

Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin,
Institut der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. med. Martin Fischer



**Relevanz und Prävalenz von Diagnosefehlern in der medizinischen
Ausbildung aus Expertensicht verglichen mit einer
studentischen Stichprobe**

Dissertation

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

vorgelegt von

Jakob Ringwald

2022

Mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität München

Erstgutachter:	Prof. Dr. med. Martin Fischer
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Anne-Laure Boulesteix
Mitbetreuung durch die promovierten Mitarbeiter:	Dr. phil. Nicole Heitzmann Dr. phil. Veronika Kopp
Dekan:	Prof. Dr. med. Thomas Gudermann
Datum der mündlichen Prüfung:	30.06.2022

Eidesstattliche Versicherung

Ringwald, Jakob

Name, Vorname

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

"Relevanz und Prävalenz von Diagnosefehlern in der medizinischen
Ausbildung aus Expertensicht verglichen mit einer studentischen Stichprobe"

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.

Memmingen, 30.06.2022 Jakob Ringwald

Ort, Datum, Unterschrift

Abstract

Confirming a diagnosis in medicine is a complex process in which diagnostic errors occur frequently. Between 70 and 80 percent of these are due to cognitive errors. The small remaining part are non-cognitive errors related to the environment, system, technology, collaboration or patient itself. Various studies have already shown that the identification of relevant symptoms and clinical signs and the establishment of a plausible working diagnosis are very difficult for young doctors in everyday clinical practice. In order to better understand the complex process of finding the right diagnosis, data from qualitative and quantitative studies were analysed using a mixed method approach. The mixed method approach is still underrepresented in diagnostic error research. In the first step of this study, the prevalence and relevance of diagnostic errors were ascertained in the context of partially standardized expert interviews. For this purpose, a total of ten interviews with four experts of general medicine and six experts of internal medicine were evaluated, especially in regard to predicted errors in confirming a diagnosis. On the basis of authentic patient cases for the clinical picture of arterial hypertension and hyperthyroidism relevant errors were recorded and explored in the context of diagnostics based on the medical history, physical examination, laboratory and imaging. The errors identified by the experts were divided into an established, somewhat modified error taxonomy according to Graber. Over 90 percent of the errors mentioned could be assigned to one of the four cognitive subcategories (1. Faulty knowledge, 2. Faulty data gathering, 3. Faulty synthesis, 4. Faulty verification). In addition, the expert interviews revealed that young medical professionals make fundamentally different mistakes than experienced (specialist) doctors. Differences and similarities with regard to the classification of errors could be shown between the experts in general and internal medicine. Both groups of experts underlined the identification of relevant symptoms and clinical signs and the establishment of a plausible working diagnosis as the main problem of the novice. The experts of general medicine emphasised the non-cognitive errors more frequently than their colleagues of internal medicine. In this group the cognitive errors (in particular Faulty synthesis and Faulty verification) were the most significant error in confirming a diagnosis. In a second step, the cognitive errors predicted by the experts were examined in a subsequent cross-sectional study with a quantitative study design in a sample of medical students. The students were in the 4th or 5th year of their medical studies and worked on four different types of tasks in order to solve cases on the diseases of arterial hypertension and hyperthyroidism in an online learning environment. Participants were divided into three groups with different learning conditions (problem solving tasks, multiple case examples,

reflection prompts). The aim of the cross-sectional study was to draw conclusions about the respective cognitive errors via the deficits in the various types of knowledge. The high importance of the cognitive error categories (in particular Faulty data gathering, Faulty synthesis and Faulty verification) forecasted by the experts were largely confirmed in the cross-sectional study. However, there was no significant difference in the results between the three learning conditions used. Derived from these two studies, suggestions for improving teaching in medical studies were developed, though the effectiveness of such learning interventions needs to be researched in further studies.

Zusammenfassung

Die Diagnosestellung in der Medizin ist ein komplexer Prozess, bei dem immer wieder Diagnosefehler auftreten. Zwischen 70 und 80 Prozent dieser sind auf kognitive Fehler zurückzuführen. Der kleine verbleibende Teil sind nicht-kognitive Fehler, die sich auf Umfeld, System, Technik, Zusammenarbeit oder den Patienten selbst beziehen. Diverse Studien konnten bereits zeigen, dass gerade die Identifizierung von relevanten Symptomen und klinischen Zeichen und die Aufstellung einer plausiblen Arbeitsdiagnose jungen Medizinerinnen im klinischen Alltag schwerfallen. Um den komplexen Prozess der richtigen Diagnosefindung besser verstehen zu können, wurden mittels eines Mixed-Method-Ansatzes Daten von qualitativen und quantitativen Untersuchungen analysiert. Der Mixed-Method-Ansatz ist innerhalb der Diagnosefehlerforschung noch unterrepräsentiert. In dieser Arbeit wurde in einem ersten Schritt die Prävalenz und Relevanz von Diagnosefehlern im Rahmen von teilstandardisierten Experteninterviews erhoben. Hierzu wurden für diese Untersuchung insgesamt zehn Interviews mit vier Experten aus der Allgemeinmedizin und sechs Experten aus der Inneren Medizin ausgewertet. Anhand von authentischen Patientenfällen zu den Krankheitsbildern arterielle Hypertonie und Hyperthyreose wurden anderweitig relevante Fehler im Rahmen der Diagnostik anhand der Anamnese, körperlichen Untersuchung, Labor und Bildgebung erfasst und exploriert. Die von den Experten identifizierten und prognostizierten Fehler wurden in eine etablierte, etwas modifizierte Fehlertaxonomie nach Graber eingeteilt. Über 90 % der genannten Fehler konnten einer der dort definierten vier kognitiven Subkategorien zugeordnet werden. Außerdem konnte aus den Experteninterviews herausgearbeitet werden, dass junge Medizinerinnen fundamental andere Fehler begehen als erfahrene (Fach-)Ärztinnen/-innen. Zwischen den Experten der Allgemeinmedizin und der Inneren Medizin konnten Unterschiede und Gemeinsamkeiten bzgl. der Fehlereinordnung aufgezeigt werden.

Beide Expertengruppen sahen die Identifikation von relevanten Symptomen und klinischen Zeichen und die Entwicklung einer plausiblen Arbeitsdiagnose als die Hauptschwierigkeit der Novizen im Diagnosestellungsprozess. Die Allgemeinmediziner betonten etwas häufiger nicht-kognitive Fehler als ihre Kollegen der Inneren Medizin. In dieser Gruppe waren die kognitiven Fehler (insbesondere Fehlerhafter Umgang mit Informationen und fehlerhafte Verifizierung) die häufigsten Fehler bei der Diagnosestellung.

In einem zweiten Schritt wurden die kognitiven Fehler, die von den Experten prognostiziert wurden, in einer Querschnittstudie mit einem quantitativen Ansatz an einer Studierendenstichprobe untersucht. Die Studierenden befanden sich im 4./5. Jahr des Medizinstudiums und bearbeiteten Fälle in einer onlinebasierten Lernumgebung mit vier verschiedene Aufgabentypen zu den Krankheitsbildern arterielle Hypertonie und Hyperthyreose. Sie wurden dabei in drei Gruppen mit drei verschiedenen Lernbedingungen/ -interventionen (Lösungsbeispiel, Multiple Choice, Reflektion) eingeteilt. Ziel der Querschnittstudie war es, über die Defizite in den verschiedenen Wissensarten auf die jeweiligen kognitiven Fehler rückzuschließen. Das Vorkommen und die hohe Bedeutung der seitens der Experten prognostizierten kognitiven Fehlerkategorien bestätigte sich in der Querschnittstudie weitestgehend. Jedoch zeigte sich, anders als initial vermutet, zwischen den drei eingesetzten Lernbedingungen kein signifikanter Unterschied in den Ergebnissen. Aus diesen zwei Untersuchungen konnten Vorschläge (wie z. B. ein fallbasiertes Fehlertraining für die Identifikation von Leitsymptomen und Aufstellung einer Arbeitsdiagnose) zur Verbesserung der Lehre im Medizinstudium entwickelt werden. Die Wirksamkeit solcher Lerninterventionen muss allerdings in weiteren Studien noch näher erforscht werden.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Versicherung	III
Abstract.....	IV
Zusammenfassung	V
Inhaltsverzeichnis	VII
1 Einführung	9
1.1 Relevanz von Fehlern in der Medizin	9
1.2 Lücken im Forschungsstand und Zielsetzung der Arbeit.....	10
2 Terminologie und konzeptionelle Grundlagen	12
2.1 Bedeutung der richtigen Diagnose	12
2.1.1 Diagnostisches Vorgehen: vom Symptom zur richtigen Diagnose	12
2.1.2 Zusammenhang von Denksystemen und Diagnosefehlern	15
2.1.3 Problem der Studierenden beim Diagnostizieren	18
2.2 Diagnosefehler in der Medizin.....	18
2.2.1 Definition Diagnosefehler	18
2.2.2 Relevante Fehlertaxonomien im Überblick.....	19
2.2.3 Die Fehlertaxonomie nach Graber, Gordon und Franklin.....	22
2.2.4 Ausblick: Weitere Fehlerursachen und -entstehungen in der Medizin	25
2.3 Definition von Diagnosekompetenz.....	30
2.4 Lernen aus Fehlern	31
2.5 Forschungsfragen	33
3 Methodik	36
3.1 Gang der Untersuchung.....	36
3.2 Qualitative Analyse der teilstandardisierten Experteninterviews	37
3.2.1 Beschreibung der Stichprobe.....	37
3.2.2 Interviewinhalte und -ablauf	38
3.3 Quantitative Analyse der Medizinstudierenden	43
3.3.1 Beschreibung der Stichprobe.....	43
3.3.2 Fehlertestung / -training mittels spezifischer Aufgabenstellung und Rückschlüsse auf die Fehlerkategorien	45
3.3.3 Lernen aus Fehlern	47

3.4	Datenanalyse	48
3.4.1	Qualitative Inhaltsanalyse der Experteninterviews nach Mayring	48
3.4.2	Quantitative Statistik	49
4	Ergebnisse	50
4.1	Erweiterung der Fehlertaxonomie nach Graber	52
4.2	Qualitative teilstandardisierte Experteninterviews	53
4.2.1	Beschreibung der Expertenaussagen	54
4.2.2	Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Experten der Allgemeinmedizin und Inneren Medizin.....	65
4.3	Quantitative Analyse anhand einer Studierendenstichprobe.....	70
4.3.1	Verhältnis von richtigen zu falschen Antworten nach Lernintervention im Nachtest	71
4.3.2	Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorien in Abhängigkeit der Lernbedingung.....	72
4.3.3	Unterschiede zwischen den Lernbedingungen in Bezug auf die Fehlerkategorien.....	73
4.4	Cross Evaluation zwischen qualitativer und quantitativer Analyse	73
5	Diskussion.....	75
5.1	Zusammenfassung der zentralen Forschungsergebnisse.....	75
5.2	Kritische Reflexion der Studienergebnisse vor dem Hintergrund der bereits bestehenden Fehlerforschung	81
5.3	Limitationen der durchgeführten Studie	85
5.4	Implikation für die weitere Forschung	89
5.5	Implikation für die Lehre im Medizinstudium.....	91
5.6	Resümee und Ausblick.....	96
Anhang.....		97
	Quantitative Datenanalyse der Studentenstichprobe	97
	Die zwölf verschiedenen Fallvignetten der Expertenstichprobe	103
Literaturverzeichnis		133
Abbildungsverzeichnis.....		142
Tabellenverzeichnis		143
Abkürzungsverzeichnis		145
Danksagung		147

1 Einführung

1.1 Relevanz von Fehlern in der Medizin

Bei katastrophalen Unfällen in Hochrisikobereichen (wie z. B. in der Luftfahrt, im Militär, in Kernkraftwerken oder in der petrochemischen Industrie), welche viele Menschenleben fordern und immense ökonomische sowie ökologische Schäden hervorrufen können, zeichnet sich bei genauerer Analyse immer wieder das gleiche Muster ab: In 70 bis 80 % der Fälle ist menschliches Versagen ursächlich für die entstandene Katastrophe (Cooper, Newbower, Long, & McPeck, 1978), (E Hollnagel, 1993), (James Reason, 2016), (Williamson, Webb, Sellen, Runciman, & Van der Walt, 1993), (Wright, Mackenzie, Buchan, Cairns, & Price, 1991). In den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurde die Thematik menschlicher Fehlhandlungen in der Medizin v. a. von Anästhesisten aufgegriffen. Die Fachwelt der Anästhesiologie war davon überzeugt, viele Eigenschaften mit anderen Hochrisikotechnologien zu teilen. Aufgrund dessen konnten einige Lösungsansätze bereits von den Hochrisikobranchen auf die Medizin - insbesondere die Akutmedizin - übertragen werden (Steinhardt, Hofinger, Proske, & Soll), (Benner, 1975).

Ende des 20. Jahrhunderts wuchs zunehmend die Bereitschaft in der Medizin, sich systematisch mit Fehlern auseinanderzusetzen. Maßgeblich verantwortlich für diesen Paradigmenwechsel war der Bericht im Jahr 1999 von Kohn et al (Benner, 1975), welcher im Namen des Institutes of Medicine (IOM) angefertigt wurde. Dieser errechnete in einer retrospektiven Analyse aus zwei US-amerikanischen Studien (Harvard Medical Practice Study [HMPS] 1991 und Utah and Colorado Medical Practice Study [UCMPS] 1992) jährlich bis zu 98.000 vermeidbare Todesfälle durch medizinische Fehler allein in den USA (Brennan et al., 2004), (Gawande, Thomas, Zinner, & Brennan, 1999). Weltweit kam es zu einer intensiven Auseinandersetzung rund um das Thema Patientensicherheit. Anfang 2014 sorgte der AOK-Krankenhausreport für mediales Aufsehen, welcher 5-10 % unerwünschte Ereignisse, 2 - 4 % Schadensereignisse, 1 % Behandlungsfehler und 0,1 % fehlerbedingte Todesfälle postulierte. Bei rund 19 Millionen stationären Klinikfällen jedes Jahr in Deutschland ergibt dies somit geschätzt 190.000 fehlerhafte Behandlungen, davon 19.000 mit Todesfolge (Pierre, Hofinger, & Buerschaper, 2014). Somit würden in Deutschland sechsmal mehr Menschen an den Folgen von Behandlungsfehlern versterben als pro Jahr im Straßenverkehr ums Leben kommen (vgl. Statistisches Bundesamt: 3.059 Verkehrstote 2019 (Statistisches Bundesamt, 27. Februar 2020)).

1.2 Lücken im Forschungsstand und Zielsetzung der Arbeit

In der Medizin sind die gezielte Förderung der Diagnosekompetenzentwicklung in der akademischen Ausbildung und die dazugehörige Fehlerforschung noch ein relativ junges Forschungsgebiet (M. L. Graber, 2009), (M. L. Graber, Kissam, et al., 2012), (Mindnich, Wuttke, & Seifried, 2008). Studien konnten bereits zeigen, dass Medizinstudierende Schwierigkeiten haben, erlerntes medizinisches Fachwissen beim Diagnostizieren anzuwenden (Gräsel & Mandl, 1993). Durch einen erheblich hohen Anteil an Fehldiagnosen (Shojania, Burton, McDonald, & Goldman, 2003), welcher auf 5 – 15 % (Croskerry, 2013) geschätzt wird, erhält die Diagnosekompetenzentwicklung zunehmend mehr Aufmerksamkeit (Croskerry, 2009), (Croskerry, 2013), (Berner & Graber, 2008). Jungen Ärzten/-innen (bzw. Novizen¹ (Patel & Groen, 1991)) fällt es schwer, Informationen miteinander zu verknüpfen, zu bewerten, anschließend eine Verdachtsdiagnose zu formulieren und schlussendlich durch weitere diagnostische Schritte zu einer finalen Diagnose zu gelangen (Gräsel & Mandl, 1993). Die Definition von Diagnosefehlern und Fehlerkategorisierung ist in der Forschung sehr uneinheitlich (vgl. hierzu Kapitel 2.2, 2.3, 2.4). Die zugrundeliegende Ursache hierfür sind wahrscheinlich die vielfältigen Einflussfaktoren, welche die Fehlerentstehung bedingen sowie die damit verbundenen komplexen, z. T. impliziten kognitiven Prozesse. Häufig wird der Fehler offensichtlich (manchmal auch zeitverzögert), aber seine Ursache und das dazugehörige Wissensdefizit bleiben häufig unklar.

In der hier vorliegenden Arbeit soll anhand teilstandardisierter Experteninterviews von ausgewiesenen Experten² aus der Allgemeinmedizin und Inneren Medizin die Frage geklärt, welche Diagnosefehler bei Novizen als relevant und besonders häufig eingeschätzt werden. Die relevant und häufig eingeschätzten Diagnosefehler werden in einem zweiten Untersuchungsschritt durch eine fallbasierte Online-Lernumgebung (CASUS) mit Medizinstudierenden im 4./5. Jahr ihrer Ausbildung evaluiert. Die von den Experten genannten Diagnosefehler und die in der Studierendenstichprobe beobachteten Fehler werden anhand der modifizierten Fehlertaxonomie nach Graber et al. (M. Graber, Gordon, & Franklin, 2002), (M. L. Graber, Franklin, & Gordon, 2005) eingeordnet. Anschließend

¹ Nach Patel und Groen werden vier Stufen auf dem Weg vom Novizen/Anfänger zum Experten durchlaufen. In dieser Studie sind Novizen Medizinstudierende im klinischen Studienabschnitt (4. und 5. Studienjahr zwischen klinischer Basiskompetenz und PJ-Reife).

² Wird im nachfolgenden Text von den in der Studie befragten Experten gesprochen (siehe Tbl. 2), erfolgte keine geschlechtsneutrale Bezeichnung, da nur männliche Experten befragt wurden.

folgt der Vergleich der verschiedenen kognitiven Fehler mittels einer sogenannten Cross Evaluation.

Die vorliegende Dissertation gliedert sich in fünf Kapitel. Ziel der Arbeit ist es, herausfinden, welche Diagnosefehler von Experten als häufig und relevant bei Novizen eingeschätzt werden. Anschließend werden die von den Experten prognostizierten Fehler in einer studentischen Stichprobe weiter untersucht. Hierbei soll die Frage geklärt werden, ob die prognostizierten Fehler der Experten mit den tatsächlich begangenen Fehlern der Studierenden übereinstimmen.

Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut:

Im **1. Kapitel** werden die Relevanz des Themas und Lücken in der Fehlerforschung sowie der medizindidaktischen Forschung dargelegt.

Das **2. Kapitel** beschreibt die theoretischen Grundlagen zur Fehlerforschung. Insbesondere wird auf Fehlerdefinition, -entstehung und -klassifizierung eingegangen. Das Kapitel schließt mit den Zielen der Arbeit und den dazugehörigen Forschungsfragen. Der **Hauptteil der Arbeit - Kapitel 3, 4 und 5** – beschreibt die eingesetzten Methoden der qualitativen Daten der Experteninterviews und die quantitativen Daten der Studierendenstichprobe. Daraufhin werden die Ergebnisse der qualitativen und quantitativen Studie im Sinne eines Mixed-Method-Ansatzes verglichen. Darauffolgend werden nochmals die Forschungsergebnisse zusammengefasst, diese in den aktuellen Forschungsstand eingeordnet und Limitationen dieser Arbeit kritisch diskutiert. Die Arbeit schließt mit den Implikationen für die weitere Forschung und gibt praktische Ansatzpunkte für die Verbesserung der Lehre im Medizinstudium.

2 Terminologie und konzeptionelle Grundlagen

2.1 Bedeutung der richtigen Diagnose

2.1.1 Diagnostisches Vorgehen: vom Symptom zur richtigen Diagnose

Das Diagnostizieren gehört zu den wichtigsten Aufgaben eines Arztes. Denn allein die richtige Diagnose determiniert die darauffolgenden Therapien. Diese unterscheiden sich je nach Erkrankung erheblich voneinander und bestimmen letztendlich maßgeblich die Genesung des Patienten.

Die einzelnen Diagnoseschritte laufen über alle Fachgruppen hinweg ähnlich ab. Der Fokus ist jedoch jeweils unterschiedlich, entsprechend werden sowohl in der Anamnese und körperlichen Untersuchung als auch in der apparativen Diagnostik fächerspezifische Schwerpunkte gesetzt (z. B. Hautbefund in der Dermatologie oder der psychopathologische Befund der Psychiatrie). In der Anamnese werden neben den patientenbezogenen Daten auch Leit- und Begleitsymptome, medizinische Vorgeschichte, der Funktionszustand des Vegetativums, Medikamente, Genuss- und Suchtmittel, Allergien, Auslandsreisen sowie familiäre Disposition und die soziale Situation (Beruf, Umfeld, Familie) abgefragt. Den Abschluss bildet eine Zusammenfassung (z. T. als Systemübersicht bezeichnet), in der Kerninhalte nochmals wiederholt und Leitsymptome herausgearbeitet werden (Seiderer-Nack & Sternfeld, 2012). Mit dem Leitsymptom und einer eventuell bereits bestehenden Verdachtsdiagnose wird darauffolgend die körperliche Untersuchung durchgeführt. Anschließend werden anhand des Akronyms IPAFs (für Inspektion, Palpation, Perkussion, Auskultation, spez. Funktionsprüfung/ -test) die Organsysteme Zentrales/peripheres Nervensystem, Kopf/Hals, kardio-vaskuläres System, respiratorisches System, Gastrointestinaltrakt, urogenitales System, muskuloskelettales System und Hautbefund (Seiderer-Nack & Sternfeld, 2012) weiter untersucht. Nach der Anamnese und körperlichen Untersuchung werden die Arbeits- und mögliche Differentialdiagnosen entwickelt. Falls vorhanden sollten Syndrom oder die sog. Symptomtrias (wie z. B. beim Morbus Basedow die Merseburger Trias, bei Sarkoidose das Löfgren-Syndrom oder bei Tumorerkrankungen die B-Symptomatik) Beachtung finden, da diese häufig pathognomonisch für eine Erkrankung sind oder die anschließende Arbeitsdiagnose erheblich bekräftigen können. Durch dieses saubere diagnostische Vorgehen in Anamnese und körperlicher Untersuchung können anschließend zielgenaue Laborwerte und eine passende Bildgebung ausgewählt werden. Die anamnestischen und klinischen Befunde stellen dabei die Kernbausteine der medizinischen Diagnostik dar. Beide zusammen können bis zu 85 % zur

Diagnosefindung beitragen, der restliche Anteil der Diagnosestellung/ -findung ergibt sich aus der weiteren apparativen Diagnostik sowie der Zusammenschau aller erhobenen Befunde (Peterson, Holbrook, Von Hales, Smith, & Staker, 1992), (Hampton, Harrison, Mitchell, Prichard, & Seymour, 1975), (Gross & Fischer, 1980), (Lown, Drews, & Gottstein, 2004, pp. 20 - 40).

Die nachfolgende Abbildung 1 stellt das diagnostische und therapeutische Vorgehen dar. Der Fokus liegt hierbei klar in der Diagnosestellung von Erkrankungen.

Das darauffolgende Kapitel nähert sich dem zugrundliegenden kognitiven Prozess des Arztes beim Diagnostizieren.

Terminologie und konzeptionelle Grundlagen

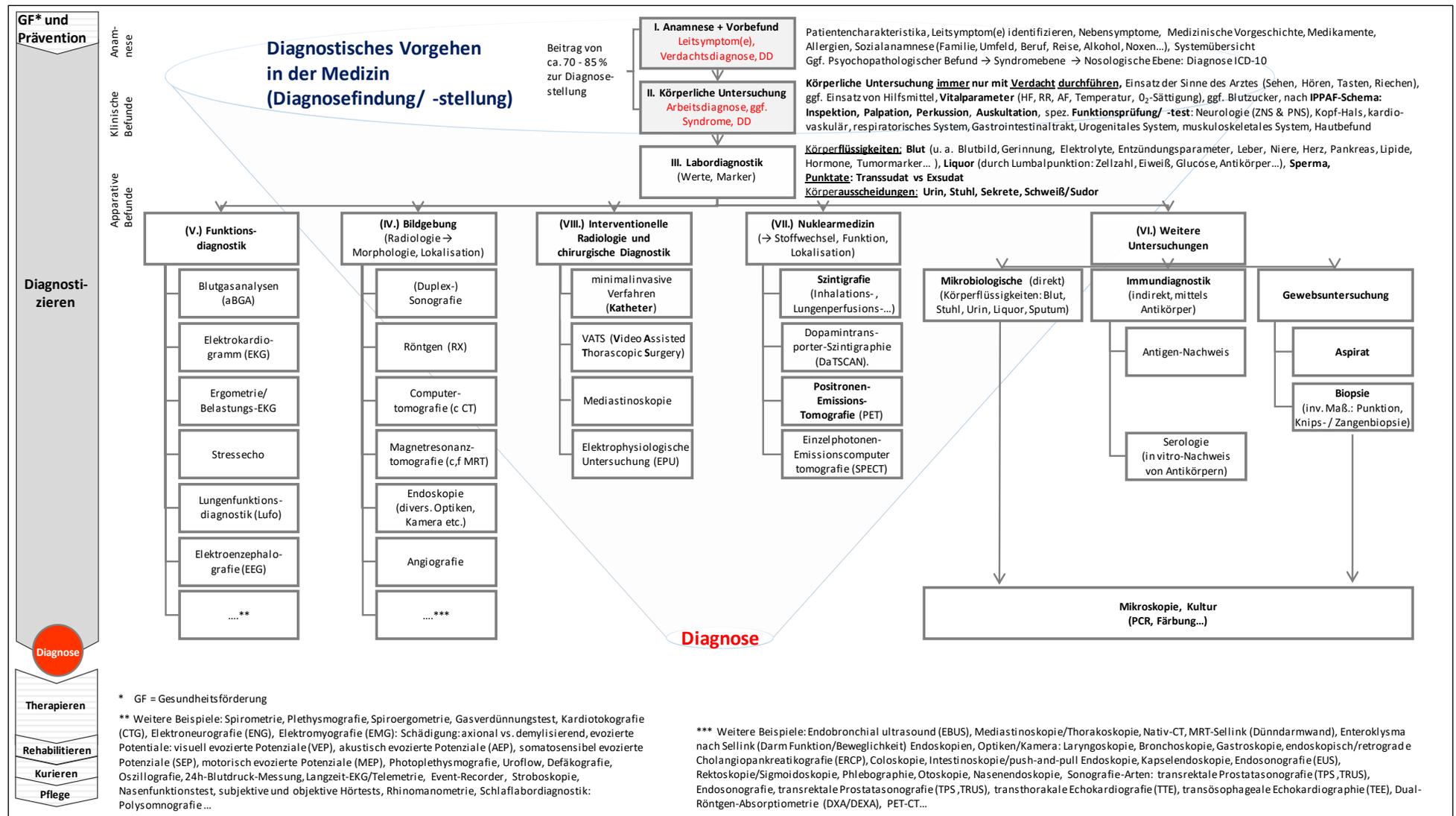


Abbildung 1: Vorgehen in der medizinischen Diagnosestellung - vom Symptom zur Diagnose

2.1.2 Zusammenhang von Denksystemen und Diagnosefehlern

Der kognitive Prozess des Arztes beim Diagnostizieren kann wie folgt beschrieben werden: Bereits beim Patientenkontakt (bzw. in der Ankündigung des Patienten z. B. in der Triage) generiert der Arzt Hypothesen (Gale & Marsden, 1982). Die Hypothesengenerierung wird durch Angaben des Patienten und wahrgenommenen Symptomen ausgelöst. Die gebildeten Hypothesen (die sog. Arbeits- oder Verdachtsdiagnosen) sind im weiteren Diagnoseprozess Anhaltspunkte für die weitere Befunderhebung (Kassirer & Kopelman, 1991). Durch gezielte Fragestellungen und weitere spezifische Diagnostik werden die zuvor aufgestellten Hypothesen weiter falsifiziert. Im weiteren Verlauf kann anhand entsprechender Daten die Hypothese weiter erhärtet oder ggf. verworfen werden. Hierbei findet ein Abgleich der vermuteten Erkrankung mit den repräsentierten Symptomen und gewonnenen Daten statt (sog. Matching). Dieser Prozess findet solange statt bis schlussendlich eine beweisbare Diagnose gefunden wurde (Kassirer & Kopelman, 1991).

In den vergangenen Jahren wurden in Psychologie, Pädagogik, Neurowissenschaften und (Verhaltens-)Ökonomie zahlreiche Erkenntnisse über die neurobiologischen Grundlagen menschlicher Entscheidungsfindung gewonnen (Kahneman, 2012), (Thaler & Sunstein, 2009), (Dobelli, 2019a), (Dobelli, 2019b). Unter anderem durch Anwendung von Heuristiken³ (Gigerenzer & Gaissmaier, 2006) kommt es beim Entscheiden zu systematischen Verzerrungen (Bias⁴ genannt (Kahneman & Tversky, 1973), (Kahneman, Slovic, Slovic, & Tversky, 1982), (Kahneman, 2012)), welche einen wichtigen Einfluss auf den Entscheidungsprozess haben und somit (Diagnose-)Fehler hervorrufen können (J. G. Klein, 2005), (Eva & Norman, 2005). Insgesamt sind über 100 kognitive (Croskerry, 2013) und mindestens 12 affektive Bias beschrieben worden (Triacca, Gachoud, & Monti, 2018), (Dobelli, 2019a), (Dobelli, 2019b), (Kahneman, 2012). Ein gutes allgemeines Verständnis zum Auftreten solcher Bias liefern zwei unterschiedliche Denksysteme, die Mustererkennung (auch Typ-1-System genannt: schnell, intuitiv, automatisiert) und das hypothetisch-deduktive Argumentieren (auch Typ-2-System genannt: langsam, logisch, analytisch) (G. R. Norman et al., 2017), (Evans & Frankish, 2009), (Kahneman, 2012). Die Mustererkennung ist schnell, unbewusst, läuft unkontrolliert ab, ist mühelos, assoziierend und erlernt, wohingegen das hypothetisch-deduktive Argumentieren genau, mühsam, langsam, bewusst, kontrollierend, angestrengt, deduzierend, regelhaft und reflektierend

³ Eine Heuristik ist eine einfache Regel, welche den Prozess einer Problemlösung beschreibt. Sie greift dabei auf evolvierte und erlernte Fähigkeiten zurück.

⁴ Kognitiver oder affektiver Bias ist ein Sammelbegriff für systematische Verzerrungen bei Wahrnehmen, Erinnern, Denken, und Urteilen oder aufgrund von Emotionen.

ist. Zusammenfassen kann man die Mustererkennung auf den Nenner des Bauchgefühls oder der Intuition und das das hypothetisch-deduktive Argumentieren auf den des rationalen Nachdenkens bringen (Thaler & Sunstein, 2009). Beide Systeme kommen parallel zur Anwendung, jedoch wird je nach Situation ein System bevorzugt. So ist zum Beispiel bei Zeitdruck (Scott, 2009), Stress, Überforderung, gefährlichen Situationen, Informationsüberladung oder bei umfangreicher Erfahrung und Expertise die Mustererkennung dominierend (z. B. bei einer Blickdiagnose), wohingegen bei komplexen und unbekannt Situationen das das hypothetisch-deduktive Argumentieren vorherrschend ist (Triacca et al., 2018). Das schnelle, intuitiv-automatische System besitzt den großen Vorteil sehr ökonomisch und zeitsparend zu sein. Das reflektierende, langsame und logisch-analytische System hat hingegen den Vorteil der Präzision und Korrektheit, jedoch gehen diese Eigenschaften auf Kosten von Zeit und Energie (G. R. Norman et al., 2017), (Evans & Frankish, 2009), (Kahneman, 2012). Mittlerweile ist bereits nachgewiesen worden, dass die Entscheidungsfähigkeit und Disziplin unter dauerhafter Inanspruchnahme nachlassen (Baumeister & Tierney, 2012). Somit werden immer beide Systeme eingesetzt, um Ressourcen zu schonen (G. R. Norman et al., 2017).

Die nachfolgende Abbildung 2 stellt den komplexen Zusammenhang zwischen Fehlerursache, Entscheidungsheuristik, kognitiven/affektiven Verzerrungen und Fehlerauftreten anhand dreier konkreter Fallbeispiele aus dem klinischen Alltag dar.

Das darauffolgende Kapitel klärt die Frage, welches Lernpotenzial Fehler bei einem konstruktiven Umgang haben und welche Wirkung diese auf den Lernerfolg entfalten können.

Terminologie und konzeptionelle Grundlagen

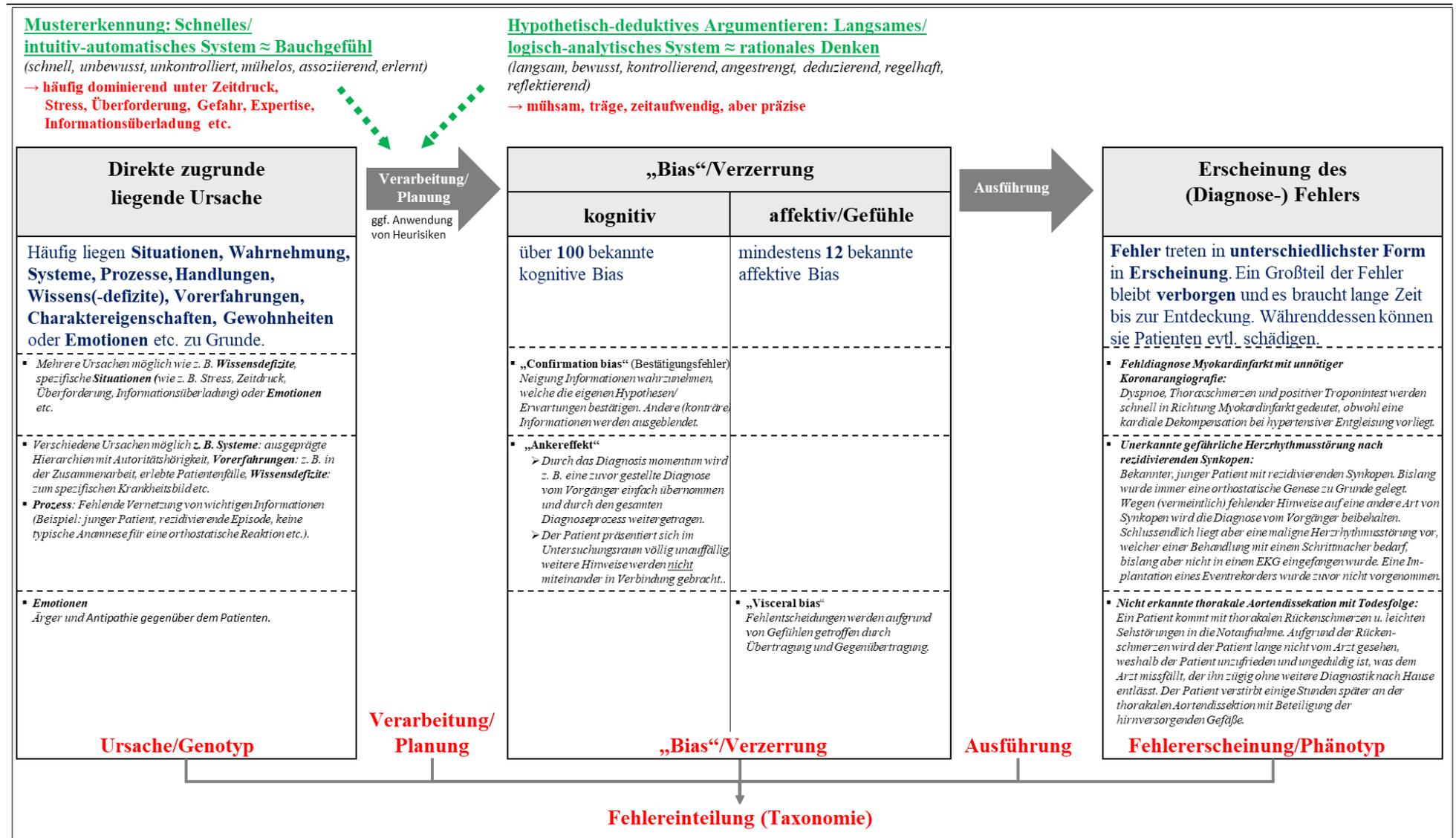


Abbildung 2: Von der Fehlerursache zur Fehlererscheinung und der Zusammenhang von Bias und Heuristiken

2.1.3 Problem der Studierenden beim Diagnostizieren

Auf dem Weg der Diagnosekompetenzentwicklung wird das erlernte anatomische, physiologische und pathophysiologische Wissen mit klinischer Erfahrung angereichert, reorganisiert und umstrukturiert, was als Wissensenkapsulierungsprozess bezeichnet wird (Boshuizen & Schmidt, 2008). Dieser Enkapsulierungsprozess ist äußerst komplex, weshalb junge Novizen Jahre an praktischer Erfahrung benötigen, um eine gewisse Sicherheit in der Diagnosestellung zu erlangen.

Trotz des umfangreichen medizinischen Fortschrittes werden immer noch 10 – 15 % aller Diagnosen falsch gestellt (Berner & Graber, 2008), (Croskerry, 2009), (Croskerry, 2013). Der Grund hierfür ist in der Komplexität der Diagnosestellung zu finden, in der eine Fülle von Informationen integriert werden müssen. Im Diagnoseprozess müssen Ärzte/-innen Informationen aus ihrer Umwelt sammeln, auf Relevanz und Reliabilität prüfen und schließlich im gelernten Modell einordnen (Lucchiari & Pravettoni, 2013). Hierbei kommt das domänenspezifische Wissen zur Anwendung, was wiederum mit den Informationen des jeweiligen Patientenfalls abgeglichen werden muss, um schlussendlich zu einer Diagnose zu gelangen. Erschwerend kommt hinzu, dass sich die Erkrankung des Patienten irregulär präsentieren kann, was wiederum den (Wissens-)Transfer auf den Fall deutlich erschweren kann (Spiro, Feltovich, Feltovich, Jacobson, & Coulson, 1991).

Hierbei können gerade bei Novizen hinsichtlich der Diagnosestellung verschiedene Fehler entstehen (Croskerry, 2002), (Thammasitboon, Thammasitboon, & Singhal, 2013). Bislang ist nicht ausreichend bekannt, welche Diagnosefehler v. a. kognitiver Art junge Novizen beim Diagnostizieren typischerweise unterlaufen. Aus diesem Grund werden Experten in teilstandardisierten Interviews befragt, welche Diagnosefehler Studierende bei bestimmten Fällen im Rahmen der Diagnosestellung ihrer Meinung nach begehen. Was unter Diagnosefehler verstanden wird, ist Thema des folgenden Kapitels mit besonderem Fokus auf die kognitiven Fehler.

2.2 Diagnosefehler in der Medizin

2.2.1 Definition Diagnosefehler

Es gibt zahlreiche Fehlerdefinitionen, jedoch gelang es bislang nicht, einen einheitlichen Konsensus bezüglich einer allgemein akzeptierten Definition zu schaffen. Aus psychologischer Sicht kann von einem Fehler gesprochen werden, wenn eine *Absicht zum Handeln* besteht (eine sogenannte intentionale Handlung) und ein *spezifisches Ziel* verfolgt wird.

Darüber hinaus muss an *mindestens einer Stelle eine alternative* (richtige) *Handlungsmöglichkeit* vorliegen (D. A. Norman, 1981), (J Reason), (Wehner, Mehl, & Dieckmann, 2010).

Die spezifische Definition eines Diagnosefehlers ist unterschiedlich. Nach Graber et al. ist jede Diagnose, die unabsichtlich verzögert (Verzögerung trotz ausreichender Informationen), falsch (nachfolgende Korrektur der Diagnose) oder verpasst (keine Diagnosestellung) wird, als Diagnosefehler zu bezeichnen (M. L. Graber, Kissam, et al., 2012).

Die Forscher Schiff und Kollegen gehen hierbei in eine ähnliche Richtung. Für sie ist jeder Fehler in einem Diagnoseprozess, der zu einer falschen oder verzögerten Diagnose führt, schlussendlich ein Diagnosefehler. Dieser beinhaltet jegliches Versagen bei Erhebung und Interpretation von Symptomen/Zeichen, Formulierung und Abwägung von Differentialdiagnosen, Interpretation von Laborwerten, Fortführung des Diagnoseprozesses sowie der weiteren Versorgung (Schiff et al., 2009). Der sehr uneinheitliche Konsensus einer Diagnosefehlerdefinition determiniert die mannigfaltige Einteilung der verschiedenen Diagnosefehler. Im nachfolgenden Kapitel werden die unterschiedliche Fehlertaxonomien näher erläutert und gegenübergestellt.

2.2.2 Relevante Fehlertaxonomien im Überblick

Fehler in der Medizin und im Speziellen Diagnosefehler können anhand unterschiedlicher Merkmale in verschiedenen Fehlertaxonomien eingeteilt werden. Tabelle 1 gibt zu Fehlertaxonomien einen Überblick. Jede Fehlertaxonomie hat wiederum eigene Fehlerformen/-kategorien. Nahezu alle Fehlereinteilungen verwenden *unterschiedliche Merkmale*, die sich nach der zugrundeliegenden *Ursache* (Genotyp), der kognitiven *Verarbeitung*, dem *Bias* (Verzerrung), der *Ausführung*, der *Auftrittswahrscheinlichkeit* oder der *Erscheinungsform* (Phänotyp) richten.

Die direkt zugrunde liegenden *Ursachen* können sich wiederum auf die *Situationen* (Zeitdruck, Stress, Überforderung etc.), *Wahrnehmung* (Fixierung, Verhören, Versehen etc.), *Systeme* (Autoritätshörigkeit, vom Gesundheitssystem begünstigte Unter- oder Überbehandlung etc.), *Prozesse* (Vernetzung, Automatisierung, Identifizierung, Priorisierung etc.), *Handlungen* (fehlerhafte Ausführung etc.), Wissens/ -defizite (Spezialisierung, Un-erfahrenheit etc.), *Vorerfahrungen*, *Einstellungen/Charaktereigenschaften* (Selbstüberschätzung, Fähigkeit zur Selbstreflexion, Risikobereitschaft), *Gewohnheiten* (ungünstige Rituale) oder *Emotionen* (Angst, Wut, Ärger, Freude, Aversion, Enttäuschung, Verzweiflung, Traurigkeit etc.) beziehen.

Aus diesem Verständnis heraus kann eine Einteilung von Fehlern vorgenommen werden. Die nachfolgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über relevante Fehlertaxonomien der (medizinischen) Fehlerforschung. Fehlertaxonomien haben sowohl einen theoretischen als auch einen praktischen Wert. Hierdurch kann das Fehlerverständnis gestärkt werden und durch prospektive / retrospektive Studien eine systematische Ergründung zum Auftreten sowie zur Vermeidung von (Diagnose-) Fehlern erfolgen (Sharit, 2006).

Terminologie und konzeptionelle Grundlagen

Nr.	Unterscheidungsmerkmal der Taxonomie	Kategorien	Referenz
1	Wissensart Revidierung Bloom'sche Kategorien	1. Fakten (konzeptueller Fehler (Faktenwissen, Wissen, dass...), 2. Konzepte (konditionaler Fehler, inkorrekte Begründung, Warum-/Wann-Information) 3. Prozeduren (strategische Fehler (inkorrekte Handlung/Handlungsfehler, Wie-Information, Wenn-dann-Regeln) 4. Kombierter Fehler (inkorrekte Handlung bei oder durch inkorrekte Begründung) 5. Metakognitionen	Anderson & Krathwohl, 2001 (Anderson & Krathwohl), Ryle, 1949 (Ryle, 1949) Paris/Lipson/Wixson, 1983 (Paris, Lipson, & Wixson, 1983)
2	Automatisierung	Fehler bei: 1. Anwendung von Routinen, 2. Regeln, 3. Wissen	Müller, 2003 (Müller, 2003)
3	Automatisierungsgrad (Basic model of human error)	Fehler auf: 1. Fertigkeiten-basierte Ebene ($\hat{=}$ Ausrutscher/Slip) 2. Regelbasierte Ebene 3. Wissensbasierte Ebene	Rasmussen, 1983 (Rasmussen, 1983), (Rasmussen, 1987)
4	Qualität des kognitiven Verarbeitungsgrads	1. Reproduktionsfehler; 2. Verständnisfehler; 3. Anwendungsfehler	Mindnich/Wuttke/Seifried, 2008 (Mindnich et al., 2008)
5	Prozess der kognitiven Verarbeitung	Fehler bei: 1. Informationserinnerung; 2. -verarbeitung; 3. -erzeugung (Reduktion der 6 Bloom'sche Kategorien wie Wissen, Verstehen, Anwendung, Analyse, Synthese und Evaluation (Bloom, 1956) auf die oben genannten drei)	Metzger, 1993 (Metzger, Waibel, Henning, Hodel, & Luzi, 1993)
6	Phase des Auftretens	1. Planungsfehler; 2. Ausführungsfehler	Müller, 2003 (Müller, 2003)
7	Entstehungsebene/ Phänotyp (auslösende Faktoren)	1. Niemand-Schuld-Fehler (variabel) 2. Systemfehler (konstant); 2.1 Ausstattung & Technik; 2.2 Missstände Organisation 3. Kognitive Fehler (variabel); 3.1 fehlendes Wissen (Faktenwissen); 3.2 fehlerhafte Informationssammlung; 3.3 fehlerhafter Umgang mit Informationen; 3.4 fehlerhafte Verifizierung	(Graber et al., 2002) (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005) Die Fehlerkategorisierung nach Graber wurde in den vorliegenden Studien angewendet.
8	Zugrunde liegende Ursache (Genotyp) (durch Individuum oder System)	1. bewusster Fehler; 1.1. Verstoß/Violation (Missachtung); 1.2 Denkfehler/Mistake (systematischer Fehler) 2. unbewusster Fehler; 2.2 vergesslich/Aussetzer/Schnitzer/Lapse (Gedächtnis-/Speicherfehler); 2.3 unaufmerksam/Patzer/Ausrutscher/Slip (Ausführungsfehler)	Reason, 1990 (James Reason, 1990)
9	Kognitive Verarbeitung	1. Urteilsheuristiken (z. B. confirmation bias, premature closure) 2. Kontextfehler	Berner & Graber, 2008 (Berner & Graber, 2008)
10	Handlungsverlauf Seven-stage action theory (of error)	1. Zielbestimmung/ -definition (forming the goal) 2. Intention zum Handeln (forming the intention) 3. Bestimmung der Aktionen (specifying the action) 4. Aktionsausführung (executing the action) 5. Wahrnehmung des Systemzustands (perceiving the system state) 6. Interpretation der Erkenntnis (interpreting the state) 7. Ergebnisevaluation	Norman, 1988 (D. A. Norman, 1988)
11	Entstehungsebene	1. Einzelpersonen (individuals) 2. Interaktion zwischen Individuum und Technologie (individual- individual-technology interaction) 3. dezentrale Systeme (distributed systems) 4. Organisationsstruktur (organizational structures) 5. Lehrfunktionen (instructional functions) 6. nationale Regulierungen (national regulations)	Zhang et al., 2004 (Zhang, Patel, Johnson, & Shortliffe, 2004)
12	Auftretens-wahrscheinlichkeit	1. systemischer Fehler; 2. zufälliger/variabler Fehler; 3. sporadischer Fehler	Capanis, 1951 (Chapanis, 1951)
Kontextspezifische Fehler, insbesondere Notfallmedizin (Unterscheidungsmerkmal nach zugrunde liegender Ursache)			
13	Managementfehler	1. Wissensfehler medizinisch; 2. Wissensfehler technisch, Handlingprobleme; 3. Aufmerksamkeitsfehler, physisches Versagen, 4. Zeitdruck, Workloadmanagement; 5. Vorausplanung, 6. Ablenkung vermeiden; 7. Übernahme, Informationsverlust, wichtige Befunde fehlen/ werden übersehen	Weber et al., 2019 (Weber et al., 2018)
14	Beurteilung/ Entscheidung	1. Optionen suchen, Vor- und Nachteile bewerten, 2. Entscheidungen hinterfragen, 3. Fixierungsfehler, 4. Fehlinterpretation einzelner Werte	Weber et al., 2019 (Weber et al., 2018)
15	Zusammenarbeit	1. Führungsrolle; 2. Wissen einbringen, Meinungen abgeben/unklare Gedanken äußern; 3. Kritik und Einwände annehmen, zuhören, Unstimmigkeiten ansprechen; 4. Ressourcen nutzen, Aufgaben sinnvoll delegieren	Weber et al., 2019 (Weber et al., 2018)
16	Kommunikation	1. ungerichtete Kommunikation; 2. unsichere Kommunikation; 3. gestörte Kommunikation (Geräusche, Lärm, Technik); 4. unvollständige Anamnese	Weber et al., 2019 (Weber et al., 2018)

Tabelle 1: Überblick über Fehlertaxonomien in der medizinischen Fehlerforschung in Anlehnung an M. Klein (internes Dokument)

In der Fehlertaxonomie nach Graber et al. (Punkt 7 in der Tabelle) werden im Vergleich zu anderen Taxonomien sowohl kognitive als auch nicht-kognitive Fehler berücksichtigt. Weiterhin werden die kognitiven Fehler im Detail näher beleuchtet. Diese Tatsachen und

die praktische Anwendbarkeit veranlassten dazu, diese in der vorliegenden Studie anzuwenden und zu erweitern (vgl. Kapitel 4).

2.2.3 Die Fehlertaxonomie nach Graber, Gordon und Franklin

Die Fehlertaxonomie klassifiziert Fehler nach Erscheinungsbild (M. Graber et al., 2002), weshalb sie in der Literatur auch „Fehler-Phänotypen“ genannt werden (Erik Hollnagel, 1993). Die Taxonomie unterscheidet drei Kategorien: Situation, System und Kognition. Hieraus ergeben sich die Hauptfehlergruppen: 1. *Niemand-Schuld-Fehler (situativer Fehler)*, 2. *systemische Fehler* und 3. *kognitive Fehler*. Die gesamte Fehlertaxonomie nach Graber et al. ist in der nachfolgenden Abbildung (Abb. 4) dargestellt. Als *Niemand-Schuld-Fehler (1.0)*⁵ werden Fehler bezeichnet, welche aufgrund von unbekanntem/unerforschten Krankheiten oder einem stillen Krankheitsverlauf (z. B. wegen asymptomatischer oder atypischer Krankheitspräsentation) entstehen. Weiterhin sind auch Fehler, die aufgrund einer Patienten-Incompliance oder unklaren Symptombeschreibung des Patienten auftreten, dieser Fehlerkategorie zuzuordnen. Hieraus können in der Diagnosestellung Fehler entstehen, die ursächlich nicht beim behandelnden Arzt liegen (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005), (Kassirer & Kopelman, 1989).

Die nächste Fehlerhauptkategorie sind *Systemfehler (2.0)*: Diese beinhalten Fehler durch technisches Versagen oder Missstände in der Organisation und werden daher in die Subkategorien *Ausstattung und Technik (2.1)* und *Missstände in der Organisation (2.2)* unterteilt. Unter technisches Versagen fällt beispielsweise fehlende oder unzureichende Geräte- / Equipment-Funktion oder fehlerhafte Datenübermittlung etc. Die *Missstände in der Organisation (2.2)* hingegen beinhalten z. B. fehlerhafte oder ineffiziente (medizinische) Prozesse, fehlende Supervision, Nichtverfügbarkeit von Experten/-innen, unqualifiziertes Personal sowie strukturelle Einschränkungen in Raum und Zeit (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005).

Die bedeutendste und häufigste Fehlerkategorie nach Graber et al. sind *die kognitiven Fehler* (M. L. Graber, Kissam, et al., 2012), welche sich wiederum in die Subkategorien *fehlendes Wissen (3.1)*, *fehlerhafte Informationssammlung (3.2)*, *fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3.)* und *fehlerhafte Verifizierung (3.4)* einteilen lassen. Fehlerhafter

⁵ Die Zahl hinter dem jeweiligen Fehler bezieht sich auf die Fehlernummerierung in der Abb. 3 „Fehlerkategorien modifiziert nach Graber“.

Umgang mit Informationen und fehlerhafte Verifizierung beziehen sich auf die fehlerhafte Hypothesengenerierung (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005). Unter der Fehlersubkategorie *fehlendes Wissen (3.1)* werden alle Fehler subsumiert, welche aufgrund von mangelndem Faktenwissen/deklarativem Wissen (das sog. „Wissen, dass“ (Ryle, 1949)), sowie mangelnden Kenntnissen und Fähigkeiten entstehen. Hierunter fallen Wissens Elemente wie z. B. Definitionen, Häufigkeiten, Bedeutung und Abgrenzungen von Erkrankungen. Sie bilden somit die Grundlage, um überhaupt Probleme in dem Wissensgebiet lösen zu können (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005). Der zweiten Fehlersubkategorie der kognitiven Fehler, *fehlerhafte Informationssammlung (3.2)*, werden Fehler zugeordnet, welche sich auf die unvollständige und fehlerhafte Informationssammlung bei der Anamnese, körperlichen Untersuchung, Labor und der (Auswahl der) Bildgebung beziehen. Ebenso ist eine fehlerhafte Wahrnehmung oder Erinnerung dieser Fehlerkategorie zuzuordnen (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005). Die *kognitive Fehlersubkategorie fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)* beinhaltet Fehler, die die gesammelten Informationen betreffen. Werden Informationen über-, unter- oder fehlinterpretiert und in einen falschen Gesamtzusammenhang gestellt oder fehlerhafte Schlussfolgerungen gezogen (z. B. unter falscher Anwendung von Heuristiken), sind diese Fehler der *Kategorie 3.3* zuzuordnen. Die letzte *kognitive Fehlersubkategorie* ist *fehlerhafte Verifizierung (3.4)*. Diese beinhaltet vorzeitige Schlussfolgerungen beim Erstellen einer Arbeitshypothese (sog. premature closure), ohne an weitere Differentialdiagnosen zu denken, häufig aufgrund vermeintlich klarer Informationslage. Ebenso gehört der Bestätigungsirrtum zu dieser Fehlerkategorie. Dieser Fehler liegt vor, wenn nur nach Informationen Ausschau gehalten wird, die die eigene Hypothese bestätigen, ohne widersprüchliche Informationen zu berücksichtigen. Auch wenn das weitere diagnostische Vorgehen fehlerhaft ist, gehört das zur Kategorie *fehlerhafte Verifizierung* (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005).

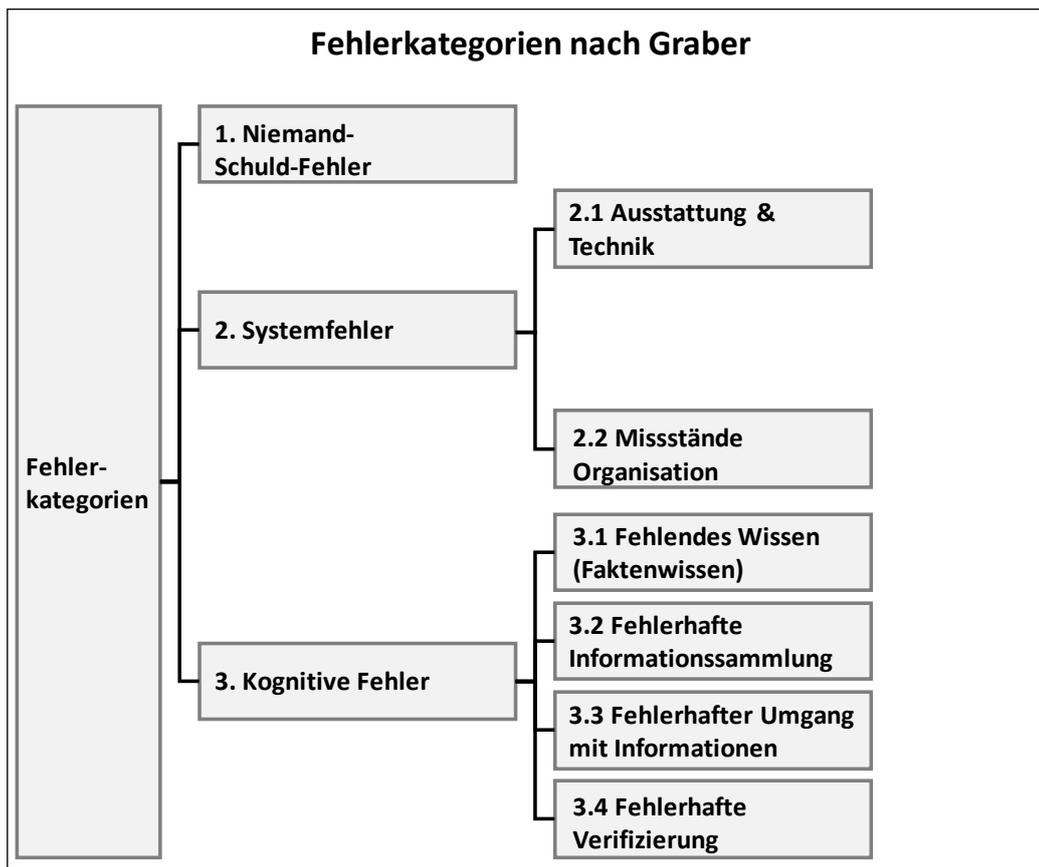


Abbildung 3: Fehlerkategorien modifizierte Darstellung in Anlehnung an Graber et al. (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005)

Häufige Fehler im Diagnoseprozess im Bereich der Inneren Medizin sind *kognitive Fehler* (28 %), jedoch treten auch *nicht-kognitive Fehler* (*Systemfehler* 19 %, *Niemand-Schuld-Fehler* 7 %) nach Graber et al. auf (M. L. Graber, Kissam, et al., 2012), (M. L. Graber, Wachter, & Cassel, 2012), (M. L. Graber et al., 2005). Am häufigsten kommt jedoch eine Kombination aus kognitiven und systembedingten Fehlern (zusammen 46 %) vor (M. L. Graber et al., 2005). Nicht nur *kognitive Fehler*, sondern auch viele andere Einflussfaktoren oder Risiken können die Fehlerentstehung begünstigen, welche letztendlich sehr häufig auf menschliches Versagen zurückzuführen ist (James Reason, 1990). Dessen Anteil an Fehlern wird auf ca. 80 % geschätzt (Pierre & Hofinger, 2014), (Cooper et al., 1978), (Williamson et al., 1993), (Wright et al., 1991).

Aufgrund der Überschneidung der Fehlerkategorien (kognitiver und nicht-kognitiver Art) und dem komplexen Fehlerentstehungsprozess, wird im Folgenden nochmals auf weiteren Ursachen, Entstehung und Einflussfaktoren auf Diagnosefehler konkret im Kontext der Medizin eingegangen.

2.2.4 Ausblick: Weitere Fehlerursachen und -entstehungen in der Medizin

(Diagnose-) Fehler treten in unterschiedlichster Form in Erscheinung. Bei einem Großteil der Fehler braucht es lange bis zu ihrer Entdeckung. Währenddessen können sie Patienten evtl. schädigen (M. L. Graber, 2011), (James Reason, 1990), (M. L. Graber et al., 2005). Diese treten v. a. dann auf, wenn sie an verschiedenen Stellen nicht erkannt werden. Werden diese wiederum an einer anderen Stelle ausgeglichen, kann eine Schädigung des Patienten verhindert werden. Der Fehler bleibt jedoch häufig implizit und wird schlussendlich nicht erkannt. Es besteht die Gefahr, dass der gleiche Fehler zukünftig wieder auftritt. Meistens braucht es eine Verkettung von mehreren Fehlern, mit dem Versagen an verschiedener Stelle und von verschiedenen Sicherheitssystemen, bis ein Schadensereignis eintritt und der Fehler offenkundig wird (James Reason, 1990).

Unter dem Begriff „*the dirty dozen*“, welcher aus Cockpit Resource Management (heute Crew Resource Management, kurz CRM) (Helmreich & Wilhelm, 1991) stammt und sich aus Zwischenfällen sowie Unfällen der Luftfahrt heraus entwickelte, werden weitere Fehlerursachen aufgelistet. Durch die Analyse dieser Fehlerursachen konnten geeignete Gegenmaßnahmen entwickelt werden, welche erfolgreich in der Luftfahrt angewendet werden. Seit einigen Jahren erhält dieses Vorgehen auch mehr Beachtung in der Medizin (Schmitt-Sausen, 2018), (Marx & Richter, 2013), (Laux, Luiz, & Madler, 2009). Hierunter sind wichtige und entscheidende *Human-Factor-Probleme* (D. A. Norman, 1981) zu subsumieren, welche zu Fehlern führen oder diese begünstigen können: 1. Mangel an Kommunikation; 2. Mangel an Wissen; 3. Mangel an Aufmerksamkeit; 4. Selbstgefälligkeit; 5. Druck; 6. Ermüdung und Erschöpfung; 7. Mangel an Teamwork; 8. Mangel an Ressourcen; 9. Mangel an Durchsetzungsfähigkeit; 10. Normen; 11. Stress; 12. Ablenkung (Marx & Richter, 2013).

Latente Fehler können außerdem auftreten in *Management/Führung* (Xiao, Seagull, Mackenzie, & Klein, 2004), (K. J. Klein, Ziegert, Knight, & Xiao, 2006), (Kumar, Kanna, & Kumar, 2011), *Strukturen* (z. B. eine unzureichende *Organisationsstruktur* (Schein, 2004), IT-Infrastruktur, Krankenhausinformationssystem, Gebäudeinfrastruktur), durch *insuffiziente Prozesse* (z. B. falsche, unvollständige, funktionsunfähige oder nicht vorhandene Standard Operating Procedures, kurz SOP) (Haynes et al., 2009), (M. Graber et al., 2002), (Laux et al., 2009) oder *Ressourcen (Materialien, Geräte/Apparate)* (Pierre & Hofinger, 2014), (Vincent, Li, & Blandford, 2014), (M. Graber et al., 2002). Ebenso können eine unzureichende *Arbeitsumgebung* (Carayon, 2006), *häufige Unterbrechungen*

(Sanghera, Franklin, & Dhillon, 2007), ausgeprägte, *starre und inflexible Hierarchien/Autoritäten* (Alkov, Borowsky, Williamson, & Yacavone, 1992), *mangelnde Zusammenarbeit* (Hautz, Kämmer, Schaubert, Spies, & Gaissmaier, 2015), *Zeit- und Kapitalmangel*, unqualifiziertes Personal, schlechte *Hygiene* (Birnbach et al., 2010) oder mangelnder Arbeitsschutz Fehler im Diagnose-/Behandlungsprozess begünstigen oder im schlimmsten Fall sogar hervorrufen. Auch der *Faktor Mensch* (Vincent et al., 2014) mit seiner Persönlichkeit, seinem Charakter, seinen *Emotionen* (Artino, La Rochelle, & Durning, 2010), Verhaltensweisen, Einstellungen, seiner persönlichen Resilienz, der Fähigkeit zur Selbstreflexion und seinen Grundbedürfnissen (Flüssigkeits- und Nahrungsaufnahme, Schlaf, Sexualität, Sicherheit) spielt bei der Fehlerentstehung und beim Umgang mit Fehlern eine entscheidende Rolle (Marx & Richter, 2013). Weiterhin ist die *Qualifikation* mit den entsprechenden *Fähigkeiten* und *Fertigkeiten* sowie deren Ausführung (bzw. regelmäßiger Ausübung) zu nennen (Bell, Harrison, & Carr, 1995); ist diese unzureichend, treten v. a. *Ausführungsfehler* (D. A. Norman, 1981) auf (Praxisbeispiel: Medikationsfehler (Valentin et al., 2009) oder Atemwegssicherung, im Speziellen die endotracheale Intubation, Mindestzahl zur Erlernung der Fertigkeit (Konrad, Schupfer, Wietlisbach, & Gerber, 1998)). Aber auch menschliche *Fehlwahrnehmung*, im Speziellen Aufmerksamkeitsfehler wie z. B. Verhören und Übersehen, sowie Gedächtnisfehler (Kliegel & Martin, 2003), welche v. a. auf die beschränkte menschliche Informationsverarbeitung zurückzuführen sind, können zu Fehlern führen (James Reason, 1990). Weiterhin ist eine gute Dokumentation, *Teamarbeit* (Risser, Simon, Rice, Salisbury, & Morey, 1999), (Laux et al., 2009), (Kiesewetter et al., 2013), *suffiziente/klare Kommunikation* (Giraud et al., 1993), (Risser et al., 1999), (Morey et al., 2002) (insbesondere bei der Übergabe von Patienten (Marx & Richter, 2013), (Boyd, Wu, & Stelfox, 2017), (Schacher, Glien, Kogej, & Gräff, 2019), (Jones et al., 2018)) entscheidend, um die Patientensicherheit gewährleisten zu können. Ebenso sind eine gute und *vertrauensvolle Arzt-Patienten-Beziehung* (Derksen, Bensing, & Lagro-Janssen, 2013) und die *Motivation* des Arztes (Artino et al., 2010) relevant, um Fehler zu vermeiden.

Das Zusammenspiel von kognitiven und nicht-kognitiven Fehlern kann hervorragend durch das "Schweizer-Käse-Modell" des englischen Psychologen James Reason (James Reason, 1990) erklärt werden, welches u. a. auf den Grundlagenarbeiten des Dänen Jens Rasmussen (Rasmussen, 1983) fußt (vgl. Abb. 4). Am besten wird das Modell anhand

eines sehr realistischen Patientenfalls verstanden, wo ebenfalls eine Kombination bzw. Verkettung aus kognitiven und nicht-kognitiven Fehlern im Folgenden beschrieben ist.

Möglicher Patientenfall als Fallbeispiel aus dem Klinikalltag: Angenommen, eine verwirrte 81-jährige Patientin ohne Kinder wird wegen einer schweren Harnwegsinfektion nachts gegen 3 Uhr in die nächstgelegene Notaufnahme vom Rettungsdienst eingeliefert. Die Patientin wird vom diensthabenden Arzt aufgenommen. Da kein Medikamentenplan vorliegt und die Patientin zum ersten Mal in diesem Krankenhaus vorstellig wird, setzt der Arzt nach Anamnese, körperlicher Untersuchung, Labor und einer orientierenden Sonografie die entsprechende Flüssigkeitssubstitution und antibiotische Therapie an und verlegt die Patientin mit der Anmerkung auf der Patientenakte in Papierform „Bitte aktuellen Medikamentenplan vom Hausarzt einholen“ auf Normalstation zur weiteren intravenösen antibiotischen Therapie bei hohen Entzündungswerten. Am folgenden Tag liest der behandelnde Arzt auf Normalstation nur die digitale Patientenakte und forscht nicht weiter nach, da es der Patientin nach reichlicher Flüssigkeitssubstitution schon deutlich besser geht und außerdem Zeitmangel wegen zahlreicher Patientenaufnahmen herrscht. Der handschriftliche Vermerk auf der Patientenakte in Papierform wird übersehen. In der Nacht wird die Patientin plötzlich reanimationspflichtig und verstirbt an einer fulminanten zentralen Lungenarterienembolie auf Intensivstation. Nach Rücksprache mit dem Hausarzt war zu erfahren, dass die Patientin dauerhaft antikoaguliert war aufgrund von zwei Lungenarterienembolien in der Vorgeschichte. Die Ursachen für die Lungenarterienembolien konnten nicht aufgefunden werden. Die orale Antikoagulation konnte aufgrund des akuten Verwirrtheitszustandes bei Aufnahme nicht von der Patientin in Erfahrung gebracht werden. Erschwerend kam hinzu, dass die Patientin im Krankenhaus nicht bekannt war. Zusätzlich hatte der behandelnde Arzt auf Normalstation, wegen Zeitmangel und der handschriftlichen Dokumentation auf der Patientenakte vom aufnehmenden Arzt der Notaufnahme, übersehen, dass kein aktueller bzw. vollständiger Medikamentenplan vorliegt. Der Arzt auf Normalstation schöpfte keinen Verdacht bei der Visite, da es der Patientin schon deutlich besser ging.

Anhand dieses authentischen Patientenfalles können mehrere *kognitive* und *nicht-kognitive Fehler* erkannt werden, welche letztendlich zum Tod der Patientin führten. Bei nicht

vorliegendem Medikamentenplan (Ereignis) und durch Versagen sämtlicher Sicherheitsbarrieren kam es zum Todesfall der Patientin aufgrund einer Fehlerverkettung.

Fehler können am Ende nur verstanden und zukünftige Fehler vermieden werden, wenn diese genau analysiert werden. Es sollte akribisch versucht werden, sich in die Lage des Menschen, dem der Fehler unterlaufen ist, sowie in die Ereigniskette hineinzusetzen. Jedoch sind menschliches Versagen und Fehler auch immer ein Teil des Menschen und können somit nie vollständig beseitigt werden. Ein Fehler mit Todesfolge - wie oben im Fall beschrieben - kann aber durch zahlreiche Sicherheitsbarrieren (wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt) nahezu vollständig vermieden werden (Pierre & Hofinger, 2014).

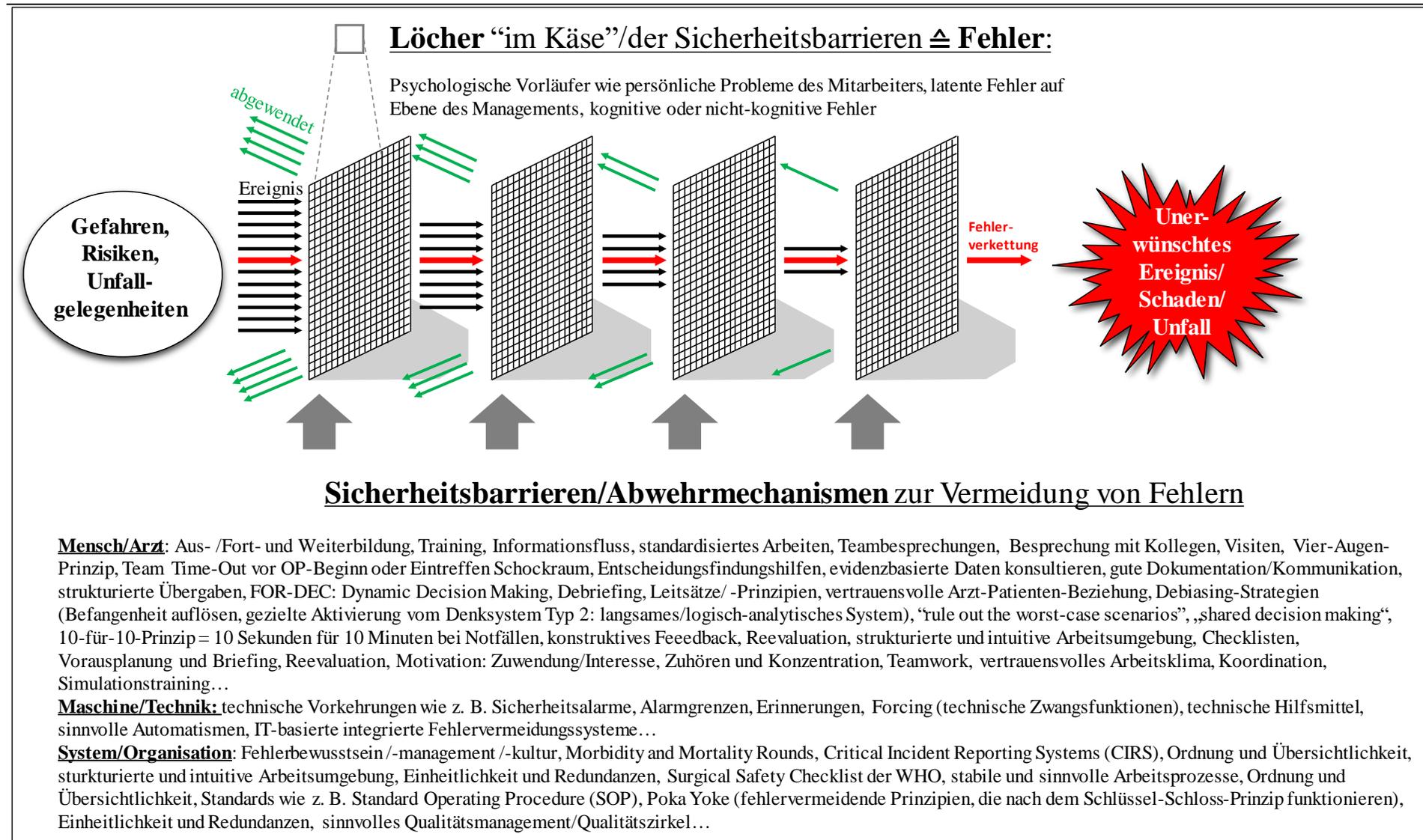


Abbildung 4: Das "Schweizer-Käse-Modell": Dynamik der Unfallentstehung; eigene, modifizierte Darstellung in Anlehnung an Reason (James Reason, 1990), (James Reason, 1995), (James Reason, 2000)

2.3 Definition von Diagnosekompetenz

Als zweite Untersuchung dieser Studie erfolgte eine Studierendenstichprobe, die die Entwicklung von Diagnosekompetenz der Studierenden näher beleuchtet. Konkret wurde der Frage nachgegangen, ob die von den Experten prognostizierten Fehlern von den Studierenden auch tatsächlich begangen werden. Des Weiteren wird analysiert, ob bestimmte Lerninterventionen zur Fehlerreduktion führt und somit Diagnosekompetenz aufgebaut werden kann.

Der Begriff Kompetenz bezieht sich auf die von Klieme & Leutner definierten kontextspezifischen kognitiven Leistungsdispositionen, welche sich auf Situationen und Anforderungen einer bestimmten (Wissens-) Domäne beziehen (Klieme & Leutner, 2006). Wird dieses Verständnis von Kompetenz auf die „ärztliche Kunst“ des Diagnostizierens angewendet, geht hieraus die Diagnosekompetenz hervor. Zentraler Bestandteil der Diagnosekompetenz ist ein Wissensnetzwerk aus konzeptuellem Wissen, das deklaratives Konzept- und Zusammenhangswissen umfasst, und handlungsbezogenen Wissensdimensionen. Diese umfassen in Anlehnung an van Gog, Paas und Van Merriënboer sowie an Paris, Lipson und Wixson sowohl strategisches Wissen, d.h. Wissen über Vorgehensweisen und Problemlöseheuristiken in bestimmten Situationen, als auch das Wissen über Rationale und Ziele einer Vorgehensweise, das als konditionales Wissen bezeichnet wird (Van Gog, Paas, & Van Merriënboer, 2004), (Paris et al., 1983). Das konzeptuelle Wissen über (Begriffs-) Definition, Bedeutung, Daten und Fakten einer Domäne, sog. „Wissen, dass...“ (Ryle, 1949). Vgl. hierzu auch die modifizierte Wissenspyramide nach Miller in Abbildung 8.

Aus den unterschiedlichen Wissensarten der verschiedenen Krankheitsbilder, den Patienteninformationen sowie reichlicher klinischer Erfahrung durch Betreuung und Behandlung unterschiedlicher Patientenfälle, kann der Arzt/Ärztin nach einiger Zeit Muster erkennen. Der Arzt/Ärztin baut aus dieser Mustererkennung implizit sog. „Illness Scripts“ auf. Hierbei wird das gelernte (bio-, physio- und pathomedizinische) Wissen zu den spezifischen Krankheitsbildern mit den klinischen Erfahrungen eines Arztes verknüpft und neu vernetzt (Charlin, Tardif, & Boshuizen, 2000). In diesem impliziten Prozess der Di-

agnosekompetenzentwicklung kommt es zur Wissensentkapsulierung: Das erlernte Wissen wird mit klinischer Erfahrung⁶ angereichert und es kommt zur Reorganisation, Umstrukturierung und qualitativen Veränderung des vorbestehenden Wissens, was schlussendlich zum Aufbau von Diagnosekompetenz führt (Rikers, Loyens, & Schmidt, 2004), (Boshuizen & Schmidt, 2008).

Hierdurch gelingt es schließlich, zuverlässig spezifische Primärsymptome herauszuarbeiten und passende Arbeitsdiagnosen mit der dazugehörigen Differentialdiagnose zu entwickeln – es entsteht der sog. klinische Blick. Die Arbeits- und Differentialdiagnosen werden wiederum mit der passenden (apparativen) Diagnostik weiter verifiziert, wofür vor allem handlungsbezogenes Wissen benötigt wird. Fehlende „Illness Skripts“ sind besonders bei Novizen am Anfang ihrer Ausbildung ein Problem, wodurch es immer wieder zu Fehlern beim Diagnostizieren kommt.

Das darauffolgende Kapitel klärt die Frage, welches Lernpotenzial Fehler bei einem konstruktiven Umgang haben und welche Wirkung diese auf den Lernerfolg entfalten können.

2.4 Lernen aus Fehlern

Der neuseeländische Bildungsforscher John Hattie hat in mehr als 800 Metaanalysen, welche wiederum 50.000 Einzelstudien enthielten, verschiedene Einflussfaktoren und deren Wirkung auf den Lernerfolg untersucht. Hierzu konnte er auf Daten von über 250 Millionen Lernenden rund um die Welt zurückgreifen. Die Ergebnisse fasste er im Jahr 2009 in seinem Forschungsbericht „Visible Learning“ zusammen (Hattie, 2008). Er konnte unter anderem zeigen, wie wichtig das richtige Feedback (Effektstärke $d = 0,70$) für den erfolgreichen Lernprozess ist (Hattie, Dezember 2017). Lernen ist dann am effektivsten, wenn Fehler auftreten, Wissen unvollständig ist oder mangelndes Verständnis herrscht und der Lernende den Fehler verstanden hat (Feedback hierzu erhält). Somit bieten Fehler nach John Hattie Chancen für den Lernerfolg und sollten nicht als Peinlichkeiten oder Zeichen des Versagens gesehen werden (Hattie, Beywl, & Zierer, 2013, pp. 132 - 145).

Auch Oser und Spychiger sahen bereits das inhärente Lernpotenzial bei Fehlern, solange ein konstruktiver Umgang damit besteht. Jedoch muss der Lernende, welcher einen Fehler gemacht hat, den Fehler und die damit verbunden Konsequenzen wahrnehmen,

⁶ Klinisches Wissen/klinische Erfahrung bzw. Wissen, wie sich Krankheiten beim Patienten manifestieren und präsentieren.

verstehen, die zugrundeliegende Ursache ergründen, um schließlich das dahinterstehende Verbesserungspotenzial erkennen und ausschöpfen zu können. Das dazugehörige Wissen muss aktiviert werden und den Lernenden zur Weiterarbeit und zum Nachdenken anregen (Oser, Hascher, & Spychiger, 1999). Das Lernen aus Fehlern kann einen Selbsterklärungsprozess auslösen, was zur Umstrukturierung und Anreicherung des medizinischen Wissens führen kann (Charlin et al., 2000). Dieser Selbsterklärungsprozess wird als der primäre Lernmechanismus in Bezug auf Lernen aus Fehlern angesehen (Chi, Siler, Jeong, Yamauchi, & Hausmann, 2001).

Mehrere Untersuchungen konnten bereits zeigen, dass durch Schärfung des Bewusstseins für gängige Fehler zukünftige fehlerhafte Entscheidungen oder Handlungen reduziert werden können [107], [108], (Oser & Spychiger, 2005), (Redelmeier, 2005). Die sogenannte Theorie des negativen Wissens⁷ von Oser, Hascher und Spychiger zeigt die Wirkweise von Fehlern auf den Lernprozess. „Negativ“ im Sinne der Theorie ist als „Ergänzung oder Gegenstück zu „positiv“ zu verstehen“. Negatives Wissen ist Wissen darüber wie etwas nicht funktioniert, warum Zusammenhänge nicht stimmen oder welche Lösungsstrategien von Problemen unwirksam sind (Abgrenzungs- und Fehlerwissen) (Oser et al., 1999). Das negative Wissen kann auf unterschiedlichen Wegen erworben werden, wie z. B. eigene Fehlerbegehung realer und simulierter Situationen, Beobachten und Hören von Fehlersituationen anderer und positivem Wissenstransfer. Die Wissenschaftler Oser und Spychiger messen dem stellvertretenden Lernen, dem sog. advokatorischen Lernen, einen besonderen Stellenwert bei. Der Lernende macht die Erfahrung nicht selbst, sondern sieht am Modell welche Konsequenzen das (falsche) Handeln mit sich bringt, wodurch es zum Aufbau negativen Wissens kommt (Oser & Spychiger, 2005). Das Nachvollziehen und Lernen aus Fehlern anderer ist ein komplexer Lernvorgang, da die Ergründung und Nicht-Nachahmung (sog. umgekehrtes Modelllernen) einen tiefen Verarbeitungs- und Reflexionsprozess erfordert (Spychiger, 2004). Zwingend, um einen erfolgreichen Lernprozess aus Fehlern beim advokatorischen Lernen zu induzieren, ist das Aufzeigen der Folgen und die Rückmeldung des Fehlers (Kolodner, 1992). Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Studie fallbasierte Lösungsbeispiele mit Fehlern angereichert und unterschiedliche Feedback-Maßnahmen in Form von Prompts kombiniert.

⁷ Negatives Wissen gibt Aufschluss darüber, wie etwas nicht ist, was nicht funktioniert und welche Strategien nicht zielführend sind, da zugrunde liegende Theorien und Konzepte fehlerhaft sind. Es umfasst die zwei Hauptkategorien Abgrenzungswissen und Fehlerwissen.

Wenn also gezeigt werden konnte, dass erfolgreich aus Fehlern gelernt werden kann, stellt sich nun die Frage, welche Fehler Novizen im Diagnosestellungsprozess überhaupt begehen.

2.5 Forschungsfragen

Um sich der Problematik der Prävalenz von Diagnosefehlern nähern zu können, wurden in der Vergangenheit v. a. quantitative Testungen von Studierenden oder retrospektive Analysen von Fehldiagnosen, Unfällen oder Zwischenfällen durchgeführt (z. B. post mortem Abgleich der zuvor gestellten klinischen Diagnose mit Obduktionsergebnissen) (M. L. Graber et al., 2005), (James Reason, 1990). In quantitativen Testungen von Studierenden kann zwar durch spezifische Testaufgaben die Fehlerart geprüft werden (vgl. hierzu z. B. die Studie von Braun et al. (Braun, Zwaan, Kiesewetter, Fischer, & Schmidmaier, 2017)), jedoch müssen die Variablen in den Testbedingungen konstant gehalten werden, was wiederum die Übertragbarkeit der begangenen Fehler in die klinische Praxis erschwert. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, die Fehlerforschung zu ergänzen und qualitative Interviews mit Experten/-innen des Klinikalltags durchzuführen.

Die qualitative Fehlerforschung ist im Schrifttum deutlich unterrepräsentiert. Vor allem mangelt es an Studien, welche mehrere Methoden miteinander kombinieren, obwohl das für den Untersuchungsgegenstand (Relevanz und Prävalenz von Diagnosefehlern) besonders wichtig wäre (M. L. Graber, KISSAM, et al., 2012), (M. L. Graber et al., 2005), (Kassirer & Kopelman, 1989), (Peterson et al., 1992). In der vorliegenden Arbeit sollen deshalb durch qualitative teilstandardisierte Experteninterviews und durch eine quantitative Untersuchung an Studierenden relevante und häufige Diagnosefehler von Novizen ergründet und analysiert werden.

Auf die Relevanz und Häufigkeit von Diagnosefehlern wurde bereits in Kapitel 1 und 2 eingegangen. Weiterhin wird in der Literatur immer wieder postuliert, dass Anamnese und körperliche Untersuchung einen Beitrag zwischen 70 und 85 % zur Diagnosestellung leisten können (Peterson et al., 1992), (Hampton et al., 1975), (Gross & Fischer, 1980), (Lown et al., 2004, pp. 20 - 40).

In der vorliegenden Studie sollen Diagnosefehler anhand des typischen diagnostischen Vorgehens eines Arztes entlang der Anamnese, körperlichen Untersuchung, des Labors und der Bildgebung ergründet werden. Hierzu wurden der Begriff Diagnosefehler sowie unterschiedliche Fehlerkategorien und -einteilungen bereits näher erläutert. Aus dem Titel dieser Arbeit leitet sich somit die Hauptforschungsfrage wie folgt ab:

Welche Diagnosefehler betrachten Experten als häufige und relevante Fehler bei Novizen, und lässt sich diese Prognose anhand einer studentischen Stichprobe belegen?

Aus der Hauptforschungsfrage ergeben sich folgende weiteren Fragen:

1. a) *Welche diagnostischen Fehler schätzen Experten als besonders häufig und relevant bei Novizen ein?*
- b) *In welchem Umfang findet sich bezüglich dieser Einschätzungen Unterschiede zwischen Allgemeinmedizinern und Internisten?*
- c) *In welchem Umfang finden sich aus Expertensicht Unterschiede zwischen Novizen und erfahrenen Ärzten/-innen hinsichtlich relevanter Fehler?*

Im ersten Schritt sollen die Teilfragen 1 beantwortet werden durch qualitative Analyse teilstandardisierter Experteninterviews. Befragt werden hochkarätige Experten aus der Allgemeinmedizin und Inneren Medizin mit langjähriger Erfahrung in der Lehre und Patientenversorgung zum Thema Relevanz und Prävalenz von Diagnosefehlern.

Die von den Experten als relevant und häufig eingeschätzten Diagnosefehler werden in einem zweiten Schritt durch eine fallbasierte Online-Lernumgebung (CASUS) mit Medizinstudierenden im 4./5. Jahr ihrer Ausbildung evaluiert. Mittels verschiedener Aufgabenarten werden die kognitiven Fehler näher beleuchtet. Nicht-kognitive Fehler werden in der Studierendenstichprobe nicht berücksichtigt. Hiermit sollen dann die Teilforschungsfragen 2 beantwortet werden, welche wie folgt lauten:

2. a) *Welche Fehlerarten treten tatsächlich in der Stichprobe am häufigsten auf?*
- b) *Stimmt dieses Ergebnis mit der Expertenprognose überein?*

Die von den Experten genannten Diagnosefehler und die in der Studierendenstichprobe beobachteten Fehler werden anhand der modifizierten Fehlertaxonomie nach Graber et al. (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005) eingeordnet. Anschließend folgt der Vergleich der verschiedenen kognitiven Fehler mittels einer sogenannten Cross Evaluation.

Anhand der Daten aus der quantitativen Interviewstudie sollen abschließend noch Antworten auf die Teilforschungsfragen 3 gefunden werden:

3. *Wie*

a) ist das Verhältnis von richtigen zu falschen Antworten in der Stichprobe insgesamt?

b) unterscheidet es sich in Abhängigkeit von der Experimentalbedingung?

Bei den unterschiedlichen Experimentalbedingungen handelt es sich um sog. Lernintervention. Ziel der einzelnen Lernintervention (insgesamt drei: *Lösungsbeispiel, Multiple Choice, Reflektion*) ist zu überprüfen, ob die Studierenden nach der einer spezifischen Lernintervention weniger Fehler begangen haben und somit ein Lernfortschritt erzielt werden konnte.

3 Methodik

3.1 Gang der Untersuchung

Im sogenannten Mixed-Method-Ansatz werden qualitative und quantitative Daten miteinander kombiniert und in einer sog. „Cross Evaluation“ verglichen. Die Experteninterviewstudie wurde mit vier Experten aus der Allgemeinmedizin und sechs Experten aus der Inneren Medizin anhand eines jeweils 60-minütigen teilstandardisierten Gesprächs durchgeführt. Ziel der Interviews war, herauszuarbeiten, welche relevanten Fehler im Diagnoseprozess nach Ansicht der Experten von Novizen begangen werden. Hierzu wurden drei verschiedene exemplarische und praxisrelevante Patientenfälle aus dem Krankheitskomplex der arteriellen Hypertonie und der Schilddrüsenerkrankungen herangezogen. Somit wurden von jedem Experten insgesamt sechs Fälle bearbeitet, um sich dem Problemfeld Fehlerentstehung, -art und -ausbreitung zu nähern. Darüber hinaus sollten auch Unterschiede zwischen den Expertengruppen (Allgemeinmedizin vs. Innere Medizin) herausgearbeitet werden.

In der quantitativen Untersuchung mit Studierenden wurde anschließend ermittelt, welche Fehler Studierende in einem computerbasierten Online-Test begingen. Die Studierenden werden randomisiert in eine der drei Lernbedingungen/-interventionen (*Lösungsbeispiel: N = 29, Multiple Choice: N = 31, Reflektion: N = 29*) zugewiesen. Die Studierenden erhielten nach dem Vortest eine Lernintervention und mussten daraufhin in einem Nachtest wiederum Aufgaben aus den verschiedenen Aufgabengruppen (*Multiple Choice, Key feature* (Ryle, 1949), (Stark, Kopp, & Fischer, 2011), (Krebs, 2004), (Paris et al., 1983), *Problemlöseaufgaben* (Stark et al., 2011), (Stark, Gruber, Renkl, & Mandl, 2000), (Stark et al., 2011), (Kopp, Stark, & Fischer, 2007), *Error detection* (Stark et al., 2011), (Georges Bordage, Brailovsky, Carretier, & Page, 1995), (G Bordage & Page, 1987), (Kopp, Möltner, & Fischer, 2006), (Georges Bordage et al., 1995), (Page & Bordage, 1995), (Page, Bordage, & Allen, 1995)) lösen. Ziel der Lernintervention war es, zu analysieren, ob die Studierenden nach der Lernintervention weniger Fehler begangen haben und somit ein Lernfortschritt zu verzeichnen war. Weiterhin sollte herausgefunden werden, welche Fehler tatsächlichen von Novizen begangen werden und ob diese begangenen Fehler mit der Expertenprognose übereinstimmen. Ebenso soll die Verteilung der verschiedenen Fehler und der richtigen Antworten auf die verschiedenen Aufgabengruppen betrachtet werden. Die Fehler aus der qualitativen und quantitativen Analyse wurden anschließend - in einer bereits bestehenden Fehlertaxonomie nach Graber (M. Graber et al.,

2002), (M. L. Graber et al., 2005) - klassifiziert. Am Ende der Studie wurden Implikationen für die Ausbildung von Medizinerinnen abgeleitet. Durch didaktische und/oder curriculare Veränderungen soll die Lehre im Medizinstudium weiter verbessert werden, um zukünftig Diagnosefehler reduzieren zu können. Ziel ist es, die Diagnosekompetenz von Medizinstudierenden und jungen Assistenzärzten/innen zu verbessern.

3.2 Qualitative Analyse der teilstandardisierten Experteninterviews

3.2.1 Beschreibung der Stichprobe

Professoren und Kliniker (insbesondere Fachärzte/innen) haben durch jahrelange Tätigkeit in Forschung, Lehre und Patientenversorgung viel Erfahrung bzgl. Prävalenz und Relevanz von Diagnosefehlern. Um diese besser verstehen zu können, sind v. a. die Entstehung, Ausbreitung und Formen von Fehlern bei Medizinstudierenden im klinischen Studienabschnitt (4. und 5. Studienjahr zwischen klinischer Basiskompetenz und PJ-Reife) im Fokus, um wiederum später Rückschlüsse zur Fehlervermeidung und Verbesserung der Diagnosekompetenz ziehen zu können. Um die Expertise der Kliniker erfassen zu können, wird die qualitative Methodik der teilstandardisierten Experteninterviews herangezogen. Für die Auswahl der Interviewpartner wurde eine Anfrage per E-Mail an über 30 Experten/-innen gestellt, die in der Lehre, Forschung oder Patientenversorgung des Universitätsklinikums der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München tätig sind. Insgesamt zehn hochrangige Experten (N = 10) teilten ihre Bereitschaft mit und wurden jeweils 60 bis 90 Minuten teilstandardisiert interviewt. Die Stichprobe besteht aus 4 Allgemeinmedizinerinnen und 6 Internisten.

Jeder Experte ist Facharzt, zeichnet sich durch mehrere Jahre an Erfahrung (Berufsjahre: M = 25,22, SD = 10,1; Lehrjahre: M 16,89, SD = 9,91) beim Diagnostizieren von Krankheiten aus und ist zusätzlich in irgendeiner Form in Forschung und Lehre an der LMU tätig, insbesondere durch jahrelange Betreuung und Begleitung von jungen Medizinstudierenden oder Assistenzärzten/innen im klinischen Arbeitsalltag. Die Experten besitzen neben ihrer Spezialisierung in Innerer Medizin und Allgemeinmedizin diverse Zusatzbezeichnungen wie z. B. Nephrologie, Hämatologie und Onkologie, Endokrinologie, Pädiatrie oder Notfallmedizin. Die Gesamtdauer aller Interviews beträgt 12,9 Stunden. Die nachfolgende Tabelle stellt die demografischen Daten der Interviewpartner wie Geschlecht, Lebensalter, Fachrichtung, Ort der Berufsausübung, regelmäßige Lehrtätigkeit, Berufsjahre, Anzahl Jahre in der Lehre und die Dauer des Interviews dar. Die Stichprobe der befragten Experten wird wie folgt beschrieben:

Methodik

N = 9 (ein Experte machte hierzu keine Angaben); Geschlecht: 100 % m; Alter: M = 53,89, SD = 11,15; Berufsjahre: M = 25,22, SD = 10,1; Lehrjahre: M 16,89, SD = 9,91; Interviewdauer: insgesamt \approx 772 min, M = 77:12 min, Min = 60:55 min, Max = 91,08 min.

Name	Alter	Geschlecht*	Fachrichtung/ Facharzt	Ausübung Beruf	regelm. Lehrtätigkeit	Berufs- jahre	Jahre Lehrtätigkeit	Dauer Interview
Experten aus der Allgemeinmedizin (N = 4)								
Proband 1 Dr. med.	74	M	Allgemeinmedizin und Pädiatrie	Niederlassung (im Ruhestand)	nein	37	3	76:52 min
Proband 2 Dr. med.	52	M	Allgemeinmedizin und Notfallmedizin	Niederlassung	nein	18	2	60:55 min
Proband 3 Dr. med.	66	M	Allgemeinmedizin	Niederlassung & Universitäts- klinikum	ja	41	20	91:08 min
Proband 4 Prof. Dr. med.	45	M	Allgemeinmedizin	Niederlassung & Universitäts- klinikum	ja	17	16	77:48 min
Experten aus der Inneren Medizin (N = 6)								
Proband 5 Prof. Dr. med.	47	M	Innere Medizin	Universitäts- klinikum	ja	19	19	62:13 min
Proband 6 Prof. Dr. med.	56	M	Innere Medizin: Hämatologie und Onkologie	Universitäts- klinikum	ja	29	29	82:17 min
Proband 7 Prof. Dr. med.	60	M	Innere Medizin: Endokrinologie	Universitäts- klinikum	ja	34	31	89:19 min
Proband 8 Prof. Dr. med.	Keine Angaben	M	Innere Medizin: Nephrologie, Bereichsleiter Dialyse und Plasmapherese	Universitäts- klinikum	ja	keine Angaben ~30	keine Angaben ~30	81:36 min
Proband 9 Prof. Dr. med.	40	M	Innere Medizin: Multiples Myelom und Endokrine Onkologie	Universitäts- klinikum	ja	14	14	84:01 min
Proband 10 Prof. Dr. med.	45	M	Innere Medizin: Nephrologie und Leiter Notaufnahme	Universitäts- klinikum	ja	18	18	65:53 min
Gesamtsumme						227 257 Berufsjahre	152 182 Jahre in der Lehre tätig	~ 772 min Interview
*wird im nachfolgenden Text von den hier aufgelisteten Experten gesprochen, erfolgte keine geschlechtsneutrale Bezeichnung, da nur männliche Experten befragt wurden.								

Tabelle 2: Demografische Daten der Interviewpartner

3.2.2 Interviewinhalte und -ablauf

Mit sechs Experten aus der Inneren Medizin und vier Experten aus der Allgemeinmedizin (N = 10) wurden drei fiktive (aber authentische) Patientenfälle zum Krankheitskomplex Hypertonus und drei Fälle zu Schilddrüsenerkrankungen bearbeitet. Jedes Interview dauerte zwischen 65 und 90 Minuten. Jeder Experte erhielt entlang der Diagnoseschritte Anamnese, körperliche Untersuchung, Labor und Bildgebung Informationen zum Krankheitsbild und überlegte anhand der einzelnen Diagnoseschritte, welche Fehler hier bei Novizen im klinischen Alltag entstehen könnten. In der nachfolgenden Abbildung (Abb. 7) ist das Vorgehen innerhalb des fiktiven Patientenfalles als Überblick dargestellt.

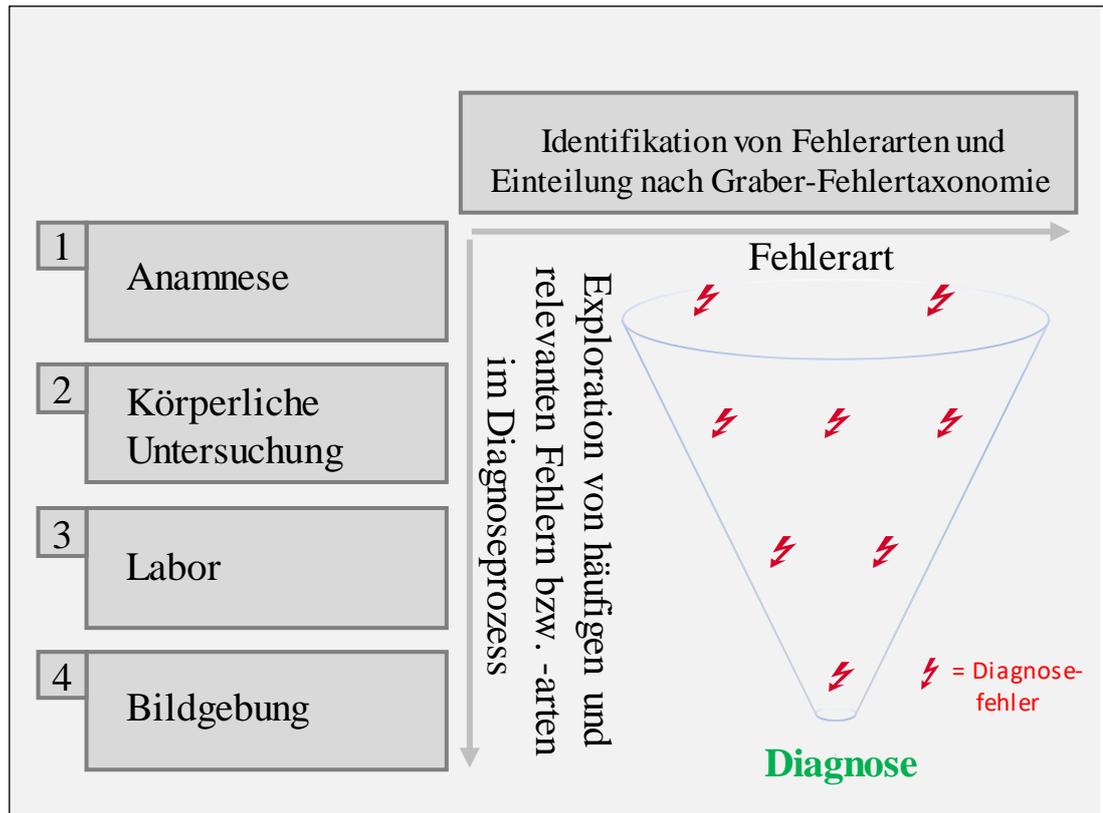


Abbildung 5: Vorgehen Fallbearbeitung bei der Interviewstudie

In jedem Diagnoseschritt des fiktiven Patientenfalls sollten anhand der drei folgenden Fragen verschiedene Fehlerarten identifiziert werden (vgl. Abbildung. 6 und Tabelle 21 fortfolgende im Anhang):

1. Welche Fehler sind relevant für den klinischen Alltag?
2. Wie könnte der Fehler zustande kommen und wie könnte man den Fehler kategorisieren?
3. Was könnte man tun, um den Fehler in Zukunft zu vermeiden?

Hierdurch sollen Häufigkeit, Relevanz, Entstehung und Ansätze zur Vermeidung von Fehlern besser im Interview erfasst werden. Die folgende Abbildung (Abb. 8) gibt einen Überblick über die Interviewstrategie und -ziele zur Ergründung von Diagnosefehlern bei Novizen.

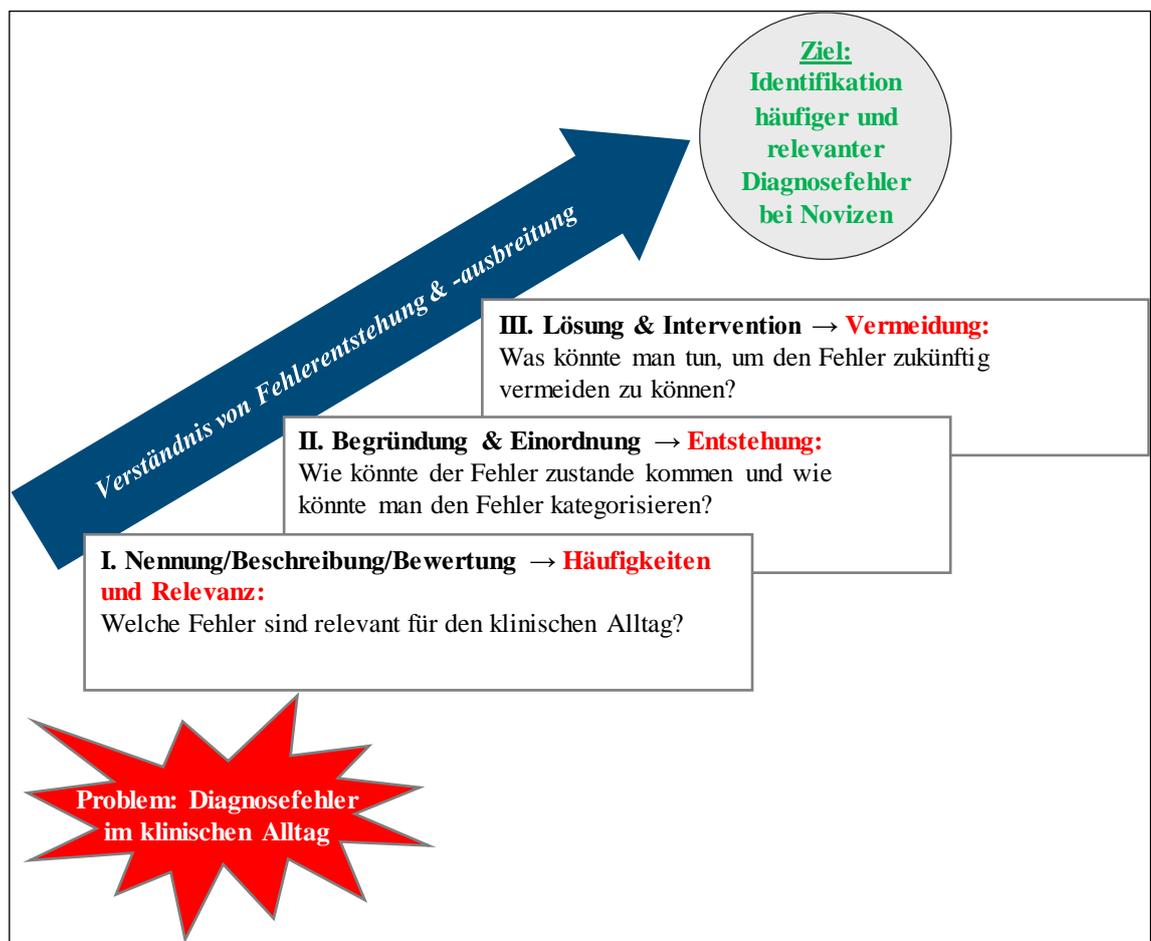


Abbildung 6: Prozess zur Eingrenzung der Problemstellung „Diagnosefehlern bei Novizen“

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 7) gibt einen genaueren Überblick, welche Fälle zur arteriellen Hypertonie und Schilddrüsenerkrankungen (Hyperthyreose) mit welchem Experten bearbeitet wurden.

Übersicht teilstandardisierte Experteninterviews

(Interviewdauer 60 Minuten, Ziel: 6 Fälle pro Interviewpartner → Spalte: insgesamt 5 Einschätzungen pro Fall, 10 pro Krankheitsbild → Zeile)

Fälle				Interviewpartner/Stichprobenumfang n=10										Gesamtsumme		
				Gesamtdauer Interviews = 772:00 min (≈ 12,9 h)												
Anzahl	Kategorie	Krankheitsbild	Fiktive aber authentische Patientenfälle (Fallbezeichnung)	1 Prof. Dr. med. Internist: Nephrologie	2 Dr. med. Haus- und Kinderarzt: Allgemeinmedizin und Pädiatrie	3 Dr. med. Hausarzt: Allgemein- und Notfallmedizin	4 Dr. med. Hausarzt: Allgemeinmedizin	5 Prof. Dr. med. Internist: Hämatologie und Onkologie	6 Prof. Dr. med. Internist: Nephrologie, Leiter Notaufnahme	7 Prof. Dr. med. Internist: Endokrinologie	8 Prof. Dr. med. Internist: Nephrologie	9 Prof. Dr. med. Internist: Multiples Myelom und Endokrine Onkologie	10 Prof. Dr. med. Hausarzt: Allgemeinmedizin			
				Interview Mo, 08.12.2015 Dauer: 62:13 min	Interview Di, 09.12.2014 Dauer: 76:52 min	Interview Mo, 15.12.2014 Dauer: 60:55 min	Interview Mi, 17.12.2014 Dauer: 91:08 min	Interview Mi, 04.02.2015 Dauer: 82:17 min	Interview Do, 05.02.2015 Dauer: 65:53 min	Interview Do, 05.02.2015 Dauer: 89:19 min	Interview Do, 12.02.2015 Dauer: 81:36 min	Interview Do, 12.02.2015 Dauer: 84:01 min	Interview Mo, 01.04.2015 Dauer: 77:48 min			
1	Bluthochdruck/ art. Hypertonie	I	Nierenarterienstenose I (Fr. Necic, 29 J.)	x	x	x					x	x		5		
2			Nierenarterienstenose II (Fr. Ortel, 70 Jahre)				x	x	x	x				x	5	
3		II	Morbus Conn I, Nebennierentumor links (Hr. Schneider, 62 Jahre)	x	x	x						x	x		5	
4			Morbus Conn II, Nebennierentumor links (Hr. Obermaier, 49 J.)				x	x	x	x				x	5	
5		III	Phäochromozytom I (Fr. Zettel, 48 Jahre)	x	x	x						x	x		5	
6			Phäochromozytom II (Hr. Schuster, 52 Jahre)				x	x	x	x					x	5
7	Schilddrüse/Hyperthyreose	I	01a Struma nodosa mit multifokaler Autonomie (Hr. Dauner, 71 Jahre)				x	x	x	x				x	5	
8			01b Struma nodosa mit multif. Autonomie u. kalten Knoten (Fr. Birnbacher, 43 Jahre)	x	x	x						x	x		5	
9		II	02a. Subakute Thyreoiditis de Quervain I (Fr. Bittler, 28 Jahre)	x	x	x						x	x		5	
10			02b. Subakute Thyreoiditis de Quervain II (Hr. Schiller, 46 Jahre)				x	x	x	x	x				x	5
11		III	03a. Morbus Basedow mit EO (Fr. Thissen, 52 Jahre)				x	x	x	x	x				x	5
12			03b. Morbus Basedow ohne EO (Fr. Peter, 36 Jahre)	x	x	x							x	x		5
Gesamtsumme				6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		

Abbildung 7: Stichprobenumfang teilstandardisierte Interviews nach Fällen und Experten, N = 10

Die von den Experten genannten Fehlerquellen werden anhand der Fehlertaxonomie nach Graber et al. eingeordnet. Nach Graber et al. nicht kategorisierbare Fehler werden zur Erweiterung der Taxonomie genutzt (vgl. hierzu Kapitel 4.1). Die qualitative Auswertung soll zum besseren Verständnis von Auftreten, Arten und Ursachen von relevanten Fehlern im Diagnoseprozess beitragen. Die detaillierten Fälle und Informationen der Interviewpartner zu den einzelnen Diagnoseschritten, Patientenfällen und Krankheitskomplexen finden sich im Anhang (ab Tabelle Tbl. 21).

3.3 Quantitative Analyse der Medizinstudierenden

3.3.1 Beschreibung der Stichprobe

Die in den Experteninterviews prognostizierten Fehler werden in der darauffolgenden Phase von 89 Medizinstudierenden (67 % w, Alter: $M = 24.38$, $SD = 2.71$; Semester: $M = 8.75$, $SD = 2.21$, also im fortgeschrittenen klinischen Ausbildungsabschnitt, 4. / 5. klinisches Semester) in der fallbasierten Online-Lernumgebung CASUS (Fischer, 2000) bezüglich der Prävalenz von kognitiven Diagnosefehlern evaluiert. Hierfür wurden keine neuen Daten erhoben, sondern es wurde der Datensatz aus der Studie „Fostering medical students’ clinical reasoning by learning from errors in clinical case vignettes: effects and conditions of additional prompting procedures to foster self-explanations“ von Klein et al. herangezogen und unter neuen Gesichtspunkten im Rahmen dieser Arbeit analysiert (M. Klein, Otto, Fischer, & Stark, 2019)⁸.

Den Studierenden werden randomisiert und einer der drei Lernbedingungen (*Lösungsbeispiel*: $N = 29$, *Multiple Choice*: $N = 31$, *Reflektion*: $N = 29$) zugewiesen. Die Zuteilung erfolgte nach dem Zufallsprinzip. Somit sollte u. a. untersucht werden, ob weniger Fehler auftreten (eine wirksame Lernintervention vorliegt) und die Studierenden somit durch die Intervention dazu gelernt haben. Nach der Randomisierung wurde zur Lösung der Aufgaben das Vorgehen bestehend aus Vorwissenstest, Training und Nachtest bei allen drei Lernbedingungen durchgeführt. Nach einer kurzen Einführung in die webbasierte Lernumgebung absolvierten die Studierenden den Vorwissenstest. Anschließend mussten fallbasierte Lösungsbeispiele unter der jeweiligen Lernbedingungen bearbeitet werden. Zum Schluss wurde ein Nachtest zur Beurteilung des Lernerfolgs ($\hat{=}$ Fehlerreduktion) durchgeführt.

Die Studierenden lösten vier verschiedene Aufgabentypen (*1. Multiple Choice*, *2. Key Feature*, *3. Problemlöseaufgaben*, *4. Error detection*), welche Krankheitsbilder aus den Bereichen arterielle Hypertonie und Hyperthyreose enthielten. Die verschiedenen Aufgaben wurden direkt im Lernprogramm beantwortet. Differentialdiagnostisch mit in Betracht gezogen wurden komplexe Krankheitsbilder wie beispielsweise der primäre Hyperaldosteronismus (Conn-Syndrom), das Phäochromozytom oder das Cushing Syndrom.

⁸ Der Datensatz ist der gleiche wie in der Studie von Klein et al. 2019; die Daten werden in Bezug auf Fehlerkategorien nach Graber et al. umcodiert. Aufgrund dessen gibt es im Stichprobenumfang minimale Abweichungen, da einige Datensätze aufgrund fehlender Antworten nicht verwertet werden konnten. Andere Datensätze, welche in der Studie von Klein et al. 2019 nicht verwendet werden konnten, konnten anteilig zur Fehlerauswertung herangezogen werden. Deshalb weicht die Stichprobenzusammensetzung trotz gleichen Datensatzes etwas ab, was aber für die Prävalenz von kognitiven Fehlern nicht ins Gewicht fällt.

Mittels der verschiedenen Aufgabentypen sollten verschiedene Wissensarten abgeprüft werden, um somit wiederum auf verschiedene Fehlerarten schließen zu können. Die Falschantworten im Vor- und Nachtest wurden daraufhin den kognitiven Fehlerarten der Graber-Fehlertaxonomie zugeordnet, um herauszufinden, welche kognitiven Fehlersubkategorien nach Graber et al. beim Lösen der Aufgaben vorlagen. Ziel dieser Untersuchung war es, herauszufinden, welche Fehler angehende Ärzte/-innen tatsächlich im Diagnoseprozess machen.

Im Vor- und Nachtest mussten jeweils Aufgaben gelöst werden, welche näher in Kapitel 3.3.2 erläutert werden. Durch die verschiedenen Aufgabentypen kann die im Vordergrund stehende Wissensart näher betrachtet werden und somit Rückschlüsse auf spezifische *kognitive Fehler* (3.1 *fehlendes Faktenwissen*, 3.2 *fehlerhafte Informationssammlung*, 3.3 *fehlerhafter Umgang mit Informationen*, 3.4 *fehlerhafte Verifizierung*) nach Graber et al. gezogen werden. Die nicht-kognitiven Fehler fanden im Studierendentest keine Berücksichtigung. Diese sind somit nur in der Expertenstichprobe berücksichtigt.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über den gesamten Testaufbau der Online-Lernumgebung CASUS (Fischer, 2000) und die Spezifikationen der Testaufgaben.

Aufbau	Ab- lauf	Test	Anzahl Aufgaben	Geprüfte Wissensart	Wahrscheinliche kognitive Fehler bei Falschantworten nach Graber et al. (Rückschluss anhand der Wissensart)
I. Vortest (VT)	1	Multiple Choice (MC)	21	Begriffe, Definitionen (Faktenwissen: Wissen, dass)	3.1
	2	Key feature (KF)	6	Vorgehen (strategisches Wissen: Wie?)	3.2, 3.3, 3.4
	3	Problemlöse- aufgaben (PA)	3	Begründung (kombiniertes Wissen = strategisch + konditional: Wie u. warum?)	3.3, 3.4
	4	Error detection (ED)	2	Vorgehen (strategisches Wissen: Wie?)	3.2, 3.3
Lernintervention/Experimentalbedingung					
<i>1. Multiple Choice (N = 31), 2. Lösungsbeispiel (N = 29) oder 3. Reflektion (N = 29)</i>					
II. Nachttest (NT)	1	Multiple Choice (MC)	21	Begriffe, Definitionen (Faktenwissen: Wissen, dass)	3.1
	2	Key feature (KF)	25	Vorgehen (strategisches Wissen: Wie?)	3.2, 3.3, 3.4
	3	Problemlöse- aufgaben (PA)	9	Begründung (kombiniertes Wissen = strategisch + konditional: Wie u. warum?)	3.3, 3.4
	4	Error detection (ED)	6	Vorgehen (strategisches Wissen: Wie?)	3.2, 3.3

Tabelle 3: Aufbau quantitativer Test, studentische Stichprobe (N = 89)

3.3.2 Fehlertestung / -training mittels spezifischer Aufgabenstellung und Rückschlüsse auf die Fehlerkategorien

Eine insbesondere im Medizinstudium sehr etablierte Prüfungsform, um große Mengen an Wissen abzufragen, sind *Multiple-Choice-Fragen*. Hierbei wird insbesondere Begriffs- und Faktenwissen⁹ abgefragt (Ryle, 1949), (Stark et al., 2011), (Krebs, 2004), (Paris et al., 1983). Das sogenannte konzeptuelle Wissen (Wissen, dass), wird in der Miller'schen

⁹ Beim Faktenwissen, auch konzeptuelles, deskriptives, elaboriertes Wissen genannt (Wissen, dass), handelt es sich um biomedizinisches Wissen. Es beinhaltet wesentliche Begriffe, Definitionen, (epidemiologische) Fakten, Bezeichnungen etc. Es bildet das Wissensfundament im Diagnoseprozess, auf dessen Grundlage Entscheidungen getroffen werden.

Wissenspyramide auf der untersten Stufe abgebildet (Miller, 1990) und ist die Wissensgrundlage jeglicher Problemlösung. Bereits der Philosoph Ryle unterscheidet zwischen deskriptivem Wissen und strategischem/prozeduralem Wissen¹⁰ (Wissen, wie) (Ryle, 1949). Mittels dieser spezifischen Aufgabentestung kann innerhalb der *kognitiven Fehler* (3.) v. a. die kognitive Fehlersubkategorie *fehlerhaftes Wissen* (3.1) nach der Graber-Fehlertaxonomie (M. Graber et al., 2002) abgefragt werden.

Eine weitere Aufgabenart zur Wissenstestung sind *Key-feature-Aufgaben*. Um Key-feature-Aufgaben lösen zu können, müssen plausible Arbeits- und Differentialdiagnosen gebildet werden oder Entscheidungen zu weiteren notwendigen (technischen) Untersuchungen getroffen werden. Hierdurch kann v. a. strategisches Wissen (sog. Handlungswissen) (Ryle, 1949), (Paris et al., 1983) getestet werden. In mehreren Untersuchungen hat sich bereits gezeigt, dass Key-feature-Aufgaben zur Förderung von Diagnosekompetenz herangezogen werden können (Stark et al., 2011), (Georges Bordage et al., 1995), (G Bordage & Page, 1987), (Kopp et al., 2006), (Georges Bordage et al., 1995), (Page & Bordage, 1995), (Page et al., 1995). Somit kann bei inkorrektem Lösen von Key-feature-Aufgaben auf die entsprechenden Fehlerkategorien nach Graber et al. rückgeschlossen werden. Je nach begangenen Fehler und Aufgabenkonstellation handelt es sich folglich bei den kognitiven Fehlersubkategorien um 3.2 *fehlerhafte Informationssammlung*, 3.3 *fehlerhafter Umgang mit Informationen* oder 3.4 *fehlerhafte Verifizierung*.

Bei *Problemlöseaufgaben* muss neben der plausiblen Arbeitsdiagnose eine Begründung gegeben werden, welche die zugrundeliegenden pathophysiologischen Prozesse offensichtlich werden lässt. Hierdurch kann v. a. konditionales Wissen¹¹ (Wissen, warum) abgeprüft bzw. vermittelt werden (Stark et al., 2011), (Stark et al., 2000), (Stark et al., 2011), (Kopp et al., 2007). Bei inkorrekten Antworten durch fehlendes konditionales Wissen oder fehlendes kombiniertes Wissen (sprich konditionales plus strategisches Wissen) können diese den kognitiven Fehlerkategorien nach Graber et al. insbesondere den Kategorien 3.3 *fehlerhafter Umgang mit Informationen* oder 3.4 *fehlerhafte Verifizierung* zugeordnet werden.

Die letzte Aufgabenart ist *Error detection*. Hiermit kann strategisches Wissen genauer beleuchtet werden. Den Studierenden wird anhand von authentischen Patientenfällen ein fehlerhaftes diagnostisches Vorgehen präsentiert. Zuvor wird die Aufmerksamkeit des

¹⁰ Strategisches Wissen oder prozedurales ist handlungsbasiertes Wissen über konkrete Vorgehensweisen und Problemlöseheuristiken.

¹¹ Konditionales Wissen umfasst Wissen über die zugrundeliegenden pathophysiologischen Prozesse und Ziele einer konkreten Vorgehensweise im Diagnoseprozess. Somit herrscht Wissen, warum etwas so ist und weshalb es im Diagnoseprozess so gemacht wird.

Lernenden auf den Fehler im Vorgehen gelenkt. Anschließend werden Fragen zur Korrektur des diagnostischen Vorgehens gestellt. Die zuvor eingebauten Fehler in den Fallvignetten werden als Vehikel zum Lernen (Zamora, Suárez, & Ardura, 2018) oder zur Wissenskontrolle (insbesondere des strategischen Wissens) eingesetzt. Studien in der Softwareentwicklung konnten bereits zeigen, dass die Fehlererkennung verbessert wird, wenn Informationen über den Fehler im kognitiven Prozess zur Verfügung gestellt werden (Lanubile, Shull, & Basili, 1998), (Walia & Carver, 2013). Durch diese Aufgabenstellung können entstehende Fehler insbesondere in den Subkategorien der kognitiven Fehler wie z. B. *fehlerhafte Informationssammlung* (3.2) oder *fehlerhafter Umgang mit Informationen* (3.3) gefunden werden.

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 8) zeigt auf einen Blick den Operationalisierungsprozess. Defizite in den verschiedenen Wissensarten führen zu unterschiedlichen (kognitiven) Fehlern. Die verschiedenen Fehlerarten werden anhand der oben genannten unterschiedlichen Testaufgaben aufgedeckt und anschließend in die Fehlertaxonomie nach Graber et al. eingeordnet.

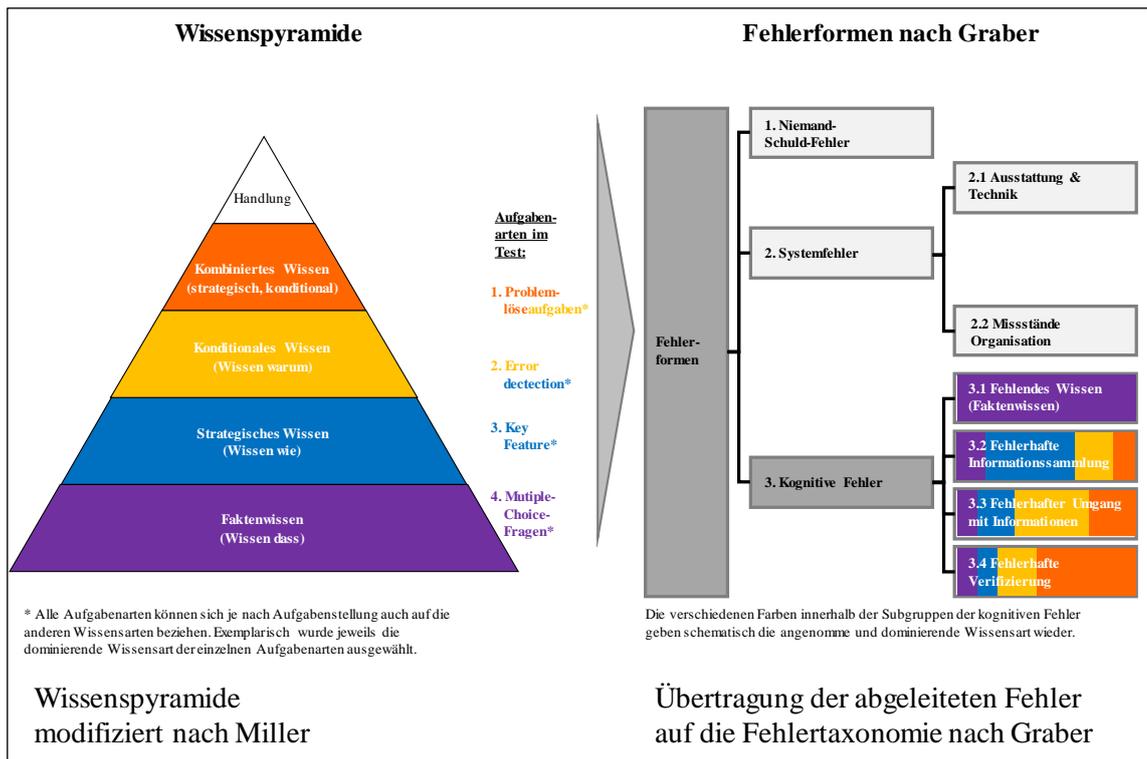


Abbildung 8: Ableitung von Fehlern aus der Wissenspyramide und Übertragung auf die Graber-Fehlertaxonomie (Miller, 1990), (M. L. Graber et al., 2005)

3.3.3 Lernen aus Fehlern

In der quantitativen Studierendenstichprobe werden die Studierenden randomisiert und drei unterschiedlichen Lernbedingungen zugeteilt (siehe hierzu Kapitel 3.3.1).

Diese Lerninterventionen anhand von *Lösungsbeispielen* setzten sich aus zwei Teilen zusammen. Zum einen aus der Aufgabenstellung mit einer authentischen Fallpräsentation und zum anderen aus dem detaillierten Lösungsweg. Zuvor werden in der Regel domänenspezifische Konzepte und Prinzipien (wie z. B. spezifische Krankheitskomplexe) definiert und näher erläutert (Kopp et al., 2007). Die Effizienz und Effektivität fürs Lernen ist bereits in anderen Wissensgebieten wie z. B. der Physik, Mathematik und Informatik hinreichend belegt worden (Reimann, 1997), (Alexander Renkl, 2001), (A Renkl & Atkinson), (Stark, 1999), (Stark, 2001).

Als weitere Lernintervention fungieren *Multiple-Choice-(MC-)Fragen*. Zu jeder MC-Frage ist eine Antwortmöglichkeit aus fünf vorhanden. Anschließend wird den Probanden die richtige Antwort präsentiert (M. Klein et al., 2019).

Die dritte Lernintervention ist *Reflektion*. Hier werden dem Probanden anhand authentischer Patientenfälle verschiedene Informationen z. B. zur arteriellen Hypertonie und Hyperthyreose präsentiert. Anschließend wird er aufgefordert, den Patientenfall zu reevaluierten und die Arbeitsdiagnose zu überdenken. Zusätzlich wird nach weiteren diagnostischen Untersuchungen gefragt. Die Probanden müssen somit die fehlerhafte Arbeitsdiagnose erkennen, überdenken und eigene Überlegungen hierzu anstellen. Wichtig hierbei ist, dass die Probanden zu eigenen Überlegungen angeregt werden, ohne sie damit in eine gewisse Richtung zu drängen. Anschließend erfolgt die Lösung der Aufgabe durch ein virtuelles Expertenfeedback. Ziel dieser Lernintervention ist es, ein tieferes Verständnis der Inhalte zu induzieren. Durch dieses Vorgehen geraten die Lernenden in eine Art „kognitive Sackgasse“, welche wiederum zu einer aktiven Elaboration der Selbsterklärung anregt (VanLehn, Siler, Murray, Yamauchi, & Baggett, 2003), (Heitzmann, Fischer, & Fischer, 2018). Bestenfalls kann hierdurch das Wissen umstrukturiert und konditionales und strategisches Wissen aufgebaut werden.

3.4 Datenanalyse

3.4.1 Qualitative Inhaltsanalyse der Experteninterviews nach Mayring

Die Auswertung der geführten Experteninterviews zur Beantwortung der Forschungsfragen 1 und 2 erfolgte nach der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (Mey & Mruck, 2010), (Mayring, 2010), (Mayring, 2004), (Mayring, 2015). Bei der Inhaltsanalyse werden die inhaltliche Strukturierung und die Zusammenfassung als Analysetechniken in kombinierter Form angewendet. Da es zu den Fragestellungen bereits erste elaborierte Theorien gibt (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005) - die die relevanten Fehlerbereiche bereits beschrieben haben - werden zunächst am Interviewleitfaden und

an theoretischen Überlegungen an der Fehlertaxonomie nach Graber et al. orientierte Hauptkategorien festgelegt (1. *Niemand-Schuld-Fehler*, 2. *Systemfehler*, 3. *kognitive Fehler*) sowie Unterkategorien (2.1 *Ausstattung & Technik*, 2.2 *Missstände Organisation*, 3.1 *fehlendes Wissen*, 3.2 *fehlerhafte Informationssammlung*, 3.3 *fehlerhafter Umgang mit Informationen*, 3.4 *fehlerhafte Verifizierung*). Die Zuordnung der Inhalte wurde anhand der deduktiven Vorgehensweise umgesetzt. Zur Kodierung der Experteninterviews wurde ein Kodierleitfaden (siehe Anhang) sowie eine Kodierungsschablone in Excel erstellt. Das vorläufige Kategoriensystem wurde im Kodierungsprozess durch eine Hauptkategorie (4. *Motivation und Interaktion*) sowie durch vier Unterkategorien (2.2.1 *Zeit*, 2.2.2 *Kapital*, 2.2.3 *Information*, 2.2.4 *Rechte & Befugnisse*) ergänzt. Dieser Schritt entspricht dem induktiven Ansatz der zusammenfassenden Inhaltsanalyse.

3.4.2 Quantitative Statistik

Zur Berechnung der quantitativen Analysen wird ein Datensatz mittels der Software IBM SPSS Statistics 25.0 erstellt und analysiert. Der Datensatz enthält alle Daten der relevanten Variablen aus der Prä- und Posttestung. Für die Ausprägungen zentraler Stichprobenmerkmale und Verhältnisangaben werden deskriptive Analysen durchgeführt. Die Normalverteilung der Daten kann anhand des Kolmogorov-Smirnov-Tests angenommen werden, weshalb ein parametrisches Verfahren für die quantitative Datenanalyse angewendet werden kann. Zur Überprüfung der dritten Fragestellung (b) wurden vier einfaktorielle Varianzanalysen (ANOVA) mit Messwiederholung für abhängige Stichproben durchgeführt. Die Lernbedingung fungierte jeweils als Innersubjektfaktor und besteht aus drei Stufen. Die abhängigen Variablen waren „*fehlendes Wissen*“, „*fehlerhafte Informationssammlung*“, „*fehlerhafter Umgang mit Informationen*“ und „*fehlerhafte Verifizierung*“. Die unabhängigen Variablen waren „*Multiple Choice*“, „*Reflektion*“ und „*Lösungsbeispiel*“. Die Varianzhomogenität für alle Gruppen wird anhand des Levene's-Tests überprüft. Die paarweisen Mittelwertvergleiche werden mit einem Bonferroni-korrigierten post-hoc t-Test durchgeführt.

Die Hypothesen wurden auf einem zweiseitigen Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ getestet.

4 Ergebnisse

Die nachfolgende Abbildung fasst das komplette Studiendesign (mit deduktiv-induktivem Vorgehen) mit den dazugehörigen Forschungsfragen sowie die wesentlichsten Forschungsergebnisse zusammen.

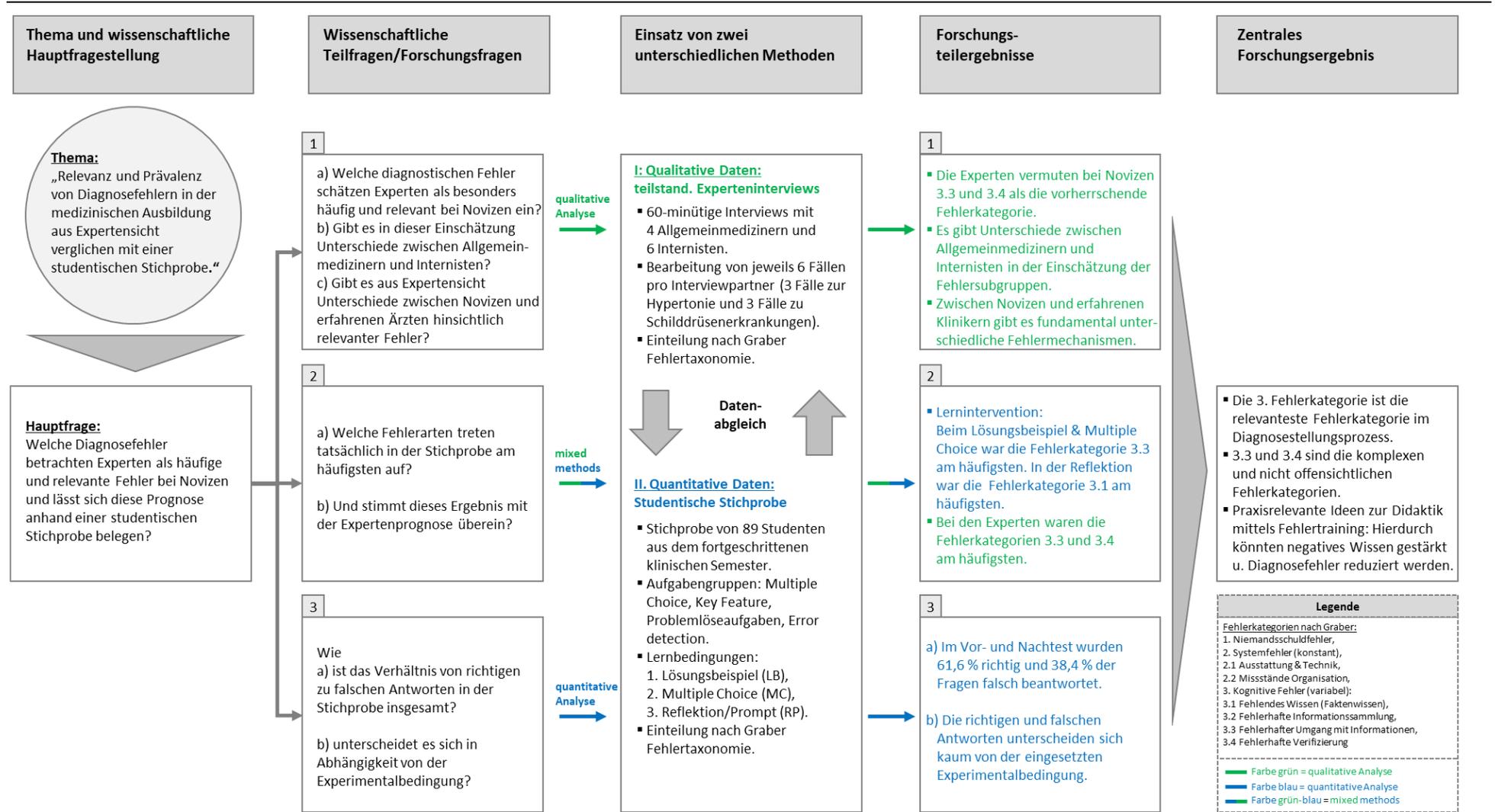


Abbildung 9: Komplettes Studiendesign mit deduktiv-induktivem Vorgehen

4.1 Erweiterung der Fehlertaxonomie nach Graber

In der vorliegenden Studie wird die bewährte Fehlertaxonomie nach Graber et al. (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005) angewendet. Jedoch muss die Graber-Fehler-Taxonomie erweitert werden (die hinzugefügten Kategorien sind gestrichelt in der nachfolgenden Abbildung dargestellt), um einerseits eine genaue Zuordnung von Fehlern zu ermöglichen und andererseits weitere Fehlerkategorien abbilden zu können. Viele von den Experten genannte Fehler aus der Interviewstudie konnten nicht in die ursprüngliche Fehlertaxonomie eingeordnet werden. Somit wurden der Fehlerkategorie 2.2 Missstände in der Organisation nach Graber et al. erweitert um die Kategorien 2.2.1 Zeitmangel, 2.2.2 Kapitalmangel, 2.2.3 Informationsdefizit, 2.2.4 Rechte und Befugnisse (Fehler, die aufgrund starrer hierarchischer Strukturen entstehen, Fehler aufgrund von Führungsdefiziten, Fehler, die aufgrund eingeschränkter Entscheidungsbefugnisse oder Handlungsoptionen entstehen etc.). Weiterhin wird die Kategorie 4. Motivation und Interaktion ergänzt. Diese Kategorie soll alle Fehler umfassen, die aufgrund einer mangelnden Kommunikation, Fehlen der intrinsischen Motivation des Arztes zur Diagnosefindung oder zum Aufbau einer vertrauensvollen Arzt-Patienten-Beziehung usw. entstehen.

In der nächsten Abbildung (Abb. 10) ist die erweiterte Fehlertaxonomie modifiziert nach Graber et al. dargestellt.

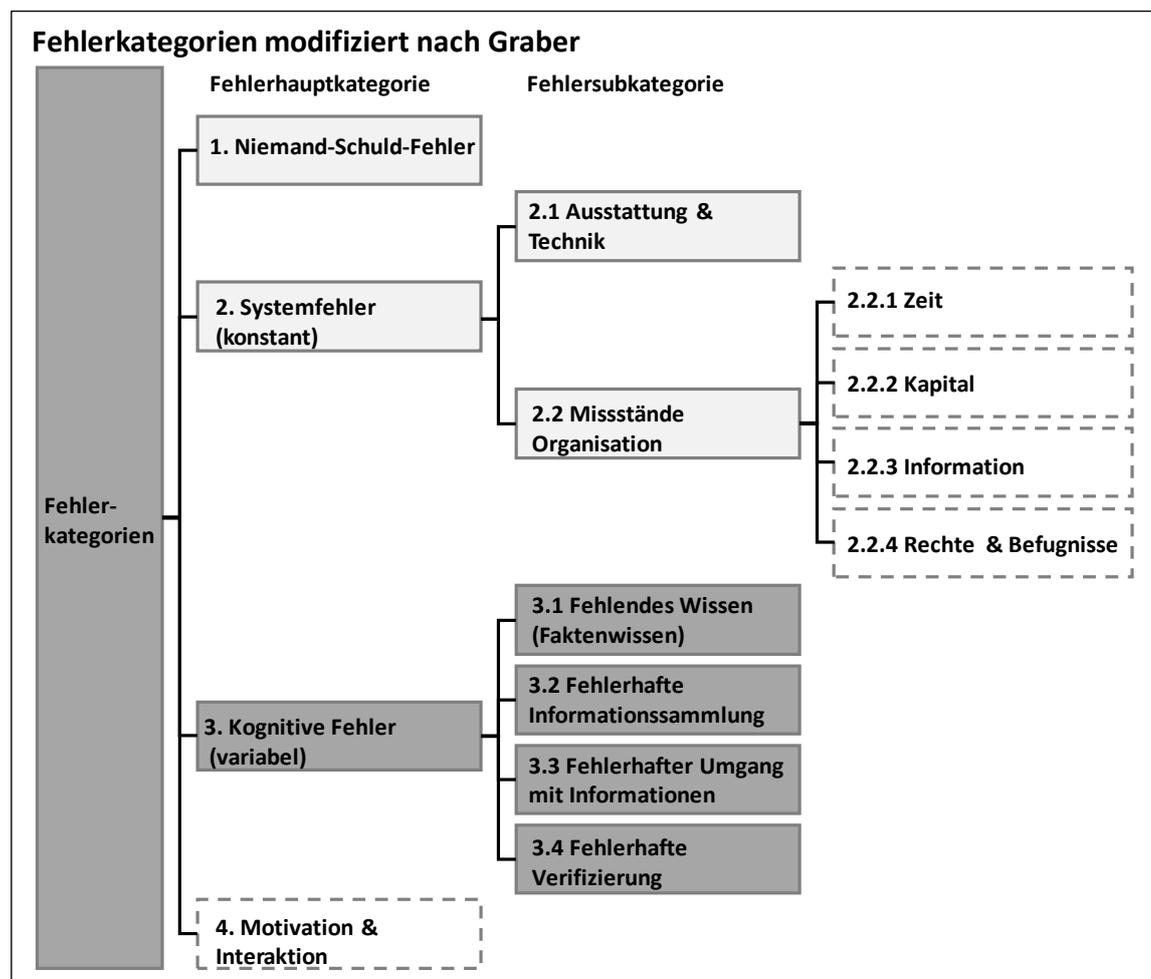


Abbildung 10: Fehlerkategorien modifiziert nach Graber et al.

4.2 Qualitative teilstandardisierte Experteninterviews

Insgesamt wurden von allen 10 Interviewpartnern (6 Internisten, 4 Allgemeinmediziner) zusammen 243 Fehler genannt. Im Durchschnitt nannte jeder Interviewpartner 24 Fehler innerhalb der bearbeiteten Fallbeispiele zur arteriellen Hypertonie und Hyperthyreose (Experten Innere Medizin = 24,16, Experten Allgemeinmedizin = 24,75). Die kognitiven Fehler sind mit 92,2 % die Hauptfehlerkategorie. Die *nicht-kognitiven Fehler* beliefen sich auf 7,8 %. Die weiteren kognitiven Fehlersubkategorien teilten sich wie folgt auf: *fehlendes Wissen (3.1)* mit 9,4 %, *fehlerhafte Informationssammlung (3.2)* mit 25,0 %, *fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)* mit 27,1 % und *fehlerhafte Verifizierung (3.4)* mit 30,3 %. Unter den *nicht-kognitiven Fehler (1.0, 2.0, 4.0)* war *Ausstattung und Technik (2.1)* mit 2,9 % die häufigste Fehlersubkategorie. Hierauf folgten *Kapitalmangel (2.2.2)* mit 1,2 %, *Zeitmangel (2.2.1)* mit 1,2 % und jeweils mit 0,8 % *Motivation und Interaktion (4.0)*, *Informationsdefizit (2.2.3)* und *Niemand-Schuld-Fehler (1.0)*. Auf die

Kategorie *Rechte und Befugnisse* (2.2.4) entfielen keine Fehlernennungen. Die nachfolgende Abbildung (Abb. 11) gibt einen Überblick über die Fehlernennungen und deren Verteilung.

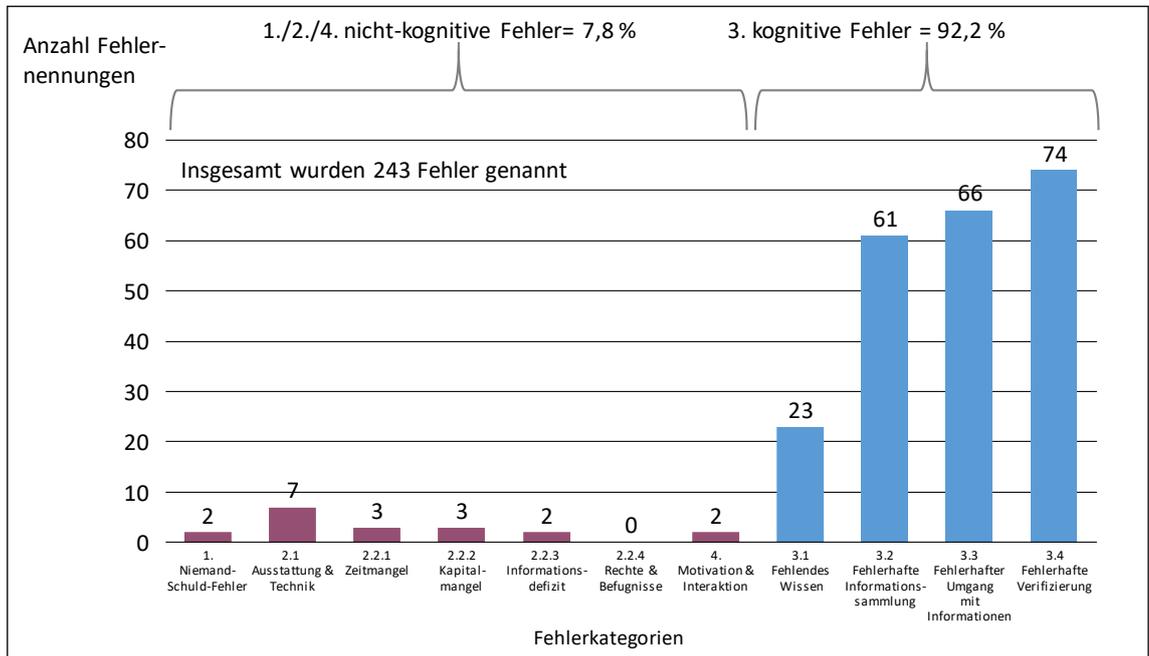


Abbildung 11: Relative Häufigkeit der Fehlernennungen nach Fehlerkategorie

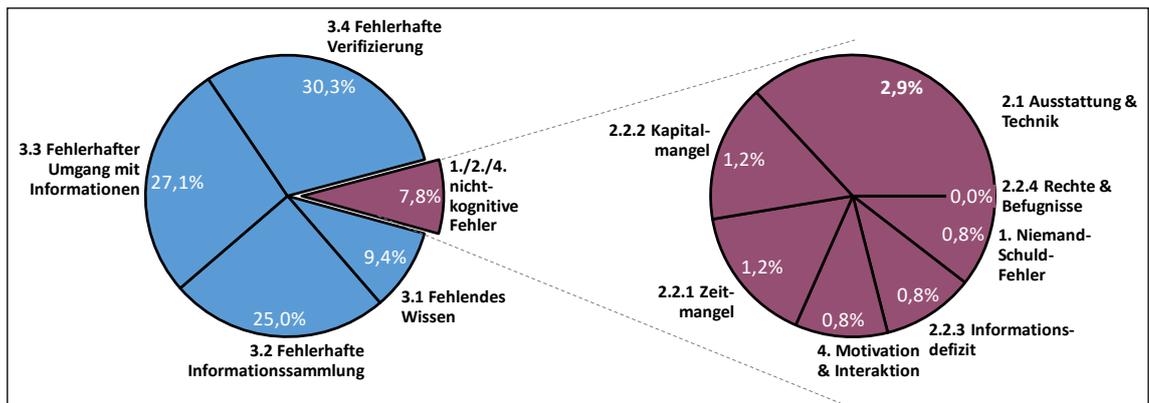


Abbildung 12: Relative Häufigkeit der Fehlernennungen nach kognitiven und nicht-kognitiven Fehlern

4.2.1 Beschreibung der Expertenaussagen

1.0 Niemand-Schuld-Fehler

Diese Fehlerkategorie, welche bereits in Kapitel 2.2.3 näher beschrieben wurde, umfasst Fehlerursachen, die nicht beim behandelnden Arzt/Ärztin liegen (z. B. aufgrund von nicht erforschten Krankheiten, stiller Krankheitsverlauf, atypischer Symptomatik, Patientencompliance).

„Wenn der Patient kommt und hat eine Ultraschalluntersuchung und ist nicht nüchtern, das ist auch immer wieder eine Fehlerquelle...“

Niedergelassener Allgemeinmediziner, Proband 2, 3:34 min

„Beim Ultraschall eben auch wieder im Rahmen der technischen Möglichkeiten diffus echoarm, ist halt immer die Frage, ob man es sehen, abgrenzen kann, ob es einfach technisch geht vom Gerät her...“

Niedergelassener Allgemeinmediziner, Proband 4, 41:50 min

2. Systemfehler

2.1 Ausstattung & Technik

Bei Systemfehlern wird nach Graber et al. zwischen Fehlern im Bereich Ausstattung & Technik sowie Missständen in der Organisation unterschieden. Diese Fehler sind ebenfalls als konstant zu betrachten, da sie unabhängig vom behandelnden Arzt/Ärztin, von der Situation oder dem klinischen Erscheinungsbild auftreten können. Systemfehler sind nach Aussagen der Experten sehr relevant für die Diagnosestellung und werden fast bei jedem zweiten Experten ursächlich für die Fehlerentstehung im Diagnoseprozess angegeben. Von zehn Interviewpartnern können vier Beispiele zu Systemfehlern bei der Fallbearbeitung zum Thema arterielle Hypertonie oder Schilddrüsenerkrankungen nennen.

„In Kliniken/Abteilungen, die nicht so ein gutes Ultraschallgerät haben, werden viel mehr CTs gemacht...“

Internist: Hämatologie und Onkologie, Proband 6, 78:40 min

„Fraglich, ob das Adenom im Sono für den Untersucher gut sichtbar ist, ob die Auflösung des Geräts ausreichend ist, der Patient nicht zu adipös ist und seine Entblähungstabletten eingenommen hat.“

Niedergelassener Allgemein- und Notfallmediziner, Proband 2, 33:15 min

2.2 Systemfehler: Missstände Organisation

Neben der Ausstattung und Technik ist bei den systemischen Fehlern die zweite Fehlerkategorie Missstände in der Organisation nach Fehlerhäufigkeit zu nennen.

Diese Fehlerkategorie kann weiter unterteilt werden in die Unterkategorien Zeitmangel/-punkt, fehlendes Kapital, fehlender Informationsfluss/-weitergabe sowie organisatorische Zuständigkeiten und Befugnisse.

„Fehler entstehen durch schlechte Organisation und Prozesse, gerade auch in der hausärztlichen Tätigkeit. Z. B. Patient kommt zur Ultraschalluntersuchung und ist nicht nüchtern.“

Niedergelassener Allgemein- und Notfallmediziner, Proband 2, 03:15 min

„Fehler entstehen durch schlechte Vorbereitung.“

Niedergelassener Allgemein- und Notfallmediziner, Proband 2, 03:00 min

2.2.1 Zeitmangel/ -punkt

Fehler könne ebenfalls aufgrund von Zeitmangel auftreten. Die Ressource Zeit ist wahrscheinlich die knappste Ressource im Arztberuf. Fällt zu viel Arbeit (z. B. Patientenaufkommen) in einen begrenzten Zeitrahmen an, leiden häufig die notwendige Gründlichkeit bzw. Wahrnehmung.

„Ressource Zeit und Personal (mehr Fälle/Belegungen): „Hauptfehler entstehen dadurch, dass die Betreuung / Personal (früher waren für das Patientenaufkommen 5 Ärzte zuständig, heute sind es nur noch 2 Ärzte) reduziert wurde. Hierdurch gibt es weniger Kontrolle und Sicherheitsnetze.“

Internist: Nephrologie, Leiter Notaufnahme, Proband 10, 01:34 min

„Fehler, wenn man unter Zeitdruck steht, kann es sein, dass man etwas Wichtiges übersieht.“

Internist: Nephrologie, Proband 8, 02:05 min

„Auch ein Punkt für Fehler - nicht nur das Behandlungssetting - ist die Zeit. Ein Fehler, den ich am Montagvormittag mache, und der Patient kommt am Montagnachmittag und sagt „Herr Doktor, mir geht's nicht besser“, ist ein anderer Fehler als den, den ich am Freitagnachmittag als letztes mache und der Patient am Wochenende von jemand anderem gesehen wird und potenziell nicht mehr in die Primärversorgung kommt und gleich in die Notfallversorgung geht. ... Auch die Konsequenz eines Fehlers hängt damit zusammen, in welchen Rahmenbedingungen, Zeit und an welchem Wochentag der Fehler gemacht wird.“

Niedergelassener Allgemeinmediziner, Proband 4, 10:35 min

2.2.2 Kapitalmangel/unzureichende finanzielle Mittel

Kapital ist eine knappe Ressource, und viele Leistungen in Therapie und Diagnostik sind aufgrund des Wirtschaftlichkeitsgebots im SGB V (SGB, 2014) begrenzt. Hieraus können Fehler resultieren, wenn z. B. notwendige Untersuchungen nicht gemacht werden, da diese im ambulanten oder stationären Setting nicht vergütet werden. Weiterhin kann ein Kapitalmangel auch dazu führen, dass spezielle Geräte für die Diagnosestellung nicht angeschafft werden können.

„Aufgrund von fehlendem Budget werden durchaus bestimmte Untersuchungen nicht gemacht.“

Niedergelassener Allgemein- und Notfallmediziner, Proband 2, 13:50 min

„Man braucht für die Nierenarterienstenose Dopplergeräte, welche man als Hausarzt nicht unbedingt hat.“

Niedergelassener Allgemein- und Notfallmediziner, Proband 2, 09:40 min

„Die Verweildauer im Krankenhaus ist heute nur noch 5 Tage. Oft setzt man dann die Medikation für die Diagnostik nicht ab (was bei Morbus Conn oder Phäochromozytom für die Diagnostik nötig ist), weil man sonst Abzüge (vom DRG-System) in der Vergütung bekommt.“

Internist: Nephrologe, Proband 5, 35:50 min

2.2.3 Information

Die richtige und ausreichende Informationsweitergabe ist im Behandlungsprozess entscheidend für die exakte Diagnose. Im Behandlungsprozess entstehen nicht nur zwischen ambulantem und stationärem Bereich Defizite in der Informationsweitergabe, sondern auch zwischen Abteilungen, behandelnden Ärzten/-innen und anderen Fachgruppen (Schacher et al., 2019), (Jones et al., 2018). Auch Patienten berichten häufig unzureichend über vorbestehende Erkrankungen, die Einnahme von Medikamenten oder bekannten Allergien. Somit werden schnell wesentliche Informationen nicht berücksichtigt, nicht verknüpft, was schlussendlich zu falschen Einschätzungen von Seiten des Arztes und damit zu Fehlern in Diagnose und Therapie führen kann.

„Der Patient wird nicht durchgängig von einem Arzt gesehen, verschiedene Medikamente wie beispielsweise Antibiotika und Antimykotika werden an- und abgesetzt, ohne dass die Anderen von dem Behandlungskonzept/-strategie (z. B. wegen Nebenwirkungen) wissen.“

Internist: Nephrologie, Leiter Notaufnahme, Proband 10, 00:10 min

„Überweisungsscheine werden nicht klar genug ausgefüllt.“

Niedergelassener Allgemeinmediziner, Proband 3, 63:15 min

3. Kognitive Fehler

3.1 Fehlendes Wissen (= Faktenwissen) bei arterieller Hypertonie

Fehlendes oder inadäquates Faktenwissen zu bestimmten Krankheitsbildern führt leicht zu Fehlern, wenn bestimmte epidemiologische und ätiologische Aspekte, Haupt-/Kardinalsymptome, Einteilungen, Unterscheidungen oder das diagnostische Vorgehen nicht ausreichend bekannt sind. Beim Krankheitskomplex arterieller Hypertonie – hierzu werden Fälle zur Krankheit primärer Hyperaldosteronismus, Phäochromozytom und Nierenarterienstenose mit den Interviewpartner bearbeitet – betonen mehrere Interviewpartner (N = 5), dass die Einteilung in primären und sekundären Hypertonus den Novizen häufig unzureichend bekannt sei. Krankheiten, welche zum sekundären Hypertonus zählen, sind somit weit unterdiagnostiziert, und behebbare Ursachen für den Bluthochdruck werden nicht erkannt und können somit auch nicht behandelt werden.

Weiterhin sind oft die wichtigsten Haupt-/Kardinalsymptome bei Krankheitsbildern nicht präsent, weshalb diese in der Anamnese auch nicht explizit herausgearbeitet werden. Somit bleiben diese im Verborgenen, und andere Symptome führen den Arzt/Ärztin auf eine falsche diagnostische Fährte (N = 2).

Ein weiterer Fehler im Bereich der Fehlerkategorie *fehlendes Wissen* ist, dass der Laborwert Aldosteron-Renin-Ratio zur Eingrenzung eines primären Hyperaldosteronismus als Grund für einen sekundärer Hypertonus unbekannt ist (N = 5). Erschwerend kommt hinzu, dass der Sachverhalt, dass dieser Wert für die Diagnose nicht hinreichend ist, noch weniger bekannt ist.

Eine weitere Schwierigkeit im Bereich der Laboruntersuchungen sind nach Ansicht der Experten Elektrolytstörungen und der Säure-Base-Haushalt, welche von den Studierenden häufig nicht gelernt werden. Die unnatürlichen Abweichungen werden zwar anhand der Laborwerte erkannt und mit einer Elektrolytsubstitution darauf reagiert, jedoch wird nicht die zugrundeliegende Ursache dafür ergründet. Somit erfolgt z. B. auf eine Hypokaliämie beim primären Hyperaldosteronismus oder Morbus Cushing ausschließlich eine Kaliumsubstitution, jedoch wird die beweisende Diagnostik zur Diagnosestellung nicht durchgeführt (N = 2). Somit wird eine notwendige Kausaltherapie nicht durchgeführt, und der Patient kann dauerhaft geschädigt werden.

3.1 Fehlendes Wissen (= Faktenwissen) bei Schilddrüsenerkrankungen

Bei den Fällen zur Hyperthyreose der Krankheitsbilder Morbus Basedow, Thyreoiditis de Quervain und Struma nodosa mit multifokaler Autonomie werden keine Fehler zur Fehlerkategorie Fehlendes Wissen (= Faktenwissen) genannt.

3.2 Fehlerhafte Informationssammlung bei arterieller Hypertonie

Dieser Fehler betrifft die Informationsgewinnung. Wenn Informationen zur Diagnosestellung fehlerhaft, ineffektiv oder unvollständig bei den jeweiligen Diagnoseschritten gewonnen werden, fallen diese in die zweite Fehlerkategorie der kognitiven Fehler nach der Graber Fehlertaxonomie.

Die Experten weisen immer wieder darauf hin, dass gerade im Zeitalter der Hochleistungs- und Apparatedizin zu wenig oder ungenau die Anamnese erhoben und körperliche Untersuchungen durchgeführt werden (N = 10). Problem hierbei ist, dass das weitere diagnostische Vorgehen hierdurch fehlgeleitet werden kann und sinnlose oder unnötige Untersuchungen erfolgen. Besonders deutlich wird dieser Umstand z. B., wenn bei der Erstdiagnose arterielle Hypertonie nicht an die Schilddrüse gedacht wird. Somit kann die komplette weiterführende Diagnostik außerhalb der Schilddrüse unauffällig bleiben, und der Patient erhält fälschlicherweise die Diagnose eines primären Hypertonus, jedoch ist die Ursache der arteriellen Hypertonie eine Schilddrüsenüberfunktion (N = 1).

Im Diagnoseschritt „Laborbestimmung“ werden häufige Pathologien im Bereich der Urinuntersuchung (Stix und Sediment) nicht genau evaluiert (N = 4). Auch der Serumkaliumspiegel wird immer wieder im Rahmen der Abklärung der arteriellen Hypertonie nicht bestimmt, fehlinterpretiert oder falsch abgenommen (N = 2). Weiterhin wird der Kochsalzbelastungstest zur weiteren Abklärung der arteriellen Hypertonie und zur Diagnosestellung des primären Hyperaldosteronismus oftmals vergessen (N = 3). Nur mittels Kochsalzbelastungstest kann der primäre Hyperaldosteronismus schließlich ausgeschlossen werden (N = 1). Ähnlich verhält es sich bei der Bestimmung von Katecholaminen, welche zur Diagnostik des Phäochromozytom und bei anfallsartiger Symptomatik indiziert sind (N = 3). Hier wird allerdings auch betont, dass diese weitere laborchemische Abklärung sehr speziell ist.

Im Bereich der Bildgebung betonen die Experten wiederholt, dass keine sonographische Diagnostik bei der Erstdiagnose der arteriellen Hypertonie durchgeführt wird. Gerade bei älteren Patienten ist dies häufig ein Problem, weshalb die Ursache für einen sekundären Hypertonus häufig im Unklaren bleibt (N = 2).

3.2 Fehlerhafte Informationssammlung bei Schilddrüsenerkrankungen

Das große Problem bei Schilddrüsenerkrankungen ist nach Angaben der Experten, dass viele Symptome der Schilddrüse unspezifisch sind, wenn hier nicht sauber anamnestiziert wird (z. B. auch inkl. Familienanamnese). Es kann folglich sein, dass die Diagnose in Richtung einer völlig anderen Erkrankung fehlgeleitet wird, da man die Schilddrüse außer

Acht gelassen hat (N = 2). Wichtig sei besonders, neben offenen Fragen auch geschlossene Fragen zu stellen, damit der Patient eine klare und zielgerichtete Antwort formulieren muss (N = 1).

Viele Experten betonen nachdrücklich, dass bei der körperlichen Untersuchung die Schilddrüse oft nicht oder nur unzureichend untersucht wird (N = 9). Dies führt schnell dazu, dass bei Halsschmerzen und Schluckbeschwerden fälschlicherweise auf einen gripalen Infekt fehlgeschlossen wird. Bei der Laboranalytik weisen die Interviewpartner vermehrt darauf hin, dass die falschen oder unnötige Schilddrüsenautoantikörper bestimmt werden. Auch die freien Schilddrüsenhormone fT3 und fT4 werden nicht immer bestimmt, wenn der TSH-Wert außerhalb der Norm liegt (N = 7). Auch in der initialen Diagnostik fehlt regelmäßig der TSH-Wert (N = 2).

Der Einsatz spezifischer Bildgebung bei Schilddrüsenerkrankungen ist komplex. So sind viele Experten der Meinung, dass häufig unnötige CTs, MRTs oder Szintigrafien – u. a. sogar bei Hypothyreose – durchgeführt werden (N = 5). Hingegen wird eine sonographische Untersuchung der Schilddrüse bei auffälligen Schilddrüsenwerten immer wieder vergessen (N = 1). Ebenso wird die Schilddrüse vielfach unnötig biopsiert (N = 1).

„Bei der Hypothyreose werden fälschlicherweise unnötige Szintigrafien durchgeführt.“

Internist: Endokrinologie und Onkologie, Proband 9, 78:30 min

Hausarzt: Allgemeinmedizin, Proband 1, 72:20 min

Internist: Endokrinologie, Proband 7, 17,5 min Teil I

3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen bei arterieller Hypertonie

Die kognitive Informationsverarbeitung ist komplex (vgl. hierzu Kapitel 2) und bildet die Entscheidungsgrundlage für das ärztliche Handeln. Bei der kognitiven Informationsverarbeitung können Informationen über-, unter- oder fehlinterpretiert werden. Ein entscheidender Einflussfaktor hierbei ist selbstverständlich die Wahrnehmung des Arztes, welche in den meisten Fällen auf einer Summation aller Sinneswahrnehmungen (sehen, hören, fühlen/tasten, riechen) gründet.

Nach Einschätzung der Experten haben Novizen v. a. mit den zahllosen und z. T. völlig unspezifischen Symptomen, welche in der Anamnese vom Patienten genannt werden, zu kämpfen. Viele Symptome sind unpräzise und haben nichts mit dem Grund der Visitation zu tun. Der initiale Visitationsgrund muss herausgearbeitet werden, um auf die Ursache der Beschwerden schließen zu können. Nach der Meinung der Experten muss so lange

weitergefragt werden, bis die Primärsymptome herausgefiltert sind. Erfolgt das laut der Experten nicht, werden falsche Differentialdiagnosen gebildet, und die weitere (apparative) Diagnostik ist fehlerhaft (N = 5). Ebenso werden Alter und bestimmte Symptome schwer in Zusammenhang gebracht. So muss v. a. bei jungen Patienten mit erhöhten Blutdruckwerten eher an eine sekundäre Ursache gedacht werden, wohingegen bei älteren Patienten der primäre Hypertonus im Vordergrund steht (N = 6). Weiterhin ist bei erhöhten Blutdruckwerten die Prävalenz der möglichen Ursachen mit zu berücksichtigen. In der medizinischen Praxis wird dieses Phänomen durch das Sprichwort „Das Häufige ist häufig, und das Seltene ist selten“ verdeutlicht (N = 1).

Im Diagnoseschritt „körperliche Untersuchung“ geben die Experten an, dass auf erhöhte Blutdruckwerte ohne weitere Überlegungen und Diagnostik mit einer Erhöhung der antihypertensiven Therapie reagiert wird (N = 4). Die hohen Blutdruckwerte werden bagatellisiert und dem vorbekannten Hypertonus sowie der Angst des Patienten beim Arztbesuch zugeschrieben. Zusätzliche Befunde wie Beinödeme führen vorschnell zur Erhöhung der Diuretikadosis. Eine genaue Abklärung bleibt dabei irrtümlicherweise aus (N = 7).

Die Experten betonen beim Diagnoseschritt „Laboruntersuchung“, dass ein niedriges Kalium sehr wahrscheinlich nicht mit dem Krankheitsbild des primären Hyperaldosteronismus in Verbindung gebracht wird (N = 4).

Immer wieder kommt es vor, dass Hausärzte/-innen einen Hypertonus erstdiagnostizieren, anschließend eine Sonografie von der Nebennierenrinde machen und hierbei eine Raumforderung feststellen. An das Phäochromozytom wird gedacht und der Patient wird zum Chirurgen überwiesen. Dieser entfernt ohne weitere spezifische Bildgebung und biochemische Diagnostik die Nebennierenraumforderung, und es kommt postoperativ zu einer gefährlichen hypertensiven Entgleisung. Grund hierfür ist, dass durch die zuvor meist bestehende Therapie mit β -Blockern (ohne suffiziente α -Blockade) die partielle vasodilatatorische Wirkung der Katecholamine aufgehoben wird, was gefährliche hypertensive Entgleisungen zur Folge haben kann (N = 1).

„Wenn beim Phäochromozytom ein β -Blocker gegeben wird, kann es zu einer schweren Exazerbation kommen. ... Der Patient kann an so etwas sogar sterben. Es kann zur maximalen hypertensiven Entgleisung kommen.“

Internist: Endokrinologie, Proband 7, 34:00 min Teil II

3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen bei Schilddrüsenerkrankungen

Nach Meinung der Experten neigen Novizen dazu, aufgrund recht unspezifischer Symptome wie Tachykardie, Gewichtsverlust, schlechtem Schlaf oder Tremor nur die Schilddrüse als Ursache der Beschwerden in Betracht zu ziehen (N = 10).

Des Weiteren wird im Rahmen der Thyreoiditis de Quervain immer wieder fälschlicherweise ein Antibiotikum verschrieben, da die Beschwerden als Tonsillitis fehlinterpretiert werden (N = 1). Auch eine falsche psychosomatische Differentialdiagnose wegen z. B. „Kloß im Hals“ ist denkbar (N = 1). Zudem ist eine Überweisung zum Zahnarzt/-ärztin (wegen Ausstrahlung der Schmerzen in den Unterkiefer) mit folglich falscher Weiterbehandlung gut möglich (N = 1).

Bei der Thyreoiditis de Quervain ist die Labordiagnostik in Verbindung mit den unspezifischen Symptomen (z. B. Frieren, Muskelschmerzen, Gewichtsabnahme etc.) und Fieber für viele Novizen schwierig, da erhöhte Leberwerte und Infektparameter nicht mit dem Krankheitsbild in Verbindung gebracht werden (N = 4).

Weiterhin betont ein Experte, dass eine Überdiagnostik zu Fehlern führen kann. Ein gutes Beispiel hierfür ist z. B. die Antikörperdiagnostik bei Schilddrüsenerkrankungen. Hierbei werden bei abnormen Schilddrüsenwerten z. B. spezifische Antikörper bestimmt, die anschließend falsch interpretiert werden (N = 1). Dies kann folglich zur vorschnellen Feinnadelpunktion des Schilddrüsenorgans führen (N = 1).

„Wenn der Patient über einen Druck im Bereich der Schilddrüse klagt und jemand meint, die hat eine Thyreoiditis... es wird dann geschallt, und es ist sehr echoarm... kommt es schon vor, dass man mal reinsticht.“

Internist: Endokrinologie, Proband 7, 19:30 min Teil I

3.4 Fehlerhafte Verifizierung bei arterieller Hypertonie

Die letzte Fehlerart der kognitiven Fehler ist die *fehlerhafte Verifizierung*. Hierbei werden vorzeitige oder falsche Schlüsse („premature closure“) aus vorhandenen Informationen gezogen. Sucht der behandelnde Arzt/Ärztin v. a. Informationen/Gründe, die seine bereits gebildete (falsche) These stützen, fällt dies ebenfalls unter diese Fehlerkategorie. Folglich kommt es vermehrt - manchmal auch zwingend - zur falschen oder fehlenden weiterführenden Diagnostik.

Laut der Experten ist das Hauptproblem bei hypertensiv entgleisten Blutdruckwerten, dass bereits in der Anamnese voreilig auf einen primären Hypertonus geschlossen wird

und somit umgehend eine Therapie – zumeist im Sinne des Beginns einer antihypertensiven Therapie oder einer Dosiserhöhung der vorbestehenden Antihypertensiva – eingeleitet wird (N = 7). Dieser zu rasche und falsche Schluss wird begünstigt, wenn es sich um ältere Patienten, Raucher, adipöse Patienten oder Patienten mit einer positiven Familienanamnese in Bezug auf Hypertonus handelt (N = 2). Ebenfalls problematisch ist, dass sich viele Novizen ein Symptom, das ihnen am geläufigsten ist, aus den vielen geschilderten Symptomen in der Anamnese herausuchen und darauf im Folgenden stützen (N = 2). Viele unterschiedliche Symptome haben regelhaft das Potenzial, dass vorschnell in Richtung nicht bestehender Krankheitsbilder weitergesucht wird (N = 9).

„Bei Entzündungszeichen hoch könnte jemand auf die Idee kommen, das ist eine entzündliche Darmerkrankung...“

Internist: Nephrologie und Leiter Notaufnahme, Proband 10, 27:40 min Teil II

„Gewichtszunahme 2 kg und Zunahme Appetit... Das ist, was nicht passt, das ist der Trigger ... das würde für mich zwanglos für einen durchgemachten Infekt sprechen“

Hausarzt: Allgemeinmedizin, Proband 2, 61:30 min

3.4 Fehlerhafte Verifizierung bei Schilddrüsenerkrankungen

Nach Einschätzung der Experten ist das große Problem bei Schilddrüsenerkrankungen, dass viele vom Patienten geschilderte Symptome in der Anamnese wie z. B. Halsschmerzen, Müdigkeit, Fieber, Schüttelfrost, Gliederschmerzen, schlechter Schlaf, Appetitverlust und Gewichtsabnahme unspezifisch sind und junge Ärzte/-innen deshalb primär an andere und häufigere Erkrankungen wie z. B. den grippalen Infekt und die Angina tonsillaris denken und voreilig ein Antibiotikum verordnen. Die Schilddrüsenfunktionsstörung (Überfunktion) wird oft differentialdiagnostisch nicht in Betracht gezogen (N = 7). Weiterhin fixieren sich viele Novizen auf einzelne Symptome und driften mit ihrer Diagnose daraufhin schnell in Richtung eines falschen Organsystems ab. Beispiele von verschiedenen Experten sind hierfür z. B. Haarausfall = dermatologische Ursache, prätibiale Ödeme/Tachykardie = kardiale Ursache (Herzinsuffizienz), Tremor = neurologische Ursache (Morbus Parkinson), reduzierte Leistungsfähigkeit = verborgene Tumorerkrankung, 52 Jahre alte Patientin mit Haarausfall und Schwitzen = Menopause sowie Müdigkeit/Erschöpfung/wenig belastbar/zittrige Hände = psychovegetativ (Depression). Von

einem Symptom wird rasch auf ein gesamtes Syndrom oder sogar eine Erkrankung geschlossen. Somit blieben andere Organe wie beispielsweise die Schilddrüse völlig außer Acht (N = 8).

Bezüglich der körperlichen Untersuchung wird von den Experten kritisiert, dass lediglich hinsichtlich in der Anamnese herausgearbeiteter Verdachtsdiagnosen untersucht wird mit der Absicht, genau diese zu bestätigen. Ist der Patient beispielweise tachykard und leistungsgemindert, so wird bei der Anamnese bereits schnell auf eine akute Herzinsuffizienz geschlossen. Bei vorliegenden prätibialen Ödemen, welche in der körperlichen Untersuchung auffallen, wird die Verdachtsdiagnose untermauert, obwohl ursächlich die Schilddrüse für die verschiedenen Beschwerden verantwortlich ist. Andere vom Patienten angegebene Beschwerden oder weitere körperliche Zeichen wie z. B. die diskrete Struma werden vom Arzt/Ärztin nicht untersucht oder gedanklich ausgeblendet (N = 1).

Im Diagnoseschritt „Laboruntersuchung“ wird gerade bei der subakuten Thyreoiditis de Quervain aufgrund des reduzierten TSH-Wertes rasch auf eine Hyperthyreose geschlossen und eine thyreostatische Therapie eingeleitet. Das Fieber und die erhöhte BSG werden nicht mit der Schilddrüse und somit mit dem Erkrankungsbild Thyreoiditis de Quervain in Zusammenhang gebracht (N = 1).

„Man kann sich an einem Symptom festbeißen... das könnte Vorhofflimmern sein oder Tumor natürlich...oder Ödeme, das ist wieder die Herzinsuffizienz.“

Internist: Nephrologie und Leiter Notaufnahme, Proband 10, 18:20 min Teil II

„Hyperthyreose ist Programm für unnötige Autoantikörper“

Internist: Proband 5, 62:40min

„Der Lokalbefund der Schilddrüse, dass sie überhaupt ans TSH denken.“

Internist: Nephrologie, Bereichsleiter Dialyse und Plasmapherese,

Proband 8, 54:55min

4. Motivation und Interaktion

Eine weitere Fehlerkategorie, welche bei Graber et al. nicht auftaucht, jedoch von einem Interviewpartner nachdrücklich als wichtig betont wird, ist die Kategorie Motivation & Interaktion. Sie soll v. a. die Bedeutung der Kommunikation und der Arzt-Patienten-Beziehung, sowie die intrinsische Motivation des Arztes, hinter den Krankheitskomplex blicken zu wollen, abbilden.

„Hauptfehler ist die schlechte Kommunikation... Fehleinschätzung der Arzt-Patienten-Beziehung, eine verminderte Wertschätzung des Patienten, die Patientenaussage nicht der gebührenden Bedeutung zukommen zu lassen, zu früh zu unterbrechen...“

Hausarzt: Allgemeinmedizin, Proband 3, 02:24 min

„Aufbau einer vertrauensvollen Arzt-Patienten-Beziehung ist im ambulanten Bereich entscheidend. Der Patient wird eher über sein Umfeld berichten, was psychosomatisch abläuft, über Konflikte berichten... Dies ist die Grundlage, um weniger zu übersehen und weniger Fehler zu machen.“

Hausarzt: Allgemeinmedizin, Proband 3, 03:30 und 06:30 min

4.2.2 Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Experten der Allgemeinmedizin und Inneren Medizin

Zwischen den jeweiligen Experten der Allgemeinmedizin und der Inneren Medizin sind sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede zu erkennen. Beide Gruppen schätzen - sowohl qualitativ wie auch quantitativ - die kognitiven Fehler mit Abstand als die relevanteste Fehlerkategorie ein. Die Expertengruppe der Inneren Medizin nennt mit 94,5 % (137 *kognitive Fehlernennungen* bei N = 6) etwas mehr *kognitive Fehler* als die Expertengruppe der Allgemeinmedizin mit 87,9 % (87 *kognitive Fehlernennungen* bei N = 4). Die Allgemeinmediziner nennen *nicht-kognitive Fehler* mit 12,1 % (12 *nicht-kognitive Fehlernennungen* bei N = 4) etwas häufiger als die Internisten mit 5,5 % (8 *nicht-kognitive Fehlernennungen* bei N = 6). Hierzu die nachfolgende Abbildung (Abb. 13).

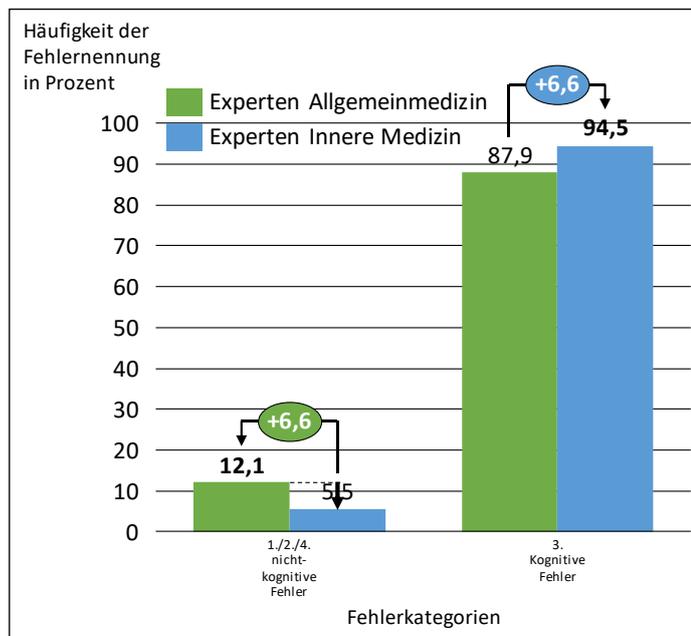


Abbildung 13: Relative Häufigkeit der Fehlernennungen nach kognitiver und nicht-kognitiver Fehler in den Expertengruppen

Der *kognitive Fehler fehlerhafte Verifizierung (3.4)* ist mit 32,3 % (32 Nennungen) bei den Experten der Allgemeinmedizin die häufigste Fehlerkategorie. Die Expertengruppe der Inneren Medizin nennt die meisten Fehler zu den Fehlerkategorien *fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)* und *fehlerhafte Verifizierung (3.4)*. Beide Fehlerkategorien belaufen sich auf je 29 % (42 Nennungen). Fehler, welche zur nicht-kognitiven Fehlerkategorie zugeordnet werden können, werden von den Allgemeinmedizinern etwas mehr akzentuiert als von den Internisten. Allein die nicht-kognitiven Fehler, die aufgrund von Zeitmangel entstehen, werden von den Experten der Inneren Medizin mit 2,1 % (3 Nennungen) etwas häufiger genannt.

Ergebnisse

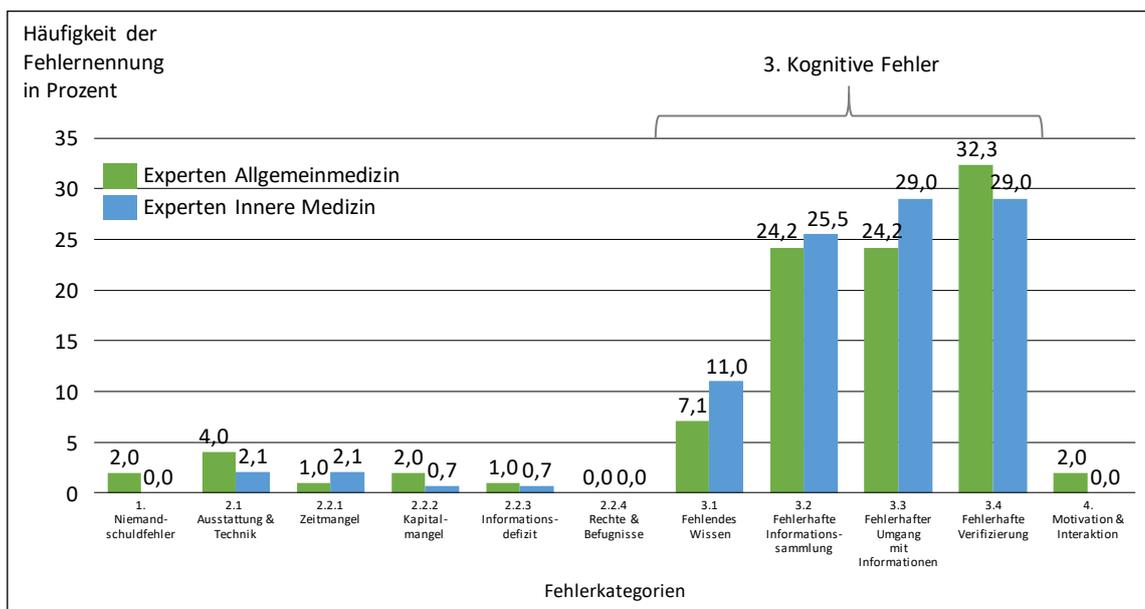


Abbildung 14: Relative Häufigkeit der Fehlernennungen nach Fehlerkategorie und Expertengruppe

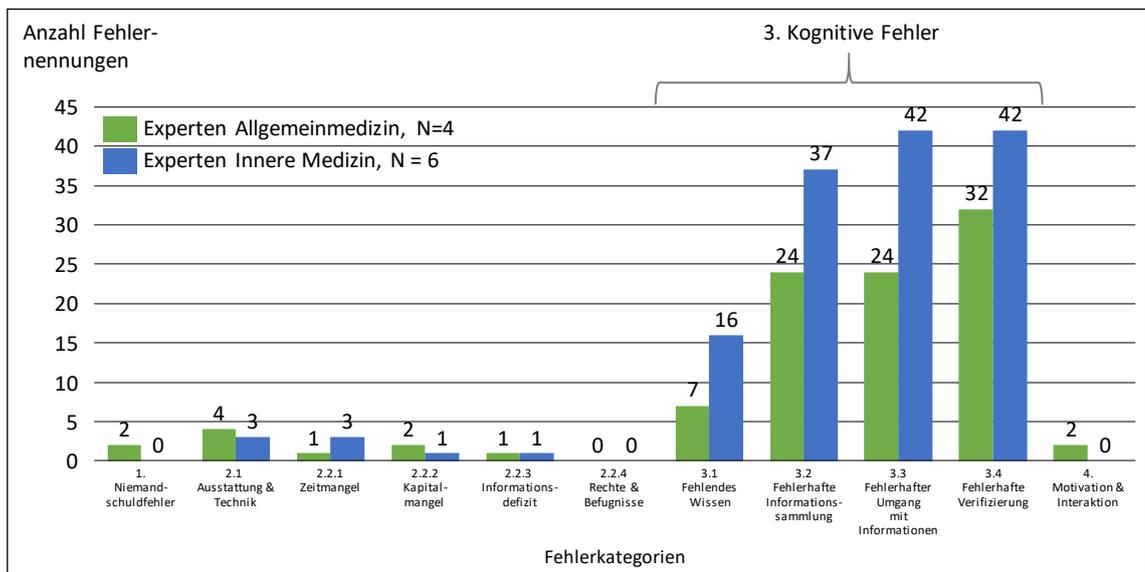


Abbildung 15: Gesamtanzahl der genannten Fehler nach Fehlerkategorie und Expertengruppe

Auch rein qualitativ können Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Expertengruppen ausfindig gemacht werden. Beide betonten immer wieder, dass Novizen Schwierigkeiten haben, Leitsymptome zu erkennen, herauszuarbeiten und eine geeignete Arbeitsdiagnose zu entwickeln. Häufig werden vermeintlich wichtige Symptome überinterpretiert und fehlgedeutet, was wiederum dazu führt, dass Novizen leicht auf einen völlig falschen diagnostischen Pfad abdriften (*fehlerhafter Umgang mit Informationen*, 3.3, sog. fehlerhaftes Follow-up). Das Leitsymptom bleibt somit vorerst verborgen, und es kommt zu keiner, zu einer falschen oder verspäteten Diagnosestellung. Ebenso weisen beide Ex-

pertengruppen regelhaft darauf hin, dass Fehler in der Diagnosestellung nicht nur aufgrund von kognitiven Fehlern, sondern auch systembedingt entstehen. Hierbei wird häufig der omnipräsente Zeitmangel betont. Auch der Informationsverlust zwischen den verschiedenen Leistungserbringern und die Informationsasymmetrien sind von großer Bedeutung. Technische Probleme und Kapitalmangel spielen laut Experten eher eine untergeordnete Rolle.

Es lassen sich auch Unterschiede zwischen den Experten der Allgemeinmedizin und Inneren Medizin erkennen (vgl. die auch die Ergebnisse der Abb. 13, 14, 15, 16). Die Experten der Allgemeinmedizin betonten immer wieder, wie wichtig die vertrauensvolle Arzt-Patienten-Beziehung für die richtige Informationsgewinnung im Diagnoseschritt Anamnese ist. Nur durch gute Kommunikation, wertschätzendes Verhalten und Ernstnehmen des Patientenanliegens können wesentliche Informationen für die richtige Diagnosestellung gewonnen werden.

Weiterhin weisen die Experten der Allgemeinmedizin auf das Problem der Überversorgung mit zunehmender Ressourcenverschwendung hin. Durch unnötige Diagnostik können die Ärzte/-innen ebenfalls auf falsche diagnostische Pfade geleitet werden, und die ursächliche Erkrankung bleibt weiterhin unklar.

Die Expertengruppe der Internisten stellt deutlicher heraus, dass viele Fehler von Novizen auf Wissensdefizite zurückzuführen sind. Gerade Kenntnisse über Alleinstellungsmerkmale, Gemeinsamkeiten, Unterschiede, Abgrenzungen und Einteilungen der Erkrankungen mit ihrem spezifischen Symptomkomplex bzw. Syndrom sind häufig unzureichend vorhanden. Ein Problem, was hingegen häufig erfahrenere Ärzte/-innen haben, ist, dass zuvor gestellte Arbeitsdiagnosen überhaupt nicht oder nur schleppend reevaluiert werden. An falschen Hypothesen wird krampfhaft festgehalten und sogar nach weiteren Gründen gesucht, die die falsche Hypothese stützen.

		Zwei unterschiedliche Gruppen der Interviewstudie	
		Experten der Allgemeinmedizin (N = 4)	Experten der Inneren Medizin (N = 6)
Einschätzung von Diagnosefehlern	Gemeinsamkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Novizen haben Schwierigkeiten, Leitsymptome aus der Anamnese und körperlichen Untersuchung zu identifizieren und anschließend plausible Arbeitsdiagnosen sowie Differentialdiagnosen zu entwickeln. ▪ Erfahrene Ärzte/-innen wie z. B. Fachärzte/-innen verfügen über das sog. Illness scripts, haben jedoch Schwierigkeiten ihre Hypothese zu revidieren. ▪ Bei beiden Expertengruppen der Allgemeinmedizin und Inneren Medizin war die häufigste Fehlergruppe die <i>kognitiven Fehler</i>. Innerhalb dieser Gruppe wurden die Subgruppen <i>fehlerhafte Informationssammlung (3.2)</i>, <i>fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)</i> und <i>fehlerhafte Verifizierung (3.4)</i> genannt. 	
	Unterschiede	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Fehlerhafte Verifizierung (3.4)</i> war der häufigste kognitive Fehler. ▪ Die <i>nicht-kognitiven Fehler</i> wurden bei der Expertengruppe Allgemeinmedizin mit 12,1 % etwas häufiger genannt als bei den Experten der Inneren Medizin (5,5 %). ▪ Die Bedeutung von einer guten Arzt-Patienten-Beziehung, Motivation und guter Kommunikation wurde immer wieder betont. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)</i> und <i>fehlerhafte Verifizierung (3.4)</i> waren die häufigsten <i>kognitiven Fehler</i>. ▪ Insgesamt haben die Experten der Inneren Medizin mehr <i>kognitive Fehler</i> genannt als die Experten der Allgemeinmedizin.

Abbildung 16: Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Experteninterviewgruppen

4.3 Quantitative Analyse anhand einer Studierendenstichprobe

Die studentischen Probanden lösen 61,6 % der Testaufgaben richtig, bei 38,4 % konnten Fehler identifiziert werden. Die richtigen Antworten wurden nach der spezifischen Lernintervention im Nachtest um 3 % leicht verbessert (siehe nachfolgende Abbildung).

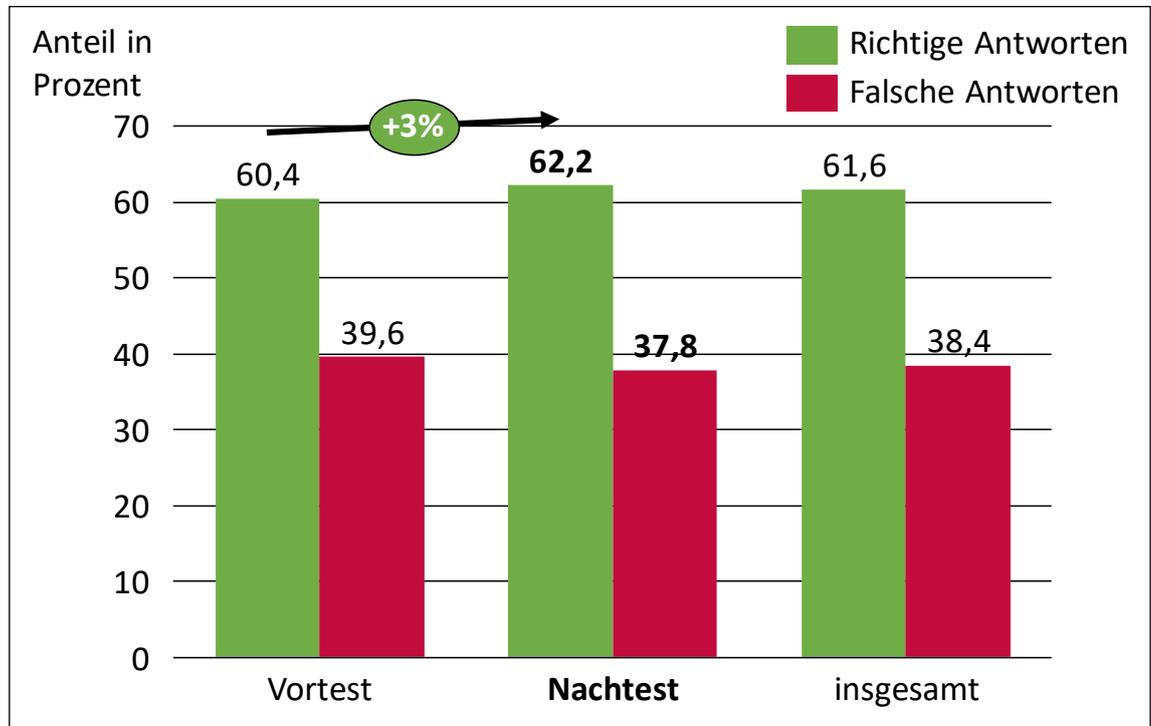


Abbildung 17: Verhältnis von richtigen zu falschen Antworten im jeweiligen Testabschnitt, über alle Lernintervention hinweg

Die insgesamt falsch gegebenen Antworten (Fehler) können weiter nach prozentualer Fehlerhäufigkeit in die jeweiligen *kognitiven Fehlersubkategorien fehlendes Wissen (3.1)* 31,7 %, *fehlerhafte Informationssammlung (3.2)* 25,4 %, *fehlerhafte Umgang mit Informationen (3.3)* 35,6 % und *fehlerhafte Verifizierung (3.4)* 35,6 % aufgeteilt werden. In allen *kognitiven Fehlersubkategorien* – bis auf *fehlerhafte Informationssammlung (3.2)* – kann nach der jeweiligen Lernintervention im Nachtest ein Rückgang der jeweiligen Fehlersubkategorie verzeichnet werden. Die nachfolgende Abbildung (Abb. 18) zeigt die Fehlerhäufigkeit in Prozent nach den vier *kognitiven Fehlersubkategorien (3.1, 3.2, 3.3, 3.4)* im Vor- und Nachtest sowie insgesamt

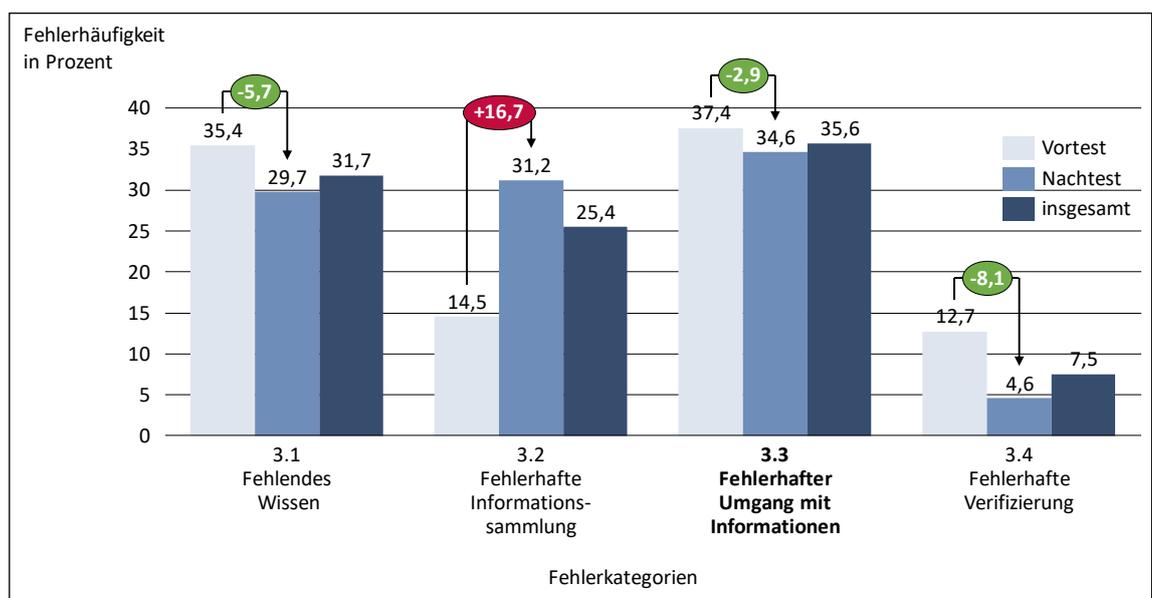


Abbildung 18: Fehlerhäufigkeit in Prozent nach Fehlerkategorie im Vor- und Nachtest sowie insgesamt

4.3.1 Verhältnis von richtigen zu falschen Antworten nach Lernintervention im Nachtest

Vergleicht man die richtigen und falschen Antworten des Nachtests nach Absolvierung der drei verschiedenen Lerninterventionen (*Lösungsbeispiel*, *Multiple Choice*, *Reflektion*) durch die Studierenden, ergeben sich Unterschiede. Die Studierenden verzeichnen nach Absolvierung der Lernintervention *Lösungsbeispiel* mit 66,3 % die meisten richtigen Antworten im Nachtest. Die Lernintervention *Reflektion* ergibt mit 60,8 % richtige Antworten das zweibeste Ergebnis. Die Lernintervention *Multiple Choice* zeigt mit 59,3 % die wenigsten richtigen Antworten im Nachtest. Die nachfolgende Abbildung stellt die richtigen und falschen Antworten im Nachtest nach Absolvierung der drei unterschiedlichen Lerninterventionen durch die Probanden gegenüber (vgl. auch Tabellen 18 bis 20 im Anhang).

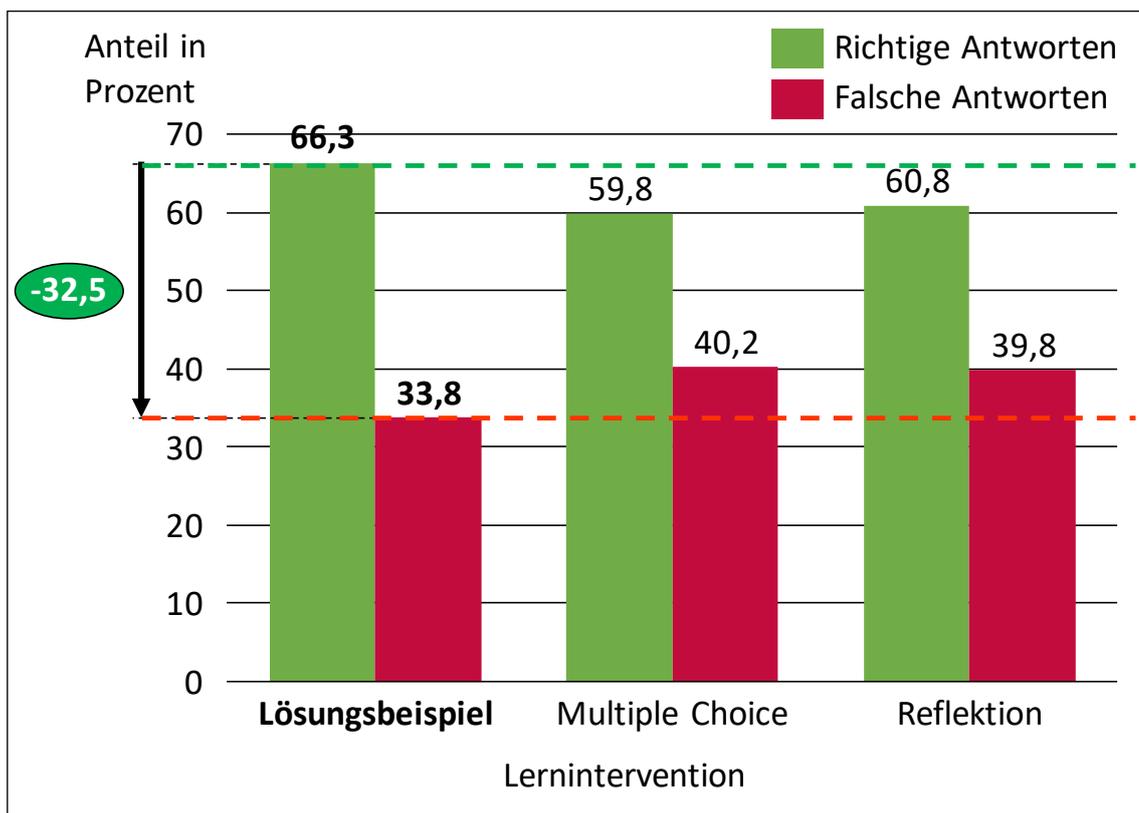


Abbildung 19: Verhältnis von richtigen zu falschen Antworten nach Lernintervention im Nachtest

4.3.2 Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorien in Abhängigkeit der Lernbedingung

Bei der Lernbedingung *Lösungsbeispiel* ($N = 29$) zeigt sich die höchste Fehlerquote bei der Fehlerkategorie 3.3 (*fehlerhafter Umgang mit Informationen*), ($M = 7,79$, $SD = 2,96$, $Min = 3$, $Max = 14$). Die geringste Fehlerquote wird bei Fehlerkategorie 3.4 (*fehlerhafte Verifizierung*) gemacht ($M = 1,10$; $SD = 0,97$; $Min = 0$; $Max = 4$).

In der Lernbedingung *Multiple Choice* ($N = 31$) wird die höchste Fehlerquote bei der Fehlerkategorie 3.3 (*fehlerhafter Umgang mit Informationen*) gezeigt ($M = 8,87$, $SD = 3,17$, $Min = 3$, $Max = 15$). In dieser Lernbedingung erreicht die Fehlerkategorie 3.4 (*fehlerhafte Verifizierung*) die geringste Fehlerquote ($M = 1,00$; $SD = 0,85$; $Min = 0$; $Max = 3$).

Zur Lernbedingung *Reflektion* ($N = 29$) findet sich die höchste Fehlerquote bei der Fehlerkategorie 3.1 (*fehlendes Wissen*), ($M = 8,655$, $SD = 7,77$, $Min = 2$, $Max = 35$). Die Fehlerkategorie 3.4 (*fehlerhafte Verifizierung*) hat in dieser Lernbedingung die geringste Fehlerquote ($M = 1,07$; $SD = 0,884$; $Min = 0$; $Max = 3$). Alle Daten werden detailliert in den Tabellen 7 bis 9 im Anhang dargestellt.

4.3.3 Unterschiede zwischen den Lernbedingungen in Bezug auf die Fehlerkategorien

Die ANOVA zeigt bei der Fehlerkategorie 3.1 (*fehlendes Wissen*) im Nachtest keinen signifikanten Unterschied zwischen den drei Lernbedingungen im Hinblick auf die durchschnittliche Fehlerquote ($F(2) = 2,938; p = 0,058$).

Für die Fehlerkategorie 3.2 (*fehlerhafte Informationssammlung*) im Nachtest kann kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Lernbedingungen bezüglich der durchschnittlichen Fehlerquote demonstriert werden ($F(2) = 1,827; p = 0,167$).

Im Nachtest erbringt die statistische Auswertung für die Fehlerkategorie 3.3 (*fehlerhafter Umgang mit Informationen*) keinen signifikanten Unterschied zwischen den drei Lernbedingungen bezüglich der durchschnittlichen Fehlerquote ($F(2) = 2,459; p = 0,091$). Auch für die Fehlerkategorie 3.4 (*fehlerhafte Verifizierung*) im Nachtest findet sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Lernumgebung und durchschnittlicher Fehlerquote der Studierenden ($F(2) = 0,102; p = 0,903$). Alle Daten werden detailliert in den Tabellen 14 bis 17 im Anhang dargestellt.

4.4 Cross Evaluation zwischen qualitativer und quantitativer Analyse

Werden die Ergebnisse der prognostizierten Fehler aus der qualitativen Experteninterviewstudie mit den quantitativen Ergebnissen der Studentenchprobe verglichen, fallen Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede auf. Die von den Experten prognostizierte häufigste *kognitive Fehlersubkategorie fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)* wird mit 36,4 % in der darauffolgenden Testung der Studierenden bestätigt. Der am meisten gemachte *kognitive Fehler* der Studierenden ist *ebenfalls fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)* mit 35,6 %. Der am zweithäufigsten prognostizierte *kognitive Fehler* der Experten *fehlerhafte Verifizierung (3.4)* liegt bei 33,3 %. In der Auswertung ist dieser *kognitive Fehler* jedoch mit 7,5 % die seltenste Fehlerkategorie bei der Studentenerhebung. Die nachfolgende Abbildung (Abb. 20) stellt nochmals die von den Experten prognostizierten Fehler dar und vergleicht diese mit den Fehlerhäufigkeiten der begangenen Fehler aus der Studentenchprobe.

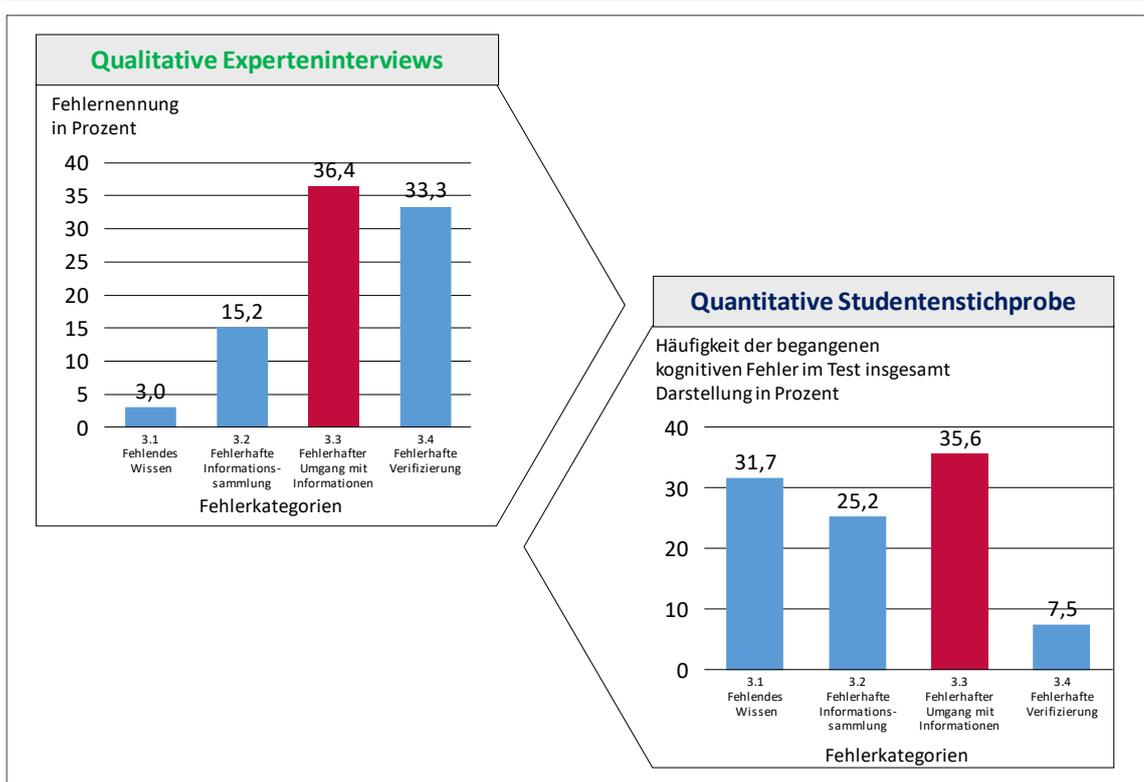


Abbildung 20: Gegenüberstellung der Fehlerhäufigkeiten in Prozent (Experten-Fehlernennungen versus begangene Fehler im Studenten-Test)

5 Diskussion

5.1 Zusammenfassung der zentralen Forschungsergebnisse

In diesem zusammenfassenden Kapitel sollen die Ergebnisse der Studie in Bezug auf die Forschungsfragen dargelegt werden.

In der qualitativen teilstandardisierten Experteninterviewstudie werden 243 Fehler bei der Bearbeitung der Fallbeispiele zur „arteriellen Hypertonie“ und „Hyperthyreose“ gefunden.

1 a) Welche diagnostischen Fehler schätzen Experten als besonders häufig und relevant bei Novizen ein?

Aus Sicht der Experten ist die Hauptfehlergruppe diejenige der *kognitiven Fehler* mit 92,2 %. Die *nicht-kognitiven Fehler* belaufen sich lediglich auf 7,8 %. Der häufigste *kognitive Fehler* ist *fehlerhafte Verifizierung (3.4)* mit 30 %. Hierauf folgt *fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)* mit 27 % und *fehlerhafte Informationssammlung (3.2)* mit 25 %. *Fehlendes Wissen (3.1)* ist mit nur 9 % an letzter Position. *Nicht-kognitive Fehler (1. Niemand-Schuld-Fehler, 2. Systemfehler, 4. Motivation & Interaktion)* sind zwar für die klinische Praxis äußerst relevant und tragen zur Fehlerentstehung in der Diagnosestellung bei. Sie sind jedoch weit weniger bedeutend aus Sicht der Experten als die *kognitiven Fehler*.

1 b) Gibt es in dieser Einschätzung Unterschiede zwischen Allgemeinmedizinern und Internisten?

Zwischen den Expertengruppen Allgemeinmedizin und Innere Medizin finden sich Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede (vgl. Abbildung 16). Beide Expertengruppen schätzen die *kognitive Fehlergruppe* als die relevanteste Fehlerhauptkategorie ein. In den Fehlersubkategorien erscheint den Allgemeinmedizinern die *fehlerhafte Verifizierung (3.4)* mit 32,3 % etwas relevanter als den Internisten. Hier sind *fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)* und *fehlerhafte Verifizierung (3.4)* mit 29 % die häufigsten genannten Fehlersubkategorien. Die Allgemeinmediziner nennen die nicht kognitiven-Fehler mit 12,1 % etwas öfter als die Experten der Inneren Medizin (5,5 %). Im Gegensatz dazu legen die Internisten den Fokus mehr auf *kognitive Fehler*.

c) Gibt es aus Expertensicht Unterschiede zwischen Novizen und erfahrenen Ärzten hinsichtlich relevanter Fehler?

Beide Expertengruppen postulieren zwei fundamental unterschiedliche Fehlermechanismen bei Novizen im Gegensatz zu erfahrenen Medizinern (wie z. B. Fachärzten/-innen). Novizen haben, wie bereits dargestellt, Schwierigkeiten, die vom Patienten geschilderten Symptome zu verknüpfen, um anschließend plausible Arbeits- mit Differentialdiagnosen anhand der Leitsymptome aufzustellen. Häufig wird der sprichwörtliche „Wald vor lauter Bäumen“ von den Novizen nicht gesehen.

Erfahrene Ärzte/-innen können hingegen durch ihre lange Ausbildung und die reichliche klinische Erfahrung implizit auf sog. *Illness script* (Charlin et al., 2000) zurückgreifen. Somit werden schnell Probleme erkannt, richtige Arbeits- und Differentialdiagnosen aufgestellt und die passende apparative Diagnostik eingeleitet. Jedoch haben sie nach Ansicht der Interviewpartner Schwierigkeiten, die zuvor aufgestellte Hypothese (also ihre Arbeitsdiagnose) zu überdenken. Häufig beharren sie auf ihrem Verdacht, aufgrund der langjährigen klinischen Erfahrung und des umfangreichen Wissens. Novizen hingegen sind eher bereit, bei Unstimmigkeiten ihre zuvor aufgestellte Hypothese zu überdenken. Als Erklärungsansatz kann das intuitiv-automatische System oder die fehlerhafte Anwendung von Heuristiken¹²(Gigerenzer & Gaissmaier, 2006) verantwortlich sein (vgl. Kapitel 2.1.2).

In der qualitativen Interviewstudie mit den vier Experten der Allgemeinmedizin und sechs Experten der Inneren Medizin wird immer wieder die Bedeutung der Informationsgewinnung und -verarbeitung postuliert. Aus Sicht der Experten ist es entscheidend, dass Informationen gründlich in allen Diagnoseschritten wie Anamnese, körperliche Untersuchung, Labor und Bildgebung gewonnen und anschließend zwingend miteinander vernetzt werden. Es müssen die Informationen aus der Anamnese oder Patientencharakteristika, wie z. B. Alter, Geschlecht, Konstitution und klinischer Habitus, mit allen anderen Informationen aus Labor und Bildgebung zwingend verknüpft und zu einem Gesamtbild integriert werden. Extrem hilfreich ist es laut Experten, nach oder während der Anamnese gezielt nach spezifischen Leitsymptomen Ausschau zu halten. Gerade die genaue Exploration des Visitationsgrundes kann hierzu aus Expertensicht besonders wertvoll sein. Ebenso kann eine Sortierung, Plausibilisierung und Kategorisierung der zahlreich häufig geschilderten Symptome wegweisend sein. Die Herausarbeitung eines Leitsymptoms und die Entwicklung einer plausiblen Arbeitsdiagnose (ggf. mit Differentialdiagnosen) sind

¹² Eine Heuristik ist eine einfache Regel, welche den Prozess einer Problemlösung beschreibt. Sie greift dabei auf evolvierte und bereits erlernte Fähigkeiten zurück.

nach Meinung der Experten entscheidend, da die darauffolgende körperliche Untersuchung nur dann weitere Erkenntnisse hervorbringen kann. Einzig so kann eine plausible und v. a. wahrscheinliche Arbeitsdiagnose mit möglichen Differentialdiagnosen aufgestellt werden. Dies ist elementar, um anschließend eine gezielte apparative Diagnostik anzuschließen, welche die Arbeitsdiagnose stützen, unwahrscheinlicher machen oder schlussendlich ausschließen kann. Weiterhin ist es zwingend, nach Ausschluss der Arbeitsdiagnose mit dem Abarbeiten der weiteren Differentialdiagnosen fortzufahren. Durch dieses Vorgehen können zahlreiche Fehler im Diagnoseprozess verhindert, gefährliche Zwischenfälle vermieden und Über- /Unterdiagnostik reduziert werden. Die nachfolgende Abbildung stellt die wesentlichen Punkte in den einzelnen Diagnoseschritten heraus, welche nach Meinung der Experten dazu beitragen können, Diagnosefehler zu vermeiden. Die Blitze in der Abbildung (Abb. 21) markieren die Stellen im Diagnoseprozess, an welchen leicht und häufig Fehler eintreten (z. B. unvollständige Informationsgewinnung, keine Bildung von plausiblen Verdachts-/Arbeits- und Differentialdiagnosen, Über- oder Unterbewertung von verschiedenen Informationen, keine Vernetzung der Informationen untereinander, keine Priorisierung/Plausibilisierung/Kategorisierung der verschiedenen Informationen im Diagnosefindungsprozess usw.).

Weiterhin wird in der Studie untersucht, ob die zuvor von den Experten prognostizierten Fehlerarten (vgl. auch Abbildung 9 zum Studiendesign), von den 89 Medizinstudierenden im computerbasierten Test auch tatsächlich begangen werden.

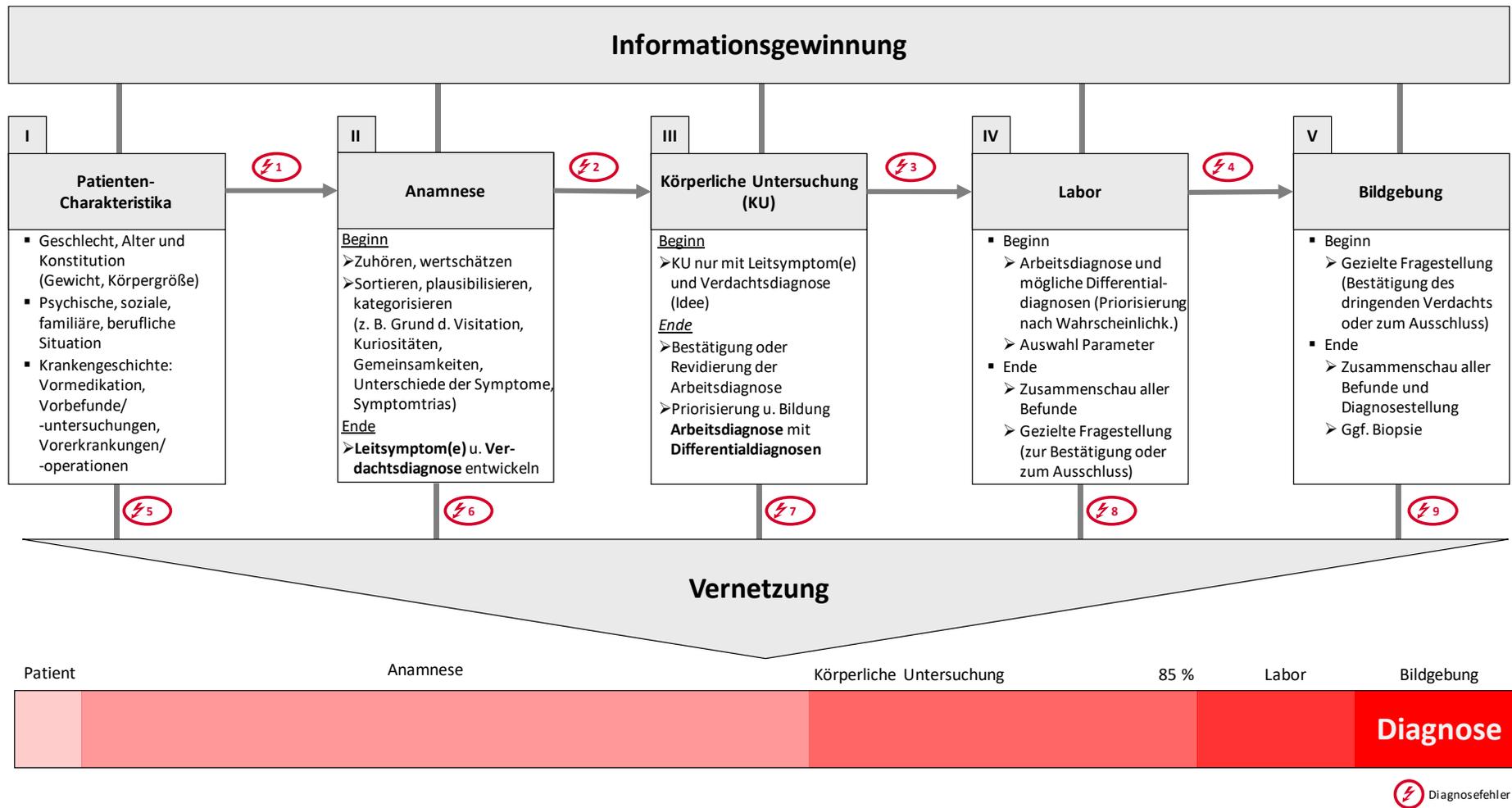


Abbildung 21: Übersicht der Fehlerentstehungsmöglichkeiten im Informationsgewinnungsprozess beim Diagnostizieren

2 a) Welche Fehlerarten treten tatsächlich in der Stichprobe am häufigsten auf?

Der häufigste *kognitive Fehler* insgesamt ist mit 35,6 % *fehlerhafter Umgang mit Informationen* (3.3), *fehlendes Wissen* (3.1) ist mit 31,7 % der zweithäufigste *kognitive Fehler*. Die *kognitiven Fehler fehlendes Wissen* (3.1), *fehlerhafter Umgang mit Informationen* (3.3) und *fehlerhafte Verifizierung* (3.4) treten im Nachtest etwas weniger auf als im Vortest (vgl. Abbildung 18). Ein Ausreißer ist hierbei die Fehlerkategorie *fehlerhafte Informationssammlung* (3.2), die im Nachtest etwas mehr Fehler in dieser Fehlerkategorie zeigt als im Vortest (14,5 %). Möglichweise ist dies auf die abnehmende Motivation der Studierenden im Testverlauf oder die umfangreichere Aufgabenmenge im Nachtest zurückzuführen.

2 b) Und stimmt dieses Ergebnis mit der Expertenprognose überein?

In der Cross Evaluation, in welcher die Daten der qualitativen Experteninterviews mit den Daten der quantitativen Studentenchprobe verglichen werden, tritt die Fehlerkategorie *fehlerhafter Umgang mit Informationen* (3.3) bei beiden am häufigsten auf (vgl. Abbildung 21). Die Experten schätzen die Fehlerkategorie *fehlerhafte Verifizierung* (3.4) mit 33,3 % am zweithäufigsten ein, wohingegen bei den Studierenden *fehlendes Wissen* (3.1) mit 31,7 % am zweithäufigsten auftritt. *Fehlerhafte Verifizierung* (3.4) ist dagegen in der Studentenchprobe die seltenste Fehlerkategorie mit 7,5 %. Dies ist möglicherweise dadurch zu erklären, dass in einem standardisierten Test nur eingeschränkt hinter die Fehlerentstehung geblickt werden kann. Aus diesem Grund bedarf es weiterer Forschungen, um die *kognitiven Fehlersubkategorien fehlerhafter Umgang mit Informationen* (3.3) und *fehlerhafte Verifizierung* (3.4) besser voneinander abgrenzen zu können.

3. Wie

a) ist das Verhältnis von richtigen zu falschen Antworten in der Stichprobe insgesamt?

Insgesamt beantworten die Studierenden 61,6 % der Fragen richtig und 38,4 % falsch. Die Studierenden sind im Nachtest um lediglich 3 % besser als im Vortest.

3b) unterscheidet es sich in Abhängigkeit von der Experimentalbedingung?

In der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) ist keine Lernbedingung gegenüber einer anderen Lernbedingung signifikant überlegen. Anhand der deskriptiven Daten könnte möglicherweise die Lernbedingung Lösungsbeispiel sich am effektivsten zeigen. Hier zeigen sich die meisten richtigen Antworten im Nachtest.

2 a) Welche Fehlerarten treten tatsächlich in der Stichprobe am häufigsten auf?

Der häufigste *kognitive Fehler* insgesamt ist mit 35,6 % *fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)*, *fehlendes Wissen (3.1)* ist mit 31,7 % der zweithäufigste *kognitive Fehler*. Die kognitiven Fehler *fehlendes Wissen (3.1)*, *fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)* und *fehlerhafte Verifizierung (3.4)* treten im Nachtest etwas weniger auf als im Vortest (vgl. Abbildung 18). Ein Ausreißer ist hierbei die Fehlerkategorie *fehlerhafte Informationssammlung (3.2)*, die im Nachtest etwas mehr Fehler in dieser Fehlerkategorie zeigt als im Vortest (14,5 %). Möglichweise ist dies auf die abnehmende Motivation der Studierenden im Testverlauf oder die umfangreichere Aufgabenmenge im Nachtest zurückzuführen.

2 b) Und stimmt dieses Ergebnis mit der Expertenprognose überein?

In der Cross Evaluation, in welcher die Daten der qualitativen Experteninterviews mit den Daten der quantitativen Studentenstichprobe verglichen werden, tritt die Fehlerkategorie *fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)* bei beiden am häufigsten auf (vgl. Abbildung 21). Die Experten schätzen die Fehlerkategorie *fehlerhafte Verifizierung (3.4)* mit 33,3 % am zweithäufigsten ein, wohingegen bei den Studierenden *fehlendes Wissen (3.1)* mit 31,7 % am zweithäufigsten auftritt. *Fehlerhafte Verifizierung (3.4)* ist dagegen in der Studentenstichprobe die seltenste Fehlerkategorie mit 7,5 %. Dies ist möglicherweise dadurch zu erklären, dass in einem standardisierten Test nur eingeschränkt hinter die Fehlerentstehung geblickt werden kann. Aus diesem Grund bedarf es hierzu weiterer Forschungen, um die kognitiven Fehlersubkategorien *fehlerhafter Umgang mit Informationen (3.3)* und *fehlerhafte Verifizierung (3.4)* besser voneinander abgrenzen zu können.

5.2 Kritische Reflexion der Studienergebnisse vor dem Hintergrund der bereits bestehenden Fehlerforschung

Die von den Experten prognostizierten *kognitiven Fehler* (84,9%) liegen v. a. in den Kategorien 3.2, 3.3, 3.4, welche sich in der quantitativen Studentenchprobe mit insgesamt 68,3 % bestätigen lassen. Graber et al. konnte in seiner Studie zeigen, dass die rein *kognitiven Fehler* mit 28 % die zweithäufigste Fehlerkategorie ist. In der weiteren Unterteilung der kognitiven Fehlerkategorien entspricht diese bis auf die Subkategorie *fehlendes Wissen* (3.1) mit lediglich 3,4 % den Ergebnisse der vorliegenden Studie (M. L. Graber et al., 2005). In dieser Studie kann ebenfalls gezeigt werden, dass die meisten Fehler mit 46 % sowohl kognitiv wie auch systembedingt auftreten.

Zahlreiche weitere Studien belegen ebenfalls die Dominanz der kognitiven Fehler beim Diagnostizieren (Thammasitboon & Cutrer, 2013), (Croskerry, 2013), (Eva & Norman, 2005), (Charlin, Boshuizen, Custers, & Feltovich, 2007), (Mamede et al., 2010), (G. R. Norman et al., 2017). Es konnte immer wieder gezeigt werden, dass Informationen unvollständig bzw. falsch beschafft werden, Schwierigkeiten in der Verknüpfung, Einordnung und Integration der Informationen (präsentierte Symptome, klinisches Zeichen/Erscheinungsbild, Vorbefunde / -diagnosen / -medikation etc.) in das gelernte (physio- / pathophysiologische) Wissen bestehen. Somit entstehen (Folge-)Fehler in der weiteren Diagnostik (Croskerry, 2003), (Källberg et al., 2015), (Lucchiari & Pravettoni, 2013), (Vázquez-Costa & Costa-Alcaraz, 2013), (Redelmeier, 2005). Schlussendlich kommt es zur falschen Diagnose, weshalb wiederum falsche (wirkungslose) Therapien initiiert werden. Hierdurch kann es zur Patientengefährdung/ -schädigung kommen. Genau diese Aspekte wurden von den Interviewpartner immer wieder betont (vgl. Kapitel 4.2.1 und die Abbildungen 11, 12, 13, 14, 15, 16) und spiegeln auch in den begangenen Fehler der Studierendenstichprobe wider.

Die Fehlerkategorie *fehlendes Wissen* (3.1) in der Interviewstudie ist prozentual mit 3,0 % die am seltensten genannte *kognitive Fehlerkategorie*. In der Studie der Forscher Graber et al. ist *fehlendes Wissen* ebenfalls die seltenste Fehlerkategorie innerhalb der kognitiven Fehler (M. L. Graber et al., 2005). In der quantitativen Studentenchprobe war *fehlendes Wissen* (3.1) jedoch die zweithäufigste Kategorie. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass Studierende zur Lösung der Fragen aus dem Bereich der arteriellen Hypertonie und Hyperthyreose ein ausgeprägtes endokrinologisches Grundverständnis benötigen. Will man Fragen im Bereich der sekundären arteriellen Hypertonie zu den Krankheitsbilder primären Hyperaldosteronismus oder Phäochromozytom lösen, muss

fundiertes Wissen zu den pathophysiologischen Zusammenhängen und der genauen Lokalisation bzw. Ursache dieser Krankheitsbilder vorhanden sein. Ähnlich sieht es bei Hyperthyreosen wie z. B. Thyreoditis de Quervain oder Morbus Basedow aus. Grundlagen für endokrinologisches Wissen sind die Hormonachsen (Hypothalamus, Hypophyse und Zielorgan/endokrines Endorgan), Stellgrößen und Regelkreisläufe. Die in einer Abbildung (Abb. 23) im Anhang dargestellten Hormonachsen geben hierzu einen Überblick über die Komplexität des notwendigen Faktenwissens. Zusätzlich sind Kenntnisse zu endokrinologischen Prinzipien wie z. B. Stimulations- und Suppressionstest zur Detektion einer Unter- oder Überfunktion, Hierarchien der Störungen (primär, sekundär, tertiär) und Stellgrößen obligat (Auernhammer & Reincke, 2018). Erschwerend kommt hinzu, dass diese Krankheitsbilder im Studium oft nur am Rande behandelt werden und im klinischen Alltag, außer in Spezialabteilungen oder -ambulanzen, nur selten vorkommen. Vermutlich aufgrund des komplexen, aber wenig vermittelten Spezialwissens, gibt es in der Studentenstichprobe viele Fehler im Bereich *fehlendes Wissen* (3.1).

In der Befragung der Experten stellt sich deutlich heraus, dass Studierende/Novizen v. a. Probleme in der Identifikation und Sortierung von (Leit-)Symptomen haben, um darauf folgend mittels Abgrenzung, Kategorisierung und Plausibilisierung wahrscheinliche Arbeits- und Differentialdiagnosen aufstellen zu können. Die notwendige Vernetzung der verschiedenen klinischen Zeichen und Symptome scheint hierbei die Kernproblematik darzustellen (vgl. hierzu Abbildung 21). Zu ähnlichen Erkenntnissen kommen die Forscher Elstein und Schwarz in ihrem Übersichtsartikel 2002. Erfahrene Kliniker bilden bessere Hypothesen und stellen einen besseren diagnostischen Plan auf als Novizen. Daher sollte sich aus Sicht der Forscher die Lehre und klinische Instruktionen auf notwendige Verbesserungen konzentrieren. Gerade Fehler können uns Aufschlüsse über fundamentale kognitive Prozesse liefern und hierdurch einen entscheidenden Beitrag leisten (Elstein & Schwarz, 2002). In der Literatur wird hierfür gerne das Erklärungsmodell „fehlendes Illness Skript“ herangezogen (Charlin et al., 2000). Die Forscher Lucchiari und Pravettoni postulieren stimmig zu den Ergebnissen dieser Arbeit, dass Fehler beim Diagnostizieren v. a. in der Informationsanalyse auftreten. Die aus der Umwelt identifizierten Daten/Informationen müssen in einem „mental Modell“ organisiert, priorisiert und auf ihre Verlässlichkeit geprüft werden. Bei der Entscheidungsfindung kommt es dann aufgrund von vorzeitigem Schlussfolgern und Selbstüberschätzung ebenso zu Fehlern

(Lucchiari & Pravettoni, 2013). Genau diese Problematik postulierten ebenfalls die interviewten Experten mehrfach, v. a. in den Diagnoseschritten Anamnese und körperliche Untersuchung.

Der Fehlermechanismus bei einem erfahrenen Mediziner ist laut der interviewten Experten anders als bei Novizen. Erfahrene Ärzte/-innen haben Schwierigkeiten, ihre zuvor entwickelte Arbeitsdiagnose/Hypothese zu hinterfragen und ggf. auch zu revidieren. Auch Lucchiari et al schreiben erfahrenen Mediziner eine besondere Anfälligkeit zur Selbstüberschätzung und zum vorzeitigen Schlussfolgern zu und führen dieses auf mögliche altersbedingte kognitiven Einschränkungen zurück (Lucchiari & Pravettoni, 2013). Außerdem wird beschrieben, dass Experten aufgrund ihrer klinischen Erfahrung v. a. intuitiv handeln (Charlin et al., 2000). Es kommen zwar Regeln und Schemata zur Anwendung (wie z. B. Priorisierung der Reihenfolge in der notwendigen Diagnostik und Therapie, Prävalenz von Erkrankungen, wahrscheinliche Differentialdiagnosen, Zuordnung von Symptomen zu Erkrankungen etc.), allerdings begründen diese alleine selten die medizinische Entscheidungsfindung der erfahrenen Mediziner (Dreyfus & Dreyfus, 1986). Stimmig hierzu postulieren beide Expertengruppen, dass Novizen im Gegensatz zu erfahrenen Mediziner Schwierigkeiten haben, die vom Patienten geschilderten Symptome zu verknüpfen, um anschließend plausible Arbeits- mit Differentialdiagnosen anhand der Leitsymptome aufzustellen. Im Gegensatz dazu wurde von den Experten mehrfach betont, dass erfahrene Ärzte/-innen zu inflexibel an zuvor gestellten Hypothesen festgehalten.

Die Forscher Hashem et al. zeigen ebenfalls, dass Spezialisten vor allem (Arbeits-) Diagnosen im eigenen Fachgebiet generieren. Mögliche fachfremde Diagnosen werden weit weniger aufgestellt oder diskutiert. Vielmehr versuchen die Spezialisten eher, nicht passende Symptome in den eigenen Fachbereich zu integrieren als diese anderen Fachgebieten zuzuordnen. Somit werden besonders Diagnosen des eigenen Fachgebiets gestellt, wohingegen andere mögliche Diagnosen außer Acht bleiben (Hashem, Chi, & Friedman, 2003). Auch in anderen Studien konnte gezeigt werden, dass erfahrene Kliniker bestehende Probleme v. a. innerhalb der eigenen Wissensdomäne, sozusagen innerhalb ihrer „Komfortzone“ lösen. Allerdings kann dieses domänenspezifische Fachwissen auch eine konstruktive Problemlösung massiv behindern (Wiley, 1998). Somit zeigt sich in mehreren vorangegangenen Studien passend, dass Experten weniger Probleme haben, eigene Arbeitsdiagnosen zu erarbeiten (Larkin, McDermott, Simon, & Simon, 1980), (Joseph & Patel, 1990), jedoch Schwierigkeiten haben, diese zu überprüfen, vor allem gerade dann,

wenn Aspekte aus anderen Fachgebieten berührt werden. Somit kommt es zu einer gewissen Inflexibilität, anderen plausiblen Differentialdiagnosen nachzugehen (Hashem et al., 2003).

Unter der Annahme dass, advokatorischen Lernen (bzw. Lernen aus Fehlern) wirksam ist (Oser & Spychiger, 2005), (Spychiger, 2004), (Kolodner, 1992), wurden für die Stichprobe der Studierenden drei Lerninterventionen (*Lösungsbeispiel*, *Multiple Choice*, *Reflektion*) entwickelt. Unerwartet zeigte sich in den Ergebnissen, dass keine der drei eingesetzten Lerninterventionen zur einer signifikante Fehlerreduktion im Nachtest führt. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass eine kurze Lerneinheit nicht unmittelbar zur Fehlerreduktion in einem komplexen Diagnoseprozess ermöglicht. Es ist bereits hinreichend belegt, dass Fehler beim Diagnostizieren vermieden werden können, wenn das Bewusstsein zur Prävalenz und Relevanz von Diagnosefehlern geschärft wird (Redelmeier, 2005). Ebenso können durch ein breites Verständnis über Fehlerursachen/ -arten/ -auswirkungen wirksame Lerninterventionen zur Fehlervermeidung in der Didaktik entwickelt und eingesetzt werden (Wears et al., 2000). Hierdurch kann das Wissen über Krankheitsbilder und die zugrundeliegenden pathophysiologischen Zusammenhänge ergänzt und negatives Wissen aufgebaut werden.

5.3 Limitationen der durchgeführten Studie

Prävalenz und Relevanz von Diagnosefehlern

Stärken	Limitationen
1. Eine bestehende und bewertete Fehlertaxonomie wurde angewendet und erweitert.	1. Definition von Fehlern und Fehleranteilen in der Literatur noch uneinheitlich. Zum Teil ist eine Zuordnung der verschiedenen Fehlerarten erschwert.
2. Kombinationen von qualitativen und quantitativen Methoden im sog. Mixed-Method-Ansatz.	2. Die Fehlerkategorien 3.3 <i>fehlerhafter Umgang mit Informationen</i> und 3.4 <i>fehlerhafte Verifizierung</i> sind manchmal schwer voneinander abgrenzbar.
3. Qualitative Daten: insgesamt konnten die Experten 227 Berufsjahre, und mehr als 152 Lehrjahre vorweisen. Es wurden 772 Minuten Interviews ausgewertet.	3. Die Stichprobengröße der Interviewpartner ist mit N = 10 relativ klein.
4. Allgemeinmediziner und Internisten betonen die gleichen Fehlerkategorien im Diagnoseprozess bei Novizen. Dennoch werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Experten gefunden.	4. Nur bedingte Übertragbarkeit der Fälle aus der qualitativen und quantitativen Analyse. Der Patient wird nicht „erlebt“, kann nicht gefragt werden. Die Prävalenz und Relevanz von Diagnosefehlern muss ebenfalls an weiteren Krankheitsbildern z. B. mit Fokus auf akute Krankheitsbilder weiter untersucht werden.
5. Quantitative Daten: Stichprobenumfang 89 Studierende im 4 oder 5 Jahr des Medizinstudiums. Lösung von praxisnahen Fällen, drei Lerninterventionen werden näher untersucht.	5. Lerninterventionen werden nur am Rande in der quantitativen Studentstichprobe untersucht.
6. Die Fälle in der quantitativen und qualitativen Studie umfassten für den klinischen Alltag relevante Krankheitsbilder zu Hypertonie und Schilddrüsenerkrankungen.	6. Die Studie fokussiert sich auf die kognitiven Fehler, da sich mehr als 90 % der Expertenfehlernennungen auf diese Fehlerkategorie beziehen.
7. Die prognostizieren, relevanten Diagnosefehler (insbesondere die <i>kognitiven Fehler</i> 3.2 und 3.3) aus den Experteninterviews konnte in der quantitativen Studentstichprobe bestätigt werden.	
8. Zwischen Novizen und erfahrenen Ärzten/-innen gibt es fundamental unterschiedliche Fehlermechanismen: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Novizen haben Probleme mit der Vernetzung von Informationen. ➤ Erfahrene Ärzte/-innen haben Schwierigkeiten, die zuvor gestellte Hypothese ggf. zu verwerfen. <p>Beide Mechanismen führen zu Fehlern.</p>	

Tabelle 4: Stärken und Limitationen der Studie im Kurzüberblick

Um die Hauptforschungsfrage möglichst präzise zu beantworten, wird ein Mixed-Method-Ansatz gewählt, der die Stärken qualitativer und quantitativer Forschung kombiniert.

Die Studie ist die erste seiner Art, die mit dem Mixed-Method-Ansatz nachweisen kann, dass die kognitiven Fehler im Diagnosestellungsprozess die relevanteste Fehlerkategorie in der Diagnosestellung sind. Die Prognose über die Bedeutung der kognitiven Fehler aus der qualitativen Expertenstichprobe kann in der quantitativen Studentenstichprobe klar bestätigt werden. Gerade die Fehlerkategorie 3. nach Graber et al. mit *3.3 fehlerhafte Informationssammlung* und *3.4 fehlerhafte Verifizierung* sind die komplexen und impliziten Fehlerkategorien. Dies bestätigt sich genauso in der quantitativen Studentenstichprobe. Die Studierenden erreichen in den Aufgabengruppen Problemlöseaufgaben und Error detection nur selten die volle Punktzahl. Hier geht es v. a. um den Umgang mit Informationen und ihre Verknüpfung, um anschließend die richtigen Schlüsse ziehen zu können. Aufgrund uneinheitlicher Definition von Diagnosefehlern ist ein Vergleich der Fehlerkategorien mit verschiedenen Studienergebnissen im aktuellen Forschungskontext nur eingeschränkt möglich. Somit kann ein Abgleich und Rückschlüsse nur bedingt zwischen den verschiedenen Studien gezogen werden. Weiterhin sind die Fehlerkategorien oft unvollständig, d. h. Fehler umfassen nicht nur kognitive Prozesse, sondern auch Arbeitsprozesse, Organisationsstrukturen, Ressourcen (Zeit, Geld, Ausstattung etc.), Hierarchien, die Motivation des Einzelnen und den Informationsfluss. All diese Einflussfaktoren können in einer einzelnen Untersuchung nicht berücksichtigt werden. Somit können zu bestimmte Fehlerkategorien keine Aussagen getroffen werden.

In der vorliegenden Mixed-Method-Studie werden nahezu ausschließlich kognitive Prozesse untersucht. Allerdings postulieren die interviewten Experten, dass Fehler in geringem Maß auch durch nicht-kognitive Prozesse entstehen (*nicht-kognitive Fehler* mit 9 % gegenüber kognitiven Fehlern mit 91 % der Nennungen).

Zwar war der Stichprobenumfang mit $N = 10$ eher klein, jedoch muss betont werden, dass hochkarätige Interviewpartner mit Facharztstatus und zum Teil Koryphäen-Status sowie vielen Jahrzehnten an Berufs- und Lehrerfahrung für die Studie akquiriert werden konnten.

In der qualitativen und quantitativen Analyse ist es teilweise schwierig, die Fehlerkategorien *3.3 (fehlerhafte Informationssammlung: Über-, Unter- oder Fehlinterpretation)* und *3.4 (fehlerhafte Verifizierung: vorzeitiges Schlussfolgern, Bestätigen, Beweisen)* voneinander zu trennen. Grund hierfür ist, dass diese beiden Fehlerkategorien oft implizit begangen werden und die vorangegangenen Informationen entscheidend sind. Somit ist es oft schwer unmittelbar zu erkennen, weshalb der Novize den Fehler letztendlich begangen hat. Um dieser Problematik bestmöglich zu begegnen, wurde ein etabliertes Kodierschema konsequent angewendet. Darüber hinaus wurden die

Erhebung der verschiedenen Fehlerarten bewusst mittels verschiedener Aufgabenstellungen und Patientenfällen durchgeführt. Es ist weitere und vor allem gezieltere Forschung (z. B. mittels Denke-Laut-Protokollen) nötig, um diese kognitiven Fehlerarten weiter zu ergründen.

Eine mögliche Erklärung für diese Abweichung in den beiden Untersuchungen ist, dass womöglich eine gewisse Unschärfe in der Fehlerzuordnung der begangenen Fehler in der Aufgabenbearbeitung bei den Studierenden auftrat. Den detektierten kognitiven Fehler des Probanden retrospektiv zur Fehlersubkategorie 3.3 oder 3.4 zuzuordnen, ist durchaus schwierig. Mehrfach ist nicht ganz klar, ob der begangene Fehler aufgrund von Über-, Unter- oder Fehlinterpretation bzw. Fehlwahrnehmung von Informationen entstanden ist oder ob vorzeitiges Schlussfolgern (Premature closure) und Bestätigungsfehler (mit fehlerhaften Folgeuntersuchungen) ursächlich sind. Für die Abgrenzung dieser beiden Fehlerkategorien bedarf es weitere Untersuchungen. Mit der durchgeführten onlinebasierten Lernumgebung und den unterschiedlichen Aufgabentypen gelingt dies nur eingeschränkt, da die Hintergründe bzw. zugrundeliegenden Ursachen für den begangenen Fehlern zum Teil verborgen bleiben.

Ebenfalls anzutreffen ist diese Problematik bei der Fehlerkategorie *fehlendes Wissen* (3.1), welche in der Studentenstichprobe die zweithäufigste Fehlerkategorie mit 31,7 % ist. Die Experten schätzen diesen Fehler mit 3,0 % als unbedeutend ein. Diese Diskrepanz ist möglicherweise darin zu begründen, dass im Rahmen der Multiple-Choice-Tests besonders gut die Fehlerart *fehlendes Wissen* (3.1) detektiert werden kann. Den kognitiven Fehler *fehlerhafte Informationssammlung* (3.2) schätzen Experten mit 15,2 % als relevant ein, was auch in der Auswertung der Fehler aus der Studentenstichprobe mit 25,2 % gezeigt wird. Ein möglicher methodischer Ansatz für weitere Untersuchungen zur Abgrenzung beider Fehlerkategorien wären z. B. Laut-Denk-Protokolle.

In der quantitativen Studentenstichprobe kann des Weiteren v. a. die intrinsische Motivation der Testteilnehmer einen Einfluss auf die richtigen und falschen Antworten haben. In mehreren Metaanalysen konnten Cerasoli et al. den Einfluss von intrinsischer Motivation auf die Leistungsfähigkeit nachweisen (Cerasoli, Nicklin, & Ford, 2014). Die Motivation wird in der vorliegenden Studie vor Testbeginn allerdings nicht im Speziellen ermittelt, somit kann hier keine Aussage über die Motivation der Testteilnehmer getroffen werden.

Kritisch muss weiterhin erwähnt werden, dass die Fallbeispiele zwar alle sehr praxisrelevant sind, jedoch sind die Bedingungen der Interviews wie auch des computerbasierten Tests in der Studentenstichprobe artifiziell. Um die Ergebnisse vergleichbar machen zu

können, müssen natürlich die Testbedingungen konstant gehalten werden. Die hierdurch erhaltenen Ergebnisse sind deshalb nur bedingt auf die klinische Praxis übertragbar, da die Novizen z. B. keine echten Patienten vor Augen haben, keine Nachfragen stellen können, andere wichtige Sinneswahrnehmung für einen Arzt/Ärztin z. B. wie sehen, hören, fühlen, riechen oder tasten nicht einsetzen oder wie in der Praxis oft üblich Sachverhalte nicht kurz nachschlagen konnten. All diese Aspekte haben einen Einfluss auf die Qualität der Diagnosefindung und somit auch die Fehlerentstehung, der in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt worden ist.

5.4 Implikation für die weitere Forschung

Die vorliegende Arbeit hat wie jede wissenschaftliche Studie Limitationen, welche bereits im vergangenen Kapitel umfassend erläutert wurden. Aus diesen Limitationen ergeben sich wiederum Ansatzpunkte für künftige und weitere Forschung:

- Die Experten postulieren zwei fundamental unterschiedliche Fehlermechanismen bei Novizen und erfahrenen (Fach-)Ärzten/-innen: Demzufolge haben Novizen Probleme, wichtige Informationen zu gewinnen, zu vernetzen und schließlich passende Arbeitsdiagnosen zu entwickeln. Erfahrene Ärzte/-innen haben hingegen Schwierigkeiten, ihre zuvor entwickelte Hypothese bei Bedarf zu revidieren. Diese vermutete Dichotomie gilt es empirisch zu überprüfen, indem junge Novizen gegenüber erfahrenen (Fach-)Ärzten/-innen in weiteren Studien zu Diagnosefehlern - insbesondere im Diagnosefindungsprozess - näher untersucht und gegenübergestellt werden.
- Die in der quantitativen Studentenchprobe eingesetzten Lerninterventionen *1. Multiple Choice*, *2. Lösungsbeispiel* und *3. Reflektion* zeigen keine signifikante Reduktion von Diagnosefehlern im Nachtest im Vergleich zum Vortest. Somit können keine Beweise erbracht werden, dass eine (einzelne) Lernintervention signifikant überlegen ist. Grundlegend sind wirksame Lerninterventionen entscheidend, um Diagnosefehler reduzieren und sinnvolle curriculare Lösungen für die Verbesserung der Lehre im Medizinstudium erzielen zu können. Die Fehlerforschung kann einen wichtigen Beitrag zu didaktischen Konzepten leisten. Durch Stärkung von negativem Wissen und zielgenauen Lerninterventionen im Medizinstudium könnten Diagnosefehler bereits im Entstehungsprozess früh erkannt und somit deutlich reduziert werden. Somit müssten viele Diagnosefehler beim Erwerb der klinischen Praxiserfahrung erst gar nicht auftreten, sondern könnten vermieden werden durch zielgenaue didaktische Interventionen zu Diagnosefehlern im Medizinstudium.
- Die Definition von Diagnosefehlern und deren Taxonomien sind in der Literatur immer noch sehr pluralistisch und uneinheitlich (vgl. hierzu Kapitel 2.1.2, 2.2.1, 2.2.2). Ursächlich hierfür sind sicherlich die komplexen Denkprozesse, die den Diagnosefehlern im Klinikalltag bei der oft zeitkritischen Diagnosestellung zu Grunde liegen. Diese gilt es zukünftig besser zu ergründen, um empirische Ergebnisse besser miteinander vergleichen zu können. Sobald diese verschiedenen Diagnosefehler besser verstanden sind, können gezieltere didaktische Lerninterventionen zur kognitiven Fehlervermeidung entwickelt werden, welche wiederum zur Verbesserung

der Lehre im Medizinstudium - und darüber hinaus zu langfristig gesehen besseren Ärzten/-innen - führen können.

- Da die Fehlerentstehung und -ausbreitung im Diagnosestellungsprozess sich häufig sehr komplex darstellen und die zugrunde liegende Ursache oft verborgen bleibt, ist es wichtig, quantitative Daten aus der Testung von Studierenden mit qualitativen Experteninterviews und retrospektiven Analysen zu realen Diagnosefehler im klinischen Setting miteinander zu kombinieren. Nur so können die Entstehung und die Ausbreitung von Diagnosefehlern ganzheitlich verstanden werden.

Die Fehlerforschung, insbesondere in der Medizin, ist ein zukunftsträchtiges, aber noch recht junges Forschungsfeld (Mindnich et al., 2008) mit großem Potenzial für die Verbesserung und Erweiterung der Lehre im Medizinstudium. Wenn Diagnosefehler in ihrer Entstehung besser verstanden werden und die Vermeidung von Fehlern durch gezielte Lerninterventionen konstant nachgewiesen werden kann, erhält das Thema (Diagnose-) Fehler einen höheren Stellenwert in der medizinischen Ausbildung. Hierdurch besteht großes Potenzial, Fehler im medizinischen Alltag deutlich zu reduzieren (vgl. hierzu Kapitel 2).

5.5 Implikation für die Lehre im Medizinstudium

Wie man bereits in den Ergebnissen der qualitativen Experteninterviews und der Studentenstichprobe sehen konnte, sind die meisten Fehler in der Diagnosestellung nach der Graber Fehlertaxonomie die kognitiven Fehler. Gerade die Anamnese und körperliche Untersuchung nehmen im Diagnoseprozess eine Schlüsselstellung ein (Peterson et al., 1992), (Hampton et al., 1975), (Gross & Fischer, 1980), (Lown et al., 2004, pp. 20 - 40), da die darauffolgenden technischen Untersuchungen wie Labor und Bildgebung auf den Befunden aus Anamnese und körperlicher Untersuchung aufbauen. Außerdem betonen viele Experten wiederholt, dass diese beiden Diagnoseschritte Kernelemente in der Arztausbildung darstellen und diese von jedem Arzt/Ärztin beherrscht werden müssen. Gerade Novizen haben nach Angaben der Experten immer wieder das Problem, nach Anamnese und körperlicher Untersuchung das Leitsymptom von den vielen verschiedenen Begleitsymptomen (bzw. Komplikationen von bereits bekannten Vorerkrankungen) abzugrenzen. Hierbei fokussieren sich Novizen oft auf unspezifische Symptome, welche am Ende zu einer falschen oder keiner Diagnose führen können. Außerdem machen Anamnese und körperliche Untersuchung zwischen 70% und 85 % der Diagnosestellung aus (Peterson et al., 1992), (Hampton et al., 1975), (Gross & Fischer, 1980), (Lown et al., 2004, pp. 20 - 40). In den Interviews haben die 10 Experten passend hierzu vorwiegend Fehler aus dem Bereich Anamnese und körperliche Untersuchung genannt. Entscheidend ist nach Angaben der Experten, dass Novizen nicht nur eine musterhafte Lehrbuchanamnese abarbeiten, welche Hauptsymptome, Begleitsymptome, medizinische Vorgeschichte, aktuelle Medikamente, Allergien, Reise-/ Sozial-/ Familienanamnese und Systemübersicht umfasst (siehe hierzu Kapitel 2.1), sondern am Ende jeder Anamnese und körperlichen Untersuchung Leitsymptome präzisieren und anschließend eine passende Arbeitsdiagnose mit dazugehörigen Differentialdiagnosen entwickeln. Hierbei ist von vielen Experten immer wieder zu hören, dass das Ziel der Anamnese und körperlichen Untersuchung erst dann erreicht ist, wenn gute Leitsymptome mit einer plausiblen Arbeitsdiagnose sowie möglichen Differentialdiagnosen formuliert sind. Eine ohne Leitsymptom(e), Arbeitsdiagnose und Differentialdiagnose(n) durchgeführte körperliche Untersuchung mündet nach Meinung vieler Experten in keine wegweisenden pathologischen Befunde. Dies ist eine Tatsache, die man in der täglichen Praxis leider häufig sieht. Die nachfolgende Abbildung (Abb. 22) verdeutlicht nochmals die laut Experten notwendigen Kernschritte nach der Anamnese und körperliche Untersuchung.

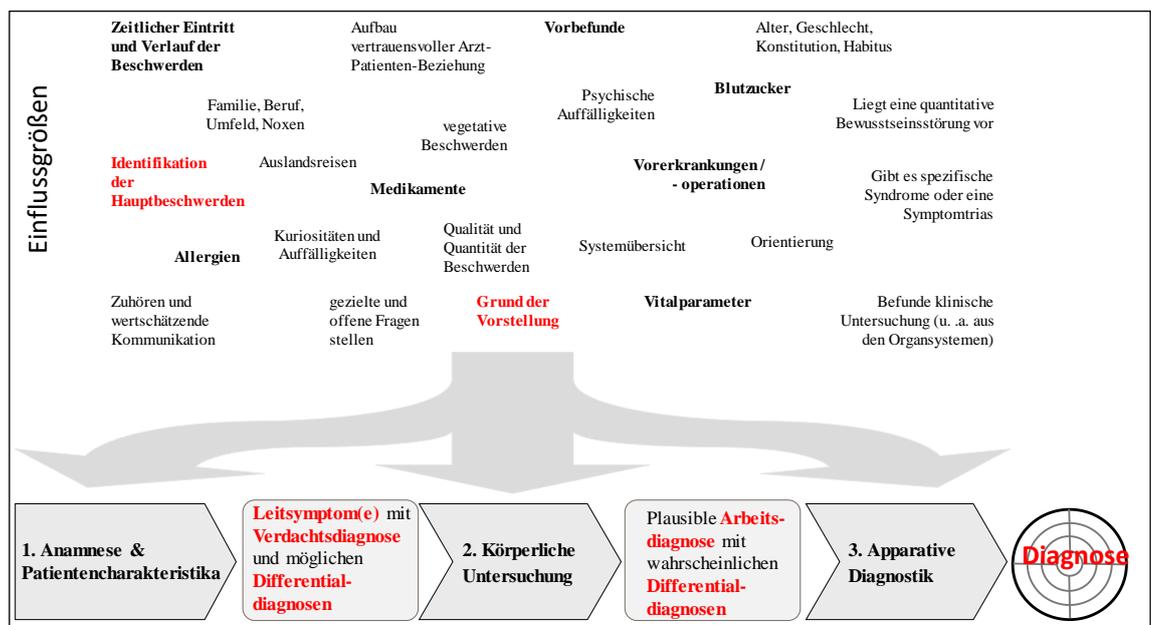


Abbildung 22: Einflussgrößen, Kernschritte und nötige Implikationen für die richtige Diagnosestellung

Dieses dargestellte Vorgehen ist in der Praxis bereits bekannt (vgl. hierzu Kapitel 2.1.1) und wird durchaus mit Nachdruck z. B. in der präklinischen Notfallmedizin vermittelt. Nach Angaben der Experten haben jedoch vor allem Novizen damit Schwierigkeiten, was sicherlich größtenteils auf die mangelnde Berufserfahrung zurückzuführen ist.

Außerdem können zukünftige Fehler durch die Bewusstseins-schärfung von gängigen Fehlern beim Diagnostizieren reduziert werden (Redelmeier, 2005).

Wie könnte man also junge bzw. angehende Ärzte/-innen bereits in der Ausbildung so trainieren, dass dieser komplexe kognitive Prozess besser gelingt? Ein pragmatischer Ansatz ist zum Beispiel, dass Medizinstudierende im fortgeschrittenen klinischen Semester anhand einer computerbasiert E-Learning-Plattform (CASUS (Fischer, 2000)) in Form von Simulationsbeispielen trainiert werden. Zwingend erforderlich ist, dass die im Simulationstraining vorkommenden Erkrankungen bereits im Studium unterrichtet worden sind. Nach Angaben eines Experten ist es sinnvoll, sich zu Beginn v. a. auf Notfälle zu fokussieren, sprich gefährliche Erkrankungen, welche keinen oder nur geringen Zeitaufschub dulden würden. Dies ist sehr einleuchtend vor dem Hintergrund, dass die meisten jungen Ärzte/-innen unmittelbar nach dem Medizinstudium während Nacht- und Wochenendschichten komplexe und potenziell lebensbedrohliche Erkrankungen zügig und häufig selbständig erkennen und zeitnah richtig behandeln müssen. Außerdem zeigen bereits einige Studien, dass Diagnosefehler genauso bei häufigen, im Studium sehr präsenten, aber auch sehr gefährlichen Krankheitsbildern auftreten können, etwa dem akuten

Myokardinfarkt, der Lungenarterienembolie, dem ischämischen Insult oder der Sepsis (Schiff et al., 2009), (Zwaan et al., 2010).

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind Beispiele dargestellt, welche u. a. laut der Experten rasch erkannt werden sollten. Ein zeitlicher Verzug der Diagnosestellung oder ein Verkennen der zugrundeliegenden Ursache kann zur irreparablen Schädigung des Patienten bis hin zu dessen Tod führen.

Leitsymptom	Beispiele wichtiger Erkrankungen
Bewusstseinsstörung akuter Schwindel akuter Kopfschmerz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ischämischer Insult <small>(z. B. Basilaristhrombose, Carotisverschluss, Mediainfarkt)</small> 2. Hämorrhagischer Insult <small>(z. B. Subarachnoidalblutung)</small> 3. (Sinus-)Hirnvenenthrombose 4. Zentrale Infektion <small>(v. a. die bakterielle Meningitis, Encephalitis)</small> 5. Hypothyreotes Koma 6. Akute Addison-Krise
Thoraxschmerz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akuter Myokardinfarkt 2. Lungenarterienembolie 3. Akutes thorakales Aortensyndrom 4. (Spannungs-)Pneumothorax 5. Ösophagusruptur 6. Gefährliche Herzrhythmusstörung <small>(z. B. Breitkomplextachykardie)</small>
Bauchschmerz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akuter Myokardinfarkt bei Oberbauchschmerzen 2. Mechanischer oder paralytischer Ileus 3. (Hohlorgan-)Perforation 4. (Mesenterial-)Organischämie <small>(v. a. bei Gefäß-/ Herzpatienten mit akuten Bauchschmerzen, Lebensalter > 70 und Vorhofflimmern)</small> 5. Akutes abdominales Aortensyndrom 6. Akute Pankreatitis 7. Cholecystitis, Choledocholithiasis, Cholangitis 8. Appendizitis 9. (Sigma-)Divertikulitis 10. Pyelonephritis, Nephrolithiasis 11. Extrauterin gravidität 12. Ovarialruptur/-torsion 13. Adnexitis/Tuboovarialabszess 14. Hodentorsion 15. Inkarzerierte Hernie
Allgemeinzustandsverschlechterung bis zur Bewusstseinsstörung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sepsis 2. Hämorrhagischer Insult, kritische okkulte Blutung 3. Hypo- oder Hyperglykämie 4. Elektrolytstörung, insbesondere Hyponatriämie, Hypo-/Hyperkaliämie 5. Thyreotoxische Krise, hypothyreotes Koma, akute Addison-Krise 8. Medikamentennebenwirkung/-interaktion, Intoxikation 9. Akuter Harn- oder Stuhlverhalt
Weitere	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kritische Extremitätenischämie 2. Hypo- und Hyperthermie

Tabelle 5: Leitsymptome und Beispiele für kritische Krankheitsbilder zum zielgerichteten Simulationstraining von Medizinstudierenden

Ebenfalls interessant für das Simulationstraining kann neben den akuten Krankheitsbildern das Thema *Ausschlussdiagnosen* sein, da vorerst keine zielgerichteten Untersuchungen zur Diagnosestellung führen und kognitiv alle gefährlichen Differentialdiagnosen ausgeschlossen werden müssen, um schlussendlich die Ausschlussdiagnose stellen zu dürfen. Beispiele hierfür sind beispielsweise bei Bauchschmerzen das *Reizdarmsyndrom* oder bei Bauchschmerzen mit *Diarrhoe* in der *Notaufnahme* die *akute Gastroenteritis*, bei Muskelschmerzen/Gelenkschmerzen das *Fibromyalgie-Syndrom* oder bei hängendem Mundwinkel die *idiopathische periphere Fazialisparese*. Im computerbasierten Lernprogramm können Fälle zu den oben genannten Erkrankungen entwickelt werden. Hierbei ist es wichtig, dass in den Fällen anamnestisch (bzw. fremdanamnestisch) zahlreiche Symptome geschildert werden. Anschließend muss der Novize aus den zahlreichen Symptomen geeignete Leitsymptom(e) mit den entsprechenden Begleitsymptomen herausarbeiten, konkrete Symptome identifizieren, sortieren, abgrenzen, plausibilisieren und kategorisieren. Hilfreiche Fragen, welche jeder Novize sich nach der Anamnese bzw. körperlichen Untersuchung stellen sollte, sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet. Hierzu wurden die Meinungen bzw. Hinweise der Experteninterviews berücksichtigt.

Nr.	Offene Fragen	Kognitiver Prozess	Ziel
1.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Was ist der Grund für die Visitation/Vorstellung? ▪ Welche(s) Symptom(e) sticht/stechen heraus? 	identifizieren	Hauptsymptome identifizieren
2.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Was sind Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Symptome? ▪ Wie sind die Verbindungen zwischen den Symptomen? 	sortieren, abgrenzen und plausibilisieren	Leitsymptom(e), ggf. Syndrome herausarbeiten
3.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Welche Symptome gehören zusammen (Zuordnung zu einem Organsystem)? ▪ Welche Symptome sind Begleitsymptome bzw. späte Komplikation einer bereits vorbestehenden Erkrankung? 	kategorisieren, verbinden Syndrome oder Symptomtrias entwickeln	Arbeitsdiagnose entwickeln und plausible Differentialdiagnosen aufstellen

Tabelle 6: Hilfreiche Fragen, um zum Leitsymptom und zur Arbeitsdiagnose zu gelangen

Nach Identifizierung des Leitsymptoms soll der Novize im computerbasierten Test am Ende der Anamnese genaue Angaben machen müssen, auf welche Punkte er sich bei der nachfolgenden körperlichen Untersuchung fokussieren wird. Nur so kann die körperliche Untersuchung aus Sicht der Experten pathologische und hilfreiche Befunde hervorbringen. Nach der körperlichen Untersuchung ist der Novize wiederum gefragt, um eine passende Arbeitsdiagnose mit plausiblen und wahrscheinlichen Differentialdiagnosen final

aufzustellen (vgl. hierzu nochmals Abbildung 22: Einflussgrößen, Kernschritte und nötige Implikationen für die richtige Diagnosestellung).

5.6 Resümee und Ausblick

Diagnosefehler sind ein häufiges Problem in der Medizin und können zur Schädigung von Patienten, zu erhöhten Kosten im Gesundheitswesen und letztendlich auch zur Unzufriedenheit des Patienten sowie des behandelnden Arztes führen. Die Diagnosestellung ist eine der zentralen Aufgaben des ärztlichen Handelns und ein sehr komplexer Prozess. Die Ursache von Diagnosefehlern liegt hauptsächlich im Bereich der kognitiven Fehler, insbesondere in den Subkategorien der Informationsgewinnung, -verarbeitung/Umgang mit und Verifizierung von Informationen (Schlussfolgern). Aber auch andere Einflüsse, insbesondere Situationen, Systeme, Organisationen, die Technik, Ressourcen, Arbeitsumgebung/ -abläufe, Zusammenarbeit und der Patient selbst können zur Fehlerentstehung beitragen. Die Erkenntnisse aus dem Bereich der Fehlerforschung müssen dringend einen festen Platz im Medizinstudium einnehmen. Hierdurch kann bereits durch Stärkung des negativen Wissens die Diagnosekompetenz von angehenden Ärzten/-innen verbessert und mit Beginn der ärztlichen Tätigkeit zügig zum Positiven hin ausgebaut werden. Somit kann auch ohne reichlich Berufserfahrung das Diagnostizieren erheblich verbessert werden. Darüber hinaus bedarf es innovativer und wirksamer Lernintervention im Medizinstudium, die zur Reduktion von kognitiven Fehlern beitragen und Diagnosekompetenz aufbauen. Gerade in diesem Bereich müssen noch weitere Forschungsbemühungen initiiert werden. Die synergistische Kombination von qualitativer und quantitativer Forschung erscheint hier besonders zielführend.

Aber auch das Umfeld, das System, die Technik, die Ressourcen/Materialien sowie die interdisziplinäre Zusammenarbeit müssen kontinuierlich verbessert werden, damit Sicherungssysteme greifen, auftretende *kognitive Fehler* erkannt und schlussendlich verhindert werden können.

Anhang

Quantitative Datenanalyse der Studentenchprobe

Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorie in Abhängigkeit der Lernbedingung

Lernbedingung: 1. Lösungsbeispiel

Fehlerkategorie im Nachtest	N	Min	Max	M (SD)
3.1 Fehlendes Wissen	29	1,0	17,0	5,103 (3,51)
3.2 Fehlerhafte Informationssammlung	29	2,0	11,0	6,586 (2,67)
3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen	29	3,0	14,0	7,793 (2,97)
3.4 Fehlerhafte Verifizierung	29	0,0	4,0	1,103 (0,98)

Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorien im Nachtest in Abhängigkeit von der Lernbedingung
Nn = Stichprobenumfang, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Tabelle 7: Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorien nach Lernbedingung Lösungsbeispiel

Lernbedingung: 2. Multiple Choice

Fehlerkategorie im Nachtest	N	Min	Max	M (SD)
3.1 Fehlendes Wissen	31	1,0	23,0	6,77 (4,64)
3.2 Fehlerhafte Informationssammlung	31	2,0	13,0	7,87 (2,55)
3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen	31	3,0	15,0	8,87 (3,17)
3.4 Fehlerhafte Verifizierung	31	0,0	3,0	1,0 (0,86)

Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorien im Nachtest in Abhängigkeit von der Lernbedingung
N = Stichprobenumfang, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Tabelle 8: Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorien nach Lernbedingung Multiple Choice

Lernbedingung: 3. Reflektion

Fehlerkategorie im Nachtest	N	Min	Max	M (SD)
3.1 Fehlendes Wissen	29	2,0	35,0	8,66 (7,77)
3.2 Fehlerhafte Informationssammlung	29	3,0	14,0	7,04 (2,73)
3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen	29	2,0	14,0	7,17 (2,87)
3.4 Fehlerhafte Verifizierung	29	0,0	3,0	1,07 (0,88)

Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorien im Nachtest in Abhängigkeit von der Lernbedingung
N = Stichprobenumfang, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Tabelle 9: Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorien nach Lernbedingung Reflektion

3.1 Fehlendes Wissen im Nachttest

Lernbedingung	N	M (SD)	95 % KI	
			UG	OG
1. Lösungsbeispiel	29	5,10 (3,51)	3,77	6,44
2. Multiple Choice	31	5,77 (4,64)	5,07	8,48
3. Reflektion	29	8,66 (7,77)	5,64	11,61

Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorie in Abhängigkeit von der Lernbedingung

N = Stichprobenumfang, UG = untere Grenze, OG = obere Grenze, M = Mittelwert,

SD = Standardabweichung, 95 % KI = 95%-Konfidenzintervall

Tabelle 10: Deskriptive Beschreibung von Fehlerkategorie 3.1 nach Lernbedingung

3.2 Fehlerhafte Informationssammlung im Nachttest

Lernbedingung	N	M (SD)	95 % KI	
			UG	OG
1. Lösungsbeispiel	29	6,59 (2,67)	5,57	7,60
2. Multiple Choice	31	7,87 (2,55)	6,94	8,81
3. Reflektion	29	7,04 (2,73)	6,00	8,07

Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorie in Abhängigkeit von der Lernbedingung

N = Stichprobenumfang, UG = untere Grenze, OG = obere Grenze, M = Mittelwert,

SD = Standardabweichung, 95 % KI = 95%-Konfidenzintervall

Tabelle 11: Deskriptive Beschreibung von Fehlerkategorie 3.2 nach Lernbedingung

3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen im Nachttest

Lernbedingung	N	M (SD)	95 % KI	
			UG	OG
1. Lösungsbeispiel	29	7,793 (2,97)	6,66	8,92
2. Multiple Choice	31	8,871 (3,17)	7,71	10,03
3. Reflektion	29	7,172 (2,87)	6,08	8,26

Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorie in Abhängigkeit von der Lernbedingung

N = Stichprobenumfang, UG = untere Grenze, OG = obere Grenze, M = Mittelwert,

SD = Standardabweichung, 95 % KI = 95%-Konfidenzintervall

Tabelle 12: Deskriptive Beschreibung von Fehlerkategorie 3.3 nach Lernbedingung

3.4 Fehlerhafte Verifizierung im Nachttest

Lernbedingung	N	M (SD)	95 % KI	
			UG	OG
1. Lösungsbeispiel	29	1,13 (0,98)	0,73	1,47
2. Multiple Choice	31	1,00 (0,86)	0,66	1,31
3. Reflektion	29	1,07 (0,88)	0,73	1,41

Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorie in Abhängigkeit von der Lernbedingung

N = Stichprobenumfang, UG = untere Grenze, OG = obere Grenze, M = Mittelwert,

SD = Standardabweichung, 95 % KI = 95%-Konfidenzintervall

Tabelle 13: Deskriptive Beschreibung von Fehlerkategorie 3.4 nach Lernbedingung

Einfluss der Lernbedingung auf die Fehlerkategorien

Einfaktorielle ANOVA					
3.1 Fehlendes Wissen im Nachtest					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	181,14	2	91,57	2,94	0,058
Innerhalb der Gruppe	2680,66	86	31,17		
Gesamt	2863,80	88			

ANOVA: Analysis of Variance, df = degrees of freedom/Freiheitsgrade, F = F-Wert Teststatistik

Tabelle 14: Einfluss der Lernbedingung auf die Fehlerkategorie 3.1

Einfaktorielle ANOVA					
3.2 Fehlerhafte Informationssammlung im Nachtest					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	25,64	2	12,82	1,83	0,17
Innerhalb der Gruppe	603,48	86	7,02		
Gesamt	629,12	88			

ANOVA: Analysis of Variance, df = degrees of freedom/Freiheitsgrade, F = F-Wert Teststatistik

Tabelle 15: Einfluss der Lernbedingung auf die Fehlerkategorie 3.2

Einfaktorielle ANOVA					
3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen im Nachtest					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	44,16	2	22,26	2,46	0,091
Innerhalb der Gruppe	778,38	86	9,05		
Gesamt	822,90	88			

ANOVA: Analysis of Variance, df = degrees of freedom/Freiheitsgrade, F = F-Wert Teststatistik

Tabelle 16: Einfluss der Lernbedingung auf die Fehlerkategorie 3.3

Einfaktorielle ANOVA					
3.4 Fehlerhafte Verifizierung im Nachtest					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	0,17	2	0,084	0,102	0,903
Innerhalb der Gruppe	70,55	86	86		
Gesamt	70,729	88			

ANOVA: Analysis of Variance, df = degrees of freedom/Freiheitsgrade, F = F-Wert Teststatistik

Tabelle 17: Einfluss der Lernbedingung auf die Fehlerkategorie 3.4

	Aufbau computerbasierter Test nach Verhältnis von richtigen zu falschen Antworten					
	Vortest		Nachtest		Gesamter Test	
	Summe	Anteil Prozent	Summe	Anteil Prozent	Summe	Anteil Prozent
Testaufgaben	32	100,00	61	100,00	93	100,00
Studenten	89	100,00	89	100,00	89	100,00
Antworten insgesamt	2848	100,00	5429	100,00	8277	100,00
Richtige Antworten	1721	60,43	3378	62,22	5099	61,60
Falsche Antworten	1127	39,57	2051	37,81	3178	38,40

Tabelle 18: Gesamtergebnis computerbasierter Test nach Antworten der Studierenden

	Aufbau computerbasierter Test nach Fehlerkategorie					
	Vortest		Nachtest		Gesamter Test	
	Summe	Anteil Prozent	Summe	Anteil Prozent	Summe	Anteil Prozent
3.1 Fehlendes Wissen	399	35,40	609	29,69	1008	31,72
3.2 Fehlerhafte Informations-sammlung	163	14,46	639	31,16	802	25,24
3.3 Fehlerhafter Umgang mit In-formationen	422	37,44	709	34,57	1131	35,59
3.4 Fehlerhafte Verifizierung	143	12,69	94	4,58	237	7,46
Gesamtsumme	1127	99,99	2051	97	3178	100,01

Tabelle 19: Gesamtergebnis computerbasierter Test nach Fehlerkategorie

Aufbau computerbasierter Test nach Lernbedingung							
Testabschnitt: Nachtest							
	1. Lösungsbeispiel		2. Multiple Choice		3. Reflektion		gesamt
	Summe	Anteil Prozent	Summe	Anteil Prozent	Summe	Anteil Prozent	Nachtest
Aufgaben im Nachtest	61	65,59	61	65,59	61	65,59	61
Studenten in der jeweiligen Experimental- bedingung	29	32,58	31	34,83	29	32,58	89
Antworten ins- gesamt im Nachtest	1769	21,37	1891	22,85	1769	21,37	5429 (100 %)
Richtige Antworten	1172	66,29	1131	59,81	1075	60,78	3378 (62,22 %)
Falsche Antworten	597	33,75	760	40,19	694	39,23	2051 (37,78 %)

Tabelle 20: Gesamtergebnis computerbasierter Test nach Lernbedingung

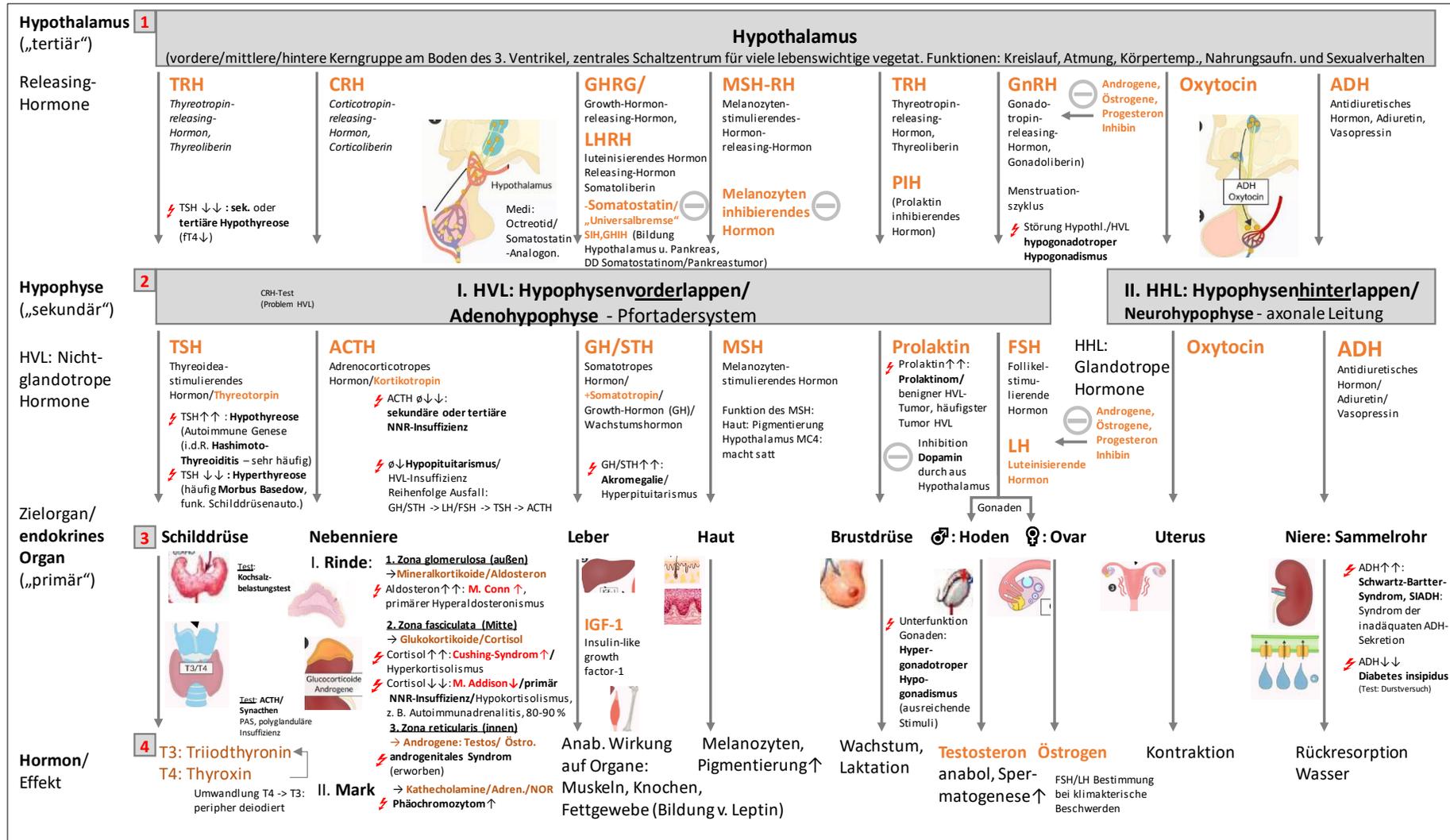


Abbildung 23: Hormonachsen im Überblick mit Störungen

Die zwölf verschiedenen Fallvignetten der Expertenstichprobe

Fallvignette arterielle Hypertonie: Nierenarterienstenose I, Fr. Necic, 29 Jahre

I. Anamnese

- ♀Fr. Necic, 29 Jahre
- Unwohlsein
- Morgens starke Kopfschmerzen u. leichter Schwindel
- Öfters Nasenbluten
- Dyspnoe unter Belastung
- Herzinfarkt und Nierenproblematik bei Mutter
- Psychische Belastung (wegen Umzug)
- 10 pack years (py)

II. Körperliche Untersuchung (KU)

- normalgewichtig u. guter AZ
- HF: 72/min, regelmäßig
- RR: 180/97 mmHg↑
- Neurologie o. B.
- Herz/Lung o. B.
- Abdomen: lebhaftes Darmgeräusche, Bauchdecke weich u. indolent, Nierenlager frei u. Ø Klopf-schmerz
- Vaskulär: peripher alle Pulse tastbar, Ø Ödeme
- Ø Hautveränderungen

Technische Untersuchungen

III. Labor

- Kalium 3,2 mmol/l↓
- Natrium im Normbereich (142 mmol/l).
- Blutbild unauffällig
- Kreatinin unauffällig
- Aldosteron-Renin-Ratio liegt im Normalbereich

IV. Duplexsonografie

- Duplexsonographisch zeigt sich ein erhöhter Resistance-Index über der rechten Nierenarterie.

V. Angiografie

- In der Subtraktionsangiografie zeigt sich eine 85% Stenose im medialen Bereich der linken A. renalis. Morphologisch imponieren perlschnurartig veränderte Gefäßabschnitte. Das morphologische Bild der Stenose weist auf eine fibromuskulär bedingte Stenose hin, zu der auch das Alter der Patientin passt.

Anhang

Kodierleitfaden: Fall Nierenarterienstenose I (sek. Hypertonus, RR!), Fr. Necic, 29 Jahre														
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber									
					1. Nierenschuldfehler	2. Systemfehler (konstant)				3. Kognitive Fehler (variabel)				4. Motivation und Interaktion
						2.1 Ausstattung & Technik	2.2 Missstände Organisation		2.2.4 Rechte und Befugnisse	3.1 Fehlendes Wissen/konzeptuelles Wissen	3.2 Fehlerhafte Informationssammlung	3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen	3.4 Fehlerhafte Verifizierung	
1	Anamnese	<ul style="list-style-type: none"> Beschwerden/Symptomatik (seit wann, wie lange, plötzliches Auftreten), Kopfschmerzen, Müdigkeit, Abgeschlagenheit, Unruhe etc. Noxen: Alkohol u. Rauchen Positive Familienanamnese Diabetes B-Symptomatik Beruf/Umfeld/psychische Belastung, Schlaf 	<ul style="list-style-type: none"> Fr. Necic, 29 Jahre Unwohlsein Morgens starke Kopfschmerzen u. leichter Schwindel Öfters Nasenbluten Dyspnoe unter Belastung Herzinfarkt und Nierenproblematik bei Mutter Psychische Belastung (wegen Umzug) Raucherin: 10 pack years (py) 	<ul style="list-style-type: none"> Symptome können zur Hypertonie oder psychogenen Problematik passen Entschluss zur weiteren Abklärung (körperliche Untersuchung) 										
2	Körperliche Untersuchung (KU)	<ul style="list-style-type: none"> Kardio-vaskulär (Herztöne, Puls, Strömungsgeräusche, Beinödeme) Abdomen/Gastrointestinales System (Niere, Strömungsgeräusche, Ernährungszustand) Endokrin: Schilddrüse 	<ul style="list-style-type: none"> Normalgewichtig u. guter AZ HF: 72/min, regelmäßig RR: 180/97 mmHg Neurologie o. B. Herz/Lunge o. B. Abdomen: lebhaftes Darmgeräusche, Bauchdecke weich u. indolent, Nierenlager frei u. Ø Klopfeschmerz Vaskulär: peripher alle Pulse tastbar, Ø Ödeme Ø Hautveränderungen 	<ul style="list-style-type: none"> Weißkittelhypertonus möglich, deshalb Entschluss zur mehrmaligen Messung des Blutdrucks Anordnung: Entschluss Laborwerte zu bestimmen 										
3	Labor	<ul style="list-style-type: none"> Blutbild Elektrolyte HbA1c Blutfette CRP Nierenwerte Metabolisches Syndrom, Diabetes mellitus, Dyslipidämie, Rauchen, CRP! 	<ul style="list-style-type: none"> Kalium 3,2 mmol/l Natrium im Normbereich (142 mmol/l) Blutbild unauffällig Kreatinin unauffällig 	<ul style="list-style-type: none"> Kalium \downarrow, passt zu einem möglichen sekundären Hypertonus mit einer Erhöhung des Aldosterons Anordnung: Bestimmung Aldosteron-Renin-Ratio Anordnung: Durchführung einer Duplexsonografie Anordnung: Therapiebeginn wegen hoher Blutdruckwerte 										
4	Weitere Untersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> Aldosteron-Renin-Ratio Schwangerschafts-Test Langzeit-EKG 	Aldosteron-Renin-Ratio liegt im Normalbereich	<ul style="list-style-type: none"> Ausschluss Conn-Syndrom Anordnung: Entschluss zur Duplexsonografie 										
5	Bildgebung	<ul style="list-style-type: none"> Duplexsonografie Angiographie 	<ul style="list-style-type: none"> Duplexsonographisch zeigt sich ein erhöhter Resistance-Index über der rechten Nierenarterie. In der Subtraktionsangiografie zeigt sich eine 85% Stenose im medialen Bereich der linken A. renalis. Morphologisch imponieren perschnurartig veränderte Gefäßabschnitte. Das morphologische Bild der Stenose weist auf eine fibromuskulär bedingte Stenose hin, zu der auch das Alter der Patientin passt 	<ul style="list-style-type: none"> Nierenarterienstenose wahrscheinlich, Conn-Syndrom eher unwahrscheinlich Anordnung: Entschluss Angiografie (zur Sicherung) 										

Tabelle 21: Fall Nierenarterienstenose I, Fr. Necic, 29 Jahre

Fallvignette arterielle Hypertonie: Nierenarterienstenose II, Fr. Ortel, 70 Jahre

I. Anamnese

- ♀Fr. Ortel, 70 Jahre
- Grund für Besuch: neues Rezept
- primärer Hypertonus
- Medikamente:
Metoprolol 47,5mg, HCT 12,5mg je 1x täglich
- Raucherin: 1 Schachtel pro Tag
- Wasser in den Beinen

II. Körperliche Untersuchung (KU)

- Vitalparameter: HF: 89/min; RR 175/95mmHg↑, AF: 16/min
- leicht adipösen Ernährungszustand (1,60 m; 72 kg; BMI 28 kg/m²)
- reduzierten Allgemeinzustand
- Herz: rhythmisch, Systolikum (3/6) mit Punctum maximum über der Aortenklappe, Fortleitung in die Karotiden; Jugularvenen nicht gestaut
- Lunge: Vesikulärlautem bds; bds. sonorer Klopfeschall, Lungengrenzen seitengleich verschieblich
- Abdomen: Darmgeräusche regelrecht, kein Druckschmerz, keine Abwehrspannung
- Extremitäten: deutliche Ödeme prätibial bds.

Technische Untersuchungen

III. Labor

- Natrium 143 mmol/l
(Normbereich 135-145mmol/l)
- Kalium↓ 3,4 mmol/l
(Normbereich 3,5-5,00 mmol/l)
- Kreatinin↑ 1,5 mg/dl
(Normbereich < 1mg/dl)

IV. Duplexsonografie

- Ultraschall
 - Größendifferenz zugunsten der linken Niere
 - Dopplersonografische Widerstands-Index aufgrund der Adipositas schwer bestimmbar, aber wahrscheinlich rechtsseitig leicht erniedrig
 - Untersuchungsbefund ist nicht signifikant
- Urinbefund unauffällig

V. MRT-Angiografie

- Rechte A. renalis ostiumnah eine ca. 80% Stenose

Kodierleitfaden: Fall Nierenarterienstenose II (sek. Hypertonus, RR↑), Fr. Ortel, 70 Jahre															
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber										
					1. Nierenschuldefehler	2. Systemfehler (konstant)				3. Kognitive Fehler (variabel)				4. Motivation und Interaktion	
						2.1 Ausstattung & Technik	2.2 Missstände Organisation		2.3 Informati-mangel	2.4 Rechte und Befugnisse	3.1 Fehlendes Wissen/konzeptuelles Wissen	3.2 Fehlerhafte Informations-sammlung	3.3 Fehlerhafter Um-gang mit In-formationen		3.4 Fehlerhafte Verifi-zierung
1	Anamnese	<ul style="list-style-type: none"> Beschwerden/Symptomatik (seit wann, wie lange, plötzliches Auftreten), Kopfschmerzen, Müdigkeit, Abgeschlagenheit, Unruhe etc. Noxen: Alkohol u. Rauchen Positive Familienanamnese Diabetes B-Symptomatik Beruf/Umfeld/psychische Belastung, Schlaf 	<ul style="list-style-type: none"> Fr. Ortel, 70 Jahre Grund für Besuch: neues Rezept Primärer Hypertonus Medikamente: Metoprolol 47,5mg, HCT 12,5mg je 1x täglich Raucherin: 1 Schachtel pro Tag Wasser in den Beinen 	<ul style="list-style-type: none"> Ursachensuche: möglich könnte eine Herzinsuffizienz oder Arteriosklerose sein Gründliche körperliche Untersuchung 											
2	Körperliche Untersuchung (KU)	<ul style="list-style-type: none"> Kardio-vaskulär (Herztöne, Puls, Strömungsgeräusche, Beinödeme) Abdomen/Gastrointestinales System (Niere, Strömungsgeräusche, Ernährungszustand) Endokrin: Schilddrüse 	<ul style="list-style-type: none"> Vitalparameter: HF: 89/min; RR 175/95mmHg; AF: 16/min Leicht adipöser Ernährungszustand (1,60 m; 72 kg; BMI 28 kg/m²) Reduzierter Allgemeinzustand Herz: rhythmisch, Systolikum (3/6) mit Punctum maximum über der Aortenklappe, Fortleitung in die Karotiden; Jugularvenen nicht gestaut Lunge: Vesikuläratem bds; bds. sonorer Klopfeschall, Lungengrenzen seitengleich verschieblich Abdomen: Darmgeräusche regelrecht, kein Druckschmerz, keine Abwehrspannung Extremitäten: deutliche Ödeme prätibial bds. 	<ul style="list-style-type: none"> Gründliche körperliche Untersuchung Anordnung: Entschluss Laborwerte zu bestimmen 											
3	Labor	<ul style="list-style-type: none"> Elektrolyte Leberwerte Nierenwerte 	<ul style="list-style-type: none"> Natrium 143 mmol/l (Normbereich 135-145mmol/l) Kalium 3,4 mmol/l (Normbereich 3,5-5,00 mmol/l) Kreatinin 1,5 mg/dl (Normbereich < 1mg/dl) 	<ul style="list-style-type: none"> Kurze Rekapitulation: Patientin mit einem auf einmal schwer einstellbarem Hypertonus, kardialer Dekompensation sowie beginnender Niereninsuffizienz. Zusätzlich ausgeprägter Nikotinabusus Nierenarterienstenose möglich Anordnung: Sono Abdomen → Ausschluss Nierenarterienstenose Anordnung: Urinuntersuchung (Stix und Sediment) → Ausschluss weitere Ursachen für die Erhöhung des Serumkreatinins 											
4	Weitere Untersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> Abdomensonografie Urin In der MR-Angiografie zeigt sich der Verdacht einer hochgradigen Nierenarterienstenose der A. renalis rechts 	<ul style="list-style-type: none"> Ultraschall Größendifferenz zugunsten der linken Niere Dopplersonografischer Widerstands-Index aufgrund der Adipositas schwer bestimmbar, aber wahrscheinlich rechtsseitig leicht erniedrig Untersuchungsbefund ist nicht signifikant Urinbefund unauffällig 	<ul style="list-style-type: none"> NAST rechtsseitig sehr wahrscheinlich Nicht-invasive Methode nötig (MRT-Angiografie), um Verdachtsdiagnose zu sichern Anordnung: MRT-Angiografie bei eingeschränkter Nierenfunktion Mittel der Wahl 											
5	MRT-Angiografie	<ul style="list-style-type: none"> Fragestellung: Nierenarterienstenose 	<ul style="list-style-type: none"> Rechte A. renalis ostiumnah eine ca. 80% Stenose 	<ul style="list-style-type: none"> Notwendigkeit einer Therapie: Anordnung: Eine perkutane transluminale Angioplastie mit einer Stentimplantation in die rechte A. renalis Mögliche Anpassung der Medikation 											

Tabelle 22: Fall Nierenarterienstenose II, Fr. Ortel, 70 Jahre

Fallvignette Arterielle Hypertonie: Primärer Hyperaldosteronismus I, Hr. Schneider, 62 Jahre

I. Anamnese

- ♂ Herr Schneider, 62 Jahre
- müde und abgeschlagen
- Probleme beim Treppensteigen
- Schlechter Schlaf
- Wasser in den Beinen
- Vorerkrankung: arterieller Hypertonus, RR↑
- Medikamente:
 - Hydrochlorothiazid (25 mg 1x täglich)
 - Metoprolol (50 mg 2x täglich)
 - ACE-Hemmer (Enalapril 5 mg 1x täglich)
- Angabe zur mehrmaligen eigenen Blutdruckmessung: 160/95 mmHg↑

II. Körperliche Untersuchung (KU)

- Größe: 178 cm
- Gewicht: 95 kg (adipöser Ernährungszustand)
- BMI: 30 kg/m², RR: 170/90 mmHg↑ (linker Arm, im Sitzen)
- HF: rhythmisch 84/min, Pulmo und Cor o. B.
- leichte prätibiale Ödeme; sonst keine Zeichen einer dekompensierten Rechts- oder Linksherzinsuffizienz
- Neurologie o. B.
- Klinisch finden sich bei Adipositas keine eindeutigen klinischen Zeichen für einen Hyperkortisolismus
- EKG o. B.
-

Technische Untersuchungen

III. Labor

- Elektrolyten fällt eine ausgeprägte Hypokaliämie mit K↓ von 2,8 mmol/l bei einem Na von 142 mmol/l auf
- Urinuntersuchung ist unauffällig, es findet sich keine ØProteinurie oder ØHämaturie
- Das Blutbild, der Blutzuckerwert und das Kreatinin sind normal
- morgendliche Cortisol nach Dexamethasoneinnahme ist vollständig supprimierbar (Cushing-Syndrom ausgeschlossen)

IV. Zweites Labor und Sonografie

(Nach Ausgleich der Hypokaliämie mit 1x tägl. 40 mval KCl als Brausetablette)

- Symptombesserung, Kaliumwert bei 3,3 mmol/l Blutdruck↑ ist weiterhin erhöht
- Aldosteron-Renin-Ratio↑ ist deutlich erhöht bestätigt die Verdachtsdiagnose eines Hyperaldosteronismus (pHA)
- Sonografie:

Die sonographisch gefundene 2 cm durchmessende gut abgrenzbare Raumforderung im Bereich der linken Nebenniere (passt zu Conn-Syndroms). Die Nieren sind sonographisch bis auf eine leichte Parenchymverdichtung i.S. einer chronischen Schädigung unauffällig.
- Stationäre Aufnahme, Begründung:

1. Hochgradiger V.a. primären Hyperaldosteronismus mit V.a. Aldosteron-produzierendes Nebennierenadenom li. mit Hypokaliämie und arteriellem Hypertonus; zusätzlich 2. V.a. chronische biventrikuläre Herzinsuffizienz bei hypertensiver Herzerkrankung.

V. Computertomographie, Lufu und Echokardiografie, Histologie

- Nebennierentumor li. mit Adenom-typischer Kontrastmittelaufnahme
- Der Orthostatetest zeigt erwartungsgemäß einen Aldosteronabfall↓ und bestätigt das einseitige Adenom. Eine bilaterale Hyperplasie der Nebennieren ist damit als Erklärung des Hyperaldosteronismus (pHA) praktisch ausgeschlossen
- Histologisch bestätigt sich das vermutete Aldosteron-produzierende Nebennierenadenom
- Lufu und Echokardiografie - kein erhöhtes Operationsrisiko beim Patienten

Kodierleitfaden: Fall primärer Hyperaldosteronismus I (sek. Hypertonus, RR↑), Hr. Schneider, 62 Jahre																		
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber													
					1. Nierenschuldefehler	2. Systemfehler (konstant)				3. Kognitive Fehler (variabel)				4. Motivation und Interaktion				
						2.1 Ausstattung & Technik	2.2 Missstände Organisation		2.2.1 Zeitmangel	2.2.2 Kapitalmangel	2.2.3 Informationsmangel	2.2.4 Rechte und Befugnisse	3.1 Fehldes Wissen/konzeptuelles Wissen		3.2 Fehlerhafte Informationssammlung	3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen	3.4 Fehlerhafte Verifizierung	
1.	Anamnese	<ul style="list-style-type: none"> Beschwerden/Symptomatik (seit wann, wie lange, plötzliches Auftreten), Kopfschmerzen, Müdigkeit, Abgeschlagenheit, Unruhe etc. Noxen: Alkohol u. Rauchen Positive Familienanamnese Diabetes B-Symptomatik Beruf/Umfeld/psychische Belastung, Schlaf 	<ul style="list-style-type: none"> ♂ Hr. Schneider, 62 Jahre Müde und abgeschlagen Probleme beim Treppensteigen Schlechter Schlaf Wasser in den Beinen Vorerkrankung: arterieller Hypertonus Medikamente: Hydrochlorothiazid (25 mg 1x täglich), Betablocker (Metoprolol 50 mg 2x täglich), ACE-Hemmer (Enalapril 5 mg 1x täglich), Angabe zur mehrmaligen eigenen Blutdruckmessung: 160/95 mmHg 	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsdiagnose (chronischen biventrikulären Herzinsuffizienz bei hypertensiver Herzerkrankung), evt. sekundärer Hypertonus Gründliche körperliche Untersuchung und EKG 														
2	Körperliche Untersuchung (KU)	<ul style="list-style-type: none"> Kardio-vaskulär (Herztöne, Puls, Strömungsgeräusche, Beinödeme) Abdomen/Gastrointestinales System (Niere, Strömungs-geräusche, Ernährungszustand) Endokrin: Schilddrüse Funktionsdiagnostik: EKG 	<ul style="list-style-type: none"> Größe: 178 cm, Gewicht: 95 kg, BMI:30 kg/m² RR: 170/90 mmHg, links, im Sitzen, HF: rhythmisch 84/min Pulmo und Cor o. B. Leichte prätibiale Ödeme; sonst keine Zeichen einer dekompensierten Rechts- oder Linksherzinsuffizienz Neurologie o. B. Klinisch finden sich bei Adipositas keine eindeutigen klinischen Zeichen für einen Hyperkortisolismus EKG o. B. 	<ul style="list-style-type: none"> Zeichen einer milden Rechts Herzinsuffizienz Anordnung Labor: Laboruntersuchung (Ausschluss Nierenerkrankung, Anämie, Elektrolytverschiebungen) und Urin-Stix Dexamethason-Hemmtest (über Nacht mit 2 mg) 														
3	Labor	<ul style="list-style-type: none"> Bestimmung von Na, K Kreatinin Blutzucker (BZ) Blutbild Urin-Stix-Untersuchung Dexamethason-Hemmtest (über Nacht mit 2 mg) 	<ul style="list-style-type: none"> Bei Elektrolyten fällt eine ausgeprägte Hypokaliämie mit K₊ von 2,8 mmol/l bei einem Na von 142 mmol/l auf Urinuntersuchung ist unauffällig, es findet sich keine Proteinurie oder Hämaturie Das Blutbild, der Blutzuckerwert und das Kreatinin sind normal Morgendliches Cortisol nach Dexamethasoneinnahme ist vollständig supprimierbar (Cushing-Syndrom ausgeschlossen) 	<ul style="list-style-type: none"> evt. doch ein primärer Hyperaldosteronismus: Umstellung antihypertensive Therapie auf einen Calciumantagonisten (Amlodipin 5 mg 2x tgl.), um weitere Diagnostik nicht zu verfälschen Ausgleich Hypokaliämie 1x tägl. 40 mval KCl als Brausetablette Kontrolle Kalium nach einer Woche Bestimmung Aldosteron-Renin-Ratio 														
4	Weitere Untersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> Zweites Labor zur Kontrolle und Messung Blutdruck Abstimmung Aldosteron-Renin-Ratio nach 1 Woche (zuvor Absetzen Diuretikum) Sono Abdomen 	<ul style="list-style-type: none"> Symptombesserung, Kaliumwert bei 3,3 mmol/l, Blutdruck ↑ ist weiterhin erhöht. Aldosteron-Renin-Ratio ↑ ist deutlich erhöht Die sonographisch gefundene 2 cm durchmessende, gut abgrenzbare Raumforderung im Bereich der linken Nebenniere (passt zu Conn-Syndroms). Die Nieren sind sonographisch bis auf eine leichte Parenchymverdichtung i.S. einer chronischen Schädigung unauffällig 	<ul style="list-style-type: none"> Überweisungsdiagnose: <ol style="list-style-type: none"> Hochgradiger V.a. primären Hyperaldosteronismus mit v.a. Aldosteron-produzierendes Nebennierenadenom li. mit Hypokaliämie und arteriellem Hypertonus; zusätzlich V.a. chronische biventrikuläre Herzinsuffizienz bei hypertensiver Herzerkrankung 														
5	Bildgebung	<ul style="list-style-type: none"> Computertomografie Durchführung einer Lungenfunktionsuntersuchung (Lufu) und einer Echokardiografie 	<ul style="list-style-type: none"> Nebennierentumor li. mit adenomtypischer Kontrastmittelaufnahme. Der Orthostasetest zeigt erwartungsgemäß einen Aldosteronabfall und bestätigt das einseitige Adenom. Eine bilaterale Hyperplasie der Nebennieren ist damit als Erklärung des Hyperaldosteronismus (pHA) praktisch ausgeschlossen Kein erhöhtes Operationsrisiko 	<ul style="list-style-type: none"> Linksseitige laparoskopische Adrenalectomie 														

Tabelle 23: Fall primärer Hyperaldosteronismus I, sek. Hypertonus, Hr. Schneider, 62 Jahre

Fallvignette arterielle Hypertonie: primärer Hyperaldosteronismus II, Hr. Obermaier, 49 Jahre

I. Anamnese

- ♂ Herr Obermaier, 49 Jahre
- Kommt vom Betriebsarzt wegen hohem Blutdruck RR↑
- Ø Medikamente
- Ø Alkohol
- Nichtraucher
- Leichtes Übergewicht

II. Körperliche Untersuchung (KU)

- RR = 165/90 mmHg↑
- HF = 79/min
- leicht adipösem Ernährungszustand (1,80 m; 91 kg, BMI 28.1 kg/m²)
- gutem Allgemeinzustand
- Herz o. B.: rhythmisch, keine pathologischen Herzgeräusche
- Lunge o. B.: Vesikuläراتmen beidseits, Lungengrenzen seitengleich verschieblich, sonorer Klopf-schall.
- Abdomen o. B.: adipös, weich, kein Druckschmerz, keine Abwehrspannung, Darmgeräusche regel-recht über allen vier Quadranten, Leber und Milz aufgrund Adipositas nur eingeschränkt beurteilbar.
- Extremitäten: Pulse gut tastbar, keine Ödeme.
- Neurologie: Muskeleigenreflexe beidseits gut auslösbar, Kraft seitengleich

Technische Untersuchungen

III. Labor

- Elektrolyte: Hypokaliämie von 3,1 mmol/l↓
- Natrium von 140 mmol/l
- Blutbild, Kreatinin und Harnstoff unauffällig

IV. Zweites Labor

- Aldosteron-Renin-Ratio: Wert erhöht 320 (Norm < 300pg/ml/ng/ml/h)↑

V. Kochsalzbelastungstest und Angiografie

- Kochsalzbelastungstest pathologisch
- Sono: 1,3 cm großer Nebennierentumor li. mit Adenom-typischer Kontrastmittelaufnahme. Kochsalz-belastungstest pathologisch
- Ein 1,3 cm großer Nebennierentumor li. mit Adenom-typischer Kontrastmittelaufnahme

(Es wird nun eine linksseitige laparoskopische Adrenalektomie durchgeführt, die komplikationslos verläuft. Histologisch kann ein Aldosteron-produzierendes Nebennierenadenom bestätigt werden.)

Kodierleitfaden: Fall primärer Hyperaldosteronismus II, Aldosteron-produ. Nebennierenadenom (Sek. Hypertonus, RR↑), Hr. Obermeier, 49 Jahre														
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber									
					1. Nicht-schuld-fehler,	2. Systemfehler (konstant),				3. Kognitive Fehler (variabel)				4. Motivation und Interaktion
						2.1 Ausstattung & Technik,	2.2 Missstände Organisation			3.1 Fehendes Wissen/konzeptuelles Wissen	3.2 Fehlerhafte Informations-sammlung	3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen	3.4 Fehlerhafte Verifizierung	
2.2.1 Zeit-mangel	2.2.2 Kapital-mangel	2.2.3 Infor-mations-mangel	2.2.4 Rechte und Befugnisse											
1	Anamnese	-	<ul style="list-style-type: none"> ♂ Hr. Obermeier, 49 Jahre Kommt vom Betriebsarzt wegen hohem Blutdruck RR↑ Ø Medikamente Ø Alkohol Nichtraucher Leichtes Übergewicht 	<ul style="list-style-type: none"> Abklärung Hypertonus Körperliche Untersuchung 										
2	Körperliche Untersuchung (KU)	-	<ul style="list-style-type: none"> RR = 165/90 mmHg↑ HF = 79/min Leicht adipöser Ernährungszustand (1,80 m; 91 kg, BMI 28,1 kg/m²) Guter Allgemeinzustand Herz: rhythmisch, keine pathologischen Herzgeräusche Lunge: Vesikulärratmen beidseits, Lungengrenzen seitengleich verschieblich, sonor Klopfschall Abdomen: adipös, weich, kein Druckschmerz, keine Abwehrspannung, Darmgeräusche regelrecht über allen vier Quadranten, Leber und Milz aufgrund Adipositas nur eingeschränkt beurteilbar Extremitäten: Pulse gut tastbar, keine Ödeme Neurologie: Muskeleigenreflexe beidseits gut auslösbar, Kraft seitengleich 	<ul style="list-style-type: none"> Verdachtsdiagnose essentielle Hypertonie (jedoch Ausschlussdiagnose) Abklärung sekundärer Ursachen Anordnung: Labor abnehmen 										
3	Labor	-	<ul style="list-style-type: none"> Elektrolyte: Hypokaliämie von 3,1 mmol/l Natrium von 140 mmol/l Blutbild, Kreatinin und Harnstoff unauffällig 	<ul style="list-style-type: none"> Hypokaliämie] auffällig, trotz negativer Medikamentenanamnese, wegweisend für einen Hyperaldosteronismus↑ Anordnung: Bestimmung Aldosteron-Renin-Ratio (hohe Sensitivität und Spezifität) 										
4	Weitere Untersuchungen	-	<ul style="list-style-type: none"> Aldosteron-Renin-Ratio: Wert erhöht 320 (Norm < 300pg/ml/ng/ml/h)↑ 	<ul style="list-style-type: none"> Anordnung: NaCl-Belastungstest durchzuführen Anordnung: CT-Abdomen mit Kontrastmittelgabe (Sono Abdomen war unauffällig) 										
5	Bildgebung	Angiografie	<ul style="list-style-type: none"> Kochsalzbelastungstest pathologisch Ein 1,3 cm großer Nebennierentumor li. mit Adenom-typischer Kontrastmittelaufnahme. Es wird nun eine linksseitige laparoskopische Adrenaektomie durchgeführt, die komplikationstlos verläuft. Histologisch kann ein Aldosteron-produzierendes Nebennierenadenom bestätigt werden 	-										

Tabelle 24: Fall primärer Hyperaldosteronismus II, Aldosteronproduzierendes Nebennierenadenom, sek. Hypertonus, Hr. Obermeier, 49 Jahre

Fallvignette arterielle Hypertonie: Phäochromozytom I, Fr. Zettel, 48 Jahre

I. Anamnese

- ♀Fr. Zettel, 48 Jahre
- schlank, sportlich
- Ohrgeräusche: Rauschen in den Ohren
- Schwindel, Kopfschmerzen
- mit Flimmern vor den Augen, starkes Schwitzen und ist zitterig
- Medikamente
Aspirin 500mg (bei unregelmäßiger Einnahme: helfen ihr nur kurz)
- 30 pack years (py)
- leicht erregbar
- Blutung regelmäßig
- RR 200/110 mmHg↑
- HF: 130/min↑
- 165 cm Körpergröße, 54 kg Gewicht, BMI 19.8kg/m²

II. Körperliche Untersuchung (KU)

- Allgemein: Guter AZ, etwas nervös wirkende Patientin, gelbe Fingerendglieder
- Herz: Herztöne rein, regelmäßig, 1/6 Systolikum über Erb ohne Fortleitung
- Lunge: Vesikulärratmen beidseits, Lungengrenzen seitengleich verschieblich, sonorer Klopfeschall.
- Abdomen: weich, kein Druckschmerz, keine Abwehr-spannung, Darmgeräusche über allen vier Quadranten lebhaft, Leber in Inspiration am Rippenbogen tastbar; Milz nicht tastbar, medial oberhalb des Nabels 1/6 Systolikum.
- Extremitäten: Pulse gut tastbar, keine Unterschenkel oder Knöchel-Ödeme.
- Neurologie: Muskeleigenreflexe beidseits gut auslösbar, Kraft seitengleich

Technische Untersuchungen

III. Labor und Sonografie

- Elektrolyte, Nierenwerte und Blutbild normal
- Urinstatus: Kein Nachweis von Eiweiß, Erythrozyten und Leukozyten.
- Abdomensonographie: beide Nieren sind gleich groß, mit gleichen Resistance-Index. Im Bereich der rechten Nebenniere findet sich eine ca. 3 cm große Raumforderung

IV. Zweites Labor und Sonografie

- Im Urin finden sich signifikant erhöhte Werte für Katecholamine und Metanephrine
- Renin-Aldosteron-Ratio normal

(Verdacht auf Phäochromozytom (biochemisch Bestätigung). Deshalb Überweisung in die Universitätsklinik zur weiteren Diagnostik und Therapieplanung)

V. Duplexsonographie, Angiographie, MIBG-Szintigrafie*

- Weitere Lokalisationsdiagnostik mittels CT-Abdomen und MIBG-Szintigrafie durchgeführt: Hierbei zeigt sich ein isoliertes 3cm großes Phäochromozytom der rechten Nebenniere, welches durch eine laparoskopische Adrenalectomie entfernt werden soll
- Vor der Operation wird der Blutdruck durch Gabe von Phenoxybenzamin, ein Alpharezeptorenblocker, optimal eingestellt. Unter erfolgreicher Alpha-Blockade erhält Frau Zettel zusätzlich noch einen Betarezeptorenblocker zur Frequenzkontrolle. Die anderen Antihypertensiva können überlappend abgesetzt werden

*MIBG-Szintigrafie: Metaiodbenzylguanidin-Szintigrafie, auch Nebennierenmark-Szintigrafie genannt

Kodierleitfaden: Fall Phäochromozytom I (Tumor NNM, Prod. Adren./Nor↑ → sek. Hypertonus RR↑), Fr. Zettel, 48 Jahre															
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber										
					1. Nichtschuldfehler,	2. Systemfehler (konstant),				3. Kognitive Fehler (variabel)				4. Motivation und Interaktion	
						2.1 Ausstattung & Technik,	2.2 Missstände Organisation		2.2.1 Zeitmangel	2.2.2 Kapitalmangel	2.2.3 Informationsmangel	2.2.4 Rechte und Befugnisse	3.1 Fehendes Wissen/konzeptuelles Wissen		3.2 Fehlerhafte Informationssammlung
1	Anamnese	-	<ul style="list-style-type: none"> Fr. Zettel, 48 Jahre Schlank, sportlich Rauschen in den Ohren Schwindel, Kopfschmerzen Mit Flimmern vor den Augen, schwitzte und war zittrig Medikamente Aspirin 500mg (helfen nur kurz) Raucherin: 30 pack years (py) Leicht erregbar Schwitzt viel Blutung regelmäßig RR 200/110 mmHg HF: 130/min 165 cm Körpergröße, 54 kg Gewicht, BMI 19.8kg/m² 	<ul style="list-style-type: none"> Mehrmalige Messung an beiden Armen Weitere Abklärung nötig 											
2	Körperliche Untersuchung (KU)	-	<ul style="list-style-type: none"> Allgemein: Guter AZ, etwas nervös wirkende Patientin, gelbe Fingerringglieder Herz: Herzöne rein, regelmäßig, 1/6 Systolikum über Erb ohne Fortleitung Lunge: Vesikuläratmen beidseits, Lungengrenzen seitengleich verschieblich, sonor Klopfschall Abdomen: weich, kein Druckschmerz, keine Abwehrspannung, Darmgeräusche über allen vier Quadranten lebhaft, Leber in Inspiration am Rippenbogen tastbar; Milz nicht tastbar, medial oberhalb des Nabels 1/6 Systolikum Extremitäten: Pulse gut tastbar, keine Unterschenkel oder Knöchel-Ödeme Neurologie: Muskeleigenreflexe beidseits gut auslösbar, Kraft seitengleich 	<ul style="list-style-type: none"> Abklärung hoher Blutdruck↑ auf sekundäre Ursachen Die Symptomatik Kopfschmerzen und Schwitzen könnte zu einem Phäochromozytom passen Anordnung: Routinelabor 											
3	Labor	-	<ul style="list-style-type: none"> Elektrolyte, Nierenwerte und Blutbild normal Urinstatus: Kein Nachweis von Eiweiß, Erythrozyten und Leukozyten 	<ul style="list-style-type: none"> Nierenarterienstenose aufgrund des normalen Resistance-Index beidseits eher unwahrscheinlich Conn-Syndrom noch nicht ausschließbar Phäochromozytom weiter wahrscheinlich Anordnung: Renin-Aldosteron-Ratio Anordnung wegen Verdacht auf Phäochromozytom: Urin über 24h sammeln, um Katecholamine und Metanephrine nach Ansäuern des Urins zu bestimmen 											
5	Bildgebung	<ul style="list-style-type: none"> Duplexsonografie Angiografie 	<ul style="list-style-type: none"> Abdomensonografie: Beide Nieren sind gleich groß, mit gleichem Resistance-Index. Im Bereich der rechten Nebenniere findet sich eine ca. 3 cm große Raumforderung Weitere Lokalisationsdiagnostik mittels CT-Abdomen und MIBG-Szintigrafie durchgeführt: Hierbei zeigt sich ein isoliertes 3cm großes Phäochromozytom der rechten Nebenniere, welches durch eine laparoskopische Adrenalektomie entfernt werden soll 	<ul style="list-style-type: none"> Vor der Operation wird der Blutdruck durch Gabe von Phenoxybenzamin, ein Alpharezeptorenblocker, optimal eingestellt. Unter erfolgreicher Alpha-zusätzlich Betarezeptorenblocker zur Frequenzkontrolle. Die anderen Antihypertensiva können überlappend abgesetzt werden 											

Tabelle 25: Fall Phäochromozytom I, Tumor NNM, sek. Hypertonus, Fr. Zettel, 48 Jahre

Fallvignette arterielle Hypertonie: Phäochromozytom II, Hr. Schuster, 52 Jahre

I. Anamnese

- ♂Hr. Dietrich Schuster, 52 Jahre, Elektroingenieur
- mehrfach diffuse Kopfschmerzen
- Herzklopfen
- Ungerichteter Schwindel und Schweißausbrüche (Episoden gehen nach 20-30 Minuten wieder vorüber, aber häufigeres Auftreten)
- Blutdruck von 170/100 mm Hg↑
- Ø Medikamente
- Familienanamnese: keine kardiovaskulären Ereignisse wie cerebrale oder kardiale Ischämien bekannt
- Hypercholesterinämie vorbekannt
- Raucher: 11 pack years (py)

II. Körperliche Untersuchung (KU)

- Gewicht 84 kg, Größe 183 cm (BMI 25,1kg/m²)
- Cor: Økeine Zeichen für eine Rechts- (keine Beinödeme, keine gestauten Jugularvenen), Økeine Zeichen für Linksherzinsuffizienz
- Pulmo o. B.: Lunge auskultatorisch frei
- Abdomen o. B.: Kein Klopfschmerz über den Nierenlagern, abdominell keine Strömungsgeräusche auskultierbar
- Neurologie o. B.
- Urinstix unauffällig

Technische Untersuchungen

III. Labor

- Basislabor o. B.
- 24-h-Sammelurin:
Werte für Adrenalin↑, Noradrenalin und Metanephrin↑

IV. Sonografie; Metajodbenzylguanidin (MIBG)-Szintigraphie

- Sonografie:
In der Abdomen-sonographie findet sich eine ca. 3 cm durchmessende Raumforderung im Bereich der linken Nebenniere; ansonsten ist der Befund bis auf eine Leberverfettung
- Metajodbenzylguanidin (MIBG)-Szintigraphie:
Es findet sich erwartungsgemäß eine Anreicherung über der linken Nebenniere; für extraadrenale Raumforderungen des Phäochromozytoms ergeben sich keine Hinweise

Kodierleitfaden: Fall Phäochromozytom II (Tumor NNM, Prod. Adren./Nor↑ → sek. Hypertonus RR↑), Hr. Schuster, 52 Jahre														
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber									
					1. Niermandschulfehler,	2. Systemfehler (konstant),				3. Kognitive Fehler (variabel)				4. Motivation und Interaktion
						2.1 Ausstattung & Technik,	2.2 Missstände Organisation		2.2.1 Zeitmangel	2.2.2 Kapitalmangel	2.2.3 Informationsmangel	2.2.4 Rechte und Befugnisse	3.1 Fehendes Wissen/konzeptuelles Wissen	
1	Anamnese	-	<ul style="list-style-type: none"> ♂ Hr. Schuster, 52 Jahre, Elektroingenieur Mehrfach diffuse Kopfschmerzen Herzklopfen Ungerichteter Schwindel und Schweißausbrüche (Episoden gehen nach 20-30 Minuten wieder vorüber, aber häufigeres Auftreten) Blutdruck von 170/100 mm Hg↑ Ø Medikamente Familienanamnese: keine kardiovaskulären Ereignisse wie cerebrale oder kardiale Ischämien bekannt Hypercholesterinämie vorbekannt Raucher: 11 pack years (py) 	<ul style="list-style-type: none"> Hypertensive Krisen, möglicherweise bei Phäochromozytom. Dazu passt die klinische Symptomatik am besten. Differentialdiagnostisch könnte auch eine Hyperthyreose vorliegen 										
2	Körperliche Untersuchung (KU)	-	<ul style="list-style-type: none"> Gewicht 84 kg, Größe 183 cm (BMI 25,1kg/m²) Cor: keine Zeichen für eine Rechtsherzinsuffizienz (keine Beinödeme, keine gestauten Jugularvenen) Ø Keine Zeichen für Linksherzinsuffizienz Pulmo: Lunge auskultatorisch frei Abdomen: Kein Klopfschmerz über den Nierenlagern, abdominell keine Strömungsgeräusche auskultierbar Neurologie o. B Urinstix unauffällig 	<ul style="list-style-type: none"> Anordnung: 24-h-Urinsammlung Urinstix-Untersuchung und TSH-Bestimmung Blutbild, Elektrolyte (Na, K) und eine Kreatinin-wertbestimmung 										
3	Labor	-	<ul style="list-style-type: none"> Basislabor o. B. 24-h-Urin: Werte für Adrenalin↑, Noradrenalin und Metanephrin↑ 	<ul style="list-style-type: none"> Anordnung: Sonografie 										
4	Bildgebung	<ul style="list-style-type: none"> Sonografie Metajodbenzylguanidin (MIBG)-Szintigrafie 	<ul style="list-style-type: none"> Sono: In der Abdomensonografie findet sich eine ca. 3 cm durchmessende Raumforderung im Bereich der linken Nebenniere; ansonsten ist der Befund bis auf eine Leberverfettung MIBG-Szintigrafie: Es findet sich erwartungsgemäß eine Anreicherung über der linken Nebenniere; für extraadrenale Raumforderungen des Phäochromozytoms ergeben sich keine Hinweise 	-										

Tabelle 26: Fall Phäochromozytom II, Tumor NNM, sek. Hypertonus, Hr. Schuster, 52 Jahre

Fallvignette Hyperthyreose: Struma nodosa mit multifokaler Autonomie, Hr. Dauner, 71 Jahre

I. Anamnese

- ♂Hr. Dauner, 71 Jahre
- schnellen und unregelmäßigen Pulsschlag
- schlechter Schlaf
- bekannter Bluthochdruck
(eingestellt bei RR 140/80 mmHg)
- Medikamente:
 - HCT 25 mg und
 - Ramipril 10 mg
- Treppensteigen fällt zunehmend

II. Spezifische Anamnese

- CT in der Vergangenheit (vor paar Wochen in der Notaufnahme → wegen Dyspnoe):
Thorax: mäßiggradige linksventrikuläre Hypertrophie, sonst keine krankhaften Befunde festgestellt
- EKG und Laborwerte in der Notaufnahme damals o. B.

III. Spezifische Anamnese

- Kropf bei Eltern und Geschwistern bekannt
- Ø Keine Veränderung an Haut-, Haar- oder Augenveränderungen
- Altersweitsichtigkeit
- Gewichtsabnahme von 4 kg↓ (trotz vermehrtem Appetit)
- Unruhe, Nervosität und Konzentrationsschwäche
- Schlechter Schlaf
- Økeine dicken Beine oder Knöchel
- leichte Atemnot bei Belastung
- ØSchmerzen oder ein Druckgefühl in der Brust
- ØKeine Herzerkrankung bekannt

IV. Körperliche Untersuchung (KU)

- leicht übergewichtigen Mann (185 cm, 93 kg)
- Vitalwerte:
 - HF: 95-120/min↑, unregelmäßigen, RR 150/90 mmHg↑, AF:12/min, Temperatur 36,7°C
- Lunge o. B.: Auskultatorisch keine Rasselgeräusche über der Lunge
- Cor: leises systolisches Geräusch über der Aortenklappe ohne Fortleitung in die Carotiden
- Hals: Die Halsvenen sind nicht gestaut,
Schilddrüse: tastbar vergrößerte, knotig, schluckverschieblich
- Augen: unauffällig
- Abdomen o. B.: Nierenlager frei
- Neurologie: feinschlägiger Tremor, keine Paresen oder Sensibilitätsstörungen, die Hirnnerven und Reflexe sind unauffällig
- unteren Extremitäten: keine Ödeme, die peripheren Pulse sind allseits palpabel
- Haut warm und etwas feucht
- EKG: tachykardes Vorhofflimmern

Technische Untersuchungen

V. Labor

- TSH basal < 0,05 µU/ml↓
(NW: 0,3-3,5 µU/ml)
- fT4 3,64 ng/dl↑
(NW: 0,8-1,8 ng/dl)
- Blutbild:
 - Leukozyten 10,7 G/l
(NW: 4,0-11,0 G/l)
 - Erythrozyten 4,9 T/l
(NW: 4,2-5,1 T/l)
 - Hämoglobin 14,2 g/dl
(NW: 12,0-16,0 g/dl)
 - Thrombozyten 195 G/l
(NW: 150-440 G/l)
- GOT 44 U/l↑
(NW: < 33 U/l)
- Gamma-GT 53 U/l↑
(NW: < 38 U/l)
- Kreatinin 0,9 mg/dl
(NW: 0,5-1,0 mg/dl)
- Harnstoff 12 mg/dl
(NW: 9-23 mg/dl).

VI. Duplexsonographie

- deutlich vergrößerte Schilddrüse mit einem Volumen rechts von 22 ml und links von 17 ml. Das Gewebe ist inhomogen mit zahlreichen echoreichen bis echonormalen Knoten, die glatt begrenzt sind (Referenzknoten rechts kaudal 12x14x5 mm, links zentral 15x16x12 mm)
- Außerdem fällt eine vermehrte Perfusion der meisten Knoten auf.
Echoarme Areale können Sie nicht sehen

VII. Szintigrafie

- zweigelappte Schilddrüse mit Aktivitätsmaximum in Projektion auf die sonographisch erkennbaren Knoten rechts kaudal sowie links zentral
- Bei hyperthyreoter Stoffwechsellaage ist die Befundkonstellation verdächtig auf eine multifokale Autonomie der Schilddrüse.

Kodierleitfaden: Fall 01a Struma nodosa mit multifokaler Autonomie, Hr. Dauner, 71 Jahre														
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber									
					1. Niermandschuldfehler,	2. Systemfehler (konstant),					3. Kognitive Fehler (variabel)			4. Motivation und Interaktion
						2.1 Ausstattung & Technik,	2.2 Missstände Organisation				3.1 Fehendes Wissen/konzeptuelles Wissen	3.2 Fehlerhafte Informationssammlung	3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen	
2.2.1 Zeitmangel	2.2.2 Kapitalmangel	2.2.3 Informationsmangel	2.2.4 Rechte und Befugnisse											
1	Anamnese I	-	<ul style="list-style-type: none"> ♂ Hr. Dauner, 71 Jahre Schneller und unregelmäßiger Pulsschlag Schlechter Schlaf Bekannter Bluthochdruck (eingestellt bei RR 140/80 mmHg) Medikamente: HCT 25 mg und Ramipril 10 mg Treppensteigen fällt zunehmend schwerer (wegen Dyspnoe) 	<ul style="list-style-type: none"> DD: Intermittierendes Vorhofflimmern organische Ursachen Herzerkrankungen Elektrolytungleisungen Hyperthyreose 										
2	Weitere Anamnese II	-	<ul style="list-style-type: none"> CT in der Vergangenheit (vor paar Wochen in der Notaufnahme → wegen Dyspnoe): mäßiggradige linksventrikuläre Hypertrophie, sonst keine krankhaften Befunde EKG und Laborwerte in der Notaufnahme damals o. B. 	<ul style="list-style-type: none"> Familienanamnese Veränderung an Haut, Haaren, Augen Wärmetoleranz, innere Unruhe, Nervosität, Konzentrationsschwäche, eine Gewichtsabnahme trotz gesteigerten Appetits, Herzinsuffizienz (wegen Atemnot), Ödem, Belastungsdyspnoe, Druckgefühl auf der Brust 										
3	Weitere Anamnese III	-	<ul style="list-style-type: none"> Kropf bei Eltern und Geschwistern Ø Keine Veränderung an Haut-, Haar- oder Augenveränderungen Altersweisheitigkeit, Gewichtsabnahme von 4 kg (trotz vermehrtem Appetit) Unruhe, Nervosität und Konzentrationsschwäche, schlechter Schlaf, Ø dicken Beine oder Knöchel, leichte Atemnot bei Belastung, Ø Schmerzen oder ein Druckgefühl in der Brust, keine Herzerkrankung bekannt 	<ul style="list-style-type: none"> Schilddrüse tasten und auskultieren Herz auskultieren und dabei auf den Herzrhythmus und ein eventuelles systolisches Geräusch achten, Herzinsuffizienz: Halsvenenstauung, Lungenödem und periphere Ödeme, Haut, Augen, Neurologische Untersuchung (Reflexe) 										
4	Körperliche Untersuchung (KU)	-	<ul style="list-style-type: none"> Leicht übergewichtiger Mann (185 cm, 93 kg), Vitalwerte: HF: 95-120/min† unregelmäßigen RR, 150/90 mmHg†, AF:12/min, Temperatur 36,7°C Lunge: auskultatorisch keine Rasselgeräusche über der Lunge Cor: leises systolisches Geräusch über der Aortenklappe ohne Fortleitung in die Carotiden Hals: Die Halsvenen sind nicht gestaut, Schilddrüse: tastbar vergrößerte, knotig, schluckverschieblich, Augen: unauffällig, Abdomen: Nierenlager frei Neurologie: feinschlägiger Tremor, keine Paresen oder Sensibilitätsstörungen, die Hirnerven und Reflexe sind unauffällig, unteren Extremitäten: keine Ödeme, die peripheren Pulse sind allseits palpabel, Haut warm und etwas feucht, EKG: tachykardes Vorhofflimmern 	<ul style="list-style-type: none"> Autonomie der Schilddrüse Anordnung Labor: TSH basal freies Schilddrüsenhormon fT4 kleines Blutbild Nierenretentions- u. Leberwerte 										
5	Labor	-	<ul style="list-style-type: none"> TSH basal < 0,05 µU/ml† (NW: 0,3-3,5 µU/ml), fT4 3,64 ng/dl† (NW: 0,8-1,8 ng/dl), Blutbild, Leukozyten 10,7 G/l (NW: 4,0-11,0 G/l), Erythrozyten 4,9 T/l (NW: 4,2-5,1 T/l), Hämoglobin 4,2 g/dl (NW: 12,0-16,0 g/dl), Thrombozyten 195 G/l (NW: 150-440 G/l), GOT 44 U/l† (NW: < 33 U/l), Gamma-GT 53 U/l† (NW: < 38 U/l), Kreatinin 0,9 mg/dl (NW: 0,5-1,0 mg/dl), Harnstoff 12 mg/dl (NW: 9-23 mg/dl) 	<ul style="list-style-type: none"> Damit ist eine Hyperthyreose laborchemisch gesichert Anordnung: Schilddrüsensonografie 										
6	Bildgebung (Sonografie)	<ul style="list-style-type: none"> Duplexsonografie 	<ul style="list-style-type: none"> Deutlich vergrößerte Schilddrüse mit einem Volumen rechts von 22 ml und links von 17 ml. Das Gewebe ist inhomogen mit zahlreichen echoreichen bis echonormalen Knoten, die glatt begrenzt sind (Referenzknoten rechts kaudal 12x14x5 mm, links zentral 15x16x12 mm) Außerdem fällt eine vermehrte Perfusion der meisten Knoten auf. Echoarme Areale können Sie nicht sehen 	-										
7	Bildgebung (Szintigrafie)	<ul style="list-style-type: none"> Schilddrüsen-szintigrafie 	<ul style="list-style-type: none"> Orthotop gelegene, zweigelappte Schilddrüse mit Aktivitätsmaximum in Projektion auf die sonographisch erkennbaren Knoten rechts kaudal sowie links zentral Bei hyperthyreoter Stoffwechsellage ist die Befundkonstellation verdächtig auf eine multifokale Autonomie der Schilddrüse Doktor Knesewitsch erklärt Ihnen, dass bei Verdacht auf eine Schilddrüsenautonomie bei euthyreoter Stoffwechsellage ein Suppressionstintigramm durchgeführt werden kann, um die autonomen Areale nachzuweisen. Dazu muss der Patient Schilddrüsenhormone einnehmen, um ein supprimiertes basales TSH zu erreichen. Dann wird ebenfalls Tc-99m-Perthetnetat gegeben. Bei einem Uptake von mehr als 1,8% ist eine Autonomie gesichert 	-										

Tabelle 27: Fall 01a Struma nodosa mit multifokaler Autonomie, Hr. Dauner, 71 Jahre

Fallvignette Hyperthyreose: Struma nodosa mit multifokaler Autonomie, Fr. Birnbacher, 43 Jahre

I. Anamnese

- ♀ Frau Birnbacher, 43 Jahre
- Kloß im Hals und häufiges Räuspern
- Schwellung am rechten Hals
- Krankengeschichte: Blinddarm-OP
- Ø Atemnot oder Schluckbeschwerden
- 10 Zigaretten pro Tag
- Etwas Alkohol- /Weinkonsum
- Positive Familienanamnese bei Schilddrüsenerkrankungen

II. Spezifische Anamnese

- Ø Keine Veränderung bei Nervosität, Konzentrations- oder Gedächtnis
- Ø Muskelschwäche, Steifigkeit, Verdauungsstörungen Haut-, Haar-, Augenveränderungen, Schmerzen, Heiserkeit
- 3 kg Gewicht abgenommen (nicht weniger gegessen)
- Schneller Puls, mit Herzstolpern

III. Körperliche Untersuchung (KU)

- schlank ist (170 cm, 55 kg)
- HF: 100/min, regelmäßig
- RR: 125/70 mmHg,
- AF: Atemfrequenz 16/min
- Temperatur 36,3°C.
- Inspektion/Palpation: sichtbar vergrößerte, rechtsbetonte Schilddrüse
- Knotig, schluckverschieblich, nicht schmerzhaft oder schwirrend
- Neurologie: lebhaft, seitengleiche Reflexe, kein Tremor
- Haut fühlt sich warm an, eher feucht

Technische Untersuchungen

III. Labor

- basales TSH ↓ 0,26 µU/ml
(NW: 0,3-3,5 µU/ml)
- fT4 1,6 ng/dl normal →
(NW 0,8-1,8 ng/dl),
- Blutbild: Leukozyten 9,8 G/l
(NW: 4,0-11,0 G/l)
- Erythrozyten 4,4 T/l
(NW: 4,2-5,1 T/l)
- Hämoglobin 14,9 g/dl
(NW: 12,0-16,0 g/dl)
- Thrombozyten 321 G/l
(NW: 150-440 G/l),
GOT 14 U/l (NW: < 33 U/l)
- Gamma-GT 26 U/l
(NW: < 38 U/l)
- Kreatinin 0,7 mg/dl
(NW: 0,5-1,0 mg/dl)
- Harnstoff 14 mg/dl
(NW: 9-23 mg/dl)

Verdachtsdiagnose auf eine Grenzhyperthyreose

IV. Duplexsonographie

- vergrößerte Schilddrüse mit einem Volumen rechts von 28 ml und links von 15 ml, die bis nach retrosternal reicht. Das Gewebe ist inhomogen, zahlreiche, echoreiche und echoarme Knoten sind nachweisbar (Referenzknoten rechts kranial 20x11x14mm, links zentral 9x10x4mm und links kaudal 13x12x8mm). Ein echoarmer Knoten rechts zentral ist unscharf begrenzt und zeigt außerdem eine vermehrte Durchblutung (ausgeprägte Perfusion sowohl randständig als auch zentral)
- ØKalkeinlagerungen oder Øzystische Strukturen und weitere ØRaumforderungen bzw. Øvergrößerte Lymphknoten im Halsbereich können Sie nicht erkennen.

V. Szintigrafie

- Der Befund des Schilddrüsenszintigramms mit Tc-99m-Per technetat zeigt folgendes: orthotop gelegene, zweigelappte Schilddrüse mit Aktivitätsmaximum in Projektion auf den sonographisch erkennbaren Knoten rechts kranial sowie links zentral und kaudal. Der sonographisch nachweisbare echoarme Knoten rechts zentral ist hypofunktionell („kalt“).
- Eine weitere Abklärung mittels Feinnadelpunktion oder eine operative Entfernung wird empfohlen.

Kodierleitfaden: Fall 01b Struma nodosa mit multifokaler Autonomie, Fr. Birnbacher, 43 Jahre															
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber										
					1. Nie-mandschuld-fehler,	2. Systemfehler (konstant),				3. Kognitive Fehler (variabel)				4. Motivation und Interaktion	
						2.1 Ausstattung & Technik,	2.2 Missstände Organisation		2.2.3 Informations-mangel	2.2.4 Rechte und Befugnisse	3.1 Fehlendes Wissen/konzeptuelles Wissen	3.2 Fehlerhafte Informations-sammlung	3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen		3.4 Fehlerhafte Verifizierung
1	Anamnese	-	<ul style="list-style-type: none"> Fr. Birnbacher, 43 Jahre Kloß im Hals und häufiges Räusperrn Schwellung am rechten Hals Vorerkrankungen: Blinddarm-OP Ø Atemnot oder Schluckbeschwerden 10 Zigaretten pro Tag Etwas Alkohol-/Weinkonsum Positive Familienanamnese bei Schilddrüsenerkrankungen 	<ul style="list-style-type: none"> DD: Raumforderung, ein Divertikel der Speiseröhre, Refluxsymptomatik, Pharyngitis, psychogene Ursache, bösartige Tumore, Erkrankung Schilddrüse (z. B. Jodmangelstruma, Schilddrüsen-Ca) Genauere Befragung Veränderungen an Haut, Haaren oder den Augen bemerkt Symptome Hypothyreose: Müdigkeit, Leistungsabfall, gestörtem Kurzzeitgedächtnis, Gewichtszunahme, Obstipation und Kälteempfindlichkeit Hypertyreose: Wärmetoleranz, Nervosität, Konzentrationsschwäche, Herzrasen/-stolpern und eine Gewichtsabnahme trotz gesteigerten Appetits 											
2	Weitere Anamnese	-	<ul style="list-style-type: none"> Keine Veränderung bei Nervosität, Konzentration oder Gedächtnis Ø Muskelschwäche, Steifigkeit, Verdauungsstörungen, Haut-, Haar-, Augenveränderungen, Schmerzen, Heiserkeit 3 kg Gewicht abgenommen (nicht weniger gegessen) Schneller Puls, mit Herzstolpern 	<ul style="list-style-type: none"> Struma nodosa wegen positiver Familienanamnese wahrscheinlich Körperliche Untersuchung mit Fokus auf Schilddrüse (knotig und schluckverschieblich) und Herz (Herzrhythmus und systolisches Geräusch) Lymphknoten (Hals), Raumforderungen, periphere Ödeme, Haut, Augen, Neurologie 											
3	Körperliche Untersuchung	-	<ul style="list-style-type: none"> Schlank (170 cm, 55 kg), HF: 100/min, regelmäßig, RR: 125/70 mmHg, AF: Atemfrequenz 16/min, Temperatur 36,3°C Insektion/Palpation: sichtbar vergrößerte, rechtsbetonte Schilddrüse Knotig, schluckverschieblich, nicht schmerzhaft oder schwirrend Neurologie: lebhaft, seitengleiche Reflexe, kein Tremor, Haut fühlt warm, eher feucht EKG zeigt außer einer Sinustachykardie (HF 102/min.) 	<ul style="list-style-type: none"> Hyperthyreose bei Struma multinodosa möglich Anordnung: TSH basal, das fT4, ein kleines Blutbild sowie Nierenretentions- und Leberwerte 											
4	Labor	-	<ul style="list-style-type: none"> Im Labor: basales TSH 1,026 µU/ml (NW: 0,3-3,5 µU/ml) fT4 1,6 ng/dl, normal (NW 0,8-1,8 ng/dl), Blutbild: Leukozyten 9,8 G/l (NW: 4,0-11,0 G/l) Erythrozyten 4,4 T/l (NW: 4,2-5,1 T/l), Hämoglobin 14,9 g/dl (NW: 12,0-16,0 g/dl) Thrombozyten 321 G/l (NW: 150-440 G/l), GOT 14 U/l (NW: < 33 U/l) Gamma-GT 26 U/l (NW: < 38 U/l), Kreatinin 0,7 mg/dl (NW: 0,5-1,0 mg/dl) Harnstoff 14 mg/dl (NW: 9-23 mg/dl) 	<ul style="list-style-type: none"> Bei den Laborwerten sehen sie, dass das basale TSH leicht erniedrigt und das fT4 normal ist, was zur Verdachtsdiagnose einer Grenzhypothyreose passt. Anordnung: Schilddrüsen-sonografie 											
5	Bildgebung (Sonografie)	Duplexsonografie	<ul style="list-style-type: none"> Vergrößerte Schilddrüse mit einem Volumen rechts von 28 ml und links von 15 ml, die bis nach retrosternal reicht. Das Gewebe ist inhomogen, zahlreiche, echoriche und echoarme Knoten sind nachweisbar (Referenzknoten rechts kranial 20x11x14mm, links zentral 9x10x4mm und links kaudal 13x12x8mm). Ein echoarmer Knoten rechts zentral ist unscharf begrenzt und zeigt außerdem eine vermehrte Durchblutung (ausgeprägte Perfusion sowohl randständig als auch zentral). Kalkeinlagerungen oder zystische Strukturen und weitere Raumforderungen bzw. vergrößerte Lymphknoten im Halsbereich können Sie nicht erkennen 	<ul style="list-style-type: none"> Anordnung: Sie überlegen sich, dass Frau Birnbacher eine Struma multinodosa mit echoarmen Arealen hat, die weiter abgeklärt werden sollten. Da echoarme Knoten zum Teil mit einer vermehrten Perfusion nachweisbar sind, lassen Sie ein Schilddrüsenzintigramm anfertigen 											
6	Bildgebung (Szintigrafie)	Schilddrüsenszintigrafie	<ul style="list-style-type: none"> Der Befund des Schilddrüsenzintigramms mit Tc-99m-Perchnetat zeigt folgendes: orthotop gelegene, zweigelappte Schilddrüse mit Aktivitätsmaximum in Projektion auf den sonographisch erkennbaren Knoten rechts kranial sowie links zentral und kaudal. Der sonographisch nachweisbare echoarme Knoten rechts zentral ist hypofunktionell („kalt“). Eine weitere Abklärung mittels Feinnadelpunktion oder eine operative Entfernung wird empfohlen 												

Tabelle 28: Fall 01b Struma nodosa mit multifokaler Autonomie, Fr. Birnbacher, 43 Jahre

Fallvignette Hyperthyreose: subakute Thyroiditis de Quervain I, Fr. Bittler, 28 Jahre

I. Anamnese (Teil I)

- ♀ Frau Monika Bittler, eine 28-jährige Krankenschwester
- Symptome: Fieber, Gliederschmerzen und Schüttelfrost
- müde, abgeschlagen
- starke rechtsseitige Halsschmerzen (ziehen bis zum Kiefer hoch)
- Temperatur 37,8°C (subfebril)
- Gewichtsabnahme 4 kg↓ (letzte drei Wochen ohne Änderung des Essverhaltens)
- Unruhe und schlechter Schlaf
- Ø Rauchen, Alkohol, Drogen
- Medikamente: Pille

II. Spezifische Anamnese (Teil 2)

- erhöhte Stuhlfrequenz↑
- Schluckbeschwerden
- vermehrtes Durstgefühl
- erhöhter Haarausfall
- Schmerzen im Hals ziemlich stark und strahlen bis in die Ohrregion und in den Kiefer aus
- Ø Heiserkeit, Husten, Schnupfen, Schüttelfrost, Schmerzen, eine Schwellung im Bereich der Speicheldrüsen
- „Die Halsschmerzen fühlen sich anders an als normale Halsschmerzen bei einem Infekt“

III. Spezifische Anamnese (Teil 3)

- Hitzewallungen
- Ø Jodexposition in Form von Kontrastmitteln (bei Computertomographieuntersuchungen oder Angiographien)
- Ø jodhaltigen Medikamenten (Amiodaron, Jodid, jodhaltige Desinfektionsmittel)
- Familienanamnese: Ø keine Schilddrüsenerkrankungen bekannt
- Ø Veränderung an den Augen, Haut
- Ø Zittern der Hände oder Finger
- keine Kinder und keine frühere oder aktuelle Schwangerschaft
- Zyklus ist unter Pilleneinnahme regelmäßig

IV. Körperliche Untersuchung (KU)

- leicht übergewichtige Frau (162 cm, 72 kg), reduziertem AZ
 - Vitalparameter: HF 140 /min: regelmäßigen, RR 110/65 mmHg, AF 16/min, Temperatur 37,7°C (subfebril)
 - Schilddrüse derb und rechts stärker als links druckschmerzhaft
 - Ø vergrößerte Lymphknoten
 - Rachen und Mundhöhle reizlos
 - Ø Auskultatorisch: Lunge und Herz unauffällig: kein systolisches Herzgeräusch oder Stridor
 - Nierenlager frei
 - Ø Exophthalmus, Ø Lidödeme, Ø Konjunktivitis-zeichen, Ø Lidretraktion
 - Ø Die Fingerperimetrie ergibt keine Gesichtsfeldausfälle oder Motilitätsstörungen
 - Ø orientierende neurologische Untersuchung ist ebenfalls unauffällig
 - Ø unteren Extremitäten keine Ödeme, die peripheren Pulse sind allseits palpabel
- Die Haut fühlt sich warm und leicht feucht an

Technische Untersuchungen

V. Labor

- TSH basal < 0,03↓
(NW: 0,3-3,5 µU/ml)
- fT4 3,97 ng/dl↑
(NW: 0,8-1,8 ng/dl)
- Blutsenkungsgeschwindigkeit: BSG > 100↑ in der 1. Stunde
(NW:< 20 mm/1. Std)
- Leukozyten 7,2 G/l
(NW: 4,0-11,0 G/l)
- Erythrozyten 5,0 T/l
(NW: 4,2-5,1 T/l)
- Hämoglobin 13,8 g/dl
(NW: 12,0-16,0 g/dl)
- Thrombozyten 284 G/l
(NW: 150-440 G/l)
- Differentialblutbild: 56%
Segmentierte (NW: 40-70%), 3%↓
Eosinophile (NW:2-4%), 1%↓, Basophile (NW: 0-2%), 8% ↑, Monozyten (NW:4-10%), 33%↑
Lymphozyten (NW: 25-40%)
- Kreatinin, Harnstoff, GOT und Gamma-GT im Normbereich

Hyperthyreose laborchemisch gesichert ist (Die Sturzsenkung ohne Leukozytose oder Linksverschiebung im Differentialblutbild spricht für eine subakute Thyreoiditis de Quervain)

VI. Duplexsonographie

- normal große Schilddrüse mit einem Volumen rechts von 8 ml und links von 7,5 ml
- Es zeigen sich unregelmäßige, echoarme Infiltrate in den betroffenen Arealen rechts mehr als links
- Duplexsonographie zeigt sich dort keine vermehrte Perfusion
- Knoten in der Schilddrüse und vergrößerte Lymphknoten sind nicht nachweisbar

Hyperthyreose bei subakuter Thyreoiditis de Quervain. Damit entfällt auch ein Schilddrüsenszintigramm

Kodierleitfaden: Fall 02a subakute Thyreoiditis de Quervain I (Hyperthyreose), Fr. Bittler, 28 Jahre														
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber									
					1. Niemand-schuld-fehler.	2. Systemfehler (konstant).					3. Kognitive Fehler (variabel)			4. Motivation und Interaktion
						2.1 Ausstattung & Technik,	2.2 Missstände Organisation				3.1 Fehlendes Wissen/konzeptuelles Wissen	3.2 Fehlerhafte Informations-sammlung	3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen	
						2.2.1 Zeit-mangel	2.2.2 Kapital-mangel	2.2.3 Infor-ma-tions-mangel	2.2.4 Rechte und Befug-nisse					
1	Anamnese I	-	<ul style="list-style-type: none"> Fr. Bittler, 28 Jahre, Krankenschwester Symptome: Fieber, Gliederschmerzen und Schüttelfrost Müde, abgeschlagen, starke rechtsseitige Halsschmerzen (ziehen bis zum Kiefer hoch), Temperatur 37,8°C (subfebril) Gewichtsabnahme 4 kg ↓ (letzte drei Wochen ohne Änderung des Essverhaltens), Unruhe und schlechter Schlaf, Ø Rauchen, Alkohol, Drogen, Medikamente: Pille 	<ul style="list-style-type: none"> Auffällig sind die starken rechtsseitigen Halsschmerzen, Gewichtsabnahme, innere Unruhe und Schlafstörungen (DD: Schilddrüsenüberfunktion, Parotitis, dentogenes Geschehen) 										
2	Anamnese II	<ul style="list-style-type: none"> Hautveränderungen Muskelschwäche Fingertremor Zyklusveränderungen Schwangerschaft 	<ul style="list-style-type: none"> Erhöhte Stuhlfrequenz ↑, Schluckbeschwerden, vermehrtes Durstgefühl Erhöhter Haarausfall, Schmerzen im Hals ziemlich stark und strahlen bis in die Ohrregion und in den Kiefer aus Ø Heiserkeit, Husten, Schnupfen, Schüttelfrost, Schmerzen, eine Schwellung im Bereich der Speicheldrüsen „Die Halsschmerzen fühlen sich anders an als normale Halsschmerzen bei einem Infekt“ 	<ul style="list-style-type: none"> Virusinfekt eher unwahrscheinlich Arbeitsdiagnose Hyperthyreose. Weitere Fragen: Veränderungen oder Probleme an den Augen, kürzliche Kontrastmitteluntersuchungen (z. B. CT, Angiografie), Einnahme jodhaltiger Medikamente (Amiodaron, Iodid) Wärmeintoleranz, Hautveränderungen, Muskelschwäche, Fingertremor und nach Zyklusveränderungen, Schwangerschaft 										
3	Anamnese III	-	<ul style="list-style-type: none"> Hitzewallungen Ø Jodexposition in Form von Kontrastmitteln (bei Computertomografieuntersuchungen oder Angiografien) Ø Jodhaltige Medikamenten (Amiodaron, Jodid, jodhaltige Desinfektionsmittel), Familie: Ø keine Schilddrüsenkrankungen, Ø Veränderung an den Augen, Haut, Ø Zittern der Hände oder Finger, keine Kinder und keine frühere oder aktuelle Schwangerschaft, Zyklus ist unter Pilleneinnahme regelmäßig 	<ul style="list-style-type: none"> Gründliche Körperliche Untersuchung Fokus: Schilddrüse tasten u. auskultieren, Lymphknoten tasten, Schwellungen am Hals und eine Pharyngitis inspektorisch ausschließen. Auskultation Herz: Rhythmus, Geräusche, ein systolisches Geräusch. Inspektion Haut, Augen und Beine 										
4	Körperliche Untersuchung	-	<ul style="list-style-type: none"> Leicht übergewichtige Frau (162 cm, 72 kg), red. AZ, HF 140 /min: regelmäßig, RR 110/65 mmHg, AF 16/min, Temperatur 37,7°C Schilddrüse derb und rechts stärker als links druckschmerzhaft, Ø vergrößerte Lymphknoten, Rachen und Mundhöhle reizlos, Ø Auskultatorisch: Lunge und Herz unauffällig: kein systolisches Herzgeräusch oder Stridor, Ø Abdomens Ø Exophthalmus, Ø Lidödeme, Ø Konjunktivitiszeichen, Ø Lidretraktion, die Fingerperimetrie ergibt keine Gesichtsfeldausfälle oder Motilitätsstörungen Nierenlager frei, Ø orientierende neurologische Untersuchung ist ebenfalls unauffällig, Ø unteren Extremitäten keine Ödeme, die peripheren Pulse sind allseits palpabel, Die Haut fühlt sich warm und leicht feucht an 	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsdiagnose Hyperthyreose Thyreoiditis wahrscheinlich Anordnung: Labor basales TSH der freie Schilddrüsenhormonwert FT4, Blutbild mit Differentialblutbild, außerdem für die Blutsenkungsgeschwindigkeit (BSG) und für Nierenretentions- (Kreatinin, Harnstoff) und Leberwerte (GOT, Gamma-GT) 										
5	Labor	-	<ul style="list-style-type: none"> TSH basal < 0,03 ↓ (NW: 0,3-3,5 µU/ml) FT4 3,97 ng/dl ↑ (NW: 0,8-1,8 ng/dl), BSG > 100 ↑ in der 1. Stunde (NW: < 20 mm/1. Std), Leukozyten 7,2 G/l (NW: 4,0-11,0 G/l), Erythrozyten 5,0 T/l (NW: 4,2-5,1 T/l), Hämoglobin 13,8 g/dl (NW: 12,0-16,0 g/dl), Thrombozyten 284 G/l (NW: 150-440 G/l), Differentialblutbild: 56%, Segmentierte (NW: 40-70%), 3% ↓ Eosinophile (NW: 2-4%), 1% Basophile (NW: 0-2%), 8% ↑ Monozyten (NW: 4-10%), 33% ↑ Lymphozyten (NW: 25-40%) Kreatinin, Harnstoff, GOT und Gamma-GT im Normbereich 	<ul style="list-style-type: none"> Hyperthyreose laborchemisch gesichert ist Die Sturzsenkung ohne Leukozytose oder Linksverschiebung im Differentialblutbild spricht für eine subakute Thyreoiditis de Quervain Anordnung: Sonografie der Schilddrüse und der Halsweichteile 										
6	Bildgebung (Sonografie)	-	<ul style="list-style-type: none"> Normal große Schilddrüse mit einem Volumen rechts von 8 ml und links von 7,5 ml Es zeigen sich unregelmäßige, echoarme Infiltrate in den betroffenen Arealen rechts mehr als links Duplexsonografie zeigt sich dort keine vermehrte Perfusion Knoten in der Schilddrüse und vergrößerte Lymphknoten sind nicht nachweisbar 	<ul style="list-style-type: none"> Hyperthyreose bei subakuter Thyreoiditis de Quervain. Damit entfällt auch ein Schilddrüsenzintigramm 										

Tabelle 28: Fall 02a subakute Thyreoiditis de Quervain I, Hyperthyreose, Fr. Bittler, 28 Jahre

Fallvignette Hyperthyreose: subakute Thyroiditis de Quervain II, Hr. Schiller, 46 Jahre

I. Anamnese (Teil I)

- ♂Hr. Schiller, 46 Jahre, Schreinermeister
- Seit vier Wochen Muskelschmerzen, drei Wochen Halsschmerzen
- ØKein Schnupfen oder Husten
- Arztbrief vom Kollegen:
„Befund: reizlose Verhältnisse der Mundhöhle, Pharynx, Larynx und unauffälliger Zahnstatus, Labor vom überweisendem Arzt: CRP mit 5,48 mg/dl↑ erhöht, keine weiteren Entzündungszeichen im Labor. Diagnose: V. a. grippalen Infekt.“
- Schlechter Schlaf, Unruhe, Nervosität
- Stuhlfrequenz↑, jedoch keine Durchfälle
- Vorerkrankungen: allergisches Asthma bronchiale und eine Pollenallergie
- Medikamente: Salbutamol-Spray nach Bedarf u. Antihistaminikum (Pollenflugzeit)
- 10 Zigaretten pro Tag, trinkt gelegentlich Alkohol, Ø Drogen

II. Spezifische Anamnese (Teil 2)

- Starke Halsschmerzen mit Ausstrahlung in beide Kiefergelenke
- Ø an Augen, Haaren, Haut, Schluckbeschwerden, Herzrasen bzw. –stolpern
- Hitzewallung
- Familienanamnese: Kropf bei Mutter und Großmutter
- schwere Bronchitis vor etwa 2 Monaten mit Einnahme von Antibiotika
- ØKeine Jodexposition: Kontrastmitteln oder jodhaltigen Medikamenten.
- Gewichtsabnahme von 2 kg↓ in den vergangenen Wochen und Zunahme Appetit

III. Körperliche Untersuchung (KU)

- übergewichtigen Mann (178 cm, 94 kg)
- leicht reduzierter AZ
- HF 92 /min, regelmäßig
- RR 138/85 mmHg
- AF 12/min
- Temperatur axillär 38,1°C↑
- leicht vergrößerte, derbe und beidseits druckschmerzhaft Schilddrüse
- Ø vergrößerte Lymphknoten, Rachen und die Mundhöhle sind reizlos
- Auskultatorisch sind ØLunge und ØHerz unauffällig. Auch die körperliche Untersuchung von ØAbdomen (Nierenlager frei) und ØExtremitäten ist ohne pathologischen Befund.
- Ø Augenuntersuchung, Fingerperimetrie ergibt keine Gesichtsfeldausfälle
- die orientierende Øneurologische Untersuchung und die Haut sind ebenfalls unauffällig

Technische Untersuchungen

IV. Labor

- TSH basal < 0,01↓
(NW: 0,3-3,5 µU/ml)
- fT4 2,45↑
(NW: 0,8-1,8 ng/dl)
- Blutsenkungsgeschwindigkeit↑ von 60 mm in der 1. Stunde
(NW: < 10mm/1.Std)
- Leukozyten 10,3
(NW: 4,0-11,0 G/l)
- Erythrozyten 4,7 T/l
(NW: 4,2-5,1 T/l)
- Thrombozyten 274 G/l
(NW: 150-440 G/l)
- Differentialblutbild: 61% Segmentierte↓ (NW: 40-70%), 2%
Eosinophile (NW:2-4%), 1% Basophile↑ (NW: 0-2%), 6% Monozyten↑ (NW:4-10%), 30%
Lymphozyten
(NW: 25-40%)
- Hämoglobin 12,4
(NW: 14-18 g/dl)
- ØGOT, Gamma-GT, Kreatinin und Harnstoff im Normbereich.

V. Duplexsonographie

- diffus vergrößerte Schilddrüse mit einem Volumen rechts von 14 ml und links von 15 ml.
- unregelmäßige, echoarme Infiltrate in den betroffenen Arealen
- Duplexsonographie: Økeine vermehrte Perfusion
- ØKnoten in der Schilddrüse und suspekter Lymphknoten finden sich nicht

Kodierleitfaden: Fall 02b subakute Thyreoiditis de Quervain II (Hyperthyreose), Hr. Schiller, 46 Jahre														
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber									
					1. Nieschuldfehler	2. Systemfehler (konstant)				3. Kognitive Fehler (variabel)				4. Motivation und Interaktion
						2.1 Ausstattung & Technik	2.2 Missstände Organisation		2.2.1 Zeitmangel	2.2.2 Kapitalmangel	2.2.3 Informationsmangel	2.2.4 Rechte und Befugnisse	3.1 Fehendes Wissen/konzeptuelles Wissen	
1	Anamnese I	-	<ul style="list-style-type: none"> Hr. Schiller, 46 Jahre, selbstständiger Schreinermeister Seit vier Wochen Muskelschmerzen, drei Wochen Halsschmerzen Kein Schnupfen oder Husten Arztbrief vom Kollegen: „Befund: reizlose Verhältnisse der Mundhöhle, Pharynx, Larynx und unauffälliger Zahnstatus Labor: CRP mit 5,48 mg/dl ↑ erhöht, keine weiteren Entzündungszeichen im Labor. Diagnose: V. a. grippalen Infekt.“ Schlechter Schlaf, Unruhe, Nervosität Häufigerer Stuhlgang als früher, jedoch keine Durchfälle Vorerkrankungen: allergisches Asthma bronchiale und eine Pollenallergie Medikamente: Salbutamol-Spray nach Bedarf u. Antihistaminikum (Pollenflugzeit) 10 Zigaretten pro Tag, trinkt gelegentlich Alkohol, Ø Drogen 	<ul style="list-style-type: none"> Psychovegetatives Syndrom möglich Leitsymptome: Hals- und Muskelschmerzen (seit einigen Wochen), erhöhte Stuhlfrequenz DD: Entzündungen der Schilddrüse 										
2	Weitere spezifische Anamnese II	-	<ul style="list-style-type: none"> Starke Halsschmerzen mit Ausstrahlung in beide Kiefergelenke Nicht an Augen, Haaren, Haut, Schluckbeschwerden, Herzrasen bzw. -stolpern gedacht Hitzewallungen Familienanamnese: Kropf bei Mutter und Großmutter Schwere Bronchitis vor etwa 2 Monaten mit Einnahme von Antibiotika Keine Jodexposition in Form von Kontrastmitteln oder jodhaltigen Medikamenten. Gewichtsabnahme von 2 kg in den vergangenen Wochen und Zunahme Appetit 	<ul style="list-style-type: none"> Weitere Anamnese: Fragen nach Jodexposition in der Vergangenheit, Infektionen in letzter Zeit und nach Gewichtsabnahme und Appetitsteigerung 										
3	Körperliche Untersuchung	-	<ul style="list-style-type: none"> Übergewichtiger Mann (178 cm, 94 kg), leicht reduzierter AZ, HF 92 /min, regelmäßig, RR 138/85 mmHg, AF 12/min, Temperatur axillär 38,1°C Leicht vergrößerte, derbe und beidseits druckschmerzhaft Schilddrüse Ø Vergrößerte Lymphknoten, Rachen und die Mundhöhle sind reizlos Auskultatorisch sind Ø Lunge und Herz unauffällig. Auch die körperliche Untersuchung von Ø Abdomen und Ø Extremitäten ist ohne pathologischen Befund. Ø Augenuntersuchung, Fingerperimetrie ergibt keine Gesichtsfeldausfälle Nierenlager frei Die orientierende Ø neurologische Untersuchung und die Haut sind ebenfalls unauffällig 	<ul style="list-style-type: none"> Verdachtsdiagnose Hyperthyreose bei entzündlicher Schilddrüsenerkrankung Anordnung Labor: TSH, freie Schilddrüsenhormone, fT4, Blutbild mit Differentialblutbild, das CRP oder BSG, Nierenrennwertwerte und die Leberwerte 										
4	Labor	-	<ul style="list-style-type: none"> TSH basal < 0,01 ↓ (NW: 0,3-3,5 µU/ml) fT4 2,45 ↑ (NW: 0,8-1,8 ng/dl) Blutsenkungsgeschwindigkeit ↑ von 60 mm in der 1. Stunde (NW: < 10mm/1.Std) Leukozyten 10,3 (NW: 4,0-11,0 G/l) Erythrozyten 4,7 T/l (NW: 4,2-5,1 T/l) Thrombozyten 274 G/l (NW: 150-440 G/l) Differentialblutbild: 61% Segmentierte ↓ (NW: 40-70%), 2% Eosinophile (NW:2-4%), 1% Basophile ↑ (NW: 0-2%), 6% Monozyten ↑ (NW:4-10%), 30% Lymphozyten (NW: 25-40%) Hämoglobin 12,4 (NW: 14-18 g/dl) ØGOT, Gamma-GT, Kreatinin und Harnstoff im Normbereich 	<ul style="list-style-type: none"> Basales TSH supprimiert, fT4 im Gegensatz dazu deutlich erhöht (manifeste Hyperthyreose) Die Sturzsenkung ohne Leukozytose oder Linksverschiebung im Differentialblutbild (Erhöhung des Anteils der Vorstufen der Granulozyten im peripheren Blut) spricht am ehesten für eine subakute Thyreoiditis de Quervain Anordnung: Sonografie 										
5	Bildgebung (Sonografie)	-	<ul style="list-style-type: none"> Diffus vergrößerte Schilddrüse mit einem Volumen rechts von 14 ml und links von 15 ml. Unregelmäßige, echoarme Infiltrate in den betroffenen Arealen Duplexsonografie: Ø vermehrte Perfusion Ø Knoten in der Schilddrüse und suspekter Lymphknoten finden sich nicht 											

Tabelle 29: Fall 02b subakute Thyreoiditis de Quervain II, Hyperthyreose, Hr. Schiller, 46 Jahre

Fallvignette Hyperthyreose: M. Basedow mit endokriner Orbitopathie, Fr. Thissen, 52 Jahre

I. Anamnese (Teil I)

- ♀ Frau Thissen, 52 Jahre, Sekretärin
- Grund des Besuchs: Vorsorgeuntersuchung
- Berichtet über Herzrasen und immer wieder Herzstolpern
- Leistungsfähigkeit eingeschränkt
- Ödeme an beiden Beinen
- zitterige Hände
- starken Haarausfall
- vermehrtes Schwitzen
- Ø Medikamente
- 30 pack years (py), trinkt selten Alkohol

II. Spezifische Anamnese (Teil 2)

- Augen: schmerzen, tränen, starke Lichtempfindlichkeit
- Ø Druck- oder Engegefühl auf der Brust, keine Herzerkrankungen bekannt
- Ø Atemnot bei Belastung
- psychische Belastungen sind der Patientin ebenfalls nicht bewusst

III. Spezifische Anamnese (Teil 3)

- unregelmäßige Periode (zuletzt vor ca. zwei Wochen, Zyklusdauer zwischen 28 und 33 Tagen)
- Ø Keine Hormonersatztherapie
- letzte gynäkologische Kontrolluntersuchung vor ca. 3 Jahre
- Hitzewallungen und Schweißausbrüche.
- Ø Jodexposition (Kontrastmitteluntersuchungen, jodhaltige Medikamente)
- Ø familiäre Vorbelastung
- Ø Haut- oder Haarveränderungen sowie Verdauungsbeschwerden
- Gewichtsabnahme (in letzter Zeit, 2 kg abgenommen, trotz gesteigertem Appetit)
- Auge
 - wechselnd ausgeprägte Lidödeme
 - Fremdkörpergefühl
 - Ø Sehstörungen wie Doppelbilder
 - leichtes Hervorquellen der Augäpfel

IV. Körperliche Untersuchung (KU)

- schlanke Frau (155 cm, 52 kg), reduzierter AZ
- unregelmäßigen Puls mit einer Frequenz von 100-135/min, ohne Pulsdefizit
- Vitalwerte: RR: 110/70 mmHg, AF: 16/min, Temperatur 35,9°C.↓
- Auskultatorisch sind Lunge und Herz ansonsten unauffällig
- Halsvenen sind nicht gestaut
- tastbar vergrößerte Schilddrüse ohne Knoten
- beidseitiger Exophthalmus mit Blickhemmung nach oben sowie einer Lidretraktion
- neurologische Untersuchung: feinschlägigen Tremor
- unteren Extremitäten: leichte wegdrückbare Ödeme an beiden Knöcheln, die peripheren Pulse sind allseits palpabel
- Haut fühlt sich warm und eher feucht an
- EKG: tachykardes Vorhofflimmern

Technische Untersuchungen

V. Labor

- TSH basal 0,03 µU/ml
(NW: 0,3-4,0 µU/ml)
- fT4 4,12 ng/dl↑
(NW: 0,8-1,8 ng/dl)
- TSH-Rezeptorantikörper (TRAK) 15,4 U/l↑↑
(Normwert < 1,0 U/l).
- Blutbild:
 - Leukozyten 8,2 G/l
(NW: 4,0-11,0 G/l),
 - Erythrozyten 4,8 T/l
(NW: 4,2-5,1 T/l)
 - Hämoglobin 12,9 g/dl
(NW: 12,0-16,0 g/dl)
 - Thrombozyten 253 G/l
(NW: 150-440 G/l)
- GOT 22 U/l
(NW: < 33 U/l)
- Gamma-GT 36 U/l
(NW: < 38 U/l)
- Kreatinin 0,8 mg/dl
(NW: 0,5-1,0 mg/dl)
- Harnstoff 17 mg/dl
(NW: 9-23 mg/dl)
- LH 15 U/l, FSH 8 U/l

VI. Duplexsonographie

- vergrößerte Schilddrüse mit einem Volumen rechts von 20 ml und links von 15 ml (obere Referenzgrenze für Frauen 18 ml). Das Gewebe ist diffus echoarm ohne abgrenzbare Knoten. Außerdem fällt eine deutlich vermehrte Perfusion auf

Kodierleitfaden: Fall 03a M. Basedow mit Endokrine Orbitopathie (EO), Hyperthyreose, Fr. Thissen, 52 Jahre														
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber									
					1. Nierenschuldefehler,	2. Systemfehler (konstant),				3. Kognitive Fehler (variabel)				4. Motivation und Interaktion
						2.1 Ausstattung & Technik,	2.2 Misstände Organisation		2.3 In- und Befugnisse		3.1 Fehlendes Wissen/konzeptuelles Wissen	3.2 Fehlerhafte Informationssammlung	3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen	
2.2.1 Zeitmangel	2.2.2 Kapitalmangel	2.2.3 Informationsmangel	2.2.4 Rechte und Befugnisse											
1	Anamnese I	-	<ul style="list-style-type: none"> Fr. Thissen, 52 Jahre, Sekretärin Alle Untersuchungen in den letzten Jahren unauffällig Grund des Besuchs: Vorsorgeuntersuchung, häufig Herzrasen und immer wieder Arrhythmien, Leistungsfähigkeit eingeschränkt, Ödeme an beiden Beinen, zittrige Hände, starken Haarausfall, vermehrtes Schwitzen, Ø Medikamente, Raucherin: 30 pack years (py), trinkt selten Alkohol 	<ul style="list-style-type: none"> DD: Herzinsuffizienz, klimakterisches Syndrom, psychogene Ursache, Schilddrüsenüberfunktion 										
2	Anamnese II	-	<ul style="list-style-type: none"> Augen: schmerzen, tränen, starke Lichtempfindlichkeit Ø Druck- oder Engegefühl auf der Brust, keine Herzerkrankungen bekannt Ø Atemnot bei Belastung Psychische Belastungen sind der Patientin ebenfalls nicht bewusst 	<ul style="list-style-type: none"> Symptome zu Augen erfragen Sehstörungen wie Doppelbilder, geschwollene Augenlider oder ein Hervortreten der Augen, gehäuft Bindehautentzündungen Gewichtsabnahme Erhöhte Jodexposition Veränderungen: Haut, Haare Spezifisches Syndrom: Wärmeintoleranz Schilddrüsenerkrankungen Familie 										
3	Anamnese III	-	<ul style="list-style-type: none"> Unregelmäßige Periode (zuletzt vor ca. zwei Wochen, Zyklusdauer zwischen 28 und 33 Tagen), ØKeine Hormonersatztherapie, letzte gynäkologische Kontrolluntersuchung vor ca. 3 Jahren, Hitzewallungen und Schweißausbrüche, Ø Jodexposition (Kontrastmitteluntersuchungen, jodhaltige Medikamente), Ø familiäre Vorbelastung, ØHaut- oder Haarveränderungen sowie Verdauungsbeschwerden Gewichtsabnahme (in letzter Zeit, 2 kg abgenommen, trotz gesteigertem Appetit Auge: wechselnd ausgeprägte Lidödeme, Fremdkörpergefühl, Ø Sehstörungen wie Doppelbilder, leichtes Hervorquellen der Augäpfel 	<ul style="list-style-type: none"> Schilddrüse tasten und zu auskultieren Herz auskultieren (Rhythmus und Systolikum) Augenuntersuchung (Perimetrie) Periphere Ödeme ausschließen Tremor verifizieren Neurologische Untersuchung: Reflexe 										
4	Körperliche Untersuchung	-	<ul style="list-style-type: none"> Schlankte Frau (155 cm, 52 kg), reduzierter AZ, unregelmäßigen Puls mit einer Frequenz von 100-135/min, ohne Pulsdefizit, Vitalwerte: RR: 110/70 mmHg, die Atemfrequenz 16/min und die Temperatur 35,9°C. ↓, auskultatorisch sind Lunge und Herz ansonsten unauffällig, Halsvenen sind nicht gestaut, tastbar vergrößerte Schilddrüse ohne Knoten, beidseitiger Exophthalmus mit Blickhemmung nach oben sowie einer Lidretraktion, neurologische Untersuchung ist bis auf einen feinschlägigen Tremor unauffällig, Unteren Extremitäten: leichte wegdrückbare Ödeme an beiden Knöcheln, die peripheren Pulse sind allseits palpabel, Haut fühlt sich warm und eher feucht an EKG: tachykardes Vorhofflimmern 	<ul style="list-style-type: none"> DD: Arbeitsdiagnose endokrine Orbitopathie bei Immunthyreopathie vom Basedow-Typ Anordnung Labor: Basales TSH, fT4 Routinelabor: kleines Blutbild, Nieren- und Leberwerten TSH-Rezeptor-Antikörper (TRAK) 										
5	Labor	-	<ul style="list-style-type: none"> TSH basal 0,03 µU/ml (NW: 0,3-4,0 µU/ml), fT4 4,12 ng/dl† (NW: 0,8-1,8 ng/dl), TSH-Rezeptorantikörper (TRAK) 15,4 U/l†† (Normwert < 1,0 U/l), Blutbild: Leukozyten 8,2 G/l (NW: 4,0-11,0 G/l), Erythrozyten 4,8 T/l (NW: 4,2-5,1 T/l), Hämoglobin 12,9 g/dl (NW: 12,0-16,0 g/dl), Thrombozyten 253 G/l (NW: 150-440 G/l), GOT 22 U/l (NW: < 33 U/l), Gamma-GT 36 U/l (NW: < 38 U/l), Kreatinin 0,8 mg/dl (NW: 0,5-1,0 mg/dl), Harnstoff 17 mg/dl (NW: 9-23 mg/dl), LH 15 U/l, FSH 8 U/l 	<ul style="list-style-type: none"> Basales TSH ↓ supprimiert, während das fT4 ↑ erhöht ist. Außerdem sind die TSH-Rezeptorantikörper (TRAK) ↑↑ deutlich erhöht Anordnung: Schilddrüsensonografie 										
6	Bildgebung (Sonografie)	-	<ul style="list-style-type: none"> Vergrößerte Schilddrüse mit einem Volumen rechts von 20 ml und links von 15 ml (obere Referenzgrenze für Frauen 18 ml). Das Gewebe ist diffus echoarm ohne abgrenzbare Knoten. Außerdem fällt eine deutlich vermehrte Perfusion auf 	-										

Tabelle 30: Fall 03a M. Basedow mit endokriner Orbitopathie, Hyperthyreose, Fr. Thissen, 52 Jahre

Fallvignette Hyperthyreose: M. Basedow ohne endokrine Orbitopathie, Fr. Peter, 36 Jahre

I. Anamnese (Teil 1)

- ♀ Frau Ursula Peter, 36-jährige Werbekauffrau
- **mehrfach depressive Episoden**
- Medikamente:
- Serotoninwiederaufnahmehemmer (SSRI) zur Behandlung der Depression, Pille, Ø Rauchen, Ø Alkohol
- sportlich, belastbar
- **Zunehmend müde und erschöpft**
- **Schnelles Schwitzen**
- **Zunehmend weniger belastbar im Sport**
- **Nervosität, schlechter Schlaf**

II. Spezifische Anamnese (Teil 2)

- **3-4 Wochen etwa 5 kg Gewicht abgenommen**↓ (trotz vermehrtem Essen)
- Ø Diarrhoe, Obstipation, Schluckbeschwerden oder Übelkeit, Herzrasen oder –stolpern
- **Zwischenblutungen**

III. Spezifische Anamnese (Teil 3)

- Ø Jodexposition in Form von Kontrastmitteln oder jodhaltigen Medikamenten
- Familie: Keine Schilddrüsenerkrankungen bekannt
- Ø Augenveränderungen, Sehstörungen, Augentränen, vermehrte Trockenheit, Lichtempfindlichkeit, geschwollene Lider
- Ø Kopfschmerzen und Fieber
- **vermehrter Haarausfall**
- **Vermehrtes Schwitzen**
- **Hitzewallung**

IV. Körperliche Untersuchung (KU)

- Normalgewichtige Frau (170 cm, 66 kg), reduzierter AZ
- **HF 120 /min**↑, regelmäßig
- RR 125/60 mmHg
- AF 12/min
- Temperatur 36,7°C.
- Cor, Lunge o. B.: keine systolisches Herzgeräusch oder Stridor.
- Abdomen, Kopf/Hals o. B.
(Ø vergrößerte oder schwirrende Schilddrüse, Exophthalmus, Lidödeme, Konjunktivitiszeichen, Lidretraktion, Finger-perimetrie ergibt keine Gesichtsfeldausfälle oder Motilitätseinschränkungen, Schilddrüse ist palpatorisch unauffällig, kein Druckschmerz, keine Knoten, Nierenlager frei,
- Neurologie o. B.
- **unteren Extremitäten: diskrete Ödeme an beiden Knöcheln**
- die peripheren Pulse sind allseits palpabel
- **Haut fühlt sich warm und leicht feucht an**

Technische Untersuchungen

V. Labor

- **TSH basal < 0,01 µU/ml**↓
(NW: 0,3-3,5 µU/ml)
- **fT4 5,88 ng/dl**↑
(NW: 0,8-1,8 ng/dl)
- Blutbild: Leukozyten 5,7 G/l
(NW: 4,0-11,0 G/l),
- **Erythrozyten 3,6 T/l**↓
(NW: 4,2-5,1 T/l),
- **Hämoglobin 10,8 g/dl**↓
(NW: 12,0-16,0 g/dl),
- Thrombozyten 323 G/l
(NW: 150-440 G/l),
- GOT 24 U/l
(NW: < 33 U/l),
- **Gamma-GT 56 U/l**↑
(NW: < 38 U/l)
- Kreatinin 0,7 mg/dl
(NW: 0,5-1,0 mg/dl),
- Harnstoff 14 mg/dl
(NW: 9-23 mg/dl)

leichte mikrozytäre, hypochrome Anämie und eine Gamma-GT-Erhöhung im Rahmen der Hyperthyreose

VI. Duplexsonographie

- **gering vergrößerte Schilddrüse** mit einem Volumen rechts von 11 ml und links von 12 ml. Das **Gewebe ist echeinhomogen mit diffus fleckigen echoarmen Arealen ohne Knoten** deutliche **Hyperperfusion** im Sinne eines so genannten „thyroid inferno“

Kodierleitfaden: Fall 03b M. Basedow ohne Endokrine Orbitopathie (EO), Hyperthyreose, Fr. Peter, 36 Jahre																			
Reihenfolge	Art/Methode	Auswahl/Inhalt/Fragestellung	Befund Diagnostik: relevante Ergebnisse Fall	Musterlösung (Experten)	Fehlerkategorien modifiziert nach Graber														
					1. Niermandschuldefehler,	2. Systemfehler (konstant),				3. Kognitive Fehler (variabel)				4. Motivation und Interaktion					
						2.1 Ausstattung & Technik,	2.2 Missstände Organisation		2.2.1 Zeitmangel	2.2.2 Kapitalmangel	2.2.3 Informationsmangel	2.2.4 Rechte und Befugnisse	3.1 Fehlendes Wissen/konzeptuelles Wissen		3.2 Fehlerhafte Informationssammlung	3.3 Fehlerhafter Umgang mit Informationen	3.4 Fehlerhafte Verifizierung		
1	Anamnese I	-	<ul style="list-style-type: none"> Fr. Peter, 36 Jahre, Werbeauffrau Mehrfach depressive Episoden Medikamente: Serotoninwiederaufnahmehemmer (SSRI) zur Behandlung der Depression, Pille, Ø Rauchen, Ø Alkohol Sportlich, belastbar, zunehmend müde und erschöpft Schnelles Schwitzen, zunehmend weniger belastbar im Sport Nervosität, schlechter Schlaf 	<ul style="list-style-type: none"> Vermehrtes Schwitzen, Nervosität und verminderte Leistungsfähigkeit könnten für Schilddrüsenüberfunktion sprechen 															
2	Anamnese II	-	<ul style="list-style-type: none"> 3-4 Wochen etwa 5 kg Gewicht abgenommen (trotz vermehrtem Essen), Ø Diarrhoe, Obstipation, Schluckbeschwerden oder Übelkeit, Herzrasen oder –stolpern Zwischenblutungen 	<ul style="list-style-type: none"> Wärmeintoleranz, zentralnervöse Störungen wie beispielsweise Unruhe oder Nervosität, Haut- und Haarveränderungen, Augensymptome Kontrastmitteluntersuchungen Einnahme von jodhaltige Medikamenten 															
3	Anamnese III	-	Ø Jodexposition in Form von Kontrastmitteln oder jodhaltigen Medikamenten, Familie: Keine Schilddrüsenerkrankungen bekannt, Ø Augenveränderungen, Sehstörungen, Augentränen, vermehrte Trockenheit, Lichtempfindlichkeit, geschwollene Lider Ø Kopfschmerzen und Fieber, vermehrter Haarausfall, vermehrtes Schwitzen, Hitzewallung	<ul style="list-style-type: none"> Körperliche Untersuchung: Schilddrüse tasten und Schilddrüse und Herz auskultieren (Fokus: Herzrhythmus und ein systolisches Geräusch), Augenuntersuchung und periphere Ödeme 															
4	Körperliche Untersuchung	<ul style="list-style-type: none"> Herz Exophthalmus Lidödeme Konjunktivitiszeichen Lidretraktion Fingerperimetrie Gesichtsfeldausfälle Motilitätseinschränkungen Schilddrüse (Vergrößerung, Knoten, Druckschmerz) 	<ul style="list-style-type: none"> Normalgewichtige Frau (170 cm, 66 kg), Reduzierter AZ, Puls regelmäßig, HF 120 /min, RR 125/60 mmHg, AF 12/min Temperatur 36,7°C. Cor, Lunge o. B.: keine systolisches Herzgeräusch oder Stridor. Abdomen, Kopf/Hals o. B. (Ø vergrößerte oder schwirrende Schilddrüse, Exophthalmus, Lidödeme, Konjunktivitiszeichen, Lidretraktion, Fingerperimetrie ergibt keine Gesichtsfeldausfälle oder Motilitätseinschränkungen, Schilddrüse ist palpatorisch unauffällig, kein Druckschmerz, keine Knoten, Nierenlager frei Neurologie o. B., unteren Extremitäten diskrete Ödeme an beiden Knöcheln auf, die peripheren Pulse sind allseits palpabel, Haut fühlt sich warm und leicht feucht an 	<ul style="list-style-type: none"> Anordnung Labor: Basales TSH, Schilddrüsenhormonwert fT4 Kleines Blutbild Nierenretentionswerte Leberwerte Empfehlung, einen Gynäkologen aufzusuchen 															
5	Labor	-	TSH basal < 0,01 µU/ml ↓ (NW: 0,3-3,5 µU/ml), fT4 5,88 ng/dl ↑ (NW: 0,8-1,8 ng/dl), Blutbild: Leukozyten 5,7 G/l (NW: 4,0-11,0 G/l), Erythrozyten 3,6 T/l ↓ (NW: 4,2-5,1 T/l), Hämoglobin 10,8 g/dl ↓ (NW: 12,0-16,0 g/dl), Thrombozyten 323 G/l (NW: 150-440 G/l), GOT 24 U/l (NW: < 33 U/l), Gamma-GT 56 U/l ↑ (NW: < 38 U/l), Kreatinin 0,7 mg/dl (NW: 0,5-1,0 mg/dl), Harnstoff 14 mg/dl (NW: 9-23 mg/dl).	<ul style="list-style-type: none"> Leichte mikrozytäre, hypochrome Anämie Eine Gamma-GT-Erhöhung ↑ im Rahmen der Hyperthyreose. Anordnung: Schilddrüsenultraschall 															
6	Bildgebung (Sonografie)	-	gering vergrößerte Schilddrüse mit einem Volumen rechts von 11 ml und links von 12 ml. Das Gewebe ist echoinhomogen mit diffus fleckigen echoarmen Arealen ohne Knoten. deutliche Hyperperfusion im Sinne eines so genannten „thyroid inferno“	<ul style="list-style-type: none"> Hyperthyreose bei Immunthyreopathie vom Basedow-Typ Schilddrüsenzintigramm nicht nötig 															

Tabelle 31: Fall 03b M. Basedow ohne endokrine Orbitopathie, Hyperthyreose, Fr. Peter, 36 Jahre

Literaturverzeichnis

- Alkov, Robert A, Borowsky, Michael S, Williamson, Dana W, & Yacavone, David W. (1992). The effect of trans-cockpit authority gradient on Navy/Marine helicopter mishaps. *Aviation, space, and environmental medicine*.
- Anderson, Lorin W, & Krathwohl, David R. DR, et al (Eds.)(2001) A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. In: Allyn & Bacon. Boston, MA (Pearson Education Group).
- Artino, Anthony R, La Rochelle, Jeffery S, & Durning, Steven J. (2010). Second-year medical students' motivational beliefs, emotions, and achievement. *Medical education*, 44(12), 1203-1212.
- Auernhammer, CJ, & Reincke, M. (2018). Funktionsdiagnostik in der Endokrinologie. *Der Internist*, 59(1), 38-47.
- Baumeister, Roy, & Tierney, John. (2012). *Die Macht der Disziplin: Wie wir unseren Willen trainieren können*: Campus Verlag.
- Bell, JH, Harrison, DA, & Carr, B. (1995). Resuscitation skills of trainee anaesthetists. *Anaesthesia*, 50(8), 692-694.
- Benner, Ludwig. (1975). DECIDE in hazardous materials emergencies. *Fire Journal*, 69(4), 21-26.
- Berner, Eta S, & Graber, Mark L. (2008). Overconfidence as a cause of diagnostic error in medicine. *The American journal of medicine*, 121(5), S2-S23.
- Birnbach, DJ, Nevo, I, Scheinman, SR, Fitzpatrick, M, Shekhter, I, & Lombard, JL. (2010). Patient safety begins with proper planning: a quantitative method to improve hospital design. *BMJ Quality & Safety*, 19(5), 462-465.
- Bloom, Benjamin S. (1956). Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain. *New York: McKay*, 20-24.
- Bordage, G, & Page, G. (1987). *An Alternative Approach to PMP's: the "key features" concept. Further Developments in Assessing Clinical Competence*. Paper presented at the The Second Ottawa Conference on Assessing Clinical Competence. Anonymous. Ottawa, Can-Heal Publications.
- Bordage, Georges, Brailovsky, Carlos, Carretier, Huguette, & Page, Gordon. (1995). Content validation of key features on a national examination of clinical decision-making skills. *Academic Medicine*.
- Boshuizen, Henny PA, & Schmidt, Henk G. (2008). The development of clinical reasoning expertise. *Clinical reasoning in the health professions*, 3, 113-121.
- Boyd, J, Wu, Guosong, & Stelfox, H. (2017). The Impact of Checklists on Inpatient Safety Outcomes: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Journal of hospital medicine*, 12(8), 675-682.
- Braun, Leah T, Zwaan, Laura, Kiesewetter, Jan, Fischer, Martin R, & Schmidmaier, Ralf. (2017). Diagnostic errors by medical students: results of a prospective qualitative study. *BMC medical education*, 17(1), 1-7.
- Brennan, Troyen A, Leape, Lucian L, Laird, Nan M, Hebert, Liesi, Localio, A Russell, Lawthers, Ann G, . . . Hiatt, Howard H. (2004). Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients: results of the Harvard Medical Practice Study I. *BMJ Quality & Safety*, 13(2), 145-151.
- Carayon, Pascale. (2006). *Handbook of human factors and ergonomics in health care and patient safety*: CRC Press.
- Cerasoli, Christopher P, Nicklin, Jessica M, & Ford, Michael T. (2014). Intrinsic motivation and extrinsic incentives jointly predict performance: A 40-year meta-analysis. *Psychological bulletin*, 140(4), 980.

- Chapanis, Alphonse. (1951). Theory and methods for analyzing errors in man-machine systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*.
- Charlin, Bernard, Boshuizen, Henny PA, Custers, Eugene J, & Feltovich, Paul J. (2007). Scripts and clinical reasoning. *Medical education*, 41(12), 1178-1184.
- Charlin, Bernard, Tardif, Jacques, & Boshuizen, Henny PA. (2000). Scripts and medical diagnostic knowledge: theory and applications for clinical reasoning instruction and research. *Academic Medicine*, 75(2), 182-190.
- Chi, Michelene TH, Siler, Stephanie A, Jeong, Heisawn, Yamauchi, Takashi, & Hausmann, Robert G. (2001). Learning from human tutoring. *Cognitive science*, 25(4), 471-533.
- Cooper, Jeffrey B, Newbower, Ronald S, Long, Charlene D, & McPeck, Bucknam. (1978). Preventable anesthesia mishaps: a study of human factors. *Anesthesiology*, 49(6), 399-406.
- Croskerry, Pat. (2002). Achieving quality in clinical decision making: cognitive strategies and detection of bias. *Academic Emergency Medicine*, 9(11), 1184-1204.
- Croskerry, Pat. (2003). The importance of cognitive errors in diagnosis and strategies to minimize them. *Academic Medicine*, 78(8), 775-780.
- Croskerry, Pat. (2009). A universal model of diagnostic reasoning. *Academic Medicine*, 84(8), 1022-1028.
- Croskerry, Pat. (2013). From mindless to mindful practice—cognitive bias and clinical decision making. *N Engl J Med*, 368(26), 2445-2448.
- Derksen, Frans, Bensing, Jozien, & Lagro-Janssen, Antoine. (2013). Effectiveness of empathy in general practice: a systematic review. *Br J Gen Pract*, 63(606), e76-e84.
- Dobelli, Rolf. (2019a). *Die Kunst des klaren Denkens: 52 Denkfehler, die Sie besser anderen überlassen*: Piper ebooks.
- Dobelli, Rolf. (2019b). *Die Kunst des klugen Handelns: 52 Irrwege, die Sie besser anderen überlassen*: Piper ebooks.
- Dreyfus, HL, & Dreyfus, SE. (1986). Why skills cannot be represented by rules. *Advances in cognitive science*, 1, 315-335.
- Elstein, Arthur S, & Schwarz, Alan. (2002). Clinical problem solving and diagnostic decision making: selective review of the cognitive literature. *Bmj*, 324(7339), 729-732.
- Eva, Kevin W, & Norman, Geoffrey R. (2005). Heuristics and biases— a biased perspective on clinical reasoning. *Medical education*, 39(9), 870-872.
- Evans, Jonathan St BT, & Frankish, Keith. (2009). *In two minds: Dual processes and beyond* (Vol. 10): Oxford University Press Oxford.
- Fischer, MR. (2000). CASUS—An authoring and learning tool supporting diagnostic reasoning. *Zeitschrift für Hochschuldidaktik*, 1(1), 87-98.
- Gale, Janet, & Marsden, P. (1982). Clinical problem solving: the beginning of the process. *Medical education*, 16(1), 22-26.
- Gawande, Atul A, Thomas, Eric J, Zinner, Michael J, & Brennan, Troyen A. (1999). The incidence and nature of surgical adverse events in Colorado and Utah in 1992. *Surgery*, 126(1), 66-75.
- Gigerenzer, Gerd, & Gaissmaier, Wolfgang. (2006). *Denken und Urteilen unter Unsicherheit: Kognitive Heuristiken*: na.
- Giraud, THIERRY, Dhainaut, JEAN-FRANCOIS, Vaxelaire, JEAN-FRANCOIS, Joseph, THIERRY, Journois, DIDIER, Bleichner, GERARD, . . . Monsallier, JULIEN-FRANÇOIS. (1993). Iatrogenic complications in adult intensive care units: a prospective two-center study. *Critical care medicine*, 21(1), 40-51.
- Graber, Mark, Gordon, Ruthanna, & Franklin, Nancy. (2002). Reducing diagnostic errors in medicine: what's the goal? *Academic Medicine*, 77(10), 981-992.

- Graber, Mark L. (2009). Educational strategies to reduce diagnostic error: can you teach this stuff? *Advances in Health Sciences Education*, 14(1), 63-69.
- Graber, Mark L. (2011). Diagnostic error: the hidden epidemic. *Physician executive*, 37(6), 12.
- Graber, Mark L, Franklin, Nancy, & Gordon, Ruthanna. (2005). Diagnostic error in internal medicine. *Archives of internal medicine*, 165(13), 1493-1499.
- Graber, Mark L, Kissam, Stephanie, Payne, Velma L, Meyer, Ashley ND, Sorensen, Asta, Lenfestey, Nancy, . . . Singh, Hardeep. (2012). Cognitive interventions to reduce diagnostic error: a narrative review. *BMJ Qual Saf*, bmjqs-2011-000149.
- Graber, Mark L, Wachter, Robert M, & Cassel, Christine K. (2012). Bringing diagnosis into the quality and safety equations. *Jama*, 308(12), 1211-1212.
- Gräsel, Cornelia, & Mandl, Heinz. (1993). Förderung des Erwerbs diagnostischer Strategien in fallbasierten Lernumgebungen. *Unterrichtswissenschaft*, 21(4), 355-369.
- Gross, R, & Fischer, R. (1980). Diagnosen am Beispiel einer Medizinischen Klinik. *Diagnostik*, 13, 113-116.
- Hampton, John R, Harrison, MJ, Mitchell, John R, Prichard, Jane S, & Seymour, Carol. (1975). Relative contributions of history-taking, physical examination, and laboratory investigation to diagnosis and management of medical outpatients. *Br Med J*, 2(5969), 486-489.
- Hashem, Ahmad, Chi, Micheline TH, & Friedman, Charles P. (2003). Medical errors as a result of specialization. *Journal of biomedical informatics*, 36(1-2), 61-69.
- Hattie, John. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*: routledge.
- Hattie, John. (Dezember 2017). Hattie Ranking: 252 Influences And Effect Sizes Related To Student Achievement. Retrieved from <https://visible-learning.org/hattie-ranking-influences-effect-sizes-learning-achievement/>
- Hattie, John, Beywl, Wolfgang, & Zierer, Klaus. (2013). *Lernen sichtbar machen*: Schneider-Verlag Hohengehren.
- Hautz, Wolf E, Kämmer, Juliane E, Schaubert, Stefan K, Spies, Claudia D, & Gaissmaier, Wolfgang. (2015). Diagnostic performance by medical students working individually or in teams. *Jama*, 313(3), 303-304.
- Haynes, Alex B, Weiser, Thomas G, Berry, William R, Lipsitz, Stuart R, Breizat, Abdel-Hadi S, Dellinger, E Patchen, . . . Lapitan, Marie Carmela M. (2009). A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *New England Journal of Medicine*, 360(5), 491-499.
- Heitzmann, Nicole, Fischer, Frank, & Fischer, Martin R. (2018). Worked examples with errors: when self-explanation prompts hinder learning of teachers diagnostic competences on problem-based learning. *Instructional Science*, 46(2), 245-271.
- Helmreich, Robert L, & Wilhelm, John A. (1991). Outcomes of crew resource management training. *The International journal of aviation psychology*, 1(4), 287-300.
- Hollnagel, E. (1993). Reliability of cognition: foundations of human reliability analysis. In: London: Academic Press.
- Hollnagel, Erik. (1993). The phenotype of erroneous actions. *International Journal of Man-Machine Studies*, 39(1), 1-32.
- Jones, Philip M, Cherry, Richard A, Allen, Britney N, Jenkyn, Krista M Bray, Shariff, Salimah Z, Flier, Suzanne, . . . Wijeyesundera, Duminda N. (2018). Association between handover of anesthesia care and adverse postoperative outcomes among patients undergoing major surgery. *Jama*, 319(2), 143-153.
- Joseph, Guy-Marie, & Patel, Vimla L. (1990). Domain knowledge and hypothesis generation in diagnostic reasoning. *Medical Decision Making*, 10(1), 31-44.

- Kahneman, Daniel. (2012). *Schnelles Denken, langsames Denken*: Siedler Verlag.
- Kahneman, Daniel, Slovic, Stewart Paul, Slovic, Paul, & Tversky, Amos. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*: Cambridge university press.
- Kahneman, Daniel, & Tversky, Amos. (1973). On the psychology of prediction. *Psychological review*, 80(4), 237.
- Källberg, Ann-Sofie, Göransson, Katarina E, Florin, Jan, Östergren, Jan, Brixey, Juliana J, & Ehrenberg, Anna. (2015). Contributing factors to errors in Swedish emergency departments. *International emergency nursing*, 23(2), 156-161.
- Kassirer, Jerome P, & Kopelman, Richard I. (1989). Cognitive errors in diagnosis: instantiation, classification, and consequences. *The American journal of medicine*, 86(4), 433-441.
- Kassirer, Jerome P, & Kopelman, Richard I. (1991). Learning clinical reasoning.
- Kiesewetter, Jan, Schmidt-Huber, Marion, Netzel, Janine, Krohn, Alexandra C, Angstwurm, Matthias, & Fischer, Martin R. (2013). Evaluiertes Training von Führungskompetenzen in der medizinischen Aus-und Weiterbildung. *GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung*, 30(4).
- Klein, Jill G. (2005). Five pitfalls in decisions about diagnosis and prescribing. *Bmj*, 330(7494), 781-783.
- Klein, Katherine J, Ziegert, Jonathan C, Knight, Andrew P, & Xiao, Yan. (2006). Dynamic delegation: Shared, hierarchical, and deindividualized leadership in extreme action teams. *Administrative science quarterly*, 51(4), 590-621.
- Klein, Martin, Otto, Bärbel, Fischer, Martin R, & Stark, Robin. (2019). Fostering medical students' clinical reasoning by learning from errors in clinical case vignettes: effects and conditions of additional prompting procedures to foster self-explanations. *Advances in Health Sciences Education*, 24(2), 331-351.
- Kliegel, Matthias, & Martin, Mike. (2003). Prospective memory research: Why is it relevant? *International journal of psychology*, 38(4), 193-194.
- Klieme, Eckhard, & Leutner, Detlev. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 876-903.
- Kolodner, Janet L. (1992). An introduction to case-based reasoning. *Artificial intelligence review*, 6(1), 3-34.
- Konrad, Christoph, Schupfer, Guido, Wietlisbach, Markus, & Gerber, Helmut. (1998). Learning manual skills in anesthesiology: is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesthesia & Analgesia*, 86(3), 635-639.
- Kopp, Veronika, Möltner, Andreas, & Fischer, Martin R. (2006). Key-Feature-Probleme zum Prüfen von prozeduralem Wissen: Ein Praxisleitfaden. *GMS Z Med Ausbild*, 23(3), 2006-2023.
- Kopp, Veronika, Stark, Robin, & Fischer, Martin R. (2007). Förderung von Diagnosekompetenz in der medizinischen Ausbildung durch Implementation eines Ansatzes zum fallbasierten Lernen aus Lösungsbeispielen. *GMS Z Med Ausbild*, 24(2), 2007-2024.
- Krebs, René. (2004). Anleitung zur Herstellung von MC-Fragen und MC-Prüfungen für die ärztliche Ausbildung. *Bern: Institut für Medizinische Lehre IML, Abteilung für Ausbildungs-und Examensforschung AAE*.
- Kumar, Bharat, Kanna, Balavenkatesh, & Kumar, Suresh. (2011). The pitfalls of premature closure: clinical decision-making in a case of aortic dissection. *Case Reports*, 2011, bcr0820114594.
- Lanubile, Filippo, Shull, Forrest, & Basili, Victor R. (1998). *Experimenting with error abstraction in requirements documents*. Paper presented at the Proceedings Fifth International Software Metrics Symposium. Metrics (Cat. No. 98TB100262).

- Larkin, Jill, McDermott, John, Simon, Dorothea P, & Simon, Herbert A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208(4450), 1335-1342.
- Laux, T, Luiz, T, & Madler, C. (2009). Zentraler innerklinischer Notfallkoordinator. *Der Anaesthetist*, 58(9), 905-913.
- Lown, Bernard, Drews, Helga, & Gottstein, Ulrich. (2004). *Die verlorene Kunst des Heilens: Anleitung zum Umdenken* (Vol. 14): Suhrkamp Berlin.
- Lucchiari, Claudio, & Pravettoni, Gabriella. (2013). The role of patient involvement in the diagnostic process in internal medicine: a cognitive approach. *European journal of internal medicine*, 24(5), 411-415.
- Mamede, SÝlvia, van Gog, Tamara, van den Berge, Kees, Rikers, Remy MJP, van Saase, Jan LCM, van Guldener, Coen, & Schmidt, Henk G. (2010). Effect of availability bias and reflective reasoning on diagnostic accuracy among internal medicine residents. *Jama*, 304(11), 1198-1203.
- Marx, Daniel, & Richter, Linda. (2013). *Faktor Mensch: sicheres Handeln in kritischen Situationen*: MEDI-LEARN Verlag GbR.
- Mayring, Philipp. (2004). Qualitative content analysis. *A companion to qualitative research*, 1, 159-176.
- Mayring, Philipp. (2010). Qualitative inhaltsanalyse. In *Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie* (pp. 601-613): Springer.
- Mayring, Philipp. (2015). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 12., überarbeitete Auflage. Beltz. In: Weinheim.
- Metzger, Christoph, Waibel, Roland, Henning, Corinna, Hodel, Markus, & Luzi, Richard. (1993). Anspruchsniveau von Lernzielen und Prüfungen im kognitiven Bereich. *St. Gallen: Universität St. Gallen*.
- Mey, Günter, & Mruck, Katja. (2010). *Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie*: Springer.
- Miller, George E. (1990). The assessment of clinical skills/competence/performance. *Academic Medicine*, 65(9), S63-67.
- Mindnich, Anja, Wuttke, Eveline, & Seifried, Jürgen. (2008). Aus Fehlern wird man klug?: Eine Pilotstudie zur Typisierung von Fehlern und Fehlersituationen. In:
- Morey, John C, Simon, Robert, Jay, Gregory D, Wears, Robert L, Salisbury, Mary, Dukes, Kimberly A, & Berns, Scott D. (2002). Error reduction and performance improvement in the emergency department through formal teamwork training: evaluation results of the MedTeams project. *Health services research*, 37(6), 1553-1581.
- Müller, A. (2003). Fehlertypen und Fehlerquellen beim Physiklernen. Was weiß die Denkpsychologie. *Praxis der Naturwissenschaften–Physik in der Schule*, 52(1), 11-17.
- Norman, Donald A. (1981). Categorization of action slips. *Psychological review*, 88(1), 1.
- Norman, Donald A. (1988). *The psychology of everyday things*: Basic books.
- Norman, Geoffrey R, Monteiro, Sandra D, Sherbino, Jonathan, Ilgen, Jonathan S, Schmidt, Henk G, & Mamede, Silvia. (2017). The causes of errors in clinical reasoning: cognitive biases, knowledge deficits, and dual process thinking. *Academic Medicine*, 92(1), 23-30.
- Oser, Fritz, Hascher, Tina, & Spychiger, Maria. (1999). Lernen aus Fehlern Zur Psychologie des „negativen“ Wissens. In *Fehlerwelten* (pp. 11-41): Springer.
- Oser, Fritz, & Spychiger, Maria. (2005). *Lernen ist schmerzhaft: Zur Theorie des negativen Wissens und zur Praxis der Fehlerkultur*: Beltz.
- Page, Gordon, & Bordage, Georges. (1995). The Medical Council of Canada's key features project: a more valid written examination of clinical decision-making

- skills. *Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges*, 70(2), 104-110.
- Page, Gordon, Bordage, Georges, & Allen, Timothy. (1995). Developing key-feature problems and examinations to assess clinical decision-making skills. *Academic Medicine*, 70(3), 194-201.
- Paris, Scott G, Lipson, Marjorie Y, & Wixson, Karen K. (1983). Becoming a strategic reader. *Contemporary educational psychology*, 8(3), 293-316.
- Patel, Vimla L, & Groen, Guy J. (1991). The general and specific nature of medical expertise: A critical look. *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits*, 93-125.
- Peterson, MICHAEL C, Holbrook, JOHN H, Von Hales, D, Smith, NL, & Staker, LARRY V. (1992). Contributions of the history, physical examination, and laboratory investigation in making medical diagnoses. *Western Journal of Medicine*, 156(2), 163.
- Pierre, Michael St, & Hofinger, Gesine. (2014). *Human Factors und Patientensicherheit in der Akutmedizin*: Springer-Verlag.
- Pierre, Michael St, Hofinger, Gesine, & Buerschaper, Cornelius. (2014). *Human Factors und Patientensicherheit in der Akutmedizin*: Springer.
- Rasmussen, Jens. (1983). Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*(3), 257-266.
- Rasmussen, Jens. (1987). Cognitive control and human error mechanisms. In *New technology and human error*: Wiley.
- Reason, J. Human error. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- Reason, James. (1990). *Human error*: Cambridge university press.
- Reason, James. (1995). Understanding adverse events: human factors. *BMJ Quality & Safety*, 4(2), 80-89.
- Reason, James. (2000). Human error: models and management. *Bmj*, 320(7237), 768-770.
- Reason, James. (2016). *Managing the risks of organizational accidents*: Routledge.
- Redelmeier, Donald A. (2005). The cognitive psychology of missed diagnoses. *Annals of internal medicine*, 142(2), 115-120.
- Reimann, Peter. (1997). *Lernprozesse beim Wissenserwerb aus Beispielen: Analyse, Modellierung, Förderung*: Huber.
- Renkl, A, & Atkinson, RK. Cognitive skill acquisition: Ordering instructional events in examplebased learning. FE Ritter, J. Nerb, E. Lehtinen, T. O'Shea. *order to learn: How ordering effect in machine learning illuminate human learning and vice versa*.
- Renkl, Alexander. (2001). Explorative Analysen zur effektiven Nutzung von instruktionalen Erklärungen beim Lernen aus Lösungsbeispielen. *Unterrichtswissenschaft*, 29(1), 41-63.
- Rikers, Remy MJP, Loyens, Sofie MM, & Schmidt, Henk G. (2004). The role of encapsulated knowledge in clinical case representations of medical students and family doctors. *Medical education*, 38(10), 1035-1043.
- Risser, Daniel T, Simon, Robert, Rice, Matthew M, Salisbury, Mary L, & Morey, John C. (1999). A structured teamwork system to reduce clinical errors. *Error reduction in health care*, 235-278.
- Ryle, Gilbert. (1949). *The Concept of Mind* (London: Hutchinson).[1954] *Dilemmas*. In: Cambridge: Cambridge University Press.
- Sanghera, IS, Franklin, BD, & Dhillon, S. (2007). The attitudes and beliefs of healthcare professionals on the causes and reporting of medication errors in a UK Intensive care unit. *Anaesthesia*, 62(1), 53-61.

- Schacher, S, Glien, P, Kogej, M, & Gräff, I. (2019). Strukturierte Übergabeprozesse in der Notaufnahme. *Notfall+ Rettungsmedizin*, 22(1), 3-8.
- Schein, Edgar H. (2004). Organizational culture and leadership Third edition. In: LOSSEY-BASS.
- Schiff, Gordon D, Hasan, Omar, Kim, Seijeoung, Abrams, Richard, Cosby, Karen, Lambert, Bruce L, . . . Krosnjar, Nela. (2009). Diagnostic error in medicine: analysis of 583 physician-reported errors. *Archives of internal medicine*, 169(20), 1881-1887.
- Schmitt-Sausen, Nora. (2018). Qualitätssicherung: Mut zur Offenheit. *Dtsch Arztebl International*, 115(7), 284-287.
- Scott, Ian A. (2009). Errors in clinical reasoning: causes and remedial strategies. *BMJ: British Medical Journal (Online)*, 338.
- Seiderer-Nack, Julia, & Sternfeld, Angelika. (2012). *Anamnese und körperliche Untersuchung: 154 Tabellen*: Lehmanns Media.
- SGB, V. (2014). Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch (V)–Gesetzliche Krankenversicherung. *Fünftes Buch Sozialgesetzbuch–Gesetzliche Krankenversicherung–zuletzt geändert durch Artikel, 3*.
- Sharit, Joseph. (2006). Human error. *Handbook of human factors and ergonomics*, 708-760.
- Shojania, Kaveh G, Burton, Elizabeth C, McDonald, Kathryn M, & Goldman, Lee. (2003). Changes in rates of autopsy-detected diagnostic errors over time: a systematic review. *Jama*, 289(21), 2849-2856.
- Spiro, Rand J, Feltovich, Paul J, Feltovich, Paul L, Jacobson, Michael J, & Coulson, Richard L. (1991). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational technology*, 31(5), 24-33.
- Spychiger, Maria. (2004). Bitter, edel oder leicht? Ausführungen zum biografischen Lernen aus Fehlern. *Beitrag zum Jahreskongress der DGfE, SGBF und ÖFEB in Zürich zum Thema „Bildung über die Lebenszeit, 21, 24*.
- Stark, Robin. (1999). Lernen mit Lösungsbeispielen. *Einfluß unvollständiger Lösungsbeispiele auf Beispiellelaboration, Motivation und Lernerfolg*.
- Stark, Robin. (2001). Analyse und Förderung beispielbasierten Lernens–Anwendung eines integrativen Forschungsparadigmas. *München: Ludwig-Maximilians-Universität*.
- Stark, Robin, Gruber, Hans, Renkl, Alexander, & Mandl, Heinz. (2000). Instruktionale Effekte einer kombinierten Lernmethode. Zahlt sich die Kombination von Lösungsbeispielen und Problemlöseaufgaben aus? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 14(4), 206-218.
- Stark, Robin, Kopp, Veronika, & Fischer, Martin R. (2011). Case-based learning with worked examples in complex domains: Two experimental studies in undergraduate medical education. *Learning and Instruction*, 21(1), 22-33.
- Statistisches Bundesamt. (27. Februar 2020). Pressemitteilung Nr. 061 vom 27. Februar 2020. Retrieved from https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/02/PD20_061_4624_1.html
- Steinhardt, Gunnar, Hofinger, Gesine, Proske, Solveig, & Soll, Henning. 21-Decision-making models: FOR-DEC and beyond.
- Thaler, Richard H, & Sunstein, Cass R. (2009). *Nudge: Wie man kluge Entscheidungen anstößt*: Ullstein eBooks.
- Thammasitboon, Satid, & Cutrer, William B. (2013). Diagnostic decision-making and strategies to improve diagnosis. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 43(9), 232-241.

- Thammasitboon, Satid, Thammasitboon, Supat, & Singhal, Geeta. (2013). Diagnosing diagnostic error. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 43(9), 227-231.
- Triacca, Marie-Lucie, Gachoud, David, & Monti, Matteo. (2018). *Kognitive Aspekte medizinischer Fehler*. Paper presented at the Swiss Medical Forum.
- Valentin, Andreas, Capuzzo, Maurizia, Guidet, Bertrand, Moreno, Rui, Metnitz, Barbara, Bauer, Peter, & Metnitz, Philipp. (2009). Errors in administration of parenteral drugs in intensive care units: multinational prospective study. *Bmj*, 338, b814.
- Van Gog, Tamara, Paas, Fred, & Van Merriënboer, Jeroen JG. (2004). Process-oriented worked examples: Improving transfer performance through enhanced understanding. *Instructional Science*, 32(1-2), 83-98.
- VanLehn, Kurt, Siler, Stephanie, Murray, Charles, Yamauchi, Takashi, & Baggett, William B. (2003). Why do only some events cause learning during human tutoring? *Cognition and Instruction*, 21(3), 209-249.
- Vázquez-Costa, M, & Costa-Alcaraz, AM. (2013). Premature diagnostic closure: an avoidable type of error. *Revista Clínica Española (English Edition)*, 213(3), 158-162.
- Vincent, Christopher James, Li, Yunqiu, & Blandford, Ann. (2014). Integration of human factors and ergonomics during medical device design and development: It's all about communication. *Applied ergonomics*, 45(3), 413-419.
- Walia, Gursimran S, & Carver, Jeffrey C. (2013). Using error abstraction and classification to improve requirement quality: conclusions from a family of four empirical studies. *Empirical Software Engineering*, 18(4), 625-658.
- Wears, Robert L, Janiak, Bruce, Moorhead, John C, Kellermann, Arthur L, Yeh, Charlotte S, Rice, Matthew M, . . . Woolard, Robert. (2000). Human error in medicine: promise and pitfalls, part 1. *Annals of emergency medicine*, 36(1), 58-60.
- Weber, Christian Friedrich, Meybohm, Patrick, Marung, Hartwig, Schalk, Richard, Stehr, Sebastian, Gräsner, Jan-Thorsten, . . . Weber, Christian. (2018). *Erfahrungsschatz Notfallmedizin: 100 kritische Ereignisse, Fehler und Komplikationen*: Georg Thieme Verlag.
- Wehner, Theo, Mehl, Klaus, & Dieckmann, Peter. (2010). Handlungsfehler und Fehlerprävention. In *Arbeitspsychologie* (Vol. 1, pp. 785-820): Hogrefe.
- Wiley, Jennifer. (1998). Expertise as mental set: The effects of domain knowledge in creative problem solving. *Memory & cognition*, 26(4), 716-730.
- Williamson, JA, Webb, RK, Sellen, A, Runciman, WB, & Van der Walt, JH. (1993). Human failure: an analysis of 2000 incident reports. *Anaesthesia and intensive care*, 21(5), 678-683.
- Wright, D, Mackenzie, SJ, Buchan, I, Cairns, CS, & Price, LE. (1991). Critical incidents in the intensive therapy unit. *The Lancet*, 338(8768), 676-678.
- Xiao, Yan, Seagull, F Jacob, Mackenzie, Colin F, & Klein, Katherine. (2004). Adaptive leadership in trauma resuscitation teams: a grounded theory approach to video analysis. *Cognition, Technology & Work*, 6(3), 158-164.
- Zamora, Ángela, Suárez, José Manuel, & Ardura, Diego. (2018). Error detection and self-assessment as mechanisms to promote self-regulation of learning among secondary education students. *The Journal of Educational Research*, 111(2), 175-185.
- Zhang, Jiajie, Patel, Vimla L, Johnson, Todd R, & Shortliffe, Edward H. (2004). A cognitive taxonomy of medical errors. *Journal of biomedical informatics*, 37(3), 193-204.

Zwaan, Laura, de Bruijne, Martine, Wagner, Cordula, Thijs, Abel, Smits, Marleen, van der Wal, Gerrit, & Timmermans, Daniëlle RM. (2010). Patient record review of the incidence, consequences, and causes of diagnostic adverse events. *Archives of internal medicine*, *170*(12), 1015-1021.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorgehen in der medizinischen Diagnosestellung - vom Symptom zur Diagnose	14
Abbildung 2: Von der Fehlerursache zur Fehlererscheinung und der Zusammenhang von Bias und Heuristiken	17
Abbildung 3: Fehlerkategorien modifizierte Darstellung in Anlehnung an Graber et al. (M. Graber et al., 2002), (M. L. Graber et al., 2005)	24
Abbildung 4: Das "Schweizer-Käse-Modell": Dynamik der Unfallentstehung; eigene, modifizierte Darstellung in Anlehnung an Reason (James Reason, 1990), (James Reason, 1995), (James Reason, 2000).....	29
Abbildung 5: Vorgehen Fallbearbeitung bei der Interviewstudie.....	39
Abbildung 6: Prozess zur Eingrenzung der Problemstellung „Diagnosefehlern bei Novizen“	40
Abbildung 7: Stichprobenumfang teilstandardisierte Interviews nach Fällen und Experten, N = 10	41
Abbildung 8: Ableitung von Fehlern aus der Wissenspyramide und Übertragung auf die Graber-Fehlertaxonomie(Miller, 1990), (M. L. Graber et al., 2005)	47
Abbildung 9: Komplettes Studiendesign mit deduktiv-induktivem Vorgehen.....	51
Abbildung 10: Fehlerkategorien modifiziert nach Graber et al.	53
Abbildung 11: Relative Häufigkeit der Fehlernennungen nach Fehlerkategorie.....	54
Abbildung 12: Relative Häufigkeit der Fehlernennungen nach kognitiven und nicht-kognitiven Fehlern	54
Abbildung 13: Relative Häufigkeit der Fehlernennungen nach kognitiver und nicht-kognitiver Fehler in den Expertengruppen.....	66
Abbildung 14: Relative Häufigkeit der Fehlernennungen nach Fehlerkategorie und Expertengruppe.....	67
Abbildung 15: Gesamtanzahl der genannten Fehler nach Fehlerkategorie und Expertengruppe.....	67
Abbildung 16: Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Experteninterviewgruppen	69
Abbildung 17: Verhältnis von richtigen zu falschen Antworten im jeweiligen Testabschnitt, über alle Lernintervention hinweg	70
Abbildung 18: Fehlerhäufigkeit in Prozent nach Fehlerkategorie im Vor- und Nachtest sowie insgesamt.....	71
Abbildung 19: Verhältnis von richtigen zu falschen Antworten nach Lernintervention im Nachtest.....	72
Abbildung 20: Gegenüberstellung der Fehlerhäufigkeiten in Prozent (Experten-Fehlernennungen versus begangene Fehler im Studenten-Test).....	74
Abbildung 21: Übersicht der Fehlerentstehungsmöglichkeiten im Informationsgewinnungsprozess beim Diagnostizieren.....	78
Abbildung 22: Einflussgrößen, Kernschritte und nötige Implikationen für die richtige Diagnosestellung	92
Abbildung 23: Hormonachsen im Überblick mit Störungen	102

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über Fehlertaxonomien in der medizinischen Fehlerforschung in Anlehnung an M. Klein (internes Dokument).....	21
Tabelle 2: Demografische Daten der Interviewpartner	38
Tabelle 3: Aufbau quantitativer Test, studentische Stichprobe (N = 89).....	45
Tabelle 4: Stärken und Limitationen der Studie im Kurzüberblick	85
Tabelle 5: Leitsymptome und Beispiele für kritische Krankheitsbilder zum zielgerichteten Simulationstraining von Medizinstudierenden	94
Tabelle 6: Hilfreiche Fragen, um zum Leitsymptom und zur Arbeitsdiagnose zu gelangen.....	95
Tabelle 7: Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorien nach Lernbedingung Lösungsbeispiel	97
Tabelle 8: Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorien nach Lernbedingung Multiple Choice	97
Tabelle 9: Deskriptive Beschreibung der Fehlerkategorien nach Lernbedingung Reflektion	97
Tabelle 10: Deskriptive Beschreibung von Fehlerkategorie 3.1 nach Lernbedingung ...	98
Tabelle 11: Deskriptive Beschreibung von Fehlerkategorie 3.2 nach Lernbedingung ...	98
Tabelle 12: Deskriptive Beschreibung von Fehlerkategorie 3.3 nach Lernbedingung ...	98
Tabelle 13: Deskriptive Beschreibung von Fehlerkategorie 3.4 nach Lernbedingung ...	98
Tabelle 14: Einfluss der Lernbedingung auf die Fehlerkategorie 3.1	99
Tabelle 15: Einfluss der Lernbedingung auf die Fehlerkategorie 3.2	99
Tabelle 16: Einfluss der Lernbedingung auf die Fehlerkategorie 3.3	99
Tabelle 17: Einfluss der Lernbedingung auf die Fehlerkategorie 3.4	99
Tabelle 19: Gesamtergebnis computerbasierter Test nach Fehlerkategorie	100
Tabelle 20: Gesamtergebnis computerbasierter Test nach Lernbedingung	101
Tabelle 21: Fall Nierenarterienstenose I, Fr. Necic, 29 Jahre	104
Tabelle 23: Fall primärer Hyperaldosteronismus I, sek. Hypertonus, Hr. Schneider, 62 Jahre	108
Tabelle 24: Fall primärer Hyperaldosteronismus II, Aldosteronproduzierendes Nebennierenadenom, sek. Hypertonus, Hr. Obermeier, 49 Jahre	110
Tabelle 25: Fall Phäochromozytom I, Tumor NNM, sek. Hypertonus, Fr. Zettel, 48 Jahre.....	112
Tabelle 26: Fall Phäochromozytom II, Tumor NNM, sek. Hypertonus, Hr. Schuster, 52 Jahre	114
Tabelle 27: Fall 01a Struma nodosa mit multifokaler Autonomie, Hr. Dauner, 71 Jahre	117
Tabelle 28: Fall 01b Struma nodosa mit multifokaler Autonomie, Fr. Birnbacher, 43 Jahre	120
Tabelle 28: Fall 02a subakute Thyreoiditis de Quervain I, Hyperthyreose, Fr. Bittler, 28 Jahre.....	123
Tabelle 29: Fall 02b subakute Thyreoiditis de Quervain II, Hyperthyreose, Hr. Schiller, 46 Jahre.....	126

Tabellenverzeichnis

Tabelle 30: Fall 03a M. Basedow mit endokriner Orbitopathie, Hyperthyreose, Fr. Thissen, 52 Jahre	129
Tabelle 31: Fall 03b M. Basedow ohne endokrine Orbitopathie, Hyperthyreose, Fr. Peter, 36 Jahre.....	132

Abkürzungsverzeichnis

A

ANOVA..... Analysis of Variance

Abb..... Abbildung

AZ..... Allgemeinzustandsverschlechterung

B

bsp..... beispielsweise

bzgl..... bezüglich

bzw..... beziehungsweise

C

ca..... circa

CRW..... Crew Resource Management

D

d. h..... das heißt

E

et al..... et alii

etc..... et cetera

F

f..... folgende

G

ggf..... gegebenenfalls

GF..... Gesundheitsförderung

H

HMPS..... Harvard Medical Practice Study

I

i.d.R..... in der Regel

IOM..... Institutes of Medicine

IPAF..... Inspektion, Palpation, Perkussion, Auskultation, spez. Funktionsprüfung/ -test

L

LMU Ludwig-Maximilians-Universität München

P

PJ. praktisches Jahr

S

SD..... Schilddrüse

T

Tbl. Tabelle

U

UCMPS Utah and Colorado Medical Practice Study

usw. und so weiter

u. U. unter Umständen

V

v. a. vor allem

vgl..... vergleiche

vs. versus

Z

z. B. zum Beispiel

z. T..... zum Teil

Danksagung

Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen des DFG-Projekts DiKomMed (Ansätze zur Förderung der Diagnosekompetenz von Medizinstudierenden) entstanden und wurde im Jahr 2022 als Dissertation am Institut für Medizindidaktik der Ludwig-Maximilians-Universität München, angenommen. Die Dissertation, genauso wie das DFG-Forschungsprojekt, ist eine Kooperation mit dem Lehrstuhl für Bildungswissenschaften der Universität des Saarlandes, Saarbrücken.

Besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. Martin Fischer, der mir diese Arbeit ermöglichte und jederzeit bei Fragen mit präzisen Anregungen zur Seite stand. Ebenso möchte ich mich bei Prof. Dr. Robin Stark bedanken, der es immer wieder schaffte durch kritischen Austausch und kreative Ideen die Arbeit und das DFG-Projekt voranzubringen. Meinen persönlichen Betreuern Dr. Nicole Heitzmann, Dr. Veronika Kopp und Dr. Martin Klein möchte ich einen besonderen Dank und meine allergrößte Hochachtung aussprechen: Für alle Unwägbarkeiten hattet ihr immer innovative Vorschläge, Ideen und konstruktive Gedanken, welche mich motivierten. Ohne euch wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Meinem langjährigen und engen Freund Wolfgang möchte ich des Weiteren danken. Er war mit seinen wertvollen Denkanstößen und konstruktiven Kritiken immer präsent. Weiterhin möchte ich meinem Studienfreund Marius für die vielen, oft langen Gespräche, Aufmunterungen und zahlreichen praktischen Tipps danken.

Meiner lieben Schwester Johanna möchte ich von ganzen Herzen Dank aussprechen für die moralische Unterstützung, die zahlreichen Ermutigungen und zielführende Motivation, die durchaus regelmäßig mit Nachdruck erfolgte.

Besonderer Dank gilt meiner Traumfrau Friederike, die ich über alles liebe und die mich ins Leben entführte. Die vielfältigen Entlastungen zu Hause, die Ruhe, Zuversicht und Gelassenheit waren entscheidend, um dieses Vorhaben zum Erfolg zu führen. Ebenso möchte ich meinen kleinen Sohn Titus und meine kleine Tochter Malia dankend umarmen. Eure fröhliche und aufgeweckte Art hat mir meine Schreibpausen täglich versüßt. Zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern und meinen weiteren Geschwistern Frieder und Christoph bedanken, die immer an mich glaubten, mich regelmäßig herausforderten und mir vieles im Leben erst ermöglicht haben.