

Aus dem Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement
Institut der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Dr. Stephan Prückner

Von High Reliability Organisationen für Patientensicherheit lernen:
Wie Praktiken aus der Luftfahrt
für medizinische Teams adaptiert werden können

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

Vorgelegt von
Benedict Gross
aus München
2020

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter	Prof. Dr. Peter Conzen
Mitberichterstatter	PD. Dr. Florian Hoffmann PD. Dr. Christian Schneider
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter	Dr. Stephan Prückner
Dekan	Prof. Dr. Reinhard Hickel
Tag der mündlichen Prüfung	22. April 2020

Eidesstattliche Versicherung

Ich erkläre hiermit an Eides statt,
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel

Von High Reliability Organisationen für Patientensicherheit lernen: Wie Praktiken aus der
Luftfahrt für medizinische Teams adaptiert werden können

selbständig 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, 22. April 2020

Benedict Gross

(Leerseite)

Inhaltsverzeichnis

EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG	i
INHALTSVERZEICHNIS.....	iii
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	iv
PUBLIKATIONSLISTE	iv
EINLEITUNG	1
SICHERHEIT IM KONTEXT DER GESCHICHTE DER MEDIZIN.....	1
<i>Frühe Organisation und Institutionalisierung.....</i>	<i>1</i>
<i>Die ersten dokumentierten Behandlungsfehler</i>	<i>1</i>
<i>Behandlungsfehler der Gegenwart</i>	<i>2</i>
<i>Hierarchie und Teamarbeit.....</i>	<i>3</i>
SICHERHEIT IM KONTEXT DER GESCHICHTE DER LUFTFAHRT	3
<i>Internationale Koordination und Standardisierung</i>	<i>3</i>
<i>Human Factors und Betriebssicherheit</i>	<i>3</i>
ÜBERGEORDNETE FRAGESTELLUNG DIESER ARBEIT	4
ÜBERSICHT DER STUDIEN.....	5
SIMPARTEAM	5
SYSTEMATISCHES REVIEW VON CRM INTERVENTIONEN.....	6
DAS 15 MINUTEN CRM EXPERIMENT	7
ZUSAMMENFASSUNG	8
SUMMARY	10
VERÖFFENTLICHUNGEN.....	v
VERÖFFENTLICHUNG 1 – EVALUATION OF SIMPARTEAM	
VERÖFFENTLICHUNG 2 – CREW RESOURCE MANAGEMENT TRAINING IN HEALTHCARE	
VERÖFFENTLICHUNG 3 – MICROLEARNING FOR PATIENT SAFETY	
LITERATURVERZEICHNIS.....	vii
DANKSAGUNG.....	ix

Abkürzungsverzeichnis

APS	Aktionsbündnis Patientensicherheit
CRM	Crew Resource Management
CTG	Kardiotokografie (englisch Cardiotocography)
EASA	European Aviation Safety Agency
IATA	International Air Traffic Association
HRO	High Reliability Organisation
MDK	Medizinischer Dienst der Krankenversicherung
MDS	Medizinischer Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen
WHO	World Health Organisation

Publikationsliste

Übersicht der Bestandteile der kumulativen Dissertation und Beschreibung des Eigenanteils.

Forschungsarbeit	Eigenanteil
Veröffentlichung 1 Zech, A., <u>Gross, B.</u> , Jasper-Birzele, C., Jeschke, K., Kieber, T., Lauterberg, J., Lazarovici, M., Prückner, S., ... Singer, I. (2017). Evaluation of simparteam – a needs-orientated team training format for obstetrics and neonatology. Journal of Perinatal Medicine, 45(3).	Zweitautor: Textentwurf, Dateninterpretation, Bearbeitung, Korrektur. Zudem Co-Autor des zugrundeliegenden ausführlichen Projektberichts mit A. Zech.
Veröffentlichung 2 <u>Gross, B.</u> , Rusin, L., Kiesewetter, J., Zottmann, J. M., Fischer, M. R., Prückner, S., & Zech, A. (2019). Crew resource management training in healthcare: a systematic review of intervention design, training conditions and evaluation. BMJ Open, 9(2), e025247.	Erstautor: Studienkonzept, Datenerhebung, Datenanalyse, Textentwurf, Bearbeitung und Abstimmung, Publikation. Über alle Schritte hinweg Koordination und Abstimmung mit der Arbeitsgruppe.
Veröffentlichung 3 <u>Gross, B.</u> , Rusin, L., Kiesewetter, J., Zottmann, J. M., Fischer, M. R., Prückner, S., & Zech, A. (2019). Microlearning for patient safety: Crew resource management training in 15-minutes. PLOS ONE, 14(3), e0213178.	Erstautor: Studienkonzept, Ethikantrag, Datenerhebung, Datenanalyse, Textentwurf, Bearbeitung und Abstimmung, Publikation. Über alle Schritte hinweg Koordination und Abstimmung mit der Arbeitsgruppe.

Einleitung

Die Weltgesundheitsorganisation versteht unter Patientensicherheit, den Patienten vor vermeidbaren Schäden im Zusammenhang mit der Heilbehandlung zu bewahren (WHO - World Health Organisation, 2011) – diese Bestrebung ist so alt wie die Medizin selbst. Seit ihrem Anbeginn ist die Geschichte der Medizin auch eine Geschichte der Organisation und des Fehlers und ebenso versuchten schon immer ambitionierte Ärzte, aus Fehlern zu lernen. Die Luftfahrt steht ebenfalls vor der Herausforderung, Fehler zu reduzieren und fatale Unfälle zu vermeiden. Dazu wurde neben technischer Entwicklung und individueller Ausbildung auch ein dritter Weg beschritten: die bewusste Ausprägung von Sicherheitskultur und intensive Teamtrainings. Diese Konzepte für die medizinische Versorgung zu adaptieren ist Motiv dieser Arbeit.

Sicherheit im Kontext der Geschichte der Medizin

Die wissenschaftlich-rationale Medizin etablierte sich im antiken Griechenland. Eine Schlüsselfigur und früher Zeitzeuge war der Arzt Hippocrates. Er wird im Jahr 460 vor Christus auf der Insel Kos in der südlichen Ägäis als Spross einer Asklepiadenfamilie geboren, die seit Generationen den Arztberuf ausübte und ihre genealogischen Wurzeln bis auf die Gottheiten Herakles und Asklepios zurückführte (Golder, 2007, S. 20; Krug, 1993, S. 40, 159). Der Kult des Asklepios als heilender Gott entstand zu einer Zeit, als sich aus der Naturphilosophie die wissenschaftliche Medizin entwickelte (Riethmüller, 2005, S. 21). Damals blühten die Stadtstaaten im alten Griechenland und es entstanden staatliche und städtische Gemeinwesen. So wurden Krankheit, Verletzung und Tod zu einem Zivilisationsproblem, das in den zunehmend enger besiedelten Orten immer sichtbarer wurde. Die Ärzte der Antike konnten nicht in allen Fällen Hilfe leisten. Bei Patienten, deren Erkrankung sie für aussichtslos hielten, lehnten sie sogar jede Behandlung ab (Krug, 1993, S. 120 f.).

Frühe Organisation und Institutionalisierung

Die Therapie fand meist in Tempelanlagen statt, die dem Gott Asklepios geweiht waren. Die dortigen Behandlungsprogramme könnten heutigen Kurkliniken geähneln haben, wobei strittig ist, inwieweit in den Tempeln ernsthafte Medizin stattfand oder hauptsächlich Heilkult betrieben wurde (Riethmüller, 2005, S. 388 ff.). Doch auch wenn die Behandlungspfade und Kurprogramme in heutigen Krankenhäusern sicherlich weit differenzierter und fundierter sind, drängt sich der Vergleich doch ob der reinen Größe der Einrichtungen auf: Das Asklepieion auf Kos hatte beispielsweise die Fläche zweier Fußballfelder und das Asklepieion von Epidauros wurde im Laufe des 4. Jhd. v. Chr. neu gestaltet auf einem Areal von ca. 1,2 km x 820 m Ausmaß und umfasste neben Kultbauten auch Brunnenhäuser, Thermalkomplexe, eine Bibliothek, Gästehäuser für Pilger, ein Geburts- und Sterbehaus sowie diverse weitere Nebenbauten (Riethmüller, 2005, S. 279 f., 364 f.). Angesichts dieser Dimensionen kann davon ausgegangen werden, dass die ärztliche Behandlung schon in der Antike ein hohes Maß an Organisation, Arbeitsteilung, Institutionalisierung und Standardisierung erfahren haben muss.

Die ersten dokumentierten Behandlungsfehler

In diesem Umfeld wirkte der Arzt Hippocrates, heute Urvater und durch den ihm zugeschriebenen Eid auch Vorbild der modernen Ärzte. Hippocrates hat als Wanderarzt nicht

nur große Berühmtheit im Griechenland seiner Zeit erlangt, ihm und seinen Schülern wird auch ein umfangreiches Werk zugeschrieben, das sogenannte Corpus Hippocraticum (Golder, 2007, S. 19 ff.). Darin finden sich Kasuistiken, in denen auch mögliche Behandlungsfehler ausführlich und selbstkritisch niedergeschrieben wurden (Hippocrates, 1934):

Diagnosefehler: „Es entging mir, dass ich den Knochen aufsägen musste. Was meine Überlegungen beirrte, waren die Knochennähte in dem Bereich des Geschossschadens. Erst später wurde mir das klar.“ (Epid V, 27)

Fehlerhafte Maßnahmen: „Die Notwendigkeit, den Knochen aufzusägen, wurde richtig erkannt; aber man sägte nicht so weit aus, wie nötig war, und in dem was zurückblieb, entstand Eiterung.“ (Epid V, 28); „Mir schien, als ob der Arzt beim Herausziehen des Holzes ein Stück des Spießes unter dem Zwerchfell zurückgelassen habe.“ (Epid V, 95)

Falsche oder unterlassene Maßnahmen: „Mir schien, dass er länger gelebt hätte, wenn der Arzneitrank weniger scharf gewesen wäre.“ (Epid V, 15); „Man glaubte, dass sie unter allen Umständen sterben musste; allein keineswegs wäre sie gestorben, wenn sie kaltes Wasser solange getrunken hätte, bis Erbrechen eingetreten wäre.“ (Epid V, 19)

Zu spät durchgeführte Maßnahmen: „(...) sie hätte man, falls es einem Arzt möglich gewesen wäre, sofort ausräumen müssen mit austrocknenden Arzneimitteln, solange der Kranke noch einige Kraft hatte.“ (Epid V, 26)

Behandlungsfehler der Gegenwart

Die 3.981 festgestellten Fälle, die der Medizinische Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen (MDS) für das Jahr 2018 in seiner Statistik zur Behandlungsfehler-Begutachtung führt, umfassen dieselben Kategorien, die schon vor über 2.000 Jahren Hippocrates hätte anlegen können (MDS, 2019, S. 22): Maßnahme fehlerhaft durchgeführt (42 %), Maßnahme nicht durchgeführt (37 %), Maßnahme zu spät durchgeführt (12%), Falsche Maßnahme durchgeführt (6%).

Die Folgen dieser Fehler werden jedes Jahr aufs Neue in der Öffentlichkeit diskutiert. Im August 2018 veröffentlichte das Aktionsbündnis Patientensicherheit (APS) ein Weißbuch Patientensicherheit (Schrappe, 2018). Darin wurde die Epidemiologie von Fehlerfolgen in Krankenhäusern weiter untermauert. Anders als die Statistik des MDS wurden darin nicht nur die gemeldeten und begutachteten Behandlungsfehler aufgenommen, sondern es wurde das Auftreten von vermeidbaren unerwünschten Ereignissen bis hin zur Mortalität auf die Gesamtheit der Krankenhauspatienten betrachtet. Im Weißbuch des APS wird festgestellt:

„Vermeidbare (auf Fehler zurückzuführende) unerwünschte Ereignisse treten jährlich bei zwischen 400.000 und 800.000 Krankenhauspatienten auf. Die in Deutschland vom Aktionsbündnis Patientensicherheit vertretene Angabe einer vermeidbaren Mortalität von 0,1% ist belastbar und entspricht bei rund 20 Mill. Krankenhauspatienten einer vermeidbaren Mortalität von 20.000 Patienten pro Jahr, bei 420.000 Sterbefällen ist also ca. jeder 20. Sterbefall im Krankenhaus in Deutschland als vermeidbar (auf einen Fehler zurückführbar) einzustufen.“ (Schrappe, 2018, S. 13).

Auch international ist heute anerkannt, dass Patientensicherheit eine drängende Herausforderung für alle Gesundheitssysteme ist. Ein Bericht der OECD aus dem Jahr 2018 wird plakativ und vergleicht die Folgen von Patientenschäden alleine für den präklinischen und ambulanten Bereich mit denen von Malaria und Tuberkulose (OECD, 2018, S. 40 Rn. 132).

Hierarchie und Teamarbeit

Der Arzt Hippocrates wusste um die Herausforderung richtiger Diagnose und Entscheidungsfindung in der Behandlung und gab eine Art Leitsatz für die Patientensicherheit vor:

„Du musst das Vergangene sammeln, das Gegenwärtige erkennen, das Zukünftige vorhersehen, dies alles erwägen. In den Erkrankungen musst Du für zweierlei Sorge tragen: nützen oder wenigstens nicht schaden!“ (Hippocrates, 1934, S. 28, Erstes Buch, Punkt 11)

Doch im Corpus Hippocraticum finden sich nicht nur einige Beispiele für einen reflektierten Umgang mit Behandlungsfehlern. Auch das Rollenmodell des Arztes und seiner Gehilfen ist klar zu erkennen. Ein Zitat aus dem Buch „Die ärztliche Werkstätte“ im Corpus Hippocraticum beschreibt, was die Aufgabe der Gehilfen ist, dass sie zu schweigen haben und auf den Arzt horchen sollen:

„Die um den Kranken herumstehenden (Gehilfen) sollen den Teil, der behandelt wird, gut hinhalten, wie es (dem Arzt) gut scheint, den übrigen Körper sollen sie aber festhalten, damit er ganz in Ruhe ist, dabei sollen sie schweigen und auf den leitenden (Arzt) horchen.“ (Hippocrates, 1938, S. 15)

Dieses Modell von Hierarchie und Teamarbeit zu verändern hat sich zweieinhalb tausend Jahre später zu einem Schlüsselement herausgestellt, um die Zahl der Behandlungsfehler zu reduzieren.

Sicherheit im Kontext der Geschichte der Luftfahrt

Verglichen mit 25 Jahrhunderten Medizingeschichte ist die Luftfahrt ein junges Fachgebiet. Mit dem Beginn der professionellen Luftfahrt setzte sich im frühen 20. Jahrhundert eine Kaskade von ingenieurstechnischen Errungenschaften, wagemutigen Leistungen, aber auch tragischer Unglücke in Gang (Klussmann & Malik, 2007, S. 378).

Internationale Koordination und Standardisierung

Schon im Jahr 1919 wurden erste nationale und internationale Passagierverbindungen aufgenommen, im Jahr 1920 wurde die Vorgängerorganisation der International Air Traffic Association (IATA) als Zusammenschluss von Luftverkehrsgesellschaften in Den Haag gegründet (Haslinger, 1926, S. 148). Nachdem im Jahr 1922 über Frankreich zwei Flugzeuge kollidierten, wurden Korridore für den Flug in bestimmte Richtungen definiert und damit die internationalen Luftfahrstraßen begründet (Klussmann & Malik, 2007, S. 381).

Heute hat die IATA den Zweck, weltweit sichere und zuverlässige Luftverkehrsdienste sicherzustellen. Dazu bestimmen internationale Organisationen IATA und European Aviation Safety Agency (EASA) die Standards für Airlines und deren Personal. Dazu gehören verpflichtende Trainings in Teamwork und Kommunikation für alle Crew Mitglieder (European Aviation Safety Agency, 2018).

Human Factors und Betriebssicherheit

Der Anstoß, die Kommunikation und hierarchieübergreifende Zusammenarbeit im Team in den Fokus zu stellen, kam vor etwa 40 Jahren. Im Juni 1979 trafen sich Vertreter von Airlines, Regierungsbehörden und Forscher zu einem „NASA-Industry Workshop“ in San Francisco, um über die Sicherheit in der Luftfahrt zu diskutieren. Robert Helmreich hielt als Sozialpsychologe

und ehemaliger Navy Offizier einen Vortrag mit dem Titel „Social Psychology on the Flight Deck“ (Helmreich, 1979). Er brachte darin die Idee auf, dass die Leistung einer Flugzeug Crew eine Frage des (Crew) Ressourcen-Managements sei. Sein Punkt war klar und neuartig: Flugzeugcrews sollten Teamtrainings durchlaufen, um sich auf kritische Situationen vorzubereiten. Die Rolle des Captains in nicht-routine Situationen sollte sein, den Überblick zu behalten und die Ressourcen der Crew zu koordinieren, anstatt sich selber in Detailtätigkeiten und Multitasking zu binden.

Auf diesen Vortrag werden heute die Programme für Crew Resource Management zurückgeführt. Ein Kernelement der Sicherheit in der modernen Luftfahrt sind die Einbeziehung von Human Factors in das Design von Technologie genauso wie in die Gestaltung von Organisationsabläufen. Hinter dem Begriff Human Factors tut sich ein interdisziplinäres Feld auf, das sich aus Ingenieurwissenschaften, Arbeits- und Organisationslehre und Kognitionspsychologie speist (Russ et al., 2013). Ziel ist es, die Leistung eines Systems zu verbessern und ungewollte Schadensfälle zu vermeiden. Dabei werden die Zusammenhänge von Arbeitsumfeld, Organisation und Aufgabengestaltung in Kombination mit individuellen menschlichen Eigenschaften betrachtet, inwieweit diese Faktoren das Verhalten am Arbeitsplatz bestimmen und sich auf Gesundheit und Sicherheit auswirken können (Health and Safety Executive, 2007).

Übergeordnete Fragestellung dieser Arbeit

Die Sicherheit ihrer Patienten war nachweislich schon den Ärzten in der Antike ein Anliegen. Doch auch heute noch ist Patientensicherheit ein drängendes und ebenso ungelöstes Problem für alle Gesundheitssysteme der Welt. Die Luftfahrt blickt auf eine vergleichsweise junge Geschichte – dennoch hat diese Branche es geschafft, ein Vorbild für die Betriebssicherheit zu werden.

In nur etwa 100 Jahren hat die Luftfahrt sich als Technologie und Branche etabliert und rasant so professionalisiert, dass Airlines als Beispiel für High-Reliability-Organisations (HRO) dienen. Als HRO gelten solche Organisationen, die, obwohl sie selbst komplex und dynamisch aufgebaut sind und unter Zeitdruck operieren müssen, diesen Betrieb langfristig aufrechterhalten können, ohne, dass es zu katastrophalen Fehlern kommt (Reason, 2000). Die Verlässlichkeit dieser Organisationen ist dabei ein „dynamisches Nicht-Ereignis“, also ein Zustand, der sich laufend anpasst und unsichtbar bleibt in dem Sinne, dass die Akteure gar nicht wissen, wie viele Fehler sie gemacht haben könnten aber nicht haben (Weick, 1987). Die 290 Airlines aus 120 Ländern, die in der IATA organisiert sind, haben im Jahr 2017 zusammen 4,1 Milliarden Reisende – im Äquivalent mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung – ohne fatale Unfälle befördert (International Air Transport Association, 2018).

Derweil scheint die Quote an Fehlern und fatalen Patientenschäden in der Medizin alleine in Deutschland um Potenzen höher zu liegen. Der Medizinische Dienst des Spitzenverbandes der Krankenkassen (MDS) untersuchte im Kalenderjahr 2018 insgesamt 14.133 Behandlungsfehlervorwürfe und stellte in 107 Fällen durch Sachverständigengutachten fest, dass der Behandlungsfehler kausal für die Todesfolge war. Schon in der Einleitung weist der Bericht des MDS darauf hin, dass wissenschaftliche Untersuchungen nahelegen, dass die Anzahl der tatsächlich stattfindenden Fehler bei medizinischer Behandlung die Anzahl der daraus folgenden Vorwürfe um ein Vielfaches übersteigen (MDS, 2019).

Der Vorsitzende der Ständigen Konferenz der Gutachterkommissionen und Schlichtungsstellen der Bundesärztekammer konstatierte 2018:

„Risikofaktor Mensch (...) überall wo Menschen arbeiten – wo sie miteinander kommunizieren und interagieren – passieren Fehler. Nur sind die Auswirkungen in der Medizin mitunter besonders gravierend.“ (Crusius, 2018)

Fast wortgleich hätte dieses Zitat auch aus den 1980er Jahren stammen können, als die Human Factors Forschung und Teamtrainings zum Schlüssel zur Sicherheit in der Luftfahrt wurden. Dieser Gedanke ist der Ausgangspunkt und die übergeordnete Fragestellung dieser Arbeit: Wie können Praktiken aus High Reliability Organisations im Bereich der Luftfahrt auf die Medizin übertragen werden?

In der Luftfahrt ist ein Schlüsselement der Sicherheit das sogenannte Crew Resource Management als Oberbegriff für eine Reihe von psycho-sozialen Methoden und Praktiken für das Teammanagement. Gerade im Healthcare Bereich ist der Bedarf offensichtlich, die kognitive und physische Arbeit von medizinischen Fachkräften zu unterstützen und die Qualität und Sicherheit der Patientenversorgung zu steigern (Russ et al., 2013). Die übergeordnete Fragestellung wird im Rahmen dieser Dissertation deshalb in zwei Forschungsfragen konkretisiert und bearbeitet:

- Was genau verbirgt sich hinter dem Begriff “Crew Resource Management Training” im medizinischen Kontext?
- Lassen sich Team Training Interventionen auf eine Größeneinheit reduzieren, in der die Intervention und ihre Effekte sich soweit standardisieren bzw. isolieren lassen, dass sie wiederholbar und beobachtbar werden?

Übersicht der Studien

In drei Forschungsarbeiten wurden die Fragen untersucht. Kernaspekte der Studien sind im Folgenden zusammengefasst.

Simparteam

Im Jahr 2012 wurden an sieben Krankenhäusern in Bayern Simulationstrainings in geburtshilflichen Abteilungen durchgeführt, Titel des Projekts war „simparteam“. Das Trainingsprogramm sollte dazu beitragen, Behandlungsschäden im Zusammenhang mit Geburten zu reduzieren. Die ausführliche Evaluation dieser Maßnahme war der Beginn der Forschung, die im Rahmen dieser Dissertation vorgelegt wird.

Das Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V. hatte in einer Analyse von 800 Geburtsschäden wiederkehrende Fehlerquellen identifiziert, die einerseits die fachliche Qualifikation des Personals betrafen, etwa Fehlinterpretationen diagnostischer Mittel, insbesondere von Kardiotokografie (CTG) Aufzeichnungen, andererseits auch Faktoren des Arbeitsumfelds wie unklare Verfahrensabläufe und Störungen in der Kommunikation. Daraus wurde ein Trainingsprogramm entwickelt, das technische Skills adressiert, z.B. CTG Interpretation und Erstversorgung von Neugeborenen, aber auch Notfallmanagement in medizinischen Teams, z.B. Verfahrensabläufe und CRM-Aspekte wie Kommunikation und Kooperation. Als Format wurden Simulationstrainings gewählt, bei denen die Teilnehmer Situationen realitätsnah an Patientensimulatoren erleben können.

Begleitend zu der Trainingsintervention wurden in den sieben teilnehmenden Krankenhäusern Mitarbeiter zu mehreren Zeitpunkten vor und nach den Trainings befragt, um die Maßnahme auszuwerten. Die Evaluation wurde als ausführlicher Bericht an die Projektpartner verfasst und in kondensierter Version unter dem Titel *Evaluation of simparteam – a needs-orientated team training format for obstetrics and neonatology* im Journal of Perinatal Medicine veröffentlicht (Zech et al., 2017).

Zusammengefasst zeigte sich insgesamt ein positiver Effekt hinsichtlich der technischen und Teammanagement Skills der Teilnehmer, welcher auch sechs Monate nach dem Training in der letzten Nachbefragung noch zu beobachten war. Die Auswertung der offenen Fragen für den Projektbericht hingegen war widersprüchlich: bei den Befragungen vor den Trainings bezogen sich die häufigsten Nennungen zu notwendigen Maßnahmen zur Steigerung der Patientensicherheit auf Kommunikation, Fortbildung und angemessene Personalstärke. Diese Einschätzung blieb sechs Monate nach dem Training unverändert. Die Nachbefragung zeigte jedoch, dass die tatsächlich umgesetzten Maßnahmen vor allem Standards oder Leitlinien und bauliche oder technische Maßnahmen waren. Dies war ein Hinweis, dass die Mitarbeiter einen Zusammenhang zwischen der Personalstärke und der Patientensicherheit in ihrer Abteilung gesehen haben. Jedoch wurden nach den simparteam Pilottrainings scheinbar Maßnahmen ergriffen, die durch einen einmaligen und überschaubaren Aufwand umsetzbar waren – aber nicht den Handlungsfeldern entsprachen, die von den Mitarbeitern am häufigsten genannt wurden (Zech et al., 2014, S. 31).

Insgesamt betrachtet wurde die Patientensicherheit auf Ebene der Arbeitsumgebung nach der simparteam Intervention als höher eingeschätzt als vorher. Bei zwei der sieben Krankenhäuser war der Effekt jedoch gegenläufig, die Beurteilung der Arbeitsumgebung fiel hier nach dem Training sogar schlechter aus. Diese Unterschiede ließen sich aus den Studiendaten nicht begründen. Während der Auswertung der Daten entstand die Vermutung, dass die simparteam Trainings Mitarbeiter für Mängel in ihrer Arbeitsumgebung sensibilisiert haben könnten und da organisationale Veränderungen in den zwei Krankenhäusern möglicherweise ausgeblieben sein könnten, fielen diese Probleme bei der Befragung nach dem Training stärker ins Gewicht.

Systematisches Review von CRM Interventionen

Die Unterschiede der Krankenhäuser in Arbeitsumgebung und Sicherheitskultur, die in der Evaluierung der Simparteam Trainings zutage traten, waren der Anstoß für weitere Forschung. Die CRM Intervention im Rahmen des simparteam Programms war individuell konstruiert worden, um spezifische Teamwork- und Kommunikationsdefizite zu adressieren, die in den Behandlungsfehlerauswertungen identifiziert worden waren. Um der Vermutung auf den Grund zu gehen, dass viele andere Forscher ebenso spezifische und selbstkonstruierte Interventionen unter dem Begriff CRM zusammenfassen und publizieren, wurde ein systematisches Review der Forschungsliteratur zu CRM Trainings im Healthcare Bereich konzipiert und durchgeführt. Ziel des Reviews war es herauszufinden, was im Detail die Inhalte und Formate von CRM Trainings im Healthcare Kontext sind. Dazu wurden 61 Interventionen anhand eines Systematischen Reviews nach den Vorgaben des PRISMA Statements analysiert (Liberati et al., 2009). Anknüpfend an die Erkenntnisse aus der simparteam Evaluation wurde zudem eine Metaanalyse durchgeführt, die speziell solche Publikationen als Subsample einschloss, die auch organisationale Maßnahmen neben den Trainingsinterventionen beschreiben.

Das systematische Review zeigte deutlich, dass der Themenkreis Crew Resource Management im Gesundheitswesen sehr weit gefasst und nicht trennscharf definiert ist. Selbst die Trainingsformate variieren stark zwischen halbtägigen theoretischen Schulungen und mehrtägigen Simulationstrainings, die Teilnehmerzahlen zwischen fünf und fünfzehn Teilnehmern, die Methoden sind vielfältig und nur unzureichend beschrieben.

Für die Meta Analyse konnte ein Subsample von 16 Studien identifiziert werden, die von dedizierten Change Management Maßnahmen neben der CRM Trainingsintervention berichtet haben. Allerdings haben nur vier davon die Daten publiziert, die zur Berechnung einer Meta Analyse erforderlich sind. Für diese Studien zeigte sich allerdings eine große Effektstärke für die Veränderung der Einstellung der Teilnehmer nach einem CRM Training. Das unterstützt die Vermutung, dass CRM Trainings ihre Wirkung verstärken können, wenn die Intervention nicht auf ein Training isoliert bleibt, sondern auch in Maßnahmen eingebettet werden, die das Arbeitsumfeld nach Human Factors Gesichtspunkten gestalten.

Konsequenz der schlechten Datenqualität war, dass die Untersuchung zwar als Meta Analyse konzipiert und durchgeführt wurde, sich im Ergebnis jedoch nur als systematisches Review publizieren ließ, das eine ausgeprägte qualitative und quantitative Analyse der Forschung zu CRM Interventionen im Healthcare Bereich bietet. Die Metaanalyse konnte schließlich mangels Studienqualität der CRM Literatur nicht in die Publikation *Crew Resource Management training in healthcare: A systematic review of intervention design, training conditions and evaluation* im BMJ Open aufgenommen werden (Gross et al., 2019a).

Das 15 Minuten CRM Experiment

Die Erkenntnis der mangelnden Standardisierung und Vergleichbarkeit von CRM Interventionen war der Ausgangspunkt für die dritte Untersuchung im Rahmen dieser Dissertation: Wenn das gesamte Gebilde unscharf ist – ist es wenigstens möglich, ein einzelnes Trainingsinkrement so eng zu fassen, dass es standardisierbar und kontrollierbar ist? Das Studienkonzept „15 min CRM“ isoliert dazu eine CRM Lerneinheit in drei Teile von je fünf Minuten Dauer: 1) Theoretischer Lehrinhalt 2) Praktische Übung im Simulator 3) Debriefing. Jeder Bereich ist in sich wiederum klar definiert. Der theoretische Lehrinhalt wird als Lehrvideo vorgeführt, die praktische Übung im Simulator folgte einem Drehbuch und das Debriefing wurde anhand eines strukturierten Fragebogens bzw. Leitfadens durchgeführt.

Für die Studie durchliefen 129 Teilnehmer das Trainingsprogramm. Während die Interventionsgruppe ein unter didaktischen Gesichtspunkten produziertes Lehrvideo sah, bekam die Kontrollgruppe die Videoaufzeichnung des entsprechenden Teils einer Vorlesung zu sehen, die regelmäßig im Rahmen der Lehrevaluationen gut bewertet wird. Anschließend durchliefen beide Gruppen die identische Simulation einer medizinischen Behandlungssituation und ein ebenso identisches Debriefing. Die Ergebnisse zeigen, dass die Interventionsgruppe einen signifikant höheren Anteil des Trainingsinhalts schon im Simulator anwandte und sich auch nach zwei Wochen im Vergleich noch besser daran erinnern konnte. Die Studie wurde unter dem Titel *Microlearning for Patient Safety: Crew Resource Management Training in 15-Minutes* in PLOS One veröffentlicht (Gross et al., 2019b).

Die Ergebnisse lassen sich in zweierlei Hinsicht interpretieren. Zum einen zeigten sie, wie der Einsatz von Microlearning Interventionen, in diesem Fall kurze und professionell produzierte Lehrvideos, den Lernerfolg im Bereich Patientensicherheit deutlich steigern können im Vergleich zu dem, was heute als gute Lehre gilt. Zum anderen ist die erfolgreiche und 42-fache Durchführung des Experiments ein „Proof of Concept“, der die Praktikabilität von kurzen, in diesem Fall auf nur 15 Minuten beschränkten, Interventionen für patientensicherheitsrelevante Ausbildung nahelegt. Aus solchen Kurzformaten könnte eine Reihe von Modulen entwickelt werden, die jeweils so leichtgängig sind, dass sie den regulären Stationsbetrieb in Krankenhäusern nicht beeinflussen müssen. Im Gegensatz zu den aktuell üblichen Ganztagesformaten für CRM Trainings müsste für solche Microlearning Trainings das Personal nicht komplett freigestellt und der Dienstplan verändert werden, die Interventionen ließen sich einfach in den täglichen Medizinbetrieb integrieren.

Zusammenfassung

Diese Arbeit ist entstanden in einer Zeit, in der die Bedeutung von Patientensicherheit im Bewusstsein von Betreibern medizinischer Versorgungsstrukturen wächst, befeuert von wachsender Aufmerksamkeit in Politik und Gesellschaft. Das Thema Crew Resource Management kann heute im Licht von zwei Herausforderungen betrachtet werden, denen sich medizinische Infrastrukturen stellen müssen. Zum einen ist CRM ein Konzept des Fehlermanagements, um Fehler primär zu vermeiden und auch sekundär solche Fehler, die nicht vermieden werden konnten, noch einzufangen, bevor sie sich zu fatalen Ereignissen durchschlagen. Zum anderen kann CRM als Konzept des Ressourcenmanagements verstanden werden, um Personal, Fähigkeiten und Wissen am konkreten Patienten optimal zu nutzen und darüber hinaus Personalmotivation und -gesundheit dauerhaft aufrechtzuerhalten.

Die simparteam Studie evaluierte einen induktiven Ansatz, bei dem aus Fehlerregistern eine Ausbildungsmaßnahme entwickelt und an sieben Krankenhäusern mit 270 Teilnehmern durchgeführt wurde. Die Evaluation dieser Trainings zeigte, dass sich die Effekte eines umfangreichen Trainingsprogramms schwer isolieren lassen und weitere, im didaktischen Setting unkontrollierbare Faktoren, betrachtet werden müssen. So entstand die Idee, CRM Trainings in Module zu zerlegen und auf eine Auflösungsgröße zu reduzieren, die es erlaubt, Lehrinhalte und Lehrmethoden zu kontrollieren und damit für Evaluierung und Optimierung zu öffnen.

Durch das systematische Review der Literatur wurde eine wichtige theoretische Grundlagenfrage bearbeitet: Was ist Bestandteil von CRM Trainings im medizinischen Kontext? Das Review von 61 CRM Interventionen förderte eine Vielfalt von uneinheitlichen Inhalten und Methoden zutage. Es zeigte auch eine stark verbesserungswürdige Praxis der Berichterstattung solcher Interventionen.

Die Studie 15 min CRM lieferte schließlich einen experimentellen Beweis, dass eine Ableitung der großen CRM Konzepte bis hin zu einer modularen und standardisierbaren Trainingsform in Microlearning Inkrementen möglich ist. Dazu durchliefen 129 Probanden eine standardisierte Intervention von insgesamt nur 15 Minuten Dauer. Auf Ebene solcher überschaubarer Microlearning Module könnte eine Auflösungsgenauigkeit erreicht sein, die es erlaubt, Effekte, Nutzen und Aufwand solcher Trainings auszutarieren.

Der Blick auf die Entwicklung der Unfallstatistik und Ausbildungsregularien der Luftfahrt zeigt, dass Teamtrainings ein integraler Teil der Betriebssicherheit in komplexen und risikobehafteten Organisationen sind. Doch ohne Weiteres lassen sich Methoden wie CRM Trainings nicht von einer in die andere Domäne transferieren. Die hier berichtete Reihe von Untersuchungen leistet einen Beitrag zu der Herausforderung, Trainingsformate zu adaptieren. Jedoch ist das nur einer der Aspekte, die für eine erfolgreiche Adaption betrachtet werden müssen: Die Frage der organisationalen Voraussetzungen für erfolgreiches CRM im medizinischen Alltag konnte nur peripher angesprochen werden. Ebenso müssen weitergehende Fragen adressiert werden, etwa die Schnittstellen von organisationalen und juristischen Bedingungen der Patientensicherheit (z.B. zur Frage des Organisationsverschuldens im Krankenhaus, siehe Gross & Kucharz, 2018) oder der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen von Teamtrainings (siehe z.B. Rampel, Gross, Zech, & Prückner, 2018).

Die Herausforderung der Patientensicherheit in der medizinischen Behandlung ist so alt wie die Medizin selbst – das hat der weite Rückblick ins Corpus Hippocraticum gezeigt. Sie scheint heute in einem medizinischen Versorgungssystem, das unter vielen Einflüssen und unter großem Veränderungsdruck steht, noch größer. Ein Lösungsbeitrag kann von Praktiken und Trainingsprogrammen für Luftfahrtteams kommen, dank derer die fatalen Fehler in der kommerziellen Luftfahrt nahezu eliminiert werden konnten. Diese CRM Konzepte können für medizinische Teams adaptiert werden. Bedingung ist, dass die Anpassung der Konzepte überlegt erfolgt und die Mittel der Implementierung auf die besonderen Anforderungen des Medizinbetriebs angepasst werden.

Summary

This work has evolved during a time of growing awareness for patient safety in hospitals and medical care structures, fuelled by growing attention in politics and society. Crew Resource Management can be seen in the light of two challenges. On the one hand, CRM is a concept of error management, striving to avoid errors on the first place and to capture those errors that could not be avoided, before they become fatal events. On the other hand, CRM can be understood literally as a concept of resource management in order to optimally utilize personnel, skills and knowledge for the specific patient and to maintain employee motivation and health in the long term.

The simparteam study showed an inductive approach, in which a training intervention was developed from error registries and was carried out at seven hospitals with 270 participants. The evaluation of the training demonstrated how difficult it can be to isolate the effects of an extensive training programme and that additional factors must be considered that cannot be controlled in the sheer didactic setting of a training intervention. This led to the idea of breaking CRM training down into modules and reducing them to a resolution size that would allow content and methods to be controlled and thus opened up for evaluation and optimisation.

Through the systematic review of the literature, an important theoretical basis was addressed: What are the contents of CRM trainings in a medical context? The review of 61 CRM interventions revealed a variety contents and methods. It also showed a practice of reporting such interventions that should be improved.

The study "15 min CRM" finally provided experimental proof that a derivation of large CRM concepts down to modular and standardized training bits in microlearning increments is possible. For this study, 129 participants underwent a standardized intervention of only 15 minutes duration. At the level of such manageable microlearning modules, a resolution accuracy could be achieved that allows the effects, benefits and effort of such training to be managed.

The development of accident statistics and training regulations in aviation shows that team training must be an important part of operational safety in complex and risk-carrying organisations. However, methods such as CRM training cannot easily be transferred from one domain to another. The series of studies reported here contributes to the challenge of adapting training formats. However, this is only one of the aspects that must be considered for successful adaptation: The question of the organizational prerequisites for successful CRM in medical routine could only be addressed peripherally. Further questions should also be addressed, such as the interfaces between organisational and legal conditions of patient safety (e.g. on the question of organisational failures and liability in hospitals, see Gross & Kucharz, 2018) or the economic framework of team training (e.g. Rampel, Gross, Zech, & Prückner, 2018).

The challenge of patient safety in medical treatment dates back to the historical roots of medicine. It seems even greater today in a medical care system that is under many influences and under great pressure to change. A solution can come from practices and training programs for aviation teams that have virtually eliminated the fatal errors in commercial aviation. These CRM concepts can be adapted for medical teams. The prerequisite is that the adaptation is carefully considered, and that the implementation is adapted to the special requirements of the medical domain.

Veröffentlichungen

Veröffentlichung 1 – Evaluation of simparteam

Zech, A., Gross, B., Jasper-Birzele, C., Jeschke, K., Kieber, T., Lauterberg, J., Lazarovici, M., Prückner, S., ... Singer, I. (2017). **Evaluation of simparteam – a needs-orientated team training format for obstetrics and neonatology.** Journal of Perinatal Medicine, 45(3), 333-341.
DOI: 10.1515/jpm-2016-0091

Veröffentlichung 2 – Crew resource management training in healthcare

Gross, B., Rusin, L., Kiesewetter, J., Zottmann, J. M., Fischer, M. R., Prückner, S., & Zech, A. (2019). **Crew resource management training in healthcare: a systematic review of intervention design, training conditions and evaluation.** BMJ Open, 9(2), e025247.
DOI: 10.1136/bmjopen-2018-025247

Veröffentlichung 3 – Microlearning for patient safety

Gross, B., Rusin, L., Kiesewetter, J., Zottmann, J. M., Fischer, M. R., Prückner, S., & Zech, A. (2019). **Microlearning for patient safety: Crew resource management training in 15-minutes.** PLOS ONE, 14(3), e0213178.
DOI: 10.1371/journal.pone.0213178

(Leerseite)

Literaturverzeichnis

Crusius, A. (2018, April). *Statement Prof. Dr. Andreas Crusius, Vorsitzender der Ständigen Konferenz der Gutachterkommissionen und Schlichtungsstellen und Präsident der ÄK Mecklenburg Vorpommern zur Pk der Bundesärztekammer „Fehlerhäufigkeiten und Fehler. Statement gehalten auf der Pressekonferenz der Bundesärztekammer „Fehlerhäufigkeiten und Fehlerursachen in der Medizin“, Berlin. Abgerufen von <https://www.bundesaerztekammer.de/patienten/gutachterkommissionen-schlichtungsstellen/behandlungsfehler-statistik/2018/crusius/>*

European Aviation Safety Agency. *Commission Regulation (EU) No 965/2012 on air operations in combination with AMC1 ORO.FC.115.* , (2018).

Golder, W. (2007). *Hippokrates und das Corpus Hippocraticum: Eine Einführung für Philologen und Mediziner.* Würzburg: Königshausen & Neumann.

Gross, B., & Kucharz, N. (2018). Organisationsverschulden in Krankenhäusern: Systematisierung von Pflichten der sorgfältigen Organisation. *Medizinrecht*, 36(3), 143–155. <https://doi.org/10.1007/s00350-018-4857-4>

Gross, B., Rusin, L., Kiesewetter, J., Zottmann, J. M., Fischer, M. R., Prückner, S., & Zech, A. (2019a). Crew resource management training in healthcare: A systematic review of intervention design, training conditions and evaluation. *BMJ Open*, 9(2), e025247. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-025247>

Gross, B., Rusin, L., Kiesewetter, J., Zottmann, J. M., Fischer, M. R., Prückner, S., & Zech, A. (2019b). Microlearning for patient safety: Crew resource management training in 15-minutes. *PLOS ONE*, 14(3), e0213178. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213178>

Haslinger, F. (1926). Zur Neuregelung der deutschen Handelsluftfahrt. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 24, 138–157.

Health and Safety Executive (Hrsg.). (2007). *Reducing error and influencing behaviour* (2. ed., reprinted). Sudbury: HSE Books.

Helmreich, R. L. (1979). Social Psychology on the Flight Deck. *Resource Management on the Flight Deck, NASA Conference Publication 2120*, 17–30. NASA.

Hippocrates. (1934). Die epidemischen Krankheiten (Die Volkskrankheiten) in sieben Büchern. In R. Kapferer (Übers.), *Die Werke des Hippokrates: Die hippokratische Schriftensammlung in neuer deutscher Übersetzung. Teil 12: Die epidemischen Krankheiten (Die Volkskrankheiten) in sieben Büchern.* Stuttgart: Hippokrates-Verlag.

Hippocrates. (1938). Die ärztliche Werkstätte. In R. Kapferer (Übers.), *Die Werke des Hippokrates: Die hippokratische Schriftensammlung in neuer deutscher Übersetzung. Teil 21: Die ärztliche Werkstätte, Die Wunden, Die Verletzungen am Kopf, Die Hämorrhoiden, Die (Mastdarm-)Fisteln, Die Knochenbrüche.* Stuttgart: Hippokrates-Verlag.

International Air Transport Association (Hrsg.). (2018). *IATA Annual Review 2018.* Abgerufen von <https://www.iata.org/publications/Documents/iata-annual-review-2018.pdf>

Klussmann, N., & Malik, A. (2007). *Lexikon der Luftfahrt* (2., aktualisierte und erw. Aufl). Berlin ; New York: Springer.

Krug, A. (1993). *Heilkunst und Heilkult: Medizin in der Antike*. München: Beck.

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gotzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., ... Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: Explanation and elaboration. *BMJ*, 339(jul21 1), b2700–b2700. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2700>

MDS. (2019). *Jahresstatistik 2018: Behandlungsfehler-Begutachtung der MDK-Gemeinschaft*. Essen: Medizinischer Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen e.V. (MDS).

OECD (Hrsg.). (2018). *The economics of patient safety in primary and ambulatory care: Flying blind* (OECD Health Working Papers Nr. 106). <https://doi.org/10.1787/baf425ad-en>

Rampel, T., Gross, B., Zech, A., & Prückner, S. (2018). Simulation centres in German hospitals and their organisational aspects: Expert survey on drivers and obstacles. *GMS Journal for Medical Education*, 35(3). <https://doi.org/10.3205/zma001186>

Reason, J. (2000). Human error: Models and management. *BMJ: British Medical Journal*, 320(7237), 768.

Riethmüller, J. W. (2005). *Asklepios: Heiligtümer und Kulte*. Heidelberg: Verlag Archäologie und Geschichte.

Russ, A. L., Fairbanks, R. J., Karsh, B.-T., Militello, L. G., Saleem, J. J., & Wears, R. L. (2013). The science of human factors: Separating fact from fiction. *BMJ Quality & Safety*, 22(10), 802–808. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2012-001450>

Schrappe, M. (2018). *APS-Weißbuch Patientensicherheit: Sicherheit in der Gesundheitsversorgung: neu denken, gezielt verbessern* (Aktionsbündnis Patientensicherheit, Hrsg.). Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.

Weick, K. E. (1987). Organizational culture as a source of high reliability. *California management review*, 29(2), 112–127.

WHO - World Health Organisation. (2011). *Patient Safety Curriculum Guide Multiprofessional Edition*.

Zech, A., Gross, B., Jasper-Birzele, C., Jeschke, K., Kieber, T., Lauterberg, J., ... Singer, I. (2017). Evaluation of simparteam – a needs-orientated team training format for obstetrics and neonatology. *Journal of Perinatal Medicine*, 45(3). <https://doi.org/10.1515/jpm-2016-0091>

Zech, A., Gross, B., Urban, B., Sandmeyer, B., Lazarovici, M., & Prueckner, S. (2014). *Effekte von Simulationstrainings auf die Patientensicherheit in der Geburtshilfe [Effects of Simulation Trainings on Patient Safety in Neonatology]*. Munich: Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM) des Klinikums der Universität München.

Danksagung

Zwerge auf den Schultern von Riesen. So baut diese Arbeit auf der Leistung vieler Forscher und Vordenker auf, die das Thema CRM in der Medizin entwickeln und professionalisieren. Dieses Gleichnis gilt auch für eine besondere Gruppe von Menschen, mit denen ich die letzten Jahre gemeinsam forschen durfte.

Alexandra Zech, die gleichsam Sparringspartnerin und Ergänzung für mich geworden ist. Mit ihr wurde die Forschungszeit zu einer persönlichen Entdeckungs- und Entwicklungsreise und ich bin froh, dabei auch eine gute Freundin gewonnen zu haben.

Stephan Prückner, der mir am Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM) eine einzigartige Kombination aus Gelegenheit, Ressourcen und Umfeld zur Verfügung gestellt hat, in dem ich meinen Forschungsinteressen frei folgen durfte. Dieses einzigartige Umfeld wurde auch ermöglicht von Peter Conzen, der mir als formaler Betreuer dieser Arbeit ein hohes Maß an Vertrauen geschenkt hat, das ich hoffe zu erfüllen.

Jan Zottmann, Jan Kiesewetter und Martin Fischer, die als Team vom Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin (DAM) mit uns eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe zwischen den beiden Instituten INM und DAM gebildet haben. So konnten wir Aspekte der medizinischen Versorgung im vollen Kontext von Psychologie, Didaktik, Organisations- und Rechtswissenschaften betrachten. In dieser Gruppe konnten wir konzipieren, diskutieren, hadern und immer wieder neu konzipieren, so dass am Ende zwei wunderbare Untersuchungen entstanden sind, die in ihrer Art einzigartig sind.

Leonie Rusin, die mit Fleiß und Disziplin unsere Arbeiten an einigen Stellen entscheidend vorangetrieben hat. Ihre große Stärke zu zweifeln und kritisch zu hinterfragen hat nicht nur unsere Forschung zu höherer Qualität gebracht, sondern lässt sie selber auch zu einer guten Ärztin werden.

Besonders dankbar bin ich auch Carolin Braun, die jede Seite meiner Publikationen in den letzten Jahren mehrfach korrektur gelesen und durch wertvolles Feedback immer weiter verbessert hat. Ohne ihre Zuversicht und ihren großartigen Humor hätte ich niemals fünf Jahre an einer kumulativen Dissertation gearbeitet.