

Diplomarbeit

**DAS KLINISCHE LEITSYMPTOM ALS
ROTER FADEN DURCH DAS
MEDIZINSTUDIUM**

eingereicht von

Adrian Stelzl

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Universitätsklinikum für Innere Medizin

Klinischen Abteilung für Gastroenterologie und Hepatologie

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. Dr.med.univ. Peter Fickert

Dr.med.univ. Dr.scient.med. Priv. Doz. Jakob M. Riedl

Univ.-Prof. Dr.med.univ. Regina Roller-Wirnsberger

Graz am 03.03.2023

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 03.03.2023

Adrian Stelzl eh.

Danksagungen

Ich möchte allen Personen danken, die bei der Erstellung dieser Arbeit mitgewirkt haben. Den an den Videos beteiligten Lehrenden (in alphabetischer Reihenfolge): Dr.med.univ. **Johannes Boyer**, Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. **Katrin Eller**, Univ.-Prof. Dr.med.univ. **Peter Fickert**, Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. **Thomas Gary**, Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. **Thomas Gattringer**, Ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. **Heinz Hammer**, Ass.-Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. PhD. **Alexander Kirsch**, Univ.-Prof. Dr.med.univ. **Robert Krause**, Univ. FA Priv.-Doz. Dr.med.univ. PhD. **Martin Manninger-Wünscher**, Univ.-Prof. Dr. Dr. **Phillip Metnitz**, Univ.-Prof. Dr.med. **Horst Olschewski**, Univ. FA Priv.-Doz. Dr.med.univ.et scient.med. **Alexander Pichler**, Dr.med.univ. **Hansjörg Schlager**, Univ.-Prof. Dr.med.univ. **Reinhold Schmidt**, Ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. **Gerald Seinost**, Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. **Martin Stradner**, Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. **Martin Wagner**, Univ.-Doz. Dr. **Heimo Wenzl** sowie Univ. FA Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. DESA **Paul Zajic**.

Ich danke Dipl.-Ing. (FH) **Florian Hye**, Dipl.-Ing. Dr.techn. **Herwig Rehatschek**, Vizerektorin Mag. Dr.phil. **Sabine Vogl** und Ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. **Gerald Seinost** für die Bereitstellung der Lehrfilme über die digitale Infrastruktur der Medizinischen Universität Graz.

Dank gilt auch meinen Freunden **Samy Mady**, **Matthias Egger**, **Alex Zaufel**, **Nik Schreiber** und **Aryan Aliabadi** sowie dem restlichen “Vom Symptom zur Diagnose“-Team für die Inspiration und die Verbreitung der Lehrvideos. Danke an **Elias Windisch** für die Hilfe und die Bereitstellung seiner Stimme für ein Video.

Ein besonderer Dank an meinen Freund **Felix Gunzer** für die wochenlange Arbeit an den Graphiken, die fruchtbaren Gespräche und die Zeit in Uganda.

Besonders dankbar bin ich auch meinen Betreuer*innen, Univ.-Prof. Dr.med.univ. **Peter Fickert**, Univ.-Prof. Dr.med.univ. **Regina Roller-Wirnsberger** und Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. **Jakob Riedl** für die großartige Unterstützung und das entgegengebrachte Vertrauen. Ich hatte nie das Gefühl auf mich allein gestellt zu sein.

Danke an meine Freundin **Luisa-Christin Kaßler**, für die Unterstützung bei dieser Arbeit, während meines Studiums und jeden Tag der letzten 8 Jahre. Danke auch an **Wolfgang, Conny, Niki** und **Joshua**.

Ich danke meinen Geschwistern, **Anika, Laurenz, Jonathan** und **Tim** sowie meinen Eltern, **Christine** und **Rudolf Stelzl**. Ohne Euch wäre diese Arbeit und mein gesamtes Studium nicht möglich gewesen.

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen.....	1
Zusammenfassung in Deutsch	5
Abstract in English	6
1 Einleitung.....	7
1.1 Hintergrund.....	7
1.2 Vermittlung diagnostischer Kompetenzen	12
1.2.1 Symptomorientierte Lehre	12
1.2.2 Lerntheorien, welche didaktische Überlegungen zur Vermittlung von Clinical Reasoning Kompetenzen unterstützen.....	13
1.2.3 Lehrformate	18
2 Methoden	21
2.1 Auswahl der Leitsymptome.....	21
2.2 Erstellung der Inhalte.....	22
2.3 Technische Umsetzung	23
3 Ergebnisse.....	26
3.1 Aszites.....	26
3.2 Bauchschmerz.....	27
3.3 Beinödeme	27
3.4 Beinschmerz	28
3.5 Bewusstseinsstörung.....	28
3.6 Diarrhoe.....	29
3.7 Dysphagie.....	29
3.8 Dyspnoe.....	30
3.9 Fieber.....	30

3.10	<i>Gelenkschmerzen</i>	31
3.11	<i>Hämaturie / Dunkler Harn</i>	31
3.12	<i>Icterus</i>	32
3.13	<i>Kopfschmerz</i>	32
3.14	<i>Kreislaufschock</i>	33
3.15	<i>Oligurie, Anurie & Akutes Nierenversagen</i>	33
3.16	<i>Schwindel</i>	34
3.17	<i>Thoraxschmerzen</i>	34
3.18	<i>Transienter Bewusstseinsverlust</i>	35
3.19	<i>Übelkeit / Erbrechen</i>	35
4	Diskussion	36
4.1	<i>Reflexion</i>	36
4.2	<i>Auswirkungen</i>	37
4.3	<i>Einschränkungen</i>	38
4.4	<i>Konklusion</i>	39
4.5	<i>Ausblicke</i>	40
5	Literaturverzeichnis	41

Zusammenfassung in Deutsch

Die vorliegende Diplomarbeit setzt sich mit der Vermittlung symptomorientierter diagnostischer Kompetenzen durch animierte Lehrvideos auseinander. Einer einleitenden Analyse des diagnostischen Prozesses mit besonderer Berücksichtigung kognitiver Mustererkennung und analytischer Problemlösungsstrategien als Grundlage für die Diagnosefindung, folgt eine Beschreibung des Ausmaßes diagnostischer Fehler. Eine Literaturrecherche zu Ursachen und Vermeidungsstrategien, belegt die Wichtigkeit effektiver Lehrangebote zur Vermeidung von Fehldiagnosen. Die Vermittlung diagnostischer Kompetenzen anhand der funktionellen physiologischen bzw. pathophysiologischen Zusammenhänge wird anhand ihrer Relevanz für erfolgreiches Clinical Reasoning begründet. Anschließend wird die symptomorientierte Lehre als Basis für das gemeinsame Medizinstudium besprochen und eine Auswahl an klinischen Leitsymptomen getroffen. Es folgt eine lerntheoretische Rationale zu animierten Lehrfilmen. Diese bezieht sich in erster Linie auf konstruktivistische Lehransätze, unter Beachtung des sogenannten „Meaningful Learning“ und des „Concept Mapping“. Im methodischen Teil wird die praktische Erstellung der Lehrvideos erläutert. Hierfür erfolgte eine initiale Konzeptionalisierung der Leitsymptome sowie eine Erstellung des Skripts in Absprache mit Lehrpersonen der Medizinischen Universität Graz sowie die eigentliche Videoproduktion. Die fertigen Lehrfilme werden als Ergebnisse dieser Arbeit präsentiert und stehen fortan den Student*innen der Medizinischen Universität Graz über das Videoportal „VITAL“ sowie „YouTube“ zur Verfügung. In der anschließenden Diskussion werden Barrieren und Einschränkungen sowie erwartete Auswirkungen des Projektes erörtert, Verbreitungsstrategien der Lehrfilme vorgestellt und Überlegungen zum Verbesserungspotenzial bzw. weiteren Projekten angestellt.

Abstract in English

This diploma-thesis deals with the teaching of symptom-oriented diagnostic competencies through animated instructional videos. The diagnostic process is analyzed with special emphasis on cognitive pattern recognition and analytical problem-solving strategies as a basis for diagnosis finding, followed by a description of the extent of diagnostic errors. A literature review on causes and avoidance strategies, proves the importance of medical education to avoid misdiagnosis. The teaching of diagnostic skills based on functional physiological or pathophysiological relationships is justified based on its relevance to successful clinical reasoning. Symptom-based teaching is then discussed as basis for the medical education and a selection of clinical presenting complaints (cardinal symptoms) is made. This is followed by a learning theory rationale for animated teaching films. This primarily refers to constructivist teaching approaches, considering "Meaningful Learning" and "Concept Mapping". In the methodological part, the practical creation of the educational videos is explained. This comprises the initial conceptualization of the presenting complaints, the creation of a script in consultation with teachers of the Medical University of Graz, as well as the actual video production. The finished educational films are presented as results of this work and will be available to students of the Medical University of Graz within the video portal "VITAL" and "YouTube". In the discussion, barriers, and limitations as well as expected effects of the project will be discussed. Furthermore, dissemination strategies of the educational films will be presented and considerations for improvement potential or further projects will be made.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Wenn kranke Menschen ärztlich vorstellig werden, äußern sie ihre empfundenen Beschwerden meist in einfachen Worten. Im angloamerikanischen Raum wird die subjektive Beschreibung des eigenen Leidens als **Symptom** bezeichnet und den objektivierbaren **Zeichen** (sg. „signs“, z.B. Fieber) gegenübergestellt. Der deutschsprachige Klinikalltag trifft diese Unterscheidung nicht einheitlich und spricht häufig auch bei objektivierbaren Befunden wie Fieber von Symptomen. (1)

Bevor Ärzt*innen eine spezifische Therapie empfehlen, oder eine Prognose stellen können, muss im Idealfall eine Diagnose gestellt werden. (2) Die Diagnose ist die Benennung einer Erkrankung und das Ende des diagnostischen Prozesses. (3)

„Vor die Therapie haben die Götter die Diagnose gesetzt.“

– Franz Volhard, 1952 (4)

Der **diagnostische Prozess** ähnelt dem Lösen eines Kriminalfalles durch Detektiv*innen, der Beschreibung eines Naturphänomens durch Wissenschaftler*innen und der Bestimmung eines technischen Fehlers durch Mechaniker*innen. (5) In einem Report mit dem Titel „Improving Diagnosis in Health Care“ der amerikanischen „National Academies of Sciences, Engineering and Medicine“ (NAS) unterstützt durch die „Society to Improve Diagnosis in Medicine“ (SIDM), wurde eine konzeptualisierte Form des diagnostischen Prozesses veröffentlicht. (6) Wie in Abbildung 1 dargestellt, beginnt der Prozess mit der Wahrnehmung eines Gesundheitsproblems durch die Patient*innen. Hierbei handelt es sich in der Regel um die oben beschriebenen Zeichen oder Symptome. Anschließend wird Kontakt zum Gesundheitswesen hergestellt und ein iterativer Prozess, bestehend aus

Informationsgewinnung, Informations-Integration & Interpretation sowie der Erstellung einer Arbeitsdiagnose (bzw. Differentialdiagnose) in Gang gesetzt und gegebenenfalls mehrmals durchlaufen. (6) Im Rahmen der Differentialdiagnose werden eine oder mehrere Hypothesen gebildet, welche die Symptome und Zeichen erklären. (7) Durch das Erheben zusätzlicher Informationen und gezielte Überprüfung der Hypothesen mit verschiedenen Untersuchungsmodalitäten können einzelne Differentialdiagnosen eliminiert und schließlich eine finale Diagnose gestellt werden. (7)

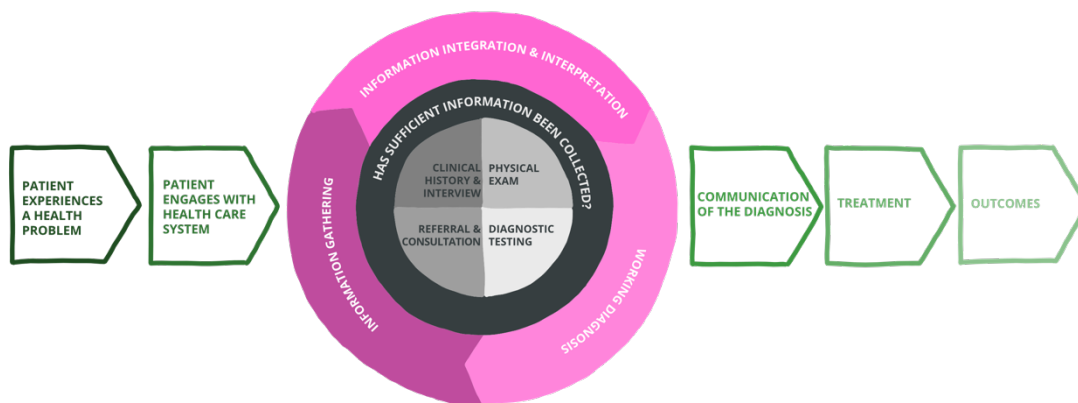


Abbildung 1, Diagnostischer Prozess adaptiert nach (8)

Die kognitiven Prozesse, die zur Aufklärung und Behandlung medizinischer Probleme notwendig sind, werden als „**Clinical Reasoning**“ bezeichnet. (5) In der gängigen Literatur werden klinische Problemlösungs-Strategien häufig mit der sogenannten **dualen Prozesstheorie** (DPT) beschrieben. (9,10) Sie unterscheidet grob zwei Arten der Problemlösung: einerseits das schnelle unterbewusste **Mustererkennen** (s.g. „System 1 Reasoning“) sowie andererseits langsamere, bewusste und **analytische Lösungsstrategien** („System 2 Reasoning“). (9,10)

- Die kognitive **Mustererkennung** läuft automatisch ab, sobald Ärzt*innen Informationen über ihre Patient*innen erhalten. Als Beispiel sollen folgende Sätze dienen: *“Eine 32-jährige Busfahrerin, stellt sich mit Atemnot und thorakalen Schmerzen in der Notaufnahme vor. In den letzten Tagen ist ihr eine zunehmende*

Schwellung des linken Beines aufgefallen.“ Beim Lesen werden die meisten Mediziner*innen mit klinischer Erfahrung an eine *Pulmonalarterien-Embolie* als wahrscheinlichste Ursache der Beschwerden denken. Die Mustererkennung wird nach dem systematischen Erlernen einer Erkrankung und deren typischer Präsentation in erster Linie durch einen zunehmenden klinischen Erfahrungsschatz trainiert. Dieser wird durch genaue Beobachtung und dem Erkennen von Fehlern und Verbesserung der diagnostischen Fähigkeiten geformt. (11) Durch den Einsatz sogenannter „Problem-based-learning“ Kurse (PBL) an den medizinischen Universitäten gelingt es, diese Fertigkeiten bereits prägraduell zu trainieren. (10)

- Die **analytischen Problemlösungsstrategien** sind in der Lage, multiple Hypothesen anhand physiologischer, pathophysiologischer, anatomischer oder ätiologischer Zusammenhänge zu generieren. (7) **Ausgangspunkt** für diesen Vorgang sind die klinischen **Symptome** und **Zeichen**, welche die Richtung des gesamten weiteren diagnostischen Prozesses bestimmen. (5) Durch Kenntnis der **Ursachen** von **klinischen Leitsymptomen**, ergeben sich initiale Arbeitshypothesen. So kann schon früh im diagnostischen Prozess begonnen werden, **gezielt** weitere Informationen zu erheben, die für die klinische Situation relevant sind.

Studien zeigen, dass in 30-50% der Fälle in der allgemeinmedizinischen Praxis keine spezifische Ursache für das initiale Vorstellungssymptom gefunden werden kann, was in vielen Fällen zu Symptompersistenz bzw. fehlender Klärung der Ursache führt. (12,13) Dies kann daran liegen, dass es sich um unspezifische Beschwerden handelt. Beispielhaft werden 85% der lumbalen Rückenschmerzen als „unspezifisch“ klassifiziert. (14) In vielen weiteren Fällen geben befragte Allgemeinmediziner*innen jedoch an, nur ungenügend über die korrekte Abklärung der Symptome Bescheid zu wissen. (15) Außerdem können viele Vorstellungssymptome in der Allgemeinmedizin nicht auf organische Ursachen zurückgeführt werden. Diese Symptome werden häufig als „funktionellen“ Beschwerden bezeichnet. (12) In vielen Fällen ist es zulässig und wichtig Symptome als funktionell zu

identifizieren. Allerdings konnte gezeigt werden, dass in bis zu 8.8% der Fälle, in denen eine funktionelle Diagnose gestellt wurde in weiterer Folge eine organische Ursache identifiziert werden konnte. (16)

Fehldiagnosen sind in der Medizin ein unterschätztes Problem mit beträchtlichen Auswirkungen. (17,18) Die Häufigkeit von Fehldiagnosen ist schwer einzuschätzen und hängt auch von deren Definition ab. (18) Autopsie-Studien haben in 10-20% der Fälle grobe Diskrepanzen zwischen klinischer- und der autoptischen Diagnose gefunden, die auch therapeutische Implikationen gehabt hätte. (19,20) Bis zu 5% aller potenziell vermeidbaren Todesfälle in akutversorgenden Krankenhäusern sollen durch fehlerhafte Diagnosen verursacht werden. (21) Eine Metaanalyse mit über 80.000 Patient*innen konnte zeigen, dass im stationären Bereich etwa 0.7% aller Diagnosen als „harmful diagnostic errors“ zu klassifizieren sind, und zu schlechtem Outcome für Patient*innen geführt haben. Interessanterweise, wurden über 50% der diagnostischen Fehler durch nur 14 spezifische Diagnosen verursacht, von denen die meisten als häufige Erkrankungen gesehen werden können: zu den Krankheitsbildern, die am häufigsten fehldiagnostiziert oder übersehen wurden, zählten Malignome (insbesondere Kolorektal-Karzinome), Pulmonalarterien-Embolien, Herzinsuffizienz, Aortenaneurysmata, Harnwegsinfekte, Sepsis, Ileus, Appendizitis, und Alkoholismus. (22) Diese Metaanalyse beruft sich jedoch lediglich auf Fälle, in denen in sogenannten „Case Reviews“ Diskrepanzen zwischen der initialen und finalen Diagnose aufgefallen waren – die Dunkelziffer könnte daher beträchtlich höher sein. Aus diesen Gründen nehmen Fehldiagnosen den Stellenwert eines „**Public Health Problems**“ ein. (23–25)

Grundsätzlich werden nach Graber et. al. (26) drei übergeordnete Kategorien diagnostischer Fehler unterschieden:

- „**No-fault-error**“. Beschreibt Fehldiagnosen, welche trotz einer „optimalen“ Abklärung auftreten: etwa atypische oder stumme Krankheitsverläufe,

Patient*innen-Incompliance oder Test-Ungenauigkeiten. Sie lassen sich niemals gänzlich vermeiden, werden jedoch mit dem medizinisch-wissenschaftlichen Fortschritt und der damit einhergehenden Verbesserung diagnostischer Methoden, Beschreibung neuer Krankheitsphänomene und Verbesserung der Technologie zur Patient*innen-Betreuung abnehmen. (26)

- „**System-error**“. Beschreibt diagnostische Fehler, die durch fehlerhafte Abläufe im Gesundheitssystem zustande kommen, beispielsweise verlorengegangene Untersuchungsergebnisse oder fehlerhafte Untersuchungsverfahren. Sie lassen sich durch Verbesserung der Prozesse und Abläufe, unter anderem durch Nutzung technischer Hilfsmittel reduzieren. (26–28) So konnte etwa gezeigt werden, dass Testergebnisse welche häufig im diagnostischen Prozess verloren gehen, durch Erinnerungssysteme effektiv nachverfolgt oder zumindest schneller beachtet werden. (29,30)
- „**Cognitive error**“. Diese Art diagnostischer Fehler entsteht durch falsches oder fehlerhaftes „Clinical Reasoning“, kognitiven Bias, schlechte Datenerhebung oder unzureichendes Wissen der Mediziner*innen. Eine verblindete Studie mit standardisierten Patient*innen, die sich mit häufigen Krankheitsbildern in verschiedenen internistischen Ambulanzen vorgestellt haben zeigt, dass diagnostische Fehler in 13% der Fälle durch mangelhafte Aufarbeitung seitens der Ärzt*innen auftreten, und damit als „Cognitive errors“ zu klassifizieren sind. (31)

Eine Reduktion von Fehldiagnosen durch kognitive Fehler kann durch technologische- bzw. strukturelle Hilfsmittel (z.B. Entscheidungsunterstützungssysteme, standardisiertes einholen von Zweitmeinungen oder interdisziplinäre Besprechungen) sowie durch Verbesserung der diagnostischen **Aus- und Weiterbildung** erreicht werden. (26,32–34)

1.2 Vermittlung diagnostischer Kompetenzen

Die Vermittlung diagnostischer Kompetenzen setzt den Erwerb und die effektive Nutzung der notwendigen medizinischen Wissensbasis sowie eine Optimierung der „Clinical Reasoning“ Fertigkeiten voraus. (34) Die benötigte **Wissensbasis** umfasst neben der Kenntnis der Erkrankungen sowie deren typischer Manifestationen auch statistische bzw. epidemiologische Aspekte, Kenntnis der diagnostischen Tests und Untersuchungen sowie ein umfangreiches Verständnis der Grundlegenden anatomischen, physiologischen, pathophysiologischen und ätiologischen Zusammenhänge von Symptomen, klinischen Zeichen und Befunden. (5,7,34) Die **Optimierung der „Clinical Reasoning“ Fertigkeiten** zielt auf die Erstellung einer Differentialdiagnose, dem Vermeiden kognitiver Fehlschlüsse und der Verbesserung der kritischen Denkfähigkeit ab. (9,34,35)

1.2.1 Symptomorientierte Lehre

Die zunehmende frühe Spezialisierung in den medizinischen Disziplinen wirft die Frage nach einem kleinsten gemeinsamen Nenner für Medizinstudent*innen im Sinne eines Basiskanons medizinischen Wissens auf. Die medizinischen Universitäten/Fakultäten Österreichs haben sich in einem Kooperationsprojekt darauf verständigt, einheitliche Mindestanforderungen für ärztliche Fähigkeiten und Fertigkeiten festzulegen. Hierunter fällt unter anderem das interdisziplinäre Management von **Leitsymptomen** im klinischen Alltag. (36) Bei der Abklärung klinischer Symptome kann selbstverständlich nicht immer eine definitive Diagnose gestellt werden, es sollte jedoch die Fähigkeit bestehen, mit relativ einfachen diagnostischen Mitteln (z.B. Anamnese, körperliche Untersuchung, Basislabortests) zu den wahrscheinlichsten Differentialdiagnosen zu gelangen, um eine weiterführende, gezielte Abklärung in die Wege zu leiten. (37)

Die vorliegende Arbeit setzt sich mit der theoretischen und praktischen Umsetzung einer Lernquelle zu den relevantesten klinischen Leitsymptomen auseinander. Ziel dieser Quelle

ist neben der Vermittlung der wichtigsten Ursachen der Symptome auch die Verbesserung der Clinical Reasoning Fähigkeiten von Student*innen der Humanmedizin.

1.2.2 Lerntheorien, welche didaktische Überlegungen zur Vermittlung von Clinical Reasoning Kompetenzen unterstützen

Zur didaktisch effektiven Wissensvermittlung sollten aktuelle Lerntheorien und Lehrmethoden beachtet werden. (38)

Der **Behaviorismus** setzt sich ausschließlich mit den beobachtbaren Verhaltensänderungen der Lernenden als Antwort auf äußere Reize (klassischerweise *Belohnung* oder *Bestrafung*) auseinander und ignoriert dabei die zugrundeliegenden kognitiven Prozesse. (39,40) Er stützt sich auf die Pavlov'sche klassische Konditionierung und die Skinner'sche operante Konditionierung und ist auch in der Lage Lernprozesse bei Tieren zu beschreiben. (39,41) Komplexe Lernprozesse, insbesondere im Zusammenhang mit *aktivem* Erlernen, können mit dem Behaviorismus jedoch nicht erklärt werden. (42)

Aus diesem Grund wurde der Behaviorismus in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zunehmend vom sogenannten **Kognitivismus** abgelöst, welcher bis heute vielen modernen Lehrformen zugrunde liegt. Der Kognitivismus spricht den Lernenden eine aktive Rolle im Wissenserwerb zu. (39) Er inkludiert, im Gegensatz zum Behaviorismus, auch kognitive Lernprozesse und berücksichtigt dabei wie Informationen aufgenommen, konstruiert und repräsentiert werden. (39) Die sozialkognitiven Lerntheorien gehen sogar noch weiter und beziehen das soziale Umfeld und die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden ein. (42)

Der **Konstruktivismus** stellt das Wissen, Lernen und sogar die objektive Realität in Frage. (39) Im Gegensatz zum Kognitivismus, der die Lernenden als unbeschriebene weiße Blätter

betrachtet, welche lediglich das vorgegebene Wissen kopieren, beachtet der Konstruktivismus die individuellen Erfahrungen und Betrachtungen der Realität. Wissen wird in dieser Sichtweise individuell *konstruiert*. (39)

Das „**meaningful learning**“ ist eine konstruktivistische Lehrmethode, welche das zu Erlernende mit bereits vorhandenem Wissen in Relation setzt. (43,44) Durch eine Vernetzung der Lerninhalte können diese nicht nur länger behalten, sondern auch deutlich besser zur Problemlösung eingesetzt werden als beispielsweise auswendig gemerkte Fakten. (43,44) Die Vernetzung der Lerninhalte geschieht durch das individuelle Verständnis der neuen Information im Kontext zu bereits vorhandenen Konzepten. (45,46) Um „meaningful learning“ zu erreichen, müssen die Lerninhalte zudem von den Lernenden als bedeutsam erachtet und aktiv erlernt werden. (46)

Das sogenannte „**concept mapping**“ stellt eine erfolgreiche Lernstrategie im Zusammenhang mit dem „meaningful learning“ dar. (47–50) Es wird versucht eine visuelle **konzeptualisierte Struktur** des zu erlernenden Wissens zu erstellen, die sich in bestehendes Wissen integrieren und lebenslang ausbauen und ergänzen lässt. (48) Diese Struktur kann hierarchisch gegliedert und kategorisiert werden. (51) Die Konzeptualisierung muss keiner realen Wirklichkeit entsprechen. (45) Um allerdings im Rahmen des „meaningful learning“ in bestehendes Wissen integriert zu werden, bietet es sich an eine Konzeption anhand der gegebenen realen Zusammenhänge vorzunehmen.

Die von Patient*innen geäußerten Symptome sind auf Basis von pathophysiologischen, physiologischen oder zumindest anatomischen Grundlagen beschreibbar und damit für das Meaningful learning und die Zuordnung zu möglichen Differentialdiagnosen durch ein aktives „concept mapping“ zugänglich. Es konnte gezeigt werden, dass Student*innen der Humanmedizin, denen die pathophysiologischen Grundlagen neurologischer Symptome und Zeichen vermittelt wurden, länger in der Lage sind diese Befunde mit den

zugrundeliegenden Erkrankungen zu verlinken als jene, die lediglich eine auf Häufigkeit basierte Liste vorgelegt bekommen. (52) Interessanterweise sind in einer **unmittelbar** nach der Lehreinheit durchgeführten Überprüfung keine signifikanten Unterschiede festzustellen, was zeigt, dass es für die kurzfristige Merkfähigkeit offenbar keine Unterschiede macht ob Fakten lediglich auswendig gemerkt oder verstanden wurden. (52)

1.2.2.1 Praxisbeispiel

Um die Wirksamkeit des „concept mapping“ zu illustrieren, wird im Folgenden ein Praxisbeispiel vorgestellt. Exemplarisch sei hier eine (unvollständige) alphabetisch-strukturierte Liste mit 30 Differentialdiagnosen des *Ikterus* dargestellt:

Tabelle 1, Differentialdiagnose Ikterus (53)

Akute virale Hepatitis	Malaria
ASH	Mb. Meulengracht-Gilbert
Autoimmunhämolytische Anämie	Mb. Wilson
Bakterielle Cholangitis	Metastasenleber
Budd-Chiari-Syndrom	Mirizzi-Syndrom
Choledocholithiasis	NASH
Cirrhose cardiaque	Pankreaskopf-Karzinom
Dekompensierte Leberzirrhose	Primär biliäre Cholangitis
Drug-induced liver injury (DILI)	Primär sklerosierende Cholangitis
Dubin-Johnson-Syndrom	Pyruvatkinase-Mangel
Fasciola hepatica	Rotor-Syndrom
G6PDH-Mangel	Sarkoidose
Hämolytisch-Urämisches-Syndrom	Sekundär sklerosierende Cholangitis
Klatskin-Tumor	Sphärozytose
Knollenblätterpilz-Vergiftung	Thrombotisch-Thrombozytop.-Purpura

Offensichtlich wäre es sehr schwierig, sich diese Liste in der gegebenen alphabetischen Struktur dauerhaft einzuprägen. Dies liegt daran, dass die alphabetische Liste kaum, wie im Rahmen des Meaningful Learning gefordert, in bestehendes Wissen integriert werden kann. Dies gelingt jedoch durch Konzeptionalisierung des Ikterus anhand seiner Pathophysiologie in prähepatisch, intrahepatisch und posthepatisch – vorausgesetzt die zugrundeliegende Pathophysiologie ist bekannt. Um zum oben genannten Beispiel zurückzukommen, hier noch einmal die Differenzialdiagnosen des *Ikterus*, dieses Mal in eine pathophysiologisch-organisierte Struktur eingebettet:

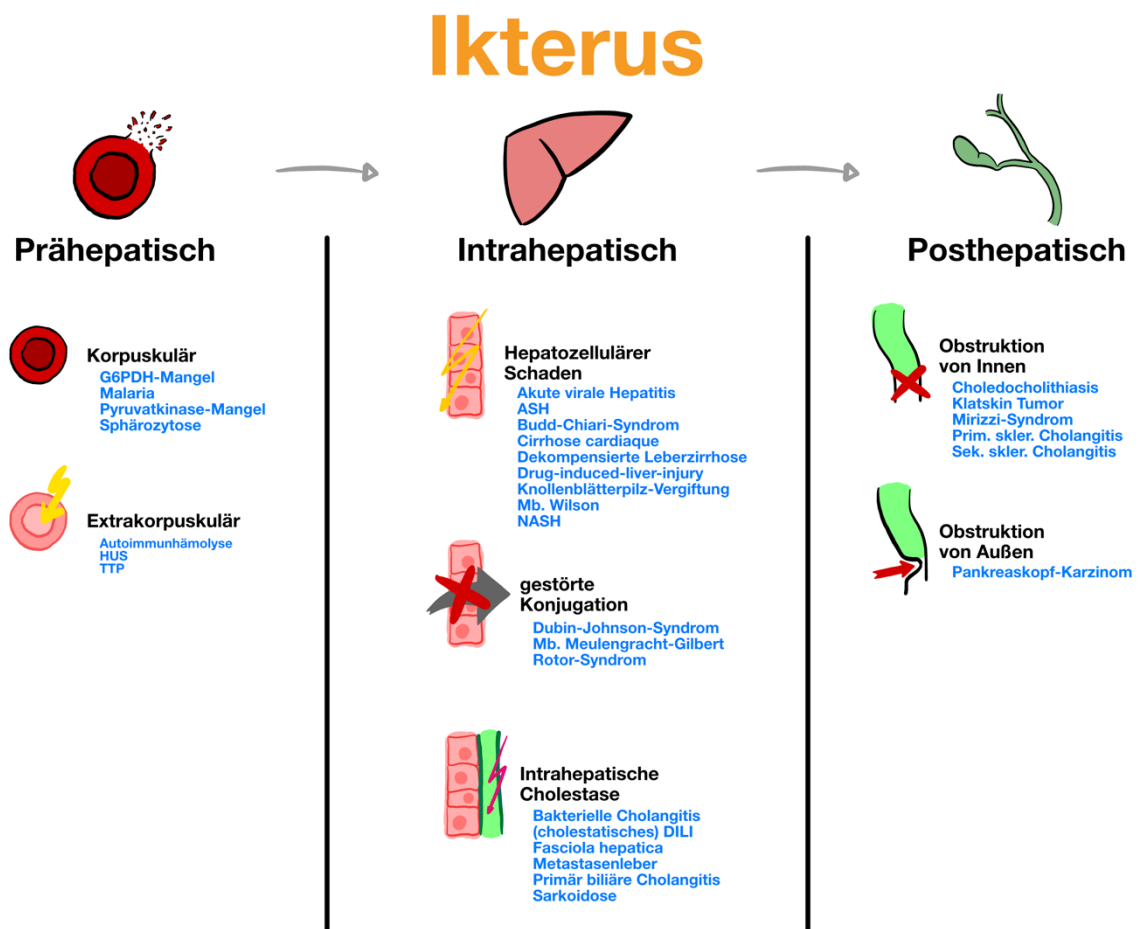


Abbildung 2, Ikterus Konzept

Während die **alphabetische Liste** lediglich **auswendig** gemerkt werden kann, ist es den Lernenden möglich, das darunter angeführte auf pathophysiologischen Grundlagen basierende **Konzept** hinter Ikterus zu **verstehen**. Das Konzept wird dadurch länger gemerkt als die auswendiggelernte Liste und kann aktiv zur Problemlösung eingesetzt werden. (44) Der Erfolg dieser „concept map“ setzt allerdings die Kenntnis der Pathophysiologie des Ikterus voraus.

“Was man nicht versteht, besitzt man nicht.“ – Johann Wolfgang von
Goethe (54)

Dieses Schema könnte beliebig weiter unterteilt werden. Somit lassen sich auch angrenzende und überlappende Themengebiete in die Struktur eingliedern. Man könnte beispielsweise die korpuskulären hämolytischen Anämien weiter in *Enzymopathien*, *Membranopathien* und *Infektionserkrankungen* unterteilen. Allerdings würde diese multidimensionale Darstellung der Krankheitsgruppen innerhalb einer einzelnen Graphik schnell unübersichtlich, was den Lerneffekt der „concept map“ stark einschränkt. (51) Dieses Problem kann durch Nutzung moderner interaktiver Medien gelöst werden (s.u.). (51)

Die Gliederung der einzelnen Erkrankungen in pathophysiologische Gruppen bietet zudem den großen Vorteil, dass komplexere **Krankheitsgruppen** kaum mehr vollständig vergessen werden können, solange das **Gesamtkonzept** noch bekannt ist: es ist kaum vorstellbar, dass der posthepatische Ikterus vergessen wird, wenn man sich noch an den prä- und intrahepatischen Ikterus erinnert. Weitere Vorteile des „concept mapping“ sind die Vermittlung der tiefgreifenden mechanistischen Zusammenhänge, welche, wie bereits mehrfach beschrieben, für das „Clinical Reasoning“ genutzt werden können. (7,55–57) So kann etwa anhand der Einteilung des *Ikterus* in prä-, intra- und posthepatisch auch die Auslenkung des unkonjugierten bzw. konjugierten Bilirubins sowie der Leberfermente hergeleitet werden. Außerdem lassen sich bereits erste therapeutische Implikationen erkennen – man denke nur an Exsikkose bei Diarrhoe und den daraus resultierenden

Flüssigkeitsbedarf. Das einmal einstudierte Konzept kann lebenslang um neue Diagnosen und Faktoren erweitert werden. Auch die Motivation von Student*innen zum Lernen scheint durch das „concept mapping“ positiv beeinflusst zu werden. (58) Durch die Vermittlung der physiologischen bzw. pathophysiologischen Grundlage der Symptome lässt sich eine frühe Verbindung von vorklinischen mit klinischen Lehrinhalten erzielen. Student*innen erkennen dadurch sehr früh im Studium warum und wozu Sie Lehrinhalte benötigen und verwenden werden. (59) Die symptomorientierte Lehre stellt den hilfeschuchenden **Menschen** vom Beginn des Studiums in den **Mittelpunkt** der Lehre und damit letztendlich des ärztlichen Handelns, wodurch implizit auch die Vermittlung der zentralen ethischen Grundhaltung erfolgt. (60)

1.2.3 Lehrformate

Bei der Erstellung neuer Lehrangebote stehen, in Abhängigkeit vom zu vermittelndem Kompetenzniveau, verschiedene Lehrformate zur Verfügung. (61) Neben den klassischen universitären Lehrformaten (zB. Vorlesungen, Seminare) kommen zunehmend auch neuere Methoden zum Einsatz. Hierzu gehören unter anderen das „problem-based-learning“, „case-based-learning“, „simulation-based-learning“, „flipped-classroom“ Modelle und „E-learning“. (61) Spätestens mit Beginn der COVID 19-Pandemie, mussten medizinische Hochschulen aufgrund längerfristiger Lock-Downs und eingeschränkter, freier Beweglichkeit große Teile ihrer Lehrinhalte in den virtuellen Raum verlagern und entweder in Echtzeit oder „on demand“ anbieten. (62,63) Die Umstellung der medizinischen Lehre während der Pandemie zeigte, dass es möglich ist, gewisse Lehrinhalte ohne Qualitätsverluste fortan in virtuellen Formaten anzubieten. (64) Auch wenn es im Verlauf der Pandemie teils wieder möglich war Lehrveranstaltungen in Präsenz abzuhalten, konnte gezeigt werden, dass Medizinstudierende gewisse Teile der Lehre weiterhin online absolvieren möchten, während andere Teile bevorzugt in Person absolviert werden. (65)

Virtuelle Lehrangebote können in synchrone und asynchrone Formate unterteilt werden. (66) **Synchrone** Lehre zeichnet sich durch zeitgleichen Unterricht aller Teilnehmer*innen

durch die Lehrperson aus, wohingegen **asynchrone** Lehre zeitunabhängig stattfindet. (67) Beide Formate weisen zahlreiche Vor- und Nachteile, in Abhängigkeit der Lehrsituation auf. (67,68) Die Stärken von synchronen Lehrformaten sind die Nutzung von natürlicher Sprache, direktem Feedback sowie die interpersonelle Kommunikation auch zwischen den Teilnehmer*innen (Lehrende und Lernende). (67) Allerdings schränken synchrone Lehrformate die individuelle Zeiteinteilung der Teilnehmer*innen ein und erfordern einen höheren Aufwand bei der Bereitstellung der notwendiger personeller und technischer Infrastruktur. (67) Asynchrone Lehre ermöglicht den individuellen Teilnehmer*innen, zeit- und zumeist ortsunabhängiges Lernen. Allerdings erfordert dies ein höheres Maß an Eigeninitiative seitens der Teilnehmer*innen und die teils aufwändige Erstellung und Bereitstellung von Lehrmedien wie Videofilmen, Podcasts oder interaktiven Websites. (67) Bernard et. al. konnte in einer Metaanalyse feststellen, dass asynchrone Lehrformate in der Distanzlehre in Bezug auf den Lernerfolg überlegen waren, während im Präsenzunterricht die synchronen Lehrformate besser abschnitten. (69)

Medizinstudent*innen nutzen zunehmend frei-verfügbare online-Lernquellen wie Lehrvideos oder Podcasts als Ergänzung zur universitären Lehre. (70–74) Diese bieten den Studierenden die Vorteile der freien Zeiteinteilung („on demand“) sowie der beliebigen Wiederholbarkeit des Gelernten. (75) Das verfügbare Lernmaterial wird auf den gängigen Plattformen jedoch meist ohne Peer-Review Prozesse zu durchlaufen, zur Verfügung gestellt. Zahlreiche Untersuchungen konnten zeigen, dass besonders Lehrvideos auf den gängigen Plattformen wie „*YouTube*“ häufig nicht den universitären Standards entsprechen. (76) Auch universitäre Lehrvideos werden vom Großteil der Student*innen akzeptiert und sind mit besserem Abschließen von Lehrveranstaltungen assoziiert. (70)

1.2.3.1 Digitale Konzeptualisierung

„Concept maps“ (s.o.) sind besonders effektiv, wenn sie hierarchisch gegliedert und sequenziell aufgebaut werden. (51) Eine 2-dimensionale graphische Darstellung stößt jedoch schnell an ihre Grenzen und wird unübersichtlich. Animierte digitale Medien wie

Bildschirmpräsentationen oder Videos können hierbei Abhilfe schaffen. (51,77,78) Sie erlauben es, eine konzeptualisierte Struktur Stück für Stück zu offenbaren und so die Aufmerksamkeit der Zuseher*innen auf die zu diesem Zeitpunkt relevanten Aspekte zu lenken. Außerdem können komplexe funktionelle Zusammenhänge als Bewegungsabläufe direkt dargestellt werden, anstatt nur indirekt mittels Pfeilen. (77) Mayer et. al. stellt mit seiner „**Cognitive Theory of Multimedia Learning**“ einen evidenzbasierten Rahmen für die Erstellung digitaler animierter Lehrangebote zur Verfügung. (79,80) Eine zusätzliche verbale Erklärung der Informationen steigert nachweislich den Lerneffekt. (81,82) Diese sollte in natürlicher, anstatt formeller Sprache erfolgen. (83,84) Unnötige Geräusche und Sound-Effekte mindern den Lernerfolg und sollten daher vermieden werden. (85)

Eine kurze Instruktion der einzelnen Komponenten eines funktionellen Systems zu Beginn erleichtert die Konstruktion eines kognitiven Modells und verbessert so die Fähigkeit zur Problemlösung. (86) Bei der anschließenden Darstellung der funktionellen Zusammenhänge ist darauf zu achten, dass keine unnötige Information dargestellt wird, um die Zuseher*innen nicht von den Grundprinzipien abzulenken. (87) Es konnte gezeigt werden, dass Student*innen, die zu viel Information zu einem physiologischen Prinzip präsentiert bekommen, bei der praktischen Anwendung des erworbenen Wissens schlechter abschneiden als jene die weniger Zusatzinformationen erhalten. (88) Wenn animierte Videos zum Einsatz kommen, sollten diese nicht wesentlich länger als 6 Minuten dauern, oder in einzelne Abschnitte segmentiert werden. (87) Die Segmentierung der dargestellten Informationen in kleinere zusammenhängende Einheiten verhindert eine kognitive Überlastung der Lernenden. (87,89)

Der folgende methodische Teil widmet sich der praktischen Erstellung animierter Videos mit erklärendem Sprechtext zu ausgewählten klinischen Leitsymptomen und -zeichen.

2 Methoden

2.1 Auswahl der Leitsymptome

Vor Beginn der Videoarbeiten musste eine Auswahl der klinischen Leitsymptome und -zeichen getroffen werden. Zur Orientierung wurde der “Klinische Lernzielkatalog Österreich“ herangezogen. (36) In der Medizin ist es üblich, schon sehr früh im diagnostischen Prozess, wie auch in Fachpublikationen, eine Interpretation des Befundes vorzunehmen. (90) Eine *Bewusstseinsstörung* wird am Krankenbett sehr schnell als *Delirium* bezeichnet, welches wiederum in der Literatur als eigene Entität mit verschiedenen, in erster Linie metabolischen Ursachen gesehen wird – der Begriff *Bewusstseinsstörung* hingegen ist wesentlich breiter und kann je nach Interpretation auch zentralnervöse Schädigung und psychiatrische Erkrankungen umfassen. Allerdings ist diese Verallgemeinerung bei gewissen Symptomen nicht sinnvoll: so ist etwa der *Icterus* als Gelbfärbung der Haut durch Bilirubin definiert. Auch wenn Patient*innen wahrscheinlich nur selten das Wort Icterus zur Beschreibung ihres Symptoms gebrauchen, sind andere Ursachen für Gelbfärbung der Haut klinische Raritäten.

Nach umfangreicher Recherche wurde eine Auswahl an klinischen Leitsymptomen anhand ihrer Relevanz in der Patient*innen-Erstversorgung, sowie ihrer diagnostischen Komplexität getroffen. (91–95) Die folgende Liste gibt in alphabetischer Reihenfolge die Auswahl der klinischen Leitsymptome wieder:

- Aszites
- Bauchschmerz
- Beinödeme
- Beinschmerz
- Bewusstseinsstörung
- Diarrhoe
- Dysphagie

- Dyspnoe
- Fieber
- Gelenkschmerzen
- Hämaturie / Dunkler Harn
- Ikterus
- Kopfschmerz
- Kreislaufschock
- Oligurie / Anurie / Akutes Nierenversagen
- Schwindel
- Thoraxschmerzen
- Transiente Bewusstlosigkeit (Synkopen etc.)
- Übelkeit / Erbrechen

2.2 Erstellung der Inhalte

Eine umfangreichen Planungsphase sollte eine einheitliche, wiedererkennbare Struktur der Lehrfilme garantieren.

Aus diesem Grund wurde, entsprechend der „Cognitive Theory of Multimedia Learning“, ein standardisierter Videoablauf entwickelt, der folgende Segmente aufweist:

1. Einführung
2. Definition des Symptoms und zentraler Begriffe
3. Ggf. Abgrenzung zu ähnlichen Symptomen (z.B. Regurgitation vs. Erbrechen)
4. „Red-Flag-Symptome“/Zeichen die für Patient*innen gefährliche Verläufe anzeigen
5. Ggf. Physiologische oder pathophysiologische Grundlagen
6. Konzeptualisiertes Leitsymptom
7. Kurze Wiederholung und Zusammenfassung der Kernaussagen

Im Einzelfall wurden Abweichungen von diesem Ablauf vorgenommen: Beispielsweise war es nicht notwendig den Begriff “Bauchschmerz“ zu definieren, es wurde jedoch auf die Unterscheidung zwischen akuten und chronischen Bauchschmerzen hingewiesen.

Die inhaltliche Konzeption der Videos erfolgte in Zusammenarbeit mit fachspezifischen Lehrbefugten der Medizinischen Universität Graz. Es wurde eine umfangreiche Recherche durchgeführt und die Punkte *Definition, Abgrenzung, „Red Flag“ Symptome* gängigen Leitlinien, Übersichtsarbeiten oder Lehrbüchern zum Thema entnommen. Eine initiale Konzeptionierung der Leitsymptome folgte zum Teil gängigen klinischen Einteilungen (zB. bei Kopfschmerzen primär vs. sekundär), zum Teil mussten diese Einteilungen aus didaktischen Gründen jedoch auch modifiziert bzw. zusammengefasst werden. Zu manchen Symptomen konnte keine einheitlich genutzte Klassifikation gefunden werden (zB. Übelkeit). Hier wurde versucht, die Konzepte möglichst anhand der zugrundeliegenden Physiologie oder Pathophysiologie zu erstellen. Bei Thorax- und Bauchschmerzen wurde auf eine anatomische Einteilung zurückgegriffen und als Schlüsselbotschaft vermittelt, dass zur Diagnose eine genauere Lokalisation der Pathologie erfolgen müsse. Bei Gelenkschmerz wurde (wie klinisch gebräuchlich und nützlich) zwischen degenerativen und entzündlichen Prozessen unterschieden. Bewusstseinsstörung wurde in Erkrankungen des Nervensystems und nicht-neurologische Erkrankungen unterteilt.

Die Konzeptionierung der Symptome erfolgte digital auf einem Apple iPad. Nach finaler Einigung auf die konzeptualisierten Lehrinhalte, welche sowohl klinische als auch didaktische Ansprüche erfüllten, konnte mit der Videofertigung begonnen werden.

2.3 Technische Umsetzung

Anhand der skizzierten Konzepte und dem oben beschriebenen Standard-Videoablauf wurden Sprechtexte in natürlicher Sprache verfasst und den beteiligten Lehrenden zur Korrektur vorgelegt. Der Feedback-Prozess mit den Lehrenden verlief unterschiedlich – teils

erfolgte ein Treffen *in personam*, teils wurde eine kurze Videokonferenz abgehalten und in wenigen Fällen auch nur eine reine E-Mail-Konsultation. Die inhaltlichen Änderungen wurden gegebenenfalls in die digitalen Konzeptskizzen eingearbeitet.

Die Texte wurden durch mich eingesprochen. Hierfür wurde ein Mikrofon mit integriertem Audio-Interface („*Yeti Blue*“) und das Programm „*Garage Band*“ genutzt. Der Export der Audio-Dateien erfolgte im verlustfreien .wav-Format. Um die Akustik möglichst von Hall und Echo zu befreien, wurde ein Sound-Shield der Firma *Marantz* angeschafft.

Die skizzierten Konzepte dienten als Vorlage für die zu erstellenden Graphiken. Zur Darstellung der einzelnen Komponenten der „concept maps“ waren Icons notwendig. Diese wurden freundlicherweise von *Dr. Felix Gunzer* erstellt und kostenfrei zur Verfügung gestellt. Alle weiteren Graphiken, wurden von *Luisa-Christin Kaßler* digital gezeichnet. Die Icons wurden mit Hilfe der Programme „*Adobe Illustrator*“ und dem „*Affinity Designer*“ erstellt. Es wurde bewusst ein Vektor-Format gewählt, um eine unkomplizierte Skalierung zu ermöglichen. Beim Export zur Animation wurde ein .png-Format mit transparentem Hintergrund gewählt. Weitere Graphiken, insbesondere zur Darstellung des fakultativ-notwendigen Abschnittes zur Physiologie/Pathophysiologie, wurden von *Luisa-Christin Kaßler* auf einem „*Apple iPad*“ mit dem Programm „*Adobe Fresco*“ gezeichnet. Diese wurden ebenfalls im .png-Format exportiert.

Die Animationsphase der Videos erfolgte mit dem Programm „*Adobe After Effects*“. *Luisa-Christin Kaßler* wirkte unterstützend bei der Videoanimation. Die erstellten Graphiken wurden zeitgenau in Abstimmung mit dem Sprechtext animiert. Um den Zuseher*innen eine durchgängige und schlüssige Lernerfahrung zu vermitteln, wurde versucht die Diagnoseschemata, nach Einführung in die wichtigsten Grundlagen, vom Allgemeinen ins Detail zu führen, um jedoch immer wieder zu den grundlegenden Prinzipien zurückzufinden. Beispielsweise wurde *Fieber* in infektiöse und nicht-infektiöse Ursachen gruppiert. Beide

Kategorien können noch weiter unterteilt werden, zB. nicht-infektiöse Fieber-Ursachen in Autoimmunität/Autoinflammation, Reaktion auf Fremdstoffe, Paraneoplastisches Fieber und Zellzerfall. Und auch diese Gruppen werden im Video noch detaillierter besprochen – es wird jedoch bei Übergängen immer wieder auf die derzeitige Hauptkategorie (nicht-infektiöse Ursachen für Fieber) hingewiesen. Die kurze Wiederholung am Ende des Videos diente ebenfalls der Bewusstmachung der wichtigen Grundlagen. Auf unnötige Informationen und irrelevante Sound-Effekte wurde bewusst verzichtet.

Die fertig-animierten Videos wurden mehrmals auf Fehler gescreent. Anschließend wurde den beteiligten Lehrenden das Video per E-Mail über „*YouTube*“ zur Verfügung gestellt, um noch letzte Einwände/Korrekturvorschläge zu äußern. Wenn eine inhaltliche Freigabe erfolgte, konnten die Videos in das Videoportal der MedUni Graz („*VITAL*“) übernommen werden.

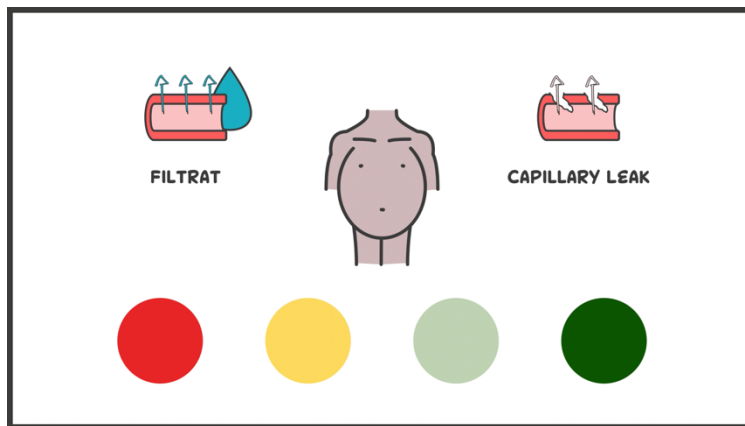
3 Ergebnisse

Als Ergebnis dieser Arbeit sind 19 Lehrfilme zu oben genannten klinischen Leitsymptomen entstanden. Die einzelnen Lehrfilme können entweder über die untenstehenden QR-Codes oder durch Eingabe des Hyperlinks aufgerufen werden.

Die gesammelten Videos sind auch Videoportal der MedUni Graz („VITAL“) zu finden:

<https://vital.medunigraz.at/#/courses/193f44ca-97c1-44e7-a344-926daa81e6fc>

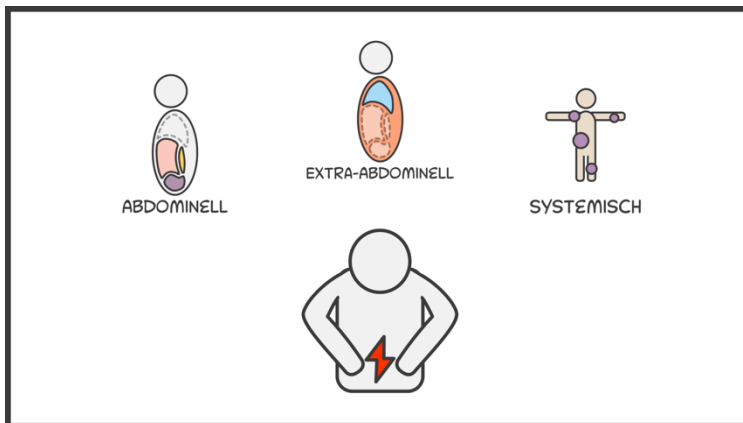
3.1 Aszites



Revision und Freigabe durch Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. Martin Wagner, Klin. Abt. für Gastroenterologie / Hepatologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

https://youtu.be/PdzV27j97_M

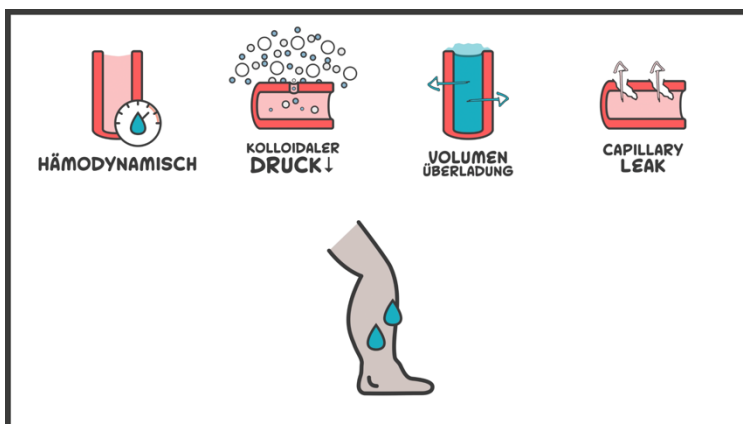
3.2 Bauchschmerz



Revision und Freigabe durch Univ.-Doz. Dr. Heimo Wenzl, Klin. Abt. für Gastroenterologie / Hepatologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/LqISyMvBJC0>

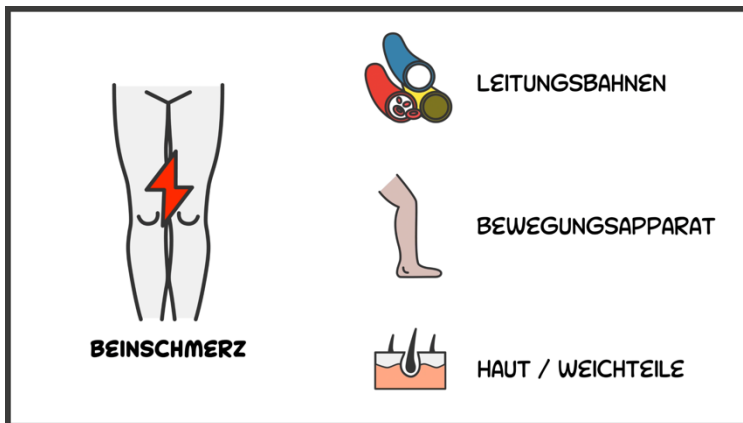
3.3 Beinödeme



Revision und Freigabe durch Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. Thomas Gary, Klin. Abt. für Angiologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/LqISyMvBJC0>

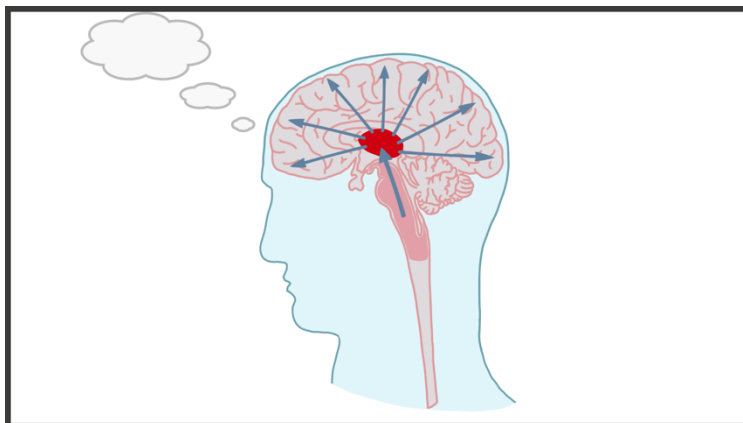
3.4 Beinschmerz



Revision und Freigabe durch Ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. Gerald Seinost, Klin. Abt. für Angiologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/Lq1SyMvBJC0>

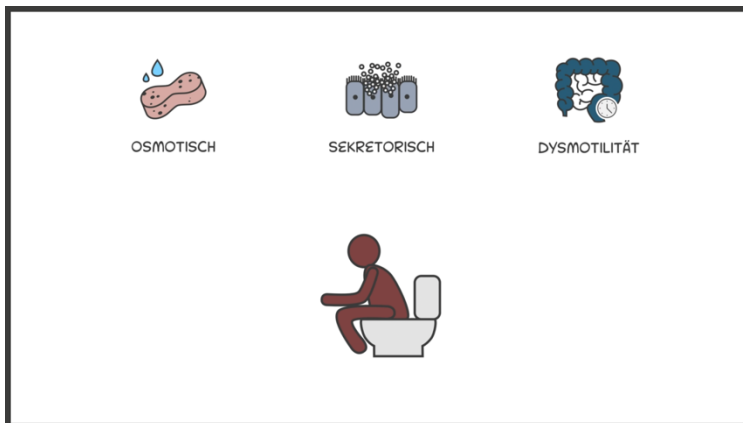
3.5 Bewusstseinsstörung



Revision und Freigabe durch Univ.-Prof. Dr.med.univ. Reinhold Schmidt, Univ. Klinik für Neurologie

<https://youtu.be/R1psi00BLmQ>

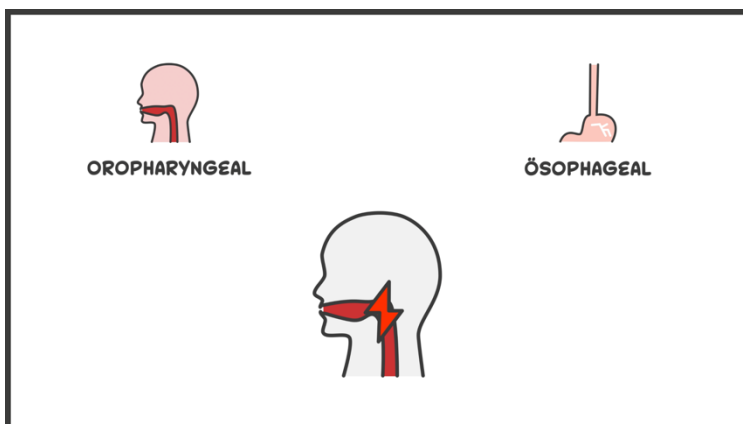
3.6 Diarrhoe



Revision und Freigabe durch Ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. Heinz Hammer und Univ.-Doz. Dr. Heimo Wenzl, Klin. Abteilung für Gastroenterologie / Hepatologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/LqISyMvBJC0>

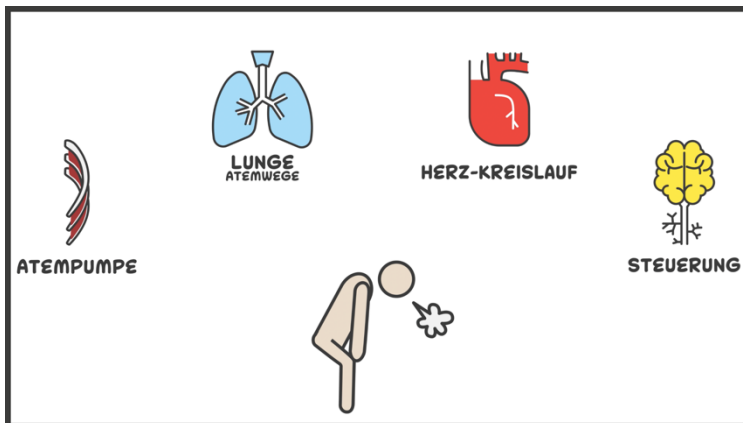
3.7 Dysphagie



Revision und Freigabe durch Dr.med.univ. Hansjörg Schlager, Klin. Abteilung für Gastroenterologie / Hepatologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/LqISyMvBJC0>

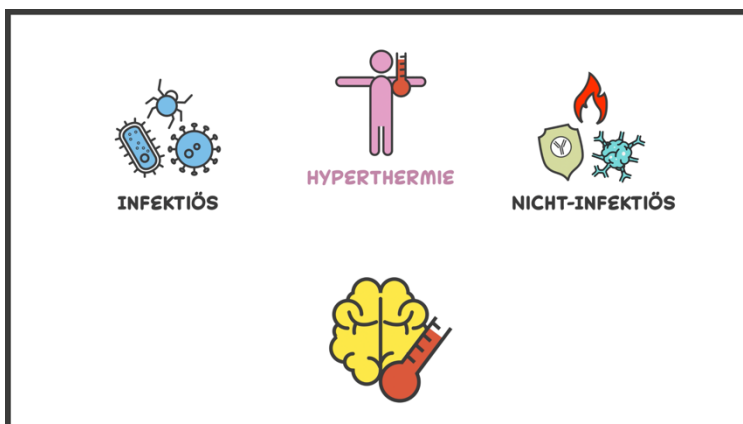
3.8 Dyspnoe



Revision und Freigabe durch Univ.-Prof. Dr.med. Horst Olschewski, Klin. Abteilung für Pulmologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/Lq1SyMvBJC0>

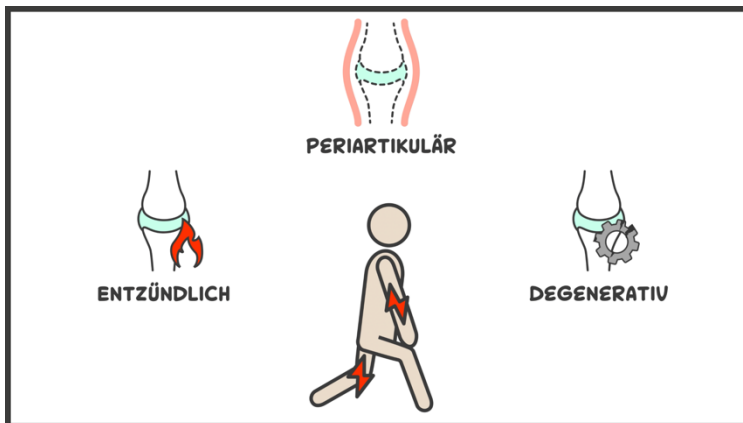
3.9 Fieber



Revision und Freigabe durch Dr.med.univ. Johannes Boyer und Univ.-Prof. Dr.med.univ. Robert Krause, Klin. Abteilung für Infektiologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/Lq1SyMvBJC0>

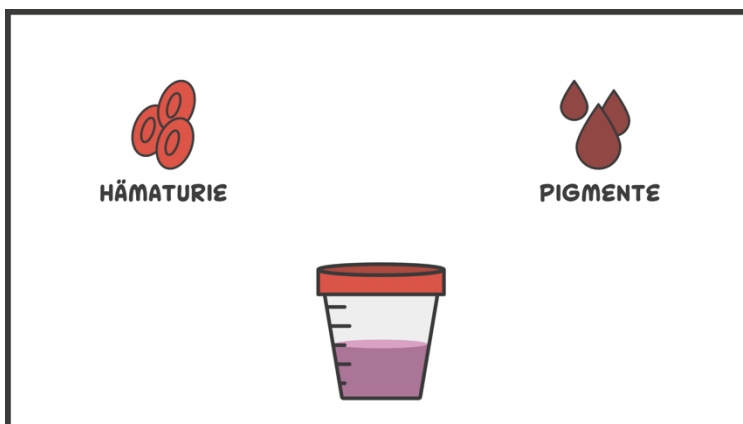
3.10 Gelenkschmerzen



Revision und Freigabe durch Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. Martin Stradner, Klin. Abteilung für Rheumatologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/Lq1SyMvBJC0>

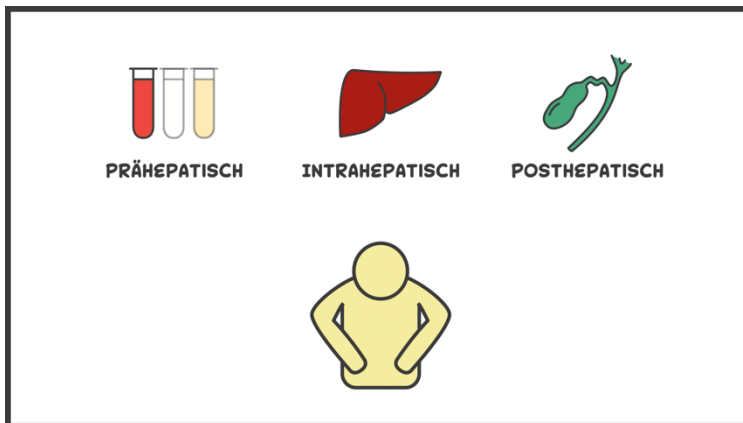
3.11 Hämaturie / Dunkler Harn



Revision und Freigabe durch Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. Katrin Eller und Ass.-Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. PhD. Alexander Kirsch, Klin. Abteilung für Nephrologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/jtQjpn1PmA>

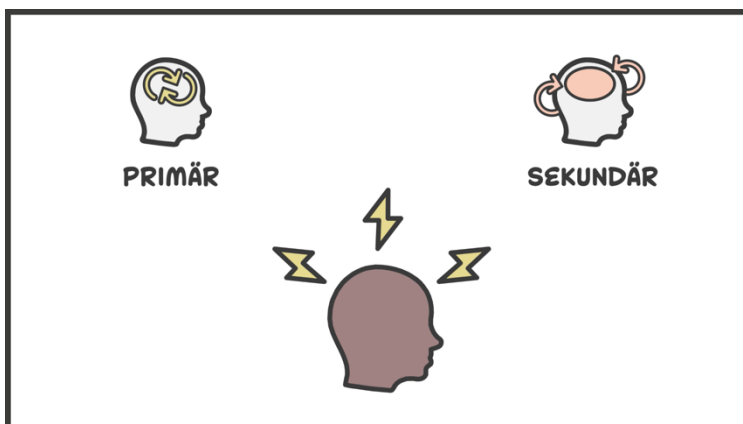
3.12 Ikterus



Revision und Freigabe durch Univ.-Prof. Dr.med.univ. Peter Fickert, Klin. Abteilung für Gastroenterologie / Hepatologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/LqISyMvBJC0>

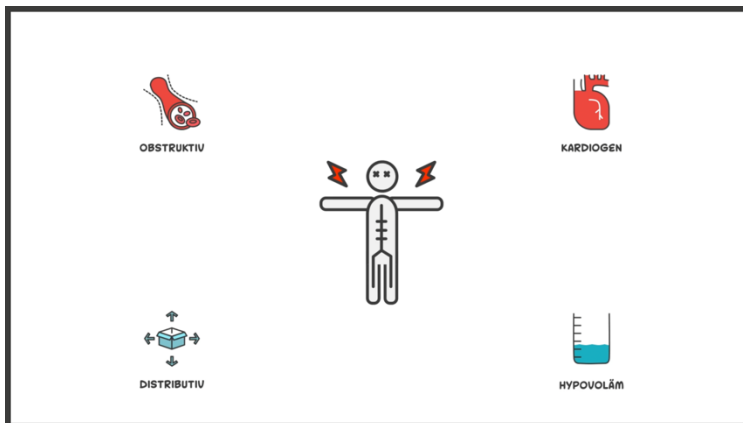
3.13 Kopfschmerz



Revision und Freigabe durch Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Thomas Gattringer, Univ. Klinik für Neurologie

<https://youtu.be/LqISyMvBJC0>

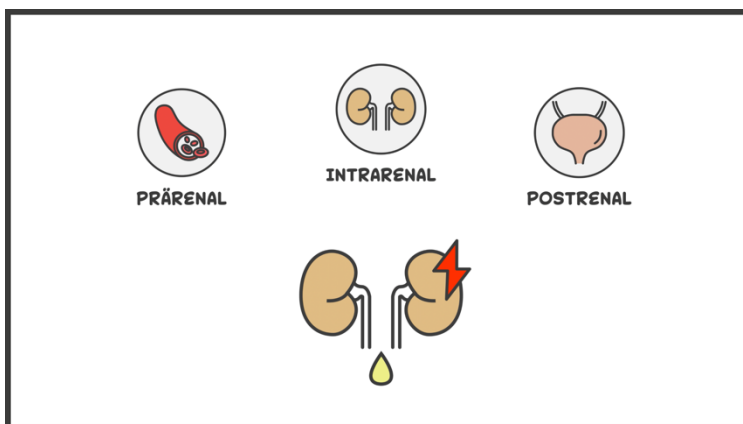
3.14 Kreislaufschock



Revision und Freigabe durch Univ. FA PD Dr.med.univ. Dr.scient.med. Paul Zajic und Univ.-Prof. Dr. Dr. Phillip Metnitz, Univ. Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin

<https://youtu.be/Lq1SyMvBJC0>

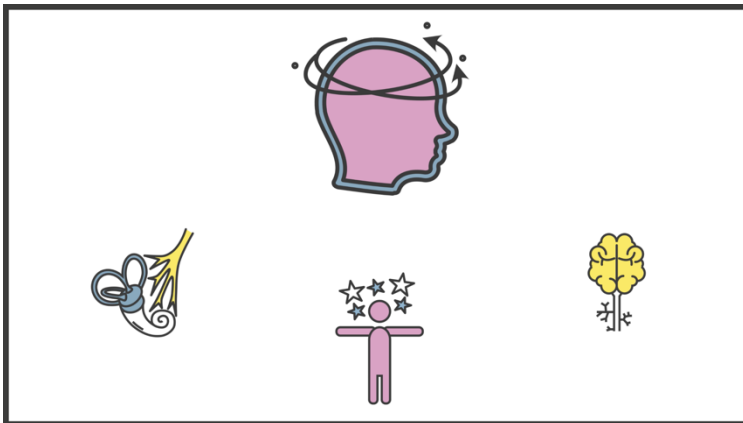
3.15 Oligurie, Anurie & Akutes Nierenversagen



Revision und Freigabe durch Assoz. Prof. PD Dr.med.univ. Katrin Eller und Ass.-Prof. PD Dr.med.univ. PhD. Alexander Kirsch, Klin. Abt. für Nephrologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/Lq1SyMvBJC0>

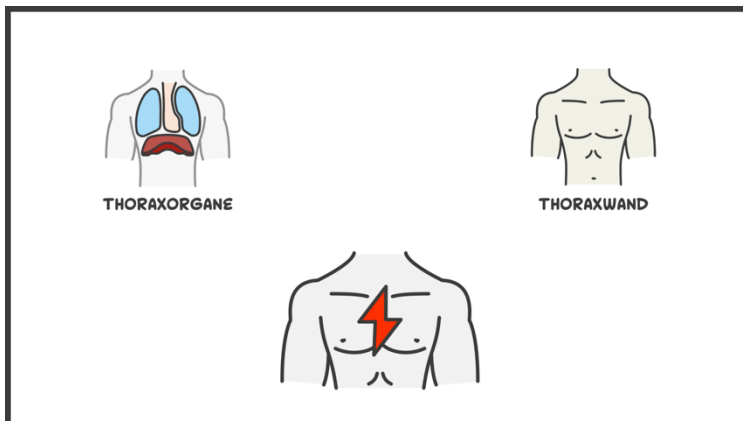
3.16 Schwindel



Revision und Freigabe durch Univ. FA Priv.-Doz. Dr.med.univ.et scient.med. Alexander Pichler, Univ. Klinik für Neurologie

<https://youtu.be/z6z3smUUn-Y>

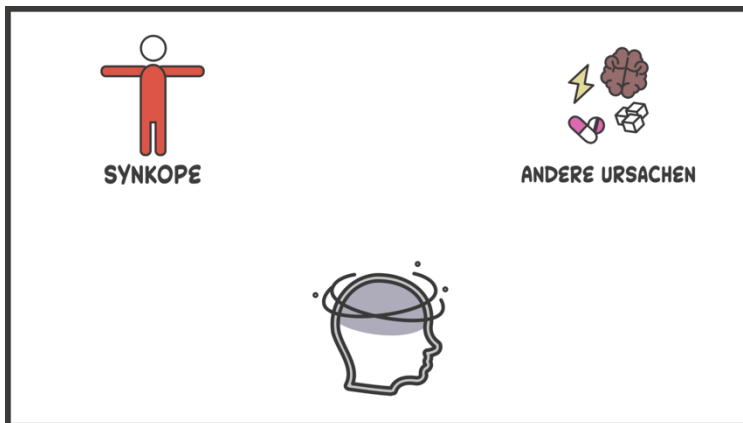
3.17 Thoraxschmerzen



Revision und Freigabe durch Univ. FA Priv.-Doz. Dr.med.univ. PhD. Martin Manninger-Wünscher, Klin. Abteilung für Kardiologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/LqISyMvBJC0>

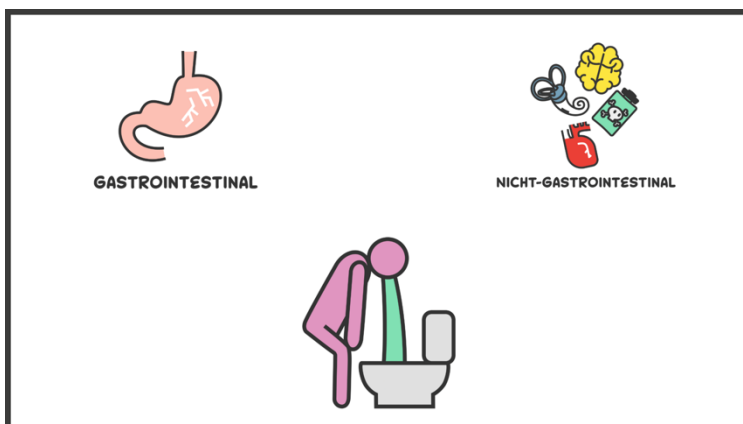
3.18 Transienter Bewusstseinsverlust



Revision und Freigabe durch Univ. FA Priv.-Doz. Dr.med.univ. PhD. Martin Manninger-Wünscher, Klin. Abteilung für Kardiologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

https://youtu.be/H_-m8LJYLGA

3.19 Übelkeit / Erbrechen



Revision und Freigabe durch Univ.-Prof. Dr.med.univ. Peter Fickert, Klin. Abteilung für Gastroenterologie / Hepatologie, Univ. Klinik für Innere Medizin

<https://youtu.be/9IpJ2VZUdfY>

4 Diskussion

4.1 Reflexion

Die Umsetzungsphase dieses Projektes verlief größtenteils nach Plan, wobei der zeitliche Aufwand, der für das Projekt notwendig war, um ein Vielfaches unterschätzt wurde. Die Konzeptualisierung der Leitsymptome gestaltete sich als äußerst schwierig. Dies lag zum Teil daran, dass ich mir das zu vermittelnde Wissen Großteils selbst erst erlernen musste. Gleichzeitig barg dies den Vorteil potenzielle Lernhürden oder Schwierigkeiten realitätsnahe im Sinne der Studierenden einschätzen zu können.

Ein initialer prototypischer Film zum Thema *Übelkeit/Erbrechen* war ein wichtiger Schritt zur weiteren Qualitätsverbesserung des angestrebten Formats in Hinblick auf die Konzeption, die Audio- und Videoqualität. Bei dieser ersten **Konzeptualisierung** zeigte sich, dass Kompromisse zwischen der naturwissenschaftlichen Darstellung von Physiologie, Pathophysiologie und Anatomie und der klinischen Relevanz getroffen werden müssen, um eine didaktisch wertvolle Lernquelle zu erstellen. Auch wenn das Ziel, die klinischen Leitsymptome als roten Faden schon in den vorklinischen Studienabschnitten einzusetzen, sinnvoll erscheint, muss doch eine gewisse Unterscheidung zwischen vorklinischen und klinischen Lehrinhalten erfolgen. So ist es etwa nicht sinnvoll sich in der detaillierten Darstellung der komplexen physiologischen Zusammenhänge von Übelkeit und Erbrechen bei Gastroenteritiden zu verlieren, wenn dies kaum klinische Relevanz hat. Da mir die **Animationssoftware** bis zu Beginn des Projektes vollkommen unbekannt war, musste auch der Umgang mit dieser erst erlernt werden. Auch die **Audioaufnahme** des Sprechtextes in sauberem Hochdeutsch bereitete mir als Steirer initial einige Schwierigkeiten. Die Zusammenarbeit mit professionellen Sprecher*innen war mit den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln nicht möglich.

Die Lernprozesse während der Produktionszeit resultierten in sichtbaren Qualitätsunterschieden zwischen den ersten und den letzten Filmen. Trotzdem haben auch die initialen Filme schon ihren Zweck, ein klinisches Leitsymptom verständlich anhand der funktionellen Grundlagen darzustellen, erfüllt. Ohne die großartige Hilfe von Felix Gunzer, Luisa-Christin Kaßler und den zahlreichen beteiligten Lehrenden wäre die Fertigstellung der Videos nicht möglich gewesen. Die Umsetzung dieser Lehrvideos durch eine wirtschaftlich arbeitende Firma wäre finanziell untragbar.

4.2 Auswirkungen

Als Auswirkung dieser Arbeit erhoffen wir uns einen Beitrag zur fortlaufenden Verbesserung der medizinischen Ausbildung an unserer Universität geleistet zu haben. **Studierende** können sich in Zukunft selbstständig, zeit- und ortsunabhängig die Grundlagen zu den wichtigsten klinischen Leitsymptomen aneignen oder diese wiederholen. Die Videos sollen in Zukunft genutzt werden, um Studierende auf symptomorientierte „Problem-based-learning-Seminare“ (PBL) vorzubereiten. Somit könnte ein schnellerer Einstieg auf höherem Niveau in die Thematik ermöglicht werden. Das durch die Videos angeeignete Wissen würde bei den PBL-Seminaren aktiv trainiert und gefestigt werden. Medizinstudent*innen haben oft Schwierigkeiten einen sinnstiftenden Zusammenhang zwischen den vorklinischen und klinisch-praktischen Disziplinen zu erkennen. (96–98) Das Erkennen der Relevanz von Lerninhalten steigert die Motivation von Student*innen, und führt somit zu besserem Lernerfolg. (99,100) Die **Lehrenden** könnten sich auf die Beantwortung spezieller Fragestellungen fokussieren. Die Bereitstellung einer einheitlichen Online-Lernquelle, erzielt einen homogenen Wissen-Standard der Teilnehmer*innen. (101) Durch die interdisziplinäre und fächerübergreifende Relevanz von klinischen Leitsymptomen und -zeichen lassen sich die Videos zur konsequenten Verfolgung gemeinsamer Lernziele in verschiedenen Lehrsituationen nützen.

4.3 Einschränkungen

Eine realistische und wirksamen Lernquelle, setzt eine sehr prägnante und kurz gefasste Darstellung der Inhalte voraus. Dem gegenüber steht die exakte wissenschaftliche Darstellung der hochkomplexen Zusammenhänge. Die Erstellung dieser Lehrfilme setzte daher gewisse Vereinfachungen und eine sorgfältige Auswahl der beleuchteten Aspekte voraus. Während selbstverständlich immer versucht wurde, dem Stand der Wissenschaften zu entsprechen, kann es im Rahmen dieser Lehrvideos natürlich nicht gelingen, jedes Detail dieser teils multifaktoriell bedingten Symptome zu beleuchten. In einzelnen Fällen ist es möglicherweise nicht gelungen, den Fokus auf die jeweils relevantesten Erkrankungen zu legen. Allerdings war es zum Teil auch gewünscht, auf seltenere Manifestationen und Erkrankungen aufmerksam zu machen.

Da sich diese Videos auf die Diagnostik bei erwachsenen Patient*innen beschränken, entstehen natürlich Lücken im pädiatrischen Bereich. Diesen speziellen Teil der Medizin mit abzudecken hätte eindeutig den Rahmen dieser Arbeit gesprengt. Die vorliegende Arbeit ist in erster Linie aus Sicht der „größeren“ interdisziplinären medizinischen Fächer, wie Innere Medizin, Allgemeinchirurgie und Neurologie bzw. der allgemeinmedizinischen Praxis entstanden. Ein Ausbau in Richtung der „kleineren“ Fächer (zB. Dermatologie, Augenheilkunde) mit den jeweils relevanten Symptomen wäre ebenfalls wünschenswert.

Eine weitere Einschränkung für die klinische Praxis ist, dass in den Videos keine Handlungsempfehlungen gegeben werden. Dies wäre einerseits aus zeitlichen Gründen nicht möglich gewesen, andererseits aber wurde auch bewusst darauf verzichtet. Der wissenschaftliche Fortschritt bewirkt einen ständigen Wandel konkreter Leitlinien. Es ist jedoch nicht davon auszugehen, dass sich etablierte funktionelle Grundlagen in signifikantem Maß ändern.

Ein „*Evidence based teaching*“ würde eine Überprüfung der Effektivität dieses Lehrvorhabens voraussetzen. (102,103) Leider war es im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich empirische Daten zu erheben. Das Angebot scheint jedoch insgesamt gut angenommen zu werden: beispielsweise sind die Videos im Jahr 2022, noch vor Abschluss des Projektes, insgesamt 8598 Mal über YouTube aufgerufen worden. Dies spiegelt sich auch in Zahlreichen positiven Kommentaren auf der Video-Plattform wider (s. Abbildung 3)

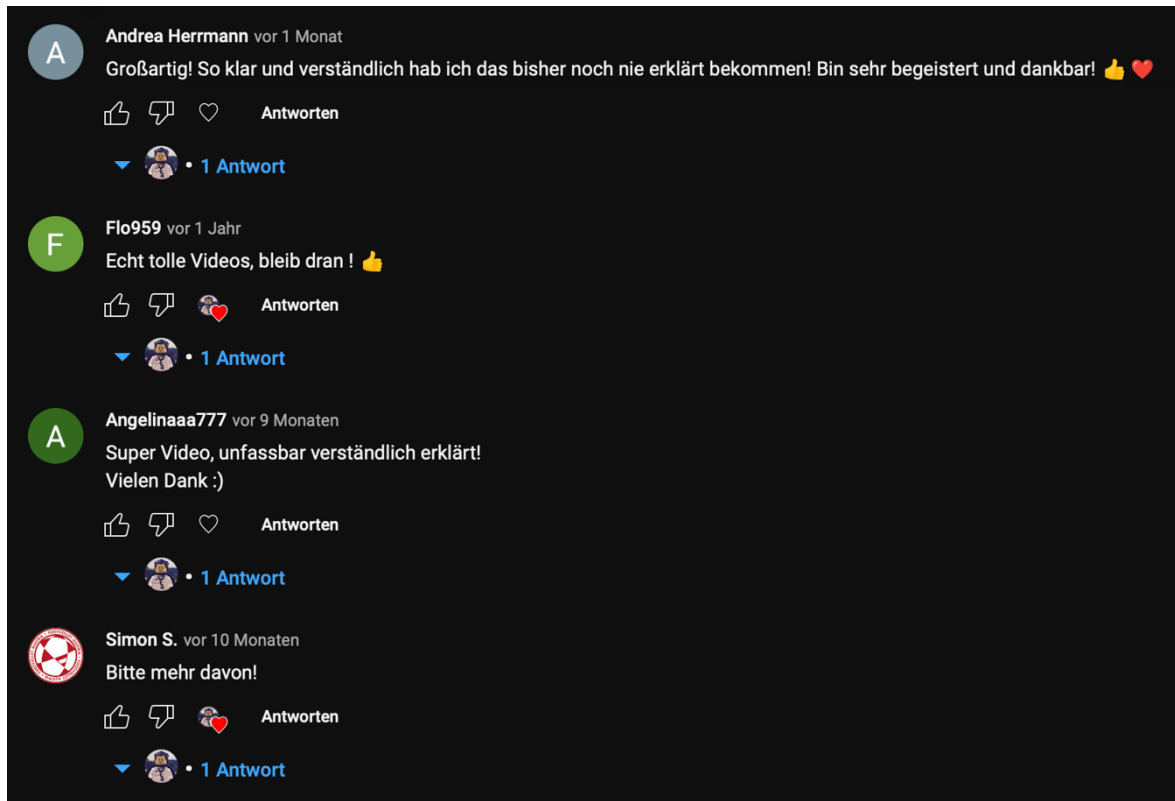


Abbildung 3, YouTube-Kommentare

4.4 Konklusion

Als Ergebnis dieser Arbeit ist es gelungen 19 Lehrfilme zu den wichtigsten klinischen Leitsymptomen zu erstellen und diese in die online Lernplattform (VMC) der Medizinischen Universität Graz zu integrieren. Diese Lehrfilme sollen die möglichen Ursachen und wesentlichen Differentialdiagnosen wesentlicher, klinischer Leitsymptome anhand ihrer

funktionellen Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie darstellen. Die funktionelle/pathophysiologische Herangehensweise zu klinischen Symptomen führt zu längerfristigem Merken und ist Voraussetzung für das erfolgreiche Clinical Reasoning. (7,52) Die vorliegenden Videos verbinden vorklinische mit klinischen Lehrinhalten und können als Lernquelle für „*meaningful learning*“ gesehen werden.

4.5 Ausblicke

Die Videos könnten in Zukunft als Bindeglied zwischen den vorklinischen und klinischen Studienabschnitten genützt werden und somit einen roten Faden durch das Medizinstudium darstellen. Außerdem könnten sie dem Lehrpersonal die interdisziplinäre Abstimmung ihrer Lehrinhalte erleichtern. Zuvor muss allerdings noch die Verbreitung und Bekanntmachung der Videos optimiert werden. Mögliche Verteilungsstrategien umfassen die Aussendung der Videos zur Vorbereitung auf Seminare und fallbasierte „Problem-based-learning“ Kurse. In diesem Zusammenhang könnte sogleich die praktische Anwendung der Videoinhalte trainiert werden. Durch den wissenschaftlichen Fortschritt werden in Zukunft die Notwendigkeit einer Wartung bzw. Updates der Filme entstehen. Außerdem könnten in Zukunft Lehrfilme zu weiteren Symptomen, Zeichen oder auch Labor-Befunden erstellt werden. Auch die Auswirkungen der bestehenden Lehrfilme könnten wissenschaftlich zu evaluiert werden. Persönlich finde ich Lehrfilme zum Einstieg in eine Thematik gut geeignet. Zum Nachschlagen und Wiederholen sind Videos jedoch, auch wenn diese nur wenige Minuten dauern, suboptimal. Hier könnte man in Zukunft schriftliche Lehrunterlagen erstellen oder – was ich besonders elegant und zeitgemäß finden würde – eine mobile Smartphone-App. Erklärvideos eignen sich zudem hervorragend zur Patient*innen-Aufklärung. Teilweise sind solche Videos für Routineeingriffe sogar schon in Verwendung. Bei dem ständig herrschenden Personal-Wechsel im Spitals-Bereich können auch Schulungsvideos sinnvoll sein.

5 Literaturverzeichnis

1. Pschyrembel Online | symptom [Internet]. [zitiert 1. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www-1pschyrembel-1de-10013b4e0008a.han.medunigraz.at/symptom/K0M1E/doc/>
2. Kassirer JP, Wong JB, Kopelman RI. Learning clinical reasoning. 2nd ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins Health; 2010. 329 S.
3. Pschyrembel Online | diagnose [Internet]. [zitiert 1. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www-1pschyrembel-1de-10013b4e0008a.han.medunigraz.at/diagnose/K05UA/doc/>
4. Volhard F. Vor die Therapie setzten die Götter die Diagnose. Dt. Hoffmann-LaRoche AG; 1952. 23 S.
5. Barrows HS, Pickell GC. Developing clinical problem-solving skills: a guide to more effective diagnosis and treatment. 1st ed. New York: W.W. Norton; 1991. 226 S. (Norton medical books).
6. Committee on Diagnostic Error in Health Care, Board on Health Care Services, Institute of Medicine, The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Improving Diagnosis in Health Care [Internet]. Balogh EP, Miller BT, Ball JR, Herausgeber. Washington, D.C.: National Academies Press; 2015 [zitiert 9. November 2021]. Verfügbar unter: <http://www.nap.edu/catalog/21794>
7. Barrows HS, Feltovich PJ. The clinical reasoning process. Med Educ. März 1987;21(2):86–91.
8. The Diagnostic Process [Internet]. Society to Improve Diagnosis in Medicine. [zitiert 13. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www.improvediagnosis.org/processes/the-diagnostic-process/>
9. Croskerry P. Clinical cognition and diagnostic error: applications of a dual process model of reasoning. Adv Health Sci Educ. September 2009;14(S1):27–35.
10. Pelaccia T, Tardif J, Triby E, Charlin B. An analysis of clinical reasoning through a recent and comprehensive approach: the dual-process theory. Med Educ Online. Januar 2011;16(1):5890.
11. Croskerry P. A Universal Model of Diagnostic Reasoning. Acad Med. August 2009;84(8):1022–8.
12. Kroenke K. Patients presenting with somatic complaints: epidemiology, psychiatric comorbidity and management. Int J Methods Psychiatr Res. 24. März 2006;12(1):34–43.

13. Khan AA, Khan A, Harezlak J, Tu W, Kroenke K. Somatic symptoms in primary care: etiology and outcome. *Psychosomatics*. Dezember 2003;44(6):471–8.
14. Deyo RA, Weinstein JN. Low Back Pain. *N Engl J Med*. Februar 2001;344(5):363–70.
15. Lehmann M, Pohontsch NJ, Zimmermann T, Scherer M, Löwe B. Diagnostic and treatment barriers to persistent somatic symptoms in primary care - representative survey with physicians. *BMC Fam Pract*. 1. April 2021;22(1):60.
16. Em E, Lm T, Am R, Jgm R. A systematic review and meta-analysis of the percentage of revised diagnoses in functional somatic symptoms. *J Psychosom Res [Internet]*. September 2016 [zitiert 17. Oktober 2022];88. Verfügbar unter: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27455914/>
17. Singh H, Schiff GD, Graber ML, Onakpoya I, Thompson MJ. The global burden of diagnostic errors in primary care. *BMJ Qual Saf*. Juni 2017;26(6):484–94.
18. Graber ML. The incidence of diagnostic error in medicine. *BMJ Qual Saf*. Oktober 2013;22(Suppl 2):ii21–7.
19. Sonderegger-Iseli K, Burger S, Muntwyler J, Salomon F. Diagnostic errors in three medical eras: a necropsy study. *Lancet Lond Engl*. 10. Juni 2000;355(9220):2027–31.
20. Shojania KG, Burton EC, McDonald KM, Goldman L. The autopsy as an outcome and performance measure. *Evid Rep Technol Assess (Summ)*. Oktober 2002;(58):1–5.
21. Hogan H, Healey F, Neale G, Thomson R, Vincent C, Black N. Preventable deaths due to problems in care in English acute hospitals: a retrospective case record review study. *BMJ Qual Saf*. September 2012;21(9):737–45.
22. Gunderson CG, Bilan VP, Holleck JL, Nickerson P, Cherry BM, Chui P, u. a. Prevalence of harmful diagnostic errors in hospitalised adults: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Qual Saf*. Dezember 2020;29(12):1008–18.
23. Addressing a Public Health Imperative - Policy Roadmap [Internet]. Society to Improve Diagnosis in Medicine. [zitiert 29. Juni 2022]. Verfügbar unter: <https://www.improvediagnosis.org/roadmap-for-research-to-improve-diagnosis-public-health-imperative/>
24. Hall KK, Shoemaker-Hunt S, Hoffman L, Richard S, Gall E, Schoyer E, u. a. Diagnostic Errors [Internet]. Making Healthcare Safer III: A Critical Analysis of Existing and Emerging Patient Safety Practices [Internet]. Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2020 [zitiert 29. Juni 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555525/>

25. World Health Organization. Diagnostic errors [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2016 [zitiert 29. Juni 2022]. 28 S. (Technical Series on Safer Primary Care). Verfügbar unter: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/252410>
26. Graber M, Gordon R, Franklin N. Reducing Diagnostic Errors in Medicine: What's the Goal? *Acad Med.* Oktober 2002;77(10):981–92.
27. Dave N, Bui S, Morgan C, Hickey S, Paul CL. Interventions targeted at reducing diagnostic error: systematic review. *BMJ Qual Saf.* 1. April 2022;31(4):297–307.
28. Singh H, Graber ML, Kissam SM, Sorensen AV, Lenfestey NF, Tant EM, u. a. System Related Interventions to Reduce Diagnostic Error: A Narrative Review. *BMJ Qual Saf.* Februar 2012;21(2):160–70.
29. Poon EG, Kuperman GJ, Fiskio J, Bates DW. Real-time notification of laboratory data requested by users through alphanumeric pagers. *J Am Med Inform Assoc JAMIA.* Juni 2002;9(3):217–22.
30. Singh H, Wilson L, Petersen LA, Sawhney MK, Reis B, Espadas D, u. a. Improving follow-up of abnormal cancer screens using electronic health records: trust but verify test result communication. *BMC Med Inform Decis Mak.* 9. Dezember 2009;9:49.
31. Peabody JW, Luck J, Jain S, Bertenthal D, Glassman P. Assessing the accuracy of administrative data in health information systems. *Med Care.* November 2004;42(11):1066–72.
32. Abimanyi-Ochom J, Bohingamu Mudiyansele S, Catchpool M, Firipis M, Wannu Arachchige Dona S, Watts JJ. Strategies to reduce diagnostic errors: a systematic review. *BMC Med Inform Decis Mak.* 30. August 2019;19(1):174.
33. Olson APJ, Graber ML. Improving Diagnosis Through Education. *Acad Med.* August 2020;95(8):1162–5.
34. Graber ML, Rencic J, Ruz D, Papa F, Croskerry P, Zierler B, u. a. Improving diagnosis by improving education: a policy brief on education in healthcare professions. *Diagnosis.* 1. September 2018;5(3):107–18.
35. Croskerry P. Bias: a normal operating characteristic of the diagnosing brain. *Diagnosis.* 1. Januar 2014;1(1):23–7.
36. Klinischer Lernzielkatalog Österreich [Internet]. [zitiert 6. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www.lernzielkatalog-medizin.at/>

37. Olson A, Rencic J, Cosby K, Rusz D, Papa F, Croskerry P, u. a. Competencies for improving diagnosis: an interprofessional framework for education and training in health care. *Diagnosis*. 1. Dezember 2019;6(4):335–41.
38. Dong H, Lio J, Sherer R, Jiang I. Some Learning Theories for Medical Educators. *Med Sci Educ*. 22. März 2021;31(3):1157–72.
39. Kay D, Kibble J. Learning theories 101: application to everyday teaching and scholarship. *Adv Physiol Educ*. März 2016;40(1):17–25.
40. Scarbath H. Meaningful Learning: Lernprozesse ermöglichen und unterstützen. In: *Meaningful Learning: Lernprozesse ermöglichen und unterstützen* [Internet]. wbv Media; 2012 [zitiert 18. November 2022]. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3278/6001972w070>
41. Hammad R, Khan Z, Safieddine F, Ahmed A. A review of learning theories and models underpinning technology-enhanced learning artefacts. *World J Sci Technol Sustain Dev*. 1. Januar 2020;17(4):341–54.
42. Agarkar S, Brock R. Learning Theories in Science Education. In: Taber KS, Akpan B, Herausgeber. *Science Education* [Internet]. Rotterdam: SensePublishers; 2017 [zitiert 15. November 2022]. S. 93–103. Verfügbar unter: http://link.springer.com/10.1007/978-94-6300-749-8_7
43. Vallori AB. Meaningful Learning in Practice. *J Educ Hum Dev* [Internet]. 2014 [zitiert 18. November 2022];3(4). Verfügbar unter: <http://jehdnet.com/vol-3-no-4-december-2014-abstract-18-jehd>
44. Mayer RE. Rote Versus Meaningful Learning. *Theory Pract*. 1. November 2002;41(4):226–32.
45. Novak JD. Human constructivism: A unification of psychological and epistemological phenomena in meaning making. *Int J Pers Constr Psychol*. April 1993;6(2):167–93.
46. Bretz SL. Novak's Theory of Education: Human Constructivism and Meaningful Learning. *J Chem Educ*. August 2001;78(8):1107.
47. Daley B, Durning S, Torre D. Using Concept Maps to Create Meaningful Learning in Medical Education. *MedEdPublish*. 1. Juni 2016;5.
48. Pinto AJ, Zeitz HJ. Concept mapping: A strategy for promoting meaningful learning in medical education. *Med Teach*. 1. Januar 1997;19(2):114–21.

49. Rehman R, Siddiqi HS, Baig M. Concept Mapping: a way of meaningful learning for medical students. :1.
50. Chand L, Sowmya K, Silambanan S, Manikandan. Meaningful learning in medical science by self-directed approach of - Concept mapping. *J Educ Technol Health Sci.* 28. Dezember 2020;5(1):31–5.
51. Ortega RA, Brame CJ. The Synthesis Map Is a Multidimensional Educational Tool That Provides Insight into Students' Mental Models and Promotes Students' Synthetic Knowledge Generation. *CBE—Life Sci Educ.* Juni 2015;14(2):ar14.
52. Woods NN, Brooks LR, Norman GR. The value of basic science in clinical diagnosis: creating coherence among signs and symptoms. *Med Educ.* 2005;39(1):107–12.
53. Diagnostic approach to the adult with jaundice or asymptomatic hyperbilirubinemia - UpToDate [Internet]. [zitiert 21. Oktober 2022]. Verfügbar unter: https://www-1uptodate-1.com-1wwbz63mz012f.han.medunigraz.at/contents/diagnostic-approach-to-the-adult-with-jaundice-or-asymptomatic-hyperbilirubinemia?search=hyperbilirubin%C3%A4mie&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1#H58686867
54. Goethe JW von. *Sprüche in Prosa.* Hempel; 1870. 268 S.
55. Bordage G. Elaborated knowledge: a key to successful diagnostic thinking. *Acad Med.* November 1994;69(11):883–5.
56. ten Cate O, Custers EJFM, Durning SJ, Herausgeber. *Principles and Practice of Case-based Clinical Reasoning Education* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2018 [zitiert 4. Juli 2022]. (Innovation and Change in Professional Education; Bd. 15). Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-64828-6>
57. Cooper N, Bartlett M, Gay S, Hammond A, Lillicrap M, Matthan J, u. a. Consensus statement on the content of clinical reasoning curricula in undergraduate medical education. *Med Teach.* 1. Februar 2021;43(2):152–9.
58. Laight DW. Attitudes to concept maps as a teaching/learning activity in undergraduate health professional education: influence of preferred learning style. *Med Teach.* 1. Mai 2004;26(3):229–33.

59. Abali EE, Rashid H, Copeland HL, Calt M, DeMaio R, Patel J, u. a. Shaping Perceptions of Basic Science Education by Utilizing Real Patient Encounters. *Med Sci Educ.* 6. April 2020;30(2):791–800.
60. Towards a person-centered medical education: challenges and imperatives (I) [Internet]. [zitiert 26. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www.elsevier.es/es-revista-educacion-medica-71-pdf-S1575181315000157>
61. Challa KT, Sayed A, Acharya Y. Modern techniques of teaching and learning in medical education: a descriptive literature review. *MedEdPublish* [Internet]. 2021 [zitiert 18. November 2022];10(1). Verfügbar unter: <https://mededpublish.org/articles/10-18>
62. Kaul V, Gallo de Moraes A, Khateeb D, Greenstein Y, Winter G, Chae J, u. a. Medical Education During the COVID-19 Pandemic. *Chest.* Mai 2021;159(5):1949–60.
63. Camargo CP, Tempski PZ, Busnardo FF, de Arruda Martins M, Gemperli R. Online learning and COVID-19: a meta-synthesis analysis. *Clinics.* 2020;75:e2286.
64. Guo MZ, Allen J, Sakumoto M, Pahwa A, Santhosh L. Reimagining Undergraduate Medical Education in a Post-COVID-19 Landscape. *J Gen Intern Med.* 1. Juli 2022;37(9):2297–301.
65. Kala PS, Thapliyal N, Pandey HS, Piyush AR, Maheshwari S, Chaudhary VS. Medical students' perspective on online teaching during pandemic: Experience from a Government Medical College in Uttarakhand, India. *J Educ Health Promot.* 31. Dezember 2021;10:473.
66. What is synchronous and asynchronous learning? [Internet]. *IT Teaching Resources.* [zitiert 21. November 2022]. Verfügbar unter: <https://teachingresources.stanford.edu/resources/what-is-synchronous-and-asynchronous-learning/>
67. Fabriz S, Mendzheritskaya J, Stehle S. Impact of Synchronous and Asynchronous Settings of Online Teaching and Learning in Higher Education on Students' Learning Experience During COVID-19. *Front Psychol.* 11. Oktober 2021;12:733554.
68. Hrastinski S. Asynchronous and Synchronous E-Learning. :5.
69. Bernard RM, Abrami PC, Lou Y, Borokhovski E, Wade A, Wozney L, u. a. How Does Distance Education Compare With Classroom Instruction? A Meta-Analysis of the Empirical Literature. *Rev Educ Res.* September 2004;74(3):379–439.
70. Romanov K, Nevgi A. Do medical students watch video clips in eLearning and do these facilitate learning? *Med Teach.* Juni 2007;29(5):484–8.

71. Latif MZ, Hussain I, Saeed R, Qureshi MA, Maqsood U. Use of Smart Phones and Social Media in Medical Education: Trends, Advantages, Challenges and Barriers. *Acta Inform Medica AIM J Soc Med Inform Bosnia Herzeg Cas Drustva Za Med Inform BiH*. Juni 2019;27(2):133–8.
72. Bridge PD, Jackson M, Robinson L. The effectiveness of streaming video on medical student learning: a case study. *Med Educ Online*. 19. August 2009;14:11.
73. Chin A, Helman A, Chan TM. Podcast Use in Undergraduate Medical Education. *Cureus*. 9. Dezember 2017;9(12):e1930.
74. Thoma B, Goerzen S, Horeczko T, Roland D, Tagg A, Chan TM, u. a. An international, interprofessional investigation of the self-reported podcast listening habits of emergency clinicians: A METRIQ Study. *CJEM*. Januar 2020;22(1):112–7.
75. Ghilay Y. Quantitative Courses in Higher Education: A Comparison Between Asynchronous and Synchronous Distance Learning [Internet]. Rochester, NY; 2022 [zitiert 6. November 2022]. Verfügbar unter: <https://papers.ssrn.com/abstract=4155058>
76. Helming AG, Adler DS, Keltner C, Igelman AD, Woodworth GE. The Content Quality of YouTube Videos for Professional Medical Education: A Systematic Review. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. 1. Oktober 2021;96(10):1484–93.
77. Hwang I, Tam M, Lam SL, Lam P. Review of Use of Animation as a Supplementary Learning Material of Physiology Content in Four Academic Years. *Electron J E-Learn*. 2012;10(4):368–77.
78. Senger P, Oki A, Trevisan M, McLean D. Exploiting Multimedia in Reproductive Science Education: Research Findings: Multimedia in Reproductive Science. *Reprod Domest Anim*. August 2012;47:38–45.
79. Mayer RE. Cognitive Theory of Multimedia Learning. In: Mayer RE, Herausgeber. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* [Internet]. 2. Aufl. Cambridge University Press; 2014 [zitiert 24. November 2022]. S. 43–71. Verfügbar unter: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9781139547369%23c03520-3-1/type/book_part
80. Mayer RE, Moreno R. Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educ Psychol Rev*. 1. März 2002;14(1):87–99.
81. Mousavi SY, Low R, Sweller J. Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *J Educ Psychol*. Juni 1995;87(2):319–34.

82. Tindall-Ford S, Chandler P, Sweller J. When two sensory modes are better than one. *J Exp Psychol Appl*. Dezember 1997;3(4):257–87.
83. Kartal G. Does language matter in multimedia learning? Personalization principle revisited. *J Educ Psychol*. August 2010;102(3):615–24.
84. Mayer RE, Fennell S, Farmer L, Campbell J. A Personalization Effect in Multimedia Learning: Students Learn Better When Words Are in Conversational Style Rather Than Formal Style. *J Educ Psychol*. Juni 2004;96(2):389–95.
85. Moreno R, Mayer RE. A coherence effect in multimedia learning: The case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia instructional messages. *J Educ Psychol*. März 2000;92(1):117–25.
86. Mayer RE, Mathias A, Wetzell K. Fostering understanding of multimedia messages through pre-training: Evidence for a two-stage theory of mental model construction. *J Exp Psychol Appl*. 2002;8(3):147–54.
87. Ibrahim M. Implications of Designing Instructional Video Using Cognitive Theory of Multimedia Learning. 3:22.
88. Mayer RE, Griffith E, Jurkowitz ITN, Rothman D. Increased interestingness of extraneous details in a multimedia science presentation leads to decreased learning. *J Exp Psychol Appl*. 2008;14(4):329–39.
89. Hasler BS, Kersten B, Sweller J. Learner control, cognitive load and instructional animation. *Appl Cogn Psychol*. September 2007;21(6):713–29.
90. Cox C, Fritz Z. Presenting complaint: use of language that disempowers patients. *BMJ*. 27. April 2022;377:e066720.
91. Malmström T, Huuskonen O, Torkki P, Malmström R. Structured classification for ED presenting complaints – from free text field-based approach to ICPC-2 ED application. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 24. November 2012;20:76.
92. Bigio J, MacLean E, Vasquez NA, Huria L, Kohli M, Gore G, u. a. Most common reasons for primary care visits in low- and middle-income countries: A systematic review. *PLOS Glob Public Health*. 2. Mai 2022;2(5):e0000196.
93. Finley CR, Chan DS, Ccfp SG, Ccfp CK, Ccfp MRK, Mls SC, u. a. What are the most common conditions in primary care? :9.

94. Burton C. Beyond somatisation: a review of the understanding and treatment of medically unexplained physical symptoms (MUPS). *Br J Gen Pract.* März 2003;53(488):231–9.
95. Kayingo G, Opacic D, Allias MC, Knechtel M. *The Physician Assistant Student’s Guide to the Clinical Year: Family Medicine* [Internet]. 1. Aufl. New York, NY: Springer Publishing Company; 2019 [zitiert 26. November 2022]. Verfügbar unter: <http://connect.springerpub.com/lookup/doi/10.1891/9780826195326>
96. Basic medical sciences knowledge retention | AMEP [Internet]. [zitiert 26. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www.dovepress.com/basic-medical-sciences-knowledge-retention-for-clinical-practice-peer-reviewed-fulltext-article-AMEP>
97. DeFranco DB, Sowa G. The Importance of Basic Science and Research Training for the Next Generation of Physicians and Physician Scientists. *Mol Endocrinol.* Dezember 2014;28(12):1919–21.
98. The Role and Value of the Basic Sciences in Medical Education: The Perspective of Clinical Education -Students’ Progress from Understanding to Action [Internet]. International Association of Medical Science Educators - IAMSE. [zitiert 26. November 2022]. Verfügbar unter: <http://www.iamse.org/mse-article/the-role-and-value-of-the-basic-sciences-in-medical-education-the-perspective-of-clinical-education-students-progress-from-understanding-to-action/>
99. Frymier AB, Shulman GM. “What’s in it for me?”: Increasing content relevance to enhance students’ motivation. *Commun Educ.* Januar 1995;44(1):40–50.
100. Steinmayr R, Weidinger AF, Schwinger M, Spinath B. The Importance of Students’ Motivation for Their Academic Achievement – Replicating and Extending Previous Findings. *Front Psychol* [Internet]. 2019 [zitiert 26. November 2022];10. Verfügbar unter: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2019.01730>
101. Roller-Wirnsberger R, Zitta S, Herzog C, Dornan H, Lindner S, Rehatschek H, u. a. Massive open online courses (MOOCs) for long-distance education in geriatric medicine across Europe : A pilot project launched by the consortium of the project „Screening for Chronic Kidney Disease among Older People“: SCOPE project. *Eur Geriatr Med.* Dezember 2019;10(6):989–94.
102. Davies P. Approaches to evidence-based teaching. *Med Teach.* Januar 2000;22(1):14–21.
103. Sharma N. Where is evidence based medical training? *BMJ.* 19. Juli 2016;354:i3880.