4: Welchen Bekanntheitsgrad und welche Nutzungsschwerpunkte besitzt das AM-Info-/CDS-System nach abgeschlossener Systemeinführung in der Routine?

7.1 Hintergrund

Die Projektverantwortlichen aus Apotheke und EDV in Augsburg wollten abschließend noch evaluieren, wofür unterschiedliche Zielgruppenmitarbeiter AiDKlinik® nach Ende der Einführungsmaßnahmen in ihrer Routine nutzten. Zwar enthielt AiDKlinik® eine Nutzerstatistik, die jedoch nur Daten zur Anzahl der Nutzer und der Anfragen, jedoch keine weiteren Informationen, etwa zu den Inhalten oder zur Herkunft der Anfragen gab.

Die Nutzung von AMTS-Software hängt von vielen unterschiedlichen Einflüssen ab, etwa von organisatorischen oder gruppenabhängigen Faktoren (Gellert et al. 2015, Wright et al. 2013). Die Verantwortlichen in Augsburg, wollten daher den Einsatz von AiDKlinik® durch unterschiedliche Zielgruppen untersuchen. Für die Planung künftiger, vergleichbarer Projekte war auch von Bedeutung, ob die Mitarbeiter der Zielgruppen mit den eingesetzten Schulungs- und Informationsmaßnahmen tatsächlich erreicht worden waren und nicht zuletzt erwartete der Förderverein, der AiDKlinik® finanziert hatte, eine Rückmeldung, ob AiDKlinik® in der Routine akzeptiert und genutzt wurde. Mit dem vierten, hier beschriebenen Teilprojekt sollte daher geprüft werden, ob unterschiedliche Zielgruppenmitarbeiter AiDKlinik® nach Abschluss der Systemeinführung kannten und wie häufig und wofür sie AiDKlinik® nutzten.

7.2 Methodik

7.2.1 Projektziele

Die beiden Hauptziele waren die Untersuchung des Bekanntheitsgrads und der Nutzungsfrequenz von AiDKlinik® bei Mitarbeitern der Zielgruppen im Routinebetrieb.

Als Nebenziele sollten Unterschiede im Bekanntheitsgrad und in der Nutzungsfrequenz in den Zielgruppen zwischen einzelnen Fachrichtungen und bei Ärzten und Pflege in den hierarchischen Positionen untersucht werden.

Ergänzend sollten die Nutzungsschwerpunkte sowie eventuelle Lücken, die Zielgruppenmitarbeiter in AiDKlinik® festgestellt hatten, erfasst werden. Zielgruppenmitarbeiter, die AiDKlinik® nicht kannten, sollten nur ihre alternativen Informationsquellen zu Arzneimitteln nennen.

7.2.2 Projektplanung und -ablauf

Projektplanung

Die Apotheke führte zur Datenerhebung für das Teilprojekt Einzelinterviews mithilfe eines für das Teilprojekt entworfenen Fragebogens (Abb. 28, S. 119) durch. Um Daten möglichst vieler Mitarbeiter unterschiedlicher Berufsgruppen erfassen zu können, fanden die Interviews im Wartebereich zur saisonalen Influenzaschutzimpfung der personalärztlichen Dienststelle im Oktober und November 2017 statt. Mitarbeiter aller Abteilungen und Positionen nutzen jedes Jahr die Möglichkeit, sich an 2 Terminen ohne vorherige Anmeldung impfen zu lassen, darunter viele Zielgruppenmitarbeiter, die aktuellen Impfempfehlungen folgen (Robert-Koch-Institut 2017). In den Vorjahren waren jeweils etwa 200 Personen zu den beiden Impfterminen erschienen, es war daher zu erwarten, dass auch in 2017 für eine Zufallsstichprobe eine ausreichende Anzahl an Mitarbeitern teilnehmen würde. Die flächendeckenden Schulungsmaßnahmen zu AiDKlinik® waren Ende 2016 abgeschlossen, das Vorgängersystems AMeLI® am 1. August 2017 abgeschaltet worden, AiDKlinik® war ausreichend lange für die geplante Datenerhebung im Routinebetrieb etabliert (Abb. 5, S. 47-49). Vor dem Projektstart hatten sich die Leiterin der personalärztlichen Dienststelle, der Chefapotheker und der Personalrat mit der Durchführung des Teilprojekts einverstanden erklärt.

Projektablauf

Die Daten wurden während zweier Punkt-Prävalenzanalysen anhand von strukturierten Einzelinterviews (6 Fragen, wenn ein Teilnehmer AiDKlinik® kannte, 4 Fragen, wenn AiDKlinik® unbekannt war) erhoben (Abb. 28, S. 119). Die Einzelinterviews führten bei jedem Termin 2 freiwillige Mitarbeiter der Apotheke durch, die zuvor über den geplanten Ablauf und die Ziele des Teilprojekts informiert und zum Befragungsablauf geschult worden waren. Zur Datenerhebung informierte der Interviewer zunächst den einzelnen Mitarbeiter kurz zum Hintergrund des Projekts und zum Ablauf des Interviews und klärte die Bereitschaft des Mitarbeiters zur Teilnahme. Bei einer Zustimmung zur Teilnahme führte der Interviewer sofort die Einzelbefragung durch und dokumentierte parallel dazu die Antworten auf dem für das Projekt entworfenen Fragebogen. Alle Teilnehmer wurden interviewt, unabhängig ob sie zu den Zielgruppen zählten. Die Antworten zur Bekanntheit von AiDKlinik® unter den Mitarbeitern, die nicht zu den Zielgruppen zählten und die daher nicht an den Einführungsmaßnahmen teilgenommen hatten, wurden als Kontrollgruppe für den Bekanntheitsgrad verwendet. Nach Dokumentation der Zugehörigkeit zu einer Berufsgruppe mit hierarchischer Position und Fachrichtung bezog sich die nächste Frage auf die Bekanntheit von AiDKlinik®. Falls der Teilnehmer AiDKlinik® kannte, folgten Fragen zu Nutzungshäufigkeit und Nutzungsschwerpunkten sowie zu eventuell festgestellten Lücken in AiDKlinik®. Für Teilnehmer, die AiDKlinik® nicht kannten, war nur 1 Anschlussfrage zu alternativen Informationsmedien über Arzneimittel vorgesehen, die restlichen Fragen entfielen. Bei den Fragen zum Nutzungsschwerpunkt und zu alternativen Informationsquellen waren Mehrfachnennungen und zusätzliche Freitextantworten möglich, bei der Frage zu eventuellen Lücken zusätzliche Freitextantworten. Bei einer Ablehnung der Teilnahme konnte die betreffende Person eine Begründung für die Nichtteilnahme angeben. An

beiden Projekttagen dokumentierten die Interviewer ohne Unterbrechungen über jeweils 3 Stunden mithilfe der Fragebögen. Es wurden keine personenbezogenen Daten erhoben und die dokumentierten Fragebögen waren anonymisiert.

Tag: Keine Antwort möglich: (dann Ende der Befragung)

Keine Zeit Möchte nicht Sonstiges

Daten zur Tätigkeit:

Arzt Assistenz Position (zum Beispiel Oberarzt)

Pflege Sonstiges

Fachrichtung:

Innere Medizin Pädiatrie Sonstiges

Chirurgie Onkologie

Kennen Sie AiDKlinik®:

Ja Nein

Bei Nein: Wie informieren Sie sich über Arzneimittel? (dann Ende der Befragung)

Internet Druckwerke Sonstiges (zum Beispiel Apotheke, Kollegen)

Apps Kein Bedarf

Wie häufig nutzen Sie AiDKlinik®:

Selten/Nie Täglich Mehrfach täglich

Wofür nutzen Sie AiDKlinik®:

AM-Info AM-Beschaffung Sonstiges

Interaktionen Switch-Modul

Wobei nutzt AiDKlinik® nicht:

Alles enthalten Weiß nicht Sonstiges

Abb. 28 Fragebogen der Einzel-Interviews für die Punkt-Prävalenz-Analyse zur Bekanntheit und zu den Nutzungsschwerpunkten von AiDKlinik®.

Der Fragebogen wurde nach abgeschlossener Implementierung zur Untersuchung des Bekanntheitsgrads und der Nutzungsschwerpunkte von AiDKlinik® in Augsburg eingesetzt.

7.2.3 Datenauswertung und Statistik

Die Ergebnisse wurden mithilfe von Microsoft Excel® 2010 (Microsoft Corporation Redmond, WA, USA) und von IBM SPSS® Statistics (1200) 21.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) erfasst, ausgewertet und graphisch dargestellt. In Microsoft Excel® erfasste Daten wurden dazu in IBM SPSS® importiert. Ausgewertet wurden neben den Angaben zur Berufsgruppe, Fachrichtung, Position und Bekanntheit die Nutzungsfrequenz, der Nutzungszweck sowie die Angaben zu eventuell enthaltenen Lücken oder zu alternativen Informationsquellen. Für die geschlossenen Fragen zu Nutzungsschwerpunkten, Lücken in AiDKlinik® und alternativen Informationsquellen zu Arzneimitteln wurde die Häufigkeitsverteilung der Merkmalsausprägungen grafisch dargestellt. Die Freitextantworten wurden handschriftlich auf die Anzahl vergleichbarer Inhalte überprüft. Unterschiede zwischen Zielgruppe und Kontrollgruppe, sowie zwischen einzelnen Berufsgruppen, Fachrichtungen und Positionen wurden jeweils mit Kreuztabellen und Chi-Quadrat-Tests analysiert. Falls die erwarteten Zellbesetzungen zu gering ausfielen, wurde alternativ der exakte Test nach Fisher verwendet. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

In Teilprojekt 4 war nur für die Berufsgruppe der Ärzte die Teilnehmerzahl so groß, dass eine spezifische Auswertung sinnvoll war. Deshalb wurden statistische Analysen für alle Berufsgruppen gemeinsam und – falls von Interesse – für die Berufsgruppe der Ärzte vorgenommen. Die Ärzte aller Fachrichtungen außer Innere Medizin, Chirurgie und Pädiatrie wurden aufgrund der geringen Fallzahl zur Kategorie Sonstige Fachrichtung zusammengefasst. Für die hierarchischen Positionen wurden alle Positionen außer Assistenzärzten und Oberärzten in der Kategorie Sonstige Position zusammengefasst.

7.3 Ergebnisse

7.3.1 Basisergebnisse

An beiden Terminen wurden insgesamt 142 Mitarbeiter angesprochen, von denen 2 Personen eine Teilnahme ablehnten. Von 140 interviewten Mitarbeitern waren 39 Kontrollgruppenmitglieder, die AiDKlinik® nicht für ihre berufliche Tätigkeit benötigten. 101 Teilnehmer gehörten zu den Zielgruppen. Die größte Berufsgruppe unter allen Mitarbeitern der Zielgruppen waren die Ärzte mit 80,2 % (Abb. 29, S. 121).

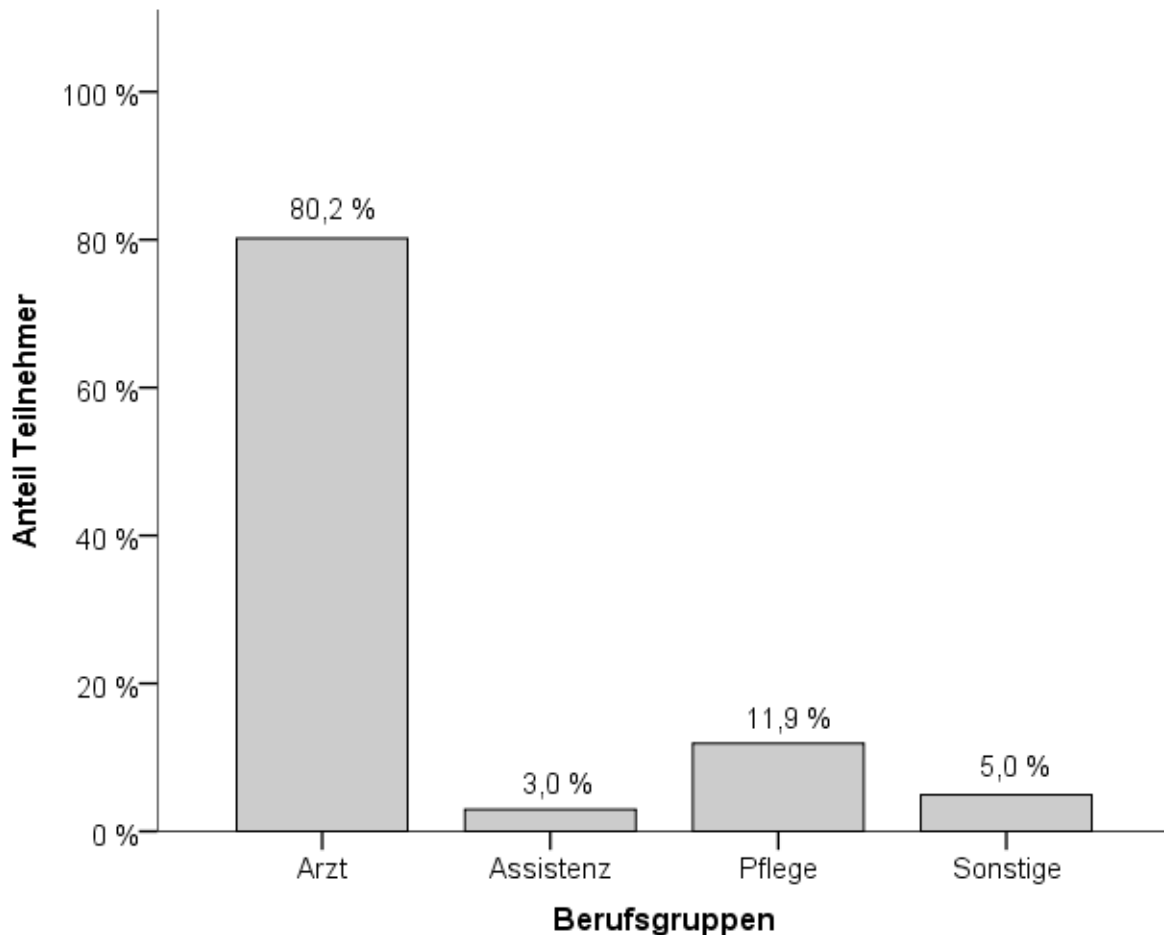


Abb. 29 Teilnehmer der Zielgruppen, Anteile der Berufsgruppen.
(Gesamtanzahl $n = 101$)

7.3.2 Bekanntheitsgrad

Insgesamt

In den Zielgruppen kannten insgesamt 75,2 % der Teilnehmer *AiDKlinik*[®]. In der Kontrollgruppe gaben mit 5,1 % aller Teilnehmer signifikant weniger Personen an, *AiDKlinik*[®] zu kennen (Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$).

Bekanntheitsgrad in den Zielgruppen

Berufsgruppen

Unter den Ärzten kannten 77,8 % der Teilnehmer *AiDKlinik*[®]. Alle anderen Berufsgruppen zusammen hatten einen Bekanntheitsgrad von 65 %. Der Unterschied war nicht signifikant (exakter Test nach Fisher $p = 0,256$) (Tab. 25, S. 122).

Tab. 25 Bekanntheit von AiDKlinik® nach Berufsgruppen.

Berufsgruppe	AiDKlinik® ist bekannt		AiDKlinik® ist nicht bekannt	
	Anzahl Nutzer	Anteil (%)	Anzahl Nutzer	Anteil (%)
Arzt	63	77,8	18	22,2
Assistenz	2	66,7	1	33,3
Pflege	6	50,0	6	50,0
Sonstige	5	100,0	--	---

(Gesamtanzahl $n = 101$)

Fachrichtung

Für 2 der 81 Ärzte lag keine Angabe zur Fachrichtung vor. Alle 18 Ärzte der Inneren Medizin kannten AiDKlinik®. Zwischen den 56 Ärzten der Inneren Medizin, Chirurgie und Pädiatrie konnte ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (exakter Test nach Fisher $p = 0,044$). Paarweise Vergleiche zeigten, dass sich Chirurgie und Innere Medizin signifikant hinsichtlich der Bekanntheit von AiDKlinik® unterschieden (exakter Test nach Fisher $p = 0,019$), während der Unterschied zwischen Pädiatrie und Chirurgie beziehungsweise Pädiatrie und Innerer Medizin nicht signifikant war (exakter Test nach Fisher $p = 0,426$ beziehungsweise $p = 0,235$) (Tab. 26).

Tab. 26 Bekanntheit von AiDKlinik® innerhalb der Berufsgruppe der Ärzte nach Fachrichtung.

Fachrichtung	AiDKlinik® ist bekannt		AiDKlinik® ist nicht bekannt	
	Anzahl Nutzer	Anteil (%)	Anzahl Nutzer	Anteil (%)
Chirurgie	12	70,6	5	29,4
Innere Medizin	18	100,0	--	--
Pädiatrie	18	85,7	3	14,3
Sonstige Fachrichtung	13	56,5	10	43,5

(Gesamtanzahl $n = 79$)

Hierarchische Position

Die Analyse basierte auf 77 Personen, da 4 Ärzte keine Angaben bezüglich ihrer Position, machten. AiDKlinik® kannten 75,0 % der Oberärzte und 79,4 % der Assistenzärzte, Ärzte sonstiger Positionen kannten AiDKlinik® zu 90,9 %. Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Bekanntheit von AiDKlinik® und der hierarchischen Position festgestellt werden (Chi-Quadrat-Test $p = 0,533$) (Tab. 27, S. 123).

Tab. 27 Bekanntheit von AiDKlinik® innerhalb der Berufsgruppe der Ärzte nach hierarchischer Position.

Position	AiDKlinik® ist bekannt		AiDKlinik® ist nicht bekannt	
	Anzahl Nutzer	Anteil (%)	Anzahl Nutzer	Anteil (%)
Assistenzarzt	27	79,4	7	20,6
Oberarzt	24	75,0	8	25,0
Sonstige Position	10	90,9	1	9,1

(Gesamtanzahl $n = 77$)

7.3.3 Nutzungsfrequenz

Berufsgruppen

Keine Angabe zur Nutzungsfrequenz machten 26 Teilnehmer der Zielgruppen. Es zeigte sich, dass von den 75 Teilnehmern mit gültigen Angaben zur Nutzungsfrequenz 55 % regelmäßige Nutzer waren (Tab. 28). Es ließ sich kein Zusammenhang zwischen Berufsgruppe und Nutzungsfrequenz nachweisen (exakter Test nach Fisher $p = 0,471$).

Tab. 28 Nutzungsfrequenz von AiDKlinik® nach Berufsgruppe.

Berufsgruppe	Regelmäßige Nutzung von AiDKlinik®		Seltene oder überhaupt keine Nutzung von AiDKlinik®	
	Anzahl Nutzer	Anteil (%)	Anzahl Nutzer	Anteil (%)
Arzt	32	51,6	30	48,4
Assistenz	1	50,0	1	50,0
Pflege	5	83,3	1	16,7
Sonstige	3	60,0	2	40,0
Gesamt	41	54,7	34	45,3

(Gesamtanzahl $n = 75$)

Fachrichtung

Für 2 der 62 Ärzte mit Angaben zur Nutzungsfrequenz lagen keine gültigen Werte für die Fachrichtung vor, die Analysen basierten folglich auf 60 Teilnehmern. Unter den 3 Fachrichtungen mit den höchsten Teilnehmerzahlen hatte die Innere Medizin mit 61,1 % die meisten regelmäßigen Nutzer (Tab. 29, S. 124). Es ließ sich kein Zusammenhang zwischen Nutzungsfrequenz und Fachrichtung belegen (Chi-Quadrat-Test $p = 0,604$).

Tab. 29 Nutzungsfrequenz von AiDKlinik® innerhalb der Berufsgruppe der Ärzte nach Fachrichtung.

Fachrichtung	Regelmäßige Nutzung von AiDKlinik®		Seltene oder überhaupt keine Nutzung von AiDKlinik®	
	Anzahl Nutzer	Anteil (%)	Anzahl Nutzer	Anteil (%)
Chirurgie	6	50,0	6	50,0
Innere Medizin	11	61,1	7	38,9
Pädiatrie	10	58,8	7	41,2
Sonstige	5	38,5	8	61,5

(Gesamtanzahl $n = 60$)

Hierarchische Position

Unter den 60 Ärzten mit Angabe einer hierarchischen Position nutzten nur 25 % der Oberärzte AiDKlinik® regelmäßig, im Unterschied zu 61,5 % der Assistenzärzte und 80 % der Ärzte aus der Kategorie Sonstige Position. Es ließ sich ein Zusammenhang zwischen der Nutzungsfrequenz und der Position nachweisen (Chi-Quadrat-Test $p = 0,004$). Spaltenweise Vergleiche zeigten im Weiteren, dass sich die Oberärzte signifikant von den Assistenzärzten beziehungsweise den Ärzten aus der Kategorie Sonstige Position unterscheiden, während sich Assistenzärzte und Ärzte aus der Kategorie Sonstige Position nicht unterscheiden ($p < 0,05$) (Tab. 30).

Tab. 30 Nutzungsfrequenz von AiDKlinik® innerhalb der Berufsgruppe der Ärzte nach hierarchischer Position.

Position	Regelmäßige Nutzung von AiDKlinik®		Seltene oder überhaupt keine Nutzung von AiDKlinik®	
	Anzahl Nutzer	Anteil (%)	Anzahl Nutzer	Anteil (%)
Assistenzarzt	16	61,5	10	38,5
Oberarzt	6	25,0	18	75,0
Sonstige Position	8	80,0	2	20,0

(Gesamtanzahl $n = 60$)

7.3.4 Nutzungsschwerpunkte

Von den 65 Zielgruppenmitarbeitern, die AiDKlinik® kannten und Angaben zu den Nutzungsschwerpunkten machten, nannten 90,8 % die AM-Info, 38,5 % Interaktionen/Wechselwirkungen und jeweils 4,6 % die Arzneimittel-Bestellung und das „Switch-Modul“ als Nutzungsschwerpunkte (Abb. 30, S. 125). Antworten im Freitext gaben insgesamt 17 Teilnehmer. Von den 23 Freitextantworten betrafen 11 die Dosierung von Arzneimitteln.

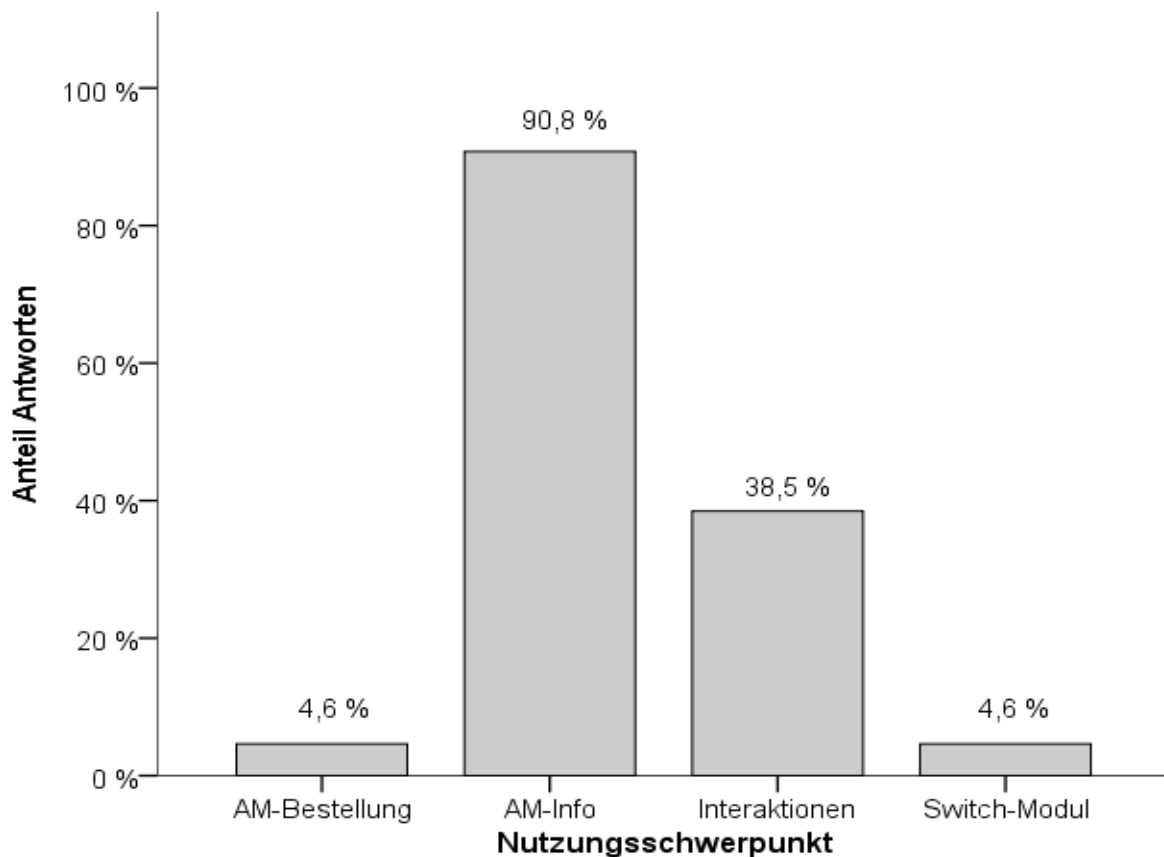


Abb. 30 Häufigkeitsverteilung der Nutzungsschwerpunkte insgesamt.
(Gesamtanzahl $n = 65$)

7.3.5 Von Interviewteilnehmern genannte Lücken in AiDKlinik®

Von den 76 Zielgruppenmitarbeitern, die AiDKlinik® kannten machten 9 keine Angaben zu Lücken in AiDKlinik®. Unter den restlichen 67 Teilnehmern hatten 37 % keine Kenntnis, ob AiDKlinik® Lücken enthält, 21 % gaben an, dass AiDKlinik® lückenlos war (Abb. 31, S. 126). Ergänzend gaben 29 Teilnehmer insgesamt 31 Freitextantworten. In 12 der Freitextantworten wurden Informationen, die AiDKlinik® tatsächlich enthält, irrtümlicherweise als Lücke genannt, 5 Mitarbeiter nannten subjektiv empfundene Hinweise zur Benutzeroberfläche oder Software-Performance. Tatsächlich vorhandene Lücken nannten 10 Mitarbeiter, davon 4 die eingeschränkte Anbindung an das KIS. Als weitere Lücken wurden zum Beispiel das Fehlen von klinikumsinternen Preisinformationen, das Fehlen von Informationen zu im Haus verfügbaren Packungsgrößen oder das Fehlen von Algorithmen für pädiatrische Dosierungen erwähnt.

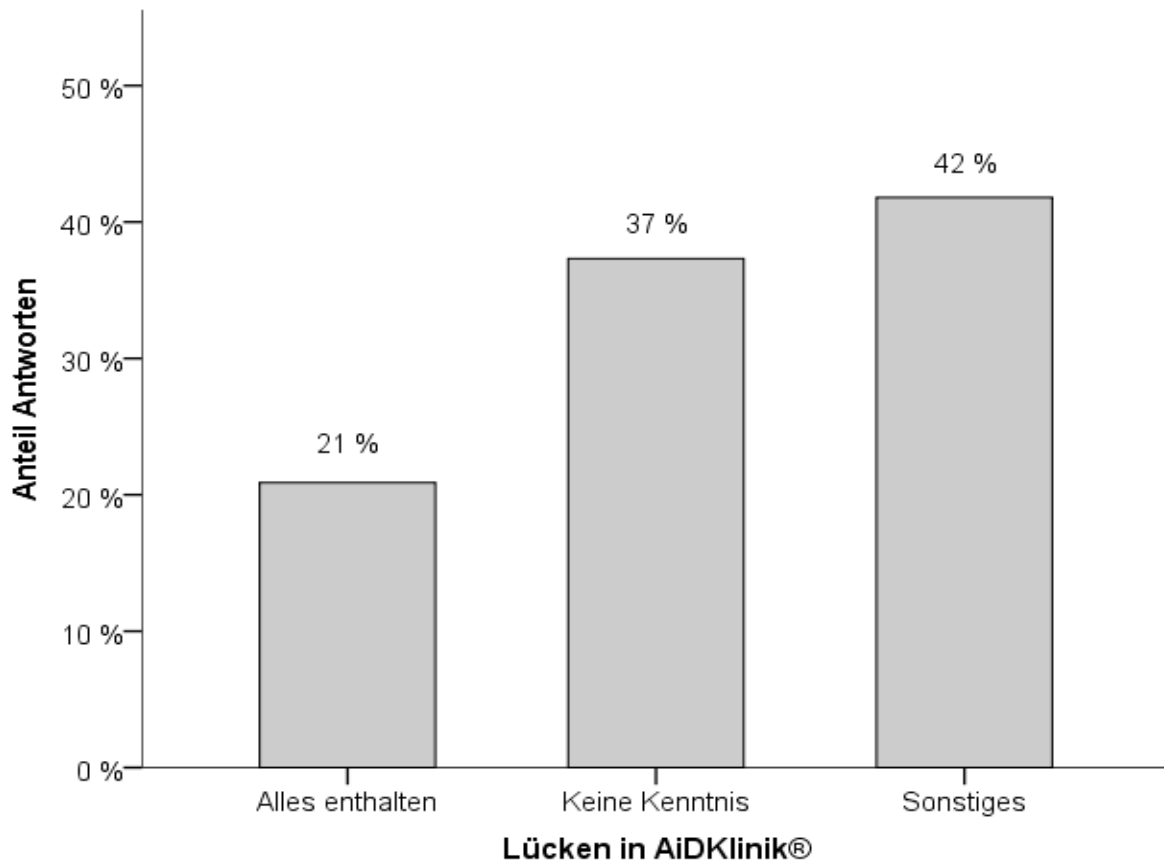


Abb. 31 Häufigkeitsverteilung von Lücken, die Interviewteilnehmer nannten.
(Gesamtanzahl $n = 67$)

Alternative Informationsquellen zu Arzneimitteln von Interviewteilnehmern, die AiDKlinik® nicht kannten

Diese Frage betraf die 25 Mitarbeiter der Zielgruppen, die AiDKlinik® nicht kannten. Keinen Informationsbedarf hatten 12 % der Teilnehmer. Das Internet wurde von 56 % der Teilnehmer am häufigsten als alternative Informationsquelle genannt (Abb. 32, S. 127). Bei den Freitextantworten gaben 11 Teilnehmer 12 Antworten, darunter nannten 6 die Rote Liste® und 4 Kollegen als Informationsquelle.

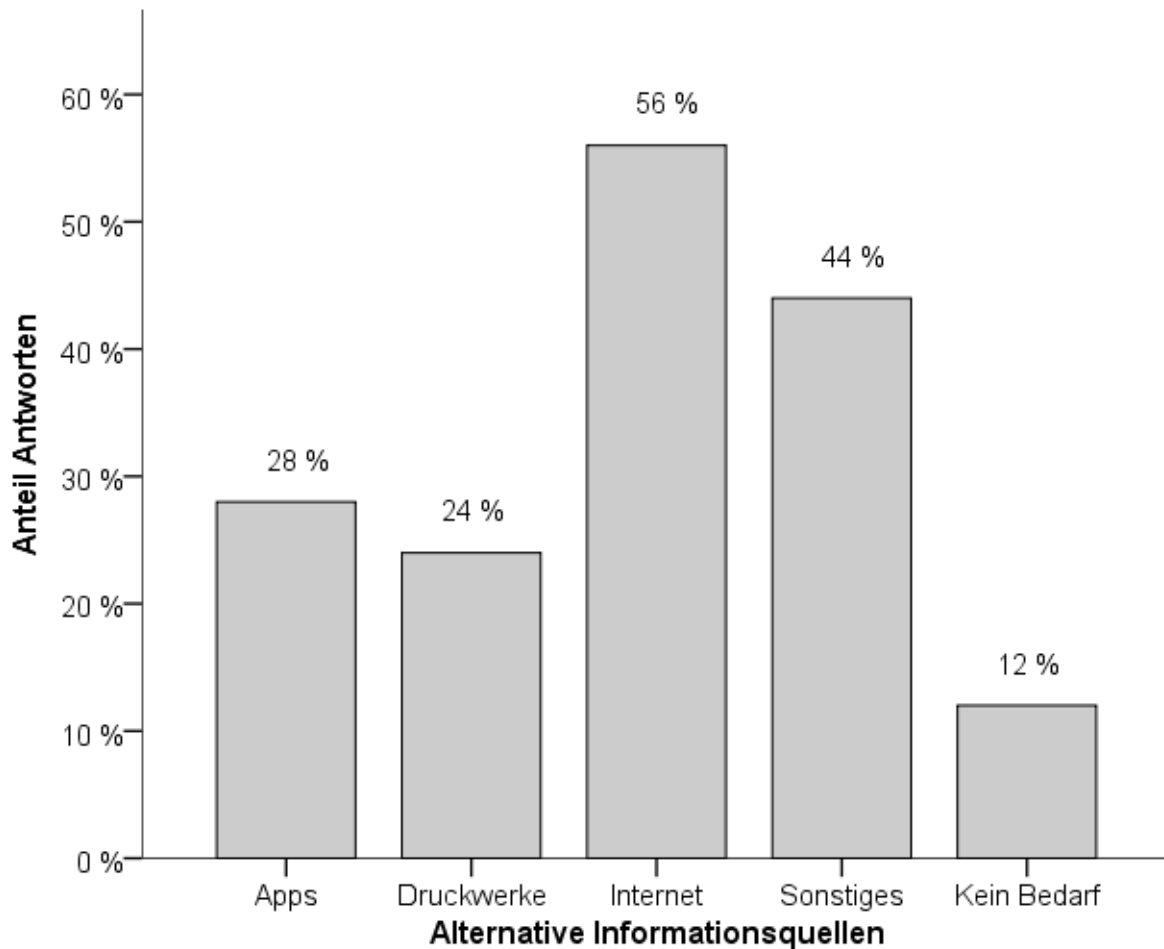


Abb. 32 Häufigkeitsverteilung alternativer Informationsmedien, die Interviewteilnehmer nannten, die AiDKlinik® nicht kannten.

(Gesamtanzahl $n = 25$)

7.4 Diskussion

Apotheker und EDV-Abteilung verstehen sich im Klinikum Augsburg seit langer Zeit als Dienstleister und Serviceabteilungen, die Bedürfnisse der Nutzer standen daher bei der Einführung von AiDKlinik® im Mittelpunkt. Zahlreiche Empfehlungen der Literatur für eine erfolgreiche Systemeinführung wurden im Vorfeld der Einführung geprüft (Gellert et al. 2015). Wichtig war für die Verantwortlichen in Augsburg, menschliche und gruppenabhängige Faktoren zu berücksichtigen, da ihre Vernachlässigung die Akzeptanz von AMTS-Systemen beeinträchtigen kann (Stürzlinger et al. 2009). Aber auch geeignete organisatorische Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einführung mussten geschaffen werden (Ash et al. 2007b). Dazu zählten aus Sicht der Verantwortlichen eine interdisziplinäre Beteiligung, Kommunikation und Transparenz zu den Einführungsmaßnahmen, aber auch ein strukturierter Ablauf der Einführung von AiDKlinik® (Liberati et al. 2017). Zur interdisziplinären Beteiligung hatten sich Projektverantwortliche aus EDV-Abteilung und Apotheke regelmäßig mit Nutzern getroffen (Gellert et al. 2015) und ausgewählte Ärzte und Pflegeteammitglieder waren zu einem frühen Zeitpunkt in die Systemeinführung einbezogen worden (Boonstra et al. 2014, Simon et al. 2013), auch die Unternehmensleitung unterstützte das Projekt (Massaro 1993a+b, Simon et al. 2013). Im Rahmen der Einführungsmaßnahmen

erhielten die Nutzer mehrfach methodisch unterschiedliche Informationsangebote zu *AiDKlinik*[®], unabhängig von Fachrichtung oder Hierarchie (Gellert et al. 2015, Wright et al. 2013) und die Nutzer wurden bei Bedarf über etwa 1 Jahr im Rahmen der System-einführung von Apothekenmitarbeitern betreut (Simon et al. 2013). *AiDKlinik*[®] wurde zusätzlich nach Nutzerwünschen erweitert (Abb. 5, S. 47-49), was Literaturempfehlungen entsprach (Ash et al. 2010, Der Arzneimittelbrief 2010, Wright et al. 2013), jedoch für kommerzielle Systeme eher ungewöhnlich ist. Die Ergebnisse zum Bekanntheitsgrad und zur Nutzungsfrequenz von *AiDKlinik*[®] im Teilprojekt bestätigten dann, dass Planung und Ablauf der Einführung aus Sicht der Verantwortlichen erfolgreich gewesen waren und *AiDKlinik*[®] für ein Klinikum der Maximalversorgung geeignet war.

7.4.1 Bekanntheitsgrad und Nutzungsfrequenz von *AiDKlinik*[®]

Berufsgruppen

Bei der Einführung eines CPOE-/CDS-Systems in einem Klinikverbund war eine Nutzer-rate von 80 % das Ziel gewesen (Gellert et al. 2015), auch andere Institutionen berichteten über ähnliche Nutzerzahlen (Gagnon et al. 2012). In Augsburg kannte drei Viertel der Zielgruppenmitarbeiter *AiDKlinik*[®] und mehr als die Hälfte davon waren regelmäßige Nutzer. Die Ergebnisse zum Erfolg der System-einführung stellten die Projektverantwortlichen in Apotheke und EDV-Abteilung zufrieden. Der höchste Bekanntheitsgrad von *AiDKlinik*[®] in der Berufsgruppe der Ärzte belegte zudem, dass die in *AiDKlinik*[®] enthaltene Information offensichtlich für anspruchsvolle Fragestellungen in einem Klinikum der Maximalversorgung geeignet war.

Fachrichtung

Eine System-einführung wird von gruppenabhängigen Faktoren beeinflusst (Aarts et al. 2004). Dies traf auch auf die Ärzte unterschiedlicher Fachrichtungen in Augsburg zu.

Pädiatrie

Pädiatrische Patienten haben ein besonders hohes Risiko für Medikationsfehler (Chedoe et al. 2007, van Rosse et al. 2009); damit verbunden ist ein hoher Sicherheits- und Qualitätsanspruch der Mitarbeiter (ASHP 2018, Gellert et al. 2015). In der Pädiatrie wurden Systeme, die der Verbesserung der AMTS zuträglich sind, als positiv betrachtet, nicht als unnötig oder belastend (Gellert et al. 2015, Jozefczyk et al. 2013), was eine System-einführung erleichtert. Die Einführung eines CPOE-/CDS-Systems in einem Klinikverbund verlief etwa unter allen Fachrichtungen in der Pädiatrie am schnellsten und mit überdurchschnittlichen Nutzerzahlen (Gellert et al. 2015). Aufgrund der besonderen Bedürfnisse an die Arzneimitteltherapie in der Pädiatrie bestand in Augsburg seit langem eine enge Zusammenarbeit zwischen Apotheke und Kinderklinik. Die Mitarbeiter der Kinderklinik stellen häufig Anfragen zu Arzneimitteln an die Apotheke und hatten in der Vergangenheit außerdem als erste Fachrichtung in Augsburg eine klinisch-pharmazeutische Betreuung erhalten. In Augsburg führte eine pädiatrisch spezialisierte Apothekerin die Nutzerschulung für *AiDKlinik*[®] in der Kinderklinik durch. Sie regte auch die Erweiterung von *AiDKlinik*[®] um hausindividuelle pädiatrische Informationen gemeinsam mit den Mitarbeitern der Kinderklinik an (Fritz et al. 2012; Abb. 5, S. 47-49) was sicher zur hohen Bekanntheit und

Nutzungsfrequenz in der Pädiatrie beitrug. Das Risiko für Medikationsfehler in der Pädiatrie konnten CPOE/-CDS-Systeme unter anderem im Teilprozess der Verordnung senken (van Rosse et al. 2009), daher besteht aktuell der Wunsch der Pädiater in Augsburg nach Erweiterungen, die die Verordnung und Therapieüberwachung sicherer machen sollen, etwa um Algorithmen zur pädiatrischen Dosisberechnung.

Chirurgie

Für den geringen Bekanntheitsgrad von AiDKlinik® bei Chirurgen im Vergleich zu den Internisten gab es gute Gründe. Ein Teil der Chirurgen in Augsburg, vorwiegend Oberärzte, arbeitet nahezu ausschließlich im OP-Bereich und verordnet Arzneimittel, wenn überhaupt, nur in Ausnahmefällen. Die Chirurgen, die AiDKlinik® nicht kannten, hatten daher vermutlich einfach keinen Bedarf für ein AMTS-System im Rahmen ihrer individuellen Tätigkeit. Auch übernehmen in den chirurgischen Abteilungen in Augsburg nichtärztliche Berufsgruppen viele Tätigkeiten im Medikationsprozess, die nicht zwingend Ärzte durchführen müssen; wie auch anderswo zum Beispiel Pflegekräfte oder Stationsapotheker (Kwan et al. 2007). Die chirurgischen Stationsapotheker nutzten AiDKlinik® regelmäßig für ihre pharmazeutischen Interventionen (Bertsche et al. 2009b, Kwan et al. 2007) und lobten einen schnelleren, sichereren und einfacheren Ablauf im Medikationsprozess als zuvor, gerade, weil in der Chirurgie weniger Zeit zur Verfügung steht als in anderen Fachrichtungen (Meguerditchian et al. 2013), aber Zeitmangel wiederum das Risiko für Fehler im Medikationsprozess erhöht (Hansen et al. 2016, Wu et al. 2016). Allerdings gaben die Stationsapotheker auch Anfragen der Stationsmitarbeiter, die eigentlich für AiDKlinik® geeignet waren, nicht mit Verweis auf AiDKlinik® an die Stationsmitarbeiter zurück, sondern bearbeiteten sie selbst, was sich vermutlich wiederum nachteilig auf deren Bekanntheitsgrad und Nutzungsfrequenz von AiDKlinik® auswirkte und eine maximal mögliche Arbeitsentlastung der Stationsapotheker einschränkte.

Innere Medizin

Im Klinikum Augsburg erhielt im Projektverlauf keine internistische Station eine kontinuierliche klinisch-pharmazeutische Betreuung; für die dort tätigen Mitarbeiter entfiel somit der Stationsapotheker als Informationsquelle. Im Unterschied zu Chirurgie und Pädiatrie mussten die Zielgruppenmitarbeiter bei Fragen AiDKlinik® selbst nutzen, was die Daten zu Bekanntheit und Nutzungsfrequenz, etwa die signifikant höhere Bekanntheit der Internisten gegenüber den Chirurgen bestätigten. Ein weiterer Grund für die Bekanntheit von 100 % unter den Mitarbeitern der Inneren Medizin war vermutlich auch der häufige Arzneimiteinsatz in dieser Fachrichtung. Zur hohen Akzeptanz von AiDKlinik® auf zwei internistischen Intensivstationen hatte außerdem auch ein dort tätiger leitender Mitarbeiter beigetragen, der an einer der ersten Schulungen zu AiDKlinik® teilgenommen hatte: Er bewertete AiDKlinik® überaus positiv und kommunizierte dies innerhalb seiner Abteilungen, was zeigt, dass die Unterstützung durch Führungskräfte tatsächlich eine wichtige Voraussetzung einer erfolgreichen Einführung ist (Wright et al. 2013).

Hierarchische Position

Die signifikant niedrigere Nutzungsfrequenz und der geringste Bekanntheitsgrad bei den Oberärzten dürften unter anderem an deren Routine und Erfahrung liegen, denn erfahrene Ärzte verlassen sich eher auf ihre persönliche Erfahrung als auf externe Hinweise (Axon et al. 2018), während unerfahrene Ärzte bei Unsicherheit Hilfsmittel nutzen. In den USA nutzten in einer Klinik nur 10 % aller Ärzte ein Informationssystem länger als 1 Stunde pro Tag, darunter am meisten Ärzte im ersten Jahr ihrer Tätigkeit (Massaro 1993b), erfahrene Ärzte verordnen dagegen selbst bei Unsicherheit ohne Informationseinholung (Hansen et al. 2016).

Fragestellungen, die Oberärzte trotz ihrer großen Erfahrung nicht ohne Unterstützung lösen können, sind wiederum meist nur nach intensiver Recherche und mit Einsatz unterschiedlicher Quellen zu beantworten, ein Schnellmedium wie *AiDKlinik*[®] ist dann selten geeignet. Die Anfragen von pädiatrischen Oberärzten etwa bearbeiten in Augsburg meist nur die auf Pädiatrie spezialisierten Apotheker unter Einsatz umfangreicher Informationsquellen.

7.4.2 Nutzungsschwerpunkte von *AiDKlinik*[®]

Für eine patientenindividuelle Beratung zur Medikation forderte die DKG eine Schnittstelle des Apothekensystems zu patientenrelevanten Daten des KIS. Die eingeschränkte Schnittstellenkommunikation zwischen *AiDKlinik*[®] und dem KIS war vermutlich einer der Gründe, warum *AiDKlinik*[®] am häufigsten zur allgemeinen AM-Info eingesetzt wurde (Koskela et al. 2015, Wu et al. 2016), da eine patientenindividuelle Entscheidungsunterstützung direkt bei der Verordnung in Augsburg nur eingeschränkt möglich war. Ohne ausreichende Schnittstellenanbindung bleibt eine AMTS-Beratung auf allgemeine pharmakologische Aspekte beschränkt, da der individuelle Patientenbezug fehlt (Hellmann 2010). Eine umfassende Integration von *AiDKlinik*[®] in das KIS hätte wahrscheinlich eine häufigere Nutzung, zum Beispiel des „Switch-Moduls“ und der „Medibox“, zur Folge gehabt (Campbell et al. 2006, Hellmann 2010). Teilprojekt 4 zeigte auch mit knapp 40 % der Antworten einen Einsatz zur Prüfung auf Wechselwirkungen, vielleicht erhielt die Apotheke in Teilprojekt 1 keine Anfragen zu Wechselwirkungen, weil die Nutzer dafür *AiDKlinik*[®] einsetzen.

7.4.3 Lücken in *AiDKlinik*[®]

Überraschend war der hohe Anteil an falschen Antworten der Zielgruppenmitarbeiter zu den in *AiDKlinik*[®] enthaltenen Informationen, bei einer jedoch geringen Anzahl an Antworten. Obwohl *AiDKlinik*[®] einfach und intuitiv nutzbar ist, werden nur bei kontinuierlicher Informationsvermittlung neue Mitarbeiter erreicht und der Wissensstand der bereits geschulten Mitarbeiter bleibt erhalten (Fiander et al. 2015, Koskela et al. 2015, Wright et al. 2013). Um Mitarbeiter ohne Kenntnisse oder mit fehlerhaftem Wissen über *AiDKlinik*[®] zu erreichen, werden die Apothekenmitarbeiter weiterhin aktiv bei geeigneten Anfragen zu den Inhalten und zur Nutzung von *AiDKlinik*[®] informieren. Zusätzlich zu den Informationen über *AiDKlinik*[®] für Auszubildende oder neue Mitarbeiter im Rahmen ihres Einführungstags (Abb. 5, S. 47-49), informiert die Apotheke auch bei geeigneten Gelegenheiten alle Mitarbeiter fortlaufend zu *AiDKlinik*[®] (Fiander et al. 2015, Gellert et al. 2015).

7.4.4 Sonstiges

Offen blieb, warum überwiegend die Berufsgruppe der Ärzte die festen Impftermine wahrnahm und welchen Einfluss diese Selektion auf diese Umfrage hatte.

7.5 Limitationen

Die geringen Teilnehmerzahlen aller Berufsgruppen außer den Ärzten, sowie die Heterogenität der Fachrichtungen, außer Pädiatrie, Chirurgie und Innerer Medizin schränkte die statistische Auswertbarkeit ein. Insbesondere bei den sonstigen Fachrichtungen wurde eine hohe Anzahl an unterschiedlichen Fachrichtungen mit geringer Teilnehmerzahl dokumentiert.

Die Umfrage war nicht repräsentativ, da vorwiegend gesundheitsbewusste Mitarbeiter Impftermine wahrnehmen und dadurch eine Selektion auftreten kann.

Die als Freitext vorgesehenen Antwortmöglichkeiten waren von heterogenem Inhalt und wurden daher nur rein deskriptiv statistisch ausgewertet.

7.6 Zusammenfassung

Teilprojekt 4 zeigte

- eine Bekanntheit von AiDKlinik® bei drei Viertel der Zielgruppen-Mitarbeiter,
- einen mehrfach täglichen oder täglichen Einsatz von AiDKlinik® durch die Hälfte der Nutzer,
- dass AiDKlinik® den höchsten Bekanntheitsgrad bei Ärzten der Inneren Medizin aufwies. Dies entsprach der Erwartung für eine Fachrichtung mit dem Fokus auf der Arzneimitteltherapie. Der signifikant höhere Bekanntheitsgrad in der Inneren Medizin im Vergleich zur Chirurgie wurde mit den unterschiedlichen Schwerpunkten der Fachrichtungen begründet
- und dass Oberärzte AiDKlinik® seltener als Ärzte in anderer hierarchischer Position nutzten. Dies lag vermutlich an der höheren Erfahrung der Oberärzte, insbesondere gegenüber den Assistenzärzten.

Interessant wäre eine nachfolgende Untersuchung zur Bekanntheit und Nutzungsfrequenz in einer Klinik, die AiDKlinik® voll integriert im KIS einsetzt oder in einer Klinik, die zuvor kein elektronisches AM-Infosystem im Einsatz hatte.

8. Schlussfolgerungen und Ausblick

Hintergrund

Der Einsatz von wissensbasierten, elektronischen Hilfsmitteln kann die AMTS verbessern (Der Arzneimittelbrief 2010, Stürzlinger et al. 2009). So können etwa AM-Info-/CDS-Systeme wie *AiDKlinik*[®] zur Vermeidung von Medikationsfehlern beitragen und durch Vermittlung von allgemeiner und patientenindividueller AM-Info Entscheidungen in allen Teilprozessen des stationären Medikationsprozesses unterstützen (Hellmann 2010). Die Einführung von AM-Info-/CDS-Systemen verändert aber auch für die Nutzer gewohnte Prozessabläufe und ihr Einsatz kann sowohl positive wie negative Effekte auslösen (Jia et al. 2016) und sogar zu neuen Fehlern führen (Koppel et al. 2005, Sittig et al. 2011, Wright et al. 2016). Ob sich letztendlich das Ergebnis für den Patienten durch den Einsatz von AM-Info-/CDS-Systemen verbessert, ist noch immer unklar (Jia et al. 2016, McKibbin et al. 2011, Stürzlinger et al. 2009). Daher sind Fragen zum tatsächlichen Nutzen, den Risiken und den unterschiedlichen Auswirkungen des Einsatzes von AMTS-Systemen im Medikationsprozess offen (Ammenwerth et al. 2014, Stürzlinger et al. 2009). Selbst die Implementierung desselben AMTS-Systems an verschiedenen Standorten kann zu unterschiedlicher Funktionalität und deshalb variablem Nutzen solcher Systeme führen (Metzger et al. 2010, Niazkhani et al. 2009b). Weitere Untersuchungen der Effekte von AMTS-Systemen und der Modulatoren ihrer Wirksamkeit und Sicherheit sind erforderlich (Ammenwerth et al. 2014, Chaudhry et al. 2006, Kaushal et al. 2003). Zielsetzung dieser Arbeit war daher, zu untersuchen, wie sich die Neueinführung des AM-Info-/CDS-Systems *AiDKlinik*[®] in einem Klinikum der Maximalversorgung auf ausgewählte Prozessabläufe im Medikationsprozess, auf die Zielgruppenmitarbeiter und auf das Auftreten von Medikationsfehlern tatsächlich auswirken würde.

Ausgangssituation im Klinikum Augsburg und Erwartungen an *AiDKlinik*[®]

Das Klinikum Augsburg begann 2015, das AM-Info-/CDS-System *AiDKlinik*[®] einzuführen. Neben dem Hauptziel aller Beteiligten, der Verbesserung der AMTS für die Patienten, waren unterschiedliche Erwartungen der betroffenen Berufsgruppen und der Verantwortlichen mit der Einführung verbunden. Die Apotheke erhoffte einen Rückgang an Bagatellaufgaben in der AM-Info und Arzneimittel-Logistik, um mehr Zeit für klinisch-pharmazeutische Tätigkeiten und für anspruchsvolle Anfragen zum Thema Arzneimittel zur Verfügung zu haben. Die Ärzte forderten wissensbasierte Unterstützung bei der patientenindividuellen Arzneimittel-Verordnung und der Therapieüberwachung. Die Mitarbeiter der Pflege und Pflegeassistenten wünschten sich Informationen zur Arzneimittellogistik und zur Arzneimittelanwendung einschließlich Informationsmaterial, das stationsintern erstellte Dokumente ersetzte, sowie aktuelle Informationen zum Arzneimittelsortiment des Klinikums Augsburg. Die Klinikleitung und nicht zuletzt der finanzierende Förderverein erwarteten eine erfolgreiche Einführung von *AiDKlinik*[®] mit nachfolgender Akzeptanz und Nutzung im Routinebetrieb für die Zielgruppenmitarbeiter. Alle an der Einführung Beteiligten erwarteten Hilfe bei der Fehlervermeidung im Medikationsprozess, sowie qualitativ hochwertige und aktuelle AM-Info in einem intuitiv nutzbaren, schnellen System.

Schlussfolgerungen zu den in Augsburg im Rahmen der Einführung von AiDKlinik® eingesetzten Schulungs- und Informationsmaßnahmen

Ein erfolgreicher Ablauf der Schulungs- und Informationsmaßnahmen zu den von AiDKlinik® gebotenen Möglichkeiten war eine wichtige Voraussetzung, damit die Zielgruppenmitarbeiter AiDKlinik® fehlerfrei und regelmäßig in ihrer Routine einsetzen. In Augsburg mussten rund 2 500 Zielgruppenmitarbeiter mit heterogenen Fähigkeiten und Bedürfnissen geschult werden. Die für die Einführung von AiDKlinik® in Augsburg Verantwortlichen beschlossen aufgrund von früheren Erfahrungen und von Empfehlungen aus der Literatur, dass wiederholte Schulungsmaßnahmen mit unterschiedlicher Methodik durchgeführt werden sollten (Aarts et al. 2004, Fiander et al. 2015). Allerdings stand in Augsburg nur begrenzt Personal und Zeit für Schulungsmaßnahmen zur Verfügung, im Pflichtenheft für das zu beschaffende System waren daher eine einfache und intuitive Bedienbarkeit und die Eignung für Nutzer mit geringen EDV-Kenntnissen gefordert worden. Da eine hohe Anzahl an Mitarbeitern aus unterschiedlichen Fachrichtungen und Berufsgruppen nicht nur geschult werden musste, sondern auch AiDKlinik® in der Routine kennenlernen sollte, betrachteten die Verantwortlichen einen Zeitraum von insgesamt 1 Jahr nach Ende der Schulungsmaßnahmen bis zum Routinebetrieb als zwar knapp bemessen (Aarts et al. 2004, Massaro 1993a), aber dennoch realistisch (Kruse et al. 2015, Wright et al. 2013). In diesem Zeitraum sollte bei Bedarf eine Nachbetreuung der Zielgruppenmitarbeiter mit dem Schwerpunkt auf der praktischen Nutzung von AiDKlinik® erfolgen. Der Bekanntheitsgrad von 75 % unter den Zielgruppenmitarbeitern und die mehrfach tägliche oder tägliche Nutzung von AiDKlinik® durch die Hälfte der Zielgruppenmitarbeiter in Teilprojekt 4 zeigten, dass die Planung, Durchführung und der vorgesehene Zeitrahmen für die Schulungs- und Informationsmaßnahmen sinnvoll gewesen waren, wie auch andere Einrichtungen berichtet hatten (Gellert et al. 2015). Hoher Schulungsaufwand, der als häufiger Nachteil von CPOE-/CDS-Einführungen genannt wurde, trat in Augsburg nicht auf (Kruse et al. 2015). AiDKlinik® war, wie gewünscht, einfach und intuitiv nutzbar und konnte ohne zusätzliches Personal mit rund 100 Stunden Schulung und Nachbetreuung implementiert werden (Massaro 1993a, Wu et al. 2006). Damit unterschied sich AiDKlinik® positiv von anderen CPOE-/CDS-Systemen, zu deren Einführung 50 EDV-Mitarbeiter für eine Klinik oder 6 Vollzeitmitarbeiter in einer Abteilung eingesetzt werden mussten (Ash et al. 2007b). Teilprojekt 3 hatte gezeigt, dass bereits 8 Monate nach Beginn der Einführungsmaßnahmen Medikationsfehler, für die ein Einfluss von AiDKlinik® vermutet wurde, im Teilprozess der Beschaffung zurückgingen. Dies liess vermuten, dass sogar ein kürzerer Zeitraum für die Einführung möglich gewesen wäre. Jedoch zeigten Teilprojekt 2 bei der vorübergehend höheren Fehleranzahl und Teilprojekt 1 bei der Anzahl der Anfragen an die Apotheke, dass die Unsicherheit durch veränderte Prozessabläufe tatsächlich etwa 1 Jahr bis zur Routinenutzung andauerte. Für Klinikleitung, Apotheke, EDV-Abteilung und Förderverein bedeuteten die Ergebnisse aber auch, dass AiDKlinik® im Klinikum Augsburg in der Routine akzeptiert wurde und sie bestätigten für vergleichbare künftige Projekte, dass die eingesetzten Einführungsmaßnahmen geeignet gewesen waren. Überraschend war jedoch in Teilprojekt 4, dass mehr als ein Drittel der Antworten zu Lücken in AiDKlinik® nicht korrekt war, bei einer allerdings geringen Anzahl von Antworten. Die Apotheke folgerte, dass fortlaufend Information zu AiDKlinik® vermittelt werden muss, um das Wissen der Zielgruppenmitarbeiter

korrekt und aktuell zu erhalten, aber auch um neue Mitarbeiter zu erreichen (Fiander et al. 2015, Wright et al. 2013).

Ausblick zu den in Augsburg im Rahmen der Einführung von AiDKlinik® eingesetzten Schulungs- und Informationsmaßnahmen

Informationen zu AiDKlinik® werden in Augsburg auch künftig über telefonische und persönliche Information, über das Intranet, am Einführungstag für neue Mitarbeiter und in Schulungsmaßnahmen und Unterrichtsstunden angeboten. Nicht zuletzt soll die fortlaufende Information zu AiDKlinik® für die Zielgruppenmitarbeiter auch die Apotheke dauerhaft von Bagatellaufgaben entlasten, was die Teilprojekte 1 und 3 als möglich zeigten.

Eine Option, die nur geringen Personaleinsatz erfordert und eine fortlaufende Schulung zu AiDKlinik® gewährleistet, wäre einmal monatlich eine AMTS-Quizfrage zur Bearbeitung mithilfe von AiDKlinik® über den E-Mail-Verteiler an alle Zielgruppenmitarbeiter zu versenden. Eine regelmäßige Teilnahme am Quiz könnte belohnt werden oder als hausinterne Wahlpflichtfortbildung anerkannt werden. Fragestellungen könnten zum Beispiel aus Ergebnissen zu Wissenslücken des monatlichen *Peer Reviews* zur Stationstätigkeit der Apotheker oder aus QM-Ergebnissen bei der Erfassung von Medikationsfehlern ausgewählt werden. Eine Musterlösung zur Quizfrage würde den Teilnehmern einen optimalen Lerneffekt ermöglichen (Ash et al. 2006).

Schlussfolgerungen zu den Effekten von AiDKlinik® auf Mitarbeiter und Prozessabläufe

Bewährt hatte sich in Augsburg das interdisziplinäre Gremium zur Planung der Einführung (Boonstra et al. 2014, Wright et al. 2013). Das gemeinsam erarbeitete Pflichtenheft enthielt die Anforderungen der unterschiedlichen Beteiligten, die Bedürfnisse aller Zielgruppen waren berücksichtigt worden und alle Beteiligten tauschten sich regelmäßig und vertrauensvoll aus. Vermutlich traten daher auch keine Konflikte oder Krisensituationen in Augsburg während der Einführung auf (Massaro 1993a+b) und den in Teilprojekt 1 beobachteten vorübergehenden Anstieg der Anzahl der Anfragen durch veränderte Prozessabläufe hatten die Verantwortlichen erwartet (Ash et al. 2007a). Als positiver Nebeneffekt war im Rahmen der Systemeinführung von AiDKlinik® der Kontakt zwischen Apotheke und Stationsmitarbeitern enger geworden (Kwan et al. 2007, Robertson et al. 2010). Sogar die Stationsapothekertätigkeit konnte im Verlauf der Einführung erweitert werden, was sich sowohl Apotheker als auch Stationsmitarbeiter in Augsburg seit langem gewünscht hatten. Dass der Einsatz von AiDKlinik® mehr Zeit für klinisch-pharmazeutische Tätigkeiten eröffnete, hatten Teilprojekt 1 und Teilprojekt 3 gezeigt und gerade für die weiterhin komplexen Arzneimittelanfragen war die gewonnene Zeit nützlich. Trotz zusätzlicher klinisch-pharmazeutischer Betreuung kannten und nutzten die Zielgruppenmitarbeiter AiDKlinik® auch regelmäßig selbst, wie Teilprojekt 4 zeigte. Negative Auswirkungen auf Mitarbeiter oder Prozessabläufe (Aarts et al. 2006, Campbell et al. 2006, Sittig et al. 2011) traten in Augsburg in keinem Teilprojekt auf. Ob eine tiefere Einbindung von AiDKlinik® in das KIS mit umfangreichen Veränderungen von Prozessabläufen vielleicht andere positive und negative Auswirkungen gehabt hätte, blieb offen (Kruse et al. 2015).

Ausblick zu den Effekten von AiDKlinik® auf Mitarbeiter und Prozessabläufe

Die Teilprojekte hatten gezeigt, dass die Zielgruppenmitarbeiter AiDKlinik® zum Teil noch tiefer in individuelle Abläufe integrieren könnten. Teilprojekt 1 zeigte etwa, dass die Apotheke nach wie vor viele logistisch-organisatorische Fragen erhielt, Teilprojekt 2 zeigte eine hohe Fehlerzahl bei den Wechselwirkungen und in Teilprojekt 4 nannten Befragte häufig eine kritisch zu beurteilende Informationseinholung zu Arzneimitteln über das Internet. Für alle diese Themen bietet AiDKlinik® geeignete Informationsmöglichkeiten. Die fortlaufende Informationsvermittlung zu AiDKlinik® und nicht zuletzt die angekündigte engere Kooperation mit dem Softwareanbieter des KIS werden hoffentlich einen intensiveren Einsatz durch die Nutzer fördern (Ammenwerth et al. 2014).

Schlussfolgerungen zu den Effekten von AiDKlinik® auf Medikationsfehler

Teilprojekt 2 zeigte im Routinebetrieb von AiDKlinik® eine Senkung der Anzahl an Medikationsfehlern insgesamt; die widersprüchlichen Ergebnisse zum Einfluss von AiDKlinik® auf ausgewählte Fehlerarten im Medikationsprozess und der Anstieg des Schweregrads der Medikationsfehler im Projektverlauf überraschten jedoch zunächst die Verantwortlichen. Die Auswirkungen zeitgleich aufgetretener, neuer Einflüsse – der Tätigkeitsbeginn einer Stationsapothekerin in Vollzeit, die Einführung einer EHR und ein Personalwechsel auf der Projektstation – auf die beobachteten Fehler war jedoch ungewiss (Ash et al. 2006, Campbell et al. 2006) und ein abschließendes Urteil zu den Auswirkungen von AiDKlinik® im Teilprojekt daher nicht möglich. Bestätigt wurde, dass die Anzahl der Medikationsfehler tatsächlich in der letzten Projektphase zurückging und der Verlauf einer Systemeinführung selbst bei guter Planung und Organisation nicht vollständig vorhersagbar ist (Gagnon et al. 2012, Metzger et al. 2010) und daher engmaschig begleitet werden muss (Kruse et al. 2015, Raitoharju et al. 2006). Die Verantwortlichen in Augsburg werden sich bei vergleichbaren künftigen Systemeinführungen daran erinnern.

AiDKlinik® hätte die Anzahl aller Medikationsfehler vermutlich nachhaltiger verändert, wenn zuvor kein elektronisches AM-Infosystem verfügbar gewesen wäre. Zur allgemeinen AM-Info, ohne Berücksichtigung der Funktionen des CDS-Systems, brachte AiDKlinik® im Vergleich zu AMeLI® nur anteilig wesentliche Neuerungen, etwa Fach- und Gebrauchsinformationen oder Informationen zur Teilbarkeit fester Oralien. Wahrscheinlich hatte AMeLI® bereits zuvor viele der Fehlerarten, für die auch in den Teilprojekten 2 und 3 ein Einfluss von AiDKlinik® vermutet wurde, reduziert. Die dauerhaft niedrige Anzahl etwa bei der eigentlich häufigen Fehlerart „Anwendungstechnik“ (Bertsche et al. 2008b, Seidling et al. 2013) in Teilprojekt 2 zeigte, dass den Nutzern bereits in AMeLI® verfügbare Informationen, zur Anwendung von Arzneimitteln vertraut waren. In Teilprojekt 3 trat die Fehlerart „fehlende/falsche Stärke“ nur selten auf, auch diese Information enthielt bereits AMeLI®. Teilprojekt 4 zeigte, dass die Mitarbeiter die Möglichkeit der Wechselwirkungsprüfung bereits mit einem AM-Infosystem verbanden. Ein Nebeneffekt der Teilprojekte 1, 2 und 4 war der Beginn einer Diskussion mit den QM-Verantwortlichen in Augsburg zu den Vorgaben für die Routineerfassung von Wechselwirkungen. Es zeigte sich, dass Interventionen auf Basis der aktuellen QM-Vorgabe eigentlich ein *Over Alerting* darstellen. Der hohe Anteil der Fehlerart „Wechselwirkung“ in Teilprojekt 2 aufgrund der Vorgaben des QM zu einer

Erfassung von Wechselwirkungen bereits bei geringer Wahrscheinlichkeit für ein tatsächliches Auftreten von UAE (Krähenbühl-Melcher et al. 2007), steht aktuell auf dem Prüfstand. Zwar zeigte Teilprojekt 1 keine Anfragen zu Wechselwirkungen an die Apotheke, jedoch nannte Teilprojekt 4 die Wechselwirkungsprüfung als zweithäufigsten Nutzungsschwerpunkt von AiDKlinik[®], daher schienen sich die Ärzte des Risikos von Wechselwirkungen bewusst zu sein. Dennoch wird die Apotheke weiterhin versuchen, die Ärzte im Rahmen von Fortbildungen gezielt für Wirkstoffe zu sensibilisieren, die kritische Wechselwirkungen auslösen können, um methodisch andere Informationen zu bieten.

Ausblick zu den Effekten auf Medikationsfehler

Den Mitarbeitern ist häufig nicht bewusst, dass sie Fehler machen (Campbell et al. 2006), was in Augsburg etwa den Bestellprozess betraf. Teilprojekt 1, 2 und 3 zeigten ein hohes Fehlerpotenzial in der Logistik, Teilprojekt 4 zeigte jedoch, dass AiDKlinik[®] kaum zur Beschaffung eingesetzt wurde. Da der Einsatz eines Moduls in AiDKlinik[®] zur Sonderanforderung in Teilprojekt 3 die Fehleranzahl signifikant senken konnte, hat in Augsburg bereits die Planung für einen elektronischen Ablauf bei Sonderbestellungen begonnen. Sowohl eine Verbesserung der AMTS, wie eine Entlastung in der Beschaffung tätigen Apotheken- und Stationsmitarbeiter wird dadurch erwartet.

Ein einschränkender Faktor für die von allen Berufsgruppen erwartete Verbesserung der AMTS durch AiDKlinik[®] war in allen 4 Teilprojekten die unvollständige Kommunikation von AiDKlinik[®] mit dem KIS aufgrund von Schnittstellenproblemen der beiden Software-Produkte (Aarts et al. 2004, Sittig et al. 2011). Welche zusätzlichen Effekte AiDKlinik[®] bei voller Integration in das KIS gezeigt hätte, blieb offen. Die Ankündigung einer mittelfristig engeren Kooperation der beiden Software-Anbieter Mitte 2019 wurde in Augsburg positiv aufgenommen.

Ausblick aus Sicht der Apotheke

Ärzte, Pflegekräfte und nicht zuletzt Patienten sollen davon profitieren, dass dem pharmazeutischen Personal durch AiDKlinik[®] mehr Zeit für anspruchsvolle, klinisch-pharmazeutische Aufgaben zur Verfügung steht (Kwan et al. 2007, Meguerditchian et al. 2013). Ziel der Apotheke in Augsburg ist, durch einen optimalen Einsatz von AiDKlinik[®] künftig mehr Zeit für klinisch-pharmazeutische Aufgaben zur Verfügung zu haben. AiDKlinik[®] und pharmazeutische Beratung sollen dann gemeinsam Fehler im Medikationsprozess vermeiden helfen und letztendlich zu einer besseren Patientenversorgung beitragen.

9. Literaturverzeichnis

1. Aarts, J., Doorewaard, H., & Berg, M. (2004). Understanding implementation: the case of a computerized physician order entry system in a large dutch university medical center. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 11(3), 207-216.
2. Aarts, J., & Koppel, R. (2009). Implementation of computerized physician order entry in seven countries. *Health Affairs*, 28(2), 404-414.
3. Ärzteblatt (2018). Pflegemangel im Krankenhaus erhöht das Risiko schwerer Komplikationen. URL: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/87653/Pflegemangel-im-Krankenhaus-erhoeht-das-Risiko-schwerer-Komplikationen> [Stand: 06.06.2018].
4. Aly, A. F. (2015). Definitionen zu Pharmakovigilanz und Arzneimitteltherapiesicherheit (AMTS). *Arzneiverordnung in der Praxis*, 42, 99-104.
5. American Society of Hospital Pharmacists. (2018). ASHP guidelines on preventing medication errors in hospitals. URL: <https://www.ashp.org/-/media/assets/policy-guidelines/docs/guidelines/preventing-medication-errors-hospitals.ashx> [Stand: 17.08.2019].
6. Ammenwerth, E., Aly, A. F., Bürkle, T., Christ, P., Dormann, H., Friesdorf, W., ... & Menges, K. (2014). Memorandum on the use of information technology to improve medication safety. *Methods of Information in Medicine*, 53(05), 336-343.
7. Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft – Fachausschuss der Bundesärztekammer (2018). Projekt zur Erfassung und Bewertung von Medikationsfehlern. Abschlussbericht, Teil 1: Sachbericht. URL: <https://www.akdae.de/Arzneimittelsicherheit/Medikationsfehler/20181217.pdf> [Stand: 01.01.2019].
8. Ash, J. S., Sittig, D. F., Campbell, E., Guappone, K., & Dykstra, R. (2006). An unintended consequence of CPOE implementation: shifts in power, control, and autonomy. *American Medical Informatics Association Annual Symposium Proceedings Archive, 2006*, 11-15.
9. Ash, J. S., Sittig, D. F., Dykstra, R. H., Guappone, K., Carpenter, J. D., & Seshadri, V. (2007). Categorizing the unintended sociotechnical consequences of computerized provider order entry. *International Journal of Medical Informatics*, 76, S21-S27.
10. Ash, J. S., Sittig, D. F., Poon, E. G., Guappone, K., Campbell, E., & Dykstra, R. H. (2007). The extent and importance of unintended consequences related to computerized provider order entry. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 14(4), 415-423.
11. Ash, J. S., Sittig, D. F., Dykstra, R. H., Wright, A., McMullen, C. K., Richardson, J. E., & Middleton, B. (2010). Identifying best practices for clinical decision support and knowledge management in the field. *Studies in Health Technology and Informatics*, 160, 806–810.
12. Ash, J. S., Sittig, D. F., McMullen, C. K., Wright, A., Bunce, A., Mohan, V., ... & Middleton, B. (2015). Multiple perspectives on clinical decision support: a qualitative study of fifteen clinical and vendor organizations. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 15(1), 35.
13. Avery, A. J., Ghaleb, M., Barber, N., Franklin, B. D., Armstrong, S. J., Serumaga, B., ... & Mehta, R. L. (2013). The prevalence and nature of prescribing and monitoring

errors in english general practice: a retrospective case note review. *British Journal of General Practice*, 63(613), e543-553.

14. Axon, D. R., Lim, R. H. M., Lewis, P. J., Sandher, S., Thondee, J., Edwards, K., & Howard, R. L. (2018). Junior doctors' communication with hospital pharmacists about prescribing: findings from a qualitative interview study. *European Journal of Hospital Pharmacy*, 25(5), 257-261.
15. Barker, K. N., Flynn, E. A., & Pepper, G. A. (2002). Observation method of detecting medication errors. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 59(23), 2314-2316.
16. Bates, D. W., Boyle, D. L., Vander Vliet, M. B., Schneider, J., & Leape, L. (1995). Relationship between medication errors and adverse drug events. *Journal of General Internal Medicine*, 10(4), 199-205.
17. Bates, D. W., Cullen, D. J., Laird, N., Petersen, L. A., Small, S. D., Servi, D., ... & Vander Vliet, M. B. (1995). Incidence of adverse drug events and potential adverse drug events: implications for prevention. *Journal of the American Medical Association*, 274(1), 29-34.
18. Bates, D. W., Teich, J. M., Lee, J., Seger, D., Kuperman, G. J., Ma'Luf, N., ... & Leape, L. (1999). The impact of computerized physician order entry on medication error prevention. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 6(4), 313-321.
19. Bates, D. W. (2000). Using information technology to reduce rates of medication errors in hospitals. *BMJ*, 320(7237), 788-791.
20. Bates, D. W. (2007). Preventing medication errors: a summary. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 64(14_Supplement_9), S3-S9.
21. Beckmann, U., Baldwin, I., Durie, M., Morrison, A., & Shaw, L. (1998). Problems associated with nursing staff shortage: an analysis of the first 3600 incident reports submitted to the australian incident monitoring study (AIMS-ICU). *Anaesthesia and Intensive Care*, 26(4), 396-400.
22. Bedouch, P., Allenet, B., Grass, A., Labarere, J., Brudieu, E., Bosson, J. L., & Calop, J. (2009). Drug-related problems in medical wards with a computerized physician order entry system. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 34(2), 187-195.
23. Bertsche, T., Mayer, Y., Stahl, R., Hoppe-Tichy, T., Encke, J., & Haefeli, W. E. (2008). Prevention of intravenous drug incompatibilities in an intensive care unit. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 65(19), 1834-1840.
24. Bertsche, T., Niemann, D., Mayer, Y., Ingram, K., Hoppe-Tichy, T., & Haefeli, W. E. (2008). Prioritising the prevention of medication handling errors. *Pharmacy World & Science*, 30(6), 907-915.
25. Bertsche, T., Askoxylakis, V., Habl, G., Laidig, F., Kaltschmidt, J., Schmitt, S. P., ... & Bardenheuer, H. J. (2009). Multidisciplinary pain management based on a computerized clinical decision support system in cancer pain patients. *Pain*, 147(1-3), 20-28.
26. Bertsche, T., Fleischer, M., Pfaff, J., Encke, J., Czock, D., & Haefeli, W. E. (2009). Pro-active provision of drug information as a technique to address overdosing in intensive-care patients with renal insufficiency. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 65(8), 823-829.

27. Bertsche, T., Pfaff, J., Schiller, P., Kaltschmidt, J., Pruszydlo, M. G., Stremmel, W., ... & Encke, J. (2010). Prevention of adverse drug reactions in intensive care patients by personal intervention based on an electronic clinical decision support system. *Intensive Care Medicine*, 36(4), 665-672.
28. Boonstra, A., Versluis, A., & Vos, J. F. (2014). Implementing electronic health records in hospitals: a systematic literature review. *BMC Health Services Research*, 14(1), 370.
29. Brodowy, B., & Nguyen, D. (2016). Optimization of clinical decision support through minimization of excessive drug allergy alerts. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 73(8), 526-528.
30. Brown, C. L., Mulcaster, H. L., Triffitt, K. L., Sittig, D. F., Ash, J. S., Reygate, K., ...& Slight, S. P. (2016). A systematic review of the types and causes of prescribing errors generated from using computerized provider order entry systems in primary and secondary care. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 24(2), 432-440.
31. Bruner, A., & Kasdan, M. L. (2001). Handwriting errors: harmful, wasteful and preventable. *Journal of the Kentucky Medical Association*, 99(5), 189-192.
32. Bundesgesetzblatt (2012). Vierte Verordnung zur Änderung der Apothekenbetriebsordnung vom 5. Juni 2012. URL: https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl112s1254.pdf%27%5D#_bgbl_%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl112s1254.pdf%27%5D_1488379862538 [Stand: 17.02.2017].
33. Bundesministerium für Gesundheit (2016). Aktionsplan 2016 – 2019 zur Verbesserung der Arzneimitteltherapiesicherheit in Deutschland. URL: http://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/A/Arzneimittelversorgung/Aktionsplan_AMTS_2016-2019.pdf [Stand: 17.02.2017].
34. Buntin, M. B., Burke, M. F., Hoaglin, M. C., & Blumenthal, D. (2011). The benefits of health information technology: a review of the recent literature shows predominantly positive results. *Health Affairs*, 30(3), 464-471.
35. Bushardt, R. L., Massey, E. B., Simpson, T. W., Ariail, J. C., & Simpson, K. N. (2008). Polypharmacy: misleading, but manageable. *Clinical Interventions in Aging*, 3(2), 383.
36. Camiré, E., Moyon, E., & Stelfox, H. T. (2009). Medication errors in critical care: risk factors, prevention and disclosure. *Canadian Medical Association Journal*, 180(9), 936-943.
37. Campbell, E. M., Sittig, D. F., Ash, J. S., Guappone, K. P., & Dykstra, R. H. (2006). Types of unintended consequences related to computerized provider order entry. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 13(5), 547-556.
38. Chambers, C. V., Balaban, D. J., Carlson, B. L., & Grasberger, D. M. (1991). The effect of microcomputer-generated reminders on influenza vaccination rates in a university-based family practice center. *The Journal of the American Board Family Practice*, 4(1), 19-26.
39. Charles, K., Cannon, M., Hall, R., & Coustasse, A. (2014). Can utilizing a computerized provider order entry (CPOE) system prevent hospital medical errors and adverse drug events? *Perspectives in Health Information Management*, 11(Fall), 1b.

40. Chaudhry, B., Wang, J., Wu, S., Maglione, M., Mojica, W., Roth, E., ... & Shekelle, P. G. (2006). Systematic review: impact of health information technology on quality, efficiency, and costs of medical care. *Annals of Internal Medicine*, 144(10), 742-752.
41. Chedoe, I., Molendijk, H. A., Dittrich, S. T., Jansman, F. G., Harting, J. W., Brouwers, J. R., & Taxis, K. (2007). Incidence and nature of medication errors in neonatal intensive care with strategies to improve safety. *Drug Safety*, 30(6), 503-513.
42. Chertow, G. M., Lee, J., Kuperman, G. J., Burdick, E., Horsky, J., Seger, D. L., ... & Bates, D. W. (2001). Guided medication dosing for inpatients with renal insufficiency. *Journal of the American Medical Association*, 286(22), 2839-2844.
43. de Vries, E. N., Ramrattan, M. A., Smorenburg, S. M., Gouma, D. J., & Boermeester, M. A. (2008). The incidence and nature of in-hospital adverse events: a systematic review. *BMJ Quality & Safety*, 17(3), 216-223.
44. Dean, B. S., & Barber, N. D. (1999). A validated, reliable method of scoring the severity of medication errors. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 56(1), 57-62.
45. Der Arzneimittelbrief (2010). Arzneimitteltherapiesicherheit (AMTS) im Krankenhaus. 44(7), 49-51.
46. Di Paolo, E., Gehri, M., Ouedraogo-Ruchet, L., Sibailly, G., Lutz, N., & Pannatier, A. (2012). Outpatient prescriptions practice and writing quality in a paediatric university hospital. *Swiss Medical Weekly*, 142.
47. Donaldson, L. J., Kelley, E. T., Dhingra-Kumar, N., Kieny, M. P., & Sheikh, A. (2017). Medication without harm: WHO's third global patient safety challenge. *The Lancet*, 389(10080), 1680-1681.
48. Dumbreck, S., Flynn, A., Nairn, M., Wilson, M., Treweek, S., Mercer, S. W., ... & Guthrie, B. (2015). Drug-disease and drug-drug interactions: systematic examination of recommendations in 12 UK national clinical guidelines. *BMJ*, 350, h949.
49. Feibert, D. C., Sørup, C. M., & Jacobsen, P. (2016). Using the analytic network process (ANP) to assess the distribution of pharmaceuticals in hospitals – a comparative case study of a danish and american hospital. URL: [https://backend-orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/126232986/POM_paper_ANP_pharmaceutical_logistics_submitted.pdf](https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/126232986/POM_paper_ANP_pharmaceutical_logistics_submitted.pdf) [Stand: 17.03.2018].
50. Fiander, M., McGowan, J., Grad, R., Pluye, P., Hannes, K., Labrecque, M., ... & Tugwell, P. (2015). Interventions to increase the use of electronic health information by healthcare practitioners to improve clinical practice and patient outcomes. URL: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004749.pub3/full> [Stand: 15.01.2018].
51. Fritz, D., Ceschi, A., Curkovic, I., Huber, M., Egbring, M., Kullak-Ublick, G. A., & Russmann, S. (2012). Comparative evaluation of three clinical decision support systems: prospective screening for medication errors in 100 medical inpatients. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 68(8), 1209-1219.
52. Gagnon, M. P., Desmartis, M., Labrecque, M., Car, J., Pagliari, C., Pluye, P., ... & Légaré, F. (2012). Systematic review of factors influencing the adoption of information and communication technologies by healthcare professionals. *Journal of Medical Systems*, 36(1), 241-277.
53. Garfield, S., Reynolds, M., Dermont, L., & Franklin, B. D. (2013). Measuring the severity of prescribing errors: a systematic review. *Drug Safety*, 36(12), 1151-1157.

54. Garg, A. X., Adhikari, N. K., McDonald, H., Rosas-Arellano, M. P., Devereaux, P. J., Beyene, J., ... & Haynes, R. B. (2005). Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *Journal of the American Medical Association*, 293(10), 1223-1238.
55. Gellert, G. A., Hill, V., Bruner, K., Maciaz, G., Saucedo, L., Catzoela, L., ... & Webster, S. L. (2015). Successful implementation of clinical information technology. *Applied Clinical Informatics*, 6(04), 698-715.
56. Gordon, M., Catchpole, K., & Baker, P. (2013). Human factors perspective on the prescribing behavior of recent medical graduates: implications for educators. *Advances in Medical Education and Practice*, 4, 1–9.
57. Gouyon, B., Iacobelli, S., Saliba, E., Quantin, C., Pignolet, A., Jacqz-Aigrain, E., & Gouyon, J. B. (2017). A computer prescribing order entry–clinical decision support system designed for neonatal care: results of the ‘preselected prescription’ concept at the bedside. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 42(1), 64-68.
58. Han, Y. Y., Carcillo, J. A., Venkataraman, S. T., Clark, R. S., Watson, R. S., Nguyen, T. C., ... & Orr, R. A. (2005). Unexpected increased mortality after implementation of a commercially sold computerized physician order entry system. *Pediatrics*, 116(6), 1506-1512.
59. Hanauer, D. A., Zheng, K., Commiskey, E. L., Duck, M. G., Choi, S. W., & Blayney, D. W. (2012). Computerized prescriber order entry implementation in a physician assistant–managed hematology and oncology inpatient service: effects on workflow and task switching. *Journal of Oncology Practice*, 9(4), e103-e114.
60. Hansen, C., Bradley, C., & Sahm, L. (2016). Factors influencing successful prescribing by intern doctors: a qualitative systematic review. *Pharmacy*, 4(3), 24.
61. Hartel, M. J., Staub, L. P., Röder, C., & Eggli, S. (2011). High incidence of medication documentation errors in a swiss university hospital due to the handwritten prescription process. *BMC Health Services Research*, 11(1), 199.
62. Hatfield, M. D., Cox, R., Mhatre, S. K., Flowers, W. P., & Sansgiry, S. S. (2014). Impact of computerized provider order entry on pharmacist productivity. *Hospital Pharmacy*, 49(5), 458-465.
63. Hellmann G (2010): Arzneimitteltherapiesicherheitsprüfung – Stand und Umsetzungsperspektiven im Krankenhaus. Studie im Auftrag der DKG. Hrsg.: DKG. Deutsche Krankenhaus Verlagsgesellschaft mbH, Berlin 2010. URL: www.dkgv.de/media/file/7328.Rs-048_2010-02-12_A.pdf [Stand: 17.02.2018].
64. Himmel, W., Kochen, M. M., Sorns, U., & Hummers-Pradier, E. (2004). Drug changes at the interface between primary and secondary care. *International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 42(2), 103-109.
65. Hsu, C. C., Chou, C. L., Chen, T. J., Ho, C. C., Lee, C. Y., & Chou, Y. C. (2015). Physicians failed to write flawless prescriptions when computerized physician order entry system crashed. *Clinical Therapeutics*, 37(5), 1076-1080.
66. Hunt, D. L., Haynes, R. B., Hanna, S. E., & Smith, K. (1998). Effects of computer-based clinical decision support systems on physician performance and patient outcomes: a systematic review. *Journal of the American Medical Association*, 280(15), 1339-1346.
67. Hussain, E., & Kao, E. (2005). Medication safety and transfusion errors in the ICU and beyond. *Critical Care Clinics*, 21(1), 91-110.

68. Jia, P., Zhang, L., Chen, J., Zhao, P., & Zhang, M. (2016). The effects of clinical decision support systems on medication safety: an overview. *PLOS ONE*, *11*(12), e0167683.
69. Jozefczyk, K. G., Kennedy, W. K., Lin, M. J., Achatz, J., Glass, M. D., Eidam, W. S., & Melroy, M. J. (2013). Computerized prescriber order entry and opportunities for medication errors: comparison to tradition paper-based order entry. *Journal of Pharmacy Practice*, *26*(4), 434-437.
70. Kane-Gill, S. L., Jacobi, J., & Rothschild, J. M. (2010). Adverse drug events in intensive care units: risk factors, impact, and the role of team care. *Critical Care Medicine*, *38*, S83-S89.
71. Kane-Gill, S. L., Achanta, A., Kellum, J. A., & Handler, S. M. (2016). Clinical decision support for drug related events: moving towards better prevention. *World Journal of Critical Care Medicine*, *5*(4), 204.
72. Kassenärztliche Vereinigung Bayerns (2019). Arzneisteuerung und Wirkstoffvereinbarung. URL: <https://www.kvb.de/verordnungen/arzneimittel/wirkstoffvereinbarung/> [Stand: 30.03.2019].
73. Kaushal, R., Shojania, K. G., & Bates, D. W. (2003). Effects of computerized physician order entry and clinical decision support systems on medication safety: a systematic review. *Archives of Internal Medicine*, *163*(12), 1409-1416.
74. Kawamoto, K., Houlihan, C. A., Balas, E. A., & Lobach, D. F. (2005). Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success. *BMJ*, *330*(7494), 765.
75. Keene, A., Ashton, L., Shure, D., Napoleone, D., Katyal, C., & Bellin, E. (2007). Mortality before and after initiation of a computerized physician order entry system in a critically ill pediatric population. *Pediatric Critical Care Medicine*, *8*(3), 268-271.
76. Klinikum Augsburg (2017). Qualitätsbericht des Klinikums Augsburg. URL: http://www.klinikum-augsburg.de/6/Ueber_uns.htm [Stand: 02.03.2017].
77. Kohn, L. T., Corrigan, J., & Donaldson, M. S. (2000). *To err is human: building a safer health system (Vol. 6)*, ISBN: 0-309-51563-7. Washington D.C.: National Academy Press.
78. Koppel, R., Metlay, J. P., Cohen, A., Abaluck, B., Localio, A. R., Kimmel, S. E., & Strom, B. L. (2005). Role of computerized physician order entry systems in facilitating medication errors. *Journal of the American Medical Association*, *293*(10), 1197-1203.
79. Koskela, T., Sandström, S., Mäkinen, J., & Liira, H. (2015). User perspectives on an electronic decision-support tool performing comprehensive medication reviews-a focus group study with physicians and nurses. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, *16*(1), 6.
80. Krähenbühl-Melcher, A., Schlienger, R., Lampert, M., Haschke, M., Drewe, J., & Krähenbühl, S. (2007). Drug-related problems in hospitals. *Drug Safety*, *30*(5), 379-407.
81. Kruse, C. S., & Goetz, K. (2015). Summary and frequency of barriers to adoption of CPOE in the U.S. *Journal of Medical Systems*, *39*(2), 15.
82. Kummer, T. F., Bick, M., & Gururajan, R. (2009). Acceptance problems of ambient intelligence and mobile technologies in hospitals in India and Germany. URL: <https://aisel.aisnet.org/ecis2009/74> [Stand: 17.02.2018].

83. Kussmann, S., Muff, P., Wiedemeier, P., Bochatay, L., Beney, J., & Meyer-Masseti, C. (2015). Patientensicherheit auf allen Stufen des Medikationsprozesses. *Schweizerische Ärztezeitung*, 96(38), 1368-1369.
84. Kwan, Y., Fernandes, O. A., Nagge, J. J., Wong, G. G., Huh, J. H., Hurn, D. A., ... & Bajcar, J. M. (2007). Pharmacist medication assessments in a surgical preadmission clinic. *Archives of Internal Medicine*, 167(10), 1034-1040.
85. Lampert, A., Wien, K., Haefeli, W. E., & Seidling, H. M. (2016). Guidance on how to achieve comprehensible patient information leaflets in four steps. *International Journal for Quality in Health Care*, 28(5), 634-638.
86. Langebrake, C., Melzer, S., & Baehr, M. (2014). Formale Kriterien für eine gute Verordnung im stationären Bereich. *Therapeutische Umschau*, 71(6), 343-351.
87. Liberati, E. G., Ruggiero, F., Galuppo, L., Gorli, M., González-Lorenzo, M., Maraldi, M., ... & Vespignani, R. (2017). What hinders the uptake of computerized decision support systems in hospitals? A qualitative study and framework for implementation. *Implementation Science*, 12(1), 113.
88. Lisby, M., Nielsen, L. P., Brock, B., & Mainz, J. (2010). How are medication errors defined? A systematic literature review of definitions and characteristics. *International Journal for Quality in Health Care*, 22(6), 507-518.
89. Lohmann, K., Ferber, J., Send, A. F. J., Haefeli, W. E., & Seidling, H. M. (2014). Inappropriate crushing information on ward lists: cytotoxic drugs, capsules, and modified release formulations are gravely neglected. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 70(5), 565-573.
90. Lohmann, K., Gartner, D., Kurze, R., Schösler, T., Schwald, M., Störzinger, D., ... & Seidling, H. M. (2015). More than just crushing: a prospective pre-post intervention study to reduce drug preparation errors in patients with feeding tubes. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 40(2), 220-225.
91. Masnoon, N., Shakib, S., Kalisch-Ellett, L., & Caughey, G. E. (2017). What is polypharmacy? A systematic review of definitions. *BMC Geriatrics*, 17(1), 230.
92. Masoodi, N. A. (2008). Polypharmacy: to err is human, to correct divine. *British Journal of Medical Practitioners*, 1(1), 6-9.
93. Massaro, T.A. (1993). Introducing physician order entry at a major academic medical center: impact on organizational culture and behavior. *Academic Medicine*, 68, 20-25.
94. Massaro, T.A. (1993). Introducing physician order entry at a major academic medical center: impact on medical education. *Academic Medicine*, 68, 25-30.
95. McCoy, A. B., Thomas, E. J., Krousel-Wood, M., & Sittig, D. F. (2014). Clinical decision support alert appropriateness: a review and proposal for improvement. *Ochsner Journal*, 14(2), 195-202.
96. McKibbin, K. A., Lokker, C., Handler, S. M., Dolovich, L. R., Holbrook, A. M., O'Reilly, D., ... & Roshanov, P. S. (2011). The effectiveness of integrated health information technologies across the phases of medication management: a systematic review of randomized controlled trials. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 19(1), 22-30.
97. McMullen, C. K., Macey, T. A., Pope, J., Gugerty, B., Slot, M., Lundeen, P., ... & Carlson, N. (2015). Effect of computerized prescriber order entry on pharmacy:

- experience of one health system. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 72(2), 133-142.
98. Meguerditchian, A. N., Krotneva, S., Reidel, K., Huang, A., & Tamblyn, R. (2013). Medication reconciliation at admission and discharge: a time and motion study. *BMC Health Services Research*, 13(1), 485.
 99. Meid, A. D., Lampert, A., Burnett, A., Seidling, H. M., & Haefeli, W. E. (2015). The impact of pharmaceutical care interventions for medication underuse in older people: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 80(4), 768-776.
 100. Metzger, J., Welebob, E., Bates, D. W., Lipsitz, S., & Classen, D. C. (2010). Mixed results in the safety performance of computerized physician order entry. *Health Affairs*, 29(4), 655-663.
 101. National Coordinating Council for Medication Error Reporting and Prevention. NCC MERP taxonomy of medication errors (2019). URL: <https://www.nccmerp.org/> [Stand: 10.03.2019].
 102. Niazkhani, Z., Pirnejad, H., Berg, M., & Aarts, J. (2009). The impact of computerized provider order entry systems on inpatient clinical workflow: a literature review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 16(4), 539-549.
 103. Niazkhani, Z., van der Sijs, H., Pirnejad, H., Redekop, W. K., & Aarts, J. (2009). Same system, different outcomes: comparing the transitions from two paper-based systems to the same computerized physician order entry system. *International Journal of Medical Informatics*, 78(3), 170-181.
 104. Niedersächsisches Krankenhausgesetz vom 19. Januar 2012, gültig ab 01. Januar 2019. URL: <http://www.voris.niedersachsen.de/jportal/?quelle=jlink&query=KHG+ND+%C2%A7+19&psml=bsvoris-prod.psml&max=true> [Stand: 30.06.2019].
 105. Nuckols, T. K., Smith-Spangler, C., Morton, S. C., Asch, S. M., Patel, V. M., Anderson, L. J., ... & Shekelle, P. G. (2014). The effectiveness of computerized order entry at reducing preventable adverse drug events and medication errors in hospital settings: a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 3(1), 56.
 106. Patel, J., Ogletree, R., Sutterfield, A., Pace, J. C., & Lahr, L. (2016). Optimized computerized order entry can reduce errors in electronic prescriptions and associated pharmacy calls to clarify (CTC). *Applied Clinical Informatics*, 7(02), 587-595.
 107. Phillips, J. L., Shea, J. M., Leung, V., & MacDonald, D. (2015). Impact of early electronic prescribing on pharmacists' clarification calls in four community pharmacies located in St John's, Newfoundland. *Journal of Medical Internet Research Medical Informatics*, 3(1), e2.
 108. Plattform Patientensicherheit (2017). URL: <http://www.plattformpatientensicherheit.at/> [Stand: 17.02.2017].
 109. Pruszydlo, M. G., Walk-Fritz, S. U., Hoppe-Tichy, T., Kaltschmidt, J., & Haefeli, W. E. (2012). Development and evaluation of a computerised clinical decision support system for switching drugs at the interface between primary and tertiary care. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 12(1), 137.
 110. Quinzler, R., Schmitt, S. P., Pritsch, M., Kaltschmidt, J., & Haefeli, W. E. (2009). Substantial reduction of inappropriate tablet splitting with computerised decision

support: a prospective intervention study assessing potential benefit and harm. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 9(1), 30.

111. Raitoharju, R., & Laine, M. (2006). Exploring the differences in information technology acceptance between healthcare professionals. URL: <http://aisel.aisnet.org/amcis2006/322> [Stand: 17.02.2018].
112. Reppe, L. A., Lydersen, S., Schjøtt, J., Damkier, P., Christensen, H. R., Kampmann, J. P., ... & Spigset, O. (2016). Relationship between time consumption and quality of responses to drug-related queries: a study from seven drug information centers in Scandinavia. *Clinical Therapeutics*, 38(7), 1738-1749.
113. Rieger, K., Scholer, A., Arnet, I., Peters, F. T., Maurer, H. H., Walter-Sack, I., ... & Martin-Facklam, M. (2004). High prevalence of unknown co-medication in hospitalised patients. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 60(5), 363-368.
114. Robert Koch Institut, STIKO (2017). Saisonale Influenzimpfung: Häufig gestellte Fragen und Antworten. URL: https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Impfen/Influenza/faq_ges.html [Stand: 24.12.2017].
115. Robertson, J., Walkom, E., Pearson, S. A., Hains, I., Williamson, M., & Newby, D. (2010). The impact of pharmacy computerised clinical decision support on prescribing, clinical and patient outcomes: a systematic review of the literature. *International Journal of Pharmacy Practice*, 18(2), 69-87.
116. Ryan, C., Ross, S., Davey, P., Duncan, E. M., Francis, J. J., Fielding, S., ... & Maxwell, S. (2014). Prevalence and causes of prescribing errors: the PRescribing outcomes for trainee doctors engaged in clinical training (PROTECT) study. *PLOS ONE*, 9(1), e79802.
117. Salili, A. R., Hammann, F., & Taegtmeyer, A. B. (2015). Verhindern von unerwünschten Arzneimittelereignissen mit Hilfe von elektronischen Entscheidungsunterstützungssystemen. *Therapeutische Umschau*, 72(11/12), 693.
118. Schnurrer, J. U., & Frölich, J. C. (2003). Zur Häufigkeit und Vermeidbarkeit von tödlichen unerwünschten Arzneimittelwirkungen. *Der Internist*, 44(7), 889-895.
119. Seidling, H. M., Schmitt, S. P. W., Bruckner, T., Kaltschmidt, J., Pruszydlo, M. G., Senger, C., ... & Haefeli, W. E. (2010). Patient-specific electronic decision support reduces prescription of excessive doses. *BMJ Quality and Safety Health Care*, 19(5), e15-e15.
120. Seidling, H. M., Lampert, A., Lohmann, K., Schiele, J. T., Send, A. J., Witticke, D., & Haefeli, W. E. (2013). Safeguarding the process of drug administration with an emphasis on electronic support tools. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 76(S1), 25-36.
121. Seidling, H. M., Faller, C. K., Thalheimer, M., Bruckner, T., & Haefeli, W. E. (2016). Formal prescribing errors are substantially reduced in electronic prescribing and after teaching sessions. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 141(1), e1-e7.
122. Sethuraman, U., Kannikeswaran, N., Murray, K. P., Zidan, M. A., & Chamberlain, J. M. (2015). Prescription errors before and after introduction of electronic medication alert system in a pediatric emergency department. *Academic Emergency Medicine*, 22(6), 714-719.
123. Simon, S. R., Keohane, C. A., Amato, M., Coffey, M., Cadet, B., Zimlichman, E., & Bates, D. W. (2013). Lessons learned from implementation of computerized provider

- order entry in 5 community hospitals: a qualitative study. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 13(1), 67.
124. Sittig, D. F., & Singh, H. (2011). Defining health information technology–related errors: new developments since *to err is human*. *Archives of Internal Medicine*, 171(14), 1281-1284.
 125. Slight, S. P., Eguale, T., Amato, M. G., Seger, A. C., Whitney, D. L., Bates, D. W., & Schiff, G. D. (2015). The vulnerabilities of computerized physician order entry systems: a qualitative study. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 23(2), 311-316.
 126. Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch (V) – Gesetzliche Krankenversicherung. URL: <https://www.sozialgesetzbuch-sgb.de/sgbv/31a.html> [Stand: 08.06.2019].
 127. Stiftung Patientensicherheit Schweiz (2017). URL: <http://www.patientensicherheit.ch/de/aktuell.html> [Stand: 17.02.2017].
 128. Stürzlinger, H., Hiebinger, C., Pertl, D., & Traurig, P. (2009). Computerized physician order entry – Wirksamkeit und Effizienz elektronischer Arzneimittelverordnung mit Entscheidungsunterstützungssystemen. URL: https://portal.dimdi.de/de/hta/hta_berichte/hta228_bericht_de.pdf [Stand: 17.02.2017].
 129. Thürmann, P. A. (2006). Prescribing errors resulting in adverse drug events: how can they be prevented? *Expert Opinion on Drug Safety*, 5(4), 489-493.
 130. Thürmann, P., & Jaehde, U. (2010). Abschlussbericht zum Projekt Arzneimittelsicherheit in Alten- und Pflegeheimen: Querschnittsanalyse und Machbarkeit eines multidisziplinären Ansatzes. URL: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Gesundheit/Berichte/Abschlussbericht_Arzneimitteltherapiesicherheit_in_Alten-_und_Pflegeheimen_Querschnittsanalyse_und_Machbarkeit_eines_multidisziplinaren_Ansatzes.pdf [Stand: 19.02.2018].
 131. van Rosse, F., Maat, B., Rademaker, C. M., van Vught, A. J., Egberts, A. C., & Bollen, C. W. (2009). The effect of computerized physician order entry on medication prescription errors and clinical outcome in pediatric and intensive care: a systematic review. *Pediatrics*, 123(4), 1184-1190.
 132. Weersink, R. A., Bouma, M., Burger, D. M., Drenth, J. P., Harkes-Idzinga, S. F., Hunfeld, N. G., ... & Borgsteede, S. D. (2018). Evidence-based recommendations to improve the safe use of drugs in patients with liver cirrhosis. *Drug Safety*, 41(6), 603-613.
 133. Westbrook, J. I., Gospodarevskaya, E., Li, L., Richardson, K. L., Roffe, D., Heywood, M., ... & Graves, N. (2015). Cost-effectiveness analysis of a hospital electronic medication management system. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 22(4), 784-793.
 134. Wietholter, J., Sitterson, S., & Allison, S. (2009). Effects of computerized prescriber order entry on pharmacy order-processing time. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 66(15), 1394-1398.
 135. Witticke, D., Seidling, H. M., Lohmann, K., Send, A. F., & Haefeli, W. E. (2013). Opportunities to reduce medication regimen complexity. *Drug Safety*, 36(1), 31-41.

136. World Health Organization (2007). Standard operating protocols for implementation assuring medication accuracy at transitions in care. URL: <http://www.who.int/patientsafety/solutions/patientsafety/PS-Solution6.pdf> [Stand: 17.12.2016].
137. World Health Organization (2012). WHO course: to err is human - course11_handout.pdf. URL: http://www.who.int/patientsafety/education/curriculum/course11_handout.pdf [Stand: 01.12.2016].
138. Wright, A., Ash, J. S., Erickson, J. L., Wasserman, J., Bunce, A., Stanescu, A., ... & Middleton, B. (2013). A qualitative study of the activities performed by people involved in clinical decision support: recommended practices for success. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 21(3), 464-472.
139. Wright, A., Hickman, T. T. T., McEvoy, D., Aaron, S., Ai, A., Andersen, J. M., ... & Bates, D. W. (2016). Analysis of clinical decision support system malfunctions: a case series and survey. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 23(6), 1068-1076.
140. Wu, R. C., Abrams, H., Baker, M., & Rossos P. G. (2006). Implementation of a computerized physician order entry system of medications at the university health network - physicians' perspectives on the critical issues. *International Journal of Electronic Healthcare*, 4(3), 106-109.
141. Wu, X., Wu, C., Zhang, K., & Wei, D. (2016). Residents' numeric inputting error in computerized physician order entry prescription. *International Journal of Medical Informatics*, 88, 25-33.

Danksagung

Ein großes Dankeschön gilt Herrn Prof. Dr. Walter E. Haefeli für die Möglichkeit, das Thema bearbeiten zu können, seine wertvollen Ratschläge und Anregungen und nicht zuletzt für sein dauerhaftes Interesse am Projekt.

Ein Dankeschön auch an Frau PD Dr. Hanna Seidling, die Ansprechpartnerin während des gesamten Projektverlaufs war. Ihre Hinweise waren bereichernd und haben zum Gelingen des Projekts beigetragen.

Herrn Prof. Dr. Wolfgang Kämmerer und Herrn Prof. Dr. Michael Beyer danke ich ebenfalls für ihre Unterstützung, durch die das Projekt am Klinikum Augsburg möglich wurde.

Mein großer Dank gilt auch den Mitarbeitern der Apotheke und der Projektstationen im Klinikum Augsburg. Ihr Interesse und ihre Beteiligung am Projekt waren von entscheidender Bedeutung.

Und nicht zuletzt geht mein besonderer Dank an Kika für den privaten Rückhalt an jedem Tag des Projekts. Ohne ihn wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.