

Aus dem Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin

Institut der Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. Martin Fischer, MME (Bern)

**Clinical Case Discussions –  
ein vielversprechender Ansatz zur Förderung des  
Clinical Reasoning in der ärztlichen Ausbildung?**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Benedikt Lenzer

aus Lauingen (Donau)

2019

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Martin Fischer, MME (Bern)

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Dennis Nowak  
Prof. Dr. Jens Waschke  
Prof. Dr. Andreas Straube  
Prof. Dr. Martin Reincke

Mitbetreuung durch die  
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Marc Weidenbusch und  
Dr. phil. Jan Zottmann

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

Tag der mündlichen Prüfung: 19.12.2019

### Danksagung:

An erster Stelle möchte ich mich herzlich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Martin Fischer bedanken. Er hat dieses große Projekt über Jahre stets mit offenem Ohr und großer Expertise begleitet. Für jede schwierige Situation und jede Frage konnte immer eine Lösung gefunden werden. Sein Vertrauen in das Gelingen dieser Arbeit war große Hilfe und Motivation zugleich. Weiterhin möchte ich meinen Betreuern Dr. med. Marc Weidenbusch und Dr. phil. Jan Zottmann für ihren unermüdlichen Einsatz zum Gelingen dieser Arbeit sehr herzlich danken. Ebenso gilt mein Dank allen Mitarbeitern des Instituts für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin - ohne deren Mithilfe das Projekt nie soweit gekommen wäre. Christian Strobel, PhD, Prof. Maximilian Sailer, Prof. Dr. med. Ralf Schmidmaier sowie Christian Ghanem, PhD danke ich ebenso wie Gisela Brunmeier und den Teams des ZeUS und Lehre@LMU für die tatkräftige Mithilfe und den kompetenten Rat. Ausdrücklich möchte ich mich bei Nora Koenemann, Tobias Steffen, Simone Reichert, Sandra Petrenz, Fabian Haak, Björn Stolte, Simon Berhe, Bastian Brandt und Thomas Lautz vom Team der Clinical Case Discussions für die große Unterstützung bei der Durchführung dieses Forschungsvorhabens bedanken. Ebenso gebührt meiner Familie großer Dank, denn deren Rückhalt war mir eine wichtige Stütze. Zum Abschluss möchte ich meine Dankbarkeit gegenüber allen studentischen Teilnehmenden dieser Studie ausdrücken, da deren Teilnahmebereitschaft und -disziplin die Grundlage dieser Doktorarbeit ist.

„Conference maketh the ready man, and this is one of the main characteristics of a  
good physician - he is a ready man“

(Cannon, 1900)

Ich widme diese Doktorarbeit meiner Familie



---

## Zusammenfassung

Einleitung: Die intensivere Förderung der medizinischen Kernkompetenz des Clinical Reasoning ist vor dem Hintergrund gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Veränderungen notwendig. Die Frage, welche Formate das Clinical Reasoning am besten fördern und welche Methoden Clinical Reasoning reliabel messen, ist bislang unzureichend beantwortet. In dieser Dissertation werden Clinical Case Discussions (CCD) als Lehrformat zur Förderung des Clinical Reasoning sowie eine auf acht epistemischen Aktivitäten beruhende Analyseverfahren für Clinical Reasoning-Prozesse vorgestellt.

Studiendesign – Material & Methoden: In dieser zweiteiligen Studie wird die Effektivität von Clinical Case Discussions mittels nach sozialer Interaktion abgestuften und anhand moderner Konzepte zu den experimentellen Formaten ausgestalteten Papier-Fällen, Video-CCD und Live-CCD untersucht. Darüber hinaus wird die Entwicklung und Validierung einer innovativen Analyseverfahren für live ablaufende Clinical Reasoning-Prozesse vorgestellt. Mittels dieser Analyseverfahren werden Transkripte von drei Live-CCD-Sessions kodiert und ausgewertet.

Ergebnisse: Es konnte gezeigt werden, dass die Effektivität der CCD-Formate mit zunehmendem sozialem Interaktionsniveau ansteigt (Papier-Fälle < Video-CCD < Live-CCD). Durch den erfolgreichen Einsatz der innovativen und reliablen Analyseverfahren konnten detaillierte Clinical Reasoning-Prozesse in einer live ablaufenden Diskussion registriert werden. Dabei zeigte sich, dass die Live-CCD auf Seiten der Studierenden zur Beschäftigung mit für das Clinical Reasoning entscheidenden Prozessen führt.

Diskussion: Der Lehransatz der Clinical Case Discussion erwies sich in jedem der drei untersuchten Formate als effektiver Ansatz zur Förderung des Clinical Reasoning. Es zeigte sich, dass das soziale Interaktionsniveau entscheidenden Einfluss auf den Lernerfolg hat und somit der Einsatz der Live-CCD bevorzugt empfohlen werden kann. Die Studie konnte darüber hinaus Erkenntnisse zur gelungenen Organisation, den Abläufen und den hinter den Lernerfolgen stehenden Mechanismen der Formate liefern. Die Entwicklung der innovativen Analyseverfahren stellt eine weitreichende Verbesserung dar, um detaillierte Reasoning-Prozesse live zu erfassen. Dank dieser reliablen Methode konnte die Live-CCD charakterisiert und dabei gezeigt werden, dass unerfahrene Studierende weitere Unterstützung bei Reasoning-Prozessen benötigen.

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	V
<b>1...Zielsetzung der Arbeit.....</b>	<b>1</b>
<b>2...Problemstellung &amp; Hintergründe zum Clinical Reasoning.....</b>	<b>1</b>
2.1 Notwendigkeit einer verbesserten medizinischen Ausbildung mit Fokus auf Clinical Reasoning .....	1
2.2 Clinical Reasoning als Kernkompetenz ärztlichen Denkens und Handelns...	2
2.3 Theorien zur Entwicklung des Clinical Reasoning .....	7
2.4 Messung des Clinical Reasoning.....	9
2.5 Lehr- & Lernkonzepte zur Förderung des Clinical Reasoning .....	11
2.5.1 Fallbasiertes Lernen.....	14
2.5.2 Peer-Teaching & Peer-Learning.....	17
2.5.3 Video-Lernen.....	17
2.5.4 Lernen mit gedruckten Fällen oder Lehrbüchern .....	18
2.5.5 Das Präsenz-Gruppendiskussions-Format Clinical Case Discussion .....	19
<b>3...Forschungsfragen .....</b>	<b>21</b>
<b>4...Methoden.....</b>	<b>23</b>
4.1 Der Lehransatz Clinical Case Discussion .....	23
4.1.1 Fälle des New England Journal of Medicine .....	23
4.1.2 Struktur der Clinical Case Discussions .....	24
4.2 Mediale Repräsentation der CCD in drei Formaten.....	26
4.2.1 Präsenz-Gruppendiskussions-Format (Live-CCD).....	26
4.2.2 Video-Podcast-Bearbeitung (Video-CCD).....	29
4.2.3 Papier-Fall-Bearbeitung (Papier-Fälle).....	30
4.3 Durchführung des Laborexperiments.....	32
4.3.1 Studiendesign und Ablauf .....	32
4.3.2 Fallzahlberechnung .....	35
4.3.3 Probandenakquise und Matching.....	35
4.4 Materialien und Datenerhebung.....	37
4.4.1 Videoaufnahmen und Podcast-Produktion.....	37
4.4.2 Fragebögen zu Soziodemographie, Akzeptanz & Durchführbarkeit .....	38
4.4.3 Klinischer Wissenstest .....	38
4.5 Inhaltsanalytische Erfassung des Clinical Reasoning.....	41
4.5.1 Transkription & Segmentierung der Daten .....	41

---

4.5.2 Entwicklung & Anwendung des Clinical Reasoning-Kodierschemas .....	43
4.6 Statistische Methoden.....	44
<b>5...Ergebnisse .....</b>	<b>45</b>
5.1 Das Niveau der sozialen Interaktion bei einer Teilnahme an der Clinical Case Discussion wirkt sich auf die Clinical Reasoning-Kompetenz von Medizinstudierenden aus .....	45
5.2 Weitere subjektive Faktoren beeinflussen den Lernerfolg der Clinical Case Discussion-Formate .....	47
5.2.1 Bearbeitungszeit und subjektive Bewertung der Lernziele und persönlichen Resultate durch die Teilnehmenden .....	47
5.2.2 Spezifische Betrachtung der Live-CCD .....	48
5.2.3 Spezifische Betrachtung Video-CCD .....	49
5.2.4 Spezifische Betrachtung Papier-Fälle .....	51
5.3 Epistemische Aktivitäten des Clinical Reasoning-Prozesses lassen sich im Kontext der Clinical Case Discussion reliabel inhaltsanalytisch erfassen.....	52
5.4 Die Kursstruktur und die Teilnehmerrollen wirken sich auf die Verteilung der epistemischen Aktivitäten des Clinical Reasoning-Prozesses in der Clinical Case Discussion aus.....	54
<b>6...Diskussion .....</b>	<b>62</b>
6.1 Diskussion der Clinical Case Discussions .....	63
6.1.1 Diskussion der Effektivität der Formate in der Vermittlung der Clinical Reasoning-Kompetenz und der zugrundeliegenden Mechanismen.....	65
6.2 Diskussion des Kodierschemas zur inhaltsanalytischen Erfassung des Clinical Reasoning.....	76
6.3 Diskussion der Verteilung epistemischer Aktivitäten .....	80
6.4 Charakterisierung der Live-CCD .....	83
6.5 Limitationen und Stärken .....	84
<b>7...Literaturverzeichnis .....</b>	<b>86</b>
<b>8...Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>94</b>
<b>9...Abkürzungen.....</b>	<b>97</b>
<b>10 Veröffentlichungen.....</b>	<b>98</b>
<b>11 Anhang .....</b>	<b>99</b>

**Vorbemerkung:** In dieser Doktorarbeit wird soweit wie möglich eine genderneutrale Sprache verwendet. Da oftmals keine präzisen deutschen Übersetzungen von Fachbegriffen existieren, bleibe ich weitgehend bei der verbreiteten und anerkannten englischen Fachterminologie. Darüber hinaus verwende ich englische Begriffe zur Beschreibung der CCD, da der Kurs in englischer Sprache durchgeführt wurde.

## **1 Zielsetzung der Arbeit**

Diese Forschungsarbeit verfolgt mehrere Ziele. Zuerst soll die Wirksamkeit des Lehransatzes „Clinical Case Discussions“ (CCD) in der Förderung der Clinical Reasoning-Kompetenz in drei verschiedenen experimentellen Formaten quantitativ verglichen werden. Zweitens soll eine innovative Analyseverfahren für die kognitiven Reasoning-Prozesse der Teilnehmenden entwickelt und validiert werden. Mit den Ergebnissen dieses qualitativ-basierten quantitativen Ansatzes soll in Kombination mit den Resultaten des Format-Vergleichs die Präsenz-Gruppendiskussion (Live-CCD) genauer charakterisiert werden [1].

## **2 Problemstellung & Hintergründe zum Clinical Reasoning**

### **2.1 Notwendigkeit einer verbesserten medizinischen Ausbildung mit Fokus auf Clinical Reasoning**

Ausgehend von einer sich aufgrund gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Veränderungen wandelnden Medizin befindet sich die medizinische Ausbildung in einer Umbruchphase. Diese Veränderungen werden unter anderem von der dringenden Notwendigkeit getrieben, mehr Medizinstudierende auszubilden und diese besser auf die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts vorzubereiten [2]. Die veränderten Anforderungen gehen mit der demographischen Entwicklung, mit einer Zunahme der Patientenzahlen sowie einer gleichzeitigen Überalterung der Ärzteschaft einher, welche zu einem gut untersuchten, vorhersehbaren Mangel an Medizinern führen [3-5]. Zur selben Zeit verändert sich durch den Ärztemangel in ländlichen Regionen, die Ressourcenknappheit und die Zunahme von Notaufnahmebesuchen die medizinische Versorgungsstruktur [6, 7]. Zusätzlich wandelt sich die gewohnte Arbeitsweise der Ärzte

---

und Ärztinnen durch die voranschreitende Digitalisierung [8]. Im deutschen Gesundheitswesen stehen den regelmäßig über 50.000 Bewerbern für das Medizinstudium jedoch nur ca. 13.000 Studienplätze zur Verfügung. Zusammen mit der neuen medizinischen Fakultät Augsburg bieten insgesamt 36 staatliche und sechs nichtstaatliche Universitäten diese Studienplätze an [9, 10].

Als Reaktion auf diese Herausforderungen wurden politische Reformpläne wie der „Masterplan 2020“ angestoßen und Lernzielkataloge (NKLM) neu formuliert [11, 12]. Eine größere Ausrichtung auf den Erwerb von Kompetenz, ebenso wie die verstärkte wissenschaftliche Orientierung des Studiums rücken dabei weiter in den Vordergrund. Die Universitäten stehen daher unter konstantem Druck, diesen Entwicklungen mit reformierten Curricula und den effektivsten Lehrformaten zu begegnen.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen wird deutlich, dass die Förderung der Kompetenz zu wohlüberlegten, an Evidenz-ausgerichteten klinischen Entscheidungen zu kommen, für Ärzte und Ärztinnen an Dringlichkeit zunimmt [8, 13, 14].

## **2.2 Clinical Reasoning als Kernkompetenz ärztlichen Denkens und Handelns**

Um in der Wissensgesellschaft zu bestehen und insbesondere den sich verändernden Anforderungen und Veränderungen moderner Gesellschaften zu begegnen, ist die Fähigkeit für Ärzte und Ärztinnen wissenschaftlich zu denken und zu argumentieren elementar [10, 13]. Obermeyer konstatiert (Obermeyer/Lee 2017, S. 1209 [8]): „Medizinisches Denken ist weitgehend komplexer geworden, es spiegelt den Wandel unserer Patienten, unseres Gesundheitssystems und der medizinischen Wissenschaft wieder.“ Zu Anfang dieses Jahrhunderts sehen wir eine starke Zunahme von Algorithmus-basierten Entscheidungen, doch es wäre „gefährlich, (menschliches) klinisches Denken zu ignorieren“. Es geht vielmehr darum, das ärztliche, in Zukunft wohl auch von Big-Data-Anwendungen unterstützte, klinische Denken zum Wohl des Patienten zu verbessern.

Clinical Reasoning (CR) umfasst ein komplexes Set an Fähigkeiten, welches die Anwendung von Wissen zum Sammeln und Integrieren von Informationen umfasst, um schlussendlich zu einer Diagnose und einem Management-Plan zu kommen [15].

Ein wesentlicher Pfeiler medizinischer Ausbildung ist daher die Förderung dieser essenziellen ärztlichen Kompetenz, zu den bestmöglichen klinischen Entscheidungen zu

---

gelangen [13]. Besonders wird dies vor dem Hintergrund einer zunehmend Evidenz-basierten Medizin deutlich [16]. Beispielhaft erkennbar wird dies an der Notwendigkeit Vorgaben aus allgemein gehaltenen Leitlinien auf den individuellen Patienten anzupassen. Gleichzeitig nimmt in der Forschung und gesellschaftlichen Wahrnehmung die Bedeutung fehlerhaften Reasonings und den damit assoziierten Folgen für die Gesundheitssysteme und Patienten zu, da schätzungsweise bis zu 15% aller Diagnosen fehlerhaft sind [17-20].

Bislang gibt es keine alleinstehende, allgemein akzeptierte Definition des CR. Unter CR werden verschiedene Teilkompetenzen wie zum Beispiel die Diagnose-Effizienz [21] oder die Problemlösefähigkeit subsumiert [22]. Weit verbreitete Definitionen zielen auf die kognitiven Fähigkeiten des Arztes ab: "Clinical Reasoning ist die wesentliche Aufgabe des Arztes; optimale Patienten-Versorgung hängt von (...) gedankenreicher Analyse ab" [23] oder "Clinical Reasoning kann als das Durchdenken der verschiedenen Aspekte der Patientenversorgung beschrieben werden, das zu einer vernünftigen Entscheidung bezüglich der Prävention, Diagnose oder Behandlung eines klinischen Problems bei einem spezifischen Patienten führt" [24].

Es bildet sich jedoch heraus, dass diese kognitive CR-Kompetenz für Ärzte und Ärztinnen nicht nur entscheidend ist, um wissenschaftliche Evidenz in die praktische medizinische Arbeit zu integrieren. Sie sind auch eine Grundvoraussetzung, um neue Erkenntnisse und Entwicklungen zu verstehen und sich so neues Wissen anzueignen.

#### *Clinical Reasoning als Sonderform von Scientific Reasoning and Argumentation:*

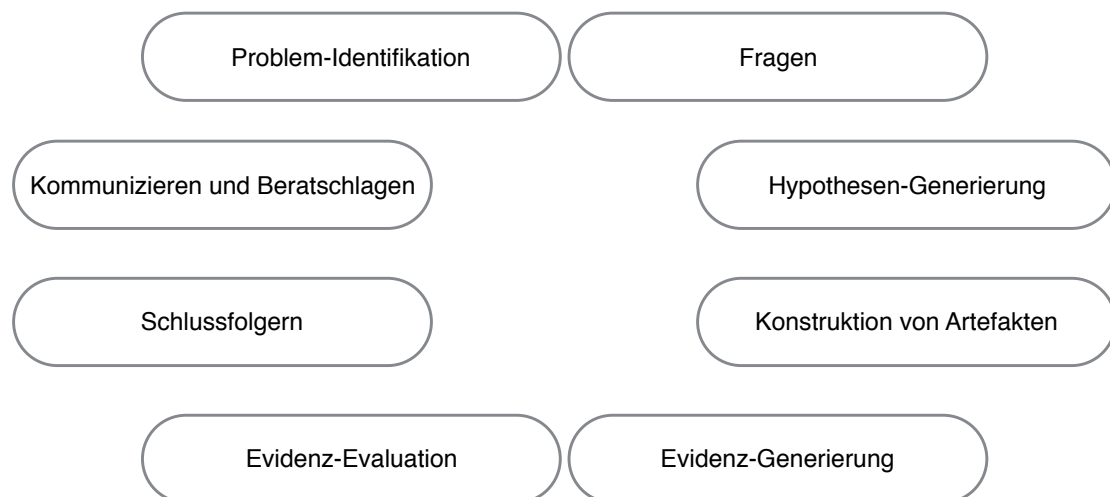
Scientific Reasoning and Argumentation (Wissenschaftliches Denken und Argumentieren, SRA) wurde als Konzept beschrieben, in dem wissenschaftliches Entdecken, wissenschaftliches Argumentieren und das Verständnis für die Natur der Wissenschaft zusammenhängen [25]. Diese Kompetenz wird nicht nur in der per se naturwissenschaftlich ausgerichteten Medizin, sondern auch in vielen anderen Feldern mit Wissenschaftsbezug intensiv erforscht. Beispielhaft sind hier neben Fächern wie der Physik, die Lehrerausbildung oder die Studiengänge der Sozialen Arbeit zu nennen [26-28].

CR kann als spezifische, auf die Medizin bezogene Unterform des SRA-Prozesses angesehen werden, da das Reasoning von Ärzten grundlegend auf der Fähigkeit aufbaut, wissenschaftlich zu denken [29].

Das SRA-Framework von Fischer und Kollegen beschreibt drei grundlegende Modi des wissenschaftlichen Denkens und Argumentierens [30]: Weiterführende Theorie-Bildung,

wissenschaftliches Denken und Argumentieren in der Praxis und das auf ein physisches Artefakt bezogene wissenschaftliche Denken und Argumentieren. Das Framework beinhaltet acht verschiedene epistemische Aktivitäten (EA) des SRA-Prozesses: Problem-Identifikation, Fragen, Hypothesen-Generierung, Konstruktion von Artefakten, Evidenz-Generierung, Evidenz-Evaluation, Schlussfolgern, Kommunizieren und Beratschlagen. Dabei stellen EA wissens- oder theoriebildende, implizite oder ausgesprochene Denkschritte dar, welche bei der Problembewältigung ablaufen können.

In diesem, unter Beteiligung verschiedener akademischer Fachrichtungen entstandenem Framework, werden epistemische Aktivitäten als Elemente des Reasoning-Prozesses beschrieben, die erkenntnistheoretische Erklärungen für die zu untersuchenden Denkabläufe liefern. Bei diesen Denkabläufen können sich „epistemisches Denken“ und metakognitive Prozesse überlappen [31].



**Abbildung 1: Epistemische Aktivitäten des wissenschaftlichen Denkens und Argumentierens**

Diese acht EA sind nicht als gerichteter, vollständig zu durchlaufender Zirkel oder als in der Wertigkeit gewichtete Schritte zu verstehen. Vielmehr können je nach Problemstellung unterschiedliche EA in variabler Intensität zum Einsatz kommen. Dabei unterscheidet sich das wissenschaftliche Denken und Argumentieren vom reinen Problemlösen grundsätzlich darin, dass das Ergebnis neben der Problemlösung auch die wissenschaftlich fundierte Argumentation für die gefundene Lösung beinhaltet.

Das SRA-Framework bietet sich für den Einsatz in der Medizin aufgrund des hohen Detailgrades der EA und der bereits erfolgten Validierung in anderen Domänen an. Die

Prozessanalyse des CR mithilfe des Frameworks könnte somit wichtige Erkenntnisse für die Analyse von klinischen Denkprozessen liefern.

**Tabelle 1: Beschreibung der epistemischen Aktivitäten des Clinical Reasoning mit medizinischen Beispielen. Angepasst nach Fischer et al. 2014 und Ghanem et al. 2016 [28, 30]**

<p><b>Problem-Identifikation (PI):</b> Diese Aktivität wird oft aufgrund eines konkreten Problems ausgeführt. PI kann die Erkenntnis sein, dass das zur Problemlösung benötigte Wissen nicht ausreicht oder die Einsicht, dass die vorhandenen Theorien und die vorliegende Evidenz das zu untersuchende Phänomen nicht erklären können.</p> <p><i>Beispiel:</i> Ein Studierender wundert sich über das Neuauftreten von Dyspnoe bei seinem Patienten.</p>
<p><b>Fragen (F):</b> Ausgehend von einem Problem werden eine oder mehrere abhängige Fragen formuliert.</p> <p><i>Beispiel:</i> Der Studierende fragt sich: „Ist dieses Symptom mit der kardiovaskulären Vorerkrankung vereinbar oder muss man über weitere Differenzialdiagnosen nachdenken?“</p>
<p><b>Hypothesen-Generierung (HG):</b> Während der Hypothesengenerierung leitet der Studierende mögliche Erklärungen von plausiblen Modellen, Theorien oder empirischer Evidenz ab. Diese Hypothesen können neu generiert werden oder nach vorheriger Evidenz-Evaluation spezifiziert werden.</p> <p><i>Beispiel:</i> Der Studierende stellt die Vermutung auf: „Die Dyspnoe könnte von einer Pneumonie kommen.“</p>
<p><b>Konstruktion von Artefakten (KA):</b> Generell werden Artefakte als Hilfsmittel konstruiert, um einen besseren Problemlöseansatz zu entwickeln. Diese Artefakte bauen typischerweise auf theoretischem Wissen auf und sind im Framework von Fischer und Kollegen als physische Modelle definiert.</p> <p><i>Beispiel:</i> Damit die Studierenden eine umfassende Liste von Differenzialdiagnosen aufstellen können, nutzen sie unter Zuhilfenahme von Papier und Stift einen Merkspruch wie das VINDICATE-Schema, um eine Liste von Differenzialdiagnosen an eine FlipChart zu schreiben (vgl. Anhang #1).</p>



---

**Fortsetzung Tabelle 1:**

**Evidenz-Generierung (EG):** Evidenz kann auf verschiedenen Wegen generiert werden: a) Durch hypothetisch-deduktives Experimentieren; b) durch induktives Beobachten, Vergleichen oder Beschreiben; c) durch deduktives Reasoning; EG ist in dieser Arbeit an die Beschreibung von Ghanem und Kollegen angelehnt [28]: Als Evidenz können Erfahrungen, Beobachtungen oder gesammelte Daten/Fakten gelten.

*Beispiel:* Ein Studierender führt eine körperliche Untersuchung mit besonderem Augenmerk auf die Auskultation der Lunge und auf Zeichen kardialer Dekompensation durch und dokumentiert die Befunde.

**Evidenz-Evaluation (EE):** Durch kritisches Betrachten der vorhandenen Evidenz wird die Wahrscheinlichkeit, dass die verschiedenen Hypothesen wahr sind, eingeschätzt. Die Qualität der Evidenz selbst kann Gegenstand der Evaluation sein.

*Beispiel:* Der Studierende wertet die feuchten Rasselgeräusche bei der Lungen-Auskultation als Zeichen einer Pneumonie. Jedoch vergegenwärtigt er sich, dass die Auskultation allein weder beweisend ist, noch die genaue Ätiologie der Erkrankung bestimmen kann.

**Schlussfolgern (S):** Nach der Bewertung der vorhandenen Information werden Entscheidungen bezüglich weiterer diagnostischer Prozeduren oder therapeutischer Interventionen getroffen.

*Beispiel:* Der Studierende entscheidet, dass bei dem Patienten als nächstes ein Differenzialblutbild abgenommen und ein Röntgen-Thorax durchgeführt werden soll.

**Kommunizieren und Beratschlagen (KB):** Bei dieser epistemischen Aktivität werden Argumente und Überlegungen miteinander geteilt, um zu überprüfen, ob das individuelle Reasoning schlüssig ist.

*Beispiel:* Der Studierende berichtet dem zuständigen Oberarzt die erhobenen Befunde und diskutiert mit diesem seine Überlegungen.

---

## 2.3 Theorien zur Entwicklung des Clinical Reasoning

Seit den 1960er Jahren hat sich das Verständnis für die Komplexität von CR nach Durning und Kollegen in folgenden Schritten weiterentwickelt [32]: Zuerst wurde vermutet, dass die CR-Expertise allein in einer generell hohen Problemlösefähigkeit begründet liegt. Diese Annahme konnte sich jedoch nicht behaupten. Es zeigte sich vielmehr, dass Expertise auch in Bezug auf die CR-Kompetenz, in hohem Maße aufgaben- und domänenspezifisch ist [33, 34]. Ausgehend von den Erkenntnissen und Entwicklungen in der Informationstechnologie und den Computerwissenschaften sowie aus der Analyse von Experten-Reasoning ergaben sich neue Einsichten zu den Wissensstrukturen von erfahrenen Ärzten und Ärztinnen. Es zeigte sich, dass deren Wissensstrukturen durch Bildung und Organisation von Illness Scripts (verinnerlichte Modelle der verschiedenen Befunde und Symptome einer bestimmten Krankheit) gekennzeichnet sind [35]. Da auch die Modelle dieser mentalen Repräsentationen die teilweise ähnlichen Reasoning-Fähigkeiten von Experten und Novizen nicht vollständig erklären konnten, gehen neuere Modelle davon aus, dass sich CR dynamisch und asymmetrisch entwickelt und so auch in der Praxis abläuft.

Hege und Kollegen schlagen etwa ein Modell verschiedener Teilprozesse vor, die das CR beeinflussen [15] (vgl. Anhang #2). Dabei beinhaltet der CR-Vorgang das sogenannte dual processing. Dual processing beschreibt, dass CR teilweise analytisch, aber auch nicht-analytisch (d.h. durch Pattern Recognition) abläuft [36, 37]. Voraussetzung für erfolgreiches CR im dual processing-Modell ist ein ausgeprägtes spezifisches Wissen, das in strukturierten Wissensseinheiten vorliegen muss [15, 32] (vgl. Abbildung 2). Diese Prozesse können als Reorganisation und Umstrukturierung biomedizinischen Wissens beschrieben werden [38]. Mit wachsender Erfahrung kommt es hierbei zur Enkapsulierung von Wissen. Dieser Schritt unterstützt die Bildung der zuvor beschriebenen Illness Scripts [35, 39]. Wissensenkapsulierung bedeutet, dass biomedizinisches Wissen qualitativ verändert wird, indem es mit klinischer Erfahrung angereichert und in Schemata generalisiert wird. Ein Vorteil enkapsulierter, domänenspezifischer Schemata liegt darin, dass sie gleich viel Erklärungspotenzial wie elaborierte biomedizinische Konzepte haben, dabei aber ökonomischer sind [40]. Ein Illness Script enthält verschiedene Informationen über eine Krankheit. Allerdings ist das Wissen weniger biomedizinischer als klinischer Natur. Das Wissen um Hintergrundfaktoren bzw. Patientencharakteristika ist hier direkt mit Wissen über Symptome verknüpft, was das frühe Erkennen von Krankheiten ermöglicht. Somit lassen sich Illness Scripts als „zielgerichtete Wissensstrukturen“ beschreiben, die „angepasst werden, um Aufgaben effizient zu erfüllen“ (Charlin et al. 2007, S. 1179 [39]). Dabei sind

Wissens-Enkapsulierung und die Bildung von Illness Scripts entscheidend für die Pattern Recognition [41-43], die bei Experten im Vergleich zu Novizen besser ausgebildet ist. Individuen können Hunderte verschiedene „organisierende und interpretative“ Scripts verinnerlichen, die auch kombiniert und oftmals unbewusst abgerufen werden können (Charlin et al. 2007, S. 1179 [39]). Um diese Illness Scripts individuell zu entwickeln und dann auch abrufen zu können, müssen Novizen diese durch „Vergleich und Kontrastierung“ vieler Patientenfälle zunächst aufbauen [20]. Hierbei sollte zu den unterschiedlichen Krankheitsentitäten mit verschiedenen Fällen gearbeitet werden, die im besten Falle verschiedene Präsentationen der jeweiligen Krankheit darstellen, um möglichst breit differenzierte Illness Scripts aufzubauen [44].

1. Entwicklung von organisierten, beschreibenden Netzwerken, die die Auslöser und Konsequenzen einzelner Krankheiten durch generelle pathophysiologischen Prozesse erklären können.

2. „Enkapsulation“ dieser beschreibenden Netzwerke in eine begrenzte Anzahl diagnostischer Beschreibungen, Syndrome oder hochgradig vereinfachende Begründungsmodelle, die die Zeichen und Symptome erklären können.

3. Überführung des enkapsulierten Wissens in „illness scripts“ durch Aneignung von erfahrungsbasiertem, kontextuellem oder aus „befähigenden Situationen“ entstandenem Wissen.

4. Speicherung der interpretierten Instanzen dieser scripts als Beispiele der Krankheit.

**Abbildung 2: Entwicklungsstufen medizinischer Expertise, aus Schmidt und Rikers 2007 [35]**

Mit zunehmender Expertise wird immer weniger auf deklaratives biomedizinisches Wissen zurückgegriffen, jedoch können Experten bei komplizierten Fällen auf einen nicht automatisierten (d.h. analytischen) Diagnoseprozess zurückgreifen [45]. Das biomedizinische Wissen bleibt bestehen und kann bei Bedarf aktiviert werden, was für den Expertiseerwerb und das nachhaltige Verstehen diagnostischer Zusammenhänge grundlegend ist [46]. Dabei kommt auch das Konzept der Metakognition – das Denken an sich, bzw. die Reflektion über das eigene Denken – zum Tragen [47]. Diese Reflektion ist eine wichtige Strategie, wenn es darum geht, Denkfehler im CR-Prozess zu vermeiden [19].

Im beschriebenen dual processing-Modell wird davon ausgegangen, dass die analytischen, bewussten CR-Prozesse mit den unbewussten, nicht-analytischen CR-

---

Prozessen in einem Kontinuum interagieren. Daher beinhalten moderne Beschreibungen des CR Theorien zur situierten Kognition und zu dynamischen Modellen [15, 32]. Diese Denkprozesse werden auch als System 1-Reasoning (nicht-analytisch, schnell, unbewusst) und System 2-Reasoning (analytisch, langsam, bewusst) bezeichnet [48]. Dieses Modell der Reasoning-Prozesse wird auch zunehmend von neurobiologischen Belegen gestützt [36, 49-51].

Nach Durning und Kollegen gibt es drei anerkannte Grundsätze des CR (2013, S. 215 [32]):

- 1) Erfolgreiches CR ist von tiefgreifendem, domänenspezifischem Wissen abhängig, das in Illness Scripts strukturiert vorliegt.
- 2) „CR benötigt verschiedene Strategien (...) genauso wie Toleranz gegenüber Uneindeutigkeiten.“
- 3) Es wird während des CR-Prozesses ein „reflektiertes Verständnis der (medizinischen) Praxis“ benötigt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass neben der Berufserfahrung und dem Ausmaß an vorhandenem Faktenwissen [52-54], die Strukturierung dieses Wissens in effizienten Illness Scripts sowie die generelle Fähigkeit, logisch zu denken, mit CR-Qualität korreliert [55-57]. McGaghie und Kollegen beschreiben, dass mindestens 10.000 Stunden Praxis notwendig sind, um einen „Experten-Status“ zu erlangen [58]. Dabei gehen zeitgemäße Expertisekonzepte von zwei Expertisemodi aus. Zum einen beschreiben sie eine „Routine“-Expertise, also das Wissen und die Fähigkeiten, die in einem bestimmten Fach benötigt werden. Zum anderen gibt es eine weiterführende „adaptive“ Expertise, die zusätzliche, flexible kognitive und metakognitive Aspekte der Problemlösefähigkeit umfasst [59].

## **2.4 Messung des Clinical Reasoning**

Obwohl die Förderung von CR-Kompetenz schon seit über 35 Jahren untersucht wird [22], ist die Frage, wie man CR-Kompetenz messen kann, immer noch nicht vollständig geklärt [60]. Zum einen ergeben sich die Schwierigkeiten aus der Komplexität der CR-Konzepte und der Vielzahl der CR-Teilkompetenzen, zum anderen aus der Herausforderung „mentale Prozesse, wie Gedanken und Gefühle“ sichtbar zu machen [32]. Daher kann die CR-Kompetenz nicht mit einem einzelnen, spezifischen Ansatz gemessen werden. Vielmehr kann CR nur in einem mehrschrittigen Vorgang mit

---

verschiedenen, an die medizinische Praxis angelehnte, quantitativen wie qualitativen Untersuchungsmethoden abgebildet werden [15, 32]. Diese Überlegungen führten zu einer Vielzahl überwiegend indirekter, Outcome-orientierter Methoden, die jeweils einzelne Aspekte des CR abbilden.

Zur quantitativen Messung der CR-Kompetenz wurden verschiedene Testformate entwickelt. Charlin und Kollegen führten den Script Concordance Test ein [61]. Bei diesem mehrstufigem Testformat müssen die Studierenden ausgehend von einer Fall-Vignette Reasoning-Schritte durchgehen, neue Informationen integrieren und nach Reflektion ihres Entscheidungsprozesses ihre Reasoning-Entscheidung mittels Likert-Scala bewerten. Weiterhin wurden komplexe quantitative Tests konstruiert, um faktisches und prozedurales Wissen zu erfassen [52, 62-64]. Auch differenzialdiagnostisches Denken lässt sich mit den von Groves und Kollegen vorgeschlagenen CR-Problemen abbilden [63]. Fall-Vignetten, die entweder auf System 1- oder 2-Reasoning ausgerichtet sind, sollen das Diagnoseverhalten in Annäherung an den klinischen Alltag abprüfen [65].

Ebenso wurden Fragebögen wie der von van Gessel und Kollegen und Bordages „Diagnostic Thinking Inventory“ entwickelt, die darauf abzielen, die kognitiven Reasoning-Prozesse zu erfassen [66, 67]. Jedoch können diese Methoden für die „Instabilität der Selbsteinschätzung“ kritisiert werden. Gemeint ist damit die Subjektivität der Selbsteinschätzung von Studierenden und die geringe Erfahrung, Selbstreflektion zu üben [68, 69].

Es konnte auch eine qualitative Methode anhand der Beobachtung von erfahrenen Ärzten, die mit Simulations-Patienten gearbeitet haben, entwickelt werden. Diese Methode, welche durch Beobachtung von Experten die Reasoning-Prozesse nachträglich induktiv ableitet, zielt ebenso auf erkennbare Aktivitäten ab [70].

Kiesewetter und Kollegen führten eine Methode ein, um die Kognitions- und Wissensdimensionen zu erfassen, die bei professionellem Problemlösen eingesetzt werden. Dabei wurden die mittels Think Aloud-Methode registrierten studentischen Lösungen von Fallvignetten inhaltsanalytisch codiert. Die Bearbeitungswege wurden auf das Vorliegen vollständiger Problemlösungsabläufe sowie auf den Einsatz unterschiedlicher Wissens-Dimensionen untersucht. Mit diesen Methoden kann das „verborgene Wissen“ untersucht werden, das zur diagnostischen Genauigkeit beiträgt (Heiberg 2008, S. e184 [71]; [57, 72]).

Es wurden auch Kombinationen von verschiedenen Formaten zur Analyse weiter gefasster CR-Teilbereiche oder aber zur spezifischeren Auswertung der Teilprozesse beschrieben: Power und Kollegen beschreiben beispielsweise eine Kombination aus Script Concordance Testing und Think Aloud-Methode, um Entscheidungsschritte beim

---

Reasoning detaillierter zu verstehen ([62]; vgl. Groves et al. 2002 & 2013, [63, 73]). Des Weiteren können die verschiedenen CR-Analyseformate noch in verschiedenen Varianten wie z.B. onlinebasierten Tools oder in Gestalt von virtuellen Patienten eingesetzt werden [21, 65, 74].

Abschließend kann gesagt werden, dass das Verständnis der kognitiven Prozesse beim Clinical Reasoning unvollständig ist. Dies ist mitunter dem Fehlen detailgenauer und reliabler Analysemethoden geschuldet. Die momentan verfügbaren Methoden bilden das Reasoning, wie es in der klinischen Praxis vorkommt, nur bedingt ab oder wurden nur an kleinen Stichproben gleichen Expertiseniveaus validiert [60].

## **2.5 Lehr- & Lernkonzepte zur Förderung des Clinical Reasoning**

Im klinischen Abschnitt des reformierten Medizinischen Curriculums Münchens (MeCuM) an der Ludwig-Maximilians-Universität wird, wie an vielen anderen medizinischen Fakultäten auch, in organzentrierten Modulen gelehrt und gelernt. In problembasierten Tutorials, Bedside-Teachings und Übungen zum Erlernen praktischer Fähigkeiten wird großer Wert auf die Vernetzung von Theorie und Praxis gelegt. Die medizinische Lehre ist dabei jedoch mit zeitlichen und strukturellen Herausforderungen konfrontiert. Dabei profitieren Studierende der Medizin in ihrer Ausbildung in besonderem Maße von Gelegenheiten, in denen sie einen intensiven Einblick in die Schnittstellen der unterschiedlichen medizinischen Disziplinen erhalten [75, 76].

Die generelle Notwendigkeit, das wissenschaftsbasierte Arbeiten zu fördern, und das Bestreben, den gestiegenen Ansprüchen gerecht zu werden, führte zur Verankerung von definierten Kompetenzen in dem 2015 veröffentlichten Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalog Medizin (NKLM) [11]. Nach kanadischem Vorbild rücken neben diesen Kompetenzen auch Rollen in den Mittelpunkt der zukünftigen Mediziner Ausbildung in Deutschland [77]. Die essenziellste dieser ärztlichen Rollen ist die des medizinischen Experten (Medical Expert), deren Kernhandlung wiederum das CR ist.

Trotz breitem nationalem und internationalem Konsens über die Wichtigkeit des Erwerbs einer hohen CR-Kompetenz und dessen notwendiger Förderung im medizinischen Studium sind Daten zur optimalen Unterrichtsform dieser Kompetenz bislang nur begrenzt vorhanden. Die Vielzahl an Veröffentlichungen zum Erwerb von CR-Kompetenz leiten ihre Empfehlungen überwiegend aus theoretischen und praktischen Überlegungen ab [43, 47, 53, 78]. So ergab eine 2015 veröffentlichte Analyse der CR-Lehrstrategien nur 24 Arbeiten, die empirische Daten berichteten [79]. Schmidt und

---

Mamede differenzierten dabei die CR-Lehrstrategien in „serial cue“- oder „whole case“-Ansätze. Aufgrund der ungenügenden Datenlage kann jedoch die jeweilige Effektivität nur begrenzt beurteilt werden. Unabhängig vom Lernformat ist anerkannt, dass Studierende strukturelle Unterstützung benötigen, um komplexe Prozesse wie SRA bzw. CR durchzuführen und zu erlernen [23, 30].

Welche Faktoren neben den persönlichen Charakteristika der Studierenden zum Lernerfolg beitragen, sind in der medizinischen Ausbildung noch weitgehend unbekannt [80, 81]. Jedoch konnten Schneider und Preckel in einem großen, domänenübergreifenden systematischen Review Faktoren identifizieren, die Einfluss auf den Lernerfolg in der höheren Bildung haben [82]: Neben für Lehrende nur indirekt zu beeinflussenden Faktoren wie die Motivation der Studierenden sind Faktoren wie die Unterrichtsvorbereitung, Kursorganisation, Verständlichkeit und Stiftung von Interesse entscheidend. „Lehrende mit high-achieving Studierenden investieren Zeit und Anstrengung in das Design der Mikrostruktur ihrer Kurse, sie etablieren klare Lernziele und setzen Feedback-Praktiken ein“ (Schneider & Preckel 2017, S. 1 [82]). Darüber hinaus belegen Schneider und Preckel, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen sozialer Interaktion und Lernerfolg gibt.

Ein weiteres wichtiges, evidenzbasiertes Framework wurde von Chi und Wylie vorgestellt [83]: Nach dem ICAP-Framework steigt der Lernerfolg mit dem Grad des persönlichen Einsatzes oder der Auseinandersetzung mit dem Lernstoff von *passiv* < *aktiv* < *konstruktiv* < *interaktiv* an (Tabelle 2). Chi und Wylie beziehen sich dabei auf real beobachtbare Aktivitäten, da diese mit einer höheren Wahrscheinlichkeit einhergehen, dass sich Lernende analog zur beobachtbaren Aktivität auch tatsächlich mit einem Gedanken tiefergehender beschäftigen. Unabhängig vom Aufbau von Lehrformaten können sich die einzelnen Lernenden stets auf unterschiedlichem Niveau intellektuell einbringen. Beispielsweise kann sich ein Student in einer Vorlesung durchaus auf *konstruktivem* Niveau einbringen, wohingegen eine Gruppe von Studierenden einer offenen, interaktiven Diskussion durchaus nur *passiv* folgen kann.

**Tabelle 2: Beispiele für die Aktivitätsniveaus nach Chi und Wylie 2014 [83].**Aktivitäten-Begriffe, die Bezug auf das Schema nehmen: *kursive Schrift*;

	<i>Passiv</i> (Aufnehmen)	<i>Aktiv</i> (Manipulieren)	<i>Konstruktiv</i> (Generieren)	<i>Interaktiv</i> (Besprechen)
Vorlesung anhören	Aufmerksames Zuhören, ohne etwas anderes zu tun.	Wiederholen von Vorgetragenem, Übernehmen von Lösungsschritten, Notizen machen;	Reflektionen aussprechen, Konzept-Pläne erstellen, Fragen stellen;	In Dyaden oder Gruppen Positionen verteidigen oder argumentieren.
Text lesen	Stilles/lautes Lesen ganzer Text-Passagen, ohne etwas anderes zu tun.	Unterstreichen/ Hervorheben, Zusammenfassen;	Selbst-Erklären, Textstellen verbinden, Gedanken notieren;	Mit einem Partner Verständnisfragen beantworten oder fragen.
Video betrachten	Betrachten eines Videos, ohne etwas anderes zu tun.	Pausieren, Springen, Vor- oder Zurück-Spulen;	Sich Konzepte des Videos erklären, mit Vorwissen vergleichen;	Mit einem Peer Begründungen diskutieren, Ähnlichkeiten und Unterschiede diskutieren.

Neben Methoden zur Förderung von Teilaspekten des CR wie der Diagnosegenauigkeit und -effizienz [21, 44] wird zur Schulung der generellen CR-Kompetenz, wie in anderen Expertisefeldern, der Ansatz der Deliberate Practice propagiert (vgl. Ericsson et al. 2004 und McGaghie et al. 2011, [58, 84]). Da Lernende durch das bloße Erwerben von Erfahrungen nicht automatisch zu Experten werden [84], wird Lernenden durch Deliberate Practice die Möglichkeit gegeben, sich durch aktives Lernen und Praktizieren unter Supervision zu entwickeln [41].



---

### 2.5.1 Fallbasiertes Lernen

Fallbasiertes Lernen (Case-Based Learning, CBL) wird als Curriculumsgrundlage, zum Erlernen von Kompetenzen wie Professionalität oder auch in Grundlagenfächern wie der Physiologie eingesetzt [85-87]. Die Methode wird der Harvard Business School zugeschrieben, die diese seit Anfang des 20. Jahrhunderts einsetzt [88] und ist eng mit dem problembasierten Lernen (PBL) verwandt [89]. Die erste in der medizinischen Ausbildung dokumentierte CBL-Methode wurde bereits Anfang des 20. Jahrhunderts am Massachusetts General Hospital eingeführt (vgl. Abschnitt 4.1, *Fälle des New England Journal of Medicine*).

Thistlethwaite definiert CBL als einen „Lern- und Lehransatz, der darauf abzielt Studierende durch den Einsatz authentischer klinischer Fälle für die klinische Praxis vorzubereiten. Diese Fälle verbinden Theorie und Praxis durch die Anwendung von Wissen auf die Fälle und ermuntern zur Anwendung von Inquiry-basierten Lernmethoden.“ (Thistlethwaite et al. 2012, S. 422 [88])

Als Inquiry-basiertes Lernen werden Ansätze bezeichnet, in denen sich Studierende in authentischen Aktivitäten wie dem Formulieren von Hypothesen, der Generierung von Evidenz oder dem Schlussfolgern einbringen [90]. Gade und Chari beschreiben „CBL als eine Methode, bei der Studierende motiviert werden, selbstgesteuert zu lernen und Analyse- und Problemlösefähigkeiten zu entwickeln“ (2013, S. 356 [87]). Darüber hinaus können mit CBL frühzeitig klinische Erfahrungen gesammelt werden. Als Kernelemente innerhalb von CBL-Formaten wird das „Hypothesen-Generieren sowie die Konsolidierung und Integration von Lernaktivitäten“ angesehen (Williams 2002, S. 577 [89]).

Während es inzwischen weitestgehend anerkannt ist, dass CR-Unterricht fallbasiert und mittels Ansatz des Inquiry Learning durchgeführt werden sollte [43], sind die eingesetzten Formate fallbasierten CR-Unterrichts oft realitätsfern [79]. So bestehen beispielsweise in einzelnen publizierten Lehrformaten die „Fälle“ aus nur insgesamt zwei bis drei Sätzen [91].

Die Durchführung von CBL-Unterricht wird hier nach Thistlethwaite beschrieben [88]: Mit CBL sollen Studierende für die klinische Praxis vorbereitet werden. Daher sollen die Fälle bestimmten Kriterien entsprechen.

Die Fälle sollten

- auf echten Patientenfällen beruhen
- gängige Szenarien beinhalten
- eine Geschichte erzählen
- auf definierte Lernziele abgestimmt sein
- von Wert für die Ausbildung sein
- Interesse anregen
- Empathie mit den Charakteren erzeugen
- Patienten-Zitate enthalten
- zu Entscheidungen anregen
- generelle Anwendbarkeit haben

Diese Beschreibungen decken sich mit den drei von Merseth im Kontext der Lehrerausbildung geforderten Elementen (1996, S. 726 [92]): „Fälle sollten real sein, sie sollten auf sorgfältiger Nachforschung beruhen und sie sollten Daten für die Erörterung und Diskussion durch die Nutzer beinhalten.“ Ausgearbeitete und authentische Fälle bieten weiterhin den Vorteil gegenüber Fall-Vignetten, dass sie für den Nutzer fordernder sind und damit mehr Lernpotenzial haben [93].

CBL wird meistens im Kleingruppenunterricht, zum Teil mit online- oder computerbasierten Fällen, manchmal auch mit Videopräsentationen durchgeführt. Dabei wird CBL oft von einem Moderator geführt. Die Studierenden haben Zeit, sich mit dem klinischen Problem zu beschäftigen, es zu definieren und zu lösen. Der Moderator kann die Gruppe bei Abschweifungen mit gezielten Fragen zu den Aufgaben zurückführen, genauso wie Studierende Fragen zur Lösung von Teilproblemen an Experten stellen dürfen. Eine kollaborative Bearbeitung von Fällen hat sich als lernfördernd erwiesen [94].

In der Ausbildungspraxis muss CBL von problembasiertem Lernen abgegrenzt werden (vgl. Tabelle 3). PBL und CBL sind eng verwandte Konzepte. Beide bauen auf vorhandenem Wissen auf, das zur Problemlösung beiträgt [89, 95]. Neben gemeinsamen Zielen haben beide Formate unterschiedliche Charakteristika: Während bei PBL das Problem das Lernen antreibt, müssen Studierende in CBL-Formaten zuvor Erlerntes anwenden [96]. Im Vergleich mit PBL-Formaten sind CBL-Formate strukturierter [97].

Die Wirksamkeit von CBL-Formaten wird dadurch erklärt, dass sich Studierende intensiv in strukturierte Lernaktivitäten einbringen, die echten Fällen sehr nahe sind. Dabei wird die extrinsische und intrinsische Motivation erhöht und Selbstüberprüfung und kritische Reflektion gefördert. Durch wissenschaftliches Nachforschen werden Schlussfolgerung

überprüft und Konzepte validiert [88, 89]. In CBL-Formaten wird darüber hinaus in einem kollaborativen Lernansatz durch das Sammeln, Gliedern und Priorisieren von Informationen wie auch durch das Erkennen unnötiger Informationen Wissen und Fähigkeiten integriert und konsolidiert, indem das Erlernte auf die Fälle angewandt wird [85]. Obwohl CBL seit langem mit Hinweis auf die Wirksamkeit der Lehrmethode eingesetzt wird, gibt es tatsächlich nur wenig „Evidenz (...), um diese Behauptung zu unterstützen“ (Thistlethwaite et al. 2012, S. e421 [88]).

**Tabelle 3: Vergleichendes Schema zu den Kleingruppen-Lehrformaten PBL und CBL aus Srinivasan et al. 2007 [97]**

<b>Kurs-Thema</b>		<i>Thema unbekannt</i>	<i>Thema bekannt</i>	<i>Voller Fall bekannt</i>
	<i>Studierende</i>	PBL	CBL	
	<i>Lehrender</i>			PBL & CBL
<b>Vorbereitung</b>		<i>Keine vorausgehende Vorbereitung</i>	<i>Etwas vorausgehende Vorbereitung</i>	<i>Viel vorausgehende Vorbereitung</i>
	<i>Studierende</i>	PBL	PBL & CBL	
	<i>Lehrender</i>			PBL & CBL
<b>Kontrolle</b>		<i>Geben keine Führung</i>	<i>Geben etwas Führung</i>	<i>Direkte Diskussion</i>
	<i>Studierende</i>		CBL	PBL
	<i>Lehrender</i>	PBL	CBL	
<b>Informationssuche</b>		<i>Keine zusätzliche Informationssuche während/nach des Falls</i>	<i>Etwas zusätzliche Informationssuche während/nach des Falls</i>	<i>Viel zusätzliche Informationssuche während/nach des Falls</i>
	<i>Studierende</i>		CBL	PBL
	<i>Lehrender</i>	CBL	PBL	

Die mangelnde Datenlage zur Wirksamkeit verschiedener Lehrinterventionen ist ein in der medizinischen Ausbildung lange bestehendes Dilemma (vgl. Kassirer 1983, [78]). Die wenigen vorhandenen Analysen beschreiben CBL als zeiteffektives und zielgerichtetes Format. Lehrende wie auch Studierende bewerten das Format hierbei als überaus positiv. Gerade auf gemischte Lernerpopulationen, die aus unterschiedlichen Lerntypen mit heterogenem Leistungsvermögen zusammengesetzt sind, scheint CBL durch das strukturiertere Feedback und den Austausch mit den Lehrenden positiven Einfluss zu haben [88, 97].

---

Nachfolgend werden drei übergeordnete Format-Konzepte vorgestellt, welche als CBL-Formate ausgestaltet werden können. Auf Grundlage dieser Konzepte wurden die Interventionsgruppen dieser Studie gestaltet (vgl. Abschnitt 4.2).

### *2.5.2 Peer-Teaching & Peer-Learning*

Topping definierte Peer-Lernen als den „Erwerb von Wissen und Fähigkeiten durch aktives Helfen und Unterstützen unter Personen mit gleichem oder gematchtem Status. Personen aus ähnlichen sozialen Gruppierungen, die keine professionellen Lehrenden sind, bringen sich ein, um sich gegenseitig beim Lernen zu helfen und um dabei auch selber zu lernen“ (Topping 2005, S. 631 [98]). Toppings Definition deckt sich in Teilen mit Secomb, die Peer-Teaching zusätzlich als kollaborativen und selbstdirektiven Ansatz beschreiben, indem Studierende „Interventionen teilen, aktiv an Diskussionen und Feedback partizipieren“ (Secomb 2008, S. 704 [99]). Peer Teaching ist eine anerkannte und weitverbreitete Methode, die durch interaktive Elemente wie Kooperation und Kommunikation den Studierenden hilft, Konzepte durch Diskussion zu verstehen [98]. Zum Lernerfolg trägt beim Peer Teaching das sozial konstruierte Wissen genauso bei wie der Umstand, dass Studierende Lerndefizite eher anderen Studierenden gegenüber ansprechen [100].

Zudem konnte in Studien gezeigt werden, dass sich Peer-Teaching und das Übernehmen von Verantwortung in der Lehre für die Studierenden u.a. positiv auf deren Lernerfolg auswirkt und gleichzeitig zu einer hohen Zufriedenheit mit der Lernerfahrung führt [99]. Durch die Lehrerschaft gewinnen Studierende Autonomie und entwickeln ihre CR-Kompetenz weiter. Das Übernehmen von Verantwortung deckt sich darüber hinaus mit der Notwendigkeit, angehende Mediziner und Medizinerinnen systematisch auf ihre spätere Rolle als Führungspersönlichkeiten gegenüber Patienten, aber auch auf Führungsaufgaben in ihrem professionellen, interdisziplinären Umfeld vorzubereiten [101].

### *2.5.3 Video-Lernen*

Das Lernen mit Videos oder virtuellen Patienten ist ein seit langem wachsendes Feld der medizinischen Ausbildung [15, 102, 103]. Dabei werden beispielsweise aufgezeichnete Vorlesungen [104, 105] oder Audio-Podcasts mit visueller Unterstützung angeboten [102]. Vermehrt werden auch virtuelle Patienten als „interaktive Computer-Simulation eines realen klinischen Szenarios“ eingesetzt (Berman et al. 2016, S. 1 [103]). Diese Formate können curricular integriert sein, finden aber auch als zusätzliche freiwillige

---

Angebote Anklang (vgl. Hirt et al. 2010, [106]). Thematisch können alle Inhalte des Medizinstudiums abgedeckt werden.

Den so eingesetzten neuen Medien werden verschiedene positive Effekte und Lernmechanismen zugeschrieben. Auf Seiten der Lehrenden wird die Erweiterung des Lehrangebots über zeitliche und räumliche Grenzen hinaus als günstig bewertet. Studierende schätzen die zeitliche und räumliche Flexibilität ebenso als lernfördernd ein. Darüber hinaus ist die Möglichkeit entscheidend, sich Inhalte wiederholt und im eigenen Lerntempo aneignen zu können. Dabei wird von drei Annahmen ausgegangen (Schreiber et al. 2010, S. 2; vgl. Merkt et al 2011, [102, 107]):

- 1) Visuelle und auditorische Informationen werden getrennt verarbeitet – deswegen müssen beide Qualitäten angesprochen werden.
- 2) Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist begrenzt, deshalb müssen Pausier- und Wiederholungsfunktionen gegeben sein.
- 3) Interaktion mit dem Lernmaterial fördert die aktive Verarbeitung. Da eine höhere Interaktivität mit höherem Lernerfolg korreliert, jedoch auch negative Effekte haben kann, müssen Mikro-Aktivitäten wie (z.B. Stoppen und Wiederholen) und Makro-Aktivitäten (z.B. Überspringen von ganzen Kapiteln) wohlüberlegt eingesetzt werden.

Versuche zu kollaborativen Lernen mit Video-Fällen zeigten vielversprechende Ergebnisse im Bereich der Lehrerausbildung (vgl. Zottmann et al. 2013, [94]). Jedoch sollten weitere instruktionale Unterstützungselemente implementiert werden, um diese Potenziale auszuschöpfen (vgl. Kirschner et al. 2006, [108]).

#### *2.5.4 Lernen mit gedruckten Fällen oder Lehrbüchern*

Eine der wohl am längsten bestehenden Lehr- und Lernmethoden der Medizin ist wohl das Lernen anhand von Fällen in Zeitschriften oder in Fallbüchern sowie das Lernen mit Lehrbüchern. Das wahrscheinlich älteste medizinische Fallbuch veröffentlichte Richard Cabot im Jahr 1906 (vgl. Abschnitt 2.5.2) [109]. Dieses Buch umfasste 78 Fälle, die mit Fragen und Kommentaren versehen waren, und wurde für den Gebrauch im curricularen Unterricht geschrieben. Dabei gleicht dieses Buch in verblüffender Weise den heutigen weithin benutzten Fallbüchern, die zur Vorbereitung auf Staatsexamina oder die Assistenzarztzeit genutzt werden. Die andauernde Relevanz von Fallberichten wird dadurch deutlich, dass viele klinisch orientierte medizinische Zeitschriften heutzutage regelmäßig Fälle abdrucken. Diese werden auch in der ärztlichen Weiterbildung eingesetzt (Continuous Medical Education, CME: vgl. Harris 2003 und BMJ 2017, [110, 111]).

---

Lehrbücher sind im Alltag von Studierenden und praktizierenden Ärzten nach wie vor wichtige Lernressourcen [112]. Jedoch gibt es nur eingeschränkte Daten zur Effektivität oder dem Nutzungsverhalten. Aus älteren Studien ist bekannt, dass Lehrbücher eine vergleichbare Effektivität wie Multimedia-Lehrbücher oder Vorlesungen besitzen [113, 114].

Die Schulforschung konnte zeigen, dass für die Lerneffektivität das selbstregulierte Lesen wichtig ist. Entscheidend ist, die Lesegeschwindigkeit selbst steuern zu können, die Möglichkeit zum Wiederholen oder Überfliegen zu haben, sowie zum Nachdenken pausieren zu können. Es wird angenommen, dass diese Mikro-Aktivitäten im Gegensatz zu Makro-Aktivitäten wie dem Springen zwischen Kapiteln oder der Suche im Register in jeder Textform effektiv ist. [107]

#### *2.5.5 Das Präsenz-Gruppendiskussions-Format Clinical Case Discussion*

Vor dem bislang beschriebenen Hintergrund wurde ein Lehransatz entwickelt, der den Studierenden ermöglichen soll, in fallbasierten Kursen ihre CR-Kompetenz zu entwickeln.

Die Gruppendiskussion Clinical Case Discussions (CCD)<sup>1</sup> wurde zum Sommersemester 2013 von Simon Berhe, Marc Weidenbusch und Bastian Brandt an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) eingeführt. Inspiriert wurden sie dabei von Falldiskussionen, die sie bei Studienaufenthalten an der Weill Cornell Medical School in New York und in der Oncology Winter School an der Ludwig-Maximilians-Universität München<sup>2</sup> (Supervision: Daniel Heinrich) kennengelernt hatten.

In der CCD werden authentische Patientenfälle aus dem New England Journal of Medicine in voller Komplexität erarbeitet, also weder aus didaktischen Gründen Sachverhalte vereinfacht noch Details hinzugefügt (vgl. auch Abschnitt 4.1). Die Falldiskussionen werden als CBL-Format durchgeführt. Die CCD soll den Studierenden ermöglichen, sich intensiv mit einem realistischen Fall unter Supervision auseinanderzusetzen und sich somit auf das praktische Arbeiten in Famulaturen, dem praktischen Jahr oder die Assistenzarztzeit vorzubereiten. Beispielsweise werden in der CCD wichtige, jedoch selten gelehrt ärztliche Aufgaben wie das strukturierte Zusammenfassen und „Übergeben“ eines Patientenfalls trainiert [115]. Zur Umsetzung der praktischen Ziele wurde für die CCD ein Peer-Teaching Format gewählt (vgl.

---

<sup>1</sup> Die Clinical Case Discussion-Gruppendiskussion wird innerhalb dieser Dissertation aufgrund des Vergleichs verschiedener Formate auch Live-CCD genannt.

<sup>2</sup> [http://www.med.uni-muenchen.de/mecum\\_international/ows/index.html](http://www.med.uni-muenchen.de/mecum_international/ows/index.html)

---

Abschnitt 4.2.1). Ausgehend von der englischsprachigen Oncology Winter School und den eingesetzten englischsprachigen Fällen werden die Fälle auch weiterhin auf Englisch diskutiert. Dieses Vorgehen soll für die Studierenden ein Angebot darstellen, medizinisches Englisch zu erlernen und sich somit auf die zunehmend internationale Arbeit in der Wissenschaft, Auslandsstudienzeiten und den vermehrt von Verständigungsschwierigkeiten geprägten Alltag auf den Stationen und in Praxen vorzubereiten (vgl. Hillienhof 2016, [116]).

Die CCD wird von freiwilligem studentischem Engagement und dem Einsatz von Assistenzärzten getragen. Die Kurse sind freiwillig, extracurricular und stehen jedem Studierenden im klinischen Abschnitt offen. Neben den Semesterkursen wurde in allen Sommersemesterferien eine International Case Discussion Summer School (ICDSS) angeboten. Diese wird zusammen mit der medizinischen Fakultät der Technischen Universität München (TUM) und Dozenten der US-amerikanischen Weill Cornell Medical School (New York) organisiert. Die ICDSS steht Studierenden der drei Fakultäten offen. Seit 2013 haben an CCD und ICDSS ca. 120 Studierende freiwillig teilgenommen (Teilnehmende der hier vorgestellten Studie ausgenommen). Das Projekt wird mit Lehre@LMU-Fördermitteln<sup>3</sup> aus dem von Bund und Ländern vorangetriebenen Qualitätspakt Lehre unterstützt. Wissenschaftlich wird die CCD vom Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin begleitet. Im Jahr 2015 wurde dem Projekt CCD der höchste fakultätsübergreifende Preis für Innovationen in der Lehre an der LMU verliehen.

---

<sup>3</sup> [https://www.uni-muenchen.de/studium/lehre\\_at\\_lmu/index.html](https://www.uni-muenchen.de/studium/lehre_at_lmu/index.html)

---

### 3 Forschungsfragen

Die Forschungsfragen (FF) ergeben sich durch die in der medizinischen Ausbildungsforschung dringende Notwendigkeit, die unzureichende Datenlage zur Wirksamkeit fallbasierter Lehransätze zu verbessern. Insbesondere zu den Lerneffekten der CCD, deren Ursprungsformat international schon mit über 100-jähriger Tradition eingesetzt wird und an der LMU von Studierenden sehr gut angenommen wird, liegen keine Vergleichsdaten vor. Für diese Analyse wird die Präsenz-Gruppendiskussion Live-CCD mit realistischen Vergleichsformaten (Video-Podcast-Bearbeitung, Papier-Fall-Bearbeitung) verglichen, die gezielt nach dem Grad der sozialen Interaktion abgestuft wurden. Dies soll eine vergleichende Analyse der Lerneffekte sowie der Anwendbarkeit des CCD-Lehransatzes in verschiedenen Formaten ermöglichen. Die Begleitevaluation soll explorativ Erklärungsansätze für die Ergebnisse liefern. Die Auswertung der Reasoning-Aktivitäten mittels eines CR-Kodierschemas soll darüber hinaus die CCD und die damit verbundenen Lernprozesse genauer charakterisieren.

Die Entwicklung eines Kodierschemas zur Abbildung des live-Reasoning erscheint geboten, da bislang nur indirekte Analysemethoden beschrieben wurden, die zumeist das Outcome von Reasoning-Prozessen abbildeten. Da angenommen wird, dass bei Experten „bestimmte Wissensstrukturen internalisiert und für diese selbst unzugänglich sind“, ergibt sich automatisch die Forderung, diese durch Beobachtung von Probanden beim Problemlösen zu analysieren (Ghanem et al. 2016, S. 7 [28]).

Ein tieferes Verständnis der kognitiven Prozesse des Clinical Reasoning ist einerseits notwendig, um Lernenden Hilfe zur Selbstreflektion anzubieten. Andererseits ist es wichtig, um Lehrende beim Unterrichten, Analysieren und Prüfen der ärztlichen Kernkompetenz Clinical Reasoning zu unterstützen.



**Forschungsfrage 1a:** Inwiefern wirkt sich der Grad der sozialen Interaktion bei einer Teilnahme an der Clinical Case Discussion auf die Clinical Reasoning-Kompetenz von Medizinstudierenden aus?

**Forschungsfrage 1b:** Inwiefern beeinflussen weitere Faktoren den Lernerfolg in den Clinical Case Discussion-Formaten?

**Forschungsfrage 2:** Inwiefern lassen sich die epistemischen Aktivitäten des Clinical Reasoning-Prozesses im Kontext der Clinical Case Discussion inhaltsanalytisch erfassen?

**Forschungsfrage 3:** Wie wirken sich die Kursstruktur und die Rollen der Teilnehmenden auf die Verteilung der epistemischen Aktivitäten des Clinical Reasoning-Prozesses in der Clinical Case Discussion aus?

---

## 4 Methoden

Im Folgenden werden die verwendeten Materialien und Methoden, das Studiendesign sowie der Auswertungsprozess näher beschrieben. Die Datenerhebung wurde im Sommersemester 2015 an der Ludwig-Maximilians-Universität München durchgeführt. Die Studie wurde von der Ethikkommission der LMU als ethisch unbedenklich ausgewiesen (Aktenzeichen 222-15). Nach schriftlicher und mündlicher Aufklärung erklärten alle Studierenden ihre Einwilligung schriftlich. Der Datenschutz wurde durch Anonymisierung der Probanden mit Codes eingehalten. Die Finanzierung erfolgte durch Lehre@LMU, das Institut für Didaktik der Ausbildungsforschung sowie durch Fördermittel des Bundesministeriums für Bildung und Forschung an Dr. med. Marc Weidenbusch (FKZ 01PL12016) und an Prof. Dr. med. Martin Fischer (FKZ 01PB14004C).

### 4.1 Der Lehransatz Clinical Case Discussion

#### 4.1.1 Fälle des *New England Journal of Medicine*

Die Grundlage der CCD bilden reale Patientenfälle. Diese Fälle werden in dem renommierten, seit 1811 bestehenden, *New England Journal of Medicine* (NEJM) veröffentlicht [117]. Die Fälle basieren auf den traditionsreichen klinisch-pathologischen Konferenzen des Massachusetts General Hospital. Die ersten Fälle wurden von Richard C. Cabot 1906 monographisch veröffentlicht [109]. Dieser setzte dabei auf die Fallmethode von Walter Cannon, welche wiederum ihren Ausgang in der an der Harvard Law School Ende des 19. Jahrhunderts eingeführten Case-Method hatte [118]. In der Einführung seines Buches greift Cabot der heutigen Auffassung des Clinical Reasoning weit voraus (Cabot 1906, S. 7 [109]): „Diese Informationen (...) müssen aber auch interpretiert werden. (...) Sie müssen in einem Reasoning-Prozess in Diagnosen aufgearbeitet werden und dieses Reasoning benötigt Übung.“

Die Struktur der niedergeschriebenen NEJM-Fälle orientiert sich stets an den real abgehaltenen Konferenzen. Der behandelnde Arzt stellt den Fall von der Patientenaufnahme über die diagnostischen Schritte sowie die Behandlung bis zur Entlassung dar. Soweit der nachfolgende Verlauf bekannt ist, wird auch über die Nachsorge berichtet. Am Fall beteiligte Spezialisten bringen ihr Wissen mit in die Fallvorstellung ein. Hierbei wird in den niedergeschriebenen Fällen besonderes

Augenmerk auf die Erarbeitung und die Diskussion von Differenzialdiagnosen gelegt. Daher werden auch Fragen von anwesenden Ärzten im Report wiedergegeben. Dass in den Anfangszeiten der Fall-Diskussionen viele Diagnosen mittels Autopsie ermittelt wurden, spiegelt sich immer noch in der Formulierung einer klinischen sowie einer abschließenden anatomischen (d.h. pathologisch gesicherten) Diagnose wieder. Die Fallauswahl und das Konzept der Präsentation wurden über die Zeit an die sich entwickelnden medizinischen Möglichkeiten angepasst, um der Ärzteschaft weiterhin lehrreiche Fälle anzubieten [110, 119]. NEJM-Fälle bieten den Vorteil einer hohen Inhaltsvalidität, da sie zum einen reale Patientenfälle dokumentieren, zum anderen durch einen aufwendigen Diskussions- und Review-Prozess gehen und durch die Veröffentlichung einer breiten, kritischen Leserschaft zugänglich gemacht werden.

#### 4.1.2 Struktur der Clinical Case Discussions

Der NEJM-Fallverlauf folgt dabei einer festen Struktur und wird für die CCD weiter standardisiert (s.a. Anhang #3, vgl. Abbildung 3):

##### **A) Admission**

1. *Admission Note*: Beginnend mit dem „Chief Complaint“ wird die komplette Anamnese inklusive erster Standard-Test-Ergebnisse des Patienten beschrieben. Damit wird der Patient dem Leser oder der Diskussionsgruppe übergeben.

2. *Assessment I (One-Liner)*: Die CCD-Teilnehmenden fassen die komplette Anamnese möglichst zusammenhängend und präzise schriftlich zusammen. In der Gruppendiskussion stellt ein Freiwilliger dem den Kurs supervidierenden Dozent (Clinician) und der Gruppe sein Assessment in einem Satz vor. (Mehr Details zu den Rollen: Abschnitt 4.2.1; vgl. Abschnitt 4.3)

##### **B) Discussion**

1. *Problems-List*: Die Studierenden bewerten die klinische Situation des Patienten und ordnen die Symptomkomplexe nach Dringlichkeit. Es werden erste differenzialdiagnostische Überlegungen (z.T. mit Hilfe differenzialdiagnostischer Strukturschemata, wie z.B. dem VINDICATE- Schema [vgl. Anhang #1]) gemacht.

2. *Ordering Tests/Discussion*: In diesem Schritt werden Tests zur Überprüfung der aufgestellten Hypothesen angefordert/durchgeführt. Als Hilfestellungen können verschiedenste hochwertige Medien wie Smartphone-Apps (z.B. Amboss-App), Lehrbücher (z.B. Herold, Harrison's) oder Internetdatenbanken (z.B. www.uptodate.com) zu Rate gezogen werden.

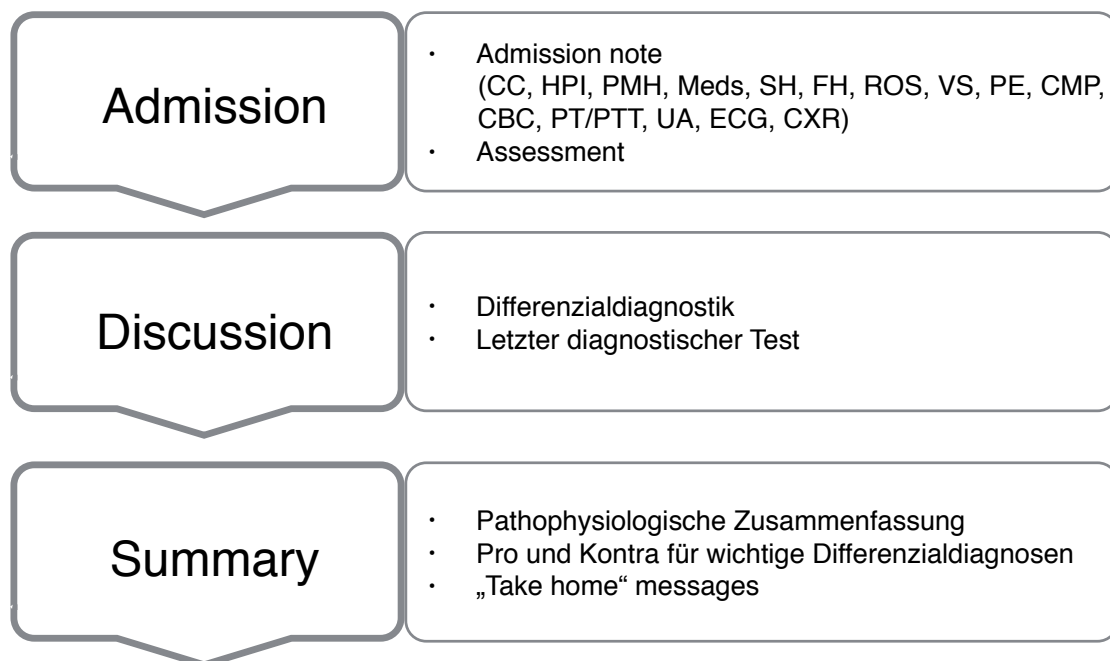
3. *Assessment II (One-Liner)/Diagnosis*: Der Fallverlauf wird zusammen mit den neuen Erkenntnissen erneut knapp zusammengefasst und es wird ein Tipp für die wahrscheinlichste Diagnose sowie den Bestätigungstest abgegeben.

### C) Summary

1. *Pathology summary*: Die Pathophysiologie der diskutierten Erkrankung wird zusammengefasst und erläutert.

2. *Pro's and Con's*: Der Fall wird daraufhin überprüft, ob er einem für die jeweils vorliegende Diagnose „typischen Verlauf“ entspricht und welche Falldetails für oder gegen einzelne Differenzialdiagnosen sprechen.

3. *Take-Home-Messages*: Prägnante Teaching-Points, die sich aus dem Fallverlauf ergeben haben, werden noch einmal wiederholt.



#### Abbildung. 3: Schematische Darstellung der CCD-Struktur

Begriffserklärung: CC: Chief Complaint: Hauptbeschwerde, HPI: History of Present Illness: aktuelle Anamnese, PMH: Past Medical History: Krankengeschichte, Meds: Medications: Medikamente, SH: Social History: Sozialanamnese, FH: Family History: Familienanamnese, ROS: Review of Systems: Zusammenschau aller Organsysteme, VS: Vital Signs: Vitalparameter (Blutdruck, Temperatur, usw.), PE: Physical Examination: Körperliche Untersuchung, CMP: Comprehensive Metabolic Panel: Standard Labor-Werte, CBC: Complete Blood Count: Differenzialblutbild, PT/PTT: Prothrombine Time/ Partial Thromboplastine Time: Gerinnungsparameter, UA: Urine Analysis: Urinanalyse, ECG: Electrocardiography: Elektrokardiogramm, CXR: Chest X-Ray: Thorax-Röntgenbild;

---

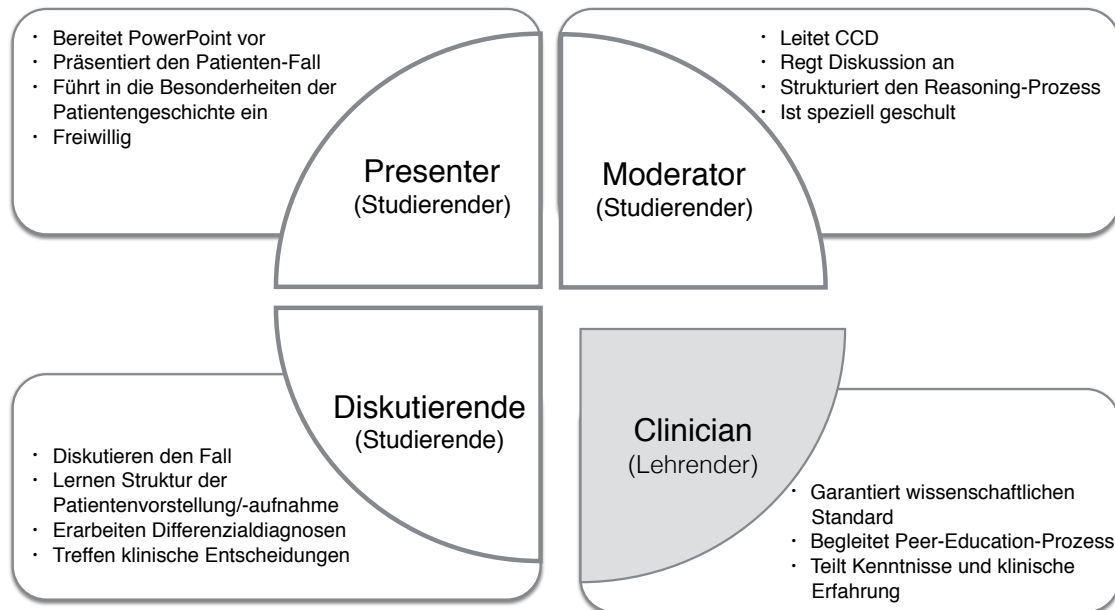
## 4.2 Mediale Repräsentation der CCD in drei Formaten

Zusätzlich zu der seit mehreren Semestern als Präsenz-Gruppendiskussion eingesetzten Live-CCD haben wir dem CCD-Lehransatz folgend weitere Formate nach modernen und für die Praxis relevanten Gesichtspunkten ausgestaltet. Dabei haben wir eine Abstufung der sozialen Interaktion innerhalb der Lehrformate von der Gruppendiskussion *Live-CCD* hin zu den Einzellerner-Formaten wie *Video-CCD* und nachfolgend *Papier-Fällen* vorgenommen. Im Folgenden werden die jeweiligen CCD-Formate bzw. Interventionsgruppe erläutert.

### 4.2.1 Präsenz-Gruppendiskussions-Format (*Live-CCD*)

In der Gruppendiskussion Live-CCD gibt es vier verschiedene Rollen (s.a. Abbildung 4), von denen drei von Studierenden eingenommen werden: Der für Gruppendiskussionen geschulte *Moderator* tritt den Kommilitoninnen und Kommilitonen auf Augenhöhe gegenüber und leitet die Diskussion. Damit sorgt er für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit, was als Grundvoraussetzung für erfolgreiches Lernen angesehen wird [115, 120]. Weiterhin gibt es den von Fall zu Fall wechselnden *Presenter*, der anhand eines Rotationssystems aus dem Pool der Teilnehmenden ausgewählt wird und den Fall im Vorfeld aufbereitet sowie in eine dynamisch mit Hyperlinks steuerbare PowerPoint-Präsentationsvorlage einarbeitet. Ebenso gibt es die *Diskutierenden*, die unter Anleitung des Moderators und des Clinicians den Fall nach Präsentation der Vorgeschichte diskutieren, strukturieren und auf Grundlage der Diskussion weitere Untersuchungsergebnisse einordnen. Der *Clinician*, als klinisch tätiger Arzt, begleitet und fördert wiederum den Peer-Education-Prozess. Dabei gewährleistet er die prozedurale und inhaltliche Qualität durch seine ärztliche Expertise und klinische Erfahrung [121]. Durch die Betreuung eines klinischen Lehrers, der vom Ausbildungsstand noch nicht zu weit von den Studierenden entfernt ist, kann die Live-CCD als supervidiertes Peer Teaching-Format angesehen werden [122]. Der Clinician greift aktiv nur in zwei Fällen in die Diskussion ein: Wenn das diagnostische oder therapeutische Vorgehen der Gruppe nicht wissenschaftlichen Standards entspricht oder um der Gruppe eigene praktische Erfahrungen mitzuteilen.

In der Live-CCD werden die Studierenden in der Admission vom Presenter durch den Fall geführt, während die Discussion vornehmlich vom Moderator geleitet wird. Die Summary wird von Presenter und Moderator zusammen gestaltet.



**Abbildung. 4: Schematische Darstellung der teilnehmenden CCD-Rollen**

Der Multiplikatoreneffekt als Basis des Peer-Education Prinzips wird auf verschiedenen Ebenen umgesetzt. Der Moderator als Multiplikator wird speziell geschult und ist daher in der Lage, inhaltliche und didaktische Herausforderungen in den Diskussionen zu meistern. Er erhält durch den *Clinician* eine fallbezogene Supervision und innerhalb der CCD eine Lehrausbildung nach Grundsätzen der LMU-internen Einrichtung zur Professionalisierung der Hochschullehre PROFIL<sup>4</sup>.

In der Live-CCD ist der Multiplikatoreneffekt auf mehreren Ebenen verwirklicht. Zum einen kann Wissensvermittlung horizontal stattfinden, indem sich Teilnehmende auf formal gleichem Studien-Niveau durch gegenseitige Erklärungen helfen. Jedoch geschieht dies auch vertikal durch Zusammensetzung der Kurse aus Teilnehmenden unterschiedlicher Ausbildungsstufen (vom Studierenden eines niedrigen klinischen Semesters bis hin zum approbierten Arzt).

Bei dieser interaktiven Gruppendiskussion ist die Teilnehmendenzahl auf ca. 15 Studierende begrenzt. Zu jeder Zeit ist voller Zugriff auf alle analogen oder digitalen Fachmedien möglich.

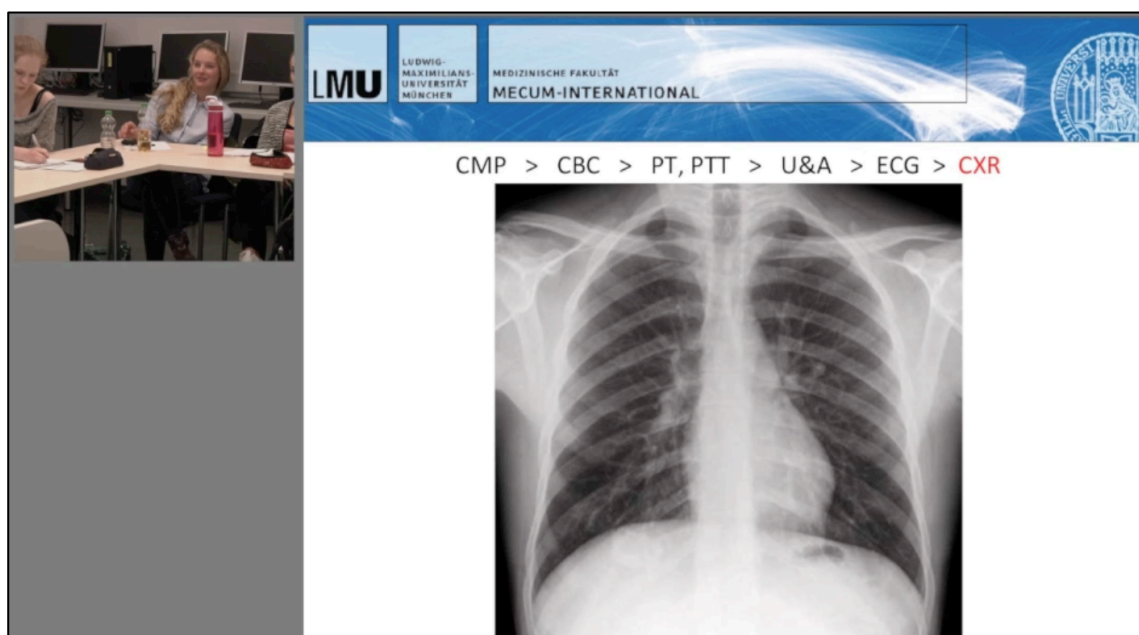
<sup>4</sup> <http://www.profil.uni-muenchen.de/index.html>



Abbildung 5: Ausschnitt aus den Video-CCD-Podcasts (Session II) zur Illustration der Live-CCD. Abgebildet sind Diskutierende, Moderatorin und Presenter

#### 4.2.2 Video-Podcast-Bearbeitung (Video-CCD)

Das Format der Video-CCD wurde als Einzeller-Format eingerichtet (vgl. Schreiber et al. 2010, [102]). Die Studierenden verfolgten die in der Live-CCD aufgenommene Diskussion als Video-Podcast an einem Computer mit Multimedia-Player und Kopfhörern. Dabei wurde ihnen jedwede Informationen, die in der Live-CCD entweder in der Präsentation oder mündlich durch die Diskussion der Teilnehmenden vermittelt wurde, zur Verfügung gestellt. Die diskutierenden Teilnehmenden sowie die Präsentationsfolien wurden zeitgleich eingeblendet (vgl. Abbildung 6).



**Abbildung 6: Beispielhafter Ausschnitt aus dem Video-CCD-Podcast der Session I. Abgebildet sind eine Diskutierende sowie die PowerPoint-Präsentation (weitere Beispielbilder im Anhang #4)**

Da die Video-Podcasts jeweils die komplette Live-CCD zeigten, lag die Spieldauer durchschnittlich zwischen 99 und 133 Minuten. Um eine realistische und flexible Anwendung durch Endnutzer zu simulieren, konnte die Bearbeitungszeit komplett frei gewählt werden. Weiterhin wurden beim Betrachten des Videos gezielt Mikro-Aktivitäten wie Stoppen, Vor- und Zurückspulen oder Springen erlaubt [102, 107]. Für die Festlegung des Interaktivitätsniveaus wurden diese Mikro-Aktivitäten bewusst gewählt, um durch schwierigere Bedienung des Podcasts die kognitive Beanspruchung nicht zu erhöhen [123]. Wie auch in der Live-CCD wurde den Teilnehmenden in der Gruppe der Video-CCD zu jeder Zeit voller Zugriff auf alle analogen, digitalen oder online Fachmedien ermöglicht. Die Video-CCD wurde stets um eine Woche zeitversetzt nach



der Videoaufnahme in der Live-CCD durchgeführt, um die Aufbereitung und den Schnitt des Video-Materials zu ermöglichen (vgl. Abschnitt 4.3).

#### *4.2.3 Papier-Fall-Bearbeitung (Papier-Fälle)*

Die Interventionsgruppe der Papier-Fälle wurde als Einzeller-Format durchgeführt. Die Studierenden arbeiteten Papier-Fälle durch, welche die komplette Fallinformation in analoger Struktur zu Live- und Video-CCD enthielten. Dabei wurde der original Fall-Text teilweise neu geordnet und konsequent an die Struktur von Admission-, Discussion und Summary angeglichen (vgl. Anhang #5). Die Bearbeitungszeit konnte auch in dieser Interventionsgruppe komplett frei gewählt werden, um den realistischen Einsatz beim Fall-Lesen zu simulieren. Erst auf individuelle Nachfrage wurde den Studierenden der nächste Abschnitt der Fälle ausgeteilt, um die Reihenfolge der Informationsaufnahme zu standardisieren. Wie auch in der Live-CCD und Video-CCD wurde den Teilnehmenden zu jeder Zeit voller Zugriff auf alle analogen, digitalen oder online Fach-Medien ermöglicht. Bei den Papier-Fällen ist die ökologische Validität als hoch zu bewerten, da Studierende in Studium und Prüfungen regelmäßig mit Fallvignetten konfrontiert werden oder mit Fallbüchern lernen.



## Paper-Group Case 1

### Part B

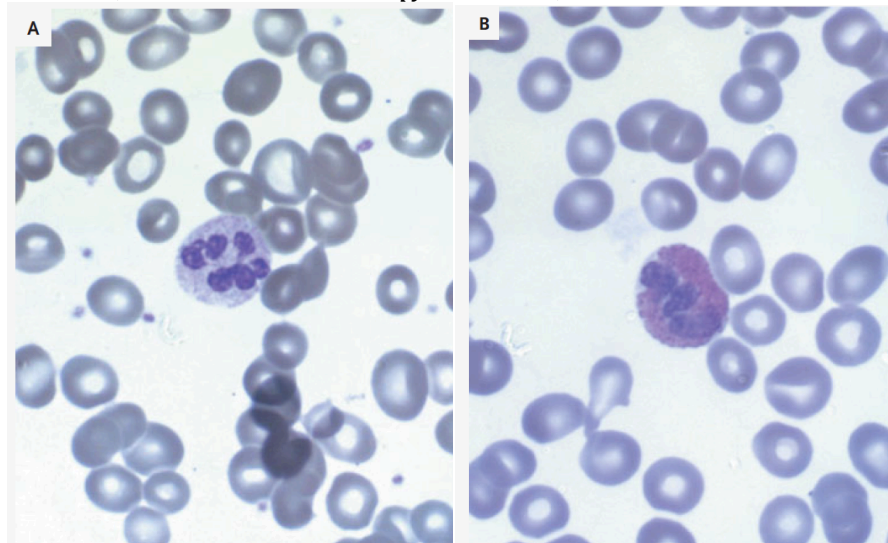
#### Case 30-2004: A 37-Year-Old Woman with Paresthesias of the Arms and Legs

**Radiographs** of the lumbar spine revealed no abnormalities.

Cranial and cervical **magnetic resonance imaging (MRI)** and **magnetic resonance angiographic studies**, performed after the administration of gadolinium, disclosed no intracranial abnormalities. On T2-weighted images, there was apparent hyperintensity of the cervical spinal cord at the C2- to C3 level, but at that level, the cord was incompletely evaluated. A subsequent, dedicated MRI study of the cervical spine revealed no abnormalities. Laboratory values obtained at the time of this visit are shown in Tables 1 and 2.

**The peripheral blood smear** showed that approximately 10 percent of the mature neutrophils were hypersegmented, with six or more lobes (Fig. 3). Hypersegmented eosinophils with three lobes were also present. In addition, there were numerous oval macrocytes and small and fragmented erythrocytes.

In this case, there was no evidence of *H. pylori*-infection, and antral inflammation.



**Figure 3. Peripheral-Blood Smear (Wright's Stain).**  
One hypersegmented neutrophil (Panel A) and a three-lobed, hypersegmented eosinophil (Panel B) from different areas of the smear are shown. Many red cells are enlarged and have an oval shape (macro-ovalocytes).

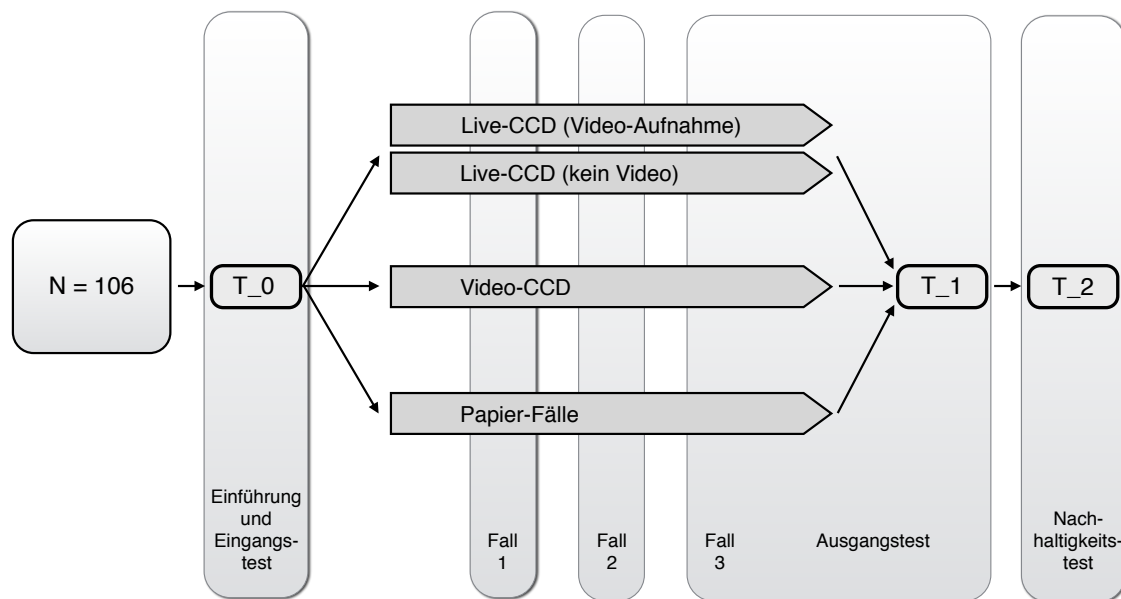
**Abbildung 7: Beispielhafter Ausschnitt aus den Papier-Fällen der Session I. Abgebildet ist die erste Seite von Part B (Discussion-Abschnitt) des ausgeteilten Papier-Falles (kompletter Papier-Fall I im Anhang #5).**

## 4.3 Durchführung des Laborexperiments

### 4.3.1 Studiendesign und Ablauf

Zur Beantwortung der verschiedenen Forschungsfragen wurde eine randomisierte kontrollierte Interventionsstudie mit drei verschiedenen Interventions-Gruppen gewählt. Innerhalb dieses experimentellen mixed-methods Studiendesigns wurden quantitative Daten wie auch qualitative Daten erhoben und analysiert.

Es wurden drei CCD-Formate (Live-CCD, Video-CCD, Papier-Fälle, ausführliche Beschreibung unter 4.2) verglichen: Diese Studie umfasste insgesamt fünf Studientermine (siehe Abbildung 8): Einen Einführungstermin, drei Kurs-Termine und einen Termin für den Nachhaltigkeitstest zwei Wochen nach Durchführung des letzten Kurses.



**Abbildung 8: Schematischer Studienablauf mit Kursterminen**

Es wurden vier Einführungs-Kurse durchgeführt, um die Probanden in möglichst kleinen Gruppen in den Ablauf der Studie einzuführen. Am selben Termin wurde der Eingangstest (T<sub>0</sub>) durchgeführt sowie eine standardisierte Live-CCD zur allgemeinen Einführung in den CCD-Lehransatz durchgeführt (Inhalt: traumatologischer Fall, [124]).

Jede der gematchten Gruppen (vgl. Abschnitt *Probandenakquise und Matching*) erhielt im jeweiligen Format die gleiche Fallinformation und es war den Teilnehmenden nicht möglich die Gruppen zu wechseln. In der Live-CCD wurden der Moderator und der Clinician zu jedem Kurstermin gewechselt, um die Einflüsse von persönlichen Charakteristika der Rollen zu minimieren. Der Presenter variierte zu jedem Kurstermin.

---

Wie im CCD-Konzept vorgesehen, stellte er sich freiwillig aus dem Kreis der Probanden zur Verfügung.

Um das Aktivitätsniveau der Studierenden unabhängig vom Instruktionsformat möglichst zu standardisieren und sicherzustellen, dass Studierende sich auch in der selbstständig zu bearbeitenden Video-CCD und bei den Papier-Fällen auf hohem Aktivitätsniveau mit dem Fall auseinandersetzen, wurde das Assessment (Aufforderung, den Fall knapp zusammenzufassen und eine Problemliste mit Positiv- und Negativ-Argumenten zu erstellen) bei den Studierenden in jeder Gruppe schriftlich durchgeführt (vgl.: Mamede et al. 2014 und Braun et al. 2017, [21, 125], Anhang #6). Mittels der Assessment-Formulare wurde strukturiert sichergestellt, dass sich die Studierenden mindestens zum Zeitpunkt des ersten Assessments im Admission-Abschnitt sowie zum Zeitpunkt des zweiten Assessments im Discussion-Abschnitt auf konstruktivem Aktivitäten-Niveau einbringen. In der Live-CCD und folglich auch in der Video-CCD (also der auf Video aufgenommenen Live-CCD) wurde anschließend das Assessment stets von einem Freiwilligen vorgestellt. In den Papier-Fällen konnte jeweils das Assessment der diskutierenden Ärzte nachgelesen werden. Diese Formulare wurden in einem Nebenprojekt ausgewertet (Manuskript in Vorbereitung zur Veröffentlichung: „Watching illness scripts evolve in patient cases: a mixed-method analysis of medical students case summaries“ Kieswetter J., Papadopoulous A., Hege I., Weidenbusch M., Lenzer B., Schmidmaier R.).

In allen drei Gruppen wurden drei voneinander unabhängige Fälle diskutiert (Enddiagnosen: Vitamin-B12-Mangel-Anämie, Angiosarkom, Influenza-A Virus-Infektion [126-128]).

Die Clinical Reasoning-Kompetenz wurde mittels eines klinischen Wissenstests (siehe Abschnitt 4.4.3 für eine genauere Beschreibung) an drei Zeitpunkten gemessen: T\_0: Eingangstest, T\_1: Ausgangstest; T\_2: Nachhaltigkeitstest; Dabei wurden die ersten vier Termine im Abstand von je einer Woche durchgeführt und der Nachhaltigkeitstest (Termin 5) zwei Wochen nach der letzten Intervention abgenommen (vgl. Abbildung 8).

**Tabelle 4: Studientermine und Programmpunkte**

Termin	Programmpunkte bzw. Ablauf
Woche 1	Einführung, Eingangstest: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrüßung</li> <li>• Einführung in das CCD-Kursformat sowie in das Studienvorhaben</li> <li>• Vorstellung der Rules of Conduct (siehe Anhang #3)</li> <li>• Fragebögen</li> <li>• Demonstrations-CCD</li> <li>• Klinischer Wissenstest (T_0);</li> </ul>
Woche 2	Intervention 1: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Live-CCD/Video-CCD/Papier-Fälle</li> <li>• Fragebögen</li> </ul>
Woche 3	Intervention 2: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Live-CCD/Video-CCD/Papier-Fälle</li> <li>• Fragebögen</li> </ul>
Woche 4	Intervention 3, Ausgangstest: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Live-CCD/Video-CCD/Papier-Fälle</li> <li>• Fragebögen</li> <li>• Klinischer Wissenstest (T_1)</li> </ul>
Woche 6	Nachhaltigkeitstest: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klinischer Wissenstest (T_2)</li> </ul>

#### 4.3.2 Fallzahlberechnung

Die Fallzahlberechnung wurde mit der Software „G\*Power“ (Version 3.1.9.2)<sup>5</sup> durchgeführt. Dabei wurden eine Power von  $1-\beta = 0,8$  und ein  $\alpha = 0,05$  veranschlagt, um Unterschiede bei einer Effektstärke von Cohen's  $d > 0,5$  mittels unverbundenem t-test zu detektieren. Die Berechnung ergab eine Fallzahl von  $N = 128$  Probanden.

#### 4.3.3 Probandenakquise und Matching

Die Probanden wurden über Plakat-Aushänge, mittels Werbung in universitären E-mail-Verteilern, durch Werbung im Internet (CCD-Homepage<sup>6</sup> und CCD-Facebook-Seite<sup>7</sup>) sowie in Einführungsveranstaltungen aller klinischen Semester angeworben.

Der Aufwand der Probanden wurde mit 50 Euro für die Teilnahme an allen fünf Terminen kompensiert. Zusätzlich erhielten alle Teilnehmenden ein Teilnahmezertifikat.

Für die Studie konnten 106 freiwillige Studierende des klinischen Abschnitts der LMU rekrutiert werden. Hiervon konnten von 90 Probanden vollständige Datensätze erhoben werden (Dropout-Rate: 15,1%). Die Englischkenntnisse wurden durchschnittlich von 67,78% der Studierenden als gut bis sehr gut bewertet. Die Interventionsgruppen wurden nach Alter, Geschlecht, klinischem Fachsemester, vorheriger CCD-Teilnahme sowie KWT-Ergebnis stratifiziert.

Um die Probanden zu pseudonymisieren, wiesen sie sich auf Fragebögen und bei den Tests selbst mit einem sechsstelligen Code aus. Dieser setzte sich aus den ersten zwei Buchstaben des Vornamens der Mutter, den ersten zwei Buchstaben des Geburtsorts und den letzten beiden Ziffern des Geburtsjahrs zusammen.

Beispielhaft „YVLA89“ für „Yvonne, Landshut, 1989“.

Zur Beantwortung der Fragestellung 2 wurde die Live-CCD Gruppe in zwei statistisch ausgeglichene Gruppen unterteilt. In einer der beiden Gruppen wurden die Videoaufnahmen zur späteren Transkription und inhaltsanalytischen Analyse durchgeführt (Vergleichsdaten im Anhang #8).

---

<sup>5</sup> <http://www.gpower.hhu.de/>

<sup>6</sup> [http://www.med.uni-muenchen.de/mecum\\_international/mecum-international/index.html](http://www.med.uni-muenchen.de/mecum_international/mecum-international/index.html)

<sup>7</sup> <https://www.facebook.com/ccdlmu/>

**Tabelle 5: Soziodemografische Daten der ausgewerteten Probanden (post-hoc); (Daten zur Interventionsgruppe Live<sub>Kein-Video</sub> im Anhang #8 gezeigt)**

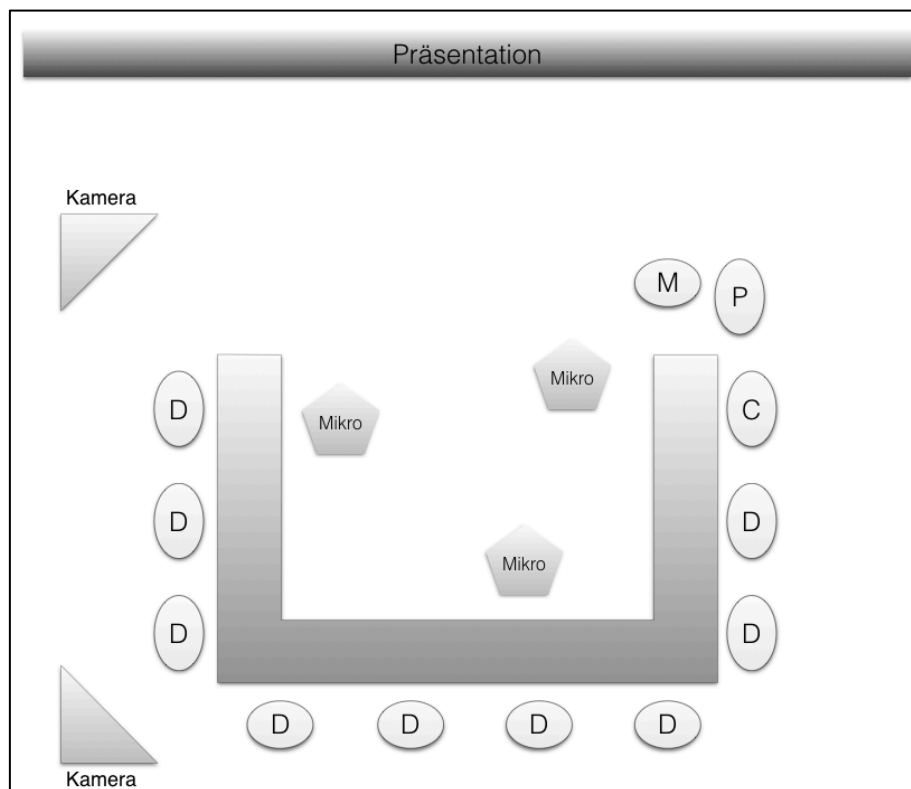
	<u>Lehrformat/Interventionsgruppe</u>				<u>Alle Gruppen</u>
	<u>Live-CCD</u>		<u>Video- CCD</u>	<u>Papier- Fälle</u>	
	<u>Live-CCD</u>  Gesamt	<u>Live-CCD</u>  Videoaufnahme			
	<i>n</i> = 30	<i>n</i> = 15	<i>n</i> = 27	<i>n</i> = 33	<i>N</i> = 90
Sex <i>N</i> m/ w (% w)	14/16 (53,33% w)	6/9 (60,00% w)	5/22 (81,48% w)	12/21 (63,63% w)	31/59 (65,55% w)
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Alter	23,77 (4,09)	24,73 (4,86)	22,26 (1,77)	22,91 (2,4)	23,0 (2,97)
Klini- sches Fachse mester	3,23 (1,96)	3,20 (1,78)	3,41 (1,47)	3,82 (1,84)	3,5 (1,78)
Abitur- note	1,53 (0,36)	1,66 (0,40)	1,35 (0,42)	1,48 (0,68)	1,46 (0,52)
Physi- kums- punkt- zahl (schriftli- ch)	245 (30)	237 (35)	226 (78)	246 (30)	240 (49)
Teil- nehm- ende mit CCD- Erfahru- ng n (%)	6 (20,0 %)	2 (13,33 %)	6 (22,20 %)	5 (15,10 %)	17 (18,88 %)

## 4.4 Materialien und Datenerhebung

### 4.4.1 Videoaufnahmen und Podcast-Produktion

#### Aufnahme:

Die Live-CCD wurde mit bis zu drei Kameras und mit mehreren Mikrofonen aufgenommen. Dabei wurde darauf geachtet, dass das Aufnahme-Personal möglichst unauffällig vorgeht, um die Teilnehmenden nicht bei der Diskussion zu stören. Anschließend wurde das Rohmaterial geschnitten und ein Podcast erstellt.



**Abbildung 9: Schematische Darstellung des räumlichen Aufbaus in der Live-CCD; Abkürzung Mikro: Mikrofon, M: Moderator, P: Presenter, C: Clinician, D: Diskutierende;**

#### Pilotierung:

Die Durchführung von Videoaufnahmen in Live-Diskussionen wurde im Wintersemester 2014/2015 in drei regulären CCD-Semester-Kursen ( $n = 15-20$ ) erprobt. Zielsetzung war einerseits zu überprüfen, ob sich die Diskussion unter Kameraaufnahme wesentlich verändert und andererseits, die Erprobung der Durchführbarkeit der Video-CCD-Vergleichsgruppe. Die Teilnahme war freiwillig, sie erfolgte nach schriftlicher Einwilligung und es wurde keine Aufwandsentschädigung entrichtet. Es war bei den Teilnehmenden keine Veränderung der Diskussionsbereitschaft und -aktivität unter Videoaufzeichnung zu erkennen. Gleichzeitig ist die Auswertung der Video-CCD-



---

Pilotierung durch Verbesserung von Ton- und Bildqualität, Erweiterung der Steuerungsmöglichkeiten durch den Nutzer und Anpassung der Podcast-Dauer mit in die Erarbeitung der finalen Video-Podcasts eingeflossen.

#### 4.4.2 Fragebögen zu Soziodemographie, Akzeptanz & Durchführbarkeit

Mittels deutschsprachigen Fragebögen wurden soziodemographische Daten (vgl. Abschnitt 4.3) sowie die Bearbeitungszeit jeder CCD-Session erhoben. Die Bewertung der Akzeptanz und Kritikpunkte gegenüber dem jeweiligen Format wurden nach der dritten CCD-Session abgefragt. Die Erstellung und Auswertung der Fragebögen erfolgte mit der Software Zensus (Blubbsoft GmbH<sup>8</sup>). Falls nicht anders angegeben, wurde eine 5-Punkt-Likert-Skala verwendet. Die Zustimmung zu Aussagen wurde ab der Stufe „stimme etwas zu“ oder „stimme vollkommen zu“ gewertet.

#### 4.4.3 Klinischer Wissenstest

Zur quantitativen Beurteilung der Clinical Reasoning-Kompetenz wurde ein validierter klinischer Wissenstest (KWT) mit insgesamt 30 Fragen entwickelt [21, 52, 129]. Die deutschsprachigen Fragen wurden von Dr. med. Marc Weidenbusch in Zusammenarbeit mit dem Testexperten Christian Strobel, PhD, für dieses Projekt entwickelt und adaptiert. Hierbei wurde die Inhaltsvalidität durch Ableitung der Fragen aus den im Kurs behandelten Fällen und die Entwicklung und Begutachtung durch die klinischen Experten Prof. Dr. med. Schmidmaier sowie Prof. Dr. med. Fischer sichergestellt. Die Clinical Reasoning-Kompetenz wird dabei durch drei domänenspezifische Wissensarten operationalisiert [64, 130].

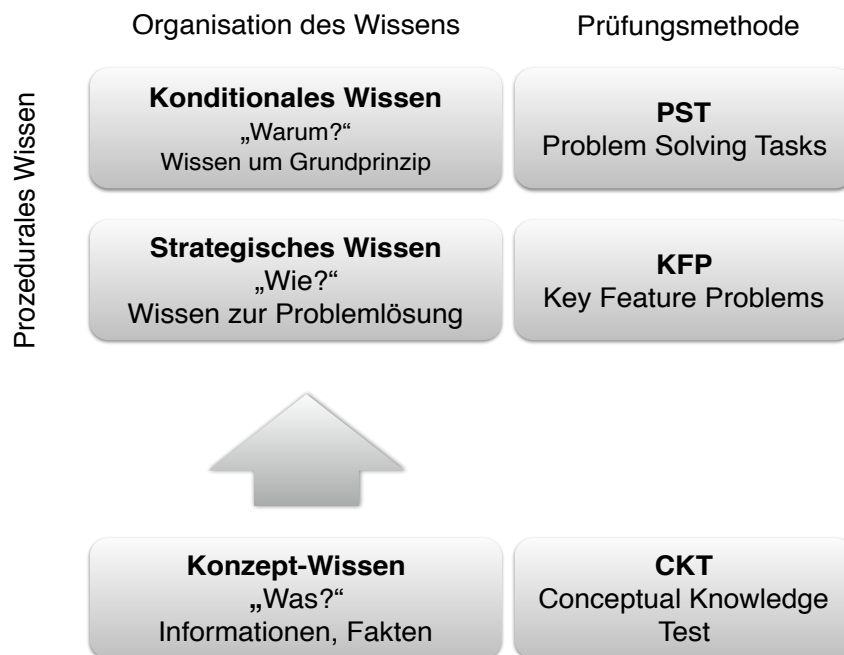
Um das Faktenwissen („conceptual knowledge“, „Was“-Information) beurteilen zu können, wurden 12 Multiple-Choice Fragen (MC) gestellt. Diese prüften Wissen aus dem Kontext der in dieser Studie diskutierten Fälle ab.

Durch 9 Key Feature Problems (KFP) wurde strategisches Wissen („Wie“-Information) abgeprüft. Innerhalb des KWT wurden kurze Fall-Vignetten vorgestellt. Die Studierenden sollten in einer Freitextantwort Differenzialdiagnosen vorschlagen, den nächsten diagnostischen Schritt angeben oder differenzierte Erklärungen nennen. Ein Key Feature eines Falles stellt daher einen „kritischen Schritt in der Lösung eines klinischen Problems“ dar. Die Frage zielt daher genau auf diesen entscheidenden Punkt in dem Fallkomplex ab [64, 130, 131].

---

<sup>8</sup> <http://www.blubbsoft.de/>

Mit 9 Problem Solving Tasks (PST) wurde konditionales Wissen („Warum“-Information) gemessen. PST bestehen ebenfalls aus einer kurzen Fall-Vignette und einer Freitextantwort. Dabei sollten die Studierenden die Informationen des Szenarios verknüpfen, eine führende Hypothese nennen und die Entscheidungen pathophysiologisch begründen.



**Abbildung 10: Schematische Darstellung des klinischen Wissenstests: Diagnostisches Wissen und Prüfungsform aus Schmidmaier et al. [52]**

*Aufbau und Durchführung des klinischen Wissenstests:*

Der Test musste in 45 Minuten beantwortet werden. Es wurden 12 Multiple Choice Fragen (MC) zu Faktenwissen, 9 Key Feature Problems zu strategischem Wissen sowie 9 Problem Solving Tasks zu konditionalem Wissen gestellt. Da MC-Fragen anfällig für Wiederholungseffekte sind, wurden 25% der MC-Fragen von T\_0 zu T\_1 ausgetauscht und die Reihenfolge verändert. Bei T\_1 und T\_2 wurde der gleiche Test abgefragt.

---

*Pilotierung/Testschwierigkeit und Messung der Reliabilität:*

Die ursprünglichen 30 Fragen wurden anhand einer Stichprobe aus insgesamt 13 PJ-Studierenden und CCD-Teammitgliedern verschiedener klinischer Semester vorab auf Verständlichkeit und angemessene Schwierigkeit überprüft. Dabei wurde bewusst versucht, die Schwierigkeit tendenziell höher anzusetzen, da der Test die Fähigkeiten Studierender aller klinischen Semester abbilden können sollte. Ein Deckeneffekt sollte daher durch die hohe relative Schwierigkeit ausgeschlossen werden. Ein Bodeneffekt wurde aufgrund der Einbeziehung Studierender höherer Semester in Kauf genommen, um trotzdem die Wissenszunahme abbilden zu können. Dabei konnte ohne vorgeschaltete Lernphase eine Gesamttest-Reliabilität von Cronbach-Alpha 0.831 für den Gesamttest mit 30 Items erreicht werden. Diese liegt im Bereich der bereits zuvor beschriebenen Veröffentlichung [129].

Die Berechnung der Reliabilität des KWT innerhalb der Studie zum Zeitpunkt T<sub>1</sub> ergab einen Cronbach-Alpha von 0.69. Da dies unter der Reliabilitätsgrenze von 0.7 lag, musste das Item MC\_8 aus der Auswertung genommen werden [132, 133]. Damit konnte ein reliabler 29-Item umfassender Test (Cronbach-Alpha 0.709) ausgewertet werden.

*CASUS-Plattform:*

Der KWT wurde auf der renommierten und seit annähernd 20 Jahren eingesetzten CASUS-Plattform<sup>9</sup> durchgeführt. Dieses internetbasierte Autorenprogramm wurde für die Bearbeitung von problembasierten Fällen entwickelt. Gleichzeitig können über diese Plattform problemlos auch Tests (MC-Fragen sowie auch fallbasierte Fragen) abgewickelt werden [134, 135]. CASUS läuft sehr stabil und bot darüber hinaus für die Studie den Vorteil, dass die Studierenden das Programm schon aus dem curricularen Alltag kannten. Die Daten werden aus CASUS als Excel-Dateien ausgespielt.

*Auswertung der Multiple Choice-Fragen, Key Feature Problems und Problem Solving Tasks:*

Bei der Ausspielung der Ergebnisse aus CASUS wurde die Richtigkeit der Fragen, je nach Voreinstellung im Casus-Autorensystem, direkt angezeigt.

Die Ärzte Dr. med. Marc Weidenbusch (T0 und T1) und Raphael Kunisch (T2) werteten die Freitext-Antworten der KFP- und PST-Aufgaben anhand eines vorgegebenen Auswertungsmanuals aus. Die Interrater-Reliabilität wurde durch die gegenseitige

---

<sup>9</sup> <https://lmu.casus.net>

---

Auswertung überprüft. Dabei wurden 10 % der Fragen gegenseitig geratet [136]. Dabei ergab sich eine gemittelte Übereinstimmung von über 80%. Dies wurde als genügend angesehen, um die restlichen Fragen durch Dr. med. Marc Weidenbusch zu raten. Es zeigte sich, dass die Reliabilitäten der Teilskalen niedrig waren: Cronbach-Alpha für MC = 0.52, KFP = 0.48, PST = 0.55. Daher wurde auf eine Subanalyse der durch die Teilskalen abgebildeten Wissensarten verzichtet.

## 4.5 Inhaltsanalytische Erfassung des Clinical Reasoning

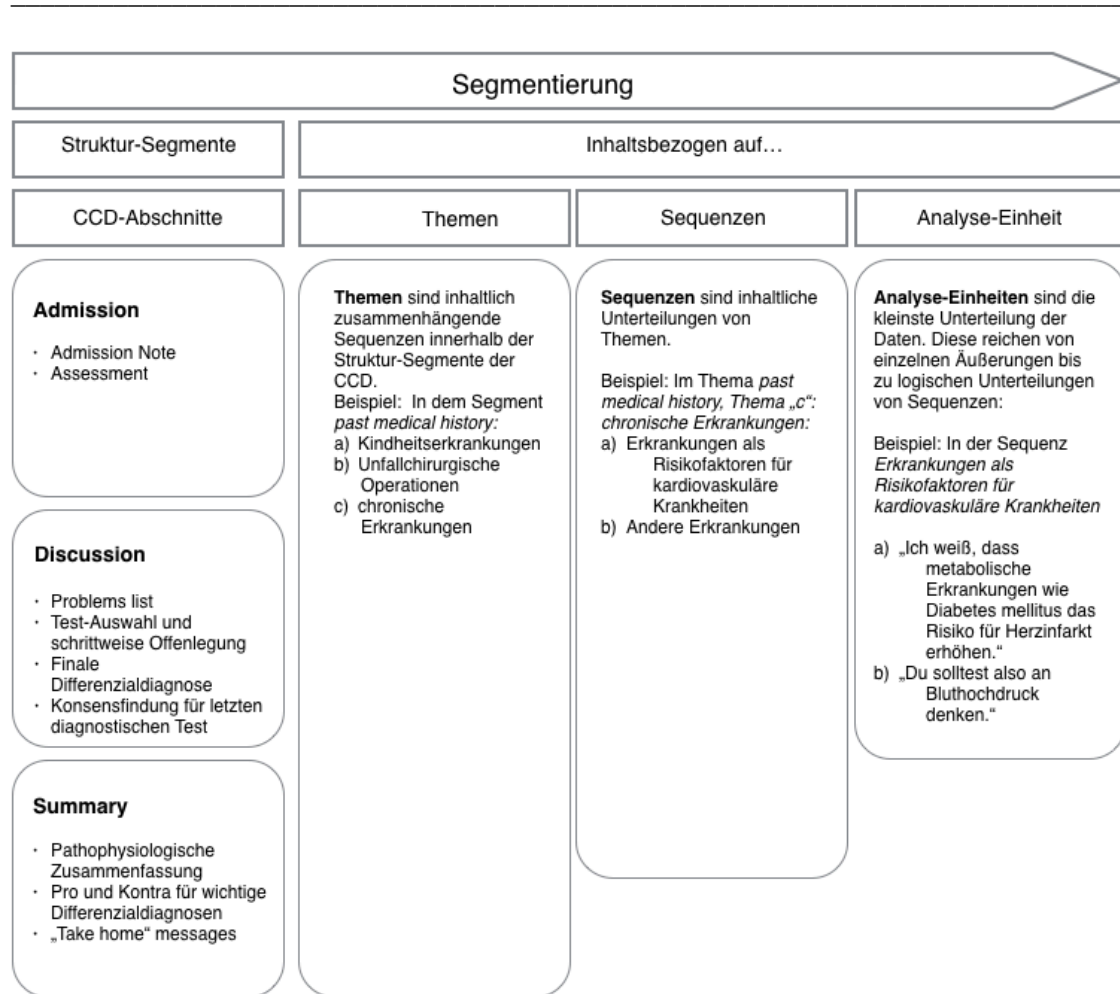
### 4.5.1 Transkription & Segmentierung der Daten

Die schriftliche Transkription der Videodaten wurde von einer studentischen Hilfskraft durchgeführt. Dabei wurden das Pilot-Video (121 Minuten) sowie die drei Videos (gesamt: 301 Minuten) aus der Studie verschriftlicht und in ein Word-Dokument übertragen. Anschließend wurde der Datensatz in eine Excel-Datei eingefügt. Das Rating und die Auswertung erfolgte mit Microsoft Excel.

Die Segmentierung der Daten wurde vor der Entwicklung des CR-Kodierschemas vorgenommen, um eine Beeinflussung der Segmentierung durch die Kodier-Kategorien zu vermeiden [137].

Die Segmentierung der Daten gliederte sich anhand der im Kurs vorhandenen strukturellen Segmente, anschließend nach inhaltlichen Themen und weiter nach Sequenzen. Schlussendlich wurden die definitiven Analyse-Einheiten (AEi) anhand inhaltlicher Abgrenzung unterteilt.

Zunächst wurden die Transkripte analog zu den CCD-Abschnitten eingeteilt (vgl. Abbildung 3; vgl. Wecker et al. 2017, [136]). Die Segmente wurden unterteilt, wenn die Diskussion von einem strukturellen CCD-Segment wie dem „chief complaint“ zur „history of present illness“ überging. Anschließend wurden inhaltsbezogen Themen identifiziert, beispielsweise zwei unterschiedliche Krankenhaus-Aufenthalte, die die aktuelle Krankenhausaufnahme zur Folge hatten. Diese Themen wurden dann in Unter-Sequenzen der Themen geteilt. In diesen Sequenzen wurden logische Untereinheiten als endgültige Analyse-Einheiten für epistemische Aktivitäten definiert. Diese AEi wurden inhaltsbezogen voneinander abgegrenzt und konnten anhand von Argumentationssträngen, einzelnen Äußerungen, aber auch durch einen Sprecherwechsel voneinander abgegrenzt werden.



**Abbildung 11: Schematische Darstellung der CCD-Abschnitte und Segmentierung nach Kodierschema**

Das Training und die Etablierung der Interrater-Übereinstimmung erfolgte zwischen Benedikt Lenzer und Simon Berhe, Simone Reichert und Tobias Steffen anhand 10-20% der jeweiligen Einheiten der Abschnitte des Session I-Transkripts. Die Trainings-AEi wurden nicht für die Berechnung der Interrater-Übereinstimmung herangezogen. Dabei konnte für die Themen eine Interrater-Übereinstimmung von 94%, für die Sequenzen von 77% und für die AEi ein Wert von 97% erreicht werden. Die weiteren Transkripte wurden vollständig von Benedikt Lenzer segmentiert.

---

#### 4.5.2 Entwicklung & Anwendung des Clinical Reasoning-Kodierschemas

Für die qualitativ-basierte quantitative Analyse der Reasoning-Prozesse in den CCD wurde ein validiertes Kodierschema für die acht EA adaptiert [1], das zuvor für Analysen in der Domäne der Sozialen Arbeit entwickelt wurde [28]. Ein ähnliches Kodierschema wurde in der Domäne der Lehrerbildung erprobt [27]. Da einzelne EA in den jeweiligen Forschungsarbeiten mit geringen Unterschieden operationalisiert wurden, wurde bei der Adaptierung auf das Schema von Ghanem und Kollegen fokussiert, welches zur Erfassung der Reasoning-Aktivitäten von Studierenden und Experten der Sozialen Arbeit entwickelt wurde. Eine Anpassung des Kodierschemas war nötig, da es ursprünglich für die Analyse von Think Aloud-Protokollen erarbeitet wurde. Im Gegensatz zu dem Gruppen-Diskussions-Format CCD lösten dabei einzelne Probanden Fall-Vignetten. Das Kodierschema wurde zusammen mit Christian Ghanem in ca. zehn iterativen Zirkeln von gemeinsamem Kodieren von AEi und der Diskussion der abweichenden Codes angepasst. Bei strittigen AEi wurde in iterativen Diskussionen ein Konsens gesucht. Nach jeder Trainingsrunde wurden die schriftlich dokumentierten Ergebnisse in das Kodierschema eingearbeitet. Die für das Training gewerteten AEi des Session I-Transkripts flossen nicht in die Berechnung der Interrater-Reliabilität mit ein. Die Interrater-Reliabilität wurde mit 10% der Gesamtdaten des Session II- und Session III- Transkripts errechnet. Die restlichen Daten wurden vollständig von Benedikt Lenzer kodiert.

Die epistemische Aktivität *Konstruktion von Artefakten (KA)* wurde auf dem Segmentierungsniveau der Sequenzen parallel zu den anderen Kodierungen vergeben, um die co-existente Natur dieser Aktivität abzubilden. KA wurde beispielsweise vergeben, wenn eine mündliche Erklärung mittels einer Skizze an einer FlipChart-Tafel verdeutlicht wurde.

Dieses Kodierschema ist darauf angelegt, CR-Prozesse vollumfänglich in einem Gruppendiskussions-Setting zu erfassen. Daher wurde darauf verzichtet, ein qualitatives oder quantitatives Mindestkriterium einzuführen, ab welchem AEi als epistemisch zu werten sind. Somit wurden alle AEi, die nicht klar nicht-epistemisch waren, in die Kodierung mit aufgenommen. Gleichermaßen wurde für die Analyse der CR-Prozesse davon ausgegangen, dass diese innerhalb des Kontinuums der Live-CCD von allen Teilnehmenden nachvollzogen werden (vgl. Anhang #7: Auszug aus dem Kodierschema).

Die stufenweise Entwicklung und Adaptierung des Kodierschemas erstreckte sich über einen Zeitraum von eineinhalb Jahren, wohingegen die eigentliche Kodierung der AEi innerhalb von einer Woche abgeschlossen werden konnte.

## 4.6 Statistische Methoden

Die statistischen Auswertungen dieser Doktorarbeit wurden mit GraphPad Prism (Version 6.0f, GraphPad Software Inc.), SPSS (Version 24, IBM) sowie Microsoft Excel (Version 14.2.0) durchgeführt.

Die Prä-Post-Vergleiche der KWT-Werte (T\_0 zu T\_1 und T\_0 zu T\_2) wurden mit verbundenen t-tests berechnet. Die resultierenden Effektstärken werden mit Cohen's *d* angegeben. Die Inter-Gruppen-Vergleiche wurden mit one-way ANOVAs (T\_1: Live-CCD zu Video-CCD zu Papier-Fälle) berechnet. Hierbei wird die Effektstärke mit  $\eta^2$  berichtet. Post-hoc-Analysen wurden nach der Bonferroni- oder Duncan-Methode durchgeführt. Korrelationen wurden mit dem Pearson-Korrelationskoeffizienten berechnet.

## 5 Ergebnisse

Vor der Intervention unterschied sich das Wissen zwischen den Gruppen nicht: Live-CCD  $M = 5,34$ ;  $SD = 1,93$ , Video-CCD  $M = 4,76$ ;  $SD = 1,90$ , Paper-Cases  $M = 5,76$ ;  $SD = 2,24$ ,  $F(2,87) = 1.78$ ,  $p = 0.174$  (n.s.). Die Geschlechterverteilung war aufgrund von Drop-Outs zwischen den Interventionsgruppen unterschiedlich. Diese Verteilung führte jedoch nicht zu unterschiedlichen Lernzuwächsen, da sich männliche ( $M = 12,33$ ;  $SD = 4,25$ ) und weibliche Studierende ( $M = 10,80$ ;  $SD = 3,50$ ) nicht signifikant im Nachhaltigkeitstest (T\_2) unterschieden:  $F(2,88) = 3.37$ ,  $p = 0.07$  (n.s.).

### 5.1 Das Niveau der sozialen Interaktion bei einer Teilnahme an der Clinical Case Discussion wirkt sich auf die Clinical Reasoning-Kompetenz von Medizinstudierenden aus

In allen drei Interventionsgruppen (Live-CCD, Video-CCD, Papier-Fälle) konnten durch die drei durchgeführten CCD-Sessions signifikante Lernzuwächse zum Zeitpunkt T\_1 nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 6).

Die verschiedenen CCD-Formate unterschieden sich bezüglich des Einflusses auf den Lernerfolg signifikant:  $F_{T_1}(2,87) = 27.07$ ,  $p < 0.000$ ,  $\eta^2 = 0.384$ . Der Lernzuwachs nahm von der Papier-Fälle- ( $M = 8,5$ ;  $SD = 2,44$ ) über die Video-CCD- ( $M = 11,69$ ;  $SD = 3,34$ ) bis hin zur Live-CCD-Interventionsgruppe ( $M = 14,10$ ;  $SD = 3,32$ ) zu. Die berechneten Effektstärken sind mit Cohen's  $d = 1,2$  für die Papier-Fall-Gruppe,  $2,6$  für die Video-CCD-Gruppe und  $3,3$  für die Live-CCD-Gruppe groß bis sehr groß [132, 138]. Post-hoc Bonferroni-Tests zeigten signifikante Unterschiede zwischen Live-CCD und Video-CCD ( $p = 0.011$ ), wie auch zwischen Live-CCD und Papier-Fällen ( $p = 0.000$ ). Der Unterschied zwischen Video-CCD und Papier-Fällen war ebenfalls signifikant ( $p = 0.000$ ).

Die Ergebnisse blieben im um zwei Wochen verzögerten Nachhaltigkeitstest T\_2 stabil. Bei diesem T\_2 Nachhaltigkeitstest blieb die Rangfolge der jeweiligen Effektivität der Formate (Papier-Fällen  $<$  Video-CCD  $<$  Live-CCD) erhalten (vgl. Abbildung 12):  $F_{T_2}(2,87) = 30.91$ ,  $p < 0.000$ ,  $\eta^2 = 0.415$ .

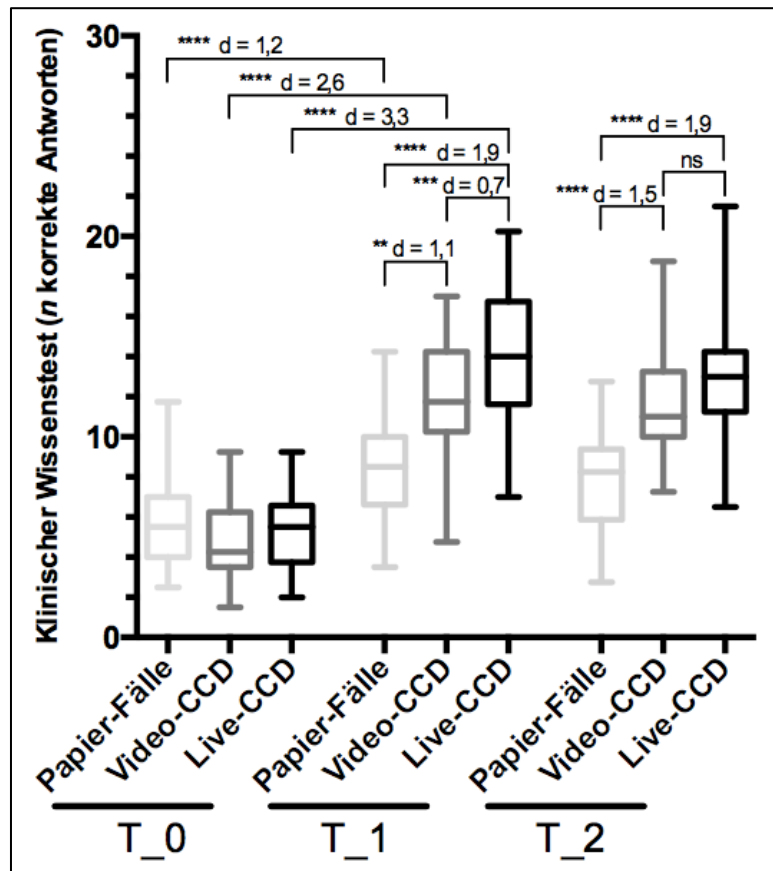
Ein signifikanter Unterschied zwischen den Interventionsgruppen zum Zeitpunkt T\_2 war für Papier-Fälle ( $M = 7,89$ ;  $SD = 2,41$ ) und Live-CCD ( $M = 13,36$ ;  $SD = 3,23$ ) ( $p = 0.000$ )



sowie für Papier-Fälle und Video-CCD ( $M = 11,84$ ;  $SD = 2,92$ ) nachzuweisen ( $p = 0.000$ ), jedoch nicht mehr zwischen Live-CCD und Video-CCD ( $p = 0.146$ ).

**Tabelle 6: Punktzahlen des klinischen Wissenstests zum Zeitpunkt T\_0, T\_1, T\_2**

	Lehrformat					
	Live-CCD		Video-CCD		Papier-Fälle	
	<i>M</i>	<i>(SD)</i>	<i>M</i>	<i>(SD)</i>	<i>M</i>	<i>(SD)</i>
Klinischer Wissenstest (T_0)	5,34	(1,92)	4,76	(1,90)	5,76	(2,24)
	<i>n</i> = 30		<i>n</i> = 27		<i>n</i> = 33	
Klinischer Wissenstest (T_1)	14,10	(3,32)	11,68	(3,34)	8,50	(2,44)
	<i>n</i> = 30		<i>n</i> = 27		<i>n</i> = 33	
Nachhaltigkeitstest (T_2)	13,36	(3,23)	11,84	(2,92)	7,89	(2,41)
	<i>n</i> = 30		<i>n</i> = 27		<i>n</i> = 33	



**Abbildung 12: Punktzahl des klinischen Wissenstests nach Interventionsgruppen und Zeitpunkt. Boxplots mit min - max ranges. \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*\*\*  $p < 0.0001$ , ns = nicht signifikant**

## 5.2 Weitere subjektive Faktoren beeinflussen den Lernerfolg der Clinical Case Discussion-Formate

### 5.2.1 Bearbeitungszeit und subjektive Bewertung der Lernziele und persönlichen Resultate durch die Teilnehmenden

Der Vergleich der Bearbeitungszeiten in den einzelnen Gruppen zeigt, dass diese in der Live-CCD mit durchschnittlich 127-141 Minuten ( $\text{Live-CCD}_{\text{Kein Video}} + \text{Live-CCD}_{\text{Videoaufnahme}}$ ) am höchsten war. Die Bearbeitungszeit der Video-CCD orientierte sich relativ exakt an der  $\text{Live-CCD}_{\text{Videoaufnahme}}$ , während die Papier-Fälle am kürzesten bearbeitet wurden

**Tabelle 7: Bearbeitungszeit der drei CCD-Fälle pro Interventionsgruppe in Minuten**

	Lehrformat						
	Live-CCD			Video-CCD		Papier-Fälle	
	Live-CCD	Live-CCD	Live-CCD	M	(SD)	M	(SD)
	Gesamt	Kein Video	Videoaufnahme				
	M	M	M				
CCD I	131	125	140	133	(23)	85	(15)
CCD II	141	155	120	120	(25)	82	(20)
CCD III	127	145	100	99	(17)	70	(22)

Anmerkung: Da die Bearbeitungszeit für die beiden Live-CCD-Gruppen durch gemeinsamen Beginn und Ende für die Studierenden der jeweiligen Live-CCD-Untergruppe gleich waren, ist keine Standardabweichung angegeben.

Die CCD-Formate unterschieden sich signifikant in Bezug auf die subjektive Bewertung der Lernziele und Ergebnisse durch die Teilnehmenden (vgl. Skala, Anhang 9: Tabelle 16):  $F(2,85) = 13.16$ ,  $p = 0.000$ , partial  $\eta^2 = .236$ . Die Teilnehmenden der Live-CCD ( $M = 4,20$ ;  $SD = 0,63$ ) bewerteten ihr Format besser als die Teilnehmenden der Video-CCD ( $M = 3,18$ ;  $SD = 1,24$ ) oder Papier-Fälle ( $M = 3,0$ ;  $SD = 0,99$ ). Post-hoc Bonferroni-Tests zeigten, dass sich die Live-CCD signifikant von der Video-CCD ( $p = 0.001$ ) und den Papier-Fällen ( $p = 0.000$ ) unterschied. Die Video-CCD war in einem post-hoc Duncan-Test statistisch nicht von den Papierfällen unterscheidbar ( $p = 0.48$ ).

Die subjektive Bewertung der Lernziele und persönlichen Resultate durch die Teilnehmenden korrelierte auf mittlerem Niveau mit den Ergebnissen des KWT zum Zeitpunkt T\_1 ( $r = 0.343$ ,  $n = 88$ ,  $p = 0.001$ ) und T\_2 ( $r = 0.339$ ,  $n = 88$ ,  $p = 0.001$ ).

Bei der Bewertung der Sinnhaftigkeit des CCD-Formats und Bewertung anhand von Schulnoten durch die Studierenden ergab sich eine klare Präferenz für die Live-CCD (97% Zustimmung „Live-CCD ist sinnvoll“, Note 1,57, vgl. Anhang #9). Dahingegen bewerteten nur knapp 40% die Video-CCD und 25% die Papier-Fälle als sinnvoll.

Ähnliche Zustimmungsraten erzielten die Formate bezogen auf die freiwillige weitere Teilnahme und den Wunsch nach curricularer Implementation der jeweiligen CCD-Formate.

### 5.2.2 Spezifische Betrachtung der Live-CCD

Die Atmosphäre in der Live-CCD, genauso wie die Niedrigschwelligkeit, Fragen stellen zu können (93% Zustimmung), sowie deren Interaktivität (72% Zustimmung) wurden mehrheitlich positiv bewertet. Peer-Teaching wurde als geeignete Methode für die Live-CCD angesehen. Jedoch haben nur 41,7% der Studierenden der Live-CCD<sub>Videoaufnahme</sub>-Gruppe angegeben, dass sie sich nicht von den Kameras gestört fühlten.

In Freitext-Kommentaren wurden unter anderem die Vorzüge einer Live-Diskussion wie die Interaktivität, die Übertragbarkeit auf die klinische Praxis oder die Förderung der Problemlösefähigkeit gelobt. Kritisiert wurden die Abhängigkeit von der Gruppendynamik und Gruppenmotivation. Manche Teilnehmende gaben an, in Gruppendiskussionen gehemmt zu sein.

**Tabelle 8: Bewertung der Live-CCD**

Item	Live-CCD		
	<i>M</i>	( <i>SD</i> )	Zustimmung
Die Atmosphäre in den CCD-Gruppendiskussionen war positiv.	4,10	(0,99)	72,41%
Mich hat es nicht gestört, auf Video aufgenommen zu werden.	3,00	(1,52)	41,67%
Ich konnte jederzeit meine Fragen stellen.	4,53	(0,82)	93,10%
Die Live-CCD war interaktiv.	4,00	(1,05)	72,41%
Die Teilnehmende in der Live-CCD haben gut zusammengearbeitet	3,53	(1,01)	48,28%
Die Gruppengröße war angemessen	4,07	(1,01)	72,41%
Das Konzept des Peer-Teaching war dem Kursformat angemessen.	4,13	(0,78)	75,86%

*Repräsentative Anmerkungen von Teilnehmenden pro Live-CCD:*

- „Dadurch, dass man wie Dr. House einen Fall löst, kann ich mir die Teaching Points besser merken.“

- 
- “[Üben des] diagnostischen Denkens; nicht von vornherein zu wissen, in welche Richtung es geht (z.B. Auge-Seminar --> irgendwas mit Auge)“
  - „Besprechen von interessanten (wenn auch manchmal speziellen) Fällen auf Englisch und das Fördern von problemorientiertem Denken und Lösen von klinischen Problemen und Vorgehensweisen.“
  - „Deutliche praktische Ausrichtung, sehr wichtig für spätere ärztliche Tätigkeit. Theoretisches Wissen kann man nachschauen, dieses praktische Wissen nicht.“

*Repräsentative Anmerkungen von Teilnehmenden contra Live-CCD:*

- „Gruppen-Diskussion? starke Abhängigkeit vom Tutor/Gruppenleiter“
- „Stark abhängig von Motivation der Gruppe (genauso wie bei POL, Tutorials,...).“
- „Hemmschwelle beim Sprechen (v.a. durch Kamera).“
- „Leise scheue Leute könnten untergehen wenn es Pflicht ist, könnte es durch Leute, die keine Lust haben, gestört werden.“

*5.2.3 Spezifische Betrachtung Video-CCD*

Die Probanden in der Video-CCD stimmten zu, dass durch die Videos eine positive Atmosphäre vermittelt wurde (70,37%); geplante oder mit Drehbuch gespielte Video-CCD wurden nur von wenigen Teilnehmenden gewünscht (37,04%), jedoch wurde sich mehrheitlich für eine höhere Interaktivität ausgesprochen (74,07%, vgl. Tabelle 9).

In Freitext-Kommentaren wurden die Praktikabilität und der flexible Einsatz, die Möglichkeit im eigenen Tempo zu lernen oder die spannenden Fälle positiv bewertet. Als Probleme wurden gesehen, dass man sich beim Betrachten einer Diskussion gerne selbst einbringen möchte oder die Aufnahmequalität Einfluss auf die Wahrnehmung hat.

**Tabelle 9: Bewertung der Video-CCD**

Item	Video-CCD		
	M	(SD)	Zustimmung
Die Atmosphäre in den Video-Podcasts war positiv.	3,78	(1,28)	70,37%
Die Teilnehmenden im CCD-Video-Podcast haben positiv zusammengearbeitet.	3,04	(1,37)	40,74%
Die CCD-Gruppendiskussionen sollten für die Videos gescripted/mit Drehbuch produziert werden.	2,78	(1,45)	37,04%
Ich hätte mir eine interaktivere Form der Bearbeitung/ Betrachtung der CCD-Video-Podcasts gewünscht.	4,11	(1,31)	74,07%
Die Struktur und Form der Videos war gut.	3,30	(1,23)	44,44%

*Repräsentative Anmerkungen von Teilnehmenden pro Video-CCD:*

- „Viel Info und gute Erklärungen/Tipps interessante Fälle als Teaching-Point-Vorlage.“
- „Man kann anhalten, kurz überlegen, zwischendrin googeln.“
- „Praktisch, zeitsparend, spannender als PBL-Fälle.“
- „Fälle im Verlauf beurteilen lernen und sinnvoller Einsatz von Diagnostik zu lernen.“

*Repräsentative Anmerkungen von Teilnehmenden contra Video-CCD:*

- „Man kann nicht aktiv mitarbeiten (manchmal schweifen die Gedanken ab).“
- „Keine Mitarbeit und Mitteilung der Beobachter keine Möglichkeit Fragen zu stellen; manchmal war der Sound schlecht und man konnte nicht verstehen, was die Teilnehmenden sagen.“
- „Videopodcast ist sehr frustrierend, weil man selber nicht mitmachen kann. Manchmal war die Gruppe im Video still und wusste die Antwort nicht und man hätte gerne selber geantwortet. Nicht so ein großer Lerneffekt wie Gruppendiskussion.“
- „Videos müssen sehr gut aufbereitet sein (Ton, Schnitt, sichtbare Folien + Text meist zu klein! Möglichkeit zu sehen, was bei Röntgenbildern angezeigt wird) keine Möglichkeit Fragen zu stellen keine eigene Aktivität.“

---

#### 5.2.4 Spezifische Betrachtung Papier-Fälle

Die Papier-Fälle wurden überwiegend als klar strukturiert und verständlich angesehen (60,61% Zustimmung). In Freitext-Antworten wurde hervorgehoben, dass die Fälle spannend seien, die Authentizität der Fälle positiv sei und, dass sie zum Nachdenken anregen. Als nachteilig wurde die Voraussetzung einer hohen Eigenmotivation gesehen, die Gefahr sich schnell zu langweilen oder die zu schnelle diagnostische Festlegung.

##### *Repräsentative Anmerkungen von Teilnehmenden pro Papier-Fälle:*

- „Die CCD-Struktur regt zum Denken an und es macht Spaß die Ideen mit anderen zu besprechen.“
- „Gut aufbereitete Fälle, die einen gesamten Fall darstellen Qualität der Fälle ist deutlich höher als bei PBL-Fällen.“
- „Konkrete, reale Fälle --> mehr Aufmerksamkeit mehrere Diagnose-Optionen --> mehr Verknüpfung kein spezifisches Dieses Fach-Abfrage... weiter so.“
- „Im Vergleich zu normalen Tutorialfällen ist dieses Format viel interessanter. Außerdem bekommt man wichtige Infos am Ende kompakt präsentiert.“

##### *Repräsentative Anmerkungen von Teilnehmenden contra Papier-Fälle:*

- „Wenig Motivation, schnell Langeweile wenn man allein mit dem Papier ist.“
- „Keine Diskussion eingeplant, Gefahr des Durchlesens, geringer Lerneffekt.“
- „Keine Gruppendiskussion und wenig Austausch mit Mitstudenten/Arzt schnell Fixierung auf eine Idee.“
- „Der Papier-Fall an sich regt nicht wirklich zum Austausch mit anderen an. Ich würde lieber die Fragestellungen in der Gruppe ausfüllen und die Probleme gemeinsam erörtern.“

### 5.3 Epistemische Aktivitäten des Clinical Reasoning-Prozesses lassen sich im Kontext der Clinical Case Discussion reliabel inhaltsanalytisch erfassen

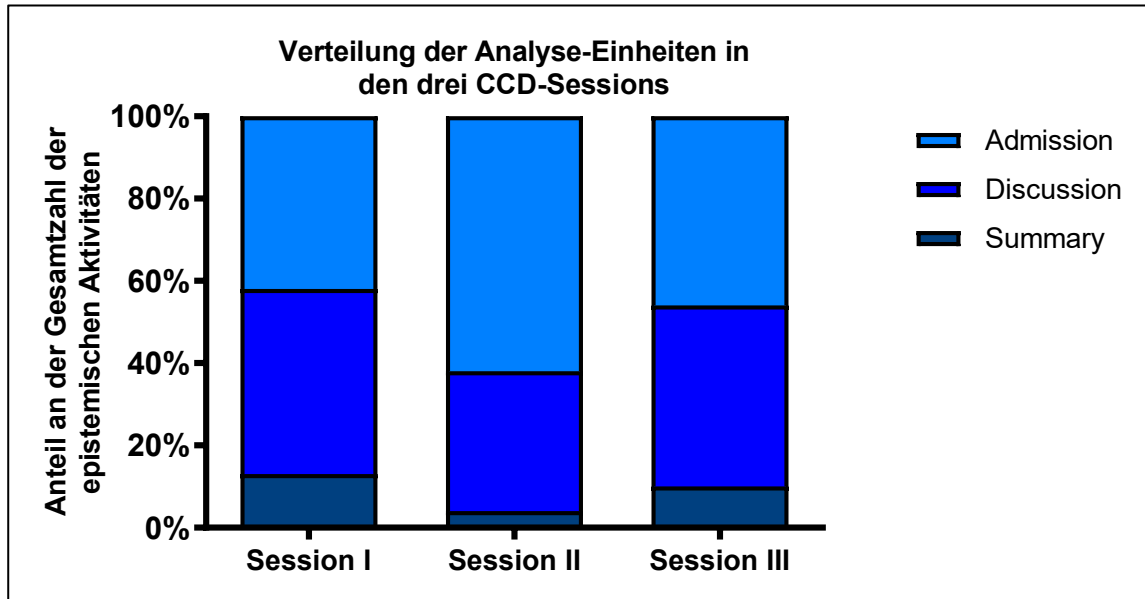
Für das CR-Kodierschema konnte eine Interrater-Reliabilität (Cohen's kappa) von 0.78 erreicht werden. Dies wurde als ausreichend angesehen, um die Kodierung der restlichen Daten durch einen Rater (Benedikt Lenzer) vorzunehmen.

Die drei Transkripte konnten in insgesamt 3480 AEi segmentiert werden (vgl. Tabelle 10). Dabei konnten 0,40% aller Einheiten aufgrund mangelhafter Akustik auf den Aufnahmen nicht kodiert werden. Diese AEi wurden in den 3,85% nicht-fallbezogenen AEi inkludiert. Somit konnten 96,15% aller AEi ( $N = 3346$ ) ausgewertet werden. Von diesen AEi konnten weiterhin 0,39% als nicht-epistemisch abgegrenzt werden.

**Tabelle 10: Häufigkeit der Analyse-Einheiten in den verschiedenen CCD-Abschnitten**

	Session							
	I		II		III		I - III	
	N AEi	% Fallbezug	N AEi	% Fallbezug	N AEi	% Fallbezug	N AEi	% Fallbezug
	1369	95,25%	1138	97,63%	973	95,68%	3480	96,15%
Ausgewertete AEi mit Fallbezug	1304		1111		931		3346	
	N AEi	% Gesamt-AEi	N AEi	% Gesamt-AEi	N AEi	% Gesamt-AEi	N AEi	% Gesamt-AEi
Admission	545	41,79%	687	61,84%	428	45,97%	1660	49,61%
Discussion	589	45,17%	380	34,20%	407	43,72%	1376	41,12%
Summary	170	13,04%	44	3,96%	96	10,31%	310	9,26%

Die meisten AEi waren auf die CCD-Abschnitte Admission (Session I-III: 41,79% - 61,73%) und Discussion (Session I-III: 34,30% - 45,17%) verteilt. Die Summary verzeichnete geringere Anteile an AEi (Session I-III: 3,97% - 13,04%).



**Abbildung 14: Verteilung der Analyse-Einheiten nach CCD-Abschnitt in den CCD-Sessions I-III**

In den drei CCD-Sessions zusammengefasst trug der Moderator zur Hälfte aller AEi bei (50,27%), der Clinician zu 7,44% und der Presenter zu 17,3%. Die Diskutierenden brachten sich mit einem Viertel der AEi (24,99%) ein. Die Rollenanteile in den jeweiligen CCD-Sessions sind unterschiedlich verteilt. Dies legt eine getrennte Betrachtung der Sessions nahe.

**Tabelle 11: Verteilung der Analyse-Einheiten auf die CCD-Teilnehmenden**

	Session							
	I		II		III		I - III	
	N	%	N	%	N	%	N	%
	AEi	Gesamt-AEi	AEi	Gesamt-AEi	AEi	Gesamt-AEi	AEi	Gesamt-AEi
	1304	-	1111	-	931	-	3346	-
Moderator	835	64,03%	465	41,85%	382	41,03%	1682	50,27%
Presenter	179	13,73%	73	6,57%	327	35,12%	579	17,30%
Clinician	10	0,77%	230	20,70%	9	00,97%	249	7,44%
Diskutierende	280	21,47%	343	30,88%	213	22,88%	836	24,99%



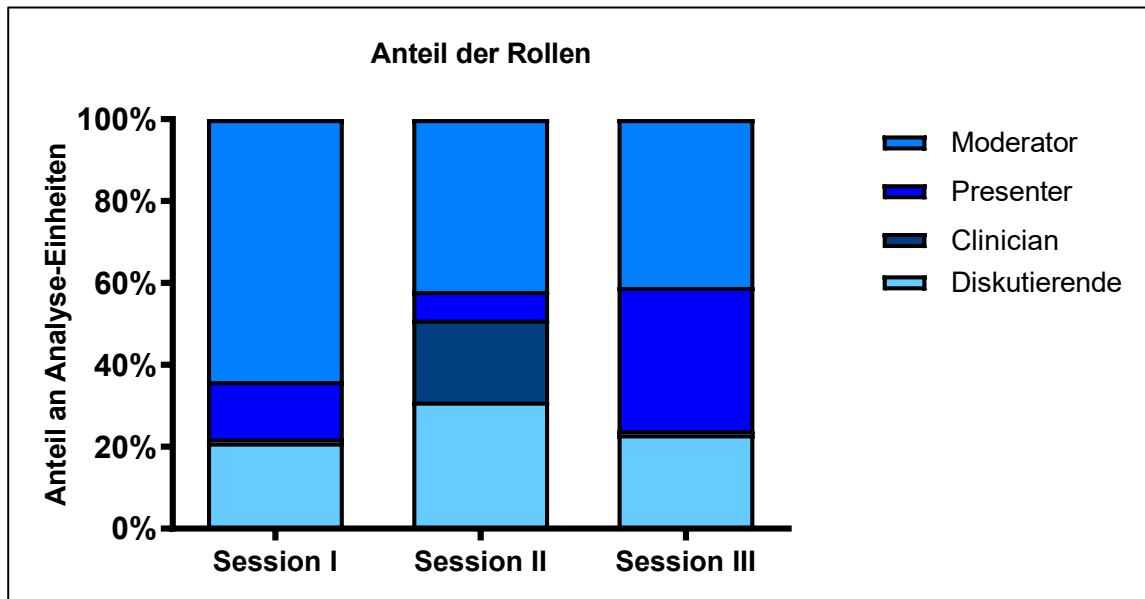


Abbildung 16: Anteile der Rollen an den CCD-Sessions I-III<sup>10</sup>

#### 5.4 Die Kursstruktur und die Teilnehmerrollen wirken sich auf die Verteilung der epistemischen Aktivitäten des Clinical Reasoning-Prozesses in der Clinical Case Discussion aus

*Vergleich der Verteilung epistemischer Aktivitäten in den CCD-Sessions:*

Die Verteilung der einzelnen EA innerhalb der jeweiligen Live-CCD-Sessions unterschied sich signifikant,  $\chi^2(12) = 34,19$ ,  $p < 0.001$  (vgl. Tabelle 12). Deshalb wurde keine statistische Auswertung mit den gemittelten Verteilungen der EA über alle drei Sessions durchgeführt. Dennoch kann man die drei Sessions mittels Rangfolge der EA nach registrierter EA-Häufigkeit vergleichen (vgl. Abbildung 17). In allen drei Sessions wurden am häufigsten die EA *EG*, *KB*, *F* und *EE* eingesetzt. *HG*, *S*, *PI* wurde nur in sehr viel geringerem Maße registriert. Zu beachten ist, dass die verschiedenen Rollen in den jeweiligen Sessions unterschiedlich viel zu den EA beitragen. Obwohl die Rangfolgen der EA zwischen den Sessions vergleichbar sind, unterscheiden sich die Sessions aufgrund des unterschiedlichen Rollen-Beitrags zu den EA.

<sup>10</sup> In den Transkripten wird erkenntlich, dass der Clinician in Session II vom Moderator zu einem Exkurs aufgefordert wird (AEi #2276). In den Session I und III verhalten sich die Clinicians eher zurückhaltend.

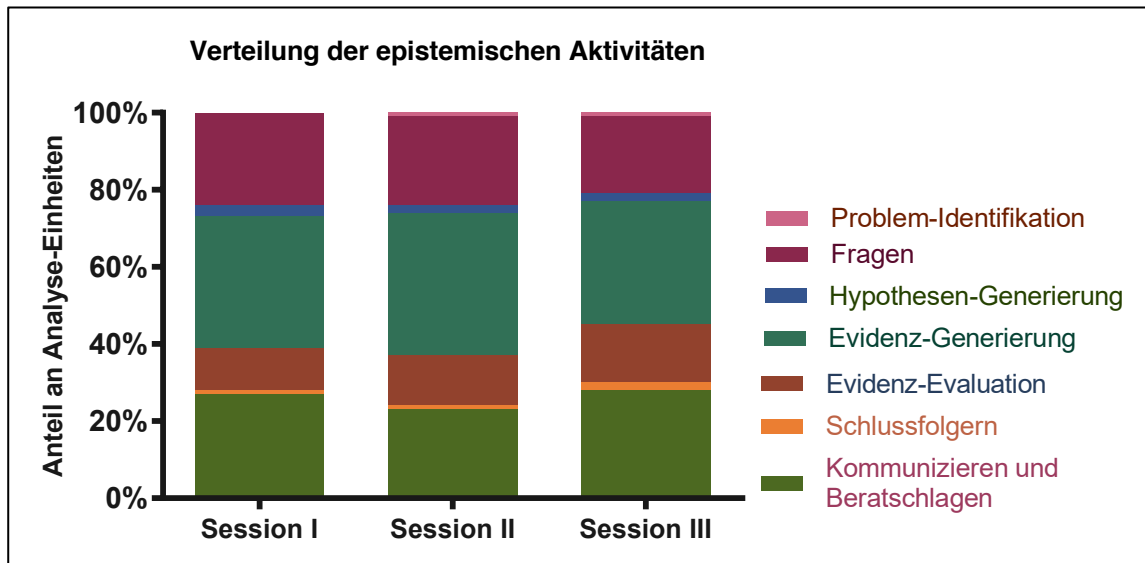


Abbildung 17: Verteilung der epistemischen Aktivitäten in den CCD-Sessions I-III

Tabelle 12: Verteilung der epistemischen Aktivitäten in den CCD-Sessions I-III

	Session					
	I		II		III	
	1298 EA		1106 EA		929 EA	
	N EA	% EA in Session I	N EA	% EA in Session II	N EA	% EA in Session III
Problem-Identifikation	4	0,31%	11	0,99%	11	1,18%
Fragen	309	23,70%	259	23,31%	182	19,55%
Hypothesen-Generierung	40	3,07%	20	1,81%	23	2,47%
Evidenz-Generierung	435	33,36%	405	36,45%	297	31,90%
Evidenz-Evaluation	141	10,81%	143	12,87%	140	15,04%
Schlussfolgern	14	1,07%	9	0,81%	15	1,61%
Kommunizieren und Beratschlagen	355	27,22%	259	23,31%	261	28,03%

Im Folgenden wird die erste CCD-Session beispielhaft deskriptiv dargestellt. Die Darstellung von Session II & III erfolgt im Anhang #10.

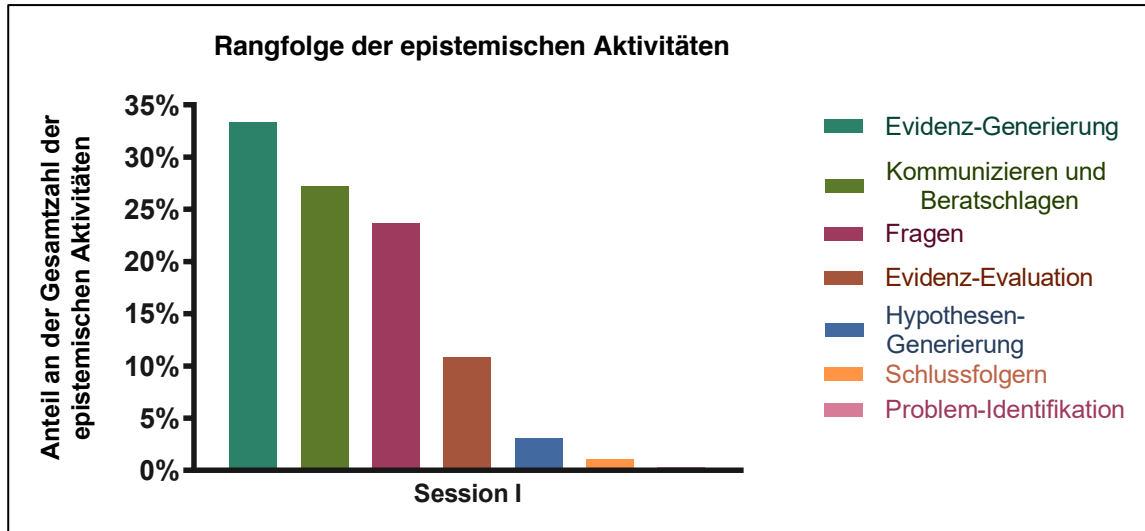


Abbildung 18: Rangfolge der epistemischen Aktivitäten (Session I)

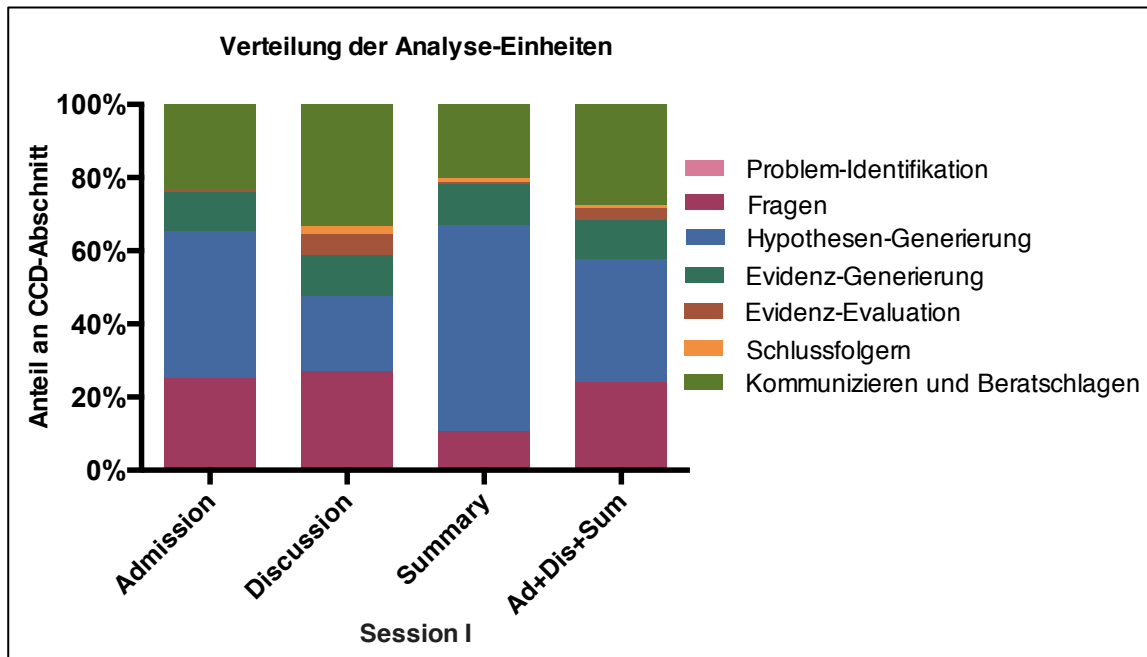
*Verteilung der epistemischen Aktivitäten auf die CCD-Abschnitte (Session I):*

Die Verteilung der einzelnen EA bezogen auf die CCD-Abschnitte spiegelt die Abläufe der CCD je nach Fallverlauf wieder. In der Admission stand *EG* im Vordergrund, während in der Discussion *KB*, *S*, *PI* und *F* am häufigsten beobachtet wurden. *EE* hingegen hatte in allen drei Abschnitten einen konstanten Anteil von 10-11%. Die Summary zeigte mit 56,47% die größte Fraktion an *EG*.

60,25% der EA in Session I wurden durch den Einsatz von physischen Artefakten unterstützt (*KA*; jeweils auf Sequenz-Niveau kodiert). Dass Differenzialdiagnosen in der Live-CCD Session I häufig mit dem VINDICATE-Merkspruch erarbeitet werden, zeigt sich an den zu 85% von *KA* begleitetem *HG*. In der Session II und III hingegen wurden weniger EA von *KA* unterstützt (vgl. Anhang 11 & 12: Tabelle 17, Tabelle 18).

**Tabelle 13: Verteilung der einzelnen epistemischen Aktivitäten auf die CCD-Abschnitte (Session I)**

	<u>Verteilung der epistemischen Aktivitäten pro Abschnitt</u>									
	<u>Admission</u>		<u>Discussion</u>		<u>Summary</u>		<u>Ad+Dis+Sum</u>		<u>Ad+Dis+Sum</u>	
	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% [von KA unter- stützt]
Gesamt- Zahl EA	542	-	586	-	170	-	1298	-	782	60,25%
Problem- Identifikation	1	0,18%	3	0,51%	0	0,00%	4	0,31%	2	50,00%
Fragen	136	25,09%	155	26,45%	18	10,59%	309	23,81%	171	55,34%
Hypothesen - Generierung	4	0,74%	35	5,97%	1	0,59%	40	3,08%	34	85,00%
Evidenz- Generierung	218	40,22%	121	20,65%	96	56,47%	435	33,51%	303	69,66%
Evidenz- Evaluation	57	10,52%	65	11,09%	19	11,18%	141	10,86%	58	41,13%
Schluss- folgern	0	0,00%	12	2,05%	2	1,18%	14	1,08%	3	21,43%
Kommunizie- ren und Berat- schlagen	126	23,25%	195	33,28%	34	20,00%	355	27,35%	211	59,44%



**Abbildung 19: Verteilung der einzelnen epistemischen Aktivitäten an den CCD-Abschnitten (Session I)**

*Verteilung der Rollen auf die CCD-Abschnitte & Verteilung der epistemischen Aktivitäten auf die Rollen:*

Entsprechend der Rolle zeigt sich, dass der Anteil des Moderators an den EA in der Session I besonders in der Summary und Admission groß war. Der Presenter wiederum zeigte seinen größten Einsatz in der Admission. Der Clinician brachte sich auf geringem Niveau nur in Discussion und Summary ein, wohingegen die Diskutierenden am stärksten in der Discussion und Admission mitwirkten. In der Gesamtverteilung ergab sich eine vom Moderator über Diskutierende und Presenter zu Clinician absteigende Verteilung.

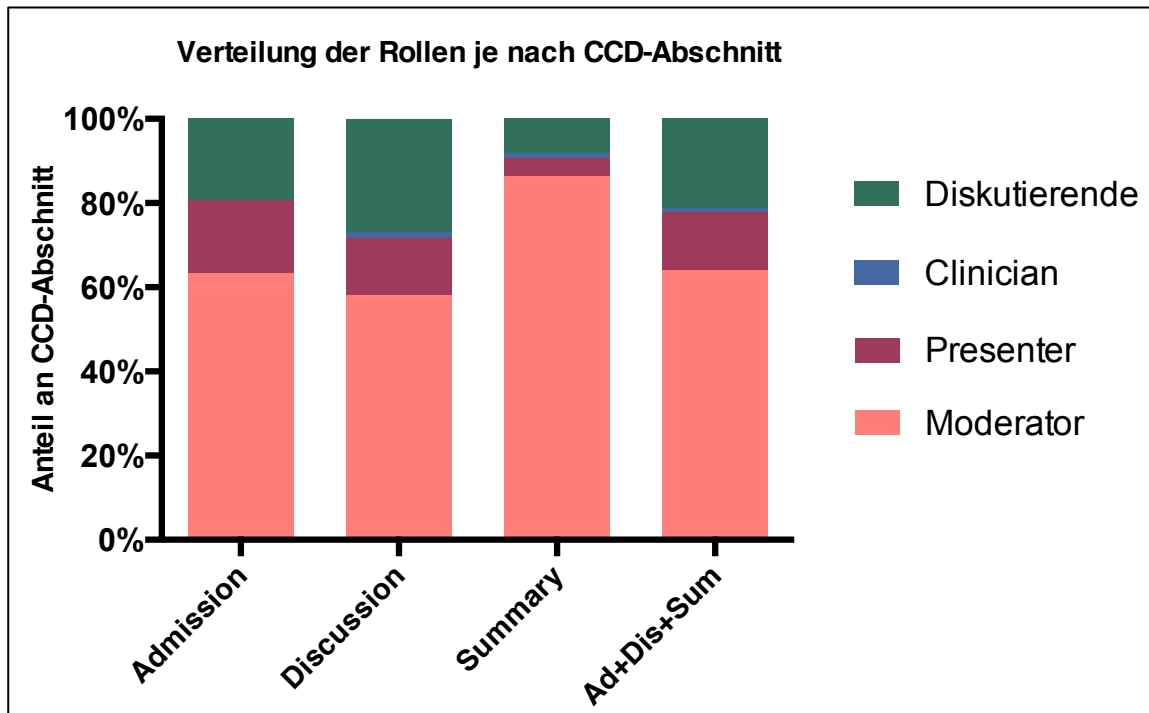


Abbildung 20: Verteilung der Rollen je nach CCD-Abschnitt (Session I)

Tabelle 14: Verteilung der Rollen auf die CCD-Abschnitte (Session I)

	<u>Anteil der Rollen an CCD-Abschnitt</u>							
	<u>Admission</u>		<u>Discussion</u>		<u>Summary</u>		<u>Ad+Dis+Sum</u>	
	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt
Gesamt-Zahl EA	542	-	586	-	170	-	1298	100,00%
Moderator	344	63,47%	341	58,19%	147	86,47%	832	64,10%
Presenter	93	17,16%	79	13,48%	7	4,12%	179	13,79%
Clinician	0	0,00%	8	1,37%	2	1,18%	10	0,77%
Diskutierende	105	19,37%	158	26,96%	14	8,24%	277	21,34%

Die globale Analyse aller drei CCD-Sessions zeigt, dass in den Session I-III der Moderator den größten Beitrag an *F* sowie *KB* zeigt (vgl. Tabelle 14, vgl. Abbildung 22; vgl. Anhang #13: Tabelle 19, Tabelle 20)

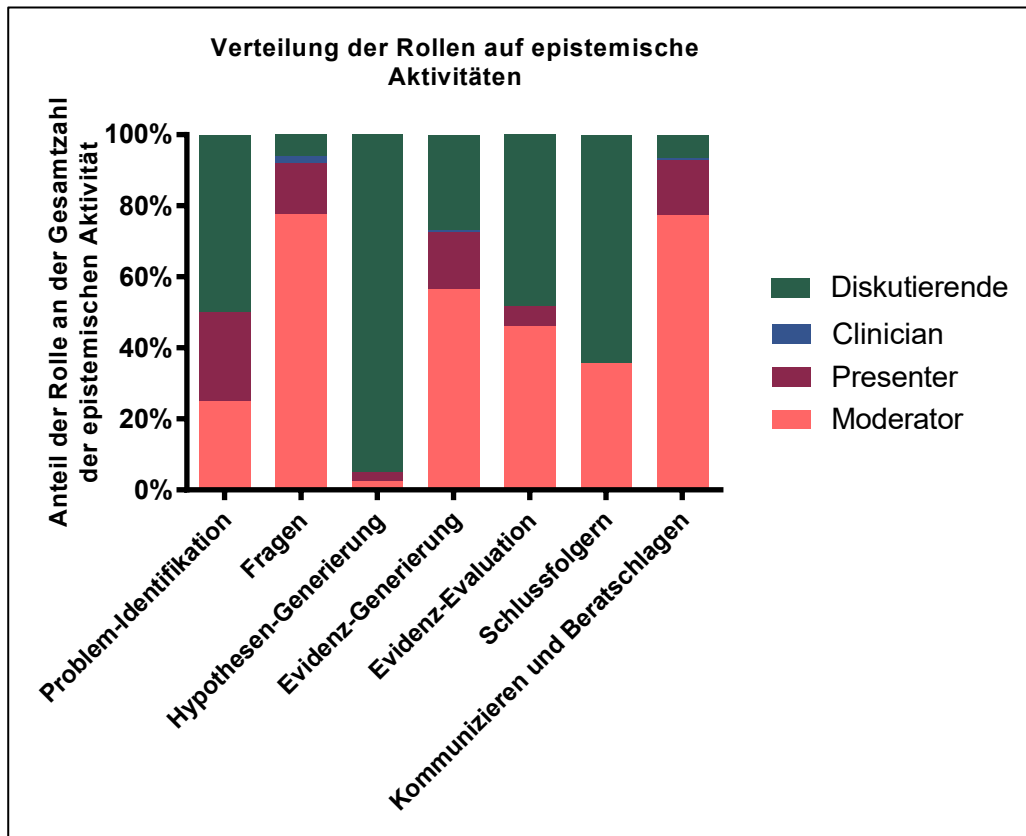


Abbildung 21: Verteilung der Rollen auf die verschiedenen epistemischen Aktivitäten (Session I)

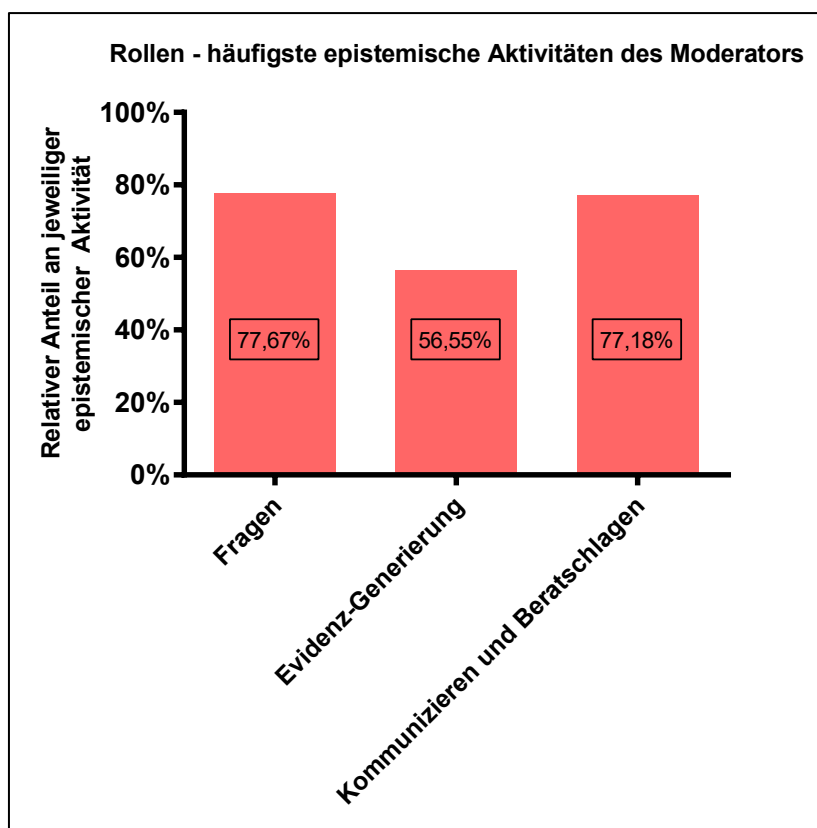


Abbildung 22: Epistemische Aktivitäten, die überwiegend vom Moderator eingesetzt werden (Session I)

Die Diskutierenden wiederum brachten sich in Session I am meisten bei *PI*, *EE*, *HG* und *S* ein (äquivalent Session II + III). Dabei muss beachtet werden, dass der Gesamt-Anteil von *PI*, *HG* und *S* an allen EA mit 0,31%, 3,08% und 1,08% gering war (Session I).

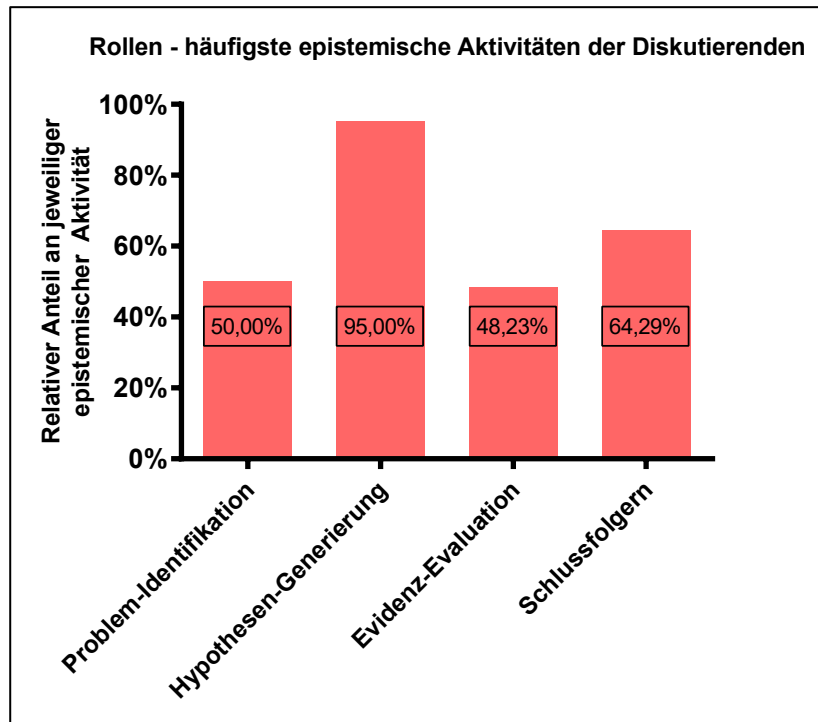


Abbildung 23: Epistemische Aktivitäten, die überwiegend von Diskutierenden eingesetzt werden (Session I)

Die EA-Verteilung für Session II zeigt, dass der Presenter nur in der Admission aktiv ist. Dahingegen zeigt sich, dass der Clinician im Vergleich zu den anderen beiden Sessions mit knapp 20% der EA einen relativ großen Anteil einnimmt (Im Gegensatz zu Session I und III wird der Clinician in Session II konkret zu einer ausführlichen Stellungnahme zu einem medizinischem Problem aufgefordert; vgl. Anhang #14). Auffallend ist auch, dass in dieser Live-CCD der Moderator die komplette Summary übernimmt. Bei Session III wiederum sticht hervor, dass der Presenter mit knapp einem Drittel der EA vertreten ist. Diese Unterschiede spiegeln sich auch in der Analyse der einzelnen EA wieder (vgl. Anhang #14) Im Gegensatz zu Session I und III wird *PI* in Session II vollständig von Studierenden betrieben. Auch zeigt sich der Clinician in Session II deutlich aktiver, was sich auch in der Verteilung der EA widerspiegelt. Session III unterscheidet sich insofern, als dass *HG* von Moderator, Diskutierenden und Presenter gemeinschaftlich betrieben wird.



---

## 6 Diskussion

Im ersten Teil der mit dieser Doktorarbeit vorgestellten mixed-methods-Studie konnten erstmals empirische Daten zur Effektivität des CCD-Lehransatzes gewonnen werden. Durch den quantitativen Vergleich der drei gematchten Interventionsgruppen Live-CCD, Video-CCD und Papier-Fälle mittels klinischem Wissenstest (KWT) konnte gezeigt werden, dass schon die Arbeit mit Papier-Fällen signifikante Lernzuwächse bringt, dass mit der Beobachtung einer CCD auf Video noch stärkere, und durch die Teilnahme an einer Live-CCD besonders starke Zuwächse der CR-Kompetenz erzielt werden können (Live-CCD: Cohen's  $d = 3,3$ ). Die in diesem Experiment erfolgte Differenzierung der medialen Repräsentation der CCD-Formate führte mit steigendem sozialem Interaktionsniveau nicht nur zu besseren KWT-Ergebnissen, sondern auch zu höheren Akzeptanz-Raten (Papier-Fälle < Video-CCD < Live-CCD). Der erzielte Wissenszuwachs blieb in einem Nachhaltigkeitstest stabil, wobei sich Live-CCD und Video-CCD statistisch gleichwertig zeigten.

Im zweiten Teil dieser Doktorarbeit wurde eine innovative und reliable Analysemethode zur Erfassung von epistemischen Aktivitäten entwickelt. Mit dem entwickelten Kodierschema wurden die Live-CCD-Diskussionen kodiert und ausgewertet. Durch den Einsatz dieser Analysemethode konnten erstmalig strukturelle Charakteristika der Live-CCD im Detail beschrieben werden. Hierbei konnten acht definierte epistemische Aktivitäten des Clinical Reasoning in den live ablaufenden Diskussionen abgebildet werden. Die Rangfolgen der EA waren in allen drei Live-CCD-Sessions vergleichbar. Häufig war beispielsweise jeweils die EA *EG* und *KB*, wohingegen zum Beispiel *HG* oder *PI* seltener erfasst wurden.

Detailanalysen zeigten, dass sich der Moderator und die Diskutierenden mit den größten Anteilen der EA einbringen. Überraschenderweise konnte gezeigt werden, dass für das CR wichtige EA (bspw. *HG* oder *EE*) überwiegend auf Seiten der Diskutierenden ablaufen [139]. Diesem Befund kommt besondere Bedeutung zu, da in diesem Versuch davon ausgegangen wird, dass alle Studierende die CR-Schritte nachverfolgen wie auch aufgrund der Annahme, dass man Studierende bei dem Erwerb der CR-Kompetenz unterstützen muss [140].

## 6.1 Diskussion der Clinical Case Discussions

In dieser Studie wurde der CCD-Lehransatz durch Ausgestaltung als Live-CCD, Video-CCD und als Papier-Fälle verglichen und analysiert. Mit der Ausrichtung an den Konzepten Peer-Teaching, Video-Lernen und dem Lernen mit Fällen wurden die drei medialen Repräsentationen bzw. experimentellen Formate jeweils nach zeitgemäßen Kriterien aufgebaut. Aufgrund der kontrollierten Abstufung der Formate war es möglich, die hinter den CCD stehenden Mechanismen detaillierter zu verstehen.

In der Live-CCD wurde eine Gruppen-Falldiskussion im supervised-Peer-Teaching-Format durchgeführt. Moderator, Presenter, Clinician und Diskutierende erfüllten unterschiedliche Funktionen. Die Fallinformationen wurden mittels einer durch interaktive Hyperlinks bedienbaren PowerPoint-Präsentation vorgestellt. In der Interventionsgruppe Video-CCD wurde die in der Live-CCD aufgezeichnete Gruppendiskussion als hochwertig aufbereiteter Video-Podcast im Einzeller-Format bearbeitet. Die Studierenden konnten Mikro-Aktivitäten (Stoppen, Spulen, Springen) nutzen und die Video-CCD in freier Zeiteinteilung nutzen. In der Interventionsgruppe Papier-Fälle wurden in einem weiteren realistischen Einzeller-Format Print-NEJM-Fälle in freier Zeiteinteilung bearbeitet. Diese Fälle wurden zuvor weiter nach der CCD-Struktur gegliedert und somit standardisiert.

Um in allen Formaten das Aktivierungsniveau der Teilnehmenden zu standardisieren, wurden die Studierenden aufgefordert, ihr Assessment jeweils zum Ende der Admission wie auch zum Ende der Discussion schriftlich zu dokumentieren. Damit wird im CCD-Lehransatz sichergestellt, dass sich die Teilnehmenden mindestens auf konstruktivem Aktivitätsniveau mit dem Fall auseinandersetzen.

### *Im Rahmen der Durchführung gemachte Erfahrungen:*

In der Live-CCD muss neben der fallspezifischen Vorbereitung des Moderators und des Presenters, auch die Schulung und Supervision des Moderators bedacht werden. Bei Betrachtung der Abläufe innerhalb der Diskussionen zeigte sich, dass das Zeitmanagement oftmals schwierig war. Hier kamen die hohe Informationsdichte der Fälle, der dynamische Diskussionsverlauf sowie die Einbindung schriftlicher Assessments zum Tragen. Die Aktivierung zurückhaltender Diskutierender gestaltete sich mühsam. Offenbar verstärkte die Gruppendiskussion bei manchen Studierenden die Zurückhaltung, während sie bei anderen im Sinne der sozialen Erwünschtheit die Diskussionsbereitschaft förderte (vgl. 5.2.2 *Spezifische Betrachtung der Live-CCD*). Jedoch bleibt zu diskutieren, ob die gleichmäßige hohe Interaktion aller Studierender

---

miteinander überhaupt erwartbar ist. Aufgrund des interaktiven Aufbaus war davon auszugehen, dass die Studierenden in der Live-CCD verglichen mit Teilnehmenden der beiden anderen Gruppen durchschnittlich auf einem höheren Aktivitätsniveau arbeiteten. Im Vergleich mit den anderen Interventionsgruppen war die jeweilige Bearbeitungszeit der Live-CCD am höchsten. Eine durchschnittliche Diskussionszeit von 133 Minuten ist aufgrund organisatorischer Restriktionen für einen Präsenz-Kurs als zu lang zu werten. Bei der Bewertung der Abläufe und Durchführung der beiden Einzellerner-Formate Video-CCD und Papier-Fälle ist es wichtig, die Ausgestaltung der Formate für den Heimgebrauch, bei gleichzeitiger Studiendurchführung im Labor-Setting und die Ausrichtung des jeweiligen Formats auf das Lernen im eigenen Tempo mit einzubeziehen. Die Produktion und der Einsatz der Video-CCD-Podcasts gestaltete sich dank eines erfahrenen Medien-Teams unproblematisch. Aus der Perspektive der Lernenden stellte die intuitive Bedienung der Video-Podcasts kein Problem dar. Die flexible Nutzung der Pausier- oder Spul-Funktion durch die Studierenden konnte von den Testleitern beobachtet werden, auch wenn die selbstgesteuerte Nutzung der Mikro-Aktivitäten nicht mittels Software aufgezeichnet wurde. Trotz großer Bemühungen, eine optimale Aufnahmequalität zu erreichen, war die Audio-verständlichkeit nach Angaben der Probanden vereinzelt nicht optimal: Wenn Studierende beispielsweise leise sprachen oder sie nicht in genauer Mikrofon-Ausrichtung saßen, resultierte dies in einem hohen auditiven Grundrauschen. Diese Angabe kann jedoch aufgrund der 0,4% der AEi, die aufgrund schlechter Akustik nicht in die Auswertung mit einbezogen wurden, nur bedingt nachvollzogen werden. Verbesserungswürdig war, dass die Videos, aufgrund der hohen Qualität und somit relativ großen Datenmenge, nicht über eine Internet-Plattform gestreamt werden konnten, sondern händisch mittels mobilem Datenträger auf die Computer aufgespielt werden mussten. Die Datenmenge der Videos sollte zukünftig so reduziert werden, dass die Videos problemlos über eine Online-Streamingplattform abrufbar gemacht werden können. Da die Verteilung des nächsten zu bearbeitenden Fallabschnitts auf Nachfrage der einzelnen Teilnehmenden erfolgte, könnten sich die Studierenden durch die unterschiedliche Bearbeitungsgeschwindigkeit gegenseitig beeinflusst haben. Es ist denkbar, dass sich langsamere Studierende unter Druck gesetzt fühlten, wenn ein schneller Lernender den nächsten Fallabschnitt einige Zeit vor ihnen zu bearbeiten begann.

Die Durchführung der Papier-Fall-Kurse gestaltete sich unkompliziert. Die weitere Standardisierung und Segmentierung der NEJM-Fälle nach der CCD-Struktur ließ die Fallstruktur klar erkennbar werden (vgl. Anhang #5). Ähnlich wie bei den Video-CCD ist es nicht ausgeschlossen, dass die Teilnehmenden sich durch unterschiedliche

Bearbeitungszeiten gegenseitig beeinflussten. Die Papier-Fälle wurden mit durchschnittlich 79 Minuten von allen drei Interventionsgruppen am kürzesten bearbeitet.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in allen Formaten die Inhaltsdichte reduziert werden könnte, um die Bearbeitungszeit zu verkürzen. Hierbei stellt sich jedoch die Frage, inwiefern für das Verständnis unwichtige Informationen ausgelassen werden können, ohne dass darunter die von den Studierenden als so wichtig bewertete Authentizität leidet.

### *6.1.1 Diskussion der Effektivität der Formate in der Vermittlung der Clinical Reasoning-Kompetenz und der zugrundeliegenden Mechanismen*

Bislang ist die empirische Datenlage bezüglich der Effektivität der CCD angesichts der Notwendigkeit evidenzbasierter medizinischer Ausbildung ungenügend. Jedoch kann paradoxerweise gerade die nie erfolgte experimentelle Überprüfung der Lerneffektivität als Hinweis auf die allseits erwartete und erlebte Effektivität gesehen werden (vgl. Kassirer 1983 und vgl. Ten Cate und Durning 2018, [78, 141]).

Für jedes der in dieser experimentellen Studie erprobten CCD-Formate konnte nach drei Interventionen ein signifikanter Anstieg der richtig beantworteten Items im reliablen 29-Item umfassenden KWT zum Zeitpunkt T<sub>1</sub> nachgewiesen werden. Die Papier-Fall-Gruppe verzeichnete den geringsten Anstieg der KWT-Punktzahl (Cohen's  $d = 1,2$ ). Die Teilnehmenden der Video-CCD konnten die CR-Kompetenz stark ausbauen (Cohen's  $d = 2,6$ ) und am stärksten war der Lernzuwachs in der Live-CCD (Cohen's  $d = 3,3$ ). Die Effektstärken sind jeweils als stark bis sehr stark zu bewerten. Die CCD-Formate unterschieden sich in ihrem jeweiligen Einfluss auf den Lernerfolg signifikant. Dabei gilt es zu beachten, dass aufgrund der bewusst relativ hoch gewählten Testschwierigkeit (vgl. Abschnitt 4.4.3 für Details) zum Zeitpunkt T<sub>1</sub> selbst in der Live-CCD durchschnittlich nur 14,1 der 29 möglichen Punkte des KWT erreicht wurden (Video-CCD 11,68 Punkte, Papier-Fälle 8,50 Punkte). Dieser Befund ist zum einen Ausdruck der bereits erwähnten, hoch angesetzten Testschwierigkeit, zum anderen möglicherweise Ausdruck des Unterschieds zwischen KWT-Probandenkollektiv und KWT-Pilotierungskollektiv. Der KWT wurde vor der Studiendurchführung anhand einer Stichprobe relativ erfahrener Studierender getestet.

Die Ergebnisse blieben im Nachhaltigkeitstest (T<sub>2</sub>) stabil. Die Rangfolge der CCD-Formate zeigte sich auch um zwei Wochen verzögert genauso wie bei T<sub>1</sub> (Papier-Fälle < Video-CCD < Live-CCD). Jedoch ließ sich der signifikante Unterschied zwischen den

---

Interventionsgruppen nach zwei Wochen nur noch für Papier-Fälle und Live-CCD nachweisen. Die KWT-Punktzahlen von Video-CCD und Live-CCD zeigten bei T\_2 keine signifikante Differenz. Es bleibt anzumerken, dass eine Auswertung der KWT-Subskalen nach Konzept- und prozeduralem Wissen aufgrund der zu niedrigen Reliabilität der Subskalen nicht möglich war. Die globale Auswertung des KWT lässt dank dem Aufbau aus MC-, KFP- und PST-Fragen dennoch die Beurteilung eines signifikanten und starken Anstieges der allgemeinen Clinical Reasoning-Kompetenz zu.

Die beachtlichen Zuwächse in den CCD-Formaten Live-CCD und Video-CCD, bei bereits als stark zu bewertenden Zuwächsen in der Papier-Fall-Gruppe, sprechen für eine hohe generelle Effektivität des CCD-Lehransatzes bei der Förderung des Clinical Reasoning. Wie zuvor beschrieben, gibt es kaum Daten zum Vergleich der Effektstärken von Lehrinterventionen. Im Vergleich mit den von La Rochelle und Kollegen berichteten Effektstärken von Cohen's  $d = 0,397$  und  $0,417$  für die Arbeit mit Papier-Fällen bei Studierenden mittlerer und hoher Leistungs-Niveaus erscheinen die in dieser Studie vorgestellten Effektstärken groß [142].

Die mit dieser Studie vorgestellten Ergebnisse zeigen auf, dass die Differenzierung des CCD-Formates nach sozialem Interaktionsniveau entscheidenden Einfluss auf die CR-Kompetenz hat. Dabei fällt die Stabilität der erreichten Ergebnisse auf: Die Effektivitäts-Rangfolge der Formate bleibt über zwei Wochen konstant. Dabei zeigt sich, dass die Vermittlung der CR-Kompetenz durch Video-CCD und Live-CCD nach zwei Wochen statistisch gleichwertig ist. Es ist kritisch anzumerken, dass um zwei Wochen stabiles Wissen für eine Beurteilung der Stabilität der Lerneffekte zu kurz ist. Dennoch muss, wie in der Lernforschung üblich, ein pragmatisches Vorgehen gewählt werden, um die Stabilität des erreichten Wissenszuwachses zu messen. Bei längerer Nachtest-Phase drohen ansonsten unkontrollierte Lerneffekte, beispielsweise durch Eigenstudium oder Praxiseinsätze, die Effekte der Interventionen zu verfälschen. Mamede und Kollegen oder Schreiber und Kollegen führten Nachtests bereits nach je einer Woche durch [44, 102].

Die in dieser Studie erzielten Ergebnisse können mit hoher Wahrscheinlichkeit der Intervention zugeschrieben werden, da Verzerrungen der KWT-Resultate aufgrund des Probanden-Matchings und der standardisierten Studiendurchführung unwahrscheinlich sind [64].

---

*Diskussion der allgemeinen Lernmechanismen der Formate:*

Die Realitätsnähe der Fallgeschichten und die Entnahme der Fälle aus angesehenen Journalen könnte gerade im Gegensatz zu inhaltlich verkürzten oder auf Problem-Situationen verdichteten Fällen zusätzlich die Relevanz für die Lernenden verdeutlichen. Dies ist entscheidend, da die Relevanz mit der Wissensretention korreliert (vgl. Nendaz et al. 2000 und Malau-Aduli et al. 2013, [85, 91]). Die Antworten der Studierenden belegen, dass die Authentizität der Fälle in allen drei Formaten erkenntlich wird. Für die Lerneffektivität kommen mehrere Mechanismen in Frage: Der CCD-Lehransatz stellt offenbar eine optimale Methode dar, konzeptuelles und prozedurales Wissen zu enkapsulieren und durch Anwendung dieses Wissens Illness Scripts aufzubauen. Gerade da die Fälle oftmals nicht dem klassischen Lehrbuchverlauf folgen, bilden sie die natürlichen Variationen von Krankheiten ab und fördern somit besonders die Ausgestaltung und Strukturierung von Illness Scripts. Dadurch kann die Fähigkeit der Pattern Recognition ausgebildet werden.

Durch die Möglichkeit der Reflektion des eigenen Lösungswegs könnte dieser Lehransatz die metakognitiven Fähigkeiten von Lernenden fördern. Der Vergleich des eigenen Reasonings mit den im Fall beschriebenen Prozessen oder den Reasoning-Prozessen in der Gruppe kann hier im Sinne der Deliberate Practice hilfreich sein.

Es ist bekannt, dass das Lernen besonders durch *konstruktive* oder *interaktive* Aktivitäten, z.B. die strukturierte Reflektion bei der Ausarbeitung eines Assessments, die Erstellung einer Problemliste oder das Abwägen von Argumenten gefördert werden kann [21, 44]. Durch das standardisierte Assessment wird im CCD-Ansatz sichergestellt, dass sich Lernende auf *konstruktivem*, wenn nicht sogar *interaktivem* Niveau einbringen (vgl. Thistlethwaite et al. 2012, [88]). Dabei ist es aufgrund der Struktur einer CCD wahrscheinlich, dass sich die Lernenden in allen drei Formaten überwiegend mit mindestens *aktiven* Lernaktivitäten einbringen.

Es ist zu beachten, dass im CCD-Ansatz selbstreguliert gelernt wird, beispielsweise in Form einer durch Nachfragen oder Nachlesen bestimmten Auseinandersetzung mit den Inhalten. Diese selbstregulierte Auseinandersetzung ist, wie es Merkt und Kollegen beschreiben, entscheidend für erfolgreiches Lernen [107]. Dabei wird bei diesem Inquiry-basierten Ansatz gerade durch Hypothesen-Generierung oder Schlussfolgerungen Wissen verknüpft [89]. Ebenso bedeutend ist, dass beim Lernen mit dem CCD-Ansatz deutlich wird, dass nicht das Lernen für eine bestimmte Prüfung im Vordergrund steht, sondern vielmehr im Sinne des Mastery Learning eine umfassende klinische, auf die reale Praxis fokussierte Ausbildung angestrebt wird [103].

---

Die Betrachtung des Bearbeitungsverhaltens und des Fallverständnisses liefert weitere mögliche Erklärungen für die Effektivität der CCD in der Förderung der CR-Kompetenz. Während interessanterweise in der Video-CCD mit Abstand am meisten Notizen gemacht wurden (85%), wurden alle CCD-Formate kaum nachbearbeitet (Nachbearbeitung: 7% Live-CCD bis 21% Papier-Fälle). Die niedrige Nachbearbeitungsrate in Kombination mit den reziprok steigenden KWT-Resultaten deutet an, dass die Lerninhalte ad-hoc in den Kursen erlernt werden. Weiterhin ist bemerkenswert, dass in der Video-CCD-Gruppe nur 56% der Teilnehmenden dem Fallverlauf gut folgen konnte (Live-CCD 83%), obwohl diese alle Fallinformationen sowie die zusätzlichen Informationen der Live-CCD durch die Video-Podcasts zu Verfügung hatten. Da dagegen 70% der Studierenden das Fallverständnis in den Papier-Fällen als gut bewerteten, ist dies ein Hinweis, dass das gewählte Video-Format in der momentanen Ausgestaltung für das Verständnis des Fallzusammenhanges nicht optimal ist. Darüber hinaus fällt die Diskrepanz zwischen dem Wunsch nach curricularer Integration der CCD-Formate und der Gesamtbewertung auf: Beispielsweise wollen nur 31% der Probanden die Papier-Fälle curricular integrieren, bewerten diese aber immer noch mit „befriedigend“ (durchschnittliche Gesamtnote 2,79). Diese Bewertungen müssen am ehesten im Rahmen der durch die Studie gebotenen Abwechslung vom curricularen Alltag gewertet werden.

Mit dieser Studie konnten wir für die CCD zeigen, dass bei diesem fallbasierten Lehrformat mit dem Erreichen der persönlichen Lernziele, die Ergebnisse im KWT ansteigen. Es ist bemerkenswert, dass alle Formate bei der Förderung der Clinical Reasoning-Kompetenz erfolgreich waren, obwohl nur die Probanden der Live-CCD überwiegend zustimmten, dass die Kurse Spaß gemacht hätten. Es zeigte sich, dass die soziale Interaktion die entscheidende Komponente für die Akzeptanz unter den Studierenden und entscheidend für den Lernerfolg ist. Die studentischen Bewertungen machen deutlich, dass es als entscheidend angesehen wird, Fragen stellen zu können, beziehungsweise, dass in den Einzellerner-Formaten eine höhere Interaktivität gefordert wird. Die Erörterung von Problemen in der Gruppe wird von den Studierenden als Schlüssel zur Lösung der komplexen Fälle angesehen.

Hierbei wird klar, dass diese subjektiven Faktoren wie der erlebte Spaß oder der erlebte Eindruck der Sinnhaftigkeit der besuchten Lehrveranstaltung keinesfalls als nebensächlich betrachtet werden sollten, da die Emotionen, die Studierende gegenüber einem Format haben, weitreichenden Einfluss auf die „Zielorientierung, die Motivation und den Lernerfolg“ haben können (Berman et al. 2016, S. 3 [103]).

---

*Diskussion der Akzeptanz und der spezifischen Lernmechanismen der Live-CCD:*

Die Teilnehmenden der Live-CCD bewerten den Einsatz von Peer-Teaching und die Wahl der Gruppengröße in den Live-CCDs als sinnvoll. Der Einsatz von Peer-Teaching legt eine Diskussion der spezifischen Mechanismen nahe, da es bislang nur wenig empirische Daten zur Effektivität des Peer-Teachings gibt (vgl. Secomb 2008 und Biltucci 2015, [99, 100]). Insbesondere, ob Peer-Teaching in Grundlagenfächern oder klinischen Fächern effektiv ist, ist bislang ungenügend untersucht [143]. Zusammen mit den quantitativen Ergebnissen des KWT liefert dieses Forschungsprojekt nun Evidenz dafür, dass das Peer-Teaching-Format Live-CCD einen positiven Einfluss auf den Lernzuwachs von Studierenden im klinischen Studienabschnitt hat. Die für die Lerneffekte entscheidenden Prozesse könnten durch das besondere Verhältnis von Peer-Teacher zu Lernenden erklärt werden. Wenn der Peer-Teacher Sachverhalte aus dem Blickwinkel und mit den Erfahrungen eines Studierenden erklärt, kann aufgrund der „sozialen“ und „kognitiven“ Kongruenz mit dem Lernenden ein lernförderliches Sozial-Konstrukt entstehen [144, 145].

In der Live-CCD könnte zum Lernerfolg beigetragen haben, dass sie von den Probanden als interaktiv, positiv und zu Fragen einladend empfunden wurde, da wie Hauer und Kollegen berichten, eine vertrauensvolle Lernumgebung für den Lernerfolg wichtig ist [120]. Diskrepanz zu der als interaktiv und positiv empfundenen Atmosphäre ist der Befund der geringen Zustimmung zur guten Zusammenarbeit der Teilnehmenden untereinander (48%). Dieser Befund wird durch die Bewertung der Probanden der Video-CCD gestützt, die ebenfalls nur zu 41% zustimmten, dass die Teilnehmenden der Live-CCD gut zusammengearbeitet hätten. Am ehesten scheint hier der Moderator als ausgleichende, vermittelnde und aktivierende Rolle zum Tragen zu kommen. Die niedrigen Zustimmungsraten zur guten Zusammenarbeit der Teilnehmenden untereinander legen nahe, dass die Peer-Teacher für die konträr dazu gut bewertete allgemeine Atmosphäre verantwortlich waren. Wird die Atmosphäre als empathisch wahrgenommen, kann dies einen entscheidenden Faktor für den Erfolg des Peer-Teaching darstellen [146]. Möglicherweise entstehen durch die Teilnahme von Studierenden verschiedener Semester besondere, im Rahmen des Peer-Teaching positive Wechselwirkungen. Eine weitere Erklärung für diesen Befund könnte in der Wahrnehmung liegen, von einer dynamischen Gruppendiskussion zu profitieren, selbst wenn man sich selber nicht stark einbringt oder einbringen kann. Diese Erklärung wird dadurch gestützt, dass mehrfach angegeben wurde, dass sich schüchterne Studierende in den Gruppendiskussionen nur schwer einbringen konnten.



---

Grauer und Kollegen berichteten, dass Studierende in Falldiskussionen den Eindruck hätten, Informationen im Vergleich zu Vorlesungen zu verpassen [147]. Dieser Eindruck wurde von den Probanden in den Live-CCD nicht wiedergegeben. Die Mehrheit der Studierenden empfand das Lernen mit Live-CCD sogar einfacher als mit regulären Seminaren oder Vorlesungen.

Besonders positive Auswirkungen könnte innerhalb der Gruppendiskussionen und folglich auch innerhalb der Video-CCD die Besprechung und die Korrektur von Denkfehlern durch ausführliches und individuelles Feedback an die Lernenden gehabt haben [64, 148]. Als besonders wertvoll könnte sich im Sinne des Mastery Learnings (also dem Lernen mit dem Ziel, Kompetenzen zu erwerben) die Nachfragen des Moderators erwiesen haben [103]. Da die Diskutierenden in der Rolle des Arztes nach nächsten Schritten gefragt wurden und sich für ihre klinischen Entscheidungen rechtfertigen mussten, ist davon auszugehen, dass im Vergleich mit den Papier-Fällen höhergradige Denkprozesse (z.B. *konstruktive*) abliefen.

Neben anderen weisen Ten Cate sowie Marton und Kollegen darüber hinaus noch auf den wichtigen Punkt hin, Studierende auch in der elementaren Rolle des „Lehrers“ auszubilden [149, 150]. Diese Kompetenz-Ausbildung gewinnt in modernen Curricula zunehmend an Stellenwert (vgl. Abschnitt 2.5.1). Zusätzlich wird das Lehren von CR-Experten als „entscheidend bei der Entwicklung und der Aufrechterhaltung des CR angesehen“, wie Durning und Kollegen beschreiben [32]. Innerhalb der Live-CCD wird diese Forderung in besonderer Weise für den Presenter verwirklicht, jedoch ist auch bei den Diskutierenden von einer sehr intensiven Beschäftigung mit dem Fall im Sinne einer Deliberate Practice auszugehen. Da die Studie auf drei Live-CCD-Sessions limitiert war, erscheint die Rolle des Presenters als herausgehoben oder bevorzugt. Bei regelmäßiger Durchführung der Live-CCD hat jedoch jeder Studierende die Möglichkeit, sich als Presenter einzubringen und somit Lehrkompetenzen zu erwerben. Gleichzeitig schlüpft in diesem Peer-Teaching-Kurs aber auch jeder Studierende in die Rolle des „Lehrers“, indem er seine Erklärungen, seine Erfahrungen oder sein Wissen vermittelt.

#### *Diskussion der Akzeptanz und der spezifischen Lernmechanismen der Video-CCD:*

Die Auswertung dieser Forschungsarbeit zeigt, dass für die Studierenden auch in der Video-CCD Authentizität eine große Rolle spielt. Trotz der Kritik, teilweise dem Fallverlauf nicht gut folgen zu können, ist eine gespielte (beziehungsweise mit Drehbuch aufgenommene) Video-CCD nicht gewünscht. Es ist die Frage zu stellen, ob das Lernen innerhalb der Video-CCD nicht konkreter gesteuert werden sollte, da es Hinweise gibt, dass unterstützende Maßnahmen im technologiebasierten Lernen förderlich für das

---

fallbasierte Lernen sind [151]. Hier könnte eine größere instruktionale Unterstützung, beispielsweise durch Kollaborationsskripts für das gemeinsame Lernen, nützlich sein (vgl. Fischer et al. 2013, [152]). Durch solche Kollaborationsskripts wird Lernenden das Fallverständnis durch die Zuordnung von spezifischen Rollen oder aber bestimmten Aufgaben in der Fallbearbeitung erleichtert. Die von Schwan und Riempp sowie Merkt und Kollegen als effektiv definierten Mikro-Aktivitäten wurden bei der Bearbeitung der Video-CCD positiv aufgenommen [107, 123]. Diese wurden jedoch als nicht ausreichend angesehen, da eine höhere Interaktivität gewünscht wurde. Dies kann als Aufforderung gesehen werden, dem selbstregulierten Lernen noch stärker Rechnung zu tragen. Durch eine flexiblere Zeiteinteilung oder durch größere Bearbeitungsmöglichkeiten könnte diese Forderung verwirklicht werden. Für den Lernerfolg ist der Zeitpunkt entscheidend, an dem den Lernenden das Wissen angeboten wird. Es ist besonders effektiv, Studierenden das Wissen flexibel auf Nachfrage zu präsentieren [153]. Dass das Wissen in der Video-CCD stellvertretend durch die Teilnehmenden der Live-CCD erarbeitet wurde, könnte miterklärend für die geringere Lerneffektivität zum Zeitpunkt T\_1 sein, da die Studierenden in der Video-CCD nicht zu einem selbst gewählten Zeitpunkt nachfragen konnten.

Insgesamt wurde die Struktur und Form der Videos als verbesserungswürdig eingestuft. In Anbetracht der niedrigen Akzeptanz-Werte ist, ähnlich wie in der Studie von Schreiber und Kollegen, von einem Einfluss sich reduzierender Motivation durch die Video-CCD auszugehen (vgl. Schreiber et al. 2010, [102]). Dabei wurde von den Studierenden gerade bei der Video-CCD das selbstregulierte, auf Praktikabilität ausgelegte Lernen positiv hervorgehoben. Da die Video-CCD erkennbar auf den flexiblen Heim-Gebrauch ausgelegt ist, könnte sich die Durchführung in einem strukturierten Labor-Setting als nachteilig erwiesen haben.

Als Erklärung für den stärkeren Lernzuwachs im Vergleich mit den Papier-Fällen kommen mehrere Effekte in Frage: Zum einen konnten die in den Live-CCD über die Fallinformationen hinaus generierte Evidenz und die entwickelten Reasoning-Schritte im Sinne des Observational Learning von den Teilnehmenden der Video-CCD aufgenommen werden (vgl. Stegmann et al. 2012, [154]). Zum anderen arbeiteten die Studierenden auf höherem Aktivitätsniveau. Dies zeigt sich an dem hohen Anteil von Notizen, die in der Video-CCD (85%) gemacht wurden (Live CCD: 34%, Papier-Fälle: 30%).

---

*Diskussion der Akzeptanz und der spezifischen Lernmechanismen der Papier-Fälle:*

Die Akzeptanz und die lernförderlichen Effekte der Papier-Fälle sind aus dem Blickwinkel des CCD-Ansatzes wie auch in Bezug zur großen Nähe zum klassischen fallbasierten Lernen zu diskutieren.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass für die Probanden auch beim Lernen mit den Papierfällen die Authentizität der Fälle entscheidend war. Da die Papier-Fälle von den drei CCD-Interventionen am abstraktesten ausgestaltet waren, stellt die Bewertung der Papier-Fälle als authentisch einen interessanten Befund dar. Dass es einen positiven Einfluss der Authentizität auf die Lerneffekte gibt, wurde schon von La Rochelle und Kollegen belegt [142]. Ein weiterer lernförderlicher Mechanismus hinter den Lerneffekten der Papier-Fälle könnte die verständliche Struktur der Fälle sein. Die Freitext-Antworten zeigen weiterhin, dass das selbstregulierte Lernen mit Papier-Fällen besonders für Studierende mit hoher Eigenmotivation und Selbstdisziplin geeignet ist. Dagegen wurde deutlich, dass sich Lernende mit weniger Erfahrung mehr Austausch und Feedback gewünscht hätten (vgl. Santer et al. 1995, [113]).

Bei den Papier-Fällen kommt zum Tragen, dass im Gegensatz zur Live-CCD und Video-CCD das unterschiedliche Wissensniveau der Probanden nicht durch gemeinsame Diskussion in einem Peer Teaching-Setting ausgeglichen werden konnte. Ein weiterer Grund für das schlechtere Abschneiden der Papier-Fall-Gruppe könnte in den ungenügend ausgebildeten Lesestrategien begründet liegen (vgl. Merkt et al. 2011, [107]). Obwohl die Fälle nach CCD-Vorgaben vorstrukturiert waren, könnte die relativ geringe Erfahrung mit CR-Abläufen für die Teilnehmenden hinderlich gewesen sein.

*Synopse:*

Diese Forschungsarbeit liefert die ersten empirischen Ergebnisse zur Lerneffektivität des Lehransatzes CCD in einer Stichprobe von Studierenden aus unterschiedlichen klinischen Semestern. Der Lehransatz CCD ist in allen drei untersuchten, nach unterschiedlichen Lehrkonzepten differenzierten und nach sozialem Interaktionsniveau abgestuften Formaten effektiv. Darüber hinaus trägt diese Arbeit dringend benötigte empirische Daten zur Effektivität von CBL-Formaten sowie den eingesetzten Lehrkonzepten bei. Durch den Vergleich verschiedener Formate auf der Grundlage des gleichen Lehransatzes konnten wichtige Hinweise zur perspektivischen Ausgestaltung und zur Möglichkeit der Wissensvermittlung in den jeweiligen Formaten gewonnen werden.

---

Als entscheidend für den Lernerfolg zeigte sich die von den Studierenden wahrgenommene Authentizität des Fallmaterials sowie das Aktivierungsniveau der jeweiligen Formate.

Bei der Live-CCD, dem effektivstem der drei untersuchten CCD-Formate, konnten spezifische Elemente als lernförderlich identifiziert werden: Durch das hohe Maß an sozialer Interaktionen wird einzelnen Lernenden das Verständnis der komplexen Fälle erleichtert. Dabei erwies sich der Einsatz von Peer-Teaching als besonders wirksam, da er zu einer positiven Lernatmosphäre führt und durch die Diskussion zu einer starken Aktivierung führt. Diese Aktivierung wirkt somit zusätzlich zu den schriftlichen Assessments. Die hohe Akzeptanz der Studierenden für das Live-CCD-Format ist als entscheidende Voraussetzung beziehungsweise Moderator-Variable für die zuvor genannten Effekte zu sehen.

Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass die Live-CCD gegenüber den Einzellerner-Formaten für den Aufbau von CR-Kompetenz bevorzugt werden sollte. Im Gegensatz zu den von La Rochelle und Kollegen sowie Schreiber und Kollegen berichteten Resultaten konnten wir eine Zunahme der Lernzuwächse und Akzeptanz für Formate mit ansteigender Authentizität beziehungsweise stärkerer sozialer Interaktion nachweisen [102, 142].

Die Live-CCD kann somit als relativ leicht zu realisierendes Format angesehen werden, für die der höhere Personalaufwand aufgrund der höheren Effektivität gerechtfertigt ist. Die Ergebnisse lassen den Einsatz des CCD-Ansatzes in der medizinischen Ausbildung als geboten erscheinen.

#### *Ausblick und Weiterentwicklung der CCD-Formate:*

Da alle drei Formate vielversprechende Ergebnisse zeigten, lohnt es sich, diese in Folgestudien zu überprüfen und weiterzuentwickeln. Es ist eine Herausforderung, die von den Studierenden geforderte Selbstregulierung mit den evidenzbasierten, überwiegend gesteuerten Lernmethoden zu verbinden [108]. Es wäre wichtig, zuerst die Abläufe der jeweiligen Formate mit den Anregungen der Studierenden und den dokumentierten Beobachtungen zu optimieren. Anschließend sollte die Frage beantwortet werden, ob die jeweiligen CCD-Formate in homogenen, enger definierten Studienpopulationen, beispielsweise bei jungen Studierenden, Studierenden des praktischen Jahres oder Assistenzärzten spezifische Effekte entfalten. Dabei wäre speziell in den Live-CCD zu überprüfen, ob die Heterogenität der Teilnehmenden selbst nicht ein wichtiger lernförderlicher Aspekt ist. Sinnvoll wäre auch eine differenzierte

---

Analyse der Wirksamkeit bei bestimmten Lerntypen. Möglicherweise wirken sich die Lernmechanismen in den jeweiligen Formaten auf eher auditiv- oder lesend-lernende Studierende innerhalb der verschiedenen Formate unterschiedlich aus. Ebenso lohnend wäre auch die Untersuchung, welche Einflüsse die Ausgestaltung der Fallstruktur auf das Erlernen von Reasoning-Prozessen hat. Möglicherweise unterscheiden sich Fälle mit Ausrichtung auf die Diagnose-Findung von Fällen mit Ausrichtung auf das Therapiemanagement in der Förderung der CR-Kompetenz. Da die Bearbeitungszeit in allen Gruppen relativ lang war, sollte in weiteren Studien der Einfluss der Falllänge auf den Lernzuwachs untersucht werden.

Konkret könnten anstatt eines langen Falles, mehrere kürzere Fälle diskutiert werden. Somit könnte in der Live-CCD die Informationsdichte und Diskussionslänge reduziert werden, um eine Überforderung der Studierenden zu vermeiden. Dabei sollte die Fallkomplexität erhalten bleiben, um die von den Studierenden geschätzte Authentizität zu bewahren. Dieses Vorgehen könnte bei der Ausbildung von Illness Scripts hilfreich sein. Daneben könnte auch eine striktere zeitliche Aufteilung beziehungsweise Segmentierung mit einer um jeweils wenige Tage verzögerte Bearbeitung der Fallabschnitte (Admission, Discussion, Summary) weiteres lernförderliches Potenzial im Sinne einer Spaced Activation entfalten (vgl. Maier et al. 2013, [155]). Das Einbringen der Methoden aus der inhaltsanalytischen Erfassung des CR in die live Diskussionen könnte den Lehrenden hilfreiche Methoden zu spezifischem Feedback des studentischen Reasoning-Verhaltens geben (vgl. 6.2. und ff.).

Die Video-CCD bietet vielversprechende Anknüpfungspunkte zur Weiterentwicklung und weiteren Analyse: Mittels Messung der eingesetzten Mikro-Aktivitäten oder durch Eye-Tracking könnte das Nutzungsverhalten analysiert und der Videoaufbau weiter optimiert werden (vgl. Schwan und Riempp 2004, [123]). In Zusammenschau mit der vergleichbar hohen Bearbeitungszeit der Live-CCD erscheint eine Segmentierung der Video-Podcasts (durchschnittliche Bearbeitungszeit: 117 Minuten) in kürzere Teilvideos sinnvoll. Zur weiteren Verbesserung der Aufnahmequalität und Lösung des datenschutzrechtlichen Problems, studentische Diskussionen innerhalb der Fakultät zu veröffentlichen, könnte die CCD mit Drehbuch in einem Studio aufgenommen werden, so dass auch jeder Teilnehmende individuell mit einem Mikrofon ausgestattet werden könnte. Bezüglich der Einsatzmöglichkeiten wäre denkbar, die Video-CCD als „worked-example“-Format auszugestalten, bei dem Studierende Reasoning-Prozesse nachvollziehen und dabei beispielsweise lernen, Hypothesen zu entwickeln und zu bewerten (vgl. Stark et al. 2011, [64]). Mit dieser Methode könnte ein Verständnis für fehlerhaftes Reasoning entwickelt werden [17-20]. Besonderes Potenzial könnte die

Einbettung der Video-CCD in Blended Learning- oder Inverted Classroom-Formate entwickeln [156]. Dabei könnten Video-CCDs das Angebot digitaler Clinical Reasoning-Formate neben virtuellen Patienten erweitern (vgl. Berman et al. 2016 und Hege et al. 2017, [15, 103]).

Bei den Papier-Fällen sollte untersucht werden, ob erfahrungsadaptierte Papier-Fälle angeboten werden müssten, da eine mögliche fachliche Überforderung nicht durch das gemeinsame Wissen der Gruppe kompensiert wird. Ähnlich wie bei der Video-CCD könnte eine Weiterentwicklung zu „worked example“-Fällen zusätzlich CR-fördernd wirken. Bei den Papier-Fällen wurde die Authentizität und Qualität der Fälle im Vergleich mit anderen aus dem Studium bekannten Fällen positiv wahrgenommen, während gleichzeitig die Gefahr beschrieben wurde, dass die Fälle nur von Studierenden mit hoher intrinsischer Motivation durchgearbeitet werden. Es wäre deshalb lohnend, zusätzlich zu dem schriftlichen Assessment weitere aktive Bearbeitungselemente in die Fälle einzuarbeiten.

In Folgestudien wäre die standardisierte Erhebung von weiteren Verhaltensparametern der Studierenden, wie beispielsweise dem Nachschlageverhalten, oder die Erfassung der Textstellen, die zu Mikro-Aktivitäten wie einem Lese-Stopp führen, lohnend. Es müsste analysiert werden, ob beim selbstständigen Lesen der Papier-Fälle die Struktur eingehalten wird und welche Einflüsse Abweichungen von der Struktur auf den Lernzuwachs haben.

Da es zu dem extracurricularen Einsatz und der Organisation der Live-CCD schon mehrjährige Erfahrung gibt, lässt sich über diese erfolgreiche Studie hinaus die problemlose Durchführbarkeit sowie sinnvolle Ausgestaltung als supervised Peer-Teaching-Format belegen. Die Durchführbarkeit der Video-CCD und Papier-Fälle sollte nun in einem nächsten Schritt in praxisnahen Lernsettings (wie zum Beispiel mittels Video-Streaming im Heim-Gebrauch) evaluiert werden.

---

## 6.2 Diskussion des Kodierschemas zur inhaltsanalytischen Erfassung des Clinical Reasoning

*Im Rahmen der Transkription und Segmentierung gemachte Erfahrungen:*

Die Transkription der Videos wurde nach Abschluss der Videoaufnahmen von einer studentischen Hilfskraft durchgeführt. Für die Transkription wurde die dreifache Zeit der Videoaufnahmen (ca. 900 Minuten) veranschlagt. Diese Zeit wurde vollständig ausgeschöpft.

Die generelle Qualität der Videoaufnahmen in Bezug auf die Transkription ist als sehr gut zu bewerten, da nur 0,4% aller AEi aufgrund von akustischer Unverständlichkeit nicht kodiert werden konnten.

Es ist als positiv zu bewerten, dass innerhalb jedes Videos die Sprechabschnitte jeweils einer Sprecherrolle zugeordnet werden konnte. Allerdings war es innerhalb des komplexen Gruppendiskussions-Settings nicht zuverlässig möglich, die Sprecherrollen über die drei CCD-Sessions hinweg zuzuordnen. Bei zukünftigen Transkriptionsvorhaben sollte die Zuordnung beispielsweise durch eine feste Sitzordnung der Probanden erleichtert werden, um Daten auf Personenebene zu gewinnen. Mit diesem Verfahren könnte das individuelle Reasoning-Verhalten beispielsweise mit dem Lernerfolg korreliert werden.

Die Segmentierung der Transkripte erfolgte vor der Entwicklung des CR-Kodierschemas innerhalb struktureller CCD-Abschnitte und nachfolgender inhaltlicher Unterteilung anhand eines ausgearbeiteten und validierten Segmentierungsschemas. Die Durchführung der Segmentierung vor der Kodierung sollte eine ungewollte gegenseitige Beeinflussung der Segmentierung mit der qualitativen CR-Bewertung vermeiden. Es wird davon ausgegangen, dass dieses Vorgehen eine präzise Kodierung erlaubt (vgl. Strijbos et al. 2006, [137]).

Die definitiv zu kodierenden AEi wurden durch Sprecherwechsel oder beispielsweise durch Wechsel des Argumentationsstranges unterschieden. Für jede Segmentierungsebene konnte ein ausreichend hohe Interrater-Übereinstimmung erreicht werden (für Details: 4.5.1. Transkription & Segmentierung der Daten).

Die Segmentierung entlang der CCD-Abschnitte und nachfolgend nach inhaltlichen Argumentationssträngen trug zu einer hohen Strukturvalidität der Segmentierung bei. Verglichen mit einem Vorgehen, das die Segmente induktiv in den Daten abgrenzt, könnten bei dieser strukturorientierten Vorgehensweise langfristige Gedanken- oder Argumentationsströme, die sich über Abschnittsgrenzen hinweg aufbauen, nicht zu

---

erfassen gewesen sein. Dennoch wird eine Segmentierung in kleine AEi als geeignet angesehen, die Abläufe von epistemischen Denkprozessen zu erfassen [157].

In weiteren Studien sollte der Einfluss der Segmentierung auf die Kodierung und Auswertung untersucht werden. Es stellt sich die Frage inwieweit eine induktivere, an die klassische Inhaltsanalyse angelehnte Segmentierung oder die Auswertung von Daten aus einem Einzeller-Setting die Kodierung beeinflusst.

#### *Diskussion der Entwicklung und Adaptierung:*

Das CR-Kodierschema wurde anhand einer Vorarbeit aus dem Bereich der sozialen Arbeit in zehn iterativen Zirkeln in Zusammenarbeit mit einem Experten für qualitative Forschung und Reasoning-Analyse adaptiert. Der Aufbau auf einem bereits eingesetzten Kodierschema versprach, mit hoher Wahrscheinlichkeit auch eine auf medizinische Prozesse ausgerichtete CR-Analysemethode entwickeln zu können. Anpassungen waren aufgrund des unterschiedlichen Settings (Einzeller versus Gruppendiskussion) und der unterschiedlichen thematischen Ausrichtung (Soziale Arbeit versus Medizin) nötig.

In die Kodierung wurden alle AEi miteinbezogen, die nicht in offensichtlicher Weise der Kategorie „nicht-epistemisch“ zugeordnet werden konnten. Dies schien innerhalb einer interaktiven Diskussion geboten, um CR-Prozesse bzw. Gedanken-Prozesse einer Gruppendiskussion umfassend analysieren zu können. Für die CR-Analyse wurden individuelle Externalisierungen der Teilnehmenden in einem Kontinuum gewertet, in der jeder Studierende alle Ausführungen gleichermaßen nachvollzog.

Die bereits in verschiedenen Kontexten erfolgte erfolgreiche Operationalisierung des dem CR-Kodierschema zugrundeliegendem Frameworks trägt zur Validität des CR-Kodierschemas bei. Im Umkehrschluss liefert die Entwicklung eines weiteren Kodierschemas in dieser Forschungsarbeit weitere Evidenz für die domänenübergreifende Bedeutung des Frameworks.

Da auf dem SRA-Framework beruhende Kodierschemata bereits in verschiedenen CR-Ausbildungs- oder CR-Analyse-Situationen eingesetzt wurden, wäre nun ein Erfahrungsaustausch zu den Eigenheiten und Spezifika des Kodierschema-Einsatzes in den jeweiligen Domänen sinnvoll. Besonderes Augenmerk sollte auf dem Vergleich der Operationalisierung einzelner EA liegen. Die erfolgreiche Erfassung von Denkprozessen in so unterschiedlichen Kontexten wie sozialer Arbeit, Lehrerbildung oder Medizin legt nahe, dass die einzelnen Konzeptualisierungen der EA konsistent und unabhängig von dem zu analysierenden Kontext sind.



---

*Diskussion der reliablen Erfassung epistemischer Aktivitäten:*

Nach der bereits diskutierten Transkription und der reliabel durchgeführten Segmentierung wurde das CR-Kodierschema für die Anwendung im medizinischen Kontext adaptiert. Nach iterativen Zirkeln von Anpassung und Rater-Training konnte für das CR-Kodierschema eine Interrater-Reliabilität von Cohen's kappa 0.78 errechnet werden. Mittels des CR-Kodierschemas konnten alle acht EA aufgezeichnet werden. Zu beachten ist, dass die EA KA, parallel zu den jeweiligen Kodierung der AEi, auf Segmentierungsebene der Sequenzen kodiert wurde. Die meisten AEi fielen in der Admission an, gefolgt von Discussion und Summary (gemittelt über Session I-III).

Mit der Ausarbeitung eines CR-Kodierschemas sollte der Interpretationsspielraum der Rater bei der Identifizierung der EA reduziert werden. Da das dafür von uns adaptierte Kodierschema zur Erfassung der EA in der sozialen Arbeit eine Interrater-Reliabilität von Cohen's kappa 0.69 erreichte [28], ist das von uns für das CR-Kodierschema erzielte Cohen's kappa von 0.78 als hoch zu bewerten. Da der erzielte Cohen's kappa auch im Vergleich zur in der Literatur geforderten Interrater-Reliabilität als sehr gut einzuschätzen ist, kann von einer hohen Auswertungsobjektivität ausgegangen werden [136, 137, 158, 159].

Wie schon von Ghanem und Kollegen berichtet, zeigten sich auch in dieser Forschungsarbeit Schwierigkeiten bei der Differenzierung und Operationalisierung einzelner EA [28]. Dies kann einerseits an der geringen Definitionstiefe der EA im SRA-Framework wie auch in der konzeptuellen Nähe einzelner EA zueinander liegen. In der Studie von Csanadi und Kollegen konnte beispielsweise EG nicht von EE unterschieden werden, so dass diese EA zusammengelegt wurden [27]. Ebenso kommt der Umstand zum Tragen, dass die Externalisierungen unabhängig vom Fall-Kontext und somit jede AEi eigenständig kodiert werden mussten. Das war auch der Fall, wenn über mehrere AEi zusammen ein einheitlicher epistemischer Denkprozess hätte erfasst werden können oder ein impliziter Gedanke erkennbar wurde.

Darüber hinaus zeigte sich, dass es schwierig war, manche EA voneinander abzugrenzen, wenn diese in verschiedenen sprachlichen Ausdrucksformen vorgebracht wurden. Dies wurde beispielsweise bei der Abgrenzung von F zu HG deutlich. Es war komplex, eine im Fragestil formulierte Hypothese von einer echten Frage zu unterscheiden, ohne die umliegenden EA zu betrachten. Das Problem, konsistent mit dem informalen Grammatikgebrauch in der gesprochenen Sprache umgehen zu müssen, wurde bereits von Csanadi und Kollegen berichtet [27].

Eine weitere Herausforderung ergab sich bei EA, bei denen mit hoher Sicherheit mentale Teilprozesse ablaufen, diese jedoch in den Verbalisierungen aufgrund des impliziten

---

Charakters dieser EA nicht deutlich wurden. Erkennbar wurde dies am Beispiel der Abgrenzung von *EG* zu *S*. Ein Teilnehmender beschreibt beispielsweise im Kontext einer durch Vitamin-B12-Mangel verursachten Anämie einen diagnostischen Test und zeichnet dabei die einzelnen Testschritte logisch nach (Aufnahme einer radioaktiven Markersubstanz zusammen mit einem Vitamin, AEi #1291). Der Studierende erklärt den pathophysiologischen Ablauf der Aufnahme und Ausscheidung der Markersubstanz. Ohne den Kontext mit betrachten zu können, ist es aber schwer zu unterscheiden, ob der Studierende logisch schlussfolgert wie das radioaktive Testmaterial mit dem Vitamin aufgenommen wird oder, ob er das Wissen um die Vorgänge bei diesem Test rekapituliert, da dieser Test der physiologischen Aufnahme des Vitamins folgt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich mit dem CR-Kodierschema alle acht EA reliabel erfassen lassen. Besonders eindrücklich wird dies vor dem Hintergrund von nur 0,39% aller fallbezogenen AEi, welche als nicht-epistemisch gewertet werden mussten. Um die Schwierigkeiten bei der Abgrenzung einzelner EA zu überkommen, sollten schwierige Beispiele solcher EA aus den Kodierprojekten anderer Domänen analysiert und verglichen werden. Möglicherweise kann durch die Erweiterung der Datenmenge oder die jeweils unterschiedliche Kodierschema-Ausarbeitung ein Vorgehen gefunden werden, diese EA besser zu unterscheiden.

In einem weiteren Schritt könnte durch die gezielte Veränderung von Einflussvariablen die Anwendbarkeit des CR-Kodierschemas in verschiedenen Settings (beispielsweise in einem Think Aloud-Setting mit Einzellernern oder mit Teilnehmenden verschiedener Expertiseniveaus) analysiert werden. Dies erscheint lohnend, da die Arbeit von Ghanem und Kollegen Hinweise auf das verschieden ausgeprägte Reasoning-Verhalten beziehungsweise die unterschiedliche Externalisierung der EA je nach Expertiseniveau ergab [28].

Dies könnte auch zusätzliche Erkenntnisse für die Erweiterung des Kodierschemas in Bezug auf verschiedene sprachliche Externalisierungsformen von EA liefern. In Folgestudien könnten wertvolle Erkenntnisse bezüglich dieser Variationen durch gezielte Aufforderungen zum Hypothesen-Generieren oder Schlussfolgern gewonnen werden. Möglicherweise zeichnen sich Muster ab, die hinter die vordergründige sprachliche Ausdrucksweise blicken lassen.

### 6.3 Diskussion der Verteilung epistemischer Aktivitäten

Die EA-Verteilung unterschied sich von Session zu Session signifikant. Bei der globalen Analyse (alle Teilnehmenden zusammengenommen) ergaben sich aber in allen drei Fällen vergleichbare Rangfolgen der EA. Das bedeutet, der Einfluss des Fallmaterials und die Charakteristika der Teilnehmenden bilden sich in den Häufigkeiten der EA ab und trotzdem wird eine CCD-Reasoning-Struktur sichtbar.

Die am häufigsten registrierten EA waren in jeder der drei Sessions *EG*, *KB*, *F* und *EE*. Im großen Anteil der *EG* spiegelt sich der Anteil der Fallinformation wieder, die vor allem zu Anfang jeder Falldiskussion generiert wird. Gleichzeitig werden in den medizinisch komplexen Fällen neben der Erklärung von Sachverhalten Ansichten, Erfahrungen oder Ideen miteinander geteilt.

*KB* und *F* rangieren direkt nach *EG* und entsprechen somit der zu erwartenden Verteilung der Häufigkeiten, dass in interaktiven Falldiskussionen das Fragen und Hinterfragen, genauso wie das Kommunizieren oder Beratschlagen, eine große Rolle spielt.

Die für das CR wichtige EA *EE* wurde in allen drei Fällen am vierthäufigsten registriert. Dies stellt zusammengenommen mit dem hohen Anteil der EA *EG* einen interessanten Befund dar. Offenbar wird nicht jede Evidenz automatisch auch evaluiert und eingeordnet, vielmehr scheinen beispielsweise Erklärungen als Evidenz abschließend für sich selbst zu stehen.

*HG*, das wie *EE* als entscheidend im CR-Prozess angesehen wird, wurde wie auch *S* und *PI* nur in geringen Umfängen registriert. Neben der bereits oben erläuterten Schwierigkeit *HG* zu erfassen, könnte sich hier die unter Medizinstudierenden generell gering ausgebildete Fähigkeit zu *HG* abbilden [160]. Auch der Vergleich mit dem aus der Beobachtung von CR-Experten gewonnenen CR-Modell von Charlin und Kollegen spricht für eine gering ausgeprägte Fähigkeit der *HG* unter Studierenden [70]. In diesem Modell konnten qualitative Schritte der iterativen Hypothesenbildung und –verfeinerung beschrieben werden. Jedoch kann die niedrige Zahl an registrierter *HG* auch Ausdruck dafür sein, dass „Hypothesen mit minimalen klinischen Daten generiert werden und danach nur noch als Problem-Repräsentation“ genutzt werden (Kassirer 2010, S. 1119 [140]). Die niedrige Zahl kann aber auch ein Anzeichen dafür sein, dass stets nur wenige Hypothesen gleichzeitig „aktiv“ sein können [140]. In jedem Fall müssen Studierende bei der Entwicklung elementarer EA wie der *HG* unterstützt werden (vgl. Elstein et al. 1990, [160])

---

*S* und *PI* wurden in den drei Live-CCD-Sessions nur zu sehr kleinen Anteilen registriert. Dieser zunächst überraschende Befund lässt sich dadurch erklären, dass es in den Fallinformationen neben den induktiv zu erfassenden Problemen, medizinische Begriffe für Befunde oder Erkrankungen gibt, welche die Problemstellung bereits sinngemäß beinhalten. Wenn beispielsweise in der Anamnese von einer Anämie berichtet wird, stellt dies gleichzeitig einen anamnestischen Befund/Fakt sowie eine bereits ausgesprochene Problemstellung dar. Somit werden Probleme oftmals kein zweites Mal verbalisiert und folglich nicht als EA registriert. Aufgrund der beschriebenen Sachlage und des relativ eng gefassten Problem-Begriffes bei gleichzeitig wiederum weit gefasstem Evidenz-Begriff (vgl. Anhang #7) könnte deshalb *EG* mit dem CR-Kodierschema leichter zu erfassen gewesen sein als *PI*. Ähnlich stellt sich die Situation bei *S* dar. Um mittels CR-Kodierschema registriert zu werden, müssen Schlussfolgerungen sehr konkret und sprachlich als solche erkenntlich formuliert sein.

Neben der globalen Analyse ist auch der Blick auf die Rollenverteilung lohnend. Wie es für die Rolle zu erwarten ist, zeichnet der Moderator für den Großteil der EA *F*, *EG* und *KB* verantwortlich.

Der Vergleich der Verteilung der EA und der Rollen zwischen den drei Sessions zeigt, dass die Ausprägung der EA für Rollen und Phasen zwischen den Sessions vom Fall und seinen Spezifika abhängt. Ebenfalls zum Tragen kommen die verschiedenen Rollen und die Personen, die diese Rollen jeweils übernehmen. Dies wird besonders in der Session II deutlich, in welcher der Clinician zu einem Exkurs aufgefordert wird. Dieser Exkurs führt zu einem EA-Anteil des Clinicians von knapp 20% und damit auch zu einer durchmischteren Rollenverteilung beim Einsatz der EA. In Session I und III zeigten sich die Clinicians jeweils zurückhaltender in der Einbringung von EA.

Überraschenderweise wurden *PI*, *HG*, *EE* sowie *S* hingegen überwiegend auf Seiten der studentischen Diskutierenden registriert. Diese EA sind von komplexer Natur und sollen in der medizinischen Ausbildung besonders gefördert werden. Besonders in Bezug auf die EA *HG* ist die überwiegende Ausführung durch Studierende zu würdigen.

Das Aufstellen neuer Hypothesen wird in der Literatur als schwierig bewertet (vgl. de Jong und van Joolingen 1998, Chinn und Brewer 1993, [153, 161]). Es ist ebenfalls erfreulich, dass auch die EA *EE* zum größten Teil bei Diskutierenden zu beobachten ist. Die Bewertung von Evidenz nimmt im CR eine Schlüsselposition ein, wenn es darum geht, erhobene Befunde einzuordnen oder bereits vorliegende Information zu bewerten. Auf dieser Grundlage können wiederum Hypothesen aufgestellt, re-evaluiert oder Schlüsse gezogen werden. Dieser Befund zeigt, dass die Teilnahme an der Live-CCD zu im CR-Prozess wichtigen EA anregt. Einflussfaktoren auf die Häufigkeitsverteilung

---

dieser EA wie das CCD-Format, das Wesen der Fälle oder die Zusammensetzung der Studienpopulation sind weiter zu evaluieren. Besonderen Einfluss auf die niedrige absolute Häufigkeit dieser wichtigen EA (z.B. PI oder HG) könnte die Domänenspezifität der Reasoning-Fähigkeit beziehungsweise das Erfahrungsniveau der Studierenden gehabt haben. Dies sollte in Folge-Experimenten weiter erforscht werden. Wenn den Studierenden das Grundverständnis für manche Erkrankungen fehlt, sind komplexere Reasoning-Schritte auch nicht zu erwarten. Die Angabe mancher Diskutierender durch die laufende Videoaufzeichnung gestört worden zu sein, könnte gerade bei schüchternen Studierenden zu weiterer Zurückhaltung geführt haben, sich beispielsweise mit dem Formulieren von Hypothesen oder anderer schwierigeren EA zu exponieren. Die Befunde können deshalb einen Hinweis darstellen, dass die erhobenen EA-Verteilungen auf Seiten der Studierenden die Anzahl der reell eingesetzten EA unterschätzt. Somit sind die auf Seiten der Studierenden anfallenden EA eher höher zu bewerten. Es ist davon auszugehen, dass das Vorwissen für komplexe Fälle bei den Studierenden noch nicht genügend ausgebildet ist, und dass bei zunehmender Expertise potenziell die Zahl der Hypothesen zunimmt.

Aus didaktischer Perspektive ist die in dieser Studie gemessene Verteilung der EA auf die Rollen sinnvoll. Somit kann der Schluss gezogen werden, dass der lerntheoretische Aufbau der CCD funktioniert. Der Moderator fungiert als Wissensvermittler und induziert durch Fragen und Kommunikation die Ausführung wichtiger EA bei den Studierenden. Diese wiederum bringen die Diskussion durch das Identifizieren von Problemen, das Aufstellen neuer Hypothesen zur Lösung des Problems und die Bewertung der geschaffenen Evidenz voran.

In Bezug auf die weitere Ausgestaltung der CCD sollte versucht werden, den Anteil der für die Studierenden wichtigen EA in absoluten Zahlen zu erhöhen. Anhand des Kodierschemas könnten die Lehrenden für das Erkennen der EA geschult werden. Dadurch könnten die Reasoning-Schritte durch Moderator oder Clinician bewusst aufgezeigt werden. Diagnostische Hypothesen könnten klarer als solche benannt und somit ein Bewusstsein für diese geschaffen werden. Genauso könnten auch Probleme klarer benannt und somit differenzierter in den Reasoning-Prozess integriert werden. Diskutierende sollten dazu angehalten werden, Probleme mit klinischer Signifikanz von unwichtigeren Problemen abzugrenzen. Die Erkenntnisse dieses Forschungsprojekts könnten für Teilnehmende und Lehrende weitreichende Verbesserungen bringen. Zum Beispiel, wenn mit Hilfe der mit dem Kodierschema differenzierten Kriterien der EA, das Reasoning bereits während der Durchführung der Diskussionen besser reflektiert werden könnte.

---

## 6.4 Charakterisierung der Live-CCD

Im Zuge dieser Doktorarbeit soll die Möglichkeit genutzt werden, die Befunde der quantitativen Analyse mit den Erkenntnissen der inhaltsanalytischen Erfassung des Clinical Reasoning zusammenzuführen, um die Live-CCD genauer zu definieren.

Die Analyse der EA innerhalb der einzelnen Diskussionsabschnitte sowie in Bezug auf die Rollen zeigt, dass unabhängig vom behandelten Fall strukturelle Charakteristika sichtbar werden. Von Admission über Discussion bis hin zu der Summary werden weniger EA eingesetzt. Daneben blieb konstant, dass sich Moderator und die Diskutierenden in allen drei Sessions am häufigsten einbrachten. Zusammengenommen trugen die studentischen Teilnehmenden zu 93% aller AEi bei.

Die Live-CCD ist ein Format, das als sehr authentisch erlebt wird. Dies liegt an den echten Fällen, die nicht komplexitätsreduziert sind. Die Authentizität lässt die Relevanz der Fälle erkennen und schafft ein weitergehendes Lerninteresse (vgl. Schneider und Preckel 2017 und Ten Cate und Durning 2018, [82, 141]). Lernförderlich wirkt dabei die ausgearbeitete, an klinischen Abläufen orientierte, „serial-cue“-Struktur und die definierte Rollenverteilung (vgl. Schneider und Preckel 2017, Schmidt und Mamede 2015, [79, 82]).

Somit kann die Live-CCD als interaktives und kollaboratives Lehrformat charakterisiert werden, das den Studierenden die für die Entwicklung der CR-Kompetenz notwendige Unterstützung gibt [13, 23, 94]. In der Live-CCD kann durch regelmäßiges schriftliches Assessment sowie dem interaktiven Charakter des Formats von einem hohen Aktivierungsniveau ausgegangen werden. Für die CR-Entwicklung spielt innerhalb dieses supervised Peer-Teaching-Settings das direkte oder indirekte gegenseitige Feedback eine große Rolle (vgl. Schneider und Preckel 2017, [82]). Die Live-CCD schafft einen Rahmen zum Üben des individuellen Reasonings wie auch des Reasonings in der Gruppe. Es wird durch die Erarbeitung realistischer Fälle ein „reflektiertes Verständnis für die medizinische Praxis“ aufgebaut (vgl. Durning et al. 2013, [32]). Durch die Förderung der metakognitiven Kompetenz leistet die Live-CCD einen Beitrag zu einer reflektierten „Denk-Einstellung“, die wiederum bei der Vermeidung von Fehlern nützlich sein kann [19].

Nicht zuletzt durch die verschiedenen interaktiven Rollen erfüllt die Live-CCD die Forderung nach Stärkung der verschiedenen Kompetenzen wie der des „Gelehrten“ oder des „medizinischen Experten“ [11]. Bei hohen Anteilen von *EG* und *EE* wird deutlich, dass die Live-CCD ein an Wissen und Evidenz ausgerichtetes Format ist, das zur selben

---

Zeit bei den Studierenden die für das CR wichtigen EA (bspw. *EE*, *HG*, *PI*) und damit das CR selbst fördert.

## 6.5 Limitationen und Stärken

Der Einsatz von Fall-Vignetten wirft die Frage der externen Validität der Ergebnisse in Bezug auf den Lernzuwachs sowie der Analyse der Denkprozesse auf. Die externe Validität wurde in diesem Forschungsprojekt durch Verwendung von Fällen mit hoher Realitätsnähe soweit möglich erhöht (vgl. Abschnitt 4.1). Gleichzeitig trägt das Gruppen-Setting ebenfalls zur Erhöhung der externen Validität bei, da in der realen medizinischen Praxis vernetzt im Team gehandelt wird. Als weitere Limitation ist anzuführen, dass in diesem in englischer Kurssprache durchgeführten Forschungsvorhaben der Einfluss der Fremdsprache nur indirekt kontrolliert wurde. Im Durchschnitt bewerteten die Teilnehmenden ihre Fremdsprach-Kenntnisse jedoch als gut. Weiter anzuführen ist, dass der positiv bewertete Einsatz des Peer-Teachings nicht detailliert untersucht wurde. Weitreichende Rückschlüsse, welche Aspekte des Peer-Teachings zur positiven Bewertung und zum Lernerfolg beitragen, können nicht gezogen werden.

In Bezug auf die Analyse der CR-Prozesse ist anzuführen, dass die Methode anhand einer relativ kleinen und unerfahrenen Stichprobe validiert wurde und bekannt ist, dass Novizen keine vollständig entwickelten Reasoning-Fähigkeiten besitzen (vgl. Mylopoulos und Woods 2009, [59]). Ebenso sind beim Analysieren von „messy“ Daten wie sie bei der Aufzeichnung echter Falldiskussionen anfallen, die möglichen Ungenauigkeiten, aber auch die höhere Generalisierbarkeit der Ergebnisse zu beachten (vgl. Chi 1997, S.1 [1]). Es ist darüber hinaus zu bedenken, dass die analysierte Gruppenkommunikation nicht vollständig kongruent mit dem individuellen Reasoning von Einzelpersonen sein kann. Im Umkehrschluss bildet die Auswertung dieser Daten jedoch spontanes in der Realität ablaufendes Reasoning besser ab (vgl. Power et al. 2017, [62]). Verbale Externalisierungen sind den kognitiven Prozessen hierbei nicht gleichzusetzen, sie stellen vielmehr eine Sichtbarmachung von Denkabläufen dar.

Positiv ist in dieser Studie die Durchführung in einem kontrolliertem Labor-Setting mit gematchten, nach relevanten Parametern stratifizierten Interventionsgruppen sowie die Effektivitätsmessung mit einem validiertem Test zu bewerten. In diesem Versuch wurde die unabhängige Variable des sozialen Interaktionsniveaus streng kontrolliert abgestuft und darüber hinaus für einen standardisierten Versuchsablauf mit einheitlichem Aktivierungsniveau durch die Assessments gesorgt.

Eine Stärke der CR-Analyse ist darüber hinaus die detaillierte und strukturorientierte Gliederung der AEi. Dadurch ließ sich ein hoher Detailgrad bei der Analyse von EA realisieren.

Hervorzuheben ist weiterhin der Befund, dass die positiven Ergebnisse in einer Studienpopulation mit heterogenem Erfahrungsniveau erzielt wurden. In Bezug auf die Clinical Reasoning-Kompetenz erlaubt diese Stichprobe den Schluss, dass der Lehransatz der CCD für Studierende in verschiedenen Semestern positive Effekte entfaltet. Es ist ebenso positiv zu werten, dass die inhaltsanalytische Erfassung des Clinical Reasoning in einer heterogen zusammengesetzten Population geglückt ist und alle epistemischen Aktivitäten reliabel abgebildet werden können. Es liegt nahe, dass diese Methode einen wichtigen Beitrag zur CR-Analyse von Novizen und Fortgeschrittenen zu leisten vermag.

Die Kombination quantitativer Methoden mit qualitativ-basierten, quantitativen Methoden erlaubt durch die Erfassung mehrerer Variablen eine umfassendere Beantwortung der Ausgangsfrage dieser Studie.



## 7 Literaturverzeichnis

1. Chi, M.T., *Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide*. The journal of the learning sciences, 1997. 6(3): p. 271-315.
2. Agence France Press, *Patientenbeauftragter Laumann fordert mehr Medizinstudienplätze*. 2013 [cited 2017 21.09.2017]; Available from: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/57065/Patientenbeauftragter-Laumann-fordert-mehr-Medizinstudienplaetze>.
3. Osterloh, F., *Aerztestatistik: Ärztemangel bleibt bestehen*. Dtsch Arztebl International, 2015. 112(16): A 703.
4. Hillienhof, A. *Forderung nach mehr Medizin-Studienplätzen wird drängender*. Arzteblatt News 2016 [cited 2017 21.09.2017]; Available from: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/69700/Forderung-nach-mehr-Medizin-Studienplaetzen-wird-draengender>.
5. Marburger Bund, *Denkblockaden überwinden – mehr Medizinstudienplätze schaffen* 2016 [cited 2017 21.09.2017]; Available from: <https://www.marburgerbund.de/landesverbaende/thueringen/artikel/allgemein/2016/denkblockaden-ueberwinden-mehr-medizinstudienplaetze-schaffen>.
6. Kassenärztliche Bundesvereinigung, *Ärztemangel*. 2017 [cited 2017 21.09.2017]; Available from: [http://www.kbv.de/html/themen\\_1076.php](http://www.kbv.de/html/themen_1076.php).
7. Hillienhof, A., *Zahl der Patienten in Notaufnahmen steigt*. Arzteblatt.de News, 2010. [cited 2017 21.09.2017]; Available from: <https://www.aerzteblatt.de/treffer?mode=s&wo=17&typ=1&nid=42797&s=Notaufnahmen&s=Patienten&s=Zahl&s=der&s=steigt>
8. Obermeyer, Z. and T.H. Lee, *Lost in Thought — The Limits of the Human Mind and the Future of Medicine*. New England Journal of Medicine, 2017. 377(13): p. 1209-1211.
9. Härtl, A., et al., *Development of the competency-based medical curriculum for the new Augsburg University Medical School*. GMS journal for medical education, 2017. 34(2): Doc 21
10. Wissenschaftsrat, *Eckpunkte zur nichtstaatlichen Medizinerbildung in Deutschland* Wissenschaftsrat, 2016, [cited 2017 21.09.2017]; Available from: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/5100-16.pdf>
11. Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik Deutschland, *Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin (NKLM)*. 2015, MFT, Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik Deutschland e. V.: Germany.
12. Bundesministerium für Bildung und Forschung, *Beschlusstext "Masterplan Medizinstudium 2020"*. 2017, Bundesministerium für Bildung und Forschung: Deutschland.
13. Fischer, M.R. and G. Fabry, *Thinking and acting scientifically: Indispensable basis of medical education*. GMS Z Med Ausbild, 2014. 31(2): Doc24.
14. Gartmeier, M., et al., *Medizinstudium: Fakten statt Mythen*. Dtsch Arztebl International, 2017. 114(40): A 1799.
15. Hege, I., et al., *Advancing clinical reasoning in virtual patients-development and application of a conceptual framework*. GMS J Med Educ, 2017(1): Doc12.
16. Sniderman, A.D., et al., *The Necessity for Clinical Reasoning in the Era of Evidence-Based Medicine*. Mayo Clinic Proceedings, 2013. 88(10): p. 1108-1114.
17. Norman, G.R., et al., *The Causes of Errors in Clinical Reasoning: Cognitive Biases, Knowledge Deficits, and Dual Process Thinking*. Academic Medicine, 2017. 92(1): p. 23-30.
18. Donaldson, M.S., J.M. Corrigan, and L.T. Kohn, *To err is human: building a safer health system*. Vol. 6. 2000, Washington: National Academies Press.

19. Berner, E.S. and M.L. Graber, *Overconfidence as a cause of diagnostic error in medicine*. The American journal of medicine, 2008. 121(5): p. S2-S23.
20. Graber, M.L., *Educational strategies to reduce diagnostic error: can you teach this stuff?* Advances in Health Sciences Education, 2009. 14(1): p. 63-69.
21. Braun, L.T., et al., *Representation scaffolds improve diagnostic efficiency in medical students*. Medical Education, 2017: p. 1-9.
22. Elstein, A.S., *Thinking about diagnostic thinking: a 30-year perspective*. Advances in Health Sciences Education, 2009. 14(1): p. 7-18.
23. Kassirer, J., J. Wong, and R. Kopelman, *Learning clinical reasoning*. 2010, Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
24. Hawkins, D.R., R. Paul, and L. Elder, *The thinker's guide to clinical reasoning*. 2010: Foundation for Critical Thinking.
25. Engelmann, K., B.J. Neuhaus, and F. Fischer, *Fostering scientific reasoning in education—meta-analytic evidence from intervention studies*. Educational Research and Evaluation, 2016: p. 1-17.
26. Bao, L., et al., *Learning and scientific reasoning*. Science, 2009. 323(5914): p. 586-587.
27. Csanadi, A., I. Kollar, and F. Fischer, *Scientific Reasoning and Problem Solving in a Practical Domain: Are Two Heads Better Than One?* 2016, Singapore: International Society of the Learning Sciences. p. 50-57.
28. Ghanem, C., et al., *How do Social Work Novices and Experts Solve Professional Problems? A Micro-Analysis of Epistemic Activities and the Use of Evidence*. European Journal of Social Work, 2016: p. 3-19.
29. Barz, D.L. and A. Achimas-Cadariu, *The development of scientific reasoning in medical education: a psychological perspective*. Clujul Med, 2016. 89(1): p. 32-7.
30. Fischer, F., et al., *Scientific Reasoning and Argumentation: Advancing an Interdisciplinary Research Agenda in Education*. Frontline Learning Research, 2014. 2(3): p. 28-45.
31. Barzilai, S. and A. Zohar, *Epistemic (Meta) cognition: Ways of thinking about knowledge and knowing*. Handbook of epistemic cognition, 2016: p. 409-424.
32. Durning, S.J., et al., *How is clinical reasoning developed, maintained, and objectively assessed? Views from expert internists and internal medicine interns*. J Contin Educ Health Prof, 2013. 33(4): p. 215-23.
33. Eva, K.W., A.J. Neville, and G.R. Norman, *Exploring the etiology of content specificity: factors influencing analogic transfer and problem solving*. Academic Medicine, 1998.
34. Eva, K.W., *On the generality of specificity*. Medical education, 2003. 37(7): p. 587-588.
35. Schmidt, H.G. and R.M.J.P. Rikers, *How expertise develops in medicine: knowledge encapsulation and illness script formation*. Medical Education, 2007. 41(12): p. 1133-1139.
36. Durning, S.J., et al., *Dual processing theory and experts' reasoning: exploring thinking on national multiple-choice questions*. Perspect Med Educ, 2015. 4(4): p. 168-75.
37. Tariq, M. and S.A. Ali, *Clinical reasoning and dual mental processing in diagnostic competence*. Journal of the College of Physicians and Surgeons--Pakistan: JCPSP, 2013. 23(10): p. 689-690.
38. Boshuizen, H.a.S.H., *The development of clinical reasoning expertise*, J. Higgs, Jones, M. A., Loftus, S., Christensen, N., *E-Book*, Elsevier Health Sciences, 2008.
39. Charlin, B., et al., *Scripts and clinical reasoning*. Medical Education, 2007. 41(12): p. 1178-1184.

- 
40. Boshuizen, H.P.A., et al., *Knowledge development and restructuring in the domain of medicine: The role of theory and practice*. Learning and Instruction, 1995. 5(4): p. 269-289.
  41. Norman, G., *Research in clinical reasoning: past history and current trends*. Medical Education, 2005. 39(4): p. 418-427.
  42. Elstein, A.S. and A. Schwarz, *Clinical problem solving and diagnostic decision making: selective review of the cognitive literature*. Vol. 324. 2002. p. 729-732.
  43. Bowen, J.L., *Educational strategies to promote clinical diagnostic reasoning*. New England Journal of Medicine, 2006. 355(21): p. 2217-2225.
  44. Mamede, S., et al., *Reflection as a strategy to foster medical students' acquisition of diagnostic competence*. Med Educ, 2012. 46(5): p. 464-472.
  45. Verkoeijen, P.P.J.L., et al., *Case representation by medical experts, intermediates and novices for laboratory data presented with or without a clinical context*. Medical Education, 2004. 38(6): p. 617-627.
  46. Woods, N.N., L.R. Brooks, and G.R. Norman, *The role of biomedical knowledge in diagnosis of difficult clinical cases*. Advances in Health Sciences Education, 2007. 12: 417.
  47. Rencic, J., *Twelve tips for teaching expertise in clinical reasoning*. Medical teacher, 2011. 33(11): p. 887-892.
  48. Kahneman, D., *Thinking, fast and slow*. 2011: Penguin Group.
  49. Evans, J.S.B.T., *In two minds: dual-process accounts of reasoning*. Trends in Cognitive Sciences, 2003. 7(10): p. 454-459.
  50. Mamede, S., et al., *Effect of availability bias and reflective reasoning on diagnostic accuracy among internal medicine residents*. Jama, 2010. 304(11): p. 1198-1203.
  51. Sherbino, J., et al., *The relationship between response time and diagnostic accuracy*. Academic Medicine, 2012. 87(6): p. 785-791.
  52. Schmidmaier, R., et al., *Learning the facts in medical school is not enough: which factors predict successful application of procedural knowledge in a laboratory setting?* BMC Med Educ, 2013. 13: 28.
  53. Eva, K.W., *What every teacher needs to know about clinical reasoning*. Medical education, 2005. 39(1): p. 98-106.
  54. Kiesewetter, J., et al., *Knowledge is not enough to solve the problems—The role of diagnostic knowledge in clinical reasoning activities*. BMC medical education, 2016. 16(1): 303.
  55. Bordage, G., *Elaborated knowledge: a key to successful diagnostic thinking*. Academic Medicine, 1994. 69(11): p. 883-885.
  56. Mandin, H., et al., *Helping students learn to think like experts when solving clinical problems*. Academic Medicine, 1997. 72(3): p. 173-179.
  57. Kiesewetter, J., et al., *Cognitive problem solving patterns of medical students correlate with success in diagnostic case solutions*. PLoS One, 2013. 8(8): e71486.
  58. McGaghie, W.C., et al., *Medical education featuring mastery learning with deliberate practice can lead to better health for individuals and populations*. Academic Medicine, 2011. 86(11): p. e8-e9.
  59. Mylopoulos, M. and N.N. Woods, *Having our cake and eating it too: seeking the best of both worlds in expertise research*. Med Educ, 2009. 43(5): p. 406-13.
  60. Schuwirth, L., *Is assessment of clinical reasoning still the Holy Grail?* Medical Education, 2009. 43(4): p. 298-300.
  61. Charlin, B., et al., *The Script Concordance Test: A Tool to Assess the Reflective Clinician*. Teaching and Learning in Medicine, 2000. 12(4): p. 189-195.
  62. Power, A., J.-F. Lemay, and S. Cooke, *Justify Your Answer: The Role of Written Think Aloud in Script Concordance Testing*. Teaching and Learning in Medicine, 2017. 29(1): p. 59-67.

- 
63. Groves, M., I. Scott, and H. Alexander, *Assessing clinical reasoning: a method to monitor its development in a PBL curriculum*. *Medical Teacher*, 2002. 24(5): p. 507-515.
  64. Stark, R., V. Kopp, and M.R. Fischer, *Case-based learning with worked examples in complex domains: Two experimental studies in undergraduate medical education*. *Learning and instruction*, 2011. 21(1): p. 22-33.
  65. Ilgen, J.S., et al., *Comparing diagnostic performance and the utility of clinical vignette-based assessment under testing conditions designed to encourage either automatic or analytic thought*. *Academic Medicine*, 2013. 88(10): p. 1545-1551.
  66. Van Gessel, E., et al., *Development of clinical reasoning from the basic sciences to the clerkships: a longitudinal assessment of medical students' needs and self-perception after a transitional learning unit*. *Medical Education*, 2003. 37(11): p. 966-974.
  67. Bordage, G., J. Grant, and P. Marsden, *Quantitative assessment of diagnostic ability*. *Medical Education*, 1990. 24(5): p. 413-425.
  68. Eva, K.W. and G. Regehr, *Self-assessment in the health professions: a reformulation and research agenda*. *Academic Medicine*, 2005. 80(10): p. S46-S54.
  69. Langendyk, V., *Not knowing that they do not know: self-assessment accuracy of third-year medical students*. *Medical Education*, 2006. 40(2): p. 173-179.
  70. Charlin, B., et al., *Clinical reasoning processes: unravelling complexity through graphical representation*. *Medical education*, 2012. 46(5): p. 454-463.
  71. Heiberg Engel, P.J., *Tacit knowledge and visual expertise in medical diagnostic reasoning: Implications for medical education*. *Medical Teacher*, 2008. 30(7): p. e184-e188.
  72. Kiesewetter, J., et al., *Knowledge is not enough to solve the problems - The role of diagnostic knowledge in clinical reasoning activities*. *BMC Med Educ*, 2016. 16(1): 303.
  73. Groves, M., P. O'Rourke, and H. Alexander, *The clinical reasoning characteristics of diagnostic experts*. *Med Teach*, 2003. 25(3): p. 308-13.
  74. Courteille, O., et al., *The use of a virtual patient case in an OSCE-based exam—a pilot study*. *Medical Teacher*, 2008. 30(3): p. e66-e76.
  75. Schmidmaier, R., et al., *Using the Progress Test Medizin (PTM) for evaluation of the Medical Curriculum Munich (MeCuM)*. *GMS Z Med Ausbild*, 2010. 27(5): Doc70.
  76. Mueller, S., et al., *Evaluation of effectiveness of instruction and study habits in two consecutive clinical semesters of the medical curriculum Munich (MeCuM) reveals the need for more time for self study and higher frequency of assessment*. *BMC Med Educ*, 2011. 11: 62.
  77. Frank, J., et al., *CanMEDS 2015 Physician Competency Framework*. Ottawa, The Royal College of Physicians and Surgeons of Canada; 2015
  78. Kassirer, J.P., *Teaching clinical medicine by iterative hypothesis testing: let's preach what we practice*. *New England Journal of Medicine*, 1983. 309(15): p. 921-923.
  79. Schmidt, H.G. and S. Mamede, *How to improve the teaching of clinical reasoning: a narrative review and a proposal*. *Medical education*, 2015. 49(10): p. 961-973.
  80. Ferguson, E., D. James, and L. Madeley, *Factors associated with success in medical school: systematic review of the literature*. *BMJ*, 2002. 324(7343): p. 952-957.
  81. Sobowale, K., et al., *Personality Traits Are Associated with Academic Achievement in Medical School: A Nationally Representative Study*. *Academic Psychiatry*, 2017. 42: 338.

- 
82. Schneider, M. and F. Preckel, *Variables associated with achievement in higher education: A systematic review of meta-analyses*. Psychological Bulletin, 2017. Vol 143(6): p. 565-600.
  83. Chi, M.T.H. and R. Wylie, *The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes*. Educational Psychologist, 2014. 49(4): p. 219-243.
  84. Ericsson, K.A., *Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains*. Academic medicine, 2004. 79(10): p. S70-S81.
  85. Malau-Aduli, B.S., et al., *Retention of knowledge and perceived relevance of basic sciences in an integrated case-based learning (CBL) curriculum*. BMC Med Educ, 2013. 13: 139.
  86. Nadeau, M.T., J. Tysinger, and M. Wiemers, *A case-based approach for teaching professionalism to residents with online discussions*. Journal of Advances in Medical Education & Professionalism, 2016. 4(1): p. 1-7.
  87. Gade, S. and S. Chari, *Case-based learning in endocrine physiology: an approach toward self-directed learning and the development of soft skills in medical students*. Adv Physiol Educ, 2013. 37(4): p. 356-60.
  88. Thistlethwaite, J.E., et al., *The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23*. Med Teach, 2012. 34(6): p. e421-44.
  89. Williams, B., *Case based learning-a review of the literature: is there scope for this educational paradigm in prehospital education?* Emerg Med J, 2005. 22(8): p. 577-81.
  90. Chinn, C.A. and B.A. Malhotra, *Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks*. Science Education, 2002. 86(2): p. 175-218.
  91. Nendaz, M.R., et al., *Teaching Diagnostic Skills: Clinical Vignettes or Chief Complaints?* Advances in Health Sciences Education, 2000. 5(1): p. 3-10.
  92. Merseth, K.K., *Cases and case methods in teacher education*. Handbook of research on teacher education, 1996. 2: p. 722-744.
  93. Powers, B.W., A.S. Navathe, and S.H. Jain, *Medical education's authenticity problem*. BMJ, 2014. 348: g2651
  94. Zottmann, J.M., et al., *Computer-supported collaborative learning with digital video cases in teacher education: The impact of teaching experience on knowledge convergence*. Computers in Human Behavior, 2013. 29(5): p. 2100-2108.
  95. Schmidt, H.G., J.I. Rotgans, and E.H.J Yew, *The process of problem-based learning: what works and why*. Medical Education, 2011. 45(8): p. 792-806.
  96. Garvey, M.T., M. O'Sullivan, and M. Blake, *Multidisciplinary case-based learning for undergraduate students*. European Journal of Dental Education, 2000. 4(4): p. 165-168.
  97. Srinivasan, M., et al., *Comparing problem-based learning with case-based learning: effects of a major curricular shift at two institutions*. Academic Medicine, 2007. 82(1): p. 74-82.
  98. Topping, K.J., *Trends in peer learning*. Educational psychology, 2005. 25(6): p. 631-645.
  99. Secomb, J., *A systematic review of peer teaching and learning in clinical education*. Journal of clinical nursing, 2008. 17(6): p. 703-716.
  100. Biltuccci M.T., *Peer Learning in Higher and Medical Education A Literature Review*. MedEdPublish, 2015: p. 1-20.
  101. Kiesewetter, J., et al., *Training of leadership skills in medical education*. GMS Z Med Ausbild, 2013. 30(4): Doc49.

102. Schreiber, B., J. Fukuta, and F. Gordon, *Live lecture versus video podcast in undergraduate medical education: A randomised controlled trial*. BMC Medical Education, 2010. 10(1), 68.
103. Berman, N.B., et al., *The Role for Virtual Patients in the Future of Medical Education*. Academic Medicine, 2016. 91(9): p. 1217-1222.
104. Cardall, S., E. Krupat, and M. Ulrich, *Live lecture versus video-recorded lecture: are students voting with their feet? Acad Med*, 2008. 83(12): p. 1174-8.
105. McNulty, J.A., et al., *An analysis of lecture video utilization in undergraduate medical education: associations with performance in the courses*. BMC Med Educ, 2009. 9, 6.
106. Hirt, B., et al., *Surgical prosection in a traditional anatomical curriculum—Tübingens' Sectio chirurgica*. Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger, 2010. 192(6): p. 349-354.
107. Merkt, M., et al., *Learning with videos vs. learning with print: The role of interactive features*. Learning and Instruction, 2011. 21(6): p. 687-704.
108. Kirschner, P.A., J. Sweller, and R.E. Clark, *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching*. Educational Psychologist, 2006. 41(2): p. 75-86.
109. Cabot, R.C., *Case teaching in medicine: A series of graduated exercises in the differential diagnosis, prognosis and treatment of actual cases of disease*. 1906: Heath.
110. Harris, N.L., *Case Records of the Massachusetts General Hospital — Continuing to Learn from the Patient*. New England Journal of Medicine, 2003. 348(22): p. 2252-2254.
111. BMJ, P.G.L. *About BMJ Case Reports*. 2017 [cited 2017 18.10.]; Available from: <http://casereports.bmj.com/site/about/>.
112. Leff, B. and G.M. Harper, *The reading habits of medicine clerks at one medical school: frequency, usefulness, and difficulties*. Acad Med, 2006. 81(5): p. 489-94.
113. Santer, D.M., et al., *A comparison of educational interventions. Multimedia textbook, standard lecture, and printed textbook*. Arch Pediatr Adolesc Med, 1995. 149(3): p. 297-302.
114. D'Alessandro, D.M., et al., *Longitudinal follow-up comparison of educational interventions: multimedia textbook, traditional lecture, and printed textbook*. Acad Radiol, 1997. 4(11): p. 719-23.
115. Melvin, L. and R.B. Cavalcanti, *The oral case presentation: a key tool for assessment and teaching in competency-based medical education*. JAMA, 2016. 316(21): p. 2187-2188.
116. Hillienhof, A. *Flüchtlingsversorgung: Experten fordern individuelle Behandlung statt Massenscreenings*. Deutsches Ärzteblatt 2016 10.06.2016 [cited 2018 10.05.2018]; Available from: <https://www.aerzteblatt.de/treffer?mode=s&wo=17&typ=1&nid=68099&s=sprachbarriere>.
117. Massachusetts, M.S. *About NEJMPast and Present*. [Website] 2015 [cited 2015 12.8.2015]; Available from: <http://www.nejm.org/page/about-nejm/history-and-mission>.
118. Cannon, W.B., *The Case Method of Teaching Systematic Medicine*. The Boston Medical and Surgical Journal, 1900. 142(2): p. 31-36.
119. Massachusetts General Hospital, E.S.R., MD, Co-Editor, et al. *Case Records of the Massachusetts General Hospital*. [Website] 2015 5/21/2013 [cited 2015 12.8.2015]; Available from: [http://www.massgeneral.org/pathology/training/mgh\\_case\\_records.aspx](http://www.massgeneral.org/pathology/training/mgh_case_records.aspx).

120. Hauer, K.E., et al., *Understanding trust as an essential element of trainee supervision and learning in the workplace*. *Advances in Health Sciences Education*, 2014. 19(3): p. 435-456.
121. Audétat, M.-C., et al., *Clinical reasoning difficulties: a taxonomy for clinical teachers*. *Medical teacher*, 2013. 35(3): p. e984-e989.
122. Ince-Cushman, D., T. Rudkin, and E. Rosenberg, *Supervised near-peer clinical teaching in the ambulatory clinic: an exploratory study of family medicine residents' perspectives*. *Perspectives on Medical Education*, 2015. 4(1): p. 8-13.
123. Schwan, S. and R. Riempp, *The cognitive benefits of interactive videos: learning to tie nautical knots*. *Learning and Instruction*, 2004. 14(3): p. 293-305.
124. Sheridan, R.L., et al., *Case 36-2012: Recovery of a 16-Year-Old Girl from Trauma and Burns after a Car Accident*. *New England Journal of Medicine*, 2012. 367(21): p. 2027-2037.
125. Mamede, S., et al., *How Can Students' Diagnostic Competence Benefit Most From Practice With Clinical Cases? The Effects of Structured Reflection on Future Diagnosis of the Same and Novel Diseases*. *Academic Medicine*, 2014. 89(1): p. 121-127.
126. Uyeki, T.M., A. Sharma, and J.A. Branda, *Case 40-2009*. *New England Journal of Medicine*, 2009. 361(26): p. 2558-2569.
127. Marks, P.W. and L.R. Zukerberg, *Case 30-2004*. *New England Journal of Medicine*, 2004. 351(13): p. 1333-1341.
128. Kotton, D.N., V.V. Muse, and M. Nishino, *Case 2-2012*. *New England Journal of Medicine*, 2012. 366(3): p. 259-269.
129. Kopp, V., et al., *Do worked examples foster medical students' diagnostic knowledge of hyperthyroidism?* *Med Educ*, 2009. 43(12): p. 1210-1217.
130. Fischer, M.R., et al., *A modified electronic key feature examination for undergraduate medical students: validation threats and opportunities*. *Medical Teacher*, 2005. 27(5): p. 450-455.
131. Page, G., G. Bordage, and T. Allen, *Developing key-feature problems and examinations to assess clinical decision-making skills*. *Academic Medicine*, 1995. 70(3): p. 194-201.
132. Field, A., *Discovering Statistics using SpSS*. 3 ed. 2009: SAGE Publications Ltd.
133. Hussy W., M. Schreier, and G. Echterhoff, *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor*. 2 ed. 2013: Springer Medizin. p. 168.
134. Fischer, M., et al., *CASUS model trial. A computer-assisted author system for problem-oriented learning in medicine*. *Zeitschrift für ärztliche Fortbildung*, 1996. 90(5): p. 385-389.
135. Fischer, M., *CASUS-An authoring and learning tool supporting diagnostic reasoning*. *Zeitschrift für Hochschuldidaktik*, 2000. 1(1): p. 87-98.
136. Wecker, C., K. Stegmann, and F. Fischer, *Lern-und Kooperationsprozesse. Warum sind sie interessant und wie können sie analysiert werden?* *Deutsches Institut für Erwachsenenbildung, Bonn*, 2012.: p. 30-41.
137. Strijbos, J.-W., et al., *Content analysis: What are they talking about?* *Computers & Education*, 2006. 46(1): p. 29-48.
138. Bortz J., and N. Döring, *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. 4 ed. 1006, Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
139. Kind, P.M., *Establishing Assessment Scales Using a Novel Disciplinary Rationale for Scientific Reasoning*. *Journal of Research in Science Teaching*, 2013. 50(5): p. 530-560.
140. Kassirer, J.P., *Teaching clinical reasoning: case-based and coached*. *Academic Medicine*, 2010. 85(7): p. 1118-1124.
141. Ten Cate, O. and S.J. Durning, *Understanding Clinical Reasoning from Multiple Perspectives: A Conceptual and Theoretical Overview*, in *Principles and Practice of Case-based Clinical Reasoning Education*. 2018, Springer. p. 35-46.

142. LaRochelle, J.S., et al., *Impact of Increased Authenticity in Instructional Format on Preclerkship Students' Performance: A Two-Year, Prospective, Randomized Study*. *Academic Medicine*, 2012. 87(10): p. 1341-1347.
143. Rees, E.L., et al., *How does peer teaching compare to faculty teaching? A systematic review and meta-analysis*. *Medical teacher*, 2015: p. 1-9.
144. Hall, S., et al., *Perceptions of junior doctors and undergraduate medical students as anatomy teachers: Investigating distance along the near-peer teaching spectrum*. *Anatomical sciences education*, 2014. 7(3): p. 242-247.
145. Lockspeiser, T.M., et al., *Understanding the experience of being taught by peers: the value of social and cognitive congruence*. *Advances in Health Sciences Education*, 2008. 13(3): p. 361-372.
146. De Menezes, S. and D. Premnath, *Near-peer education: a novel teaching program*. *International journal of medical education*, 2016. 7: p. 160.
147. Grauer, G.F., et al., *Comparison of student performance after lecture-based and case-based/problem-based teaching in a large group*. *Journal of veterinary medical education*, 2008. 35(2): p. 310-317.
148. Kopp, V., R. Stark, and M.R. Fischer, *Fostering diagnostic knowledge through computer-supported, case-based worked examples: effects of erroneous examples and feedback*. *Medical education*, 2008. 42(8): p. 823-829.
149. Ten Cate, O. and S. Durning, *Peer teaching in medical education: twelve reasons to move from theory to practice*. *Medical teacher*, 2007. 29(6): p. 591-599.
150. Marton, G.E., B. McCullough, and C.J. Ramnanan, *A review of teaching skills development programmes for medical students*. *Medical Education*, 2015. 49(2): p. 149-160.
151. Fitzgerald, G., et al., *Implementing Case-Based Instruction in Higher Education Through Technology: What Works Best?* *Journal of Technology and Teacher Education*, 2009. 17(1): p. 31-63.
152. Fischer, F., et al., *Collaboration scripts in computer-supported collaborative learning*. *The international handbook of collaborative learning*, 2013: p. 403-419.
153. De Jong, T., and W.R. Van Joolingen, *Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains*. *Review of Educational Research*, 1998. 68(2): p. 179-201.
154. Stegmann, K., et al., *Vicarious learning during simulations: is it more effective than hands-on training?* *Medical education*, 2012. 46(10): p. 1001-1008.
155. Maier, E.M., et al., *What are effects of a spaced activation of virtual patients in a pediatric course?* *BMC Med Educ*, 2013. p. 13-45.
156. Tolks, D., et al., *An Introduction to the Inverted/Flipped Classroom Model in Education and Advanced Training in Medicine and in the Healthcare Professions*. *GMS Journal for Medical Education*, 2016. 33(3): p. Doc46.
157. Chinn, C.A., L.A. Buckland, and A. Samarapungavan, *Expanding the dimensions of epistemic cognition: Arguments from philosophy and psychology*. *Educational Psychologist*, 2011. 46(3): p. 141-167.
158. Bordage, G., et al., *Assessing the semantic content of clinical case presentations: studies of reliability and concurrent validity*. *Academic Medicine*, 1997. 72(10): p. S37-S39.
159. Syed, M., and S.C. Nelson, *Guidelines for establishing reliability when coding narrative data*. *Emerging Adulthood*, 2015. 3(6): p. 375-387.
160. Elstein, A.S., L.S. Shulman, and S.A. Sprafka, *Medical Problem Solving. Evaluation & the Health Professions*, 1990. 13(1): p. 5-36.
161. Chinn, C.A., and W.F. Brewer, *The Role of Anomalous Data in Knowledge Acquisition: A Theoretical Framework and Implications for Science Instruction*. *Review of Educational Research*, 1993. 63(1): p. 1-49.



---

## 8 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

- Abbildung 1:** Epistemische Aktivitäten des wissenschaftlichen Denkens und Argumentierens
- Abbildung 2:** Entwicklungsstufen medizinischer Expertise
- Abbildung 3:** Schematische Darstellung der CCD-Struktur
- Abbildung 4:** Schematische Darstellung der teilnehmenden CCD-Rollen
- Abbildung 5:** Ausschnitt aus den Video-CCD-Podcasts zur Illustration der Live-CCD
- Abbildung 6:** Beispielhafter Ausschnitt aus dem Video-CCD-Podcast Session I
- Abbildung 7:** Beispielhafter Ausschnitt aus den Papier-Fällen der Session I
- Abbildung 8:** Schematischer Studienablauf mit Kursterminen
- Abbildung 9:** Schematische Darstellung des räumlichen Aufbaus in der Live-CCD
- Abbildung 10:** Schematische Darstellung des klinischen Wissenstests: Diagnostisches Wissen und Prüfungsform
- Abbildung 11:** Schematische Darstellung der CCD-Abschnitte und Segmentierung nach Kodierschema
- Abbildung 12:** Punktzahl des klinischen Wissenstests nach Interventionsgruppen und Zeitpunkt
- Abbildung 13:** Verteilung der summierten Analyse-Einheiten der CCD-Session I-III
- Abbildung 14:** Verteilung der Analyse-Einheiten nach CCD-Abschnitt in den CCD-Sessions I-III
- Abbildung 15:** Verteilung der Struktursegmente in den CCD-Sessions I-III
- Abbildung 16:** Anteile der Rollen an den CCD-Sessions I-III
- Abbildung 17:** Verteilung der epistemischen Aktivitäten in den CCD-Sessions I-III
- Abbildung 18:** Rangfolge der epistemischen Aktivitäten (Session I)

- 
- Abbildung 19:** Verteilung der einzelnen epistemischen Aktivitäten an den CCD-Abschnitten (Session I)
- Abbildung 20:** Verteilung der Rollen je nach CCD-Abschnitt (Session I)
- Abbildung 21:** Verteilung der Rollen auf die verschiedenen epistemischen Aktivitäten (Session I)
- Abbildung 22:** Epistemische Aktivitäten, die überwiegend vom Moderator eingesetzt werden (Session I)
- Abbildung 23:** Epistemische Aktivitäten, die überwiegend von Diskutierenden eingesetzt werden (Session I)
- Abbildung 24:** Beispielhafter Ausschnitt aus dem Video-CCD-Podcast Session II (Anhang)
- Abbildung 25:** Beispielhafter Ausschnitt aus dem Video-CCD-Podcast Session III (Anhang)
- Abbildung 26:** Rangfolge der epistemischen Aktivitäten (Session II) (Anhang)
- Abbildung 27:** Rangfolge der epistemischen Aktivitäten (Session II) (Anhang)
- Abbildung 28:** Verteilung der Rollen auf die verschiedenen epistemischen Aktivitäten (Session II) (Anhang)
- Abbildung 29:** Verteilung der Rollen auf die verschiedenen epistemischen Aktivitäten (Session III) (Anhang)
- 
- Tabelle 1:** Beschreibung der epistemischen Aktivitäten des Clinical Reasoning mit medizinischen Beispielen
- Tabelle 2:** Beispiele für die Aktivitätsniveaus nach Chi und Wylie
- Tabelle 3:** Vergleichendes Schema zu den Kleingruppen-Lehrformaten PBL und CBL
- Tabelle 4:** Studientermine und Programmpunkte
- Tabelle 5:** Soziodemografische Daten der ausgewerteten Probanden (post-hoc); LiveKeine-Videoaufnahme nicht gezeigt
- Tabelle 6:** Punktzahl des klinischen Wissenstests zum Zeitpunkt T\_0, T\_1, T\_2
- Tabelle 7:** Bearbeitungszeit der drei CCD-Fälle pro Interventionsgruppe in Minuten

<b>Tabelle 8:</b>	Bewertung der Live-CCD
<b>Tabelle 9:</b>	Bewertung der Video-CCD
<b>Tabelle 10:</b>	Häufigkeit der Analyse-Einheiten in den verschiedenen CCD-Abschnitten
<b>Tabelle 11:</b>	Verteilung der Analyse-Einheiten auf die CCD-Teilnehmenden
<b>Tabelle 12:</b>	Verteilung der epistemischen Aktivitäten in den CCD-Sessions I-III
<b>Tabelle 13:</b>	Verteilung der einzelnen epistemischen Aktivitäten auf die CCD-Abschnitte (Session I)
<b>Tabelle 14:</b>	Verteilung der Rollen auf die CCD-Abschnitte (Session I)
<b>Tabelle 15:</b>	Soziodemografische Daten der ausgewerteten Probanden für beide Live-CCD-Untergruppen (post-hoc) (Anhang)
<b>Tabelle 16:</b>	Subjektive Bewertung der Lernziele und persönlichen Resultate (Anhang)
<b>Tabelle 17:</b>	Verteilung der einzelnen epistemischen Aktivitäten auf die CCD-Abschnitte (Session II) (Anhang)
<b>Tabelle 18:</b>	Verteilung der einzelnen epistemischen Aktivitäten auf die CCD-Abschnitte (Session III) (Anhang)
<b>Tabelle 19:</b>	Verteilung der Rollen auf die CCD-Abschnitte (Session II) (Anhang)
<b>Tabelle 20:</b>	Verteilung der Rollen auf die CCD-Abschnitte (Session III) (Anhang)

---

## 9 Abkürzungen

AEi	Analyse-Einheit
CBL	Case Based Learning (fallbasiertes Lernen)
CCD	Clinical Case Discussion
CR	Clinical Reasoning
EA	Epistemische Aktivität
EE	Evidenz-Evaluation
EG	Evidenz-Generierung
F	Fragen
FF	Forschungsfrage
HG	Hypothesen-Generierung
KA	Konstruktion von Artefakten
KB	Kommunizieren und Beratschlagen
KFP	Key Feature Problem
KWT	Klinischer Wissenstest
MC	Multiple Choice
NEJM	New England Journal of Medicine
NKLM	Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin
PBL	Problem Based Learning (problembasiertes Lernen)
PI	Problem Identifikation
PST	Problem Solving Task
S	Schlussfolgern
SRA	Scientific Reasoning and Argumentation

## 10 Veröffentlichungen

Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden in Teilen auf folgenden Kongressen vorgestellt und als *Abstract* veröffentlicht:

2015:

Gesellschaft für medizinische Ausbildung (GMA), Leipzig: Poster: Lenzer B., Zottmann J., Weidenbusch M., Fischer MR.: "Clinical Case Discussions – ein erfolgversprechender Ansatz zur Förderung von Clinical Reasoning?"

2017:

Research in Medical Education (RIME), Düsseldorf: Short Communication: Lenzer B., Ghanem C., Weidenbusch M., Fischer MR., Zottmann J.: "Scientific Reasoning in Medical Education: A Novel Approach for the Analysis of Epistemic Activities in Clinical Case Discussions"

European Educational Research Association - European Conference on Educational Research (EERA-ECER), Kopenhagen: Poster: Lenzer B., Ghanem C., Weidenbusch M., Fischer MR., Zottmann J.: "Scientific Reasoning in Medical Education: A Novel Approach for the Analysis of Epistemic Activities in Clinical Case Discussions"

Association for Medical Education in Europe (AMEE), Helsinki: Short Communication: Lenzer B., Ghanem C., Weidenbusch M., Fischer MR., Zottmann J.: "Scientific Reasoning in Medical Education: A Novel Approach for the Analysis of Epistemic Activities in Clinical Case Discussions"

Gesellschaft für medizinische Ausbildung (GMA), Münster: Poster: Lenzer B., Ghanem C., Weidenbusch M., Fischer MR., Zottmann J.: "Scientific Reasoning in Medical Education: A Novel Approach for the Analysis of Epistemic Activities in Clinical Case Discussions"

Die Ergebnisse dieser Arbeit sind bei der Zeitschrift BMJ Open angenommen zur Begutachtung (Manuscript ID bmjopen-2018-025973): Marc Weidenbusch\*, Benedikt Lenzer\*, Maximilian Sailer, Christian Strobel, Raphael Kunisch, Jan Kiesewetter, Martin R. Fischer, Jan M. Zottmann: „Can Clinical Case Discussions foster clinical reasoning skills in undergraduate medical education? A randomised controlled trial“ (\*gleichwertiger Beitrag)

Geplante Veröffentlichung bei der Zeitschrift Medical Education: Benedikt Lenzer, Christian Ghanem, Marc Weidenbusch, Martin R. Fischer, Jan Zottmann: „Clinical Reasoning in Medical Education: Analysis of Epistemic Activities in Clinical Case Discussions“

Ein Artikel<sup>11</sup> zur Veröffentlichung des Lehrformats ist bei der Zeitschrift GMS Journal for Medical Education zur Begutachtung angenommen: Nora Koenemann, Benedikt Lenzer, Jan M. Zottmann, Martin R. Fischer, Marc Weidenbusch: "Clinical Case Discussions: A novel, supervised peer-teaching format to promote clinical reasoning in medical students"

---

<sup>11</sup> Arbeit nicht Teil dieser Promotion

# 11 Anhang

## #1 VINDICATE-Schema

V Vascular

I Inflammatory, Infectious

N Neoplastic, Neurological

D Degenerative, Dietary

I Intoxication, Idiopathic, Iatrogenic

C Congenital

A Allergic, Autoimmune

T Trauma

E Endocrine, Metabolic

## #2 Modell der Clinical Reasoning-Entwicklung aus Hege et al. [15]

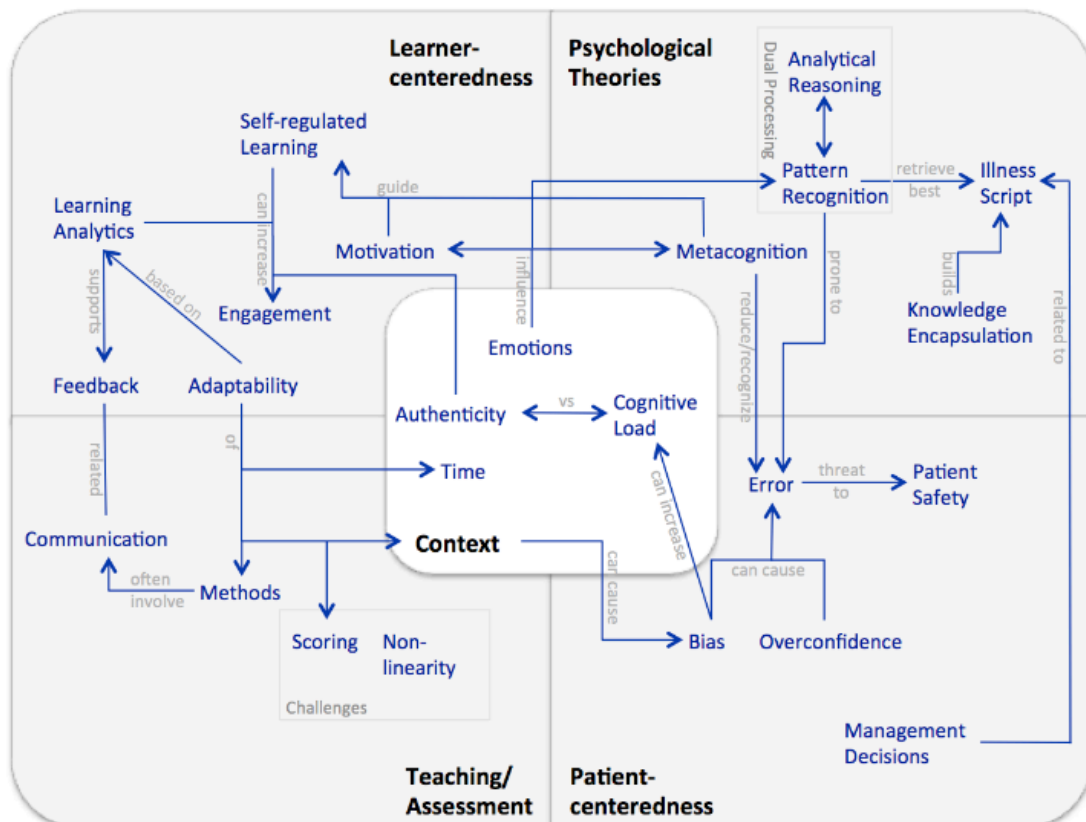


Figure 2: Framework of learning clinical reasoning with the five main categories, related concepts, and interrelations derived in the first step of the study.

### #3 Rules of Conduct

- **no passive participation AND no spoon feeding**
- Implementation of a pragmatic - **reality based** - decision making process
- Learning to **see the big picture** without getting lost in details
- In the real setting often you will not be able to wait for a complete data set: **Decision making process in circumstances of uncertainty**
- **You will not be provided with all the answers**, just the directions to find them
- Find and use only the most complete and "**peer accepted**" information **databases** (books, internet, utdol.com)
- Learn how to make safe decisions in the setting of **limited time** and **incomplete databases**
- **During the discussion some questions will not be answered completely: Find the answer yourself, look it up in the books or at home.**

#### Things to remember

- Decision of lonely doctors versus quality controlled institutional filter (Uptodateonline)
- Patient has a right for therapy of first choice (K)
- Do not contaminate your thinking with bad enzymes (DB, articles, teachers)
- Remember: In real life as a doctor you will be confronted much more often with rare symptoms of a FREQUENT disease, than with frequent symptoms of a RARE disease
- Know the screening tests for each disease
- Be active
- Participate in the discussion
- Do not be afraid (Keine Niedermacher-Kultur, positive Lernatmosphäre, wer niedermacht oder auslacht bekommt die rote Karte)
- The english language skills are not important !
- If you do not know the English word .....say it in German

#### #4 Weitere Beispielbilder aus dem Video-Podcast

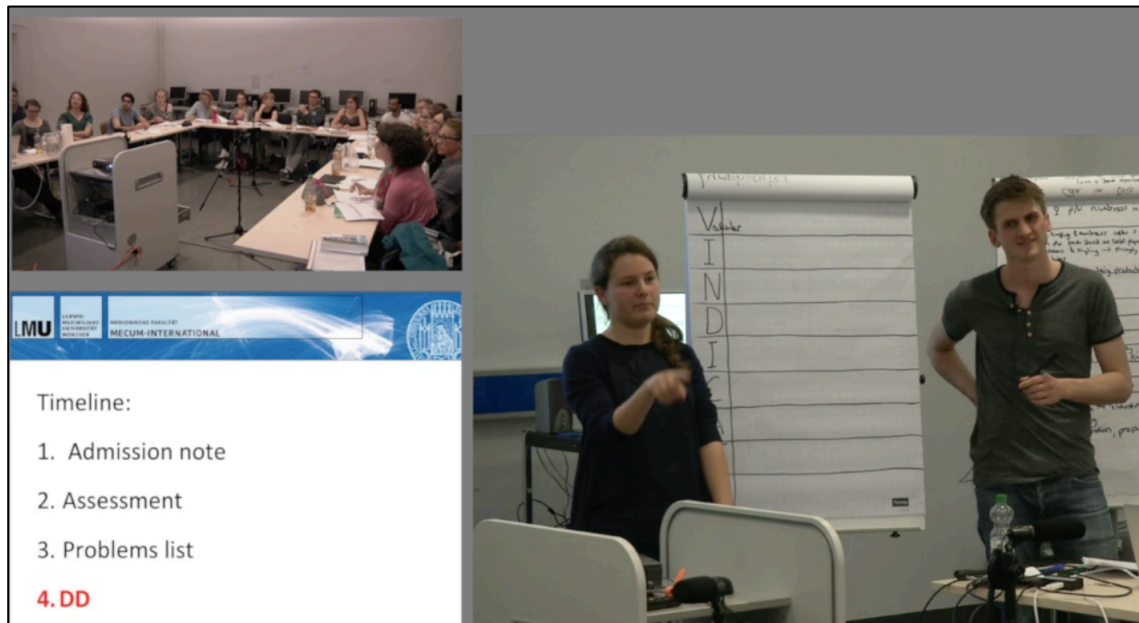


Abbildung 24: Beispielhafter Ausschnitt aus dem Video-CCD-Podcast der Session I

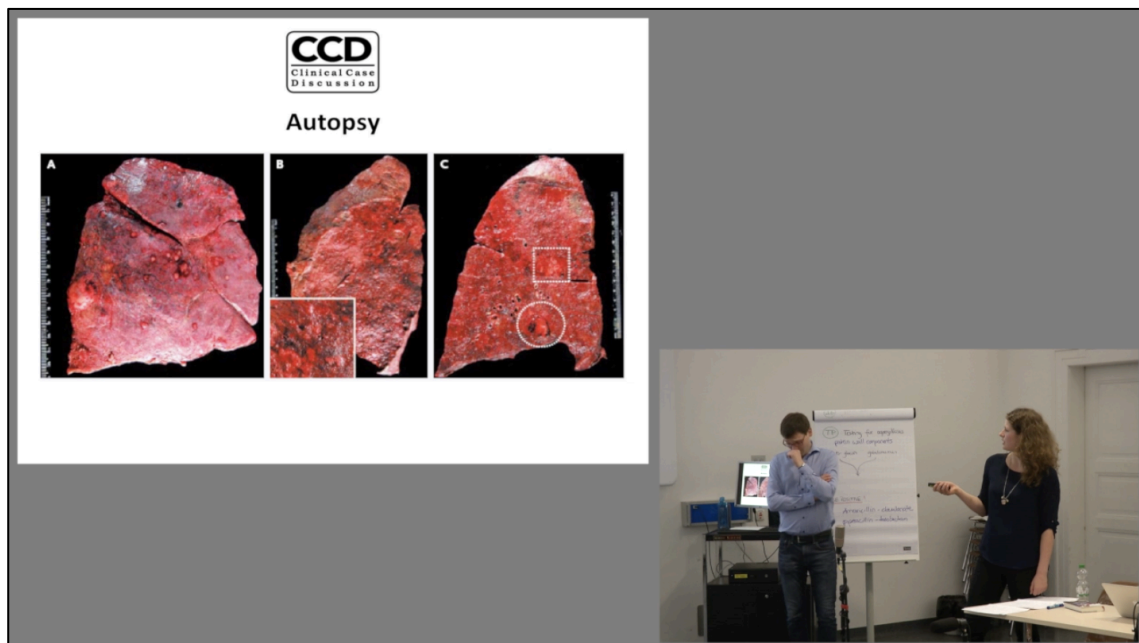


Abbildung 25: Beispielhafter Ausschnitt aus dem Video-CCD-Podcast der Session III



## #5 Zu Studiendesign - Material &amp; Methoden: Vergleichsgruppe - Papier-Fälle



## Paper-Group Case 1

## Part A

## Case 30-2004: A 37-Year-Old Woman with Paresthesias of the Arms and Legs

A 37-year-old woman was seen in the clinic because of numbness in the arms and legs. Four months earlier, she had noticed tingling and numbness in the fingertips, without weakness, three weeks after having last ridden a bicycle. She consulted her primary care physician. The temperature was 37.2°C and the blood pressure 115/85 mm Hg. The height was 1.75 m and the weight 69.1 kg. The lungs were clear to auscultation, and the heart sounds were normal. No rash or lymphadenopathy was found. Examination of the breasts, abdomen, and arms and legs and a pelvic examination revealed no abnormalities. The range of motion of the neck and the hand-grip strength were normal; the sensation in the hands also seemed to be intact. No treatment was given, and the symptoms resolved after three weeks.

Two and a half months later she noticed fresh blood on the toilet tissue after passing a stool. Rectal examination revealed a hemorrhoid. Shortly thereafter she had a brief illness, characterized by nausea, possible fever, and leg fatigue on exertion. During the next several weeks, she noticed the onset of numbness and tingling that extended from the fingertips to the upper arms; subsequently, numbness and tingling developed in the legs as well. She also noticed weakness in her legs, to the extent that she could no longer run a mile and was losing her balance. She recalled seeing apparent insect bites on her lower legs after riding a bicycle in tall grass in the spring. In the suburban areas west of Boston, she had not recently traveled outside the Boston area. A review of her diet revealed that she ate meat and dairy products as well as vegetables and grains. She was referred to a neurologist.

Hypothyroidism had been discovered when the patient was 15 years old, and more recently depression had developed. A physical examination four months before the first episode of numbness and tingling had revealed no abnormalities. At that time, the levels of glucose, urea nitrogen, creatinine, calcium, total bilirubin, total protein, albumin, globulin, electrolytes, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, and alkaline phosphatase were normal. Tests for IgG antibodies to herpes simplex virus types 1 and 2 were positive; tests for IgM antibodies and antibodies to hepatitis A virus were negative. Other laboratory-test results obtained at the time of that examination are shown in Tables 1 and 2. She took levodopa (200 µg) and sertraline (100 mg) daily.

She was not married, and she worked in an office. She did not smoke or drink alcohol. She exercised regularly by running and riding a bicycle. Menarche had occurred when she was 14 years old, and she had regular menses. Her mother had had a coronary angioplasty, her father had lung and prostate cancer, a brother had asthma, and a paternal aunt had anemia of unknown nature.

At the time of the patient's first visit to the neurologist, four months after the initial onset of tingling and numbness, the blood pressure was 110/80 mm Hg, and the weight

1



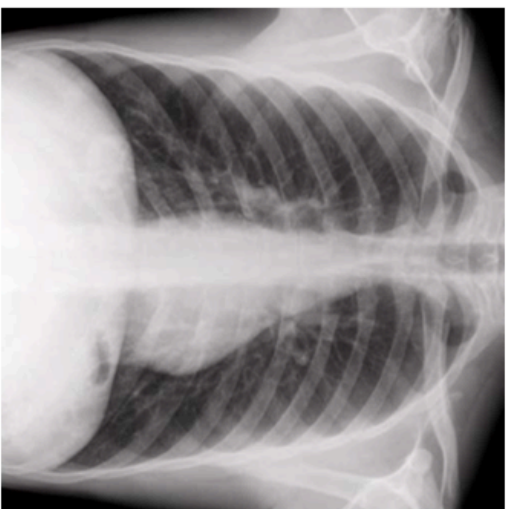
68.8 kg. She appeared well. Her mental status was normal, as were her cranial-nerve and motor functions. There was a slight delay in the relaxation of the deep-tendon reflexes; the plantar responses were flexor. Vibratory sensation was reduced in the feet, as was proprioception; other sensory responses were intact. The result of Romberg's test was normal. Cortical sensation (including graphesthesia, stereognosis, and tactile extinction) was normal.

Variable	4 Mo before Onset of Numbness	4 Mo after Onset of Numbness
Hematocrit (%)	35.7	27.6
Hemoglobin (g/dl)	12.6	10.2
Red cells (per mm <sup>3</sup> )	3.61×10 <sup>6</sup>	2.42×10 <sup>6</sup>
Mean corpuscular volume (µm <sup>3</sup> )	99	114
Mean corpuscular hemoglobin (pg/red cell)	34.9	
Mean corpuscular hemoglobin concentration (g/dl)	35.2	
White cells (per mm <sup>3</sup> )	5,900	3,200
Differential count (%)		
Neutrophils		37
Lymphocytes		62
Monocytes		1
Platelets (per mm <sup>3</sup> )	342,000	288,000

Table 2. Blood Chemical Values.

Variable	4 Mo before Onset of Numbness	4 Mo after Onset of Numbness
Thyrotropin (µU/ml)	10.28	
Thyroxine (µg/dl) <sup>a</sup>	8.6	
Thyroid hormone-binding index	1.23	
Free thyroxine index	10.6	
Aspartate aminotransferase (U/liter)		38
Alanine aminotransferase (U/liter)		33

2



ECG & C-XR: normal

3



Paper-Group Case 1

Part B

Case 30-2004: A 37-Year-Old Woman with Paresthesias of the Arms and Legs

Radiographs of the lumbar spine revealed no abnormalities. Cranial and cervical magnetic resonance imaging (MRI) and magnetic resonance angiographic studies, performed after the administration of gadolinium, disclosed no intracranial abnormalities. On T2-weighted images, there was apparent hyperintensity of the cervical spinal cord at the C2- to C3 level, but at that level, the cord was incompletely evaluated. A subsequent, dedicated MRI study of the cervical spine revealed no abnormalities. Laboratory values obtained at the time of this visit are shown in Tables 1 and 2.

The peripheral blood smear showed that approximately 10 percent of the mature neutrophils were hypersegmented, with six or more lobes (Fig. 3). Hypersegmented eosinophils with three lobes were also present. In addition, there were numerous oval macrocytes and small and fragmented erythrocytes.

In this case, there was no evidence of *H. pylori* infection, and atrial inflammation.

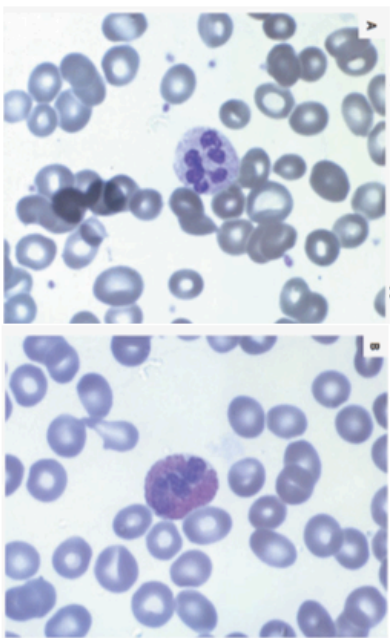


Figure 3. Peripheral blood smear (Wright's stain). One hypersegmented neutrophil (Panel A) and a three-lobed hypersegmented eosinophil (Panel B) from different areas of the smear are shown. Many red cells are oval macrocytes and small (fragmented) erythrocytes.

1



**Table 1. Hematologic Laboratory Values.**

Variable	4 Mo before Onset of Numbness	4 Mo after Onset of Numbness
Hematocrit (%)	35.7	27.6
Hemoglobin (g/dl)	12.6	10.2
Red cells (per mm <sup>3</sup> )	3.61×10 <sup>6</sup>	2.42×10 <sup>6</sup>
Mean corpuscular volume (μm <sup>3</sup> )	99	114
Mean corpuscular hemoglobin (pg/red cell)	34.9	42.2
Mean corpuscular hemoglobin concentration (g/dl)	35.2	37.1
White cells (per mm <sup>3</sup> )	5,900	3,200
Differential count (%)		
Neutrophils		37
Lymphocytes		62
Monocytes		1
White-cell morphology		Occasional hypersegmented neutrophils
Red-cell morphology		
Anisocytosis		1+
Macrocytosis		3+
Schistocytosis		1+
Tear-drop forms		1+
Platelets (per mm <sup>3</sup> )	342,000	288,000

**Table 2. Blood Chemical Values.**

Variable	4 Mo before Onset of Numbness	4 Mo after Onset of Numbness
Thyrotropin (μU/ml)	10.28	1.82
Thyroxine (μg/dl)*	8.6	
Thyroid hormone-binding index	1.23	
Free thyroxine index	10.6	
Aspartate aminotransferase (U/liter)		38
Alanine aminotransferase (U/liter)		33

\* To convert the value for thyroxine to nanomoles per liter, multiply by 12.87.



**Paper-Group Case 1**

**Part C**

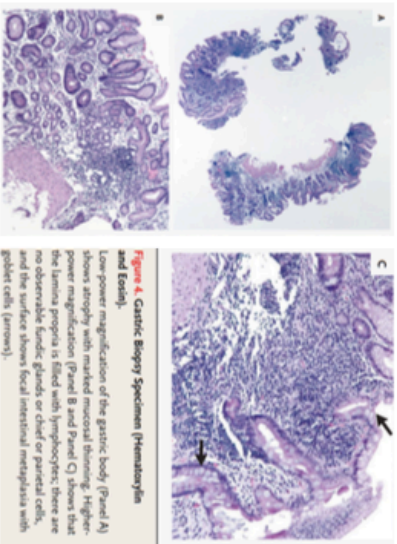
**Case 30-2004: A 37-Year-Old Woman with Paresthesias of the Arms and Legs**

*Differential Diagnosis*

**Laboratory Studies** showed that the level of vitamin B12 was very low, at 68 pg per milliliter (50 pmol per liter) (normal, greater than 250 pg per milliliter [194 pmol per liter]). The folate level was slightly above normal.

**Upper gastrointestinal endoscopy** was performed, and biopsy specimens were obtained from the duodenum, antrum, and fundus. The duodenum and antrum were normal, with no evidence of chronic gastritis. Low-power microscopical examination of the gastric body and fundus showed extensive atrophy and marked thinning of the mucosa (Fig. 4A). Closer examination showed severe atrophy, with complete absence of fundic glands and of chief and parietal cells. The lamina propria contained a dense lymphocytic infiltrate, and the mucosa showed intestinal metaplasia with goblet cells (Fig. 4B). The histologic features of severe chronic atrophic gastritis were limited to the gastric body and fundus.

**A test for antibodies** to intrinsic factor was positive.



**Figure 4. Gastric Biopsy Specimens (Hematoxylin and Eosin).** Low-power magnification of the gastric body (Panel A) shows atrophy with marked mucosal thinning. Higher-power magnification (Panel B and Panel C) shows that the lamina propria is filled with lymphocytes; there are no discernible fundic glands or chief or parietal cells, and there are focal intestinal metaplasia with goblet cells (arrows).





**Dr. Peter W. Marks:** This young woman, who had a history of hypothyroidism, had a gradual onset of paresthesias of the hands and arms, followed by paresthesias of the legs and weakness that affected her ability to exercise. Although I am aware of the diagnosis in this case, it provides an opportunity to review the differential diagnosis of rather nonspecific initial symptoms.

#### *Paresthesias*

The term "paresthesia" is used to describe an abnormal burning or prickling sensation. It is often described by patients as numbness or tingling in a part of the body. Inadvertent compression of a nerve by pressure on an arm or leg may cause the transient paresthesia with which most of us are familiar. However, many diseases may be characterized by paresthesia as one of their initial features (Table 3). Entrapment neuropathies, such as carpal tunnel syndrome, are relatively common. At the time of the patient's initial presentation, when she had paresthesias in the fingers after cycling, carpal tunnel syndrome may have been given serious consideration.

However, the subsequent development of paresthesias in both the upper and lower limbs indicates the presence of a systemic disorder. Patients with central nervous system disorders may present with paresthesias, and in a young woman, multiple sclerosis is a concern. However, this patient's MRI examination revealed no abnormalities. No aspect of her history implicated agents such as alcohol, drugs, or other toxins. Many rheumatologic disorders can cause paresthesias, either through central nervous system effects, as in systemic lupus erythematosus, or through vasculitis that affects the peripheral nerves. Cancers may result in nerve compression, may invade or infiltrate the nerves, or may be associated with paraneoplastic phenomena. However, this patient does not have other signs or symptoms suggesting that she has a rheumatologic infectious causes of paresthesia include Lyme disease, which is endemic in several areas of the United States. The presumed insect bites on the patient's legs raise the possibility of a vector-borne disease. Metabolic disorders such as diabetes mellitus, hypothyroidism, porphyria, uremia, and vitamin B12 deficiency can cause paresthesias through damage to central or peripheral nervous system structures. The patient had a history of hypothyroidism, but her thyrotrophin level was normal at the time of the most recent measurement, although previously it had been abnormally elevated. Vitamin B12 (cobalamin) deficiency may cause symmetric paresthesias and disorders of proprioception and vibratory sensation affecting the upper and lower limbs, even in the absence of overt anemia; this patient may have been at increased risk for this disorder, given her history of hypothyroidism. Though categorized as metabolic causes of paresthesias, both hypothyroidism and vitamin B12 deficiency may be caused by autoimmune processes. Thus, in broad terms, the most likely causes of paresthesia in this patient are infectious or metabolic.

#### *Macrocytic anemia*

At the time the patient visited the neurologist because of her symptoms, a complete blood count revealed macrocytic anemia. Macrocytic anemias have a number of causes and may be categorized as megaloblastic or nonmegaloblastic (Table 4). Megaloblastic anemias, which result from defects in DNA synthesis and cell maturation, include anemias due to folate or vitamin B12 deficiency, chemotherapeutic agents, or

2



myelodysplasia. Although the patient subsequently had an episode of rectal bleeding from a hemorrhoid, she did not appear to be losing blood rapidly, so a brisk reticulocyte response is unlikely to be the cause of the macrocytosis. Although myelodysplasia would be unusual in a 37-year-old woman, it may occur at this age. The patient was not taking any medication that could cause a macrocytic anemia, such as zidovudine or a folate antagonist such as methotrexate. She did not use alcohol and did not appear to have overt signs of liver disease.

Although hypothyroidism may also cause macrocytic anemia, the increase in mean corpuscular volume in this condition is generally limited. Folate or vitamin B12 deficiency, on the other hand, may be associated with a substantial increase in the size of red cells. The mean corpuscular volume in this patient (114  $\mu\text{m}^3$ ) would be consistent with such a deficiency. In this case, the correct diagnosis is suggested by the intersection of causes of paresthesia and causes of marked macrocytosis: vitamin B12 (cobalamin) deficiency. Since this patient reported eating a diet containing some meat and dairy products, malabsorption of vitamin B12 seems more likely than poor intake. In the absence of a history of gastrointestinal surgery or achlorhydria, the most likely cause of this patient's inability to absorb vitamin B12 is pernicious anemia. This disorder would explain the patient's progressive paresthesias as well as her other neurologic findings. Although the prevalence of pernicious anemia increases with advancing age, it may occur in young persons, particularly if it is a manifestation of a heritable syndrome.

#### *Autoimmune polyendocrine syndrome*

Pernicious anemia is an autoimmune disorder. In this patient, in whom hypothyroidism and probable pernicious anemia had developed at an early age and who had a family history of anemia, we must consider one of the syndromes of polyglandular failure. At least three major constellations of findings have been identified; they are termed autoimmune polyendocrine syndrome types I, II, and III (Table 5). In type III disease, autoimmune thyroiditis is associated with another organ-specific autoimmune disease. Three subcategories of type III disease have been described, according to the disorder associated with the autoimmune thyroiditis. One of these, type IIIb, which consists of autoimmune thyroiditis and pernicious anemia, is consistent with this patient's characteristics on presentation.

#### *Pernicious anemia*

##### *Pathophysiological Features*

Dietary vitamin B12 binds to intrinsic factor, which is produced by cells in the gastric fundus and body, after it dissociates from protein carriers in the acidic environment of the stomach. It then travels through the gut to the terminal ileum, where it is absorbed through a receptor-mediated process. Deficiency can be caused by a variety of circumstances: dietary insufficiency (which is rare), food cobalamin deficiency (i.e., an inability to split cobalamin from food), achlorhydria (which may be caused by aging, drugs that inhibit gastric acid secretion, or surgery), loss of ileal receptors (which may be caused by resection of the terminal ileum or inflammatory bowel disease), biologic competition (from Diphyllobothrium latum [the fish tapeworm] or bacterial overgrowth syndromes), rare congenital syndromes (such as transcobalamin II deficiency), and lack of production of intrinsic factor in the stomach because of pernicious anemia, a process

3



that reflects autoimmune destruction of the gastric parietal and zymogenic cells.

Vitamin B12 is required for two key sets of reactions (Fig. 1). In nucleic acid metabolism, it is involved in the folate cycle, and it serves as a methyl group acceptor in the conversion of methyltetrahydrofolate to tetrahydrofolate, which then goes on to participate in purine synthesis. In this process, homocysteine is converted to methionine. The other reaction is the conversion of propionyl-coenzyme A (CoA) to succinyl-CoA through the intermediate methylmalonyl-CoA. Although it has been hypothesized that vitamin B12 deficiency affects the central nervous system through this mechanism, findings in patients with enzymatic deficiencies in this pathway do not support this idea. Thus, the cause of the neurologic manifestations of vitamin B12 deficiency remains obscure.

Whatever the mechanism, vitamin B12 deficiency can be associated with permanent neurologic damage, so appropriate diagnosis and management are critical. Folate supplementation can partially overcome the anemia and the effect of vitamin B12 deficiency on the peripheral nerves, but it does not affect the manifestations in the central nervous system.

#### Diagnostic Testing

Diagnosing vitamin B12 deficiency is straightforward when the deficiency is profound and there is a hypoproliferative anemia characterized by marked macrocytosis, hypersegmentation of neutrophils, pancytopenia, and signs of ineffective erythropoiesis (such as elevated levels of lactate dehydrogenase and indirect bilirubin) on laboratory testing. Diagnosing a subtle deficiency, which appears to be increasingly common, is more challenging. In such cases, vitamin B12 levels are often in the range of 200 to 300 pg per milliliter (150 to 220 pmol per liter) — low, but often not below the lower limit of normal. Liver disease and myeloproliferative diseases can also lead to falsely low-normal or normal levels of vitamin B12 in patients with pernicious anemia.

In such situations, measurement of homocysteine and methylmalonic acid levels may be useful for documenting true vitamin B12 deficiency and for distinguishing it from folate deficiency (Fig. 2). In vitamin B12 deficiency, the levels of both homocysteine and methylmalonic acid are elevated, whereas in most cases of folate deficiency only the homocysteine level is increased. In the absence of renal insufficiency, which can also elevate the homocysteine level, a methylmalonic acid level above the normal range is highly suggestive of vitamin B12 deficiency. The combination of a significant elevation in both methylmalonic acid and homocysteine virtually confirms the diagnosis. Although the Schilling test, which involves the sequential administration of radiolabeled vitamin B12 and intrinsic factor, was once commonly used in the evaluation of vitamin B12 deficiency, it has fallen out of favor because of its complexity and the need to administer radioactive materials. A test for antibodies against parietal cells may be helpful in some cases, as may a test for antibodies against intrinsic factor, but the former is relatively nonspecific and the latter relatively insensitive (though very specific).

In the patient under discussion, the initial diagnostic procedures should have included a review of the peripheral-blood smear as well as an evaluation of the vitamin B12 levels. The necessity of additional diagnostic procedures would then depend on the findings. Dr. Nancy Lee Harris (Pathology): Dr. Zarghamee-Gavami, you followed this patient during and after her initial evaluation. Would you summarize your thinking before the

4



diagnostic testing?

Dr. Manjeh Zarghamee-Gavami (Medicine): My first concern in this young woman with numbness of the arms and legs was multiple sclerosis, and I ordered the MRI study to evaluate this possibility. Vitamin B12 deficiency was my next consideration. Since her thyroid disease was well controlled, I did not think it was the cause of her problems.

#### Clinical diagnosis

Pernicious anemia.

#### Dr. Peter W. Marks's diagnosis

Pernicious anemia, possibly associated with the autoimmune polyendocrine syndrome, type IIIB.

#### Pathological discussion

Dr. Lawrence R. Zukerberg:

The peripheral-blood smear showed that approximately 10 percent of the mature neutrophils were hypersegmented, with six or more lobes (Fig. 3). A few hypersegmented neutrophils may be seen in a variety of disorders, but when more than 5 percent of the neutrophils are hypersegmented, the probability of either vitamin B12 deficiency or folate deficiency is very high. Hypersegmented eosinophils with three lobes were also present. In addition, there were numerous oval macrocytes and small and fragmented erythrocytes. The high mean corpuscular volume, in conjunction with the findings on the peripheral blood smear, are evidence of megaloblastic anemia. Laboratory studies showed that the level of vitamin B12 was very low, at 68 pg per milliliter (50 pmol per liter) (normal, greater than 250 pg per milliliter [194 pmol per liter]). The folate level was slightly above normal. Therefore, the diagnosis was megaloblastic anemia due to vitamin B12 deficiency.

The pathophysiology of autoimmune gastritis is centered on the hydrogen-potassium ATPase gastric proton pump. This pump is present only in the parietal cells of the gastric body. The initial event appears to be a CD4+ T-cell reaction against the proton pump. The T cells cause parietal-cell injury and result in exposure of both intrinsic factor and the hydrogen-potassium ATPase to antigen-presenting cells, activation of the immune response with secretion of interferon and cytokines, and formation of antibodies against intrinsic factor and the gastric proton pump. Although the immune response is directed only against the components of the parietal cell, over time there is destruction of both the chief and parietal cells. There is loss of gastric glands and infiltration of the lamina propria by lymphocytes and plasma cells, as in the case under discussion. Intestinal metaplasia of the surface mucosa eventually develops, leading to an increased risk of dysplasia and carcinoma. In addition, the lack of acid leads to increased gastrin production and endocrine-cell hyperplasia and, in some patients, the development of multiple carcinoid tumors. There are additional considerations. First, it has been reported that in some patients both the gastritis and anemia can be reversed by

5





treatment with corticosteroids or azathioprine. In some patients treated with immunosuppression, the chronic gastritis disappeared, the gastric mucosa returned to normal, and acid output increased. Thus, immunosuppression may be one way to decrease the risk of dysplasia and carcinoma in these patients, although data showing a reduction in the risk of cancer with such therapy are lacking. Helicobacter pylori gastritis may lead to multifocal gastric atrophy, which in some patients leads to hypoacidity and the development of pernicious anemia. In a study of 138 patients with vitamin B12 deficiency, H. pylori was detected in 56 percent of the patients, and eradication of H. pylori improved the anemia and vitamin B12 levels in 40 percent of this subgroup. Thus, H. pylori appears to be a causative agent in some cases of vitamin B12 deficiency in adults; overall, this may be a more common cause than autoimmune gastritis. In this case, there was no evidence of H. pylori infection, and the absence of the antral inflammation that is typical of this infection is further evidence against this diagnosis.

#### **Discussion of management**

##### *Dr. Marks:*

A hundred years ago, pernicious anemia was a major cause of illness and death. Thanks to the efforts of pioneers in the field of hematology, a treatment for this disorder was developed before its pathophysiology was understood. George Minot, William Murphy, and George Whipple demonstrated that a daily diet that included about 100 to 200 g of beef liver (which we now know contains about 100 to 200 µg of vitamin B<sub>12</sub>) could rapidly reverse the anemia. In an elegant series of experiments in which red meat was incubated with gastric juice for various lengths of time and then was administered to patients, William Castle demonstrated that gastric juice appeared to contain an "intrinsic factor" that was required for absorption of the "extrinsic factor" (vitamin B<sub>12</sub>). Vitamin B<sub>12</sub> was isolated almost simultaneously by two independent groups in 1948, and the nature of its structure was determined by x-ray crystallography. Today, the treatment of pernicious anemia involves either parenteral or oral administration of vitamin B<sub>12</sub>. Although monthly intramuscular injection of 100 to 1000 µg of vitamin B<sub>12</sub> has long been a standard treatment for vitamin B<sub>12</sub> deficiency, properly administered oral replacement is equally effective. In patients with mild vitamin B<sub>12</sub> deficiency, oral administration of 1 to 2 mg of vitamin B<sub>12</sub> daily can be effective, even as initial therapy. In practice, it is prudent when treating patients with severe deficiency to give parenteral vitamin B<sub>12</sub> initially. After initial restoration of normal vitamin B<sub>12</sub> levels, a transition to oral therapy is not unreasonable, although periodic monitoring of the vitamin B<sub>12</sub> levels in such patients may be desirable. Those who doubt that vitamin B<sub>12</sub> can be absorbed by mass action in the absence of intrinsic factor need only look to the work of Minot and colleagues: by administering large quantities of liver, they accomplished the same goal. A lingering question with respect to pernicious anemia is whether surveillance for gastric adenocarcinoma, carcinoids, and colonic polyps is warranted. Although some studies have shown that patients with pernicious anemia have a severalfold increase in the rate of gastric and colorectal cancers, others have not. At this time, there are no formal recommendations in the literature for screening patients with pernicious anemia for gastrointestinal cancers, although periodic screening of younger

6



persons may be reasonable. This patient could well have an autoimmune polyendocrine syndrome, probably type IIIb. Autoimmune polyendocrine syndrome type IIIb is associated with risks of other disorders, including hypogonadism, myasthenia gravis, rheumatoid arthritis, and sarcoidosis. The patient currently has no evidence of these disorders, but her increased risk for them should be kept in mind as she is followed.

*Dr. Deborah J. Weckler (Medicine):* What is the prognosis for the recovery of neurologic function?

*Dr. Marks:* Unfortunately, about 50 percent of patients are left with at least a mild neurologic deficit after the vitamin B<sub>12</sub> deficiency is corrected. Such residual deficits are more common in patients with long-standing or severe neurologic symptoms before therapy than in those with symptoms of recent onset or those with mild symptoms.

*Dr. Lloyd Axelrod (Endocrinology):* Could you comment on the risk of hypokalemia in patients with pernicious anemia who are treated with vitamin B<sub>12</sub>? When is potassium replacement indicated?

*Dr. Marks:* Parenteral vitamin B<sub>12</sub> replacement can result in a dramatic proliferation of bone marrow cells, which take up potassium, and patients can become hypokalemic very quickly. In a person whose vitamin B<sub>12</sub> deficiency is severe, I would monitor potassium levels and provide replacement therapy as necessary. Sudden death may occur in patients after treatment for vitamin B<sub>12</sub> deficiency is initiated. In addition to hypokalemia, volume overload may lead to death. When one sees a patient with severe vitamin B<sub>12</sub> deficiency and a hematocrit of 12 to 15 percent, one may be tempted to transfuse immediately to raise the hematocrit to a normal level. However, most of these patients have arrived at a low hematocrit over the course of years and tolerate it well; a transfusion volume sufficient to raise the hematocrit to a normal level can cause volume overload and cardiac complications.

*Dr. Zorzihmet-Govoni:* In the case under discussion, we gave the patient 1 mg of parenteral vitamin B<sub>12</sub> daily for one week, followed by weekly injections for two months and monthly injections thereafter. The response was dramatic. Within 7 to 10 days, she was completely free of symptoms and had no neurologic deficits. I last saw her six months after the diagnosis was made, and she had completely recovered. She subsequently moved away from Massachusetts.

#### **Anatomical Diagnosis**

Pernicious anemia with autoimmune gastritis and vitamin B<sub>12</sub> deficiency.

7



**Table 3. Possible Causes of Paresthetias.**

<ul style="list-style-type: none"> <li>Central nervous system disorders</li> <li>Brain tumors</li> <li>Cerebrovascular accidents</li> <li>Multiple sclerosis</li> <li>Peripheral nervous system disorders</li> <li>Entrapment neuropathies (e.g., carpal tunnel syndrome)</li> <li>Hereditary conditions affecting peripheral nerves (e.g., Charcot-Marie-Tooth disease)</li> <li>Polyneuropitis</li> <li>Trauma</li> <li>Metabolic disorders</li> <li>Diabetes mellitus</li> <li>Hypothyroidism</li> <li>Porphyria</li> <li>Uremia</li> <li>Vitamin B<sub>12</sub> deficiency</li> </ul>
---

**Table 4. Possible Causes of Macrocytic Anemia.**

<ul style="list-style-type: none"> <li>Reticulocyte responses</li> <li>Normal response to blood loss</li> <li>Response to hemolysis</li> <li>Bone marrow failure</li> <li>Aplastic anemia</li> <li>Myelodysplasia</li> <li>Liver disease</li> <li>Toxins</li> <li>Alcohol</li> <li>Chemotherapeutic agents</li> <li>Thyroid disease</li> <li>Vitamin deficiencies</li> <li>Folate deficiency</li> <li>Vitamin B<sub>12</sub> deficiency</li> </ul>
--

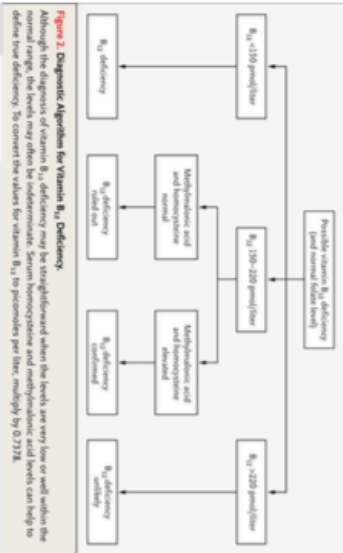


**Table 5. Autoimmune Polyendocrine Syndromes.**

Major Features	Potential Associations
Type I (at least two of the following three features) Celiac disease Addison disease Autoimmune adrenal insufficiency	Diabetes Hypoparathyroidism Pernicious anemia, vitiligo
Type II Adrenal insufficiency Autoimmune thyroid disease Insulin-dependent diabetes mellitus	Celiac disease Hypoparathyroidism Pernicious anemia
Type III Autoimmune thyroiditis Addison disease Type 1 diabetes mellitus (type 1A) Pernicious anemia (type 1B) or Vitiligo, alopecia, or both (type 1C)	Celiac disease Hypoparathyroidism Pernicious anemia Sarcoidosis




**Figure 1. Metabolic Reactions Involving Vitamin B<sub>12</sub>.**  
 Vitamin B<sub>12</sub> is involved in both nucleic acid metabolism and lipid metabolism. Its function in nucleic acid metabolism is primarily combined with that of folic acid. Thus, folic acid supplementation can partially reverse the peripheral effects of vitamin B<sub>12</sub> deficiency. CAD denotes congenital A.



**Figure 2. Diagnostic Algorithm for Vitamin B<sub>12</sub> Deficiency.**  
 Although the diagnosis of vitamin B<sub>12</sub> deficiency may be straightforward when the levels are very low or well within the normal range, the results may often be indeterminate. Serum homocysteine and methionine/sulfate levels can help to define true deficiency. To convert the values for vitamin B<sub>12</sub> to picograms per liter, multiply by 0.2778.

## #6 Assessment-Formulare



**Code:** \_\_\_\_\_  
(2 erste Buchstaben d. Vornamens d. Mütter,  
 2 Buchstaben d. Nachnamens,  
 2 letzte Ziffern d. Geburtsjahrs)

**CCD-Group Case 1**

**Part A**

1. Fassen Sie den klinischen Fall in einer Weise zusammen, die es Ihnen und anderen erlaubt, das klinische Problem zu verstehen und Problemlösungsvorschläge zu generieren. (Beispiel: wie Sie einen Patienten bei einer Visite dem Oberarzt und den Kollegen vorstellen würden) (3 min)

---




---



---

2. Bitte erstellen Sie eine Problemliste (von wichtig nach unwichtig) und benennen Sie die wichtigsten, dazugehörigen Arbeitsdiagnosen (mehrere pro Problem möglich).  
 Benennen Sie Informationen aus der Fallgeschichte, die die jeweilige Arbeitsdiagnose unterstützen (PRO) bzw. unwahrscheinlich machen (CONTRA).  
 Benennen Sie die zugehörige(n) notwendige(n), weiterführende(n), diagnostische(n) Maßnahme (TEST(S)).

Klinisches Problem <small>(ein Problem pro Zeile)</small>	Arbeitsdiagnose(n) <small>(mehrere pro Problem möglich)</small>	PRO	CONTRA	TEST(S)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				



**Code:** \_\_\_\_\_  
(2 erste Buchstaben d. Vornamens d. Mütter,  
 2 erste Buchstaben d. Nachnamens,  
 2 letzte Ziffern d. Geburtsjahrs)

**CCD-Group Case 1**

**Part B**

1. Bitte fassen Sie die Fallgeschichte in Kenntnis der neuen Infos nochmal kurz zusammen (3 min)!

2. Bitte geben Sie einen Tipp für den letzten diagnostischen Test ab (1 min):

3. Was ist Ihrer Meinung nach die wahrscheinlichste Diagnose (1 min)?



## #7 Auszug aus dem Kodierschema

Das Kodierschema ist in englischer Sprache abgehalten, da die Referenzen sowie die Kurssprache der CCD englisch war.

### Problem Identification (PI)

#### General Description:

Reasoning is driven by a concrete problem. The participant needs to perceive that the problem cannot be answered without further thinking/investigation and to have the expectation or need to answer it by a further reasoning process. *PI* typically consists of (1) an Identification/perception of the problem, and (2) realization that it cannot be explained by existing information, or (3) the need or expectation that it can be explained by further processes (first two points should be crucial).

*PI* should be applied in case of a reference to the problem description (Weinberger & Fischer, 2007) that expresses

- a) An attempt to build an understanding of the problem described
- b) An actual understanding of the problem (like summarizing the problem description)

A problem is defined by not knowing, or not having enough competencies/knowledge how to proceed.

#### Criteria:

*PI* should be applied if the segment represents a cognitive conflict. This means that the participant realizes that he/she can't continue reasoning without further investigation.

Thus, *PI* is past- or present-oriented and *Q* is future-oriented;

Statements like "I don't know that right now", "It is not stated in the PDF", "At this point my knowledge about the pathophysiology isn't sufficient", "I wouldn't know what to do in this situation" are always coded as *PI*.

'Problem Identification' can be entangled with 'Questioning'. In this case the recognition of lacking information can identify *PI*, and the subsequent, more concrete content-related reasoning identifies 'Questioning'.

Section 'Problems-list': Problems or differential diagnoses stated in the section 'Problems-list' are by definition coded as *PI* and not as *EE* or *HG*

Expressions indicating the consideration of having a problem, without mentioning the kind of problem, should be coded as *PI* as well.

Examples:

„For an answer, I should know what I don't know.“

„First of all I don't know the problem of the patient.“

„I would have problems with that.“

“I don't see the R or the L, so I don't know which side I am looking at.“

[in the section 'Problems-List': M: “I think, someone have another problem maybe?”] →

S: „Maybe the depression.“

“Okay, I have to think about it!”

**Evidence evaluation (EE)**General Description:

Participants deal with the evaluation of available or generated evidence; or with the hypothesis by using such evidence (not only dealing with the quality).

This epistemic activity typically represents the phase of inquiry that deals with the relationship between a claim (hypothesis, theory, model, initial question) and any available or generated evidence.

Criteria:

*EE* is applied when the participant evaluates any evidences, relates the evidence to the problem, claim or hypothesis, when he/she deals with the quality of the evidence (and its source).

Example:

“[M: Whats up with her white, platelet, yeah her white blood cell count? Is there a problem here?], S2 : That it's down.“

„[Topic: Lymphocyte count: M: „What is this measured in? Here on the right, 37%. Is it always good to look at the percentages?“] S: „It is a relative number. If you multiply it with the absolute number of leucocytes, it will be normal.“

„I think this elevated liver enzyme is important/I am happy with these two problems“

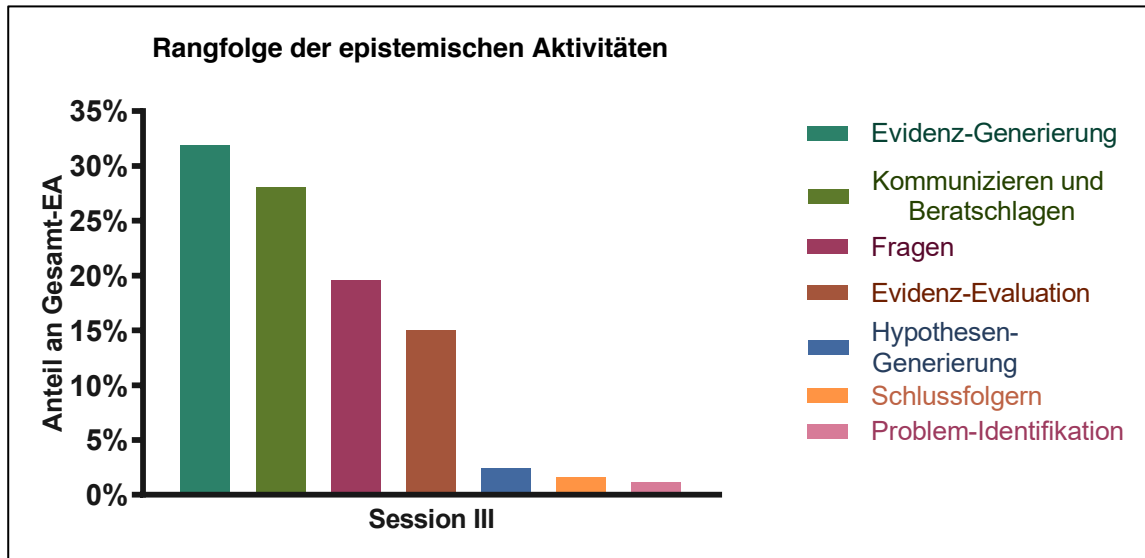
# 8 Tabelle 15: Soziodemografische Daten der ausgewerteten Probanden für beide Live-CCD-Untergruppen (post-hoc)

	<u>Lehrformat/Interventionsgruppe</u>			
	<u>Live-CCD</u>			<u>Alle Gruppen</u>
	<u>Live-CCD</u> Gesamt  n = 30	<u>Live-CCD</u> Videoaufnahme  n = 15	<u>Live-CCD</u> Kein Video  n = 15	N = 90
Sex N m/ w (% w)	14/16 (53,33% w)	6/9 (60,00% w)	8/7 (46,66% w)	31/59 (65,55% w)
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Alter	23,77 (4,09)	24,73 (4,86)	22,80 (3,0)	23,0 (2,97)
Klini- sches Fachseme- ster	3,23 (1,96)	3,20 (1,78)	3,26 (2,19)	3,5 (1,78)
Abitur- note	1,53 (0,36)	1,66 (0,40)	1,38 (0,25)	1,46 (0,52)
Physi- kums- punktzahl (schriftlich)	245 (30)	237 (35)	251 (25)	240 (49)
Teilneh- mende mit CCD- Erfahrung n (%)	6 (20,0 %)	2 (13,33 %)	4 (26,67 %)	17 (18,88 %)

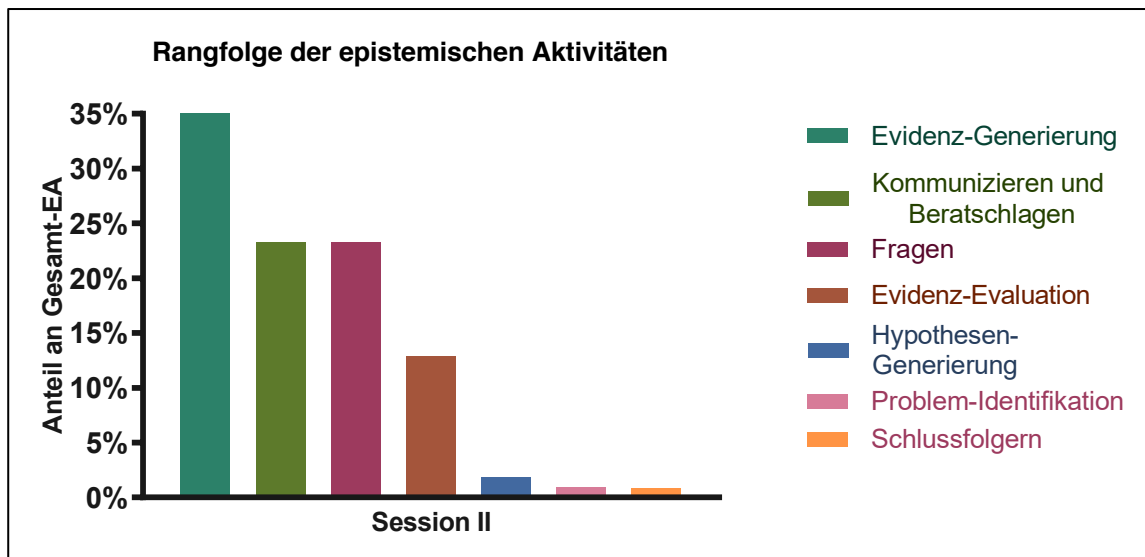
#9 Tabelle 16: Subjektive Bewertung der Lernziele und persönlichen Resultate

Item	Lehrformat								
	Live-CCD			Video-CCD			Papier-Fälle		
	n = 30			n = 27			n = 33		
	M	(SD)	% Zu- stimm- ung	M	(SD)	% Zu- stimm- ung	M	(SD)	% Zu- stimm- ung
Ich empfinde mein Format als sinnvoll.*	4,53	(0,57)	96,55	3,15	(1,59)	40,74	2,67	(1,19)	24,24
Mein Lernerfolg durch meinen CCD-Kurs war groß.*	3,83	(0,87)	65,52	3,00	(1,30)	29,63	2,64	(1,06)	27,27
Durch meinen CCD-Kurs ist meine Lernmotivation gestiegen.*	4,03	(0,93)	72,41	3,19	(1,49)	55,56	2,94	(1,37)	39,39
Ich kann mir vorstellen weiterhin freiwillig in meinem CCD-Lehrformat zu lernen.*	4,53	(0,68)	89,66	3,11	(1,65)	48,15	2,85	(1,35)	36,36
Mein CCD-Kurs hat mir Spaß gemacht.*	4,27	(0,78)	86,21	3,30	(1,30)	44,44	3,13	(1,29)	43,75
Mein CCD-Lehrformat sollte in das Curriculum integriert werden.*	4,23	(0,97)	82,76	2,96	(1,68)	44,44	2,72	(1,44)	31,25
Ich konnte den Diskussionen/ dem Fallverlauf gut folgen.*	4,10	(0,96)	82,76	3,56	(1,09)	55,56	3,82	(0,81)	69,70
Das Lernen mit dem CCD-Lehrformat fällt mir leichter als das Lernen in traditionellen Vorlesungen oder Seminaren.*	3,80	(0,96)	55,17	2,78	(1,55)	29,63	2,61	(1,30)	24,24
Wie würden Sie den Kurs insgesamt bewerten?*(Schulnote)	1,57	(0,77)	-	2,41	(1,37)	-	2,79	(1,14)	-
Ich habe mir während meines CCD-Kurses Notizen gemacht.	2,53	(1,70)	34,48	4,22	(1,34)	85,19	2,70	(1,36)	30,30
Ich habe meinen CCD-Kurs nachbereitet.	1,87	(1,11)	6,90	1,93	(1,30)	11,11	2,24	(1,28)	21,21
Drop-Out-Rate N männlich/ weiblich	14,3%	0m/5w		20,6%	7m/0w		10,9%	1m/3w	

\* Anhand dieser Items wurde eine Skala der subjektiven Bewertung der Lernziele und persönlichen Resultate durch die Teilnehmenden (Cronbach-Alpha 0.95) zum Vergleich der Gruppen und zur Berechnung der Korrelationen gebildet.



# 10 Abbildung 26: Rangfolge der epistemischen Aktivitäten (Session II)



# 10 Abbildung 27: Rangfolge der epistemischen Aktivitäten (Session III)

# 11 Tabelle 17: Verteilung der einzelnen epistemischen Aktivitäten auf die CCD-Abschnitte (Session II)

	Häufigkeit der epistemischen Aktivitäten pro Abschnitt									
	<u>Admission</u>		<u>Discussion</u>		<u>Summary</u>		<u>Ad+Dis+Sum</u>		<u>Ad+Dis+Sum</u>	
	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% [von KA unter- stützt]
Gesamt- Zahl EA	684	-	378	-	44	-	1106	-	197	17,81%
Problem- Identifikation	4	0,58%	7	1,85%	0	0,00%	11	0,99%	7	63,64%
Fragen	166	24,27%	92	24,34%	1	2,27%	259	23,42%	39	15,06%
Hypothesen - Generierung	4	0,58%	16	4,23%	0	0,00%	20	1,81%	9	45,00%
Evidenz- Generierung	229	33,48%	138	36,51%	38	86,36%	405	36,62%	88	21,73%
Evidenz- Evaluation	114	16,67%	28	7,41%	1	2,27%	143	12,93%	9	6,29%
Schluss- folgern	4	0,58%	5	1,32%	0	0,00%	9	0,81%	0	0,00%
Kommunizie- ren und Berat- schlagen	163	23,83%	92	24,34%	4	9,09%	259	23,42%	45	17,37%

# 12 Tabelle 18: Verteilung der einzelnen epistemischen Aktivitäten auf die CCD-Abschnitte (Session III)

	Häufigkeit der epistemischen Aktivitäten pro Abschnitt									
	<u>Admission</u>		<u>Discussion</u>		<u>Summary</u>		<u>Ad+Dis+Sum</u>		<u>Ad+Dis+Sum</u>	
	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% [von KA unter- stützt]
Gesamt- Zahl EA	428	-	405	-	96	-	929	-	224	24,11%
Problem- Identifikation	5	1,17%	5	1,23%	1	1,04%	11	1,18%	2	18,18%
Fragen	83	19,39%	81	20,00%	18	18,75%	182	19,59%	44	24,18%
Hypothesen - Generierung	5	1,17%	18	4,44%	0	0,00%	23	2,48%	9	39,13%
Evidenz- Generierung	135	31,54%	119	29,38%	43	44,79%	297	31,97%	75	25,25%
Evidenz- Evaluation	78	18,22%	52	12,84%	10	10,42%	140	15,07%	27	19,29%
Schluss- folgern	2	0,47%	13	3,21%	0	0,00%	15	1,61%	1	6,67%
Kommunizie- ren und Berat- schlagen	120	28,04%	117	28,89%	24	25,00%	261	28,09%	66	25,29%

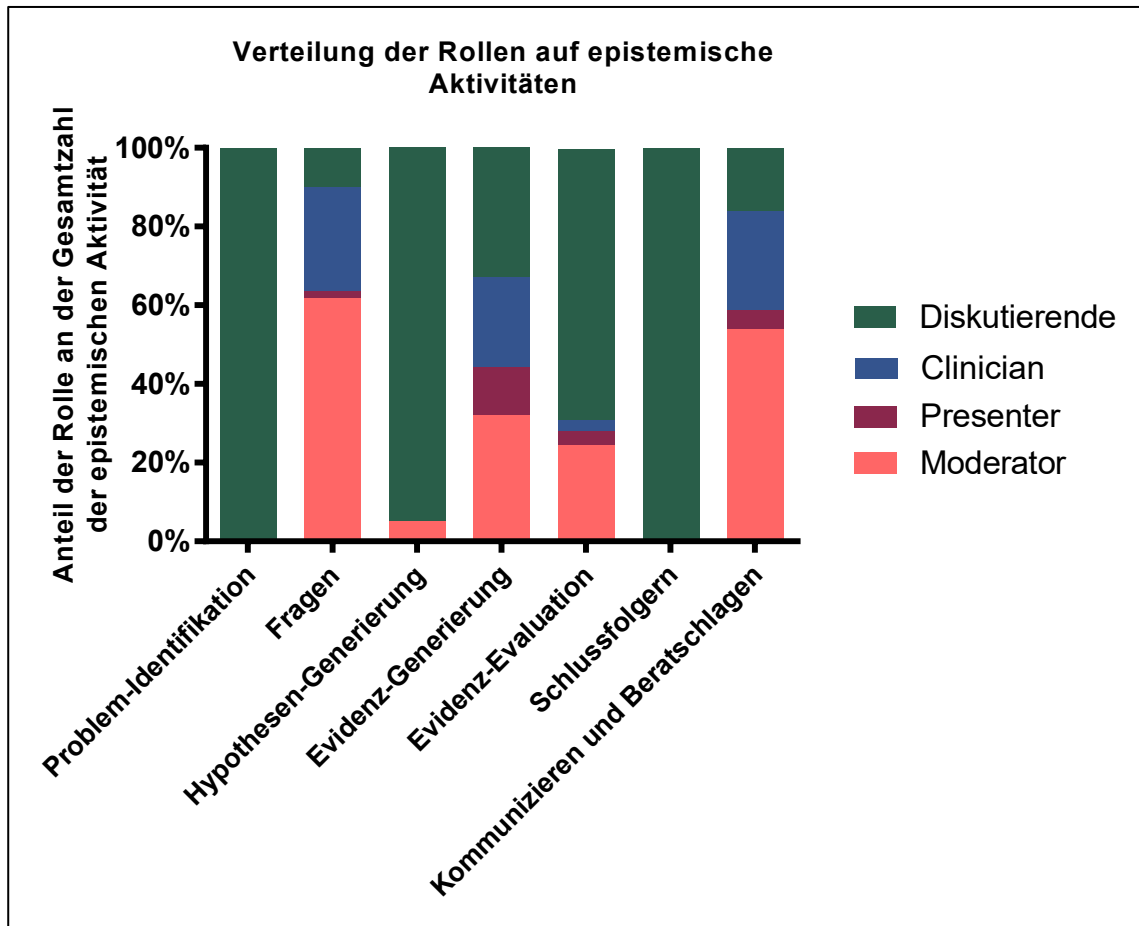
# 13 Tabelle 19: Verteilung der Rollen auf die CCD-Abschnitte (Session II)

	<u>Anteil der Rollen an CCD-Abschnitt</u>							
	<u>Admission</u>		<u>Discussion</u>		<u>Summary</u>		<u>Ad+Dis+Sum</u>	
	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt
Gesamt-Zahl EA	684	-	378	-	44	-	1106	-
Moderator	292	42,69%	130	34,39%	44	100,00%	466	42,13%
Presenter	71	10,38%	0	0,00%	0	0,00%	71	6,42%
Clinician	87	12,72%	143	37,83%	0	0,00%	230	20,80%
Diskutierende	234	34,21%	105	27,78%	0	0,00%	339	30,65%

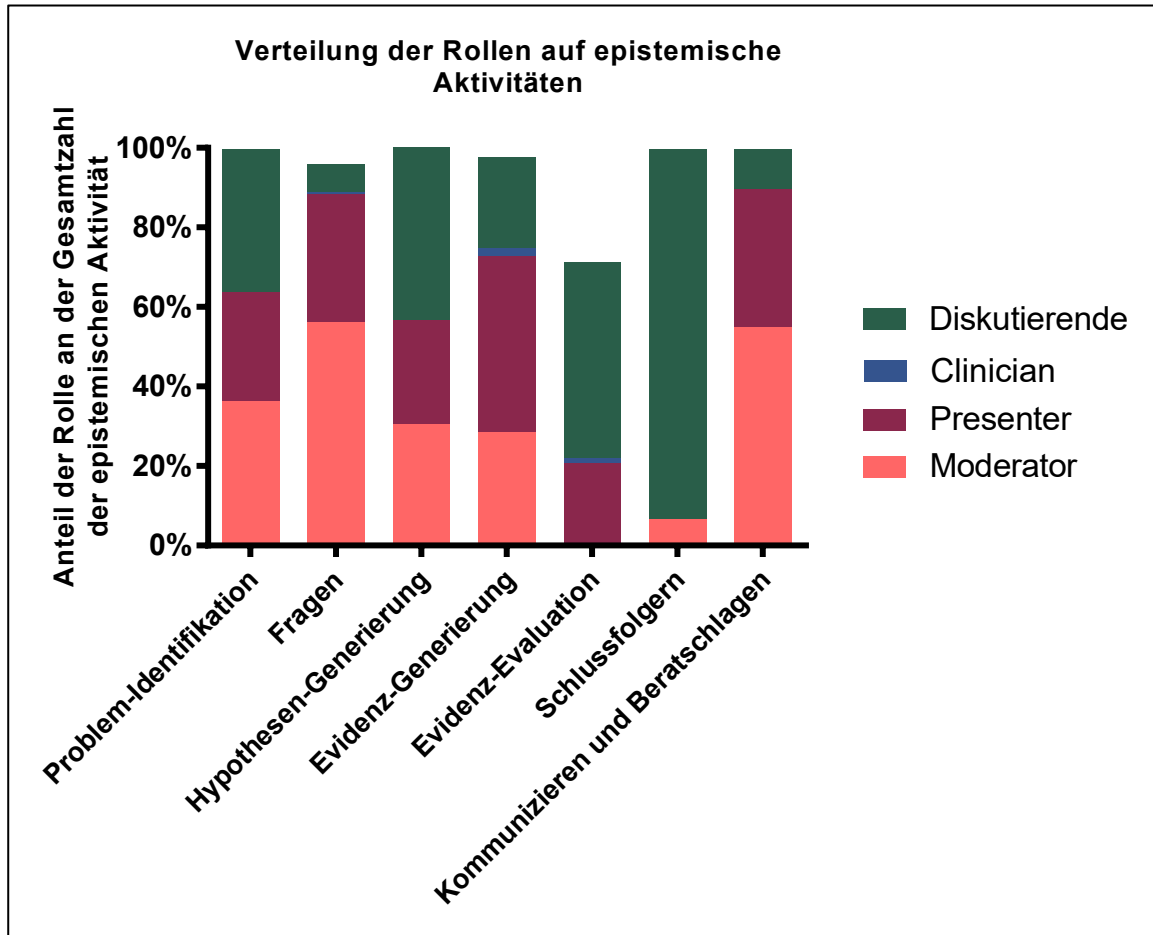
# 13 Tabelle 20: Verteilung der Rollen auf die CCD-Abschnitte (Session III)

	<u>Anteil der Rollen an CCD-Abschnitt</u>							
	<u>Admission</u>		<u>Discussion</u>		<u>Summary</u>		<u>Ad+Dis+Sum</u>	
	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt	<i>N</i> EA	% EA pro Ab- schnitt
Gesamt-Zahl EA	428	-	405	-	96	-	929	-
Moderator	159	37,15%	158	39,01%	64	66,67%	381	41,01%
Presenter	166	38,79%	157	38,77%	3	3,13%	306	32,94%
Clinician	0	0,00%	1	0,25%	8	8,33%	9	0,97%
Diskutierende	103	24,07%	89	21,98%	21	21,88%	213	22,93%





# 14 Abbildung 28: Verteilung der Rollen auf die verschiedenen epistemischen Aktivitäten (Session II)



#14 Abbildung 29: Verteilung der Rollen auf die verschiedenen epistemischen Aktivitäten (Session III)

## Eidesstattliche Versicherung

**Lenzer, Benedikt**

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt,

dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

**Clinical Case Discussions –  
ein vielversprechender Ansatz zur Förderung des Clinical Reasoning in der ärztlichen  
Ausbildung?**

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.

**Berlin, 02.01.2020**

Ort, Datum

**Benedikt Lenzer**

Unterschrift Doktorandin/Doktorand