

Bachelorarbeit II

Titel der Bachelorarbeit

Rechenkenntnisse von diplomierten Pflegepersonen
sowie Strategien zur Vermeidung von Rechenfehlern:
Eine Literaturübersicht

Verfasser der Arbeit

Magdalena Pohl

Angestrebter Akademischer Grad

Bachelor of Science in Health Studies (BSc)

St. Pölten, im Juni 2018

Studiengang: Gesundheits- und Krankenpflege

Jahrgang: 2015-2018

Betreuer: Manuel Schwanda

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet wurden. Diese Arbeit wurde noch nicht anderweitig als Arbeit eingereicht.

St. Pölten, im Juni 2018

Magdalena Pohl

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund: In Krankenanstalten passieren durch das Krankenpflegepersonal oftmals Rechenfehler beim Medikamentenmanagement, wodurch Dosierungsfehler entstehen. Infolgedessen erhält der Patient/die Patientin ein Medikament in einer falschen Dosierung, wodurch er/sie erheblichen Schaden erleiden und deren Gesundheit maßgeblich negativ beeinflusst werden kann.

Ziel der Untersuchung: Das Ziel dieser Arbeit ist, Strategien aufzuzeigen, welche effektiv sind, um Dosierungsfehler beim Medikamentenmanagement zu verhindern. Ebenso wird eine Inkludierung von Mathematikunterricht in die Ausbildung von Krankenpflegepersonal diskutiert.

Methodik: Die Literaturrecherche erfolgte angelehnt an Kunz et al. (2009) in der Datenbank CINAHL sowie mittels Handsuche von Jänner bis Mai 2018.

Ergebnisse: Unterricht mittels Tutorien, E-Learning, PDAs (Persönliche Digitale Assistenten), praktischer Unterricht im klinischen Setting und unter Anwendung der „Hands-on“-Methode wurde eingesetzt und stellte sich als erfolgreich und die mathematischen Kenntnisse von Pflegestudierenden positiv beeinflussend heraus.

Schlussfolgerungen: Die Implementierung von praktischem Mathematik-Unterricht in die Ausbildung von Pflegestudierenden ist wirksam, um Berechnungsfehlern bei Medikamentendosierungen vorzubeugen und infolgedessen das PatientInnen-Outcome positiv zu beeinflussen.

Schlüsselwörter: Medikationsfehler, Dosierungsfehler, Rechenfehler, Medikamentenmanagement, Mathematikunterricht in der Pflege, Rechenfehler in der Pflege

ABSTRACT

Background: In hospitals nursing staff is often doing calculation errors at the stage of medication management, which leads to dosage errors. Consequently, the patient is administered medication with the wrong dosage. In the following, he/she is suffering and their health can be influenced in a negative way.

Aim: The aim of this paper is to show effective strategies to avoid dosage errors within medication management. Furthermore the inclusion of maths in the education of nurses is discussed.

Methods: The literature research is aligned with Kunz et al. (2009) and was conducted in the database CINAHL and by hand searching from January to Mai 2018.

Findings: Theoretical lessons like tutorials, e-learning, use of PDAs and practical lessons in a clinical setting combined with the „hands-on“-method were implemented. These interventions turned out to be successful and influencing the mathematical skills of nurse students in a positive way.

Conclusion: The implementation of practical mathematic lessons in nurse students' education is effective to avoid calculation errors within medication dosage and consequently influence the outcome of the patients in a positive way.

Keywords: medication error, dosage error, calculation error, medication management, maths education in nursing, calculation errors in nursing

INHALTSVERZEICHNIS

Eidesstattliche Erklärung	2
Zusammenfassung	3
Abstract	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abbildungs-, Abkürzungs- und Tabellenverzeichnis	6
1 Einleitung	7
1.1 Epidemiologie	8
1.2 Problemstellung	11
1.3 Zielsetzung	13
1.4 Forschungsfrage	13
2 Methodik	14
2.1 Literaturrecherche	14
3 Ergebnisse	17
3.1 Tutorials	17
3.2 Persönliche digitale Assistenten (PDAs) zur Medikamentenhandhabung	19
3.3 E-Learning versus traditionelle Handouts	23
3.4 Ideale Lehrmethode für Medikationsberechnungen	26
3.5 StudentInnen-Umfrage und Tests, die eine geeignete Strategie zum Erlernen von Rechenfähigkeiten darstellen	27
4 Diskussion (inkl. kritischer Reflexion und Limitationen)	38
5 Schlussfolgerungen und Ausblick	48
Literaturverzeichnis	49
Anhang	56

ABBILDUNGS-, ABKÜRZUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flussdiagramm zur Suchstrategie

Abkürzungsverzeichnis

AHCPR Agency for Health Care Policy and Research

ANOVA Analysis of Variance

bzw. beziehungsweise

CAI Computer Assisted Instruction

PDA Persönlicher Digitaler Assistent

SIGN Scottish Intercollegiate Guideline Network Group

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung der Ein- und Ausschlusskriterien zur Literaturrecherche

Tabelle 2: Übersicht zu den eingeschlossenen Publikationen

1 EINLEITUNG

Das diplomierte Gesundheits- und Krankenpflegepersonal ist beinahe täglich mit der Berechnung von Medikamentendosierungsraten konfrontiert. Dabei können bei den einfachsten Rechenvorgängen Fehler passieren, welche oftmals auf mangelnde Rechenkenntnisse und Wissensdefizite in den Grundrechnungsarten zurückzuführen sind.

Rechenfehler, die in der Gesundheits- und Krankenpflege passieren, müssen unbedingt auf eine minimale Anzahl reduziert werden, da sie direkte Auswirkungen auf Patienten und Patientinnen und deren Gesundheit haben. Um mögliche gesundheitliche Schädigungen dieser durch Rechenfehler bei der Dosierung der Medikamente zu vermeiden, müssen Pflegepersonen adäquates medizinisches Wissen sowie entsprechende mathematische Fähigkeiten besitzen.

Rechenfähig zu sein bedeutet: „to be competent, confident, and comfortable with one's judgements on whether to use mathematics in a particular situation and if so, what mathematics to use, how to do it, what degree of accuracy is appropriate and what the answer means in relation to the context" (Coben, 2000, S. 35 zitiert aus Hutton et al., 2010, S.608).

Rechenkenntnisse wie Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division, Berücksichtigung und Umgang mit Dezimalstellen, Brüchen und konzeptuelle Kenntnisse sind notwendig, um richtige Medikamentendosierungsberechnungen ausführen zu können (Wright, 2007 zitiert aus McMullan et al., 2009).

Eine Studie von Calliari (1995 zitiert aus Sherriff et al., 2011) zeigt einen Zusammenhang zwischen mangelnden Ergebnissen bei einem Medikamentenberechnungstest und dem vermehrten Auftreten von Medikationsfehlern.

Innerhalb mehrerer Studien wird überprüft, welche Strategien vor allem StudentInnen der Krankenpflege, aber auch bereits berufstätigen Krankenpflegepersonen besonders helfen, ihre mathematischen und medikamentendosierungsberechnungs-bezogenen Kenntnisse zu erweitern, nachhaltig zu fördern und auch in ihr Langzeitwissen einzubinden.

Durch E-Learning erhalten Pflegepersonen und StudentInnen die Möglichkeit, sich jederzeit weiterzubilden und dies an ihre individuellen Zeitpläne anzupassen, wodurch mehr Flexibilität geboten wird. Außerdem gestattet es, sofort die Ergebnisse einzusehen und auf individuelles Feedback zurückzugreifen.

Dabei überprüften McMullan et al. (2011), ob E-Learning oder traditionelle Lern-Handouts die Fähigkeiten der Krankenpflege-Studierenden über Medikamentendosierungsberechnungen eher fördern. Es resultierte eine signifikante Verbesserung der mathematischen Fähigkeiten durch E-Learning.

Außerdem wird auch traditioneller Unterricht mit abschließenden Tests zur Überprüfung der Auswirkung des Unterrichts auf die Kenntnisse der Krankenpflege-Studierenden herangezogen (Coyne et al., 2013).

1.1 Epidemiologie

Es hat sich herausgestellt, dass diplomierte Gesundheits- und Krankenpflegepersonen unzureichende Kenntnisse über Medikationsberechnungen haben. In einer Observationsstudie haben nur 35 Prozent der Stichprobe 90% oder mehr der möglichen Höchstpunktzahl erreicht (Bayne and Bindler's, 1988 zitiert aus Sherriff et al., 2011). Außerdem haben Studien ergeben, dass die mathematischen Fähigkeiten auch durch langjährige pflegepraktische Erfahrung nicht höher ist, als bei solchen, welche sich noch in Ausbildung befinden (Bayne and Bindler, 1988, 1997; Conti and Gauntlett Beare, 1988; Grandell-Niemi et al., 2003 zitiert aus Sherriff et al., 2011).

Krankenpflegepersonen müssen Kompetenz in mathematischen Grundrechnungsarten wie Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division und Bruchrechnen sowie in Umwandlungen bei unterschiedlichen Dosierungsraten aufweisen. Außerdem müssen sie dazu in der Lage sein, Informationen aus dem Kontext zu extrahieren und individuell an den/die PatientIn anzupassen (Blais & Bath, 1992 zitiert aus Dyjur et al., 2011). Es wird berichtet, dass Pflegepersonen oft bei mathematischen Grundrechnungsarten Schwierigkeiten haben, was sich als sehr besorgniserregend und problematisch in diesem Berufsfeld herausstellt, da diese direkte Auswirkungen auf den Patienten haben können (Dexter & Applegate,

1980; Bindler & Bayne, 1984, 1991; Bayne & Bindler, 1988; Worrell & Hodson, 1989; Segatore et al., 1993; Ashby, 1997; Wilson, 2003; Brown, 2006; Grandell-Niemi et al., 2006; Harvey et al., 2010; Wright, 2006 zitiert aus Dyjur et al., 2011).

Medikationsfehler passieren im Krankenhaus durchschnittlich bei einer von fünf Medikamentengaben (Barker et al., 2002 zitiert aus Fleming et al., 2014). Sie passieren durch Fehler bei der Medikamentendosierungsberechnung, wobei mathematische Fehler 11-14% der Medikationsfehler darstellen (Carlton und Blegen, 2006; Segatore et al., 1994; Wirtz et al., 2003 zitiert aus Fleming et al., 2014). Um diese zu vermeiden werden mathematische Fähigkeiten sowie mathematisches Können benötigt, welche mathematische Berechnungen und die korrekte Herausfilterung von Information aus dem Kontext (Patientenakte, medizinische Diagnosen, ärztliche Medikamentenverordnungen, etc.) beinhalten (Beaney, 2010; Wright, 2004 zitiert aus Fleming et al., 2014).

Bindler und Bayne (1991 zitiert aus McMullan et al., 2010) haben die Rechenkenntnisse von amerikanischen Pflegepersonen getestet. Es hat sich herausgestellt, dass 81% der Personen weniger als 90% der möglichen Punkte und 44% sogar weniger als 70% erreicht haben.

Eine britische Studie (Lerwill, 1999 zitiert aus McMullan et al., 2010) hat die Rechenkenntnisse von 54 Pflegepersonen mittels eines Mathematiktests überprüft, bei dem durchschnittlich nur 61% der Punkte erreicht wurden. 32 der Testteilnehmer haben sogar weniger als 50% erzielt.

Es zeigt sich auch, dass sich die Mathematikkenntnisse nicht mit der jahrelangen Berufserfahrung verbessern, sondern auch lang praktizierende Pflegepersonen mäßige Rechenkenntnisse aufweisen (Conti und Beare, 1988; Ashby, 1997; Warburton und Kahn, 2007 zitiert aus McMullan et al., 2010).

111 Angehörige von Gesundheitsberufen aus Neuseeland absolvierten innerhalb einer Studie fünf Medikationsberechnungen. 72% der Assistenzärzte, 71% der Pharmazeuten, 63% der Chirurgen und 46% der MedizinstudentInnen konnten alle fünf Berechnungen richtig lösen. Jedoch konnten nur 24% der Pflegepersonen

diese Leistung erbringen, was statistisch signifikant war (Oldridge et al., 2004 zitiert aus McMullan et al., 2010).

Seit einigen Jahren kommen Persönliche Digitale Assistenten (PDA) zum Einsatz, welche die Arbeit durch ein „digitales“ Gedächtnis erleichtern sollen. Hierbei handelt es sich um in der Hand tragbare Geräte. Es wurde eine Online-Umfrage bei Ärzten durchgeführt, die sich auf die Nutzung einer Medikamenteninformations-Software für den PDA bezieht. 50% gaben an, dass ein oder mehr Medikamentenfehler pro Woche durch die Nutzung dieser Software vermieden werden konnte. 80% berichten von einem verbesserten Wissen über Medikamente (Rothschild, Lee, Bae und Bates, 2002 zitiert aus Stroud, 2009). 75% der Benutzer geben an, dass der PDA die Produktivität erhöht, 89% sind der Meinung, dass er für Patientensicherheit sorgt und 91% empfinden ihn als hilfreich, um schnelle Entscheidungen zu treffen.

Insgesamt sterben mehr als 106 000 hospitalisierte Patienten jährlich und 2,2 Millionen Patienten sind von Medikamentenfehlern betroffen (National Coordinating Council for Medication Error Reporting and Prevention, 1999 zitiert aus Greenfield, 2007).

Der Prozess der Medikamentenhandhabung besteht aus mehreren Schritten, welche nicht nur von Pflegepersonen, sondern auch von Pharmazeuten und Ärzten durchgeführt werden. Also könnten Medikamentenberechnungsfehler auch durch Verschreibungsfehler von Ärzten entstehen, die anschließend übersehen und falsch übernommen werden.

Wirtz et al. (2003) haben in ihrer Observationsstudie Pflegepersonen bei der Vorbereitung und Verabreichung von intravenösen Medikamenten beobachtet. Insgesamt wurden 337 Vorbereitungen beobachtet, wobei 88 Fehler (26%) passierten, während bei 278 Verabreichungen 93 Fehler (34%) eruiert wurden. 51 der 337 Vorbereitungen benötigte eine Medikamentendosierungsberechnung, wobei sechs davon zu Dosierungsfehlern führten.

Von 15 Studien, welche sich nur auf die Beobachtung von Pflegepersonen, die Medikamente vorbereiten und administrieren bezogen, haben nur zwei Studien

Berechnungsfehler als Fehlerquelle identifiziert bzw. genannt. Möglicherweise liegt das daran, dass es in den verschiedenen Studien oft keine eigenen Kategorien für Berechnungsfehler gab, wodurch diese nicht speziell beobachtet bzw. hervorgehoben wurden.

Die geringe Beachtung von Rechenfehlern als Diskrepanzen im Medikamentenmanagement könnte daraus resultieren, dass Medikamentendosierungsfehler zwar auftreten, jedoch in verminderter Zahl, wodurch sie relativ unscheinbar wirken. Sechs der inkludierten Observationsstudien wurden auf Intensivstationen durchgeführt, wo ein vermehrter Medikamentenbedarf herrscht und infolgedessen mehr Rechenfehler erwartet würden, was jedoch nicht der Fall war (Wright, 2010).

1.2 Problemstellung

Im Zusammenhang mit Medikationsberechnungsfehlern stellte sich vor allem das Herausfiltern von notwendigen Information zur Dosierungsberechnung aus dem Kontext als besonders schwierig heraus (Blais & Bath, 1992; Segatore et al., 1993; Jukes & Gilchrist; 2006 zitiert aus Dyjur et al., 2011). Aus diesem Grund wurde recherchiert, warum Pflegepersonen derartige Schwierigkeiten haben, Medikationen zu berechnen. Auslöser dafür könnten die zu geringe Integration von Mathematik bzw. Medikationsberechnungen in den Unterricht sowie von Mathematikkenntnissen in den Aufnahmetest zur Ausbildung von Krankenpflegepersonen sein (Wright, 2007; Dopson, 2008; Andrew et al., 2009 zitiert aus Dyjur et al., 2011). Auch mangelhafte Computerkenntnisse, die oft bei älterem Pflegepersonal vorherrschend sind, tragen negativ dazu bei (Glaister, 2007; Kiefer & Sekaquap-twea, 2007; Metje et al., 2007 zitiert aus Dyjur et al., 2011). Das Problem, welches sich hier aufzeigt, ist, dass es keine internationale Einigung gibt, welche mathematischen Fähigkeiten eine Pflegeperson haben und wie diese gelehrt und in den Unterricht miteinbezogen werden sollten. Die geeignete Art, Mathematik und Medikamentendosierungen in die Ausbildung von Pflegepersonen miteinzubinden wird derzeit noch diskutiert. Jedoch würde diese praktisch äußerst relevante Lehrveranstaltung den Studierenden dabei helfen, in entsprechenden Situationen adäquat handeln zu können und weniger Angst davor zu haben (Hutton, 1998a; Weeks et al., 2000; Wright, 2008 zitiert aus Hutton et al., 2010).

Gemäß Wright (2007 zitiert aus Wright, 2009) sind nicht die fehlenden Fertigkeiten in Dosierungsberechnungen von Medikamenten das Problem. Pflegepersonen haben eine Fehlerrate von zehn bis 20 Prozent bei schriftlichen Dosierungsberechnungstests. Das würde bedeuten, dass Patienten infolgedessen in zehn bis 20 Prozent der Fälle Schaden erleiden würden, was jedoch nicht der Fall ist. Die Problematik befindet sich in der Art der Wissensüberprüfung und der mangelnden Vergleichbarkeit mit der praktischen Situation, da die schriftlichen Tests der Praxis oft sehr fern sind. Man kann die Medikamentendosierungsberechnungen nicht unabhängig vom Pflegesetting betrachten, da diese immer für einen bestimmten Patienten sind und ein physisches Problem - wie Schmerz, Bluthochdruck, Übelkeit, usw. - bekämpfen soll beziehungsweise zur Gesundheit des Patienten beitragen soll - z.B. Sedierung eines Patienten nach erlittenem Polytrauma. Des Weiteren müssen Fakten über den Patienten/die Patientin bekannt sein - ob er beispielsweise eine Allergie gegen ein Medikament aufweist, was sein Körpergewicht ist, ob er einen intravenösen Venenzugang hat, ob er die Medikamente gegebenenfalls schlucken kann. Um die oben angeführten und weiteren Informationen zu erhalten, steht Pflegepersonen in der Praxis der Patient, die Patientenakte, die Verschreibung der Medikamente, Ampullen, Spritzen und andere Hilfsmittel zur Verfügung (Pozzi et al., 1998 zitiert aus Wright, 2009). Bei schriftlichen Mathematiktests, die unabhängig von der Praxis stattfinden stehen diese Hilfsmittel nicht zur Auswahl, wodurch die Validität der Tests eingeschränkt ist.

Ein weiteres Problem ist, dass bei den schriftlichen Tests oft Fragen gestellt werden, die für die Praxis nicht relevant sind und in dieser Form auch nicht angewendet und benötigt werden (Schliemann und Nunes, 1990 zitiert aus Wright, 2009). Außerdem müssen diese Tests oft ohne Taschenrechner absolviert werden, welche in der Praxis jedoch immer zur Verfügung stehen und jederzeit verwendet werden können. Dadurch sind diese Medikamentendosierungstests, die zur Überprüfung des mathematischen Wissens in Bezug auf Pflege angewendet werden, ungeeignet und nicht aussagekräftig. Deshalb zeigen Studien, die ihre Ergebnisse mit Pre- und Posttests präsentieren nur auf, in welchem Ausmaß sich StudentInnen durch ihre Intervention speziell in diesem Test steigern und verbessern können. Jedoch wird dadurch nicht aufgezeigt, dass sich deren Fähigkeiten infolge-

dessen auch in der Praxis verbessern. Vielmehr wäre eine Wissenserweiterung, die in dem entsprechenden und relevanten sozialen Kontext stattfindet, sinnvoll (Brown, 2001; Ernest, 1991; Lave, 1992; Lave and Wenger, 1991; Pozzi et al., 1998 zitiert aus Wright, 2009). Zur Zeit werden trotzdem noch immer Medikamentendosierungstests verwendet, um die Fertigkeit von Krankenpflege-StudentInnen und Pflegepersonen zu evaluieren. Dadurch wird ein Problem eruiert und geschaffen, das für die Praxis irrelevant ist. Um das Wissen bezüglich Medikamentendosierungsberechnung von Pflegepersonen zu überprüfen, sollten die entsprechenden Studien, Observationen sowie die Interventionen und Strategien zur Verbesserung dieser Fertigkeiten in der klinischen Praxis selbst durchgeführt werden, um valide Ergebnisse zu erhalten (Wright, 2009).

1.3 Zielsetzung

Diese Arbeit soll die Problematik der Rechenfehler - insbesondere in der Medikamentendosierung - aufzeigen und in weiterer Folge Strategien aufzeigen, die hilfreich sind, um solche Fehler auf ein Minimum zu reduzieren.

Außerdem soll mittels dieser Arbeit abgewogen werden, ob es sinnvoll ist, mathematischen Unterricht in die Ausbildung von Gesundheits- und Krankenpflegepersonen aufzunehmen und diese somit besser auf ihren Beruf als Pflegefachpersonen vorzubereiten um infolgedessen Medikamentendosierungsfehlern vorzubeugen respektive diese zu verhindern.

1.4 Forschungsfrage

Die Forschungsfrage, welche die Grundlage dieser Arbeit bildet, lautet: Welche Strategien bieten eine Möglichkeit, um Rechenfehler von Gesundheits- und Krankenpflegepersonen zu reduzieren?

2 METHODIK

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde eine systematische Literaturrecherche via Handsuche sowie zur Ergänzung in diversen Datenbanken vorgenommen. Der Prozess der Suchstrategie unterteilte sich in die folgenden drei Schritte: die Identifikation, die Selektion und die Bewertung der Literatur in Anlehnung an Kunz et al. (2009) und PRISMA (2009) (siehe Abb. 1).

2.1 Literaturrecherche

Im ersten Schritt der Literaturrecherche, der Identifikation, wurde im Zeitraum von Jänner bis Mai 2018 Literatur recherchiert, welche sich zur Beantwortung der Forschungsfrage eignet. Die Literatur wurde überwiegend mittels Handsuche recherchiert, identifiziert, analysiert und ausgewählt. Darüber hinaus wurde eine Literaturrecherche in der Datenbank CINAHL durchgeführt und die Suchbegriffe „medication error AND pda“ und „numeracy skills AND student nursing“ (sh. Anhang) wurden verwendet. Es wurden nur englische Begriffe verwendet, da zu dieser Thematik überwiegend englische Literatur in den Datenbanken existiert und deutsche Literatur zum Thema „Rechenfehler bei Medikamentendosierungen in der Pflege“ eher schwierig zugänglich und kaum vorhanden ist.

Insgesamt konnten 43 Publikationen identifiziert werden. Die Literatur wurde infolgedessen in Bezug auf Duplikate, Titel, Schlüsselwörter sowie Ein- und Ausschlusskriterien (siehe Tab. 1) selektiert und 4 Studien wurden exkludiert. Anschließend wurden die Abstracts überprüft und weitere 17 Publikationen wurden ausgeschlossen. Die 8 verbleibenden Studien wurden einer Volltextanalyse unterzogen. Die übrigbleibenden 5 Publikationen wurden zur Beantwortung der Forschungsfrage identifiziert.

Die Bewertung der Literatur, welche den dritten Schritt der Literaturrecherche darstellt, wurde bei 5 Studien durchgeführt: zwei quasiexperimentelle Studien, eine Mixed Methods Studie, eine randomisiert-kontrollierte Studie und eine Aktionsforschung. Die ausgewählten Publikationen wurden anhand der Kriterien nach Panfil und Ivanovic (2011) bewertet sowie nach der Agency for Health Care Policy and

Research (AHCPR, 1992) und der Scottish Intercollegiate Guideline Network Group (SIGN, 1996) in Evidenzklassen und Härtegrade eingeteilt.

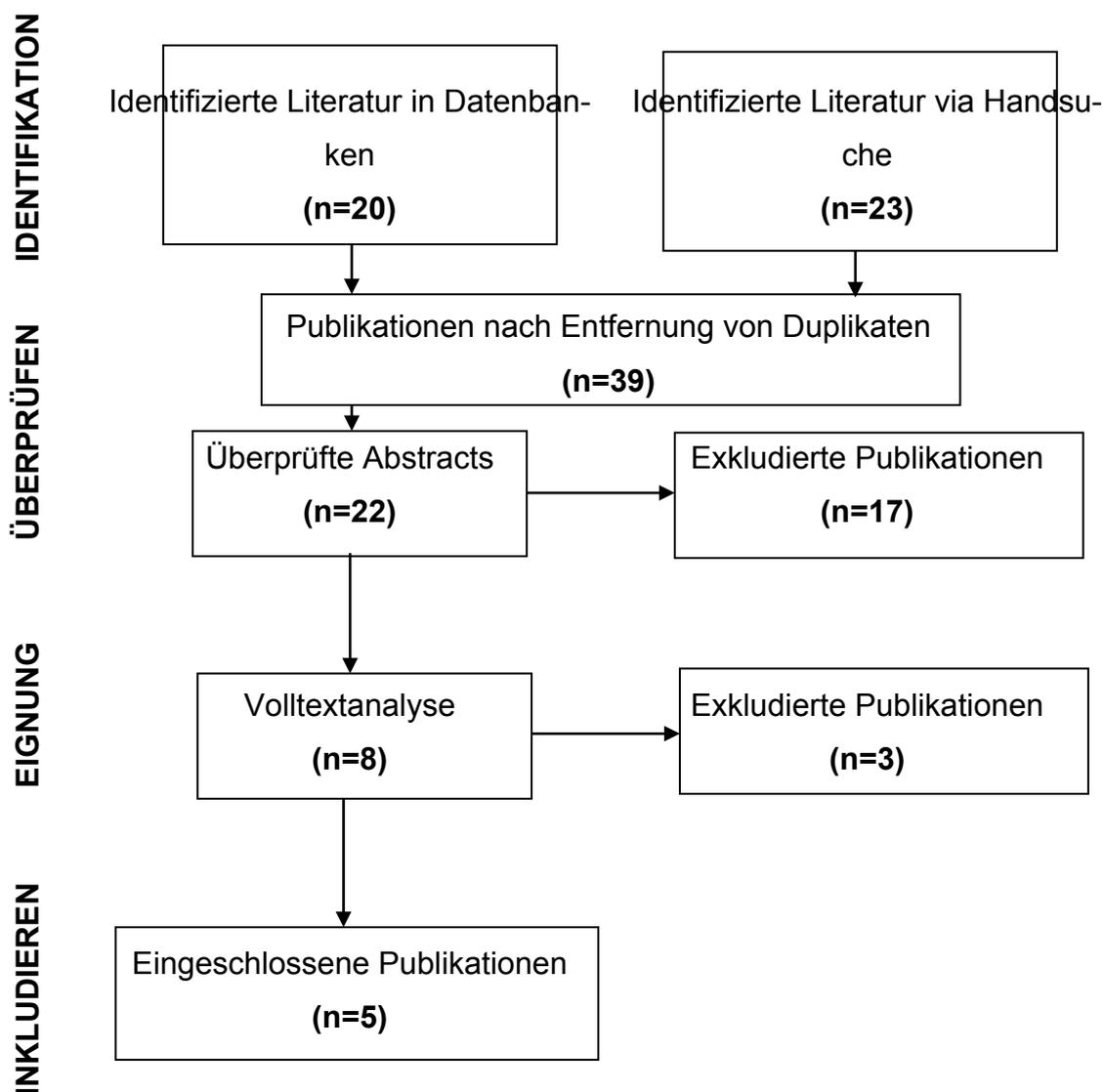


Abb. 1: Flussdiagramm zur Suchstrategie

In der nachfolgenden Tabelle 1 werden die definierten Ein- und Ausschlusskriterien bezüglich Population, Interventionen, Ergebnisparameter, Publikationsjahr und Sprache angeführt.

Tab. 1: Darstellung der Ein- und Ausschlusskriterien zur Literaturrecherche

Kriterien	Einschluss	Ausschluss
Population	<ul style="list-style-type: none"> • Diplomierte Gesundheits- und Krankenpflegepersonen, die ihren Beruf in einer Krankenanstalt oder einer ähnlichen Institution ausüben • Studierende der „Gesundheits- und Krankenpflege“ sowie andere Auszubildende der Gesundheits- und Krankenpflege 	<ul style="list-style-type: none"> • Personen, die keine Ausbildung als Diplomierte Gesundheits- und Krankenpflegeperson haben • Personen, die sich derzeit nicht in Ausbildung zur Krankenpflegeperson (Studium, Schule) befinden
Intervention(en)	<ul style="list-style-type: none"> • Alternative und traditionelle Lehr- und Lernmethoden zur Medikationsberechnung (z. B. Tutorials, E-Learning, Handouts, Online-Programme, Unterricht und Selbststudium, virtuelle Lernumgebung (Websites), Selbsteinschätzungs-Tests, selbstbestimmtes Lernen, klinische Lernstunden) 	
Ergebnisparameter	<ul style="list-style-type: none"> • ↑ Korrekte Medikationsberechnungen • ↑ Selbstvertrauen bei Medikationsberechnungen • ↑ Verbesserte Rechenkenntnisse • Verbesserung der mathematischen Fähigkeiten, die für Medikationsberechnungen maßgeblich sind • Sinnhaftigkeit von Kleingruppen für den „Mathematik“-Unterricht 	
Publikationsjahr	<ul style="list-style-type: none"> • 2005-2018 	<ul style="list-style-type: none"> • Studien vor 2005
Sprache	<ul style="list-style-type: none"> • Deutsch- und englischsprachige Publikationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Publikationen in anderen Fremdsprachen

3 ERGEBNISSE

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Studien in Fließtextform sowie tabellarisch (siehe Tab. 2) dargestellt. Unter anderem werden die Resultate von wöchentlichen Tutorials, Handouts, E-Learning und Medikationsberechnungsunterricht präsentiert.

3.1 Tutorials

Coyne et al. (2013) haben in ihrer Evaluationsstudie überprüft, ob wöchentliche Tutorien mit verschiedenen Inhalten die mathematische Kompetenz, das Verständnis der Formulare und die Konzeptualisierung der Medikamente und somit eine Verbesserung der Medikationsberechnungs-Fähigkeiten unter StudentInnen bewirken.

Eine Gelegenheitsstichprobe von 178 Studierenden einer Universität in Australien wurde dafür ausgewählt. Die StudentInnen absolvierten entweder gerade das erste Studienjahr, waren angestellte Pflegepersonen mit Diplom, Bachelor-AbsolventInnen oder internationale Studierende mit verschiedenen Gesundheits-Qualifikationen.

Die Medikationstests wurden während nicht-verpflichtenden Tutorien durchgeführt. Beim „Time 1 medication test“ nahmen 156 Studierende teil. Diese hatten 30 Minuten Zeit, um die Fragen mit Hilfe von Berechnungsformularen und Taschenrechnern zu beantworten. Der Test bestand aus drei Fragen zu oraler Medikation, zwei Fragen zu intramuskulären Injektionen, drei Fragen zu intravenösen Raten, eine gewichtsbasierte Frage und eine Umrechnungsfrage. Gleichzeitig wurden demographische Daten der StudentInnen erfragt.

Beim „Time 2 medication test“, der nach der Intervention stattfand, nahmen 124 StudentInnen teil. Der Test wurde, bis auf abgeänderte Berechnungen, unter den gleichen Bedingungen (30 Minuten, Taschenrechner, Berechnungsformular) durchgeführt wie der „Time 1 medication test“. Zusätzlich sollten die ProbandInnen noch beantworten, an wie vielen Tutorien sie teilgenommen haben, welche Grün-

de es im Falle einer Nicht-Teilnahme dafür gab und aus einer Liste die Vorteile angeben, welche die Tutorien für sie erbracht haben.

Die Teilnahme an der Studie war freiwillig und die StudentInnen, die sich dagegen entschieden, wurden dadurch nicht benachteiligt. Zu Beginn wurden sie durch ein Informationsblatt über die Studie in Kenntnis gesetzt. Alle StudentInnen - auch die, die nicht an der Studie teilnahmen - hatten Zugang zu den Lernmaterialien.

Die Tutorien fanden einmal wöchentlich im Ausmaß von einer Stunde statt und wurden in informative, praktische und interaktive Unterrichtseinheiten unterteilt. Beim ersten Tutorium wurde der „Time 1 medication test“ durchgeführt, wobei Dezimalzahlen und mathematisches Basiswissen getestet wurden. Die Einheiten zwei bis fünf des Tutoriums beinhalteten praktische Stunden anhand von klinischen Fallstudien sowie Formulare für die Administration von parenteralen und oralen Medikamenten. Die Formulare schlossen Formeln für orale, parenterale, intravenöse Medikamentendosierungen sowie gewichtsbasierte Formeln ein.

Anschließend absolvierten die StudentInnen ein Praktikum in einem akut-klinischen Setting, in welchem sie der Anleitung und Beobachtung beim Medikamentenmanagement durch einen Supervisor unterlagen.

Die Tutorien sechs bis acht waren praktische Einheiten, in welchen die Medikationen mit dem Patienten/der Patientin mittels Fallstudien zusammengeführt wurden. Dabei wurden Medikamentenberechnungen, Patientensicherheit in Bezug auf Medikamente und das Herausfiltern von Fehlern bei der Medikamentenadministration analysiert und geübt.

Im neunten Tutorium wurde der „Time 2 medication test“ von den StudentInnen absolviert.

Insgesamt waren 92% der TeilnehmerInnen weiblich und 8% männlich. 31% waren angestellte Pflegepersonen, 3% hatten einen anderen Beruf und 66% hatten keine Erfahrung in der Pflege. 76% waren inländische StudentInnen, 21% waren internationale Studierende, 2% waren heimische Australier (Aborigines, etc.) und 1% waren Bachelor-Absolventen.

Beim „Time 1 medication test“ wurden die Fragen zu oraler Medikation von 8 StudentInnen (5%) falsch beantwortet, wobei fehlendes mathematisches Wissen ausschlaggebend war. 75 der StudentInnen (48%) sind an Fragen zu intravenösen Flüssigkeiten gescheitert, wobei die falsche Formel von 25% der TeilnehmerInnen angewendet wurde, mathematische Fehler bei 8% passierten und 5% Fehler in Formel und Mathematik hatten. 53% (n=84) gaben falsche Antworten zu den gewichtsbasierten Berechnungen an, von denen 20% eine inkorrekte Formel angewandt haben und 24% gar keine Lösung angaben.

15% der StudentInnen (n=19) waren bei Fragen zu intravenösen Flüssigkeiten erfolglos, da sie von einer falschen Formel Gebrauch machten. Die gewichtsbezogene Rechnung misslang 27% (n=33) der StudentInnen, ebenso durch Anwendung einer fehlerhaften Formel.

79% der StudienteilnehmerInnen haben an mehr als 5 Tutorien teilgenommen (n=98), 17% an 2-5 Tutorien (n=21) und 4% an weniger als zwei Tutorien (n=5). 20% der StudentInnen (n=32) haben nicht am „Time 2 medication test“ teilgenommen, wobei die Gründe dafür bei 74% (n=29) Arbeit, bei 21% soziale Anlässe (n=8) und bei 5% (n=2) das mangelnde Interesse waren.

65% der TeilnehmerInnen gaben an, einen mathematischen Nutzen durch die Teilnahme an der Studie gehabt zu haben, während 71% Vorteile beim Gebrauch von Formeln anführten.

Ein gepaarter t-Test hat ergeben, dass eine hochsignifikante Steigerung der Punktzahl vom „Time 1 medication test“ (M=7.05, SD=2.6) zum „Time 2 medication test“ (M=9.45, SD=0,9) stattgefunden hat ($p < .0001$). Die eta-quadierte Statistik zeigte eine große Effektstärke (.70) dieser Studie (Coyne et al., 2013).

3.2 Persönliche digitale Assistenten (PDAs) zur Medikamentenhandhabung

Die American Academy of Nursing (2002 zitiert aus Greenfield, 2007) ist der Meinung, dass Medikationsfehler im klinischen Setting durch den Einsatz von moderner Technologie als Hilfsmittel deutlich reduziert werden können. Durch persönliche digitale Assistenten (PDAs) wird Pflegepersonen der Datenzugang direkt am

Patientenbett ermöglicht. Dadurch kann in kürzerer Zeit genauer und mit größerer Sicherheit für Patienten gearbeitet werden.

Greenfield (2007) hat in ihrer nicht-randomisierten, quasiexperimentellen Studie die Hypothese überprüft, ob PDAs genauere und schnellere Medikamentenadministrierungen ermöglichen.

Die Stichprobe bestand aus Pflege-StudentInnen (n=87) einer Universität in New York. Die ProbandInnen wurden während eines regulären Unterrichts für die Studie angeworben und darüber informiert, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig wäre und keinen Einfluss auf die Beurteilungen der Lehrveranstaltungen haben würde, da die Lehrbeauftragten des Studienganges keine Einsicht in die dafür aufgezeichneten Daten haben würden. Um eine höhere TeilnehmerInnenanzahl zu erreichen erhielten jene StudentInnen, die an der Studie teilnahmen, 10 \$.

Die partizipierenden Pflege-StudentInnen wurden in drei Levels entsprechend ihres Ausbildungsstandes eingeteilt. Die Level-Eins-StudentInnen (n=14, 16,1%) befanden sich im ersten Semester und haben zum Zeitpunkt der Studie ihre ersten zwei klinischen Praktika absolviert. Fünf StudentInnen der Level-Eins-Gruppe befanden sich in der Interventionsgruppe und neun in der Kontrollgruppe. Die Level-Zwei-StudentInnen (n=38, 43,7%) haben bereits vier klinische Praktika erfolgreich abgeschlossen. 15 StudentInnen der Level-Zwei-Gruppe waren in der Interventionsgruppe und 23 in der Kontrollgruppe. Die Level-Drei-StudentInnen (n=35, 40,2%) befanden sich während der Studie im zweiten Semester und hatten bereits ihr siebtes klinisches Praktikum ausgeführt. 17 dieser StudentInnen waren in der Interventionsgruppe und 18 in der Kontrollgruppe. Insgesamt haben sich 87 von 137 möglichen Pflege-StudentInnen freiwillig bereit erklärt, an der Studie teilzunehmen (63,5%).

Alle TeilnehmerInnen hatten bereits Lehrveranstaltungen zu Medikationsadministrationen und Medikationsberechnungen positiv absolviert. In diesen Kursen mussten mindestens 90% erreicht werden, um sich in klinische Praktika begeben zu dürfen.

Die Zuteilung in Interventions- (n=37, 42,5%) und Kontrollgruppe (n=50, 57,5%) erfolgte nicht verblindet oder randomisiert, sondern durch die TeilnehmerInnen selbst, je nachdem, ob sie einen PDA besaßen oder nicht.

Die PDAs der StudentInnen der Interventionsgruppe wurden mit einem Medikationsprogramm mit mehr als 3500 Medikamenten ausgestattet. Darin werden Dosierungen für Erwachsene, pädiatrische Patienten, Kontraindikationen, Medikamentenwechselwirkungen, Nebenwirkungen, ein Medikationsdosierungsrechner und ein gewichtsbasierter Medikationsdosierungsrechner zur Verfügung gestellt. Die StudentInnen der Kontrollgruppe erhielten Handbücher, Nachschlagwerke und einen Taschenrechner.

Die Rechentests fanden nach einem regulären Unterricht in allen Gruppen gleichzeitig statt, wobei die TeilnehmerInnen aller drei Levels separiert geprüft wurden.

Alle ProbandInnen erhielten mit einer Identifikationsnummer versehene Unterlagen. Diese beinhalteten einen Fragebogen zu den soziodemographischen Merkmalen wie beispielsweise Geschlecht, Alter, Durchschnittsnoten, dem jeweiligen Ausbildungsstand, ob Englisch die Muttersprache war und wie lange der-/diejenige Erfahrung mit PDAs hatte. Zudem erhielten sie auch eine Fallstudie, die Rechenaufgaben beinhaltete.

Die StudentInnen sollten die Berechnungen unter Zuhilfenahme der bereitgestellten Unterlagen (PDA, Bücher und Taschenrechner) ausführen.

Die Stichprobe bestand aus 87 StudentInnen, wobei 80 (92%) weiblich und sieben (8%) männlich waren. Ihr Alter lag zwischen 20 und 54 Jahren, das durchschnittliche Alter betrug 27.9 Jahre. Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied im durchschnittlichen Alter zwischen Interventions- und Kontrollgruppe (Interventionsgruppe: 26,8 Jahre; Kontrollgruppe: 29 Jahre).

Der Unterschied im durchschnittlichen Notendurchschnitt, den die TeilnehmerInnen im Studium aufwiesen, war zwischen Interventions- und Kontrollgruppe statistisch nicht signifikant (Experimentengruppe: 3,46 von 4,0; Kontrollgruppe: 3,35 von 4,0). Außerdem gab es keine signifikante Korrelation zwischen dem Notendurchschnitt und den beim Mathematiktest der Studie erreichten Punkten ($r=0,14$).

69 StudentInnen (79,3%) gaben an, Englisch als Muttersprache zu haben, während 18 TeilnehmerInnen (20,7%) eine andere Muttersprache hatten. Drei dieser ProbandInnen teilten sich der Interventionsgruppe zu und 15 der Kontrollgruppe.

Die Studie von Greenfield (2007) hatte zum Ziel, Unterschiede in der Genauigkeit und Schnelligkeit in der Ausführung der Mathematiktests zu überprüfen. Die Genauigkeit wurde anhand von sechs Fragen, die aus drei Berechnungen und drei klinischen Entscheidungen bestanden, überprüft. Man konnte pro richtig beantworteter Frage einen Punkt erhalten, also insgesamt sechs Punkte. Insgesamt wurden in der Interventionsgruppe durchschnittlich 4,1 Punkte erzielt und in der Kontrollgruppe 3,5 Punkte, wodurch ein statistisch signifikantes Ergebnis präsentiert wird ($p=0,037$ bei signifikantem $p\leq 0,05$).

Während des Tests wurde die benötigte Zeit gestoppt und anschließend notiert. Die TeilnehmerInnen benötigten insgesamt zwischen 3,5 und 36 Minuten, um den Test zu beenden (durchschnittlich 15,5 Minuten). Die TeilnehmerInnen der Interventionsgruppe (PDA-Gruppe) beendete den Test signifikant schneller als jene in der Kontrollgruppe (Interventionsgruppe: 13,2 Minuten; Kontrollgruppe: 17,2 Minuten; $p=0.002$).

Die Studierenden wurden in ihren unterschiedlichen Levels auch miteinander verglichen. Dabei wurde herausgefunden, dass Level-eins-StudentInnen am genauesten arbeiteten (durchschnittlich 4,6 Punkte), anschließend folgten die Level-drei-StudentInnen mit durchschnittlichen 3,9 Punkten und dann die Level-zwei-StudentInnen mit durchschnittlichen 3,4 Punkten. Level-eins-StudentInnen benötigten am längsten für die Fallstudie (durchschnittlich 19,4 Minuten), während die Level-zwei und Level-drei-StudentInnen weniger Zeit benötigten (14,7 und 14,8 Minuten). Eine Varianzanalyse (ANOVA= analysis of variance) hat einen statistisch signifikanten Unterschied in der Punkteanzahl zwischen Level-eins, Level-zwei und Level-drei StudentInnen ergeben ($p=0,006$). ANOVA wurde auch zur Feststellung von statistisch signifikanten Unterschieden in der benötigten Zeit zwischen den drei Gruppen angewendet und war nicht statistisch signifikant ($p=0,029$) (Greenfield, 2007).

3.3 E-Learning versus traditionelle Handouts

Computer Assisted Instruction (CAI) bietet seinen AnwenderInnen die Möglichkeit, flexibel und unabhängig von Lehrpersonen oder Mitlernenden selbstbestimmt zu lernen und üben. Sie können sich ihr Lernfeld und ihre Lernumgebung selbst aussuchen (Heidarl und Galvin, 2002 zitiert aus McMullan et al., 2011). Um Medikamentenberechnungen optimal zu erlernen bzw. die notwendigen Fähigkeiten hierfür zu verbessern, ist E-Learning, wenn es als theoretische Ergänzung während einem klinischen Praktikum angewandt wird, besonders sinnvoll (Gatzke und Ransom, 2001 zitiert aus McMullan et al., 2011). Die Theorie der kognitiven Belastung (engl. „cognitive load theory“) besagt, dass das Arbeitsgedächtnis sehr eingeschränkt ist, während das Langzeitgedächtnis unlimitiert arbeiten kann. Um nachhaltig und langfristig zu lernen ist es wichtig, die relevanten Informationen in das Langzeitgedächtnis zu befördern. Wenn das Arbeitsgedächtnis nicht mehr aufnahmefähig ist, stellt sich das weitere Lernen als ineffektiv heraus (Sweller et al., 1998 zitiert aus McMullan et al., 2011). Um eine Überlastung und Überforderung des Arbeitsgedächtnisses zu verhindern, sollten Aufgaben ihrem Schwierigkeitsgrad entsprechend sortiert werden, also von einfach (für Anfänger) bis schwierig (für Erfahrene) reichen (Ayres, 2006 zitiert aus McMullan et al., 2011).

McMullan et al. (2011) haben in ihrer randomisiert-kontrollierten, nicht verblindeten Studie selbst-kontrolliertes E-Learning mit gewöhnlichem Lernen anhand von Handouts in Bezug auf die Einflussnahme auf die Medikamentendosierungsrechnungsfähigkeit und das damit verbundene Selbstbewusstsein bzw. die Selbstsicherheit, diese Berechnungen durchzuführen, verglichen.

Die Teilnehmer waren Krankenpflege-StudentInnen aus zwei Jahrgängen einer britischen Universität und die Studie fand an vier verschiedenen Orten statt. Um eine Vermischung der StudentInnen zu verhindern mussten die Studierenden immer am selben Ort und in derselben Gruppe teilnehmen.

An der ersten randomisiert-kontrollierten Studie nahmen 137 StudentInnen, die sich im zweiten Jahrgang des Pflege-Studiums befanden und ihren Kurs im September 2004 starteten (September-Jahrgang), teil. Die Rekrutierung der TeilnehmerInnen erfolgte mittels Gelegenheitsstichprobe.

Die zweite randomisiert-kontrollierte Studie enthielt eine Gelegenheitsstichprobe von 92 Pflege-Studierenden des zweiten Jahrgangs, die ihren Kurs im Februar 2005 begonnen haben (Februar-Jahrgang).

Die TeilnehmerInnen der Studie erhielten vor Beginn der Studie ein Informationsblatt, welches sie über die Studie informierte. Darüber hinaus bekamen sie Kontaktdaten für eventuell auftretende Fragen. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig und die Anonymität der persönlichen Daten wurde versichert. Die Validität der Tests wurde von drei Pflege-Universitäts-Lehrkräften unabhängig voneinander überprüft.

Zur Durchführung der Studie wurde ein Medikamentenberechnungstest eingesetzt, der die Fähigkeit der StudentInnen, Medikamentendosierungen zu berechnen, überprüfte sowie ein Selbstwirksamkeitstest in Bezug auf die Berechnung von Medikamentendosierungen.

Der Medikamentenberechnungs-Test bestand aus 20 Fragen, welche die Grundlagen von Medikamentenberechnungen enthielten. Für jede Frage konnte ein Punkt erreicht werden, also konnten 0-20 Punkte erzielt werden. Für den Prä- und Posttest wurden dieselben Fragen mit unterschiedlichen Dosierungen gestellt. Die StudienteilnehmerInnen durften während der Tests nicht miteinander reden und keinen Taschenrechner verwenden.

Der Medikamentendosierungs-Selbstwirksamkeits-Test bestand aus sechs Fragen, die man mithilfe einer Skala von „kein Selbstbewusstsein/unsicher“ (0) bis „extrem sicher“ (10) beantworten sollte. Insgesamt konnten also 0-60 Punkte erreicht werden.

Die StudentInnen der Interventionsgruppe erhielten eine DVD, die das selbstbestimmte interaktive E-Learning-Paket über Medikamentendosierungsberechnungen enthielt. Die StudentInnen der Kontrollgruppe bekamen traditionelle Handouts. Die Tests zur Überprüfung der Medikamentendosierungsberechnungs-Fähigkeit und die Selbstwirksamkeitstests wurden prä- sowie postinterventionell ausgeteilt. Um herauszufinden, wie zufrieden die StudentInnen mit den Lernunterlagen waren, erhielten sie eine „Lernmaterial-Zufriedenheits-Skala“ nach der Intervention.

Die StudienteilnehmerInnen wurden zufällig der Interventions- und Kontrollgruppe zugeordnet. Aufgrund der signifikanten Unterschiede bei den Ergebnissen der Selbstwirksamkeit bei Medikamentendosierungsberechnungen ($p=0.012$) wurden die Resultate des September-Jahrgangs und des Februar-Jahrgangs unabhängig voneinander ausgewertet.

Die Ergebnisse der präinterventionellen Tests zeigen, dass zwischen Interventions- und Kontrollgruppe zu Beginn ähnliche Fähigkeiten bei der Ausführung von Medikationsdosierungsberechnungen bestanden. Durch die Intervention (E-Learning) wurde eine signifikante Verbesserung der Medikamentenberechnungsfähigkeit festgestellt (September-Jahrgang: prä-interventionell: 41,2%, postinterventionell: 48,4%; $p=0,007$; Februar-Jahrgang: prä-interventionell: 36%, postinterventionell: 47,6%; $p=0,003$), während in der Kontrollgruppe (Handout) keine signifikante Steigerung dieser Fähigkeit stattfand. Die Interventions- und Kontrollgruppe des Februar-Jahrgangs konnten ihre Sicherheit und ihr Selbstbewusstsein bei Medikationsdosierungsberechnungen durch die Intervention (E-Learning, Handout) steigern. Die StudentInnen des Februar-Jahrgangs, welche sich in der Interventionsgruppe befanden, waren post-interventionell signifikant selbstbewusster in den Berechnungen (56,7% versus 45,8%; $p=0,022$) als die Studierenden, die Handouts verwendeten. Es gab keinen Unterschied im Selbstbewusstsein bei Medikationsberechnungen zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe des September-Jahrgangs.

Um die Zufriedenheit mit dem Lernmaterial zu analysieren, wurden der Februar- und September-Jahrgang zusammen bewertet. Der Cronbach-Alpha Koeffizient hat mit 0,94 eine gute innere Kohärenz (d. h. die Items wurden gleichförmig beantwortet) und somit eine gute Reliabilität ergeben (Miller et al., 1999 zitiert aus McMullan et al., 2011). Die TeilnehmerInnen der Interventionsgruppe (E-Learning) waren signifikant zufriedener mit dem Lernmaterial, als die StudentInnen der Kontrollgruppe (Handouts) ($p=0,001$) (McMullan et al., 2011).

3.4 Ideale Lehrmethode für Medikationsberechnungen

Wright (2005) hat in seiner Studie mittels einer Aktionsforschung nach der idealen Lernmethode gesucht, um StudentInnen Medikamentendosierungsberechnungen zu lehren.

Zu Beginn der Studie erhielten die Pflege-StudentInnen (n=71) einen Mathematiktest, der 30 Fragen, unterteilt in sechs Kategorien zu jeweils fünf Fragen, enthielt. Kenntnisse über Prozentsätze, Brüche, Verhältnisse, Stellenwert und Informationsinterpretationen wurden in diesem Test überprüft. 70 StudentInnen gaben den diagnostischen Eingangstest wieder ab. Während des Tests durften keine Taschenrechner verwendet werden und den StudentInnen wurde freigestellt, ob sie ihren Namen auf den Test schreiben und infolgedessen Feedback erhalten oder nicht. Auf Grundlage dieses Tests wurde der zweistündige Unterricht zu Medikationsberechnungen für die folgende Woche geplant.

Die StudentInnen erreichten in diesem Test durchschnittlich 53%. Es hat sich herausgestellt, dass die Multiplikation von Brüchen, Verhältnisse und die Interpretation von Information die größten Schwierigkeiten bereiteten. Nur 18 StudentInnen haben mehr als 66% der höchstmöglichen Punkte erreicht. Diese 18 TeilnehmerInnen sollten infolge ihrer Ergebnisse alleine lernen. Die restlichen 52 Pflege-StudentInnen wurden in den Unterricht miteinbezogen.

Zu Beginn wurde den Studierenden die richtige Anwendung der Formulare gelernt. Anschließend erhielten sie fünf Fragen, die sie selbständig mit Hilfe der zuvor gelernten Strategie beantworten sollten. Währenddessen unterstützte der Forscher die TeilnehmerInnen bei etwaigen Schwierigkeiten. Während der Unterrichtseinheiten durften die StudentInnen Taschenrechner verwenden, um arithmetische Defizite zu übergehen (Bliss-Holtz, 1994 zitiert aus Wright, 2005). Während den Unterrichtseinheiten hat der Forscher gleichzeitig die Rolle des Beobachters eingenommen und die häufigsten Probleme bei Medikamentendosierungsberechnungen identifiziert.

Anschließend wurde die Lehrmethode anhand der Beobachtungen modifiziert. Eine virtuelle Lernumgebung wurde mittels einer Website gestaltet. Diese ermög-

lichte den TeilnehmerInnen der Studie, Schlüsselkonzepte der Medikationsberechnung zu erlernen und zu verstehen, Selbstassessment-Tests durchzuführen und selbständig in der individuellen Lerngeschwindigkeit, angepasst an die individuellen Vorlieben, zu lernen (Haylock, 1995; Knight, 2001; Heidari und Galvin, 2002 zitiert aus Wright, 2005).

Des Weiteren wurden klinische Praxisstunden absolviert, in denen jeweils 20 StudentInnen die Medikamentendosierungsberechnungen in einem klinischen Setting lernen sollten. Der Forscher nahm wiederum die Beobachterrolle ein und hat seine Ergebnisse anschließend wieder zusammengefasst.

Die Studie hat ergeben, dass Berechnungen, die mit der klinischen Praxis verbunden werden, den StudienteilnehmerInnen zu einem besseren Verständnis verhalfen. Die StudentInnen haben insgesamt zehn Stunden und 18 Minuten in der virtuellen Lernumgebung verbracht.

Wright (2005) hat mittels seiner Studie festgestellt, dass es drei Faktoren bedarf, um Pflege-StudentInnen Medikamentendosierungsberechnungen beizubringen. Einerseits müssen mathematische Konzepte erlernt werden, andererseits sollte die Anwendung von Medikationsberechnungsformularen genau unterrichtet werden. Im Weiteren sollten diese Fähigkeiten auch in einem klinischen Setting praktisch geübt werden. Außerdem sind kleinere Gruppen von StudentInnen vorteilhaft, um sich besser auf die einzelnen Personen und individuelle Schwierigkeiten konzentrieren zu können.

3.5 StudentInnen-Umfrage und Tests, die eine geeignete Strategie zum Erlernen von Rechenfähigkeiten darstellen

Ramjan et al. (2014) haben in ihrer Mixed Methods Studie verschiedene Interventionen zur Verbesserung der mathematischen Fähigkeiten von Pflege-StudentInnen eingesetzt und anschließend ihre Meinungen über die Effektivität dieser Interventionen erhoben.

628 Studierende, welche sich im dritten Studienjahr des Bachelorstudiums Pflege an der „University of Western Sydney“ befanden, nahmen an der Studie teil. 405 haben die Fragebögen retourniert (64,5%) und 390 StudentInnen (62%) stimmten

der Teilnahme und der Analyse der Testergebnisse zu. Die Stichprobe bestand aus 327 weiblichen und 63 männlichen Studierenden.

Praktische Online-Rätsel waren für alle 628 StudentInnen zugänglich (siehe Abb. 2), welche auch an den Simulations-Szenarios zur Medikamentenberechnung in den ersten drei Wochen der Studie teilnahmen. In der dritten Woche fand in den Tutoriums-Stunden ein schriftlicher Test (Test 1) statt, an dem 390 Studierende partizipierten. 95 dieser ProbandInnen mussten den Test in Woche acht wiederholen und erhielten zuvor einen interdisziplinären Förderunterricht in einer Gruppe von 20 StudentInnen. 32 StudentInnen erzielten wiederum ein ungenügendes Ergebnis, weshalb 26 dieser Studierenden Test 3 nach der Teilnahme an einem „hands-on“ Workshop in Woche 15, der eine Stunde lang dauerte und in 10-Personen-Gruppen stattfand, erhielten.

Von 628 StudentInnen haben nur 405 (64,5%) an der Studie teilgenommen, wobei weitere 15 Personen kein Einverständnis zur Weiterverwendung ihrer Daten gegeben haben. Da insgesamt nur 62% des Studienjahrgangs an der Studie teilnahmen, wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese hat die demographischen Daten der TeilnehmerInnen und Nicht-TeilnehmerInnen dieser Umfrage überprüft. Es gab keine statistisch signifikanten Unterschiede in Alter ($p=0,100$), Geschlecht ($p=0,939$) und in dem Anteil an internationalen StudentInnen ($p=0,711$).

14.5% der Studien-TeilnehmerInnen hatten nur ein Mittelschul-Level an mathematischem Wissen (10 Jahre oder weniger Mathematikunterricht). Durchschnittlich wurden 57.8% in den Rätseln erreicht. Beim Test 1 haben 73,6% der ProbandInnen eine befriedigende Note erhalten. Beim Test 3 hatte nur ein/e TeilnehmerIn eine ungenügende Punktezahl.

Mittels eines Chi-Quadrat-Tests wurden die Zusammenhänge zwischen soziodemographischen und akademischen Daten sowie den Ergebnissen von Test 1 überprüft. 5 von 9 Parameter wiesen eine statistische Signifikanz auf. Statistisch signifikant waren Studien-Status (internationale/r StudentIn), vorausgegangene mathematische Kenntnisse (10 Jahre oder weniger Mathematikunterricht), Teilnahme an den Online-Rätseln (4 mal oder öfter), Gesamt-Punkteanzahl bei den

Online-Rätseln (59% oder mehr) und dadurch erreichtes Selbstbewusstsein (8 von 10 oder mehr Punkte).

T-Tests haben signifikante Unterschiede, die Noten der ersten drei Online-Rätsel betreffend, zwischen genügenden und ungenügenden Noten beim Test 1 ergeben ($p < 0,025$, $n > 34$). Daraus lässt sich schließen, dass die Online-Rätsel eine gute Intervention für den Beginn waren, jedoch für manche StudentInnen, die individuelle Unterstützung benötigen, weniger hilfreich waren. Die Studierenden haben die Online-Rätsel als für die Rechenkenntnisse fördernd empfunden, da sie von klinischer Relevanz sind und das wiederholte Lösen von Aufgaben die Rechenfähigkeiten verbessert.

Die Simulations-Szenarios zur Medikamentenberechnung wiesen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studierenden mit genügenden und ungenügenden Testergebnissen auf. In den ersten drei Einheiten übten sie Aufgaben in der Praxis bezogen auf Medikationsdosierungsberechnungen für intravenöse Infusionen. Die meisten ProbandInnen empfanden diese Szenarios als hilfreich, um ihre Kompetenzen und Selbstsicherheit in Medikationsberechnungen zu stärken und sahen auch die ständige Anwesenheit von Lehrenden, die man bei Fragen kontaktieren konnte, als sehr positiv. Jedoch hätten die StudienteilnehmerInnen gerne über einen längeren Zeitraum in der Praxis geübt und eine einheitliche Art des Unterrichts erhalten.

Es gab signifikante Unterschiede in der Wertschätzung der schriftlichen Tests zwischen StudentInnen, die genügende und denen, die ungenügende Noten erreichten ($p < 0,05$, $n > 101$). Die Tests enthielten Grafiken, welche den Studierenden dabei helfen sollten, sich die Rechenbeispiele auch in der Praxis vorstellen zu können. Ein Großteil der Studierenden empfand die Tests dadurch als sehr positiv.

Ein Chi-Quadrat-Test ergab einen signifikanten Zusammenhang ($n = 95$, $p < 0,001$) zwischen der Teilnahme am einstündigen Förderunterricht und dem positiven Absolvieren des Tests 2. Alle ProbandInnen, die nicht am Workshop teilnahmen, erhielten auch keine ausreichende Punktezahl beim Test 2. Der Unterricht war mit praktischen Übungen gestaltet und wurde als sehr hilfreich von den Studierenden

empfunden. Einige StudienteilnehmerInnen empfanden den Förderunterricht jedoch als zu kurz.

Der „Hands-on“-Workshop verhalf allen TeilnehmerInnen dazu, den Test 3 zu bewältigen. Die ProbandInnen absolvierten die Stationen, bei denen sie eine Testfrage beantworten und das Beispiel in der Praxis vorzeigen mussten, zu zweit. Auch diese Intervention wurde von den Studierenden als sehr positiv empfunden.

Diese Studie zeigt die verschiedenen Auswirkungen und subjektive Eindrücke der Studierenden in Bezug auf die implementierten Interventionen zur Verbesserung der mathematischen Fähigkeiten von Pflegestudierenden auf und kommt zum Schluss, dass die StudentInnen ihre Mathematik-Kenntnisse durch aktives Arbeiten in einem klinischen Setting wesentlich verbessern konnten (Ramjan et al., 2014).

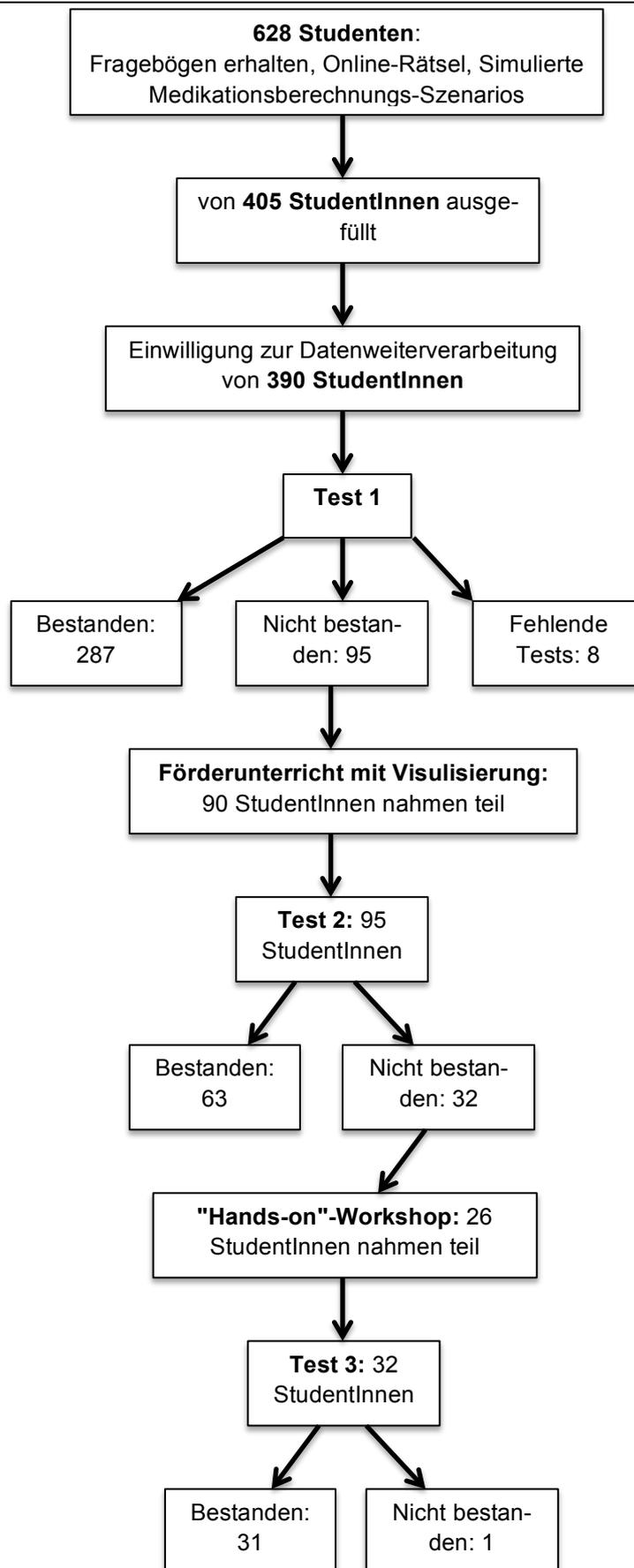


Abb. 2: Studienablauf, angelehnt an Ramjan et al. (2014)

Tab. 2: Übersicht zu den eingeschlossenen Publikationen

Autor(en) / Jahr / Land / AHCPR (1992) & SIGN (1996)-Evidenzklassen und Härtegrade	Ziele(e) / Fragestellung(en) / Hypothese(n)	Studiendesign / Stichprobe / Setting	Erhebungsinstrument(e) / Interventionen / Analyse	Befunde / Ergebnis(se) / Outcome(s)
<p>Coyne (2013) Australien AHCPR (1992) & SIGN (1996) Evidenzklasse: IIb Härtegrad: B</p>	<p>Lehrmethoden finden, die das Wissen und die Fähigkeit zur korrekten Medikamentenadministration durch Krankenpflege-StudentInnen ermöglichen. Die StudentInnen sollen dazu befähigt werden, Formulare zu verstehen und Medikamente zu konzipieren, um genauere Medikamentendosierungsberechnungen ausführen zu können.</p>	<p>Quasiexperimentelle Studie mit Prä-interventionellem und Postinterventions-Test: Convenience Sample von Krankenpflegestudenten einer Universität in Australien, die sich im 2. Studienjahr befanden (n=178). Die StudentInnen waren entweder fortfahrende StudentInnen aus dem ersten Jahr, diplomierte Pflegepersonen, Bachelor-Absolventen und internationale StudentInnen mit unterschiedlichen Gesundheitsqualifikationen.</p>	<p>Prä-Intervention: Medikationsberechnungstest (Time 1 medication test) mit 10 Fragen: Berechnungsformulare und Taschenrechner waren erlaubt; 3 Fragen zu oraler Medikation, 2 Fragen zu intramuskulären Injektionen, 3 Fragen zu intravenösen Raten, 1 gewichtsbasierter Frage und eine Umwandlungsaufgabe (n=156 Teilnehmer). Intervention: 1 Stunde Tutorium pro Woche mit informativem, praktischen und interaktivem Unterricht. Tutorium 1: Time 1 medication test, Dezimalzahlen und grundlegende Mathematikkenntnisse. Tutorium 2-5: praktische Übungsstunden mit klinischen Fallstudien und Medikationsformularen. Anschließend nahmen die StudentInnen an einem 2-wöchigen klinischen Prakti-</p>	<p>92% waren weibliche Teilnehmer, 8% männliche Teilnehmer; 31% der Testteilnehmer waren angestellte Pflegepersonen, 3% aus anderen Berufsgruppen und 66% hatten keine Erfahrung mit Krankenpflege. Ein gepaarter t-Test hat ergeben, dass es nach der Intervention zu einer statistisch signifikanten Zunahme der Punkte beim Medikationstest (Time 1 medication test vs. Time 2 medication test) kam.</p>

			<p>kum teil, in welchem sie bei der Medikamentenadministration beaufsichtigt wurden.</p> <p>Tutorium 6-8: Praktischer Unterricht, bei dem das Medikament mit dem Patienten verbunden wird (Fallstudie).</p> <p>Tutorium 9: Derselbe Medikationsberechnungstest (Time 2 medication test) wie zu Beginn wurde erneut durchgeführt.</p>	
<p>Greenfield (2007) New York AHCPR (1992) & SIGN (1996) Evidenzklasse: IIb Härtegrad: B</p>	<p>Können persönliche digitale Assistenten (Handcomputer) Medikationsfehler von Pflegepersonen reduzieren? Hypothese: Pflegepersonen, welche aktuelle PDAs verwenden, administrieren Medikamente exakter und in kürzerer Zeit, als Pflegepersonen, die ohne diese Technologie arbeiten.</p>	<p>Nicht-randomisierte, quasi-experimentelle Studie. Freiwillige Teilnahme von Pflege-StudentInnen einer Universität in New York Die StudentInnen wurden in drei Levels unterteilt: Die Level-1 StudentInnen (n=14, 16,1%) befanden sich im ersten Semester: 5 StudentInnen in der Interventionsgruppe und 9 in der Kontrollgruppe Level-2 StudentInnen (n=38, 43,7%): 15 StudentInnen in der Interventionsgruppe und 23 in der Kontrollgruppe Level-3 StudentInnen (n=35, 40,2%) befanden sich im zweiten Semester: 17 StudentInnen in der Interventi-</p>	<p>Interventionsgruppe: PDAs, die mehr als 3500 Medikamente enthielten, wurden verwendet. Kontrollgruppe: Lehrbücher und Nachschlagewerke konnten verwendet werden. Alle StudienteilnehmerInnen erhielten folgende Unterlagen: einen demographischen Fragebogen (Geschlecht, Alter, Durchschnittsnote, Level, Englisch als Muttersprache, Erfahrung mit PDAs) und eine Fallstudie mit den Rechenbeispielen</p>	<p>Die Interventionsgruppe führte die Medikamentenberechnung signifikant genauer als die Kontrollgruppe durch (p=0,037). Die Interventionsgruppe arbeitete signifikant schneller (durchschnittlich 13.2 Minuten) als die Kontrollgruppe (durchschnittlich 17.2 Minuten) (p=0,002).</p>

<p>McMullan et al. (2011) England AHCPR (1992) & SIGN (1996) Evidenzklasse: IB Härtegrad: A</p>	<p>Vergleich zwischen selbstbestimmtem E-Learning und Lernen mittels Handouts und dessen Einfluss auf die Medikamentendosierungsberechnungsfähigkeit sowie die Selbstwirksamkeit und das subjektive Empfinden von StudentInnen.</p>	<p>Randomisiert-kontrollierte Studie (nicht verblindet) Randomisierung auf Cluster-Ebene, um die Vermischung von Interventions- und Kontrollgruppe zu vermeiden. Randomisierung nach der Gruppenzuordnung und vor Zustimmung der Studienteilnahme Alle Inskriptierten PflegendenInnen von zwei Jahrgängen einer britischen Universität nahmen an der Studie teil. Die Studie fand an 4 verschiedenen Orten statt, wobei immer dieselben StudentInnen an denselben Orten mitwirkten. 137 Pflege-StudentInnen aus dem zweiten Studienjahr, die ihre Ausbildung im September 2004 begonnen haben, nahmen an der ersten randomisiert kontrollierten Studie teil (September-Jahrgang). 92 Pflege-StudentInnen aus dem zweiten Studienjahr, die ihre Ausbildung im Februar 2005 gestartet haben, wirkten an der zweiten randomi-</p>	<p>Ein Medikamentendosierungstest und ein Medikamentendosierungs-Selbstwirksamkeits-Test fanden innerhalb der Studie statt. Der Medikamentendosierungstest bestand aus 20 Fragen, welche die häufigsten Berechnungen beinhaltet haben. Prä- und postinterventionell wurden dieselben Fragen mit unterschiedlichen Dosierungen gestellt. Der Medikamentendosierungstest bestand aus 20 Fragen, welche die häufigsten Berechnungen beinhaltet haben. Prä- und postinterventionell wurden dieselben Fragen mit unterschiedlichen Dosierungen gestellt.</p>	<p>Zu Beginn gab es keine großen Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe in deren Medikamentendosierungsberechnungsfähigkeiten. Postinterventionell: signifikante Verbesserung der mathematischen Fähigkeiten durch E-Learning festgestellt werden (September-Jahrgang: präinterventionell 41,2%, postinterventionell 48,4%; Februar-Jahrgang: präinterv. 36%, postinterv. 47,6%; p=0,003). Kontrollgruppe: Keine signifikante Steigerung der Medikamentendosierungsberechnungsfähigkeiten Insgesamt verbesserten sich die Leistungen des September- und der Februar-Jahrgang nach der Intervention signifikant.</p>
		<p>Intervention: E-Learning-DVD mit Medi-</p>	<p>Zusätzlich erhielten die Studienteilnehmer postinterventionell einen Fragebogen über die Zufriedenheit in Bezug auf die Lernmaterialien.</p>	<p>Das Selbstbewusstsein</p>

		<p>sieht kontrollierten Studie mit (Februar-Jahrgang).</p>	<p>kamentendosierungsbe- rechnungen Kontrollgruppe: Die StudentInnen bekamen gewöhnliche Handouts zur Verfügung gestellt. Die Studierenden durften weder miteinander reden, noch Taschenrechner verwenden.</p>	<p>bezüglich der Medikamentendosierungsbe- rechnungen in der Interventions- und Kontrollgruppe ist - bis auf den September-Jahrgang - gestiegen.</p>
<p>Ramjan (2014) Sydney AHCPR (1992) & SIGN (1996) Evidenzklasse: - Härtegrad: -</p>	<p>Strategien herausfinden, welche Pflege-StudentInnen dabei helfen, ihre Medikationsberechnungsfähigkeiten zu verbessern. Dabei wird der persönliche Eindruck der Studierenden zu den jeweiligen Interventionen erhoben.</p>	<p>Mixed Methods Studie: Convenience Sample von Pflege-Studierenden im dritten Studienjahr (n=628) an der „University of Western Sydney“ (UWS), von denen 390 StudentInnen (62%) an der Studie teilnahmen.</p>	<p>Interventionen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Praktische Online-Rätsel 2. Simulierte Medikationsberechnungs-Szenarios 3. Test 1 im Tutorium 4. Förderunterricht mit Visualisierung - für Studierende mit ungenügender Leistung bei Test 1 5. Test 2: für Studierende, die bei Test 1 ungenügende Punkte hatten 6. „Hands-on“-Workshop: für Studierende mit ungenügender Leistung bei Test 2 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Online-Rätsel: nicht geeignet für Studierende, die individuellen praktischen Unterricht benötigen; Steigerung der Rechenfähigkeiten bei mehrfacher Anwendung 2. Simulierte Medikationsberechnungs-Szenarios: vermehrte Sicherheit und Kompetenz; die Anwesenheit von Lehrern, die bei Fragen kontaktiert werden konnten, wurde sehr positiv gesehen. Einige Studierende bräuchten hier mehr Zeit, bessere Ausstattung und be-mängelten die unterschiedlichen Unter-richtsstrategien 3. Schriftliche Tests: Es

			<p>7. Test 3: finaler Test</p>	<p>gab signifikante Unterschiede in der Wertschätzung zwischen Studierenden, die eine genügende und jenen, die eine ungenügende Note erreicht haben ($p < 0.05$). Insgesamt waren die Studierenden dem Test gegenüber positiv gestimmt.</p> <p>4. Förderunterricht mit Visualisierung: signifikanter Zusammenhang zwischen Teilnahme am Workshop und genügende Note beim Test 2. Die Studierenden empfanden diese Intervention als hilfreich, hätten sie aber gerne länger genutzt.</p> <p>5. „Hands-on“-Workshop: Alle 26 Teilnehmer konnten infolge des Test 3 bewältigen. Die Studierenden empfanden diese Intervention als sehr positiv.</p>
<p>Wright (2005) England AHCPR (1992) & SIGN (1996)</p>	<p>Welche Art zu unterrichten ist am sinnvollsten, um Pflege-StudentInnen nachhaltig Medikationsberechnungen zu lehren?</p>	<p>Aktionsforschung: Der Forscher hat seine Studie praxisnah durchgeführt, um seine zuvor gestellte Forschungsfrage beantworten zu können. Er hat seine</p>	<p>Diagnostischer Test: von 70 StudentInnen vor der Intervention ausgeführt Interventionen/Unterrichtsadaptionen: 2-stündiger Medikationsbe-</p>	<p>18% der PflegestudentInnen haben beim diagnostischen Test mehr als 66% erreicht. Insgesamt sollten die Mathematikkenntnisse</p>

Ergebnisse

<p>Evidenzklasse: - Härtegrad: -</p>		<p>Interventionen an die Test- ergebnisse und an das Lernverhalten der Studie- renden fortlaufend ange- passt. Pflege-Studentinnen aus dem zweiten Studienjahr wurden ausgewählt.</p>	<p>rechnungs-Unterricht mit selbständigem Arbeiten, individueller Hilfe, mit Ta- schenrechnern Virtuelle Lernumgebung: Website, Assessment, selbstbestimmtes Lernen, Schlüsselkonzepte Berechnungsfragen in klini- schem Umfeld in Kleingrup- pen (n=20 StudentInnen)</p>	<p>von PflegestudentInnen deutlich verbessert wer- den, um Medikationsbe- rechnungsfehler zu ver- meiden. Mathematische Konzep- te, Unterrichten von Medikationsberech- nungsformularen und praktische Anwendung dieser Fähigkeiten im klinischen Bereich sind ideal, um Pflegestuden- tInnen Medikationsbe- rechnungen zu leh- ren.</p>
--	--	---	---	--

4 DISKUSSION (INKL. KRITISCHER REFLEXION UND LIMITATIONEN)

Das Ziel, welches innerhalb dieser Arbeit verfolgt wurde, war die häufigsten Rechenfehler im Medikamentenmanagement aufzuzeigen und anschließend Strategien darzulegen, die eine Reduktion dieser Fehler bewirken.

Coyne (2013) hat in seiner quasiexperimentellen Studie nach einer adäquaten Lernmethode gesucht, welche eine korrekte Medikamentenadministration ermöglicht. Wöchentliche Tutorien, welche mit theoretischem und praktischem Unterricht geführt wurden, haben zu einer statistisch signifikanten Zunahme der Punkte in den Medikationsberechnungstests geführt. Die Studie wird durch die Ungewissheit, ob die Lehrmethoden der Studie oder die Lehrinhalte der Lehrveranstaltungen des Studienganges zur Verbesserung der Medikamentenberechnungsfähigkeit geführt hat, limitiert. Die Fragestellung von Coyne (2013) wurde adäquat formuliert. Die Rekrutierung der Teilnehmer erfolgte durch ein Convenience Sample und war problematisch. Die Studie beinhaltet eine repräsentative Stichprobe, die Ein- und Ausschlusskriterien wurden klar genannt. Es wird eine wiederholte Evaluierung der verwendeten Lehrmethode empfohlen, um die Effektivität dieser Strategie zu überprüfen. Der Follow-up von 79,5 muss kritisch betrachtet werden, da durch die fehlenden Personen die Ergebnisse beeinflusst werden können und eine Generalisierbarkeit dieser somit kaum möglich ist. Infolgedessen wurde das Follow-up dieser Studie als problematisch eingestuft (sh. Tab. 1). Ebenso wurde nicht von einer "intention to treat"-Analyse berichtet. Eine Verblindung der StudienteilnehmerInnen war in dieser Studie nicht möglich, da es keine Kontrollgruppe gab. Alle StudienteilnehmerInnen waren Pflege-StudentInnen, die sich zum Zeitpunkt der Studie alle im zweiten Studienjahr befanden. Problematisch war jedoch, dass die Stichprobe aus 92% weiblichen Teilnehmerinnen und nur 8% männlichen Teilnehmern bestand, wodurch die Ergebnisse der Studie beeinflusst werden könnten. Außerdem liegt der Abschluss der Ausbildung bei den Studienteilnehmern unterschiedlich lange zurück (33% weniger als 4 Jahre, 28% 5-10 Jahre, 35% über 10 Jahre). Des Wei-

teren sind die verschiedenen Gruppen von StudienteilnehmerInnen schwer vergleichbar, da nur 31% als angestellte Pflegepersonen arbeiten, 66% angaben, keine Erfahrung in der Pflege zu haben und 3% aus anderen Sparten stammten. Da alle Probanden dieselben Interventionen erhielten, wird die Gleichbehandlung als adäquat eingestuft. Da es keine Kontrollgruppe gab, konnte auch kein Wechsel der Teilnehmer in eine andere Gruppe stattfinden. Es wurden Veränderungen der Stichprobengröße zwischen Prä- und Postintervention dokumentiert - 32 TeilnehmerInnen waren abgängig. Die Stichprobengröße bestand aus 124 ProbandInnen. Es ist unklar, ob eine Poweranalyse oder Stichprobengrößenberechnung zu Beginn der Studie stattgefunden hat.

Greenfield (2007) hat in ihrer nicht-randomisierten quasiexperimentellen Studie überprüft, ob die Anwendung von persönlichen digitalen Assistenten zu einer Reduktion von Medikamentenfehlern von Pflegepersonen führen. Die TeilnehmerInnen, welche PDAs verwendeten, arbeiteten signifikant schneller sowie genauer, als die StudentInnen, welche mit Büchern und Taschenrechner den Test durchführten. Die Fragestellung der Studie wurde präzise anhand des PIKE-Schemas formuliert. Mittels einer Gelegenheitsstichprobe wurden die TeilnehmerInnen rekrutiert, welche die Einschlusskriterien erfüllten. Die Zuteilung zur Interventions- und Kontrollgruppe erfolgte durch selbständige Auswahl, je nachdem ob die StudentInnen einen PDA besaßen oder nicht, was sich als problematisch für die Generalisierbarkeit der Ergebnisse herausstellt. Somit war auch keine Verblindung der ProbandInnen möglich, da sie wussten, welche Intervention sie erhielten. Nach zwei Monaten wurde ein Posttest mittels einer erneuten Wissensüberprüfung durchgeführt. Es hat sich herausgestellt, dass 100% in der Experimentengruppe und 98% in der Kontrollgruppe erreicht wurden, jedoch nur 13.5% und 10% bei der Medikamentenadministration. Jedoch stellt sich dieser Test als problematisch heraus, da keine genauen Daten dazu angegeben werden, wie beispielsweise wie viele StudentInnen am Post-Test teilnahmen. Es wird lediglich angegeben, dass nur eine kleine Anzahl von Studierenden diesen Test durchführten, weshalb das Follow-up nicht berechnet werden kann. Auch von einer "intention-to-treat"-Analyse wird in dieser Studie nicht berichtet. Die Stichprobe bestand aus Pflege-StudentInnen einer Universität in New York und die drei Levels von

Studierenden befanden sich in unterschiedlichen Abschnitten des Studiums. Des Weiteren nahmen 8% Männer und 92% Frauen an der Studie teil. Infolgedessen werden die Merkmale der Studie aufgrund der fraglichen Generalisierbarkeit und Weiterverwendung der Ergebnisse als problematisch eingestuft. Allen Studierenden in den jeweiligen Gruppen wurden gleichbehandelt, indem ihnen dieselben Unterlagen zur Verfügung gestellt wurden. Es wird von keinem Wechsel der ProbandInnen zwischen Experimenten- und Kontrollgruppe berichtet. Die Stichprobengröße betrug 87 StudentInnen. Es ist unklar, ob eine Poweranalyse oder Stichprobengrößenberechnung vor Beginn der Studie durchgeführt wurde. Jedoch zeigt die Studie, dass bei der Anwendung von PDAs Zeit gespart und genauer gearbeitet werden kann. Weitere Studien hinsichtlich des Einsatzes von Handcomputern mit größerer TeilnehmerInnenzahl werden benötigt, um die Studienergebnisse zu verdeutlichen.

McMullan et al. (2011) haben in ihrer randomisiert-kontrollierten Studie selbstbestimmtes E-Learning mit Lernen von Handouts und deren Einfluss auf die Medikamentenberechnungsfähigkeit verglichen und die Selbstwirksamkeit sowie das subjektive Empfinden von StudentInnen, wie hilfreich die Lernmaterialien für sie sind, überprüft. In der Interventionsgruppe fand eine signifikante Steigerung der Medikamentendosierungsfähigkeiten statt, während diese in der Kontrollgruppe ausblieb.

Auch in dieser Studie wurde die Forschungsfrage adäquat anhand des PIKE-Schemas formuliert. Die Studie besteht aus einer repräsentativen Stichprobe, die StudentInnen wurden den jeweiligen Gruppen randomisiert zugeteilt. Eine Verblindung der Studierenden war nicht möglich, sie wussten in welcher Gruppe sie sich befanden. Die Probanden wiesen annähernd dieselben Merkmale auf (Pflege-StudentInnen einer britischen Universität), jedoch befanden sich die StudentInnen in unterschiedlichen Jahrgängen (September und Februar). Insgesamt gab es in beiden Kohorten weniger männliche Probanden, als weibliche (September-Jahrgang: Interventionsgruppe: 8,7% Männer, 91,3% Frauen, Kontrollgruppe: 6,7% Männer, 93,3% Frauen; Februar-Jahrgang: Interventionsgruppe: 6,9% Männer, 93,1% Frauen, Kontrollgruppe: 5,9% Männer, 94,1% Frauen). Die Interventio-

nen der jeweiligen Gruppen waren für jeden Studierenden gleich. Von Wechseln der StudentInnen zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe wurde nicht berichtet, es wird lediglich angeführt, dass die Ergebnisse des Februar- und September-Jahrgangs unabhängig voneinander ausgewertet wurden, da sich die Resultate der Medikamentenberechnungs-Sicherheit der jeweiligen Kohorten so stark differenzierten. Die Stichprobe bestand ursprünglich aus 229 TeilnehmerInnen, jedoch nahm eine sehr reduzierte Zahl der ursprünglichen StudienteilnehmerInnen (35% des September-Jahrgangs und 54% des Februar-Jahrgangs) am Posttest teil, was ein sehr geringes Follow-up darstellt, wodurch es fraglich ist, ob die Auswirkungen der Interventionen verallgemeinert werden sollten. Auch in dieser Studie wird von keiner "intention-to-treat"-Analyse berichtet. Es fand keine Stichprobengrößenberechnung (Poweranalyse) vor Beginn der Studie statt.

Ramjan et al. (2014) haben in ihrer Mixed Methods Studie verschiedene Interventionen zur Verbesserung der Rechenfähigkeiten implementiert und diese immer an einen anschließenden Test gekoppelt, der den Nutzen der jeweiligen Intervention aufzeigen soll. Zusätzlich wurden die ProbandInnen anschließend interviewt, wie hilfreich sie die verschiedenen Interventionen fanden oder was an den Interventionen problematisch war. Insgesamt gab es keine Intervention, die von den Studierenden abgelehnt wurde oder die zu sehr schlechten Testergebnissen führte. Lediglich die Online-Rätsel werden in der Hinsicht kritisiert, dass sie nur für manche ProbandInnen hilfreich sind und für die, welche visuelle Lerner sind und vorzugsweise in Gruppen mit Lehrern lernen, eher ungeeignet sind.

Die Fragestellung wurde präzise formuliert und wird somit als adäquat eingestuft. Die Rekrutierung der ProbandInnen erfolgte durch ein Convenience Sample und war problematisch. Eine Randomisierung war in dieser Studie nicht notwendig, da sich alle TeilnehmerInnen in derselben (Interventions-)Gruppe befanden. Die Zuteilung zu den verschiedenen Interventionen erfolgte je nach Testergebnis (genügend oder ungenügend). Von 628 Studierenden haben nur 390 an der Studie teilgenommen, was ein Follow-up von 62,10% ergibt. Aus diesem Grund wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, welche die demographischen Daten aller StudentInnen verglichen hat und keine statistisch signifikanten Unterschiede in Alter,

Geschlecht und Anteil an internationalen Studierenden ergeben hat. Es erfolgte jedoch keine intention-to-treat-Analyse. 327 StudienteilnehmerInnen waren weiblich und 63 männlich, was sich als problematisch für die Generalisierbarkeit der Studienergebnisse herausstellt. Nicht alle ProbandInnen erhielten dieselben Interventionen, da sie (z.B. bei Test 3) nur ausgewählten Studierenden, welche die erforderliche Punkteanzahl nicht erreicht haben, zur Verfügung gestellt wurden. Ein Wechsel zwischen den Gruppen war nicht möglich, da es nur eine Interventionsgruppe gab. Auch in dieser Studie ist es unklar, ob eine Stichprobengrößenberechnung zu Beginn der Studie stattfand.

Wright (2005) hat in seiner Aktionsforschung nach der sinnvollsten Art zu unterrichten, um Pflege-StudentInnen nachhaltig Medikationsberechnungen zu lehren, gesucht. Es hat sich herausgestellt, dass der Unterricht von mathematischen Konzepten, die Erklärung von Medikamentenberechnungsformularen sowie praktischer Unterricht in einem klinischen Setting ideal zum Erlernen von Medikationsberechnungen sind. Die Aktionsforschung von Wright wurde mittels der Bewertung von Interventionsstudien in Anlehnung an Panfil et al. (2011) bewertet, da kein Bewertungsbogen für Aktionsforschung von demselben Autor existiert und diese Studie Interventionen beinhaltet.

Aktionsforschung oder auch Partizipative Forschung hat zum Ziel, das soziale Verhalten einer spezifischen Gruppe zu verändern. Durch diese Art von Forschung soll nicht primär eine Wissenserweiterung stattfinden, sondern die Praxis verändert werden. Diese Veränderung des praktischen Umfelds geschieht durch die Partizipation des Forschers, der abwechselnd plant, Interventionen durchführt, observiert, reflektiert und die Situation anschließend evaluiert und den Prozess immer wieder von vorne beginnt (Mayer, 2015).

Die Forschungsfrage wurde in Wrights (2005) Studie adäquat anhand des PIKE-Schemas formuliert, Ein- und Ausschlusskriterien wurden formuliert. Die Randomisierung war in Wrights Aktionsforschung nicht notwendig, da auch eine Zuteilung in Gruppen nicht stattfand, da sich alle StudentInnen in derselben (Interventions-)Gruppe befanden. Die Verblindung stellte war in dieser Studie nicht möglich, weder die StudentInnen noch der Forscher wurden verblindet - der Forscher war

an der Observation maßgeblich beteiligt. Zur Vermeidung der Forscher-Bias wurden teilweise Kollegen des Forschers als Observatoren eingesetzt. Das Follow-up beträgt auf den ersten Blick 98,59% bei 70 StudienteilnehmerInnen, weshalb man von einer guten Studienqualität hinsichtlich der Aussagekräftigkeit und Generalisierbarkeit der Ergebnisse sprechen könnte. Jedoch wurden 18 der 70 Studierenden dazu angewiesen, selbst zu lernen, da ihre Testergebnisse wesentlich besser als die der restlichen StudentInnen war. Somit nahmen nur 52 Studierende an den implementierten Interventionen teil und das Follow-up beträgt somit nur mehr 73,24%, was ein inakzeptables Ergebnis darstellt und die Studienqualität maßgeblich einschränkt. Auch in dieser Studie wird nicht von einer "intention-to-treat"-Analyse berichtet. Die TeilnehmerInnen waren alle Pflege-Studierende, die sich im zweiten Studienjahr befanden. Hinsichtlich der Geschlechterverteilung der Stichproben werden keine Angaben gemacht. Die Interventionen waren für alle StudienteilnehmerInnen gleich und ein Wechsel zwischen den Gruppen war nicht möglich, da es nur eine (Interventions-) Gruppe gab. Die Stichprobengröße bestand aus 70 StudentInnen. Es ist unklar, ob eine Stichprobengrößenberechnung mittels Poweranalyse vor Beginn der Studie stattfand.

Die Verblindung der ProbandInnen war in den inkludierten Studien nicht möglich, da diese immer wussten, welche Intervention sie erhielten (z.B. PDA, Fachbücher, Formulare, etc.). Die Interventionsstudien könnten also mit verblindeten TeilnehmerInnen nicht durchgeführt werden, weshalb sie hinsichtlich der Verblindung nicht mit adäquat, problematisch oder unklar bewertet werden können.

Diskussion (inkl. kritischer Reflexion und Limitationen)

Wright* (2005)	+	+	+	+	-	-	-	+	-	?
<p>Legende:</p> <p> adäquat</p> <p> problematisch</p> <p> unklar</p>										

Tab. 3: Bewertung der Interventionsstudien in Anlehnung an Panfil et al. (2011)

Berechnungsfehler passieren laut Taxis und Barber (2003) in einer von zehn Medikamentenadministrationen. Problematisch ist in dieser Hinsicht jedoch, dass der Begriff „Medikamentendosierungsfehler“ häufig nicht genau definiert ist bzw. abklärt wird, welche Arten von Fehler darunter subsumiert werden. In den meisten Publikationen über Medikamentenfehler gibt es keine spezifischen Kategorien für Berechnungsfehler (Bates, 1999; Santell et al., 2003; Winterstein et al., 2004 zitiert aus Wright, 2009). Die Kategorie, die eventuell dafür relevant sein könnte lautet „falsche Dosierung verabreicht“. Da es keine eigene Aufzählung für Berechnungsfehler gibt, wird darauf geschlossen, dass diese Art von Medikamentenfehlern so selten passieren, dass sie für die meisten Studien nicht von größerer Bedeutung sind.

Wenn Pflegepersonen wirklich so viele Medikamentendosierungsfehler passieren würden, warum wird dann nie über solche berichtet? Denn wenn es derart viele Fehler geben würde, würden die PatientInnen davon Schaden tragen und deren Outcome beeinflusst werden. Infolgedessen kann es kaum stimmen, dass Pflegepersonen wirklich derart geringe Medikamentendosierungsberechnungsfähigkeiten haben. Vielmehr sollte der Fehler im Assessment, welches überwiegend zur Überprüfung der Berechnungsfähigkeiten verwendet wird, gesucht werden (Wright, 2007 zitiert aus Wright, 2009).

Es wird davon ausgegangen, dass Pflegepersonen oder Pflege-StudentInnen, die ein schlechtes Ergebnis bei Medikamentendosierungsberechnungstests erzielt haben, auch mangelhafte Fähigkeiten in der Praxis präsentieren. Da die meisten Berechnungstests jedoch sehr praxisfern sind, stellen sie sich als nicht valide Messinstrumente zur Feststellung der Medikamentendosierungsberechnungsfähigkeiten heraus. Die verwendeten Tests sind praxisfern, da sich die Berechnungen in der Praxis anders gestalten, als die formalen Mathematiktests. Im klinischen Setting hat man zusätzlich zur Berechnung einen Patienten, dessen Gesundheitsakte sowie die Medikamentenverschreibung und viele andere Hilfsmittel. Im Gegensatz zum formalen Mathematiktest berechnet man in der Praxis Medikamentendosierungen immer in Abhängigkeit von einem Patienten, Verordnungen, medizinischen Diagnosen, usw. und niemals isoliert.

Um eine adäquate Dosierungsberechnung ausführen zu können, benötigen Pflegepersonen neben der Verordnung durch den Arzt ebenso einige Hintergrundinformationen zum/zur PatientIn selbst. Beispielsweise müssen das ungefähre Körpergewicht des/der PatientIn, ob ein intravenöser Zugang vorhanden ist, ob der/die PatientIn über einen uneingeschränkten Schluckvorgang verfügt, bekannt sein.

Außerdem stellt die Praxis selbst einige Hilfsmittel zur Verfügung, welche die Berechnungen erleichtern wie beispielsweise die Medikamentenverordnung, Ampullen und Spritzen.

Problematisch an den Tests ist oftmals auch, dass für die Praxis irrelevante und fiktive Fragen gestellt werden. Des Weiteren ist auch das Nutzungsverbot von Taschenrechnern bei den Berechnungstests realitätsfern, da Pflegepersonen im klinischen Setting immer über einen Taschenrechner verfügen.

Die Literaturrecherche, die vermehrt mittels Handsuche stattfand, stellt eine Limitation dieser Arbeit dar. Außerdem könnte bei der sinngemäßen Übersetzung der ausschließlich englischsprachigen Studien Translationsfehler passiert sein, die unbemerkt bleiben und eine Verzerrung der Ergebnisse darstellen könnten. Des Weiteren ist der Einschluss von Studien ab dem Jahr 2005 problematisch, eine Anwendung von aktuelleren Studien könnte aussagekräftiger sein. Auch eine Reader-Bias kann aufgrund der Bewertung durch eine einzige Person nicht ausgeschlossen werden.

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Das Ziel dieser Arbeit lautete unter anderem, zu eruieren, ob es sinnvoll und effektiv ist, mathematischen Unterricht in die Ausbildung von Gesundheits- und Krankenpflegepersonen aufzunehmen, um deren mathematische Fähigkeiten zu steigern und infolgedessen Medikamentendosierungsfehler zu verhindern.

Die Problematik der Rechenfehler bei Medikamentendosierungen wurde bisher in verhältnismäßig wenigen Studien aufgegriffen. Außerdem wird meist von einer geringen Anzahl an Rechenfehlern berichtet und in vielen Studien, die Fehler beim Medikamentenmanagement behandeln, gibt es deshalb auch keine spezifische Kategorie für Rechenfehler.

Darüber hinaus sollte eine Änderung des Assessments von mathematischen Fähigkeiten von Pflegestudierenden und registrierten Pflegepersonen vorgenommen werden. Das Ziel, das hierbei verfolgt werden soll, ist, die Tests praxisnah und mit den verfügbaren Hilfsmitteln zu gestalten, so dass die Tests nicht mehr rein formal, sondern auch realistisch und für die Praxis relevant sind.

Unter Berücksichtigung der inkludierten Studien dieser Arbeit würden Pflegepersonen durchaus davon profitieren, wenn sie bereits in ihrer Ausbildung Medikamentendosierungsrechnungen und auch Grundrechnungsarten als Basis erlernen würden. Sinnvoll wäre es, diese Fähigkeiten nicht nur durch rein theoretischen Unterricht zu lehren, sondern ebenso praktisch zu gestalten und auch in einem klinischen Setting und den Praktikumsstellen auszuführen. Dabei wurde der Einsatz von E-Learning und modernen Technologien sowie Hilfsmittel wie PDAs als hilfreich und die mathematischen Fähigkeiten verbessernd eingestuft.

LITERATURVERZEICHNIS

American Academy of Nursing (2002). American Academy of Nursing cites technology as one solution to looming nursing shortage. Zugriff am 28.05.2005 unter <http://www.nursingworld.org/pressrel/2002/pr0722.htm>

Andrew, S., Salamonson, Y., Halcomb, E.J. (2009). Nursing students' confidence in medication calculations predict math exam performance. *Nurse Education Today*, 29, 217-223.

Ashby, D.A. (1997). Medication calculation skills of the medical-surgical nurse. *MedSurg Nursing*, 6(2), 90-95.

Ayres, P. (2006). Impact of reducing cognitive load on learning in a mathematical domain. *Applied Cognitive Psychology*, 20, 287-298.

Barker, K.N., Flynn, E.A., Peppe, G.A., Bates, D.W., Mikeal, R.L. (2002). Medication errors observed in 36 health care facilities. *Archives of Internal Medicine*, 162, 1897-1903.

Bayne, T., Bindler, R. (1988). Medication calculation skills of registered nurses. *Journal of Continuing Education in Nursing*, 19 (6), 258-362.

Bates, D. (1999). Frequency, consequences and prevention in adverse drug events. *Journal of Quality Clinical Practice*, 19, 13-17.

Bayne, T., Bindler, R. (1997). Effectiveness of medication calculation enhancement methods with nurses. *Journal of Nursing Staff Development*, 13, 293-301.

Beaney, A.M. (2010). Preparation of parental medicines in clinical areas: how can the risk be managed - a UK perspective. *Journal of Clinical Nursing*, 19, 1569-1577.

Bindler, R., Bayne, T. (1984). Do baccalaureate students possess basic mathematical proficiency? *Journal of Nursing Education*, 23(5), 192-197.

Bindler, R., Bayne, T. (1991). Medication calculation ability of Registered Nurses. *Image: the Journal of Nursing Scholarship*, 23(4), 221-224.

Blais, K., Bath, J.B. (1992). Drug calculation errors of baccalaureate nursing students. *Nurse Educator*, 17(1), 12-15.

Bliss-Holtz, J. (1994). Discriminating types of medication errors in nursing practice. *Nursing Research*, 43 (6), 373-375.

Brown, D.L. (2006). Can you do the math? Mathematic competencies of baccalaureate degree nursing students. *Nurse Educator*, 31(5), 98-100.

Brown, T. (2001). Mathematics Education and Language. Interpreting Hermeneutics and Post Structuralism, second ed. Kluwer Academic Publishers.

Calliari, D. (1995). The relationship between a calculation test given in nursing orientation and medication errors. *Journal of Continuing Education in Nursing*, 26(1), 11-14.

Carlton, G., Blegen, M.A. (2006). Medication-related errors: a literature review of incidence and antecedents. *Annual Review of Nursing Research*, 24(1), 19-38.

Coben, D. (2000). Numeracy, mathematics and adult learning. In: Gal, I. (Ed.), *Adult Numeracy Development: Theory, Research, Practice*. Hampton Press, Cresskill, NJ, S. 30-50.

Conti, A., Gauntlett Beare, P. (1988). Performance on a mathematics/drug calculation test: relationship to subsequent reported medication errors. *Journal of Nursing Staff Development*, 4 (2), 54-58.

Coyne, E., Needham, J., Rands, H. (2013). Enhancing student nurses' medication calculation knowledge; integrating theoretical knowledge into practice. *Nurse Education Today*, 33 (2013), 1014-1019.

Dexter, P., Applegate, M. (1980). How to solve a math problem. *Journal of Nursing Education*, 19(2), 49-53.

Dopson, A. (2008). Confidence and competence in paediatric drug calculations. *Nurse Prescribing*, 6(5), 208-214.

Dyjur, L., Rankin, J., Lane, A. (2011). Maths for medications: an analytical exemplar of the social organization of nurses' knowledge. *Nursing Philosophy*, 12, 200-213.

Ernest, P. (1991). *The Philosophy of Mathematics Education*. The Falmer Press, London.

Fleming, S., Brady, A., Malone, A. (2014). An evaluation of the drug calculation skills of registered nurses. *Nurse Education in Practice*, 14, 55-61.

Gatzke, H., Ransom, J. E. (2001). New skills for a new age: preparing nurses for the 21st century. *Nursing Forum*, 36 (3), 13-17.

Grandell-Niemi, H., Hupli, M., Leino-Kilpi, H., Puukka, P. (2003). Medication calculation skills of nurses in Finland. *Journal of Clinical Nursing*, 12 (4), 519-528.

Grandell-Niemi, H., Hupli, M., Puukka, P., Leino-Kilpi, H. (2006). Finnish nurses' and nursing students' mathematical skills. *Nurse Education Today*, 26, 151-161.

Greenfield, S. (2007). Medication Error Reduction and the Use of PDA Technology. *Journal of Nursing Education*, 46 (3), 127-131.

Harvey, S., Murphy, F., Lake, R., Jenkins, L., Cavanna, A., Tait, M. (2010). Diagnosing the problem: using a tool to identify pre-registration nursing students' mathematical ability. *Nurse Education in Practice*, 10, 119-125.

Haylock, D. (1995). *Mathematics Explained for Primary Teachers*. Paul Chapman, London.

Heidari, F., Galvin, K. (2002). The role of open learning in nurse education: does it have a place? *Nurse Education Today*, 22, 617-623.

Hutton, M., Coben, D., Hall, C., Rowe, D., Sabin, M., Weeks, K., Woolley, N. (2010). Numeracy for nursing, report of a pilot study to compare outcomes of two practical simulation tools - An online medication dosage assessment and practical assessment in the style of objective structured clinical examination. *Nurse Education Today*, 30, 608-614.

Hutton, M. (1998a). Nursing Mathematics: the importance of application. *Nursing Standard*, 13 (11), 35-38.

Jukes, L., Gilchrist, M. (2006). Concerns about numeracy skills of nursing students. *Nurse Education in Practice*, 6, 192-198.

Kleibel, V., & Mayer, H. (2005). *Literaturrecherche für Gesundheitsberufe*. Wien: Facultas.

Knight, P. (2001). Assessment Series No.7 - A Briefing on Key Concepts. LTSN Generic. Centre York.

Kunz, R., Kahn, K. S., Kleijnen, J., Antes, G. (2009). *Systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen. Einführung in Instrumente der evidenzbasierten Medizin für Ärzte, klinische Forscher und Experten im Gesundheitswesen*. Bern: Huber.

Lave, J., Wenger, E. (1991). *Situated Learning Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press, Cambridge.

Lave, J. (1992). Word problems: a microcosm of theories of learning. In: Light, P., Butterworth, G. (Eds.), *Context and Cognition Ways of Learning and Knowing*. Lawrence Erlbaum Associates, S. 74-92.

Lerwill, C.J. (1999). Ability and attitudes to mathematics of post-registration healthcare professionals. *Nurse Education Today*, 19, 319-322.

Mayer, H. (2015). *Pflegeforschung anwenden: Elemente und Basiswissen für das Studium (4)*. Wien: Facultas.

McMullan, M., Jones, J., Lea, S. (2011). The effect of an interactive e-drug calculations package on nursing students' drug calculation ability and self-efficacy. *International Journal of medical informatics*, 80, 421-430.

McMullan, M., Jones, R., Lea, S. (2010). Patient safety: numerical skills and drug calculation abilities of nursing students and Registered Nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 66(4), 891-899.

Miller, C., Lehman, J., Koedinger, K. (1999). Goals and learning in microworlds. *Cognitive Science*, 23, 305-336.

National Coordinating Council for Medication Error Reporting and Prevention (1999). National Coordinating Council announces medication administration recommendations to prevent errors. Zugriff am 16. Oktober 2003 unter <http://www.nccmerp.org/press/press1999-09-16.html>

Oldridge, G.J., Gray, K.M., McDermott, L.M., Kirkpatrick, C.M.J. (2004). Pilot study to determine the ability of health-care professionals to undertake drug dose calculations. *Internal Medicine Journal* 34, 316-319.

Panfil, E.-M., Ivanovic, N. (2011). Methodenpapier FIT-Nursing Care - Version 1.0 Stand Juni 2011. *FIT-Nursing Care*. Zugriff am 09.04.2018 unter www.fit-care.ch

Pozzi, S., Noss, R., Hoyles, C. (1998). Tools in practice, mathematicis in use. *Educational Studies in Mathematics* 36, 105-122.

PRISMA (2009). PRISMA 2009 Flow Diagram. Zugriff am 28.03.2018 unter <http://www.prisma-statement.org>

Ramjan, L. M., Stewart, L., Salamonson, Y., Morris, M. M., Armstrong, L., Sanchez, P., Flannery, L. (2014). Identifying strategies to assist final semester nursing students to develop numeracy skills: A mixed methods study. *Nursing Education Today*, 34, 405-412.

Rothschild, J.M., Lee, T.H., Bae, T., Bates, D.W. (2002). Clinician use of a palm-top drug reference guide. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 9, 223-229.

Santell, J., Hicks, R., McMeekin, J., Cousins, D. (2003). Medication errors: experience of the United States pharmacopeia (USP) MEDMARK Reporting System. *Journal of Clinical Pharmacology*, 43, 760-767.

Schliemann, A., Nunes, T. (1990). A situated schema of proportionality. *British Journal of Developmental Psychology*, 8, 259-268.

Segatore, M., Edge, D., Miller, M. (1993). Posology errors by sophomore nursing students. *Nursing Outlook*, 41 (4), 160-165.

- Segatore, M., Miller, M., Webber, K. (1994). Medication out of control? *The Canadian Nurse*, 90 (8), 35.
- Sherriff, K., Sarah, B., Wallis, M. (2011). Effectiveness of a computer based medication calculation education and testing programme for nurses. *Nurse Education Today*, 32 (2012), 46-51.
- Stroud, S.D., Smith, C.A., Erkel, E.A. (2009). Personal digital assistant use by nurse practitioners: A descriptive study. *Journal of the American Academy of Nurse Practicioners*, 21, 31-38.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J., Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.
- Taxis, K., Barber, N. (2003). Ethnographic study of incidence and severity of intravenous drug errors. *British Medical Journal*, 326, 684-688.
- Warburton, P., Kahn, P. (2007). Improving the numeracy skills of nurse prescribers. *Nursing Standard*, 21 (28), 40-43.
- Weeks, K.W., Lyne, P., Torrance, C. (2000). Written drug dosage errors made by students: the threat to clinical effectiveness and the need for a new approach. *Clinical Effectiveness in Nursing*, 4 (1), 20-29.
- Wilson, A. (2003). Nurses' maths: researching a practical approach. *Nursing Standard*, 17 (47), 33-36.
- Winterstein, A., Johns, T., Rosenberg, E., Hatton, R., Gonzalez-Rothi, R., Kanjanarat, P. (2004). Nature and causes of clinically significant medication errors in a tertiary care hospital. *American Journal Health - System Pharm*, 61, 1908-1916.
- Wirtz, V., Taxis, K., Barber, N.D. (2003). An observational study of intravenous medication errors in the United Kingdom and in Germany. *Pharmacy World and Science*, 25 (3), 104-111.
- Worrell, P.J., Hodson, K.E. (1989). Posology: the battle against dosage calculation errors. *Nurse Educator*, 14 (2), 27-31.

Wright, K. (2004). An investigation to find strategies to improve student nurses' maths skills. *British Journal of Nursing*, 13 (21), 1280-1284.

Wright, K. (2005). An exploration into the most effective way to teach drug calculation skills to nursing students. *Nurse Education Today*, 25, 430-436.

Wright, K. (2006). Barriers to accurate drug calculations. *Nursing Standard*, 20(28), 41-45.

Wright, K. (2007). A written assessment is an invalid test of numeracy skills. *British Journal of Nursing*, 16(13), 828-831.

Wright, K. (2007). Student nurses need more than maths to improve their drug calculating skills. *Nurse Education Today*, 27, 278-285.

Wright, K. (2008). Can affective learning and teaching strategies help nurses to retain drug calculation skills? *Nurse Education Today*, 7 (28), 856-864.

Wright, K. (2009). The assessment and development of drug calculation skills in nurse education - A critical debate. *Nurse Education Today*, 29, 544-548.

Wright, K. (2010). Do calculation errors by nurses cause medication errors in clinical practice? A literature review. *Nurse Education Today*, 30, 85-97.

ANHANG

Anhang 1: Suchprotokoll

Suchinstrument (Datenbank, Bibliothek)	Sucheingabe (Suchbegriffe, Verknüpfungen, Einschränkungen)	Treffer	Relevante Treffer (entsprechend den Ein- und Ausschlusskriterien)
CINAHL	medication error AND pda	20	5
CINAHL	numeracy skills AND student nursing	21	8

(Quelle: In Anlehnung an Kleibel & Mayer, 2005, S. 59)