

Aus dem Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der
Medizin
Institut der Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand: Prof. Dr. med. Martin Fischer, MME (Bern)

**Diagnosekompetenz bei Medizinstudierenden:
Operationalisierung von Prozess- und
Ergebnisvariablen**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Leah Theresa Braun

aus

Bonn

2019

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Ralf Schmidmaier, MME

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Bärbel Otto
PD Dr. Konstantinos Dimitriadis
Prof. Dr. Matthias Siebeck

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 17.10.2019

Eidesstattliche Versicherung

Ich, Leah Theresa Braun, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation *Diagnosekompetenz bei Medizinstudierenden: Operationalisierung von Prozess- und Ergebnisvariablen* selbstständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, den 29.11.2018

Leah Theresa Braun

Inhaltsverzeichnis

Publikationsliste	5
Einführung - Bisherige Operationalisierungen und neue Ansätze	6
Fragestellungen	8
Methodik und Studiendesign	9
Fazit	10
Zusammenfassung.....	12
Summary.....	13
Literaturverzeichnis.....	14
Veröffentlichung I	17
Veröffentlichung II	27
Danksagung	35
Lebenslauf	36

Publikationsliste

Braun LT, Zottmann JM, Adolf C, Lottspeich C, Then C, Wirth S, Fischer MR, Schmidmaier R. Representation scaffolds improve diagnostic efficiency in medical students. *Medical education*. 2017;**51**:1118-1126.

Journal Impact Factor (2016): 4.005

Journal Ranking: 2/41 (Education, Scientific Disciplines), 12/90 (Health care sciences and services)

Braun LT, Zwaan L, Kieseewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Diagnostic errors by medical students: results of a prospective qualitative study. *BMC medical education*. 2017;**17**:191.

Journal Impact Factor (2016): 1.572

Journal Ranking: 19/41 (Education, Scientific Disciplines)

Einführung - Bisherige Operationalisierungen und neue Ansätze

Das Medizinstudium in der Bundesrepublik Deutschland ist aktuell mehr denn je in den gesellschaftlichen und politischen Fokus gerückt (1). Die gelehrten Inhalte im Medizinstudium sind bundesweit einheitlich und sollen die Inhalte des nationalen kompetenzbasierten Lernzielkataloges Medizin (NKLM) (2) aufgreifen. Die medizindidaktische Forschung (medical education research) untersucht geeignete Methoden zur Erreichung der Ziele des NKLM im Curriculum. Sie beschäftigt sich mit vielfältigen Problemstellungen: neben den Kernfragen des Lehrens und Lernens beispielweise auch mit geeigneten Prüfungsformaten (3), mit Wissenschaftlichkeit im Studium (4) oder mit Auswahlverfahren für Studienplätze (5). Medizindidaktische Interventionen sollten denselben Prinzipien der evidenzbasierten Medizin folgen wie klinische Entscheidungen (6). Leider bleiben Studien in diesem Bereich häufig auf niedriger Evidenzstufe, nur 25 % der deutschen Arbeiten im Bereich Medizindidaktik sind randomisierte, kontrollierte Studien, sodass es schwerfällt, wissenschaftlich fundierte Entscheidungen zu treffen (7).

Ein wesentliches Forschungsfeld der Medizindidaktik ist das Lehren und Lernen von Diagnosekompetenz, da eine der Hauptaufgaben des ärztlichen Handelns das Treffen klinischer Entscheidungen (unter anderem Diagnoseentscheidungen) ist. Diagnosekompetenz umfasst zwei wesentliche Aspekte: das Diagnoseergebnis und den Diagnoseprozess. Das Diagnoseergebnis ist entweder falsch (ggf. ungenau/nicht präzise genug) oder richtig (8). Die Messung der Diagnoserichtigkeit ist eines der Standardverfahren, um die Diagnosekompetenz von Studierenden oder auch Ärzten/Ärztinnen zu erfassen. Auffällig ist aber, dass dieses Messverfahren wenig valide und reliabel ist: Die Diagnoserichtigkeit ist nämlich in hohem Maße kontextabhängig (9). Trifft ein Arzt/eine Ärztin oder ein Medizinstudierender eine richtige Diagnose in einem Fall, kann daraus nicht auf die Richtigkeit bei der Bearbeitung weiterer Fälle geschlossen werden (10). Die Diagnoserichtigkeit ist maßgeblich von Faktenwissen sowie von der Organisation des Wissens (11, 12) und zudem in einem nicht unerheblichen Prozentsatz vom reinen Zufall abhängig (13): Ist der Diagnostizierende kürzlich mit einem ähnlichen klinischen Problem konfrontiert worden, dann steigt die Wahrscheinlichkeit, das aktuelle klinische Problem richtig zu lösen.

Neben der Diagnoserichtigkeit sind also noch weitere Prozess- und Ergebnismaße notwendig, um das Konstrukt *Diagnosekompetenz* reliabel und valide messen zu können. Der Diagnoseprozess kann beispielsweise mittels Laut-Denk-Protokollen und der dadurch ermöglichten Aufzeichnung und Auswertung der kognitiven Schritte erfasst

werden. Bisher ist bekannt, dass es drei wichtige kognitive Schritte gibt, die mit einem richtigen Diagnoseergebnis korrelieren: Evaluation, Repräsentation und Integration (14). Diese Erkenntnis ist relevant für das Verständnis und zur Förderung des Diagnoseprozesses, doch Laut-Denk-Protokolle sind kein geeignetes Mittel, um Diagnosekompetenz in einem größeren Studienrahmen adäquat zu operationalisieren. Sie sind unökonomisch und können den Diagnoseprozess selbst stören (15).

Außerdem kann das klinische Wissen durch den sogenannten 3-Komponenten-Test gemessen werden (16). Dieser Test prüft drei Teilaspekte des diagnostischen Wissens ab: konzeptuelles Wissen, strategisches Wissen und konditionales Wissen. Dadurch kann neben dem Faktenwissen (MC-Fragen) auch das Handlungswissen (Key-Feature-Problems) und das Begründungswissen (Problem-Solving-Tasks) getestet werden. Der Test an sich ist valide (17), doch er prüft nur Wissens Ebenen ab und lässt die kognitive Aktivität während des Diagnoseprozesses außer Acht. Zudem bedarf es eines großen Zeitaufwandes, valide Testaufgaben zu entwickeln und zu prüfen (18).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass alle bisherigen Operationalisierungen deutliche Mängel aufweisen. Ziel der vorliegenden Arbeit war es deshalb, neue Möglichkeiten zur Operationalisierung zu beforschen und damit langfristige Studien zur Diagnosekompetenz auch international leichter vergleichbar zu machen.

Im Zentrum dieser Arbeit stehen deshalb zwei neue Ansätze: Diagnoseeffizienz und Diagnosefehler. Diagnoseeffizienz ist ein elementarer Bestandteil des klinischen Alltags. Auch wenn es wünschenswert wäre, so viel Zeit wie möglich auf das Diagnostizieren eines einzelnen Patientenfalls aufzuwenden, reflektiert dies nicht die wahren Arbeitsbedingungen und damit die Kompetenzanforderungen an einen Arzt/eine Ärztin. Im Alltag stehen Ärzte und Ärztinnen unter Zeitdruck und müssen klinische Entscheidungen mit begrenzten Ressourcen und in limitierter Zeit treffen (19). Diagnoseeffizienz kann auf zwei Arten quantifiziert werden: durch die Zeit, die zum Stellen der richtigen Diagnose aufgewandt wird, und durch die Anzahl der Informationen, die zum Treffen der Diagnose benötigt wird. In dieser Arbeit werden beide Quantifizierungen berücksichtigt.

Diagnosefehler rücken immer mehr in den Fokus vieler Forschungsbereiche in der Medizin, da jede zehnte Diagnose eine Fehldiagnose ist (20). Es gibt verschiedene Studien zu Diagnosefehlerarten bei Ärzten/Ärztinnen, die zu sehr widersprüchlichen Ergebnissen gelangen (21, 22). Eine Erklärung für die Uneinheitlichkeit der Forschungsergebnisse in diesem Bereich könnte in den Operationalisierungen zu finden sein. Bisher gibt es keine einheitlichen Messmethoden, um Fehler objektiv und vor allem

zeitgleich zum Diagnostizieren (und nicht erst im Nachhinein) zu klassifizieren. Gerade eine retrospektive Analyse von Diagnosefehlern beeinflusst die Ergebnisse erheblich (23). Über Diagnosefehler von Medizinstudierenden ist bisher fast gar nichts bekannt, obwohl das Wissen darüber einerseits das Curriculum verbessern könnte und andererseits auch zum Verständnis von Diagnosefehlern bei Ärzten/Ärztinnen beitragen kann. In dieser Arbeit wurde zur Operationalisierung der Diagnosefehler eine Kombination aus der Analyse von Ergebnis- und Prozessvariablen auf quantitativer und qualitativer Basis gewählt.

Im Folgenden werden die spezifischen Fragestellungen beider Veröffentlichungen sowie die methodischen Grundlagen der Publikationen erläutert.

Fragestellungen

Die übergeordnete Fragestellung dieser Dissertation ist folgende: Welche Operationalisierungen sind geeignet, um Diagnosekompetenz bei Medizinstudierenden in einer Interventionsstudie zu erfassen?

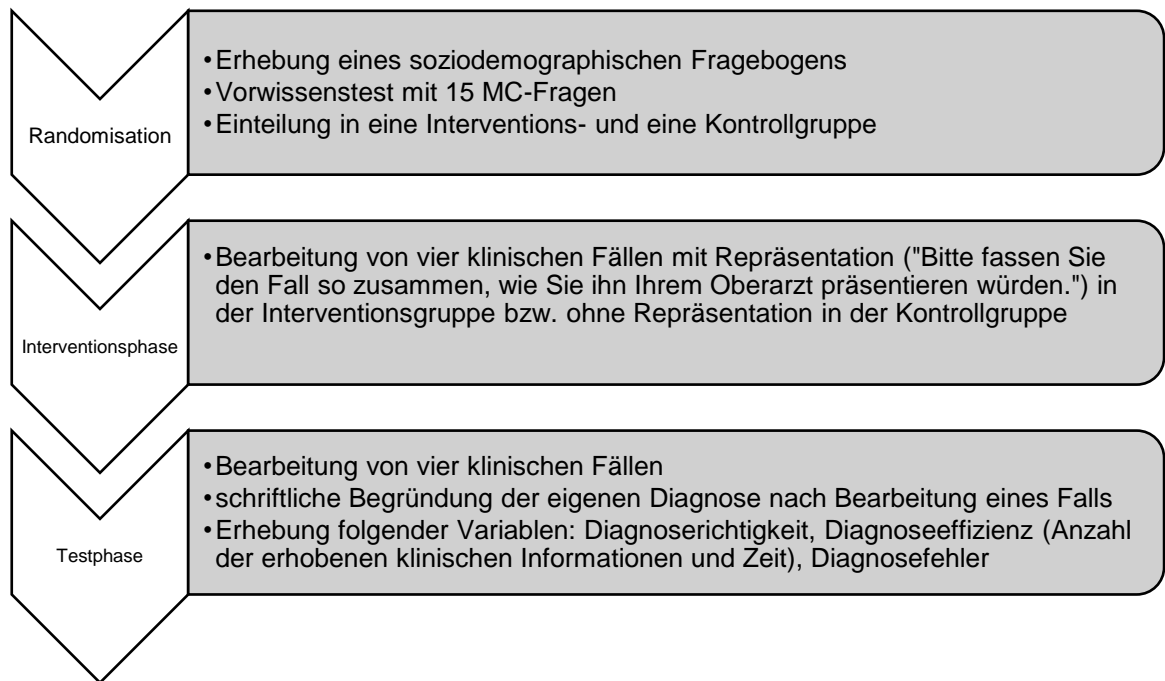
Fragestellungen Publikation 1

1. Welcher Ansatz (Zeit und/oder Anzahl von klinischen Informationen) ist geeignet, um die Diagnoseeffizienz bei Medizinstudierenden zu erfassen?
2. Verbessern Fallrepräsentationen die Diagnoseeffizienz von Medizinstudierenden?

Fragestellungen Publikation 2

1. Lassen sich die Ursachen für Diagnosefehler durch eine Analyse von Diagnosebegründungen und von Diagnoseschritten klassifizieren?
2. Welche kognitiven Ursachen bedingen Fehler im Diagnoseprozess?
3. Sind die Fehlerursachen bei Studierenden mit den Diagnosefehlerursachen bei Ärzten/Ärztinnen vergleichbar?

Methodik und Studiendesign



Da in dieser Arbeit zwei neuartige Methoden zur Operationalisierung angewandt wurden, sollen die methodischen Hintergründe im Folgenden näher ausgeführt werden. Alle erhobenen Daten wurden mittels der elektronischen Lehrplattform CASUS (24) erhoben und aufgezeichnet. Simultan zur Bearbeitung der klinischen Fälle registriert CASUS sowohl die Zeit, die für das Lesen verschiedener Informationen aufgewandt wird, als auch die Reihenfolge, in der Informationen von den Probanden angesehen werden. Die in dieser Studie verwendeten klinischen Fälle unterscheiden sich von bisher in anderen Studien verwendeten Fällen durch ein realitätsnahes Setting, in dem Studierende selbstständig die relevanten Untersuchungen auswählen können. Diese Struktur ermöglicht die Messung von Effizienz: Es wurden in jedem Fall eine Reihe von Untersuchungen angeboten, von denen aber nur ein kleiner Teil zur richtigen Lösung des jeweiligen Falls erforderlich war. Je effizienter eine Person handelt, desto weniger Zeit benötigt sie zum Lösen einer Aufgabe und desto weniger Untersuchungen führt sie durch. Effizienz muss mit Richtigkeit einhergehen – da eine zwar schnell getroffene, aber falsche Diagnose wertlos ist - sodass sich folgende Definition ergibt:

$$\text{Diagnoseeffizienz} = \frac{\text{Anzahl der richtig gelösten Fälle}}{\text{Zeit zum Lösen der Fälle}}$$

In dieser Dissertation wird erstmalig Diagnoseeffizienz bei Studierenden in einem kontrollierten Rahmen analysiert.

Durch die Fallstruktur konnten gleichzeitig die Diagnosefehler exakter ausgewertet werden. Zur Kategorisierung der Fehler wurden sowohl das Diagnoseergebnis als auch der Diagnoseprozess sowie die Diagnosebegründungen ausgewertet. Die Messung basiert auf drei Schritten: Es wurde zuerst das Diagnoseergebnis erhoben (richtig vs. falsch). Es wurde im Vorhinein festgelegt, welche Diagnose als richtig gewertet wird und welche Synonyme ggf. korrekt sind. Bei allen falschen Diagnosen wurde nachfolgend die Diagnosebegründung ausgewertet. Diese Begründungen mussten die Probanden nach Stellen der Diagnose niederschreiben. Die Begründungen wurden zuerst explorativ gelesen und dann klassifiziert. Die Klassifizierung lehnt sich an Grabers Klassifizierung der Diagnosefehler bei Ärzten/Ärztinnen an (21). Alle Fehler ließen sich in acht unterschiedliche Kategorien einordnen. Neben dieser qualitativen Analyse wurden zusätzlich noch die Diagnoseschritte (welche klinischen Informationen wurden zu welchem Zeitpunkt erhoben bzw. nicht erhoben) quantitativ bestimmt. Dadurch ließ sich vor allem feststellen, ob die Probanden relevante Informationen nicht erhoben haben und deshalb zu einer Fehldiagnose gelangten. Die Vorteile dieser Methodik sind vor allem darin zu sehen, dass der Diagnoseprozess nachverfolgt werden kann, ohne den Prozess an sich zu stören. Zudem kann der sogenannte „hindsight bias“ (23) vermieden werden, der bisher ein großes Problem in der Forschung zu Diagnosefehlern war. Diese Methode ist sowohl für Forschung bei Studierenden als auch bei Ärzten/Ärztinnen gut geeignet und erlaubt außerdem die Analyse der Auswirkungen verschiedener Interventionen auf die Fehlerarten und -raten (25).

Die Anwendung dieser neuen Operationalisierungen wurde in einer randomisierten Interventionsstudie getestet und es wurde untersucht, ob Fallrepräsentationen ein geeignetes Mittel sind, um die Diagnosekompetenz zu verbessern. Fallrepräsentationen sind eine Form der Reflexion und stellen eine mentale Zusammenfassung eines (klinischen) Problems dar. Das Praktizieren von Repräsentation korreliert mit einem richtigen Diagnoseergebnis (14). Es zeigte sich, dass sich Repräsentationen positiv auf den Diagnoseprozess von Studierenden auswirken, indem die Diagnoseeffizienz der Interventionsgruppe signifikant verbessert wurde. Die Diagnoserichtigkeit hingegen - passend zu dem Wissen, dass diese vorwiegend kontextabhängig ist - hat sich nicht verbessert.

Fazit

Das Problemfeld *Lehren und Lernen in der Medizin* gehört aktuell noch zu den unterrepräsentierten Forschungsfeldern in der Medizin, obwohl die dadurch

gewonnenen Erkenntnisse entscheidend sind zur Beantwortung der elementaren Fragen: Wie sollte das Curriculum gestaltet werden? Welche Methode ist am besten geeignet, um erforderliche Kompetenzniveaus zu erreichen? Für welche Lehr- und Prüfungsmethoden gibt es ausreichend Evidenz und Effektstärke, um den Ressourcenaufwand zu rechtfertigen?

Durch diese Arbeit konnte ein signifikanter Beitrag zum Forschungsfeld geleistet werden, der das Training von Diagnosekompetenz in Forschung und Lehre verändern kann. Effizienz ist lehr- und lernbar. Die Kategorisierung der Diagnosefehler ist methodisch wertvoll und kann analog auch in Studien zu anderen Expertisestufen angewandt werden.

Perspektivisch bleibt zu untersuchen, ob eine bessere Vorbereitung der Studierenden auf den klinischen Alltag die Diagnosefehlerraten in den Kliniken vermindern kann.

Zusammenfassung

Diese Dissertation beschreibt die quantitativen und qualitativen Ergebnisse einer kontrollierten, randomisierten Studie, welche im Juni 2016 mit hundert Medizinstudierenden der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) sowie der Technischen Universität München (TU) durchgeführt wurde. Die Ergebnisse der Studie wurden in zwei Publikationen in zwei internationalen, hochrangigen Zeitschriften veröffentlicht. Hintergrund der Arbeit ist die Messung und Förderung der Diagnosekompetenz bei Medizinstudierenden. Die übergeordnete Fragestellung, welche Operationalisierungsmethoden geeignet sind, um die Diagnosekompetenz in Interventionsstudien zu messen, sollte beantwortet werden. Ergebnis der Studie ist, dass sowohl die Diagnoseeffizienz als auch die Kategorisierung von Diagnosefehlern geeignete Maße dafür sind. Diagnoseeffizienz ist in einer elektronischen Lern- und Studienplattform ein ökonomischer, objektiver Parameter zur Erfassung des Diagnoseprozesses. Gleichzeitig ist eine Verbesserung der Effizienz von höchster Relevanz für den klinischen Alltag. Eine solche Verbesserung ist durch das Anwenden von Fallrepräsentationen möglich. Repräsentationen sind ein wichtiger kognitiver Schritt beim Diagnostizieren und werden auch im klinischen Alltag (beispielsweise bei Patientenvorstellungen in der Visite) häufig praktiziert. Diagnosefehlerarten von Medizinstudierenden wurden in dieser Studie erstmals umfassend erhoben und ausgewertet. Studierende machen Fehler vor allem aufgrund von mangelnder Interpretationsfähigkeit technischer Befunde, Wissenslücken und fehlender/inkorrektur Kombination klinischer Informationen. Mit dieser Studie konnten mehrere Fragen beantwortet werden. Erstens hat sich gezeigt, dass es durchaus neben der Erhebung der Diagnoserichtigkeit andere valide Maße gibt, um Diagnosekompetenz zu operationalisieren. Diese Maße sind auch für Studien im Bereich der Expertiseforschung von Belang. Zweitens können Repräsentationen die Diagnoseeffizienz signifikant verbessern und stellen damit eine unkomplizierte Interventionsmaßnahme dar, um die klinische Entscheidungsfindung zu verbessern. Abschließend konnten durch die Kategorisierung der Fehler Kompetenzlücken bei Studierenden erfasst werden und können damit im Curriculum noch konkreter adressiert werden. Aufgrund dieser Erkenntnisse ergeben sich wichtige Anregungen für das Forschungsfeld Diagnosekompetenz, sodass eine evidenzbasierte Weiterentwicklung des Medizinstudiums möglich ist.

Summary

This work describes the quantitative and qualitative results of a controlled, randomized study, which was conducted in June 2016 with one hundred medical students from the Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) and the Technische Universität München (TU). The results of the study were published in two international, high-level journals. Background of the work is the measurement and promotion of the diagnostic competence of medical students. The overriding question to answer is which operationalization methods are suitable for measuring the diagnostic competence in intervention studies. The result of the study is that both the diagnostic efficiency and the categorization of diagnostic errors are appropriate measures. Diagnostic efficiency is an economical, objective parameter for capturing the diagnostic process via an electronic learning and study platform. At the same time, improving efficiency is of utmost relevance to everyday clinical practice. Such an improvement is possible by applying case representations. Representation is an important cognitive step in diagnosing and is often practiced in everyday clinical practice (for example, in the case of patient presentations in the ward). Diagnostic error types of medical students were comprehensively collected and evaluated for the first time in this study. Students make mistakes mainly due to a lack of interpretation skills of technical findings, knowledge gaps and missing / incorrect combination of clinical information. Several questions could be answered with this study. First, it has been shown that there are other valid measures in addition to the collection of diagnostic accuracy to operationalize diagnostic competence. These measures are also relevant for studies in the field of expertise research. Second, representations can significantly improve diagnostic efficiency, making it a straightforward intervention to improve clinical decision-making. Finally, by categorizing the errors, gaps in competencies were recorded among students and can thus be addressed more concretely in the curriculum. Based on these findings, important suggestions for the field of diagnostic competence arise, so that an evidence-based further development of medical studies is possible.

Literaturverzeichnis

1. Harendza S, Fischer MR, Fabry G. Quo vadis?--Medical education 2020 between politics and science. *GMS journal for medical education*. 2016;33(1):Doc12.
2. Fischer MR, Bauer D, Karin Mohn N. Finally finished! national competence based catalogues of learning objectives for undergraduate medical education (NKLM) and dental education (NKLZ) ready for trial. *GMS Zeitschrift für medizinische Ausbildung*. 2015;32(3).
3. Lahner FM, Lorwald AC, Bauer D, Nouns ZM, Krebs R, Guttormsen S, et al. Multiple true-false items: a comparison of scoring algorithms. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2017.
4. Epstein N, Fischer MR. Academic career intentions in the life sciences: Can research self-efficacy beliefs explain low numbers of aspiring physician and female scientists? *PloS one*. 2017;12(9):e0184543.
5. Kadmon G, Resch F, Duelli R, Kadmon M. Der Vorhersagewert der Abiturdurchschnittsnote und die Prognose der unterschiedlichen Zulassungsquoten für Studienleistung und -kontinuität im Studiengang Humanmedizin - eine Längsschnittanalyse. *GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung*. 2014;31(2).
6. Fernandez N. Evidence-based arguments in support of medical education reform. *Medical education*. 2014;48(4):347-8.
7. Ackel-Eisnach K, Raes P, Honikl L, Bauer D, Wagener S, Moltner A, et al. Is German Medical Education Research on the rise? An analysis of publications from the years 2004 to 2013. *GMS Z Med Ausbildung*. 2015;32(3):Doc30.
8. Mamede S, Van Gog T, Sampaio AM, De Faria RMD, Maria JP, Schmidt HG. How can students' diagnostic competence benefit most from practice with clinical cases? The effects of structured reflection on future diagnosis of the same and novel diseases. *Academic Medicine*. 2014;89(1):121-7.
9. Elstein AS, Shulman LS, Sprafka SA. *Medical problem solving an analysis of clinical reasoning*. Cambridge: Harvard University Press; 1978.
10. Wimmers PF, Splinter TA, Hancock GR, Schmidt HG. Clinical competence: general ability or case-specific? *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2007;12(3):299-314.

11. Custers EJ. Thirty years of illness scripts: Theoretical origins and practical applications. *Medical teacher*. 2015;37(5):457-62.
12. Schmidt HG, Rikers RM. How expertise develops in medicine: knowledge encapsulation and illness script formation. *Medical education*. 2007;41(12):1133-9.
13. Kahneman D. *Schnelles Denken, langsames Denken*: Siedler Verlag; 2012.
14. Kiesewetter J, Ebersbach R, Görlitz A, Holzer M, Fischer MR, Schmidmaier R. Cognitive Problem Solving Patterns of Medical Students Correlate with Success in Diagnostic Case Solutions. *PloS one*. 2013;8(8):e71486.
15. Konrad K. *Lautes Denken*. *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*: Springer; 2010. p. 476-90.
16. Schmidmaier R, Eiber S, Ebersbach R, Schiller M, Hege I, Holzer M, et al. Learning the facts in medical school is not enough: which factors predict successful application of procedural knowledge in a laboratory setting? *BMC medical education*. 2013;13(1):28.
17. Bordage G, Brailovsky C, Carretier H, Page G. Content validation of key features on a national examination of clinical decision-making skills. *Academic medicine : journal of the Association of American Medical Colleges*. 1995;70(4):276-81.
18. Fischer MR, Kopp V, Holzer M, Ruderich F, Junger J. A modified electronic key feature examination for undergraduate medical students: validation threats and opportunities. *Medical teacher*. 2005;27(5):450-5.
19. Jurkat HB, Reimer C, Vollmert C. Konflikterleben von Ärztinnen und Ärzten im Krankenhaus/Conflict experience of physicians in hospitals. *Zeitschrift für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie*. 2003;49(3):213-31.
20. Graber ML. The incidence of diagnostic error in medicine. *BMJ quality & safety*. 2013:bmjqs-2012-001615.
21. Graber ML, Franklin N, Gordon R. Diagnostic error in internal medicine. *Arch Intern Med*. 2005;165(13):1493-9.
22. Zwaan L, de Bruijne M, Wagner C, Thijs A, Smits M, van der Wal G, et al. Patient record review of the incidence, consequences, and causes of diagnostic adverse events. *Arch Intern Med*. 2010;170(12):1015-21.

23. Zwaan L, Monteiro S, Sherbino J, Ilgen J, Howey B, Norman G. Is bias in the eye of the beholder? A vignette study to assess recognition of cognitive biases in clinical case workups. *BMJ Qual Saf.* 2017;26(2):104-10.
24. Fischer MR, Aulinger B, Baehring T. Computer-based-Training (CBT): Fallorientiertes Lernen am PC mit dem CASUS/ProMediWeb-System. *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift.* 1999;124(46):1401-.
25. Braun LT, Borrmann KF, Lottspeich C, Heinrich DA, Fischer MR, Schmidmaier R. The effects of retrieval practice and feedback on the kinds of diagnostic errors made by medical students *AMEE*; Basel 2018.

Veröffentlichung I

Braun LT, Zottmann JM, Adolf C, Lottspeich C, Then C, Wirth S, Fischer MR, Schmidmaier R. Representation scaffolds improve diagnostic efficiency in medical students. *Medical education*. 2017;51:1118-112

doi: 10.1111/medu.13355.

Veröffentlichung 2

Braun LT, Zwaan L, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Diagnostic errors by medical students: results of a prospective qualitative study. BMC medical education. 2017; 17:191

doi: 10.1186/s12909-017-1044-7.

Danksagung

An allererster Stelle und mit besonderem Nachdruck möchte ich meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Ralf Schmidmaier für seine exzellente Betreuung dieser Arbeit danken. Er hat das Projekt mit großem Enthusiasmus begleitet und ist mir sowohl in wissenschaftlicher - aber auch in klinischer und persönlicher Hinsicht - ein großartiger, verlässlicher Mentor und ein wichtiges Vorbild gewesen. Nur durch seine Unterstützung konnte ich diese Dissertation so strukturiert abschließen.

Zudem möchte ich Herrn Prof. Dr. Martin Fischer für seine außerordentliche Unterstützung danken. Seine wertvollen und kritischen Ideen haben diese Arbeit in wesentlichen Teilen beeinflusst. Des Weiteren möchte ich mich für die herzliche Anbindung an das Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung bedanken, dessen viele Mitarbeiter die Arbeit auf verschiedene Weise unterstützt haben.

Ebenso möchte ich mich bei allen Assistenzärztinnen und Assistenzärzten der Medizinischen Klinik und Poliklinik IV bedanken, die mich bei der Entwicklung des Fallmaterials für die Studie unterstützt haben.

Mein Dank gilt außerdem allen Probanden, die durch ihre Teilnahme diese Studie ermöglicht haben.

Frau Rebecca Schild möchte ich hiermit ganz herzlich für ihre geduldige Hilfe bei der Formulierung aller englischsprachigen Texte danken.

Mein persönlicher Dank gilt außerdem meinen Freunden und meiner Familie, die mir immer Mut gemacht haben, meine Erfolge mit mir gefeiert haben und alle Tiefen gemeinsam mit mir durchlebt haben.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Geburtsdatum/-ort: 14.12.1993 / Bonn

Ausbildung

2003 - 2012	Humanistisches Beethovengymnasium Bonn
Frühjahr 2012	Abitur; NC 1,0
Seit Oktober 2012	Medizinstudium an der Ludwig-Maximilians-Universität München
September 2014	Physikum mit der Gesamtnote <i>gut</i>
Oktober 2017	Zweites Staatsexamen mit der Note <i>gut</i>
5./6. November 2018	Drittes Staatsexamen mit der Note <i>gut</i>

Klinische Erfahrung

Klinische Tätigkeit

Famulaturen: 2015 und 2016 Allgemeinmedizin, Schmerzmedizin, Neurologie, Geriatrie

Juni 2016 – Februar 2018 Tätigkeit als studentische Hilfskraft in der Medizinischen Klinik IV des Klinikums der Universität München

Praktisches Jahr	
20.11. 2017 – 11.03.2018	Neurologie im Städtisches Lehrkrankenhaus Harlaching
12.03. 2018 – 01.07.2018	Innere Medizin, Medizinische Klinik IV des Klinikums der Universität München
02.07.2 018 – 21.10.2018	Chirurgie im Städtischen Lehrkrankenhaus Harlaching

Facharztausbildung

Seit 01.12.2018 Assistenzärztin der Endokrinologie in der Medizinischen Klinik und Poliklinik IV, Ludwig-Maximilians-Universität München

Wissenschaft

Doktorarbeit

Juni 2015 – Oktober 2019 Doktorandin am Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin und an der Medizinischen Klinik und Poliklinik IV, Doktorvater: Prof. Dr. med. Ralf Schmidmaier, MME
Thema der Dissertation: Diagnosekompetenz bei Medizinstudierenden – Operationalisierung von Ergebnis- und Prozessvariablen

Publikationen

Braun LT, Zottmann JM, Adolf C, Lottspeich C, Then C, Wirth S, Fischer MR, Schmidmaier R. Representation scaffolds improve diagnostic efficiency in medical students. *Medical Education*, 2017

Braun LT, Zwaan L, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Diagnostic errors by medical students: results of a

prospective qualitative study. *BMC medical education*. 2017;**17**:191.

Braun LT, Lenzer B, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. How case representations of medical students change during case processing - Results of a qualitative study. *GMS J Med Educ*. 2018;**35**(3):Doc41.

Braun LT, Borrmann KF, Lottspeich C, Heinrich DA, Kiesewetter J, Fischer MR, et al. Scaffolding clinical reasoning of medical students with virtual patients: effects on diagnostic accuracy, efficiency, and errors. *Diagnosis (Berlin, Germany)*. 2019;**6**(2):137-49.

Braun LT, Schmidmaier R. Dealing with cognitive dissonance: an approach. *Medical education*. 2019.

Beckers MA, **Braun LT**, Epstein N, Fischer MR, Schmidmaier R. [The specialist examination in internal medicine: a qualitative and quantitative analysis of minutes from memory]. *Deutsche medizinische Wochenschrift (1946)*. 2019.

Muller LM, Kienitz T, Deutschbein T, Riester A, Hahner S, Burger-Stritt S, Berr CM, Osswald A, **Braun L**, Rubinstein G et al. Glucocorticoid receptor polymorphisms influence muscle strength in Cushing's syndrome. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. 2019.

Kongressbeiträge (Auswahl)

Research in Medical Education,
Düsseldorf, März 2017

Braun LT, Zottmann JM, Adolf C, Lottspeich C, Then C, Wirth S, Fischer MR, Schmidmaier R. Case representation scaffolds improve diagnostic efficiency in 4th-5th year medical students: a randomized controlled laboratory study (Oral Presentation)

AMEE, Helsinki, August 2017

Braun LT, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Diagnostic errors in medical students (Poster)

Braun LT, Zottmann JM, Wirth S, Fischer MR, Schmidmaier R. Case representation scaffolds improve diagnostic efficiency in 4th-5th year medical students: a randomized controlled laboratory study (Poster)

Jahrestagung der Gesellschaft für
Medizinische Ausbildung, Münster,
September 2017

Braun LT, Zottmann JM, Adolf C, Lottspeich C, Then C, Wirth S, Fischer MR, Schmidmaier R. Verbesserung der Diagnoseeffizienz bei Medizinstudierenden durch Repräsentation (Vortrag)

AMEE, Basel, August 2018

Braun LT, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Diagnosefehlerarten bei Medizinstudierenden (Vortrag)

Braun LT, Borrmann KF, Lottspeich C, Heinrich DA, Fischer MR, Schmidmaier R. The effects of retrieval practice and feedback on the kinds of diagnostic errors made by medical students

EuroDEM, Bern, August 2018

Braun LT, Zwaan L, Borrmann KF, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Medical students' diagnostic errors: A classification

Jahrestagung der Gesellschaft für
Medizinische Ausbildung, Wien,
September 2018

Braun LT, Borrmann KF, Lottspeich C, Heinrich DA, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Scaffolding zur Verbesserung der Diagnosekompetenz von Medizinstudierenden in komplexen klinischen Fällen: Ergebnisse einer kontrollierten, randomisierten Studie

Auszeichnungen

März 2017	Poster-Preis für „Diagnostic errors in medical students“ bei dem Kongress <i>Research in Medical Education</i> in Düsseldorf (300 Euro)
September 2018	Reisestipendium der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung für die GMA-Jahrestagung in Wien

Lehre

4/2015 – 4/2018	Mitglied des Organisationsteams für das Wahlfach „Gebärdensprache für Mediziner“ an der LMU
Oktober 2015, 2016 und 2018	Mitarbeit als studentische Hilfskraft beim Modul 1 des Studiengangs „Master of Medical Education“ auf Frauenchiemsee (Modulthema: Curriculumsentwicklung)
2/2017 – 11/2018	Studentische Hilfskraft im Bereich Evaluationsauswertung an der Medizinischen Klinik IV