

Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin

Klinikum der Universität München

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



Therapiefehler in der Inneren Medizin
Eine qualitative und quantitative Analyse
am Beispiel der Osteoporose

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

vorgelegt von
Olivia Tausendfreund

aus
München

2023

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Ralf Schmidmaier
Mitberichterstatter: Prof. Dr. Steffen Peldschus
Prof. Dr. Christoph Auernhammer

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. Leah Braun
Dekan: Prof. Dr. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 09.03.2023

„Ein Fachmann ist ein Mann, der einige der größten Fehler kennt,
die man in dem betreffenden Fall machen kann und der sie deshalb zu vermeiden
versteht.“

Werner Heisenberg [1]

*Um eine bessere Lesbarkeit zu ermöglichen, wird in der vorliegenden Arbeit
größtenteils die männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und
Pronomen verwendet. Dies soll im Sinne einer sprachlichen Vereinfachung als
geschlechtsneutral zu verstehen sein.*

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	6
1. Fehler im Gesundheitswesen	6
2. Stand der Forschung zur klinischen Entscheidungsfindung	8
a. Fehler im Diagnostikprozess	8
b. Fehler im Therapieprozess.....	15
c. Zusammenfassung	16
3. Demografischer Wandel – Verschiebung des Krankheitsspektrums in Deutschland	18
4. Osteoporose – eine Volkskrankheit mit vielen Gesichtern	21
5. Behandlungsdefizit in Deutschland und Europa	27
II. Forschungsfragen	37
III. Zielsetzung	38
IV. Materialien und Methoden	39
1. Materialien	39
a. Soziodemografischer Fragebogen	39
b. Multimedialer Guide „Osteoporose, kurzgefasst“	39
c. Flyer „Osteoporose, kurzgefasst“	40
d. Fallvignetten in CASUS-online.....	40
e. Anleitung zu CASUS-online.....	43
f. Feedback-Bogen.....	44
g. Leitlinien des DVO e.V. im Kitteltaschenformat von 2017	44
2. Durchführung	45
a. Pilotierung	45
b. Hauptveranstaltung.....	45
3. Auswertung und Analyse der erhobenen Daten	46
a. Aufbereitung der Ergebnisse	46
b. Quantitative Auswertung der Ergebnisse	46
c. Qualitative Auswertung der Ergebnisse.....	46
V. Ergebnisse	49
1. Studiengruppe Studenten	49
a. Gesamtanzahl der Fehler im Therapieprozess.....	50
b. Einteilung nach der Fehlerart bzw. Therapiekonsequenz	50
c. Einteilung nach möglichen kognitiven Fehlerquellen.....	53
d. Exkurs: Fehler im Diagnostikprozess.....	56
e. Exkurs: Richtige Antworten	57
2. Studiengruppe Ärzte	58
a. Gesamtanzahl der Fehler im Therapieprozess.....	58
b. Einteilung nach der Fehlerart bzw. Therapiekonsequenz	59
c. Einteilung nach möglichen kognitiven Fehlerquellen.....	61
d. Exkurs: Fehler im Diagnostikprozess.....	64
e. Exkurs: Richtige Antworten	64
VI. Diskussion	65
1. Diskussion der Ergebnisse	65
a. Betrachtung der Fehlerart.....	65
b. Betrachtung der Fehlerquelle.....	66
c. Vergleich der Studiengruppen.....	68
d. Exkurs: Fehler im Diagnostikprozess.....	68
e. Abhängigkeit Diagnostik- und Therapieprozess.....	69

f. Exkurs: Richtige Antworten	70
2. Diskussion des Studiendesigns	71
VII. Ausblick	76
VIII. Zusammenfassung.....	78
IX. Summary.....	79
X. Veröffentlichung	80
XI. Danksagung.....	81
XII. Anhang.....	82
1. Flyer „Osteoporose – kurzgefasst“ (Kitteltaschenformat).....	82
2. Auszüge aus Video Guide „Osteoporose- kurz gefasst“	83
3. Studienflyer – Einladung für Studenten.....	87
4. Einladung für Ärzte.....	88
5. Anleitung für die Verwendung von CASUS online.....	89
6. Fallvignetten im Überblick.....	90
7. Eidesstattliche Versicherung.....	110
XIII. Literaturverzeichnis	111

I. Einleitung

1. Fehler im Gesundheitswesen

Wenn sich ein Patient in ärztliche beziehungsweise klinische Behandlung begibt, vertraut er sich und seine Gesundheit einer anderen Person an. Er muss er sich dabei darauf verlassen können, dass seine Behandlung nach bestem Wissen und Gewissen durchgeführt wird. Leider geschehen dabei auch immer wieder Fehler.

Laut einer Schätzung des Robert Koch-Instituts beläuft sich die gegenwärtige Zahl an Behandlungsfehlern in Deutschland auf 40.000 pro Jahr [2].

Auch die Krankenkassen melden alarmierend hohe Zahlen an vermeidbaren Ereignissen und Behandlungsfehlern mit gesundheitlichen Schäden bei Patienten in Deutschlands Krankenhäusern [3].

Eine fehlerhafte Behandlung führt beim Patienten nicht nur zu zusätzlichen Beschwerden und persönlichem Leid, sondern hat, neben nicht unerheblichen zusätzlichen Kosten, auch noch dahingehend negative Auswirkungen, dass sie einen Vertrauensverlust in der Arzt-Patienten Beziehung oder dem Gesundheitssystem generell gegenüber nach sich ziehen kann [2].

Mit Abstand am häufigsten geschehen Fehler im operativen Bereich.

Dennoch ist auch bei nicht operativen Maßnahmen die Zahl sehr hoch, wobei eine fehlerhafte Pharmakotherapie hier die häufigste Schadensursache darstellt [4].

Besonders ältere Patienten mit einer schweren, komplizierten Erkrankung oder womöglich sogar mehreren, oft chronischen Erkrankungen haben hierbei naturgemäß ein deutlich erhöhtes Risiko für ein schlechteres Outcome [4].

Immer wenn es um das Leben und die Gesundheit eines Menschen geht, sind Fehler besonders schwerwiegend und meist folgenreich und einschneidend für den Betroffenen. Deshalb ist es auch besonders wichtig, mögliche Strategien zu finden, um gerade hier Fehler zu vermeiden.

Die Medizin als System ist sehr komplex, hier spielen unterschiedlichste Komponenten, oft wechselseitig bedingt, eine Rolle.

Medizinisches Personal durchläuft eine umfassende Ausbildung, um eine solche Aufgabe auch sicher zu bewältigen und den Anforderungen gerecht werden zu können. Die Ausbildung soll auf den Arbeitsalltag und die Herausforderungen einer unvoreingenommenen Betrachtung und Untersuchung des Patienten, des Ziehens der richtigen Schlüsse hieraus und der Auswahl der richtigen Therapie, die unter Berücksichtigung der individuellen Patientengeschichte und dem Risikoprofil ausgewählt werden sollte, vorbereiten.

Besonders wichtig ist es hier, schon beginnend beim ersten Patientenkontakt, über den gesamten Behandlungsprozess hinaus, bis hin zur Nachsorge, in jedem Moment die richtige Entscheidung zu treffen, da die korrekte Entscheidungsfindung direkte Effekte auf das Wohlbefinden und die Gesundheit des Patienten hat.

Dennoch gibt es hier, wie gesagt, immer wieder viele folgenschwere Fehlentscheidungen.

- Wie kommt diese große Zahl an Fehlern zustande?
- Wie könnte man diese effektiv verringern?

Hier gilt es Ursachenforschung zu betreiben, was nur gelingen kann, wenn die hinter einer medizinischen Entscheidung stehenden Denkprozesse aufgeschlüsselt werden.

2. Stand der Forschung zur klinischen Entscheidungsfindung

Wörtlich übersetzt bedeutet der Begriff Clinical Reasoning so viel wie „klinisches logisches Denken“ und beinhaltet neben dem medizinischen Wissen auch alle anderen Gedankenabläufe und Grundlagen der Entscheidungsfindung des medizinischen Personals und wird meist zur Einschätzung des Zustandes eines Patienten und der darauffolgenden Ableitung der besten Vorgehensweise notwendig [5].

Wenn man nach den Gründen für schlechte Behandlungserfolge und unzureichende Genesungsergebnisse sucht, beziehungsweise danach, was eventuell einen sich verschlechternden Gesundheitszustand oder gar den Tod eines Patienten bedingt haben könnte, wird man schnell feststellen, dass die drei Hauptursachen entweder Fehler in der Diagnosestellung, Fehler in der Therapieentscheidung oder Fehler im Management von Komplikationen waren.

Alle drei Fehlerquellen und damit Hauptursachen für schlechte Genesungsergebnisse können ein Ergebnis von mangelndem Clinical Reasoning sein [6].

a. Fehler im Diagnostikprozess

Über die letzten Jahrzehnte hinweg finden sich in der Forschung zum Diagnostikprozess bereits vielfältige, vielversprechende Ansätze zur Fehlervermeidung [7]. Diese wurden nicht nur im medizinischen Kontext, sondern auch im didaktischen und psychologischen Kontext erarbeitet. So wurde bereits eine Basis dafür geschaffen, die hierbei ablaufenden Denkprozesse insgesamt transparenter zu machen und ein besseres Verständnis für die Natur einer korrekten klinischen Entscheidungsfindung zu bekommen.

Der nächste Abschnitt soll eine kurze Zusammenfassung über den vergangenen und aktuellen Forschungsstand im Diagnostikprozess geben.

Bereits in den frühen 70ern wurden an der Michigan State University und an der McMaster University Studien zum Verständnis klinischer Problemlösungen durchgeführt.

An der Michigan State University wurden die ablaufenden Prozesse während des Lösen eines standardisierten Patientenfalles mithilfe der „*think aloud*“ Methode, wobei die Probanden und Probandinnen gebeten wurden ihre Gedanken laut zu formulieren und so den Beobachtenden zugänglich zu machen, analysiert [7, 8].

Die Teilnehmer an der Studie der McMaster Universität wurden aufgefordert, Videoaufnahmen ihrer Handlungen bei der Bearbeitung von beispielhaften Patientenfällen zu bewerten und so

ihre Gedankenprozesse noch einmal aufzurufen, sie sich also noch einmal genauer vor Augen zu führen [7, 9].

Diese zwei simplen, aber effektiven Methoden führten zur Weiterentwicklung des **hypothetico-deductive** Modells, welches bereits in anderen Forschungsbereichen, wie zum Beispiel der kognitiven Psychologie, angewandt wird.

Dieses Modell besteht aus einem *hypothetischen* Teil, in dem eine Hypothese oder Theorie formuliert wird, die im Folgenden überprüft werden soll und einem *deduktiven* Teil, in dem aus den gewonnenen Informationen Schlüsse in Bezug auf die vorher formulierte Theorie gezogen werden [10].

Im konkreten klinischen Umfeld bedeutet dies, dass ein Kliniker bereits in den ersten Minuten klinische Hypothesen formuliert und dann beginnt darunter passende Informationen zu sammeln, um so die zu Beginn formulierte Hypothese in diesem Kontext schlussendlich verwerfen oder annehmen zu können [7].

Generell war der Versuchsaufbau aber wohl zu allgemein und die simulierten Patientenfälle zu standardisiert, so dass keine Unterschiede zwischen den Anfängern und den Teilnehmern mit mehr Erfahrung ersichtlich wurden. Hier zeigte sich lediglich, dass ein großer Wissensschatz und eine zu Beginn bereits richtige Diagnose auch zu einem positiven Outcome führten, was bei den Experten natürlich häufiger der Fall war. So konnte man noch kein Schema erkennen, nach dem die Behandelnden ihre Entscheidungen trafen, um daraus ein allgemeingültiges Konzept entwickeln zu können [7].

In den 1980ern versuchte man die Problematik aus einer neuen Perspektive zu betrachten. Ansätze hierzu stammten zum Beispiel aus der damaligen Forschung aus dem Bereich des Schachspiels [11]. Für eine souveräne und vor allem gewinnbringende Entscheidung in diesem Spiel kommt es darauf an, auf möglichst viele Analogien zurückgreifen zu können, um so die am besten passende für die momentane Situation zu finden. Bei einem Profischachspieler sprechen wir hier in konkreten Zahlen von vermutlich bis zu 50.000 gemerkten Spielpositionen [7, 11].

Im direkten Vergleich gibt es hier aber doch zu viele Unterschiede, die den großen Durchbruch in der Formulierung eines einheitlichen Konzepts für die klinische Entscheidungsfindung erschweren sollten.

Im Schachspiel muss jeder einzelne Zug mit in die Entscheidung einbezogen werden und ist gleich wichtig [7, 12]. In der Medizin bringt der ungefilterte Abruf einer Masse an gesammelten Informationen und bereits bekannten Falldarstellungen keinen direkten Vorteil [7]. Es müssen vielmehr die für den Einzelfall wichtigen Informationen herausgefiltert werden, um schnell eine Entscheidung treffen zu können.

Besonders diese Eigenschaft, bereits zu Beginn zwischen Wichtigem und Unwichtigem zu unterscheiden, macht einen guten Kliniker aus.

Das lässt vermuten, dass erfahrenere und erfolgreichere Kliniker nicht nur über einen insgesamt größeren Wissensschatz verfügen, sondern auch schneller und gezielter auf bekannte Informationen zugreifen können als ein Anfänger.

In den 1990ern wurde auf Basis dieser neugewonnenen Erkenntnisse die strukturierte Organisation von Wissen und der gezielte und ökonomische Rückgriff darauf genauer untersucht [7, 13].

So formulierten unter anderem die Psychologen Epstein und Hammond die sogenannte „*dual process theory*“ [14-17]. Dieses Modell identifiziert zwei Gedächtnissysteme, die beim Abrufen von Wissen angesprochen werden:

- Das *intuitive System*, bei dem auf das Langzeitgedächtnis zurückgegriffen wird, was in der Regel geschieht, ohne wahrgenommen zu werden und
- das *analytische System*, in dem bewusst überlegt und logisch abgewogen wird.

Diese zwei Systeme laufen im Regelfall parallel während einer Entscheidung ab und je nach Komplexität des Falles wird das eine oder das andere System vermehrt abgerufen [14, 17].

Patel und Groen verwendeten wieder die „Think Aloud“ Methode und zeigten, dass erfahrene Kliniker logische Erklärungen für ein Problem sammelten, Daten zielgerichtet selektierten und entscheidende Verknüpfungen zwischen den gewonnenen Informationen herstellten [18].

So mussten sie weniger strikt nur auf die gegebenen Patienteninformationen zurückgreifen, sondern konnten die Diagnose oft schon allein aufgrund ihrer Vermutungen, basierend auf kausalen Zusammenhängen, weitestgehend vorab formulieren [18].

Insgesamt griffen die Experten seltener auf naturwissenschaftliche Grundlagen zurück, um einen Patientenfall zu lösen, als dies bei den Anfängern der Fall war [7].

Diese signifikant geringere Verwendung von biomedizinischem Grundwissen im Klinikalltag zeigten auch Boshuizen und Schmidt in ihrer Studie, in der sie Studenten einerseits und Ärzte mit mindestens 4-jähriger Erfahrung andererseits verglichen. Die Teilnehmer sollten typische und atypische Falldarstellungen bearbeiten und die zugrundeliegende Pathophysiologie erklären [19].

In Zusammenarbeit mit Norman stellten sie unter anderem auch die Hypothese auf, dass ein Kliniker mit steigender Erfahrung eine Entwicklung in der Herangehensweise an die Problemlösung durchläuft [7, 13].

Zu Beginn einer medizinischen Laufbahn wird noch hauptsächlich auf das Wissen um den biomedizinischen Mechanismus einer Krankheit zurückgegriffen.

Erst danach gewinnt die gezielte Organisation der Informationen in sogenannten „illness scripts“ an Bedeutung. Diese enthalten alle dem Behandelnden bekannten Informationen zu einer bestimmten Krankheit, unter anderem den pathophysiologischen Mechanismus, den jeweiligen Patientenkontext und die daraus resultierenden Konsequenzen in spezifischen Symptomen [20].

Diese kognitiven „Zusammenfassungen“ kann der erfahrene Kliniker auch unter Zeitdruck schnell abrufen und sie mit den neuen gewonnenen Informationen vergleichen. Er wird bei der Entscheidungsfindung also hauptsächlich auf seine gesammelten Erfahrungswerte zurückgreifen [7].

Indirekt spiegelt das auch den Aufbau der medizinischen Ausbildung wider.

In den ersten präklinischen Jahren steht das Erlernen der naturwissenschaftlichen, physiologischen Basis im Fokus, in den darauffolgenden klinischen Jahren wird erstes Diagnostizieren möglich und im Laufe der ersten Jahre als behandelnder Assistenzarzt wächst dann die Zahl der eigenen konkreten Erfahrungen.

Da im Laufe des Studiums der Fokus und viel Zeit auf das Erlernen der naturwissenschaftlichen Grundlagen gelegt wird, lag es nahe zu vermuten, dass auch ein Großteil davon in die klinische Entscheidungsfindung mit einfließt.

Heutzutage wird vermehrt Wert auf eine problembasierte Ausrichtung des Curriculums gelegt und die Vermittlung der gezielten Anwendung solcher kognitiven Hilfen gelegt. Hieraus könnten sich Veränderungen ergeben [21].

Eine strukturierte Ordnung und eine bewusste Anwendung sinnvoller Schemata, wie zum Beispiel die gezielte Wiederholung und Zusammenfassung der gesammelten Informationen, können helfen eine klinische Entscheidung schnell und auch richtig, also effizient zu fällen, wie auch spätere Studien zeigen sollten [22].

Seit den 2000ern gewinnt nun ein neuer Aspekt zunehmend an Bedeutung, die gezielte Vermeidung von Fehlern.

Es liegt auf der Hand, dass erst eine Art Ursachenforschung betrieben werden muss, um ein Problem wirklich zu beheben. Dementsprechend müssen aufgetretene Fehler sorgfältig

kategorisiert, klassifiziert und eingeordnet werden. Nur wenn man die Gründe für Fehler herausarbeiten kann, ist es möglich diese bereits früh zu erkennen und gezielt zu vermeiden. Croskerry, wie auch andere, unternahm den Versuch einen übersichtlichen Katalog möglicher Fehlerursachen zu erstellen, indem er die Ursachen nach bestimmten Mustern gliederte [23]. Er analysierte die verschiedenen mentalen Strategien, auch *Heuristiken* genannt, mit deren Hilfe Klinikern auch unter Zeitdruck und mit begrenztem Wissen richtige Entscheidungen gelangen [23].

Ein anderer Ansatz zur Fehlereinteilung im Diagnostikprozess findet sich in der Taxonomie nach Graber et al. [24]. Nach der Australian Patient Safety Foundation definiert Graber et al. eine Diagnose dann als fehlerhaft, wenn sie zu spät, falsch oder gar nicht gestellt wurde. Hundert dieser als fehlerhaft geltenden Diagnostikentscheidungen wurden aus insgesamt fünf großen Kliniken innerhalb von 5 Jahren gesammelt und umfassend ausgewertet [24].

Die Ergebnisse lassen eine Einteilung vornehmen in:

- Fehler, die unverschuldet auftraten, also zum Beispiel durch eine untypische Ausprägung des klinischen Bildes einer Erkrankung oder durch einen patientenbezogenen Fehler wie zum Beispiel durch unkooperative Patienten oder irreführende Angaben,
- Fehler, die dem System geschuldet waren, also auf technische Probleme oder Fehler in der Organisation zurückzuführen waren und
- Fehler, die auf einer kognitiven Ursache basierten.

Ein zusätzlicher Faktor, der die Qualität der klinischen Entscheidungsfindung beeinflusst, beinhaltet also auch immer die Interaktion zwischen Patienten, Arzt und Arbeitsumfeld. Diese nicht kognitiven Faktoren sollte man also auch nie komplett außer Acht lassen, sie wurden anderorts weiter untersucht [25].

Die insgesamt 320 gefundenen kognitiven Faktoren, die zur Fehlerentstehung beitragen, finden bei Graber dann noch eine weitere Unterteilung anhand der verschiedenen Ursachen:

- Falsches Wissen (*faulty knowledge*)
- Falsche Datensammlung (*faulty data gathering*)
- Falsche Schlüsse (*faulty synthesis*)

Schlussendlich lassen auch diese Kategorien noch eine weitere Unterteilung in viele kleine Unterkategorien zu, um in Einzelfällen die Fehlerursache weiter einzugrenzen. Eine Auswahl einiger dieser Unterkategorien kann in Tabelle 1 gefunden werden.

Typ	Definition
Knowledge base inadequate or defective	Der Proband verfügt nicht über genug Wissen, um die Erkrankung oder das Symptom zu kennen
Skills inadequate or defective	Dem Proband fehlt es an Fähigkeiten, z.B. zur Interpretation einer erhobenen diagnostischen Maßnahme
Overestimating or underestimating usefulness or salience of a finding	Der Proband erkennt ein Symptom richtig, konzentriert sich aber zu sehr auf dieses Symptom oder erkennt dessen Relevanz nicht
Faulty detection or perception	Der Proband erkennt ein eigentlich offensichtliches Symptom nicht
Faulty triggering	Der Proband zieht falsche Schlüsse aus einer gewonnenen Informationen oder zieht Schlüsse, die nötig gewesen wären, nicht
Misidentification of a symptom or sign	Der Proband versteht Symptom oder Zeichen falsch oder hält es für ein anderes
Distraction by other goals or issues	Der Proband konzentriert sich nicht auf das Wesentliche, sondern ist durch andere Ziele oder Probleme abgelenkt
Faulty interpretation of a test result	Der Proband erkennt Testergebnisse richtig, interpretiert diese aber im Anschluss falsch
Premature closure	Der Proband zieht, nachdem er initial eine Diagnose gestellt hat, keine weiteren Möglichkeiten mehr in Betracht
Failure to consult	Der Proband erkennt nicht, dass an dieser Stelle die Meinung eines Fachspezialisten mit einbezogen werden sollte
Confirmation bias	Der Proband tendiert dazu Testergebnisse so auszuwählen und zu interpretieren, dass sie seine Hypothese oder Erwartungen unterstützen

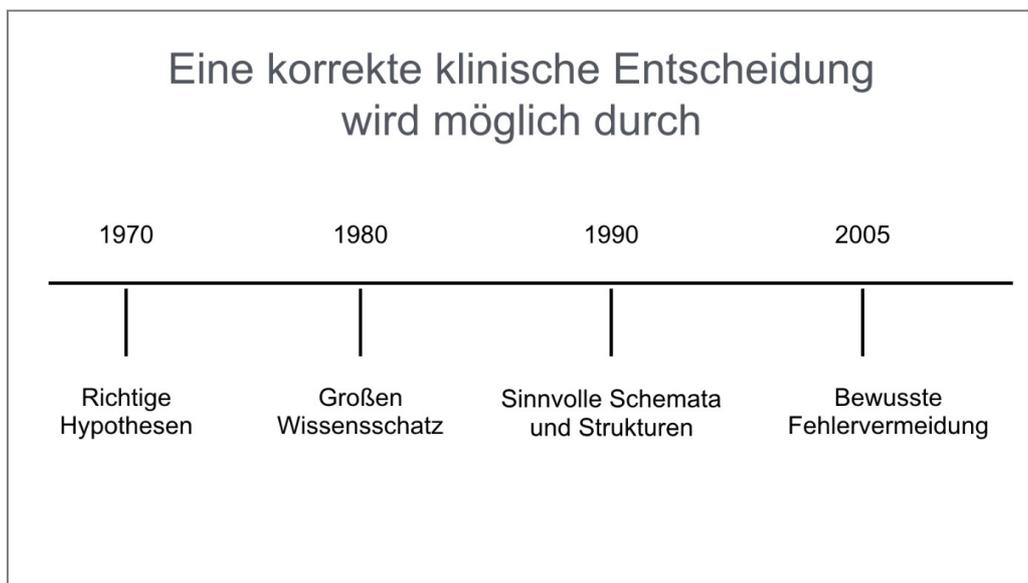
Tabelle 1.1.: Kognitive Einflussfaktoren diagnostischer Fehler (angepasst nach [24])

Da Fehler meist multifaktoriellen Ursprungs sind, ist eine exakte Zuordnung nicht immer einfach und unter Umständen nicht wirklich objektiv; die genannten Unterkategorien sind aber an dieser Stelle hinreichend genau, um den Prozess der Fehlerentstehung bei der Entscheidungsfindung nachzuverfolgen [24].

Die Studienergebnisse zeigen, dass fehlerhaftes oder unvollständiges Wissen offensichtlich eher eine untergeordnete Rolle spielt und andere Fehlerursachen im Regelfall überwiegen. Deutlich häufiger scheinen Fehler aufgrund falscher und vor allem vorschneller Schlüsse aufzutreten [24].

Die vorher genannte **hypothetico-deductive** Methode birgt also eine bedeutende Fehlerquelle, denn sie unterstützt die Tendenz dazu, bestimmte Informationen außer Acht zu lassen, nachdem bereits gedanklich eine erste, nicht hinterfragte Diagnose vorformuliert wurde.

Zusammenfassend beruht eine korrekte klinische Entscheidungsfindung im Diagnostikprozess demnach auf mehreren unterschiedlichen Aspekten, der Formulierung der richtigen Hypothesen, einem ausreichend großen Wissensschatz an analogen Fallbeispielen, der Anwendung sinnvoller Schemata und Strukturen und schließlich der gezielten Vermeidung häufiger Fehlerursachen.



Grafik 1.1.: Merkmale guter klinischer Entscheidungsfindung im Diagnostikprozess

Das deckt sich mit den Schlussfolgerungen weiterer Studien, die in den letzten Jahrzehnten, im Zuge des wachsenden Forschungsinteresses an der Entstehung von Fehlern im Diagnostikprozess, erhoben wurden [26-29].

b. Fehler im Therapieprozess

Bei Betrachtung der zahlreichen Literatur und umfangreichen Forschung zu Fehlern und Fehlerqualitäten fällt allerdings auf, dass ein Großteil der Studien, die im Laufe der letzten 30 Jahre erhoben wurden, den Aufbau klinischer Entscheidungsfindung explizit nur im Diagnostikprozess untersucht, was dann unter Clinical Reasoning subsummiert wird [30].

Natürlich endet die klinische Entscheidungsfindung nicht mit der Formulierung einer Diagnose. Der nächste Schritt muss die Auswahl einer passenden, auf die jeweilige Situation zugeschnittenen Behandlungsentscheidung sein.

Vor allem für den Patienten beginnt oft erst hier der entscheidende Abschnitt.

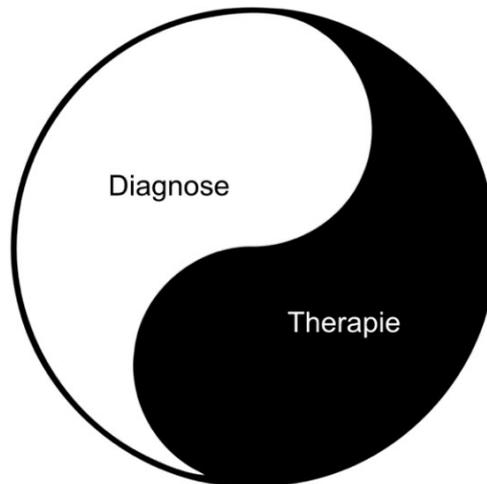
Eine korrekte Diagnose allein, ohne entsprechende Therapie, nützt dem Patienten meist wenig. Erst wenn basierend auf einer Diagnose auch die folgerichtigen Therapieentscheidungen getroffen werden, kann eine Krankheit geheilt oder die Symptome entsprechend gemildert werden.

Über diesen Abschnitt, den man im Gegensatz zum bereits häufig angewandten Begriff des **diagnostic reasoning**, als **therapeutic management reasoning** bezeichnen könnte, wissen wir momentan noch sehr wenig.

Das ist bedauerlich, da gute Clinical Reasoning Strategien helfen können auch den Behandlungsprozess zu unterstützen, um den Patienten eine der individuellen Situation angepasste, leitliniengerechte Versorgung zukommen zu lassen.

c. Zusammenfassung

*Eine korrekte klinische Entscheidung besteht immer aus **zwei** Teilen:
Der korrekten **Diagnose** und der korrekten **Therapieentscheidung**.*



Grafik 1.2.: *Beziehung Diagnostik und Therapie*

Eine Diagnose für sich allein gestellt, ohne entsprechende therapeutische Folgen, was im Einzelfall ja auch bedeuten kann, auf eine Therapie zu verzichten, ist nutzlos.

Gleichzeitig wird eine Therapie durch die Diagnose überhaupt erst möglich.

Beide Abschnitte bedingen sich daher gegenseitig und sind gleich wichtig.

Daher bedürfen auch beide der gleichen Sorgfalt und Aufmerksamkeit durch den Behandelnden; nur, wenn beide Abschnitte ineinandergreifen und möglichst fehlerarm ausgeführt werden, ist ein positiver Outcome für den Patienten gewährleistet.

In Anbetracht der großen Anzahl der bereits im Vorfeld bei der Diagnosefindung auftretenden Fehlerquellen lässt sich vermuten, dass im darauffolgenden Prozess, also bei der Auswahl einer geeigneten Therapie, ebenso viele Fehler gemacht werden.

Womöglich sind es sogar mehr Fehler, da hier auch andere Aspekte und Faktoren, wie z.B. Kontraindikationen oder das Auftreten bestimmter Nebenwirkungen, sowie die Compliance des Betroffenen beachtet werden müssen.

- Soll der Patient oder die Patientin überhaupt eine Therapie erhalten?
- Welche Therapie soll der Patient oder die Patientin erhalten?
- Wie lang soll der Patient oder die Patientin die Therapie erhalten?
- Unter welchen Umständen muss die Therapie abgebrochen oder verändert werden?

Eine Vielzahl an zusätzlichen Entscheidungen muss vom Behandelnden getroffen werden, so muss auch hier sinngemäß ein gezieltes Sammeln, Auswerten, Überprüfen von Daten unter Berücksichtigung von Risiko und Nutzen stattfinden.

Um die Natur dieser Fehler besser zu verstehen, müssen neue Kategorisierungen und Einteilungen erarbeitet werden.

Eine bereits im Kontext der Diagnosefindung verwendete Einteilung, wie zum Beispiel die nach Graber et al. [24], eignet sich als Basis dafür gut.

Sie muss aber entsprechend erweitert und modifiziert werden, da sich die Einteilung, wie bereits oben erwähnt, lediglich auf diagnostische Fehler bezieht. Zudem analysierten Graber et al. auch nur Fehler die von Experten gemacht wurden. Die Einbeziehung von noch unerfahrenen Studenten in eine Studie kann zusätzlich neue interessante Erkenntnisse liefern [31].

Dies kann die bisher vorhandene Forschung ergänzen und die Entwicklung eines neuen Konzepts für Fehler und Fehlerquellen in der Therapie möglich machen und so einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der Patientensicherheit leisten.

Die Notwendigkeit dazu ist in jedem Fall dringend gegeben, wie die hohen Fallzahlen, die höchstwahrscheinlich nicht allein durch diagnostische Fehlentscheidungen bedingt sind, im ersten Abschnitt bereits zeigen.

Gerade der richtige Umgang mit einer Diagnose und die darauf basierenden Therapieentscheidungen spielen bei bestimmten Erkrankungen eine entscheidende Rolle. Der Eintritt von Komplikationen und die Progredienz kann bei einer bereits manifesten Erkrankung in einigen Fällen mit geringem Aufwand verhindert oder verzögert werden.

Dies gilt zum Beispiel für die *Osteoporose*, eine Erkrankung, die in Deutschland vor allem aufgrund des soziodemografischen Wandels zunehmend an Bedeutung gewinnt [32].

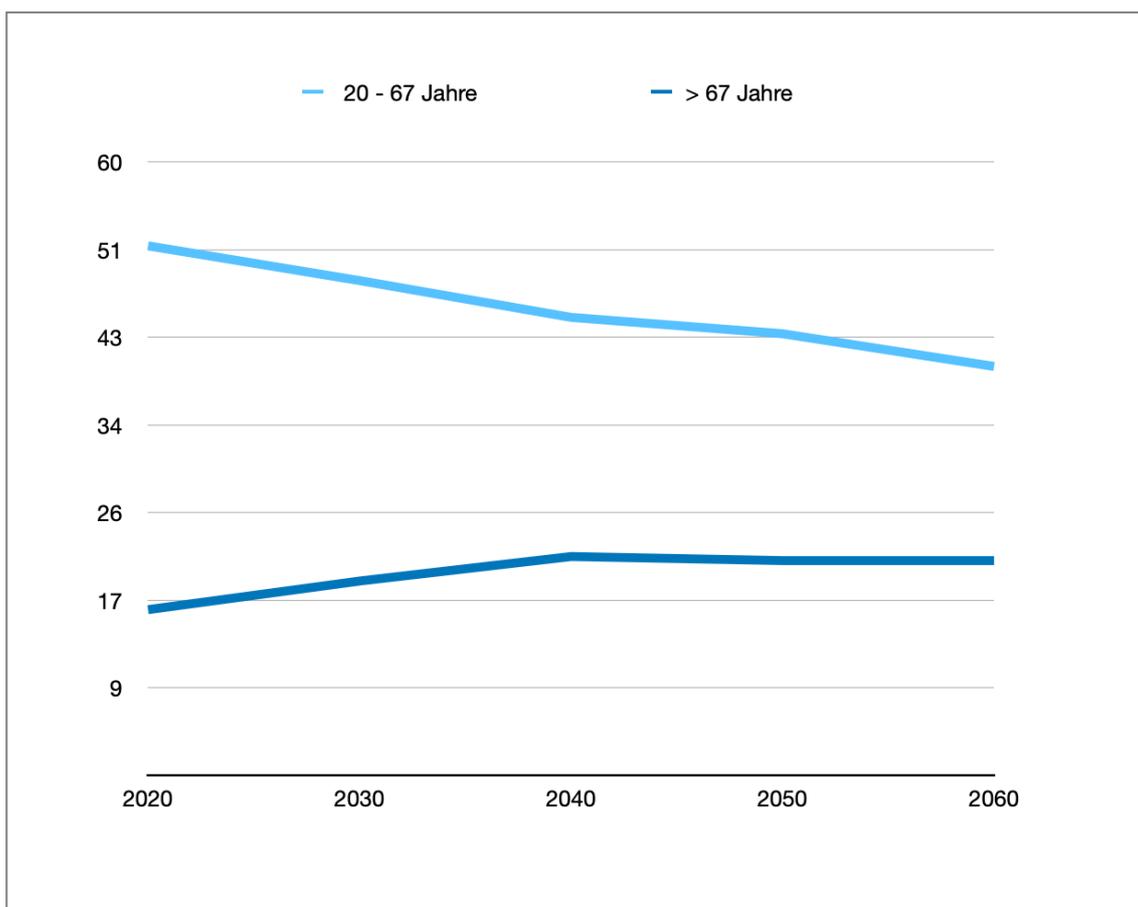
Durch gezielte Anschlussbehandlungen, Rehabilitationsmaßnahmen und Rezidivprophylaxe kann hier das Fortschreiten des Knochenschwunds effektiv verhindert werden; ein möglichst fehlerfreies *therapeutic reasoning* gewährleistet gerade bei dieser Erkrankung sichtbare Erfolge für den Patienten.

3. Demografischer Wandel – Verschiebung des Krankheitsspektrums in Deutschland

Die Altersstruktur in Deutschland befindet sich bekanntermaßen schon seit längerem im Wandel. Einem immer älter werdenden Seniorenanteil steht ein stetiger Rückgang der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter gegenüber [33-36].

Heute sind laut Berechnungen des statistischen Bundesamtes rund 51,8 Millionen Menschen im Alter von 20-67 Jahren. Diese Zahl wird bis zum Jahre 2060 schätzungsweise auf 40,1 Millionen Menschen sinken [33, 37].

Bei den über 67-Jährigen zeichnet sich in den Hochrechnungen ein Trend in die entgegengesetzte Richtung ab. Die 16,2 Millionen Menschen, die sich momentan im Rentenalter befinden, werden in zwei Generationen bereits auf 21 Millionen Menschen angewachsen sein [33, 37].



Grafik 1.3.: erstellt nach Statistisches Bundesamt,
14. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, 2019
(Gesamtbevölkerung 2020: 83,4 Millionen / Gesamtbevölkerung 2060: 74,4 Millionen [37])

Damit werden im Jahr 2060 über 20% der Deutschen 67 Jahre oder älter sein. Die Entwicklung zu einer immer älter werdenden Gesellschaft und der Trend hin zu einem immer längeren Leben zeigte sich schon ab Mitte des letzten Jahrhunderts und lässt sich auch sehr gut am stetigen, vom statistischen Bundesamt laufend nach oben korrigiertem Anstieg der Lebenserwartung bei der Geburt veranschaulichen. Ganz konkret bedeutet dies, dass sich die Lebenserwartung eines Neugeborenen seit Ende des letzten Jahrhunderts mehr als verdoppelt hat [33, 35].

Zurückführen lässt sich dies auf verbesserte Lebensumstände und gestiegenen Wohlstand ganz allgemein, als auch auf den zunehmenden Fokus auf einen gesunden Lebensstil, auf vermehrte Vorsorge und bessere medizinische Versorgung. Infektionserkrankungen werden in Deutschland zunehmend an Bedeutung verlieren, während gleichzeitig die Anzahl an altersassoziierten und chronischen Erkrankungen ansteigen und die Ausrichtung der medizinischen Versorgung so stark beeinflussen wird [35].

Durch die verbesserte medizinische Versorgung werden Krankheitsverläufe und Wechselwirkungen bzw. Nebenwirkungen verschiedener Medikamente sichtbar werden, die so vorher noch gar nicht auftraten, da Patienten mit schweren, damals nicht behandelbaren Erkrankungen bereits früher verstarben.

Gleichzeitig erhöht sich durch das steigende Lebensalter auch der Anteil an multimorbiden Patienten und Patientinnen. So leiden in der Altersgruppe der 65 bis 74-Jährigen bereits jetzt 76% der Frauen und 68% der Männer an zwei oder mehr Erkrankungen [35]. Aufgrund dessen steigt auch die Anzahl an eingenommenen Medikamenten weiter an, so nehmen schon ein Drittel der über 65-Jährigen fünf oder mehr verschiedene Präparate ein [35]. Derart komplexe Patientengeschichten erschweren eine gute klinische Entscheidungsfindung, ein Versäumnis oder ein Fehler wäre hier besonders schwerwiegend und folgenreich.

Insgesamt steigt also zwar die Lebenserwartung, aber auch die Zeit, die man mit Krankheiten und deren Symptomen verbringen kann, wird länger. Vor allem chronische Erkrankungen werden in einer alternden Gesellschaft an Häufigkeit und damit an Bedeutung zunehmen, erhalten aber oft nicht die Aufmerksamkeit, die sie verdient hätten.

Diese Krankheiten werden in Zukunft nicht mehr einfach nur pauschal als „zum Alter gehörig“ eingestuft werden können, da die Patienten heute schon und natürlich auch zukünftig deutlich länger mit den Symptomen zu leben haben.

Hier sollte der Fokus vermehrt auf Prävention, Therapie und Rehabilitation gerichtet werden, um die dazu gewonnenen Jahre möglichst lange beschwerdefrei, mobil und eigenständig und damit selbstbestimmt und lebenswert verbringen zu können.

Weitreichend wird bereits effektiv daran gearbeitet, für diesen, immer größer werdenden Teil der Bevölkerung ein Altern in Gesundheit und mit möglichst viel Lebensqualität zu ermöglichen.

Dennoch bleibt die Versorgung in einigen Teilen noch ungenügend und steht so dem Ziel eines würdevollen Lebensabends entgegen. Besonders deutlich wird dies in Deutschland vor allem bei Betrachtung des stetig wachsenden Versorgungsdefizits der Osteoporose in der Bevölkerung, worauf im Folgenden eingegangen werden soll.

4. Osteoporose – eine Volkskrankheit mit vielen Gesichtern

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung bezeichnet Erkrankungen als sogenannte *Volkskrankheiten*, wenn sie aufgrund ihrer Verbreitung und Schwere für die Bevölkerung besonders relevant sind [38, 39].

An sechs speziellen Forschungsstandorten in Deutschland wird sich der Forschung in diesen Bereichen gewidmet, um so gezielt Verbesserungen in Vorsorge, Diagnose und Therapie bei diesen Erkrankungen zu finden.

Zu den Volkskrankheiten zählen unter anderem Herz-Kreislaufkrankungen, Diabetes, Lungenerkrankungen, Infektionserkrankungen, sowie neurodegenerative Erkrankungen.

Geschätzte Prävalenzen in Deutschland:

- Herz-Kreislaufkrankungen ca. 6 Millionen Menschen (5.830.000 laut RKI [35])
- Diabetes ca. 6 Millionen Menschen (5.607.620 laut RKI, 5.8 Mio. laut Ärzteblatt [40, 41])

Eine ähnlich hohe Prävalenz zeigt sich bei der Osteoporose, obwohl sie im Bundesministerium offiziell noch nicht zur Gruppe der Volkskrankheiten gezählt wird.

Die Daten zur Verbreitung dieser Knochenstoffwechselerkrankung schwanken je nach Quelle, da sich die Erhebungen stark in Art der Erhebung und eingeschlossener Populationsgruppe unterscheiden, dennoch lässt sich die große Zahl der Erkrankten in Deutschland deutlich erkennen.

Laut Daten der Techniker Krankenkasse betrug der Anteil der Versicherten mit Osteoporose im Jahr 2009 bei den über 50-Jährigen 14%, bzw. sogar 24% nur bei den Frauen, was 240.657 von 1,7 Mio. Versicherten entspricht [42].

Nach Hochrechnungen ergeben das ca. **5,3 Millionen** Osteoporose-Betroffene in ganz Deutschland [43].

Bei einer Inzidenz von 2,1 % in dieser Altersgruppe, welche sich auf Diagnosen und Arzneimittelverordnungen stützt, ist davon auszugehen, dass diese Zahl bereits zusätzlich deutlich angestiegen ist [42].

Dies liegt gewiss zu großen Teilen an dem vorher genannten, zunehmenden Anteil alternder Bevölkerung in Deutschland, da die Erkrankungswahrscheinlichkeit mit höherem Alter deutlich ansteigt [43, 44].

Dennoch gilt es bereits an dieser Stelle unbedingt zu betonen, dass auch jüngere und augenscheinlich somit eigentlich eher unwahrscheinlich betroffene Patienten an Osteoporose leiden können.

Diese doch eher untypische Form wird daher oft übersehen und im Ernstfall gar nicht behandelt. Hier kann es also auch noch eine große Dunkelziffer an nicht gestellten Diagnosen geben, die die Prävalenz zusätzlich nach oben korrigieren wird.

Festzuhalten ist, dass bereits jetzt ein Großteil der Bevölkerung betroffen ist und dieser Anteil auch in Zukunft stetig ansteigen wird.

In Anbetracht dieser hohen Zahlen kann man im deutschlandweiten Kontext also durchaus von einer neuen Volkskrankheit sprechen.

Dennoch haben laut einer Marktforschungsstudie im Auftrag des Biotechnologie-Herstellers Amgen 70% der Deutschen wenig bis gar keine Informationen zum Thema Osteoporose [45]. Ein Grund mehr sich diese Krankheit und vor allem den Umgang mit diesen hohen Fallzahlen in Deutschland hinsichtlich Diagnose und Therapie einmal genauer anzusehen.

Hierzu soll im folgenden Abschnitt das Krankheitsbild im Detail dargestellt und auch auf die verschiedenen Krankheitsursachen hingewiesen werden.

Besonders auf die stark heterogenen Therapiemöglichkeiten soll eingegangen werden und im Anschluss die Problematik in Deutschland jeweils für den Einzelnen und kostenbezogen für die Gesellschaft im Ganzen noch genauer betrachtet werden.

Definition

„Die Osteoporose ist eine systemische Skeletterkrankung, die durch eine niedrige Knochenmasse und eine mikroarchitektonische Verschlechterung des Knochengewebes charakterisiert ist, mit einem konsekutiven Anstieg der Knochenfragilität und der Neigung zu Frakturen.“

(Dachverband Osteologie e.V. [46])

Einteilung der Osteoporose nach Ätiologie [46]

Die Osteoporose kann grundsätzlich in zwei verschiedenen Formen abhängig von der jeweiligen Genese auftreten: Bei genauer Betrachtung der Ursachen kann man hier die *primäre* von der *sekundären* Osteoporose unterscheiden [44, 46].

Die *primäre Form* tritt häufig als Erkrankung des älteren Patienten oder aufgrund eines pathologisch veränderten Hormonhaushaltes auf.

Die *sekundäre Form*, andererseits, ist häufig eine Folgeerkrankung einer Reihe an Grundleiden oder kann auch als Nebenwirkung bestimmter Medikamente auftreten [46-49]. Insgesamt sind die Ursachen einer sekundären Osteoporose weitaus vielfältiger. Unter anderem kommen der Morbus Cushing oder der Diabetes mellitus als mögliche Ursachen in Frage, aber auch Neurologische Erkrankungen wie die Alzheimer Demenz oder der Morbus Parkinson können den Knochenabbau begünstigen [46, 50-54]. Hier liegt es am behandelnden Arzt möglichst viele Erkrankungen im Blick zu behalten und die richtigen Schlüsse aus der individuellen Patientengeschichte zu ziehen. Da dies naturgemäß viel Raum für mögliche Fehlerquellen bietet, muss hier besonders sorgsam vorgegangen werden.

Leitlinien, die die gängigsten sekundären Ursachen noch einmal aufgreifen und zusammenfassen, können hier einfach anzuwenden und äußerst hilfreich sein.

Das primäre Ziel einer Therapie bei der sekundären Form der Osteoporose muss immer die Grunderkrankung sein, das heißt, gegebenenfalls muss ein Facharzt hinzugezogen werden, um eine speziell darauf abzielende Therapie zu ermöglichen.

Geschlechterverteilung Im Detail

Generell betrachtet beträgt die Prävalenz von Osteoporose in Deutschland 22,5% bei den Frauen und nur 6,7% bei den Männern [43]. Aufgrund des höheren Risikos eines Östrogendefizits nach der Menopause findet sich bei den Frauen der weitaus größere Anteil. Bei genauer Betrachtung der verschiedenen Ausprägungsformen, fällt auf, dass bei den männlichen Patienten hauptsächlich sekundäre Osteoporose Ursachen eine sehr große Rolle spielen. Das spricht für eine hohe Dunkelziffer in der Diagnostik bei den männlichen Patienten. Es besteht also das Risiko, dass hier die Osteoporose häufig übersehen, beziehungsweise nicht richtig behandelt wird, da lediglich eine Symptomkontrolle erfolgt. Eine Folge, die bei richtiger Betreuung und Sekundärpräventionsmaßnahmen, wie zum Beispiel risikoadaptierter Medikamentenverordnung, in vielen Fällen gar nicht auftreten müsste und gezielt mit einfachen Mitteln vermieden werden könnte.

Osteoporose Diagnostik im Überblick [46]

Der erste wichtige Bestandteil einer vollständigen Basisdiagnostik ist die Bestimmung der **Knochendichte**. Das Standardverfahren ist hierbei die Dual-X-Ray-Messung an drei vorgegebenen Punkten:

- Lendenwirbelsäule (wobei hier ein Mittelwert aus LWK 1 bis 4 bestimmt wird)
- Gesamtfemur
- Femurhals

Einen ganz entscheidenden Pfeiler in der Basisdiagnostik stellt auch das Auswerten eines umfangreichen **Labors** dar. So können sekundäre Osteoporose Ursachen, ebenso wie andere pathologische Knochenveränderungen ausgeschlossen werden.

Mögliche Kontraindikationen und Risikofaktoren, die im Verlauf vor allem in der medikamentösen Therapie noch eine Rolle spielen könnten, lassen sich hiermit auch gut erfassen.

Gegebenenfalls kann zusätzlich noch eine andere **Bildgebung** nötig werden, um die Differentialdiagnostik zu unterstützen und um zum Beispiel auch frühzeitig Wirbelkörperbrüche darzustellen. Da Frakturen der Wirbelkörper oft asymptomatisch verlaufen und vor allem frische Einbrüche in der Frühphase meist nicht eindeutig bestimmbar sind, sollte man hier besonders sorgfältig vorgehen.

Osteoporose Therapie im Überblick [46]

Die Osteoporose kann im eigentlichen Sinne nicht *geheilt* werden, sondern es wird lediglich ein Fortschreiten des Knochenabbaus angestrebt. Das allgemeine Ziel der Therapie ist ein Senken des Risikos für weitere Stürze und damit ein Vermeiden weiterer Knochenbrüche. So kann letztendlich auch die Mortalität für den Patienten gesenkt werden [43, 55, 56]. Denn jede Immobilität und jeder Krankenhausaufenthalt durch eine neue Fraktur birgt neue Risiken, multimorbide ältere Patienten sind hiervon besonders betroffen.

Die **Basistherapie**, die grundsätzlich jeder Osteoporose Patient erhält, stützt sich hierbei immer auf folgende drei Grundpfeiler:

- Basismedikation (Vitamin-D und mindestens 1000mg Calcium pro Tag - über eine ausgewogene Ernährung-)

- generelle Fraktur Prophylaxe (Kraft und Koordinationstraining z.B. durch Physiotherapie und Vermittlung eines knochengesunden Lebensstils)
- gezielte Medikamentenüberprüfung auf Nutzen und Nebenwirkungen

Da diese Therapie bei Patientengruppen mit höherem Fraktur Risiko allein nicht mehr ausreicht, kommt hier noch zusätzlich die **spezielle Osteoporosetherapie** mithilfe von Medikamenten zum Einsatz [46, 56].

Hier gilt es zu betonen, dass eine medikamentöse Therapie nie gestützt nur auf einen einzelnen Messwert, wie zum Beispiel der verminderten Knochendichte, begonnen werden sollte.

Vielmehr sollten in die Indikationsstellung zahlreiche Faktoren mit einfließen, um allgemeine Therapiengrenzen individuell erweitern zu können.

Hierzu findet sich in den aktuellen Leitlinien des Dachverbandes Osteologie e.V. ein übersichtliches Risikomodell, welches einen Überblick über den empfohlenen Therapiebeginn abhängig von Alter, Geschlecht und der Knochendichte im Vergleich zum Idealwert (T-Score) zeigt [46].

Lebensalter in Jahren		T-Score (DXA-Knochendichtewert im Vergleich zum Idealwert eines jungen Erwachsenen)				
Frau	Mann	-2,0 bis -2,5	-2,5 bis -3,0	-3,0 bis -3,5	-3,5 bis -4,0	< -4,0
50-60	60-70	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
60-65	70-75	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
65-70	75-80	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
70-75	80-85	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
>75	>85	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Tabelle 1.2.: Indikation für eine spezifische medikamentöse Therapie, angepasst nach DVO Leitlinie Osteoporose 2017

Zur Behandlung der Osteoporose stehen eine Vielzahl von sehr heterogenen Präparaten zur Verfügung [32, 57, 58].

In erster Linie richtet sich die Auswahl der Medikation nach dem individuellen Frakturrisiko des Patienten. Bei mäßigem Risiko stellt dementsprechend die Standardtherapie mit *oralen Bisphosphonaten* das Mittel der ersten Wahl dar.

Bei steigendem Risiko sollte man besser auf alternative und in diesem Fall effektivere Präparate wie zum Beispiel *Parathormon-Fragmente* oder auf die innovativen *monoklonalen Antikörper* zurückgreifen [32, 46, 59].

Auch die Frakturlokalisierung sollte in die Entscheidung mit einbezogen werden, das spielt insgesamt in der Auswahl der Therapie zwar eine untergeordnete Rolle, sollte aber dennoch nicht vernachlässigt werden.

Studien haben gezeigt, dass bei Wirbelkörperfrakturen in der Patientengeschichte eine Therapie mit *Ibandronat*, *Raloxifen* oder *Teriparatid* einen geringen, aber nicht zu vernachlässigenden Vorteil bietet [46].

Es gibt auch zahlreiche Kontraindikationen, die nicht übersehen werden dürfen.

So sollten Patienten mit Entleerungsverzögerungen der Speiseröhre (z.B. durch Strikturen, Achalasie), Erkrankungen des Verdauungstraktes, sowie chronisch entzündlichen Darmerkrankungen und nach Magenoperationen keine *oralen Bisphosphonate* erhalten, um ösophageale Erosionen zu vermeiden [46].

Patienten mit Nierenfunktionsstörungen/-insuffizienz sollten generell keine Bisphosphonate erhalten, hier kann alternativ zum Beispiel auf den humanen monoklonalen Antikörper *Denosumab* zurückgegriffen werden.

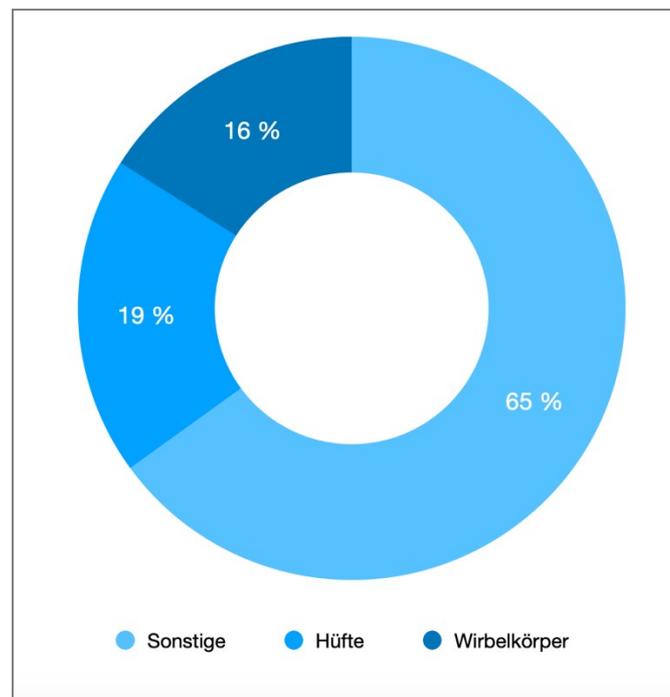
Die Therapie mit *Bisphosphonaten* ist nicht für eine Dauertherapie ohne Unterbrechungen über viele Jahre lang gedacht. Grundsätzlich sollte also bei der Osteoporose Therapie auch immer noch der Krankheitsverlauf des Betroffenen im Blick behalten und langfristig mit verfolgt werden. Die Behandlung darf dementsprechend nicht mit der Ausstellung eines Rezepts enden. Das Ziel der Osteoporose Therapie ist es im Großen und Ganzen das Frakturrisiko so weit zu senken, dass eine individuell angepasste Sequenztherapie mit entsprechenden Therapiepausen möglich wird.

Des Weiteren sollten Patientinnen mit Endometrium-, Mamma-Karzinom oder anderen hormonaktiven Tumoren keine Östrogenpräparate erhalten [46].

5. Behandlungsdefizit in Deutschland und Europa

Die durch die Osteoporose geschädigte Knochensubstanz führt langfristig zu fragileren Knochen, die leichter brechen als das bei gesunden Knochen der Fall wäre. So treten bereits bei „kleineren“ Unfällen und geringer Belastung schwerwiegende Knochenbrüche auf [60, 61]. Diese im Kontext einer nichtbehandelten oder falsch behandelten Osteoporose auftretenden Frakturen werden als **Fragilitätsfrakturen** bezeichnet [43, 60, 62].

Einen guten Überblick über die Verteilung derartiger Frakturen in insgesamt sechs EU Staaten bietet der Report der *International Osteoporosis Foundation* der auf aktuellen Regierungsdaten basiert [43]. Demnach traten im Jahre 2017 schätzungsweise 765.000 solcher Frakturen in Deutschland auf. Im Detail handelt es sich hierbei um Hüftfrakturen, Wirbelkörperfrakturen, sowie „sonstige“ osteoporotische Frakturen [43].



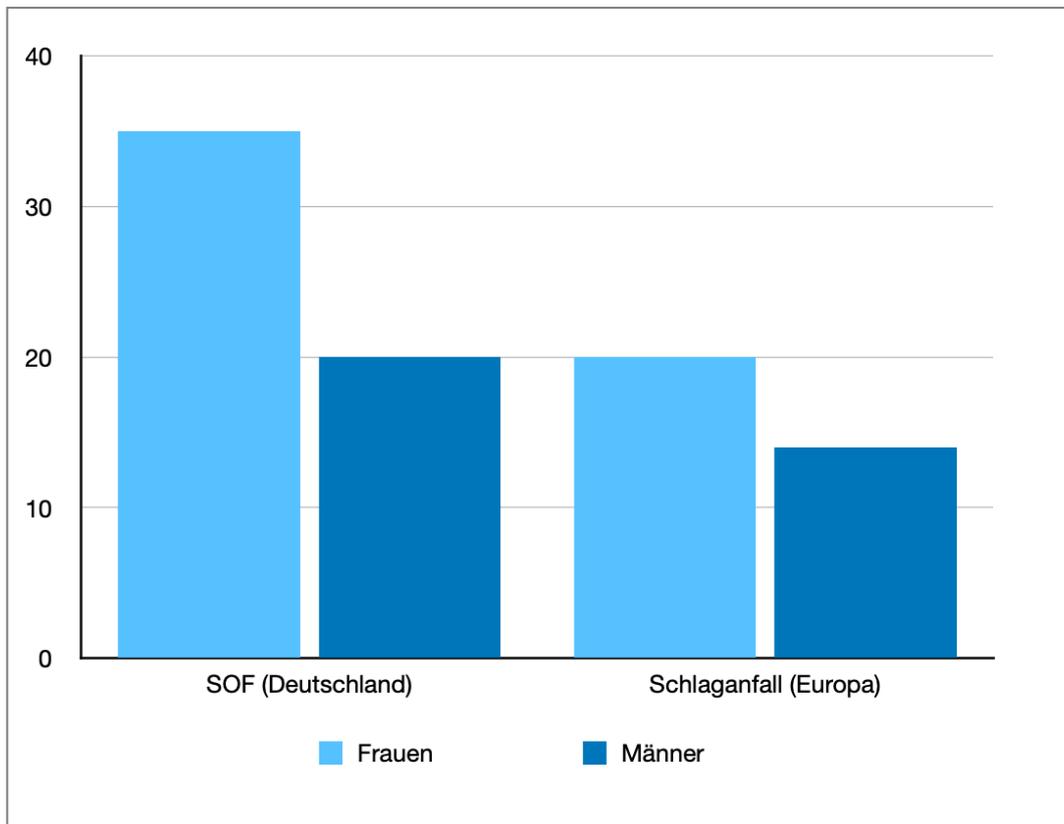
Grafik 1.4.: Fraktуреinteilung in Deutschland nach IOF Report [43]

Diese hohe Zahl an vermeidbaren Frakturen zeigt bereits, dass hier offensichtlich ein deutliches Behandlungsdefizit vorliegt [61].

Insgesamt wurden 51 % dieser Frakturen zusätzlich als schwere osteoporotische Frakturen „SOF“ kategorisiert. Hierzu zählen Frakturen an den Hüftknochen, den Wirbelkörpern und den Armen [43, 63].

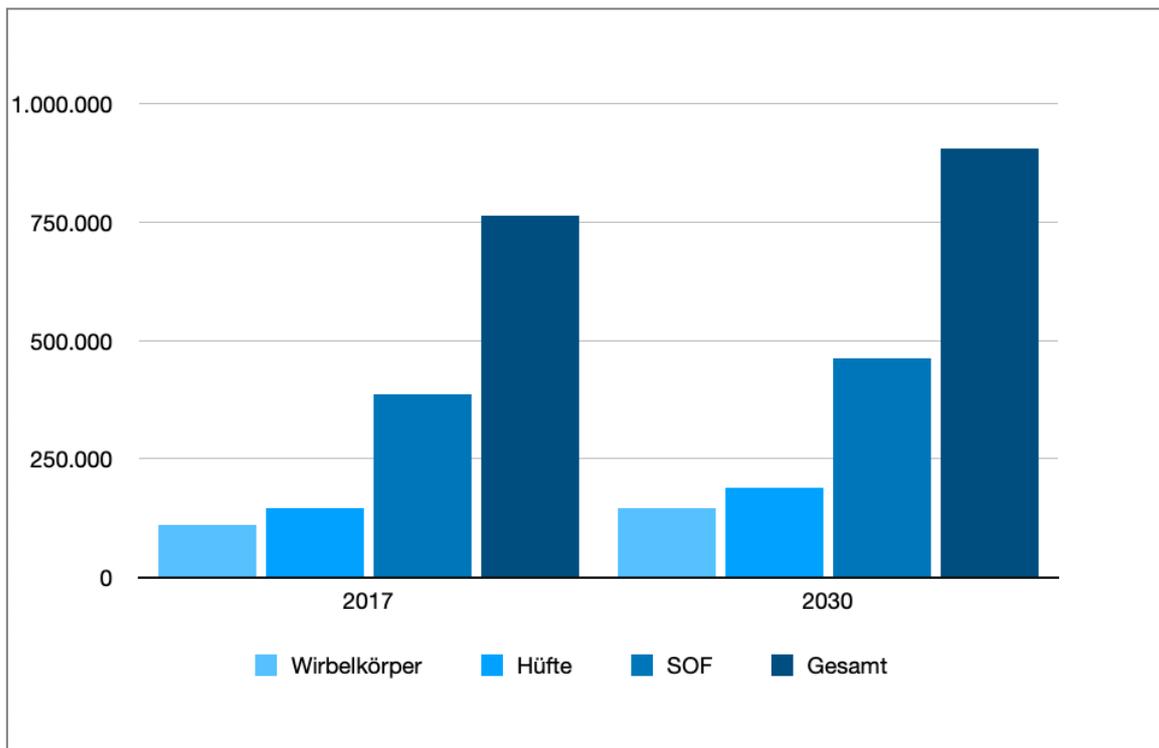
Die Betrachtung der Wahrscheinlichkeit einmal im Leben eine derartige Fraktur zu erleiden, verdeutlicht das hohe Auftreten eindrücklich:

Das sogenannte Lebenszeitrisiko für eine schwere osteoporotische Fraktur beträgt in Europa ab einem Alter von 50 Jahren 35 % bei Frauen und 20 % bei Männern [43, 64] und somit in beiden Gruppen jeweils höher als das Risiko einen Schlaganfall zu erleiden.



Grafik 1.5.: Lebenszeitrisiko in % nach IOF Report [43]

Hierbei handelt es sich aber keineswegs um ein statisches Phänomen, viel mehr wird diese Problematik in den kommenden Jahren mit besorgniserregender Dynamik zunehmen [43, 63, 65]. „Die jährliche Inzidenz der Fragilitätsfrakturen soll bis zum Jahr 2030 auf knapp eine Million (907.000.) ansteigen“[43].



Grafik 1.6.: Entwicklung Anzahl Fragilitätsfrakturen in absoluten Zahlen für Deutschland; geschätzt und abgeleitet aus IOF Report [43]

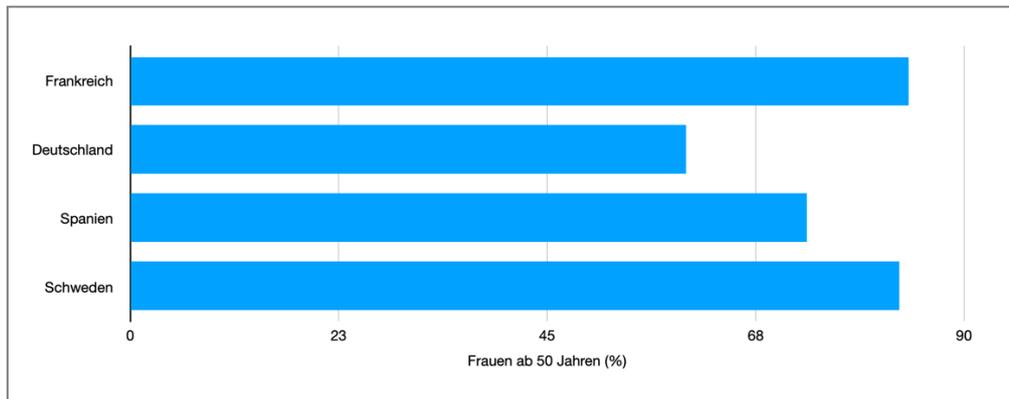
All diese Zahlen lassen vermuten, dass das Einleiten einer Therapie, welche ein Brechen der Knochen hätte verhindern können, oft versäumt wird.

Diese fehlende Sekundärprävention stellt ganz besonders deshalb ein so großes Problem dar, weil nach dem ersten Auftreten einer Fraktur das Risiko für eine weitere Fraktur stark erhöht ist [66].

Bei Frauen zum Beispiel ist dieses Risiko im ersten Jahr nach einer Fraktur fünfmal höher [43]. Eine Fraktur führt so schnell zur nächsten Fraktur und das Knochengewebe hat keine Chance sich zu erholen [43, 66].

Zusätzlich kommt hinzu, dass trotz einer Osteoporose Diagnose, anscheinend oft letztendlich dann doch keine Behandlung begonnen wird. Ursächlich dafür können zum Beispiel Übermittlungsschwierigkeiten zwischen der Akutbehandlung in der Unfallchirurgie und der Überweisung zur Behandlung durch den Hausarzt sein. So erhalten lediglich 40% der Frauen in Deutschland eine entsprechende Sekundärbehandlung [43].

Auch in der Nachsorge scheint es also eine erhebliche Lücke zu geben, wie auch der europäische Vergleich zeigt [43, 65].



Grafik 1.7.: Anteil an unbehandelten Patientinnen innerhalb eines Jahr im Anschluss an eine osteoporotische Fraktur; geschätzt und abgeleitet aus nach IOF Report [43]

Hier stellt sich nun die Frage, wodurch diese großen Fallzahlen an Fragilitätsfrakturen zustande kommen, da man diese Frakturen ja prinzipiell einfach und kostengünstig hätte vermeiden können.

Wie die hohen Prävalenzen zeigen, wird die Diagnose Osteoporose anscheinend noch häufig gestellt. Anschließend daran jedoch scheint es in der Entscheidung, überhaupt eine Therapie zu beginnen, beziehungsweise in der Wahl der geeigneten Therapie, ein großes Defizit zu geben. Die Gründe hierfür lassen sich an dieser Stelle nur erahnen.

- Allgemein „altersbedingt“

Möglicherweise liegt das daran, dass die Osteoporose und die dadurch bedingten Frakturen im allgemeinen Verständnis wohl noch zu häufig als Alterserscheinungen abgetan werden und hier selten Handlungsbedarf für die Behandlung der, zu diesem Zeitpunkt bereits schwer geschädigten Knochensubstanz, gesehen wird; die Osteoporose ist einfach nicht relevant genug. Andere Erkrankungen genießen in der öffentlichen Meinung immer noch weitaus größere Aufmerksamkeit und führen so auch häufiger zu Vorsorgemaßnahmen oder bewussten Lebensstiländerungen der Betroffenen [35].

- Späte Diagnosestellung

Ein Grund könnte auch sein, dass die Diagnose der Osteoporose, oft erst nach Eintreten einer Fraktur gestellt wird. Die zu Beginn oft milden Beschwerdebilder werden häufig nicht erkannt und nicht korrekt eingeordnet. Die Diagnose wird zu einem Zeitpunkt gestellt, an dem der

Knochenschwund meistens bereits so weit fortgeschritten ist, dass das Material der Belastung nicht mehr standhalten kann, also viel zu spät.

Trotz der offensichtlich großen Prävalenz in allen Bevölkerungs- und Altersschichten Deutschlands ist die medizinische Versorgung der Betroffenen noch stark verbesserungswürdig und ausbaufähig [67]. Das ist eine wichtige Aufgabe, vor allem da das Behandlungsdefizit nicht nur Einschränkungen der Lebensqualität für den Einzelnen zur Folge hat, sondern auch weitreichende gesamtwirtschaftliche Auswirkungen mit sich bringt.

Auswirkungen für den Einzelnen

1. Fragilitätsfrakturen können zu einem Verlust an Lebensqualität führen

Das Wissen um die erhöhte Frakturanfälligkeit kann sich auch psychisch auf das Leben bzw. den Lebensmut und das Verhalten des Patienten auswirken.

Der Patient wird zunehmend vorsichtiger und isoliert sich wahrscheinlicher. Durch die Aufgabe bestimmter schmerzhafter Bewegungsabläufe bewegen sich die Betroffenen weniger als eigentlich gesund und förderlich wäre. So wird unter Umständen auch auf Tätigkeiten verzichtet, die wichtig für das Sozialleben und die Genesung der Betroffenen sind.

Der Verlust an Lebensqualität für den Einzelnen stellt die wohl weitaus größte Folge des oben geschilderten Therapiedefizits dar [40].

Ein Bruch in den Knochen kann so letztendlich auch zum „Bruch im Leben führen“.

Mit der Angabe des Verlustes an sogenannten **quality-adjusted-life-years** (**QUALY**-Score) lässt sich das behelfsweise annähernd objektiv berechnen [43].

Dieser Score setzt die verbleibenden Lebensjahre ins Verhältnis zum Gesundheitszustand und misst so den Einfluss einer bestimmten Erkrankung oder den Nutzen einer bestimmten Intervention.

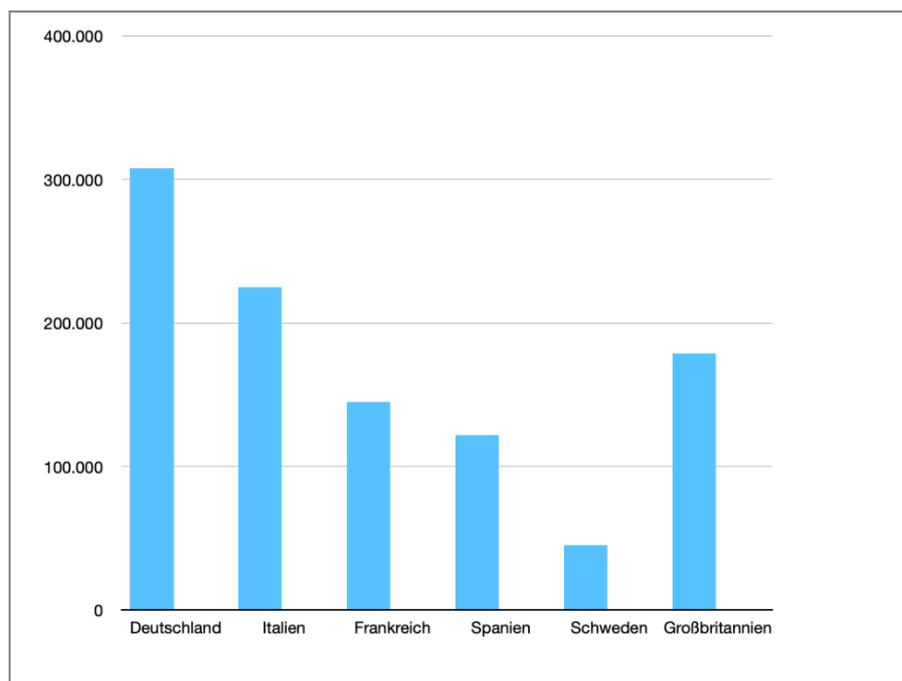
Hierbei werden die, nach einem Ereignis, wie zum Beispiel einer Fraktur, verbleibenden Lebensjahre mit einem Score von 0,00 bis 1,00 bewertet.

Dies geschieht unter Berücksichtigung der Frage, inwieweit ein Patient zum Beispiel noch selbstständig und frei von physischen sowie psychischen Belastungen lebt.

So wird zum Beispiel für den Aufenthalt in einem Pflegeheim ein Faktor von 0,40, für eine Erkrankung an einem Mamma Karzinom ein Faktor von 0,62 und für hüftnahe Frakturen ein Faktor von 0,83 verwendet. Dieser Faktor wird dann mit den verbleibenden Lebensjahren multipliziert [68].

Fragilitätsfrakturen verursachten in ganz Deutschland im Jahr 2017 schätzungsweise insgesamt einen Verlust von 307.909 qualitätskorrigierten Lebensjahren [43].

Hierbei handelt es sich natürlich um einen sehr abstrakten Wert, aber das lässt vor allem im europäischen Vergleich eine hohe Belastung durch Fragilitätsfrakturen vermuten [43, 65].



Grafik 1.8.: Jährlicher QUALY- Gesamtverlust in absoluten Zahlen aus sechs EU- Ländern im Jahr 2017
geschätzt und abgeleitet aus nach IOF Report [43]

Wenn man diese Zahlen im größeren Kontext betrachtet, bedeutet das auch, dass sich Fragilitätsfrakturen bereits an vierter Stelle der Ursachen für chronische Morbidität und eingeschränkte Lebensqualität befinden.

2009 belegte der Knochenschwund im europäischen Vergleich hier nur den sechsten Platz, mittlerweile haben Fragilitätsfrakturen den ischämischen Herzanfall und auch die rheumatischen Krankheitsbilder überholt [40, 43].

2. Fragilitätsfrakturen können zu erhöhter Pflegebedürftigkeit führen

Logischerweise gehen Frakturen auch mit einer eingeschränkten Beweglichkeit, Selbstständigkeit und damit Unabhängigkeit in der Lebensweise des Patienten einher.

Besonders die Hüftfrakturen schlagen hier negativ zu Buche und bedeuten für den Patienten einen längeren Krankenhausaufenthalt und somit Immobilisation.

Aber selbst nach der Entlassung kann oft nicht mehr der alte Mobilitätsgrad erreicht werden:

„Ein Jahr nach der Hüftfraktur können 40% der Patienten immer noch nicht wieder allein gehen, und 80% klagen über Einschränkungen bei anderen Tätigkeiten, z.B. beim Autofahren oder Einkaufen.“ [43]

So stieg der Anteil derer, die nach einer Hüftfraktur auf Langzeitpflege angewiesen waren auf 2,1% in der Gruppe der 50- bis 60-Jährigen und in der Vergleichsgruppe der über 90-Jährigen sogar auf 35,5% [43].

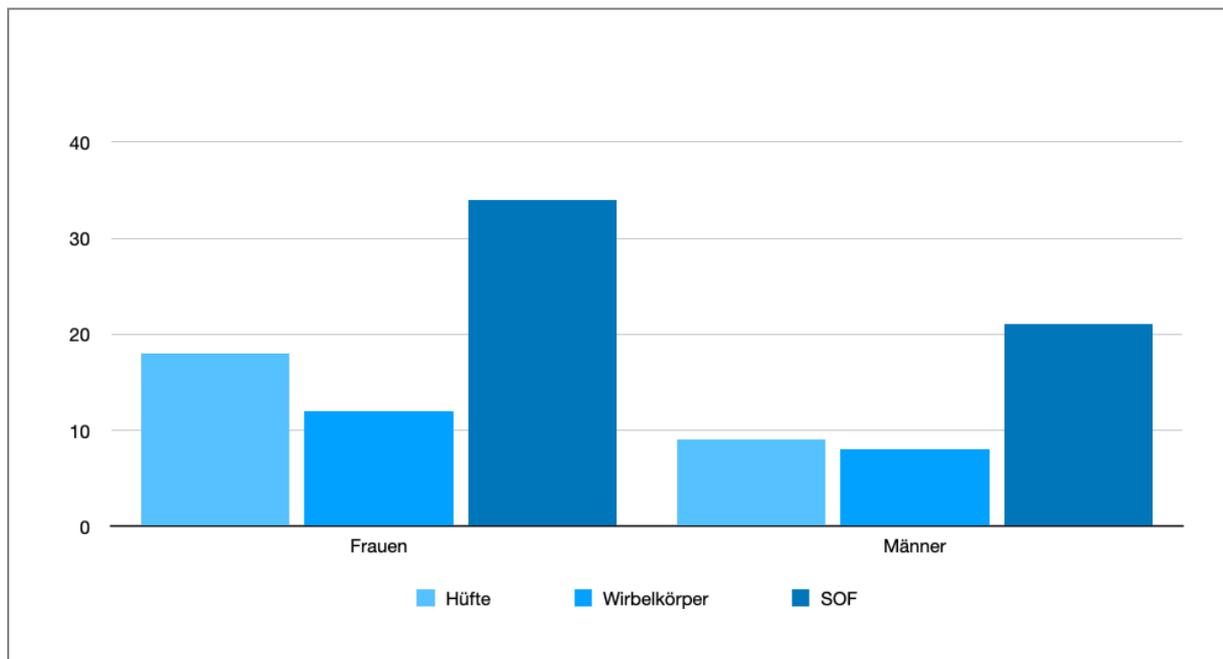
Der Patient wird abhängig von Pflege und Fürsorge durch Angehörige und Familie.

Zusätzlich ist dieses soziale Auffangnetz aufgrund des Trends zu kleineren Familienstrukturen und durch den Geburtenrückgang häufig aber gar nicht mehr gegeben [69, 70].

Ein alleinstehender Betroffener muss so Hilfe im Alltag bzw. Pflege durch Fachpersonal in Anspruch nehmen, was wiederum mit erhöhten Kosten und auch einem erheblichen Einschnitt in sein Leben verbunden ist.

3. Fragilitätsfrakturen können zu Erwerbsausfall führen

Die Fragilitätsfrakturen stellen besonders für über 50-Jährige eine erhebliche Belastung dar; das Risiko eine solche zu erleiden ist sehr hoch. Diese Patientengruppe befindet sich in einem Alter, in dem normalerweise noch nicht an den Ruhestand gedacht wird und die meisten Menschen noch als voll erwerbstätig gelten, beziehungsweise auch darauf angewiesen sind [43, 65, 71].



Grafik 1.9.: Lebenszeitrisiko für Fragilitätsfrakturen ab einem Alter von 50 Jahren, geschätzt und abgeleitet aus IOF Report [43]

Die Schmerzen und Bewegungseinschränkungen sind auch in diesem eigentlich noch jungen Alter nicht zu unterschätzen und beeinflussen den Alltag der Betroffenen enorm.

So ließen sich im Jahr 2017 insgesamt 1,38 Millionen Krankheitstage in Deutschland auf Fragilitätsfrakturen zurückführen. Im Durchschnitt wurden also 28 Krankheitstage pro 1.000 Personen allein aufgrund dieser Frakturen in Anspruch genommen.

Im Europäischen Vergleich liegt Deutschland hier hinter Schweden an zweiter Stelle [43].

Ein Ausfall der Erwerbstätigkeit und somit Ausfall des Einkommens kann die Ursache finanzieller Probleme, von Engpässen bis hin zu einer Bedrohung der finanziellen Existenz, bedeuten.

Da die Zahl der Erwerbstätigen in Deutschland weiter sinken wird, vom Jahr 2018 von 51,8 Millionen bis zum Jahr 2035 auf 45,8 Millionen, wird der Druck auf den Einzelnen noch verstärkt werden [33, 36].

Schutz und Vorsorgemaßnahmen für diese Bevölkerungsgruppe werden also auch in Zukunft an Bedeutung gewinnen, um die Gesellschaft zu schützen und die gesamtwirtschaftlichen Folgen für die Gesellschaft möglichst gering zu halten.

1. Derzeitige gesamtwirtschaftliche Kosten durch Fragilitätsfrakturen

All diese vorher genannten Punkte haben indirekt und vor allem auch langfristig einen Effekt auf die Gesellschaft und das Gesundheitswesen im Allgemeinen.

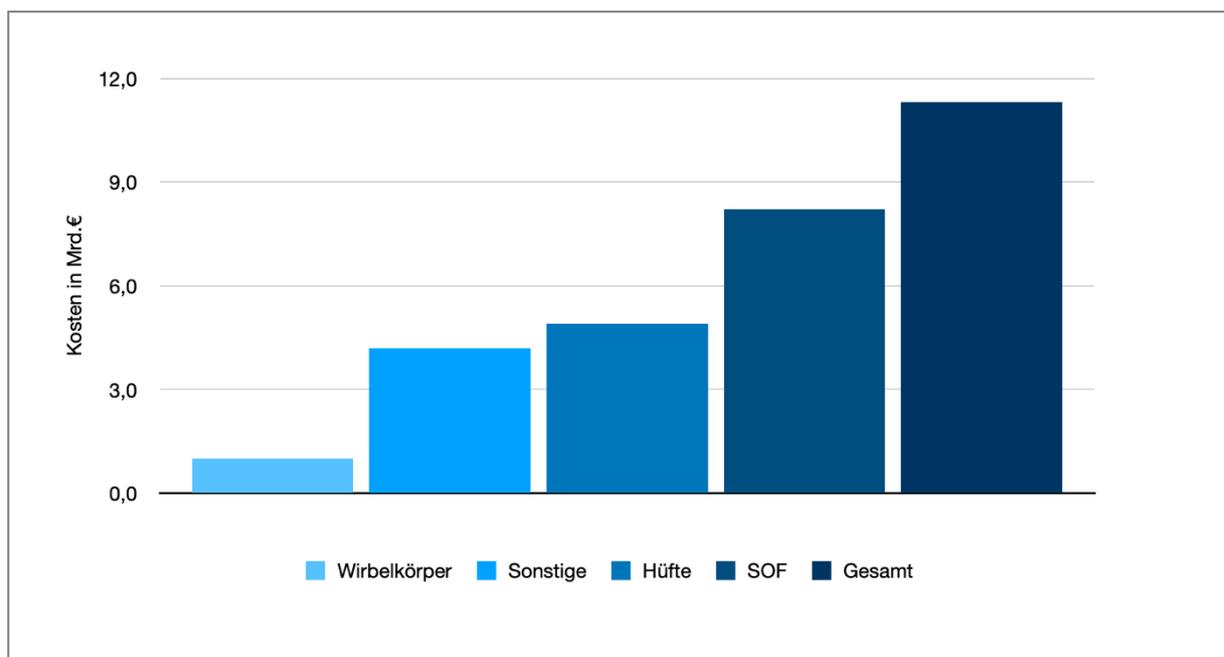
Die von Fragilitätsfrakturen gesamtwirtschaftlich verursachten Kosten beliefen sich in Deutschland 2017 auf insgesamt ca. 11,3 Milliarden Euro [43].

Diese beachtlich hohe Zahl kommt vor allem durch die vielen Krankenhauseinweisungen und langen Aufenthalte zustande.

Die Kosten entstehen besonders in den ersten 12 Monaten nach der Fraktur und spiegeln in etwa die Schwere und Lokalisation der Frakturen wider.

Dementsprechend verursachen hier die Hüftfrakturen den weitaus größten Teil der Kosten, da sie im Regelfall am kompliziertesten zu behandeln und so mit dem längsten Krankenhausaufenthalt verbunden sind.

„Hüftfrakturen machen „nur“ ein Fünftel aller Frakturen aus, verursachen jedoch schätzungsweise 50 % aller frakturbedingten Kosten.“ [43]



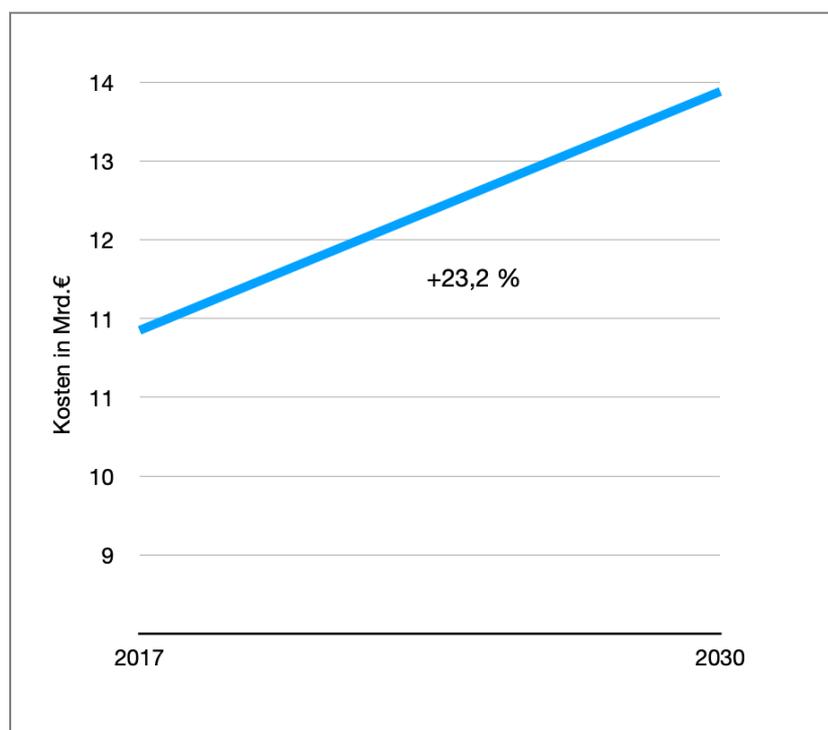
Grafik 1.10.: Geschätzte jährliche frakturbedingte Kosten in Deutschland 2017, geschätzt und abgeleitet aus IOF Report [43]

2. Künftige gesamtwirtschaftlichen Kosten durch Fragilitätsfrakturen

Auch hier lässt sich ein Trend hin zu noch höheren Zahlen erkennen.

Die gesamtwirtschaftlichen Kosten durch Fragilitätsfrakturen werden bis 2030 um insgesamt 23,2% steigen.

Die Prognosen sagen demnach einen Anstieg von nahezu einem Viertel in lediglich einem Jahrzehnt voraus [43].



Grafik 1.11.: Anstieg Kosten durch Fragilitätsfrakturen bis 2030 nach IOF Report [43]

II. Forschungsfragen

Vor diesem Hintergrund sollen in der vorliegenden Dissertation die folgenden Fragen beantwortet werden:

1. Wie häufig sind Therapiefehler in der Behandlung der Osteoporose

- a) bei Studierenden?
- b) bei Ärzten?

2. Welche kognitiven Ursachen liegen diesen Fehlern zugrunde

- a) bei Studierenden?
- b) bei Ärzten?

III. Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, die während einer Therapieentscheidung auftretenden Fehler zu erfassen und zu charakterisieren.

Aus diesen Ergebnissen sollen neue Einteilungsmöglichkeiten für die Fehlerquellen in der Therapieentscheidung erarbeitet werden, um die bereits für den Diagnostikprozess bekannten Einteilungen der Fehlerquellen auch hinsichtlich der Therapieentscheidung sinnvoll zu ergänzen. So wird in dieser wissenschaftlichen Arbeit versucht das Clinical Reasoning speziell im Therapieentscheidungsverfahren und die dort ablaufenden Denkprozesse genauer zu untersuchen und transparenter zu machen.

Dies soll am Beispiel der Osteoporose Therapie erarbeitet werden, da die hier angewandten heterogenen Therapiemöglichkeiten viele potenzielle Fehlerquellen bieten.

Zusätzlich sollen quantitative und qualitative Unterschiede der Fehler und Fehlerquellen bei erfahrenen Ärzten einerseits und noch in der Ausbildung befindlichen Medizinstudierenden andererseits, herausgearbeitet werden.

Die Hoffnung liegt darin, hierbei mögliche Ansatzpunkte zu finden, um das Curriculum für zukünftige Medizinstudierende zu verbessern und den Lernenden so bereits während der Ausbildung gezielt Handlungs- und Entscheidungskompetenzen auf Grundlage empirischer und aktueller Ergebnisse der Lehr- und Lernforschung zu vermitteln.

Darüber hinaus sollen die Ergebnisse der Studie als möglicher Indikator für die Akzeptanz und Effektivität der im Vorfeld erstellten, multimedialen Lernmaterialien, sowie der Miteinbeziehung und Zuhilfenahme von Leitlinien im Generellen dienen. So sollen Stärken, aber auch eventuelles Verbesserungspotential dieser Herangehensweise an die Aufarbeitung komplexer medizinischer Themen aufgedeckt werden.

IV. Materialien und Methoden

1. Materialien

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Ludwig-Maximilians-Universität genehmigt (Ethik Nummer: 18-347UE).

Zur Durchführung der Studie wurden die folgenden Materialien erstellt und dann den Probanden im Rahmen einer Onlineveranstaltung zur Verfügung gestellt und von ihnen bearbeitet.

a. Soziodemografischer Fragebogen

Zu Anfang wurde ein ausführlicher Fragebogen erstellt, um die Einteilung der Probanden nach bestimmten soziodemografischen Eigenschaften zu ermöglichen.

Es wurden die folgenden Variablen erhoben:

Geschlecht, Alter, Berufserfahrung bzw. Studienjahr, Muttersprache.

b. Multimedialer Guide „Osteoporose, kurzgefasst“

Um allen Probanden einen annähernd gleichen Wissenstand zu ermöglichen, wurde ein multimedialer Guide zur Aufbereitung und Wiederholung der Lerninhalte erarbeitet.

Hierzu wurde eine Vielzahl von Tabellen und Übersichten anhand des aktuellen Standes der medizinischen Forschung erstellt und übersichtlich zusammengefasst.

Folgende Themen wurden behandelt:

- Aufbau der Basisdiagnostik
- häufige Ursachen primärer sowie sekundärer Osteoporose Formen
- hilfreiche Fraktуреinteilungen im Kontext der Diagnostik
- Therapiealgorithmus der Basis- und der medikamentösen Differentialtherapie

Die grundsätzlichen Punkte in Diagnostik und Therapie der Osteoporose wurden hier auf Basis der aktuellen Leitlinien des Dachverbandes Osteologie e.V. von 2017 veranschaulicht und mit zusätzlichen Ausführungen in Form von Tonaufnahmen hinterlegt [46].

Das so entstandene, ca. 20 Minuten lange Video wurde den Teilnehmern der Online-Veranstaltung nach Beantwortung des soziodemografischen Fragebogens freigeschaltet.

Der Guide wurde von der Doktorandin entwickelt, Review und Fehlerkontrolle erfolgten durch Dr.med. Leah Braun und Prof. Dr. Ralf Schmidmaier.

Ausschnitte aus dem multimedialen Guide befinden sich im Anhang dieser Arbeit.

c. Flyer „Osteoporose, kurzgefasst“

Zusätzlich wurde ein Flyer erstellt. Um auch einen zukünftigen Einsatz im Klinikalltag zu ermöglichen, geschah dies - frei nach dem Vorbild der Leitlinien des Dachverbandes Osteologie e.V. - im handlichen „Kitteltaschenformat“ [46].

Der Flyer wurde den Teilnehmern im Vorfeld der Veranstaltung per E-Mail zur Verfügung gestellt (siehe Flyer im Anhang).

Eine Bearbeitung dieses zusätzlichen Materials erfolgte freiwillig.

d. Fallvignetten in CASUS-online

Basierend auf realen Patientenfällen wurden 10 hypothetische, aber durchaus realistische Patientenfälle unterschiedlicher Art ausgearbeitet.

Das Material für die inhaltliche Ausgestaltung baut auf reale Patientenfälle auf, die von Prof. Dr. med. Ralf Schmidmaier in anonymisierter Form in Vorträgen verwendet wurden, sowie auch auf früher erstellten Beispiels-Vignetten, die durch Dr.med. Leah Braun zur Verfügung gestellt wurden.

Hierbei wurde stets auf einheitliche Fallkomplexität und Schwierigkeit der einzelnen Vignetten geachtet [31].

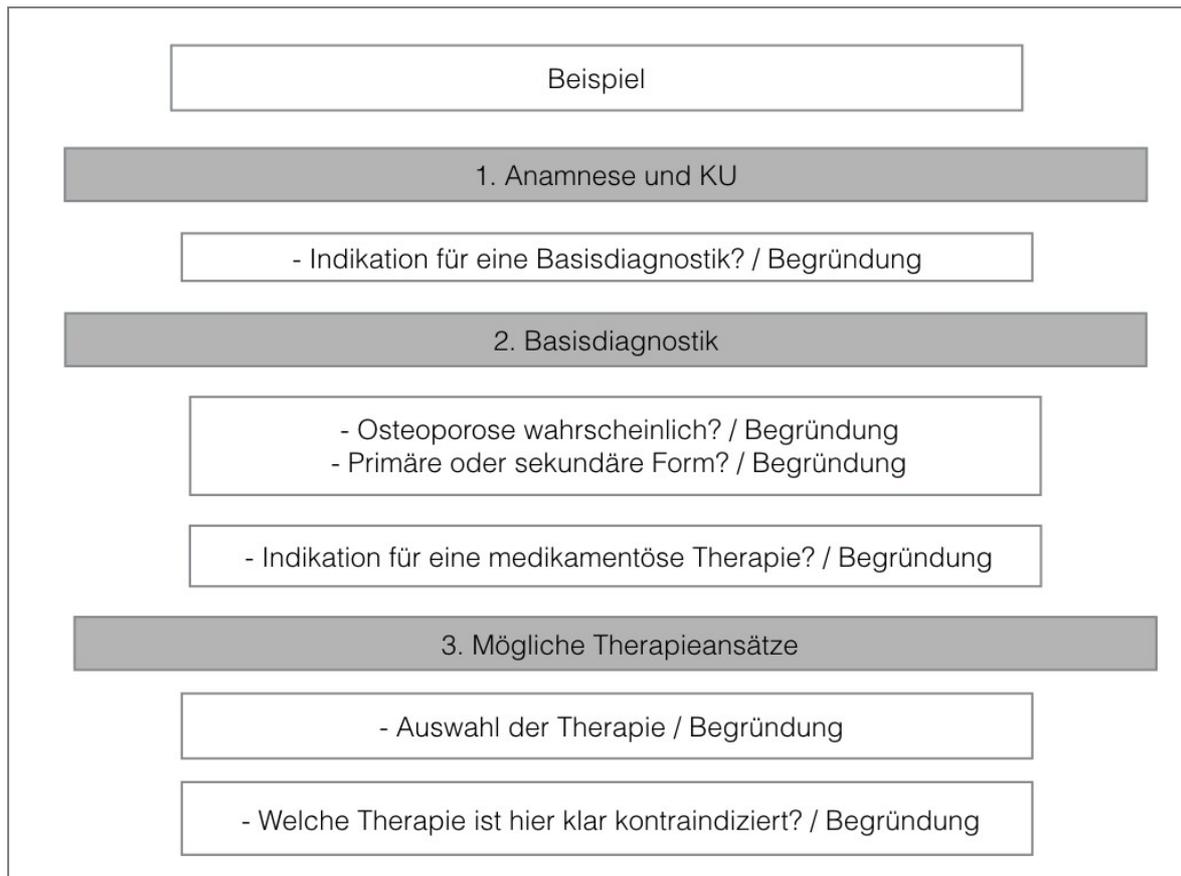
Besonderer Fokus lag darauf, möglichst häufig auftretende Ausprägungsformen und klinische Bilder der Osteoporose darzustellen.

Die Fallvignetten wurden ebenfalls einem Expertenreview durch Dr.med. Leah Braun und Prof. Dr. med. Ralf Schmidmaier unterzogen.

Aufbau der Fallvignetten im Detail:

Im Laufe der Präsentation eines Patientenfalles im CASUS Programm wurden den Teilnehmern insgesamt sechs Multiple-Choice Fragen zu den entsprechenden Abschnitten gestellt.

Generell mussten alle gegebenen Antworten jeweils dann noch im Einzelnen in Form einer kurzen Freitextantwort begründet werden.



Grafik 2.1.: Aufbau der Fallvignetten, (KU = Körperliche Untersuchung)

Als Erstes wurden den Probanden zur Skizzierung der jeweils individuellen klinischen Situation eine ausführliche Anamnese und die körperliche Untersuchung des jeweiligen Patientenfalls präsentiert.

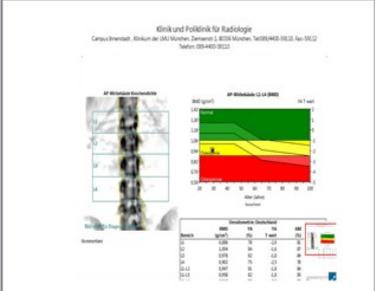
An dieser Stelle konnten die Probanden nun im Rahmen einer Multiple-Choice Frage selbst entscheiden, ob sie den Fall weiterbearbeiten und gleichzeitig eine Basisdiagnostik anfordern oder aber den Fall beenden wollten, da sie hier keinen Bedarf an weiterführender Diagnostik sahen.

Im nächsten Schritt wurde dann die Basisdiagnostik, bestehend aus Basislabor, Knochendichtemessung und eventuell weiteren bildgebenden Verfahren oder weiterführenden Laboruntersuchungen zur Verfügung gestellt.

Verschiedene Knochendichtemessungen und Röntgenaufnahmen aus der Klinik und Poliklinik für Radiologie der LMU München wurden zu den jeweiligen fiktiven Fällen passend ausgewählt und anonymisiert zur Veranschaulichung verwendet.

Die Materialien wurden jeweils kurz zusammenfassend beschriftet, um das Verständnis zu erleichtern.

Beispiel Basisdiagnostik

<div style="background-color: #cccccc; display: inline-block; width: 15px; height: 15px; margin-right: 5px;"></div> Knochendichte Messung	<div style="background-color: #cccccc; display: inline-block; width: 15px; height: 15px; margin-right: 5px;"></div> Basislabor	<div style="background-color: #cccccc; display: inline-block; width: 15px; height: 15px; margin-right: 5px;"></div> Bildgebung																																																																				
 <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Die Knochendichte Messung an den Lendenwirbelkörpern 1-4 und dem Femur liefert folgende Messergebnisse:</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Basislabor</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Einheit</th> <th>Referenz</th> <th>Wert</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Natrium</td><td>mmol/l</td><td>135-145</td><td>137</td></tr> <tr><td>Calcium</td><td>mmol/l</td><td>2,25-2,65</td><td>2,3</td></tr> <tr><td>Phosphat</td><td>mg/dl</td><td>0,84-1,45</td><td>0,89</td></tr> <tr><td>Kreatinin</td><td>mg/dl</td><td>0,8-1,2</td><td>1,0</td></tr> <tr><td>GFR</td><td>ml/min</td><td>< 60</td><td>50</td></tr> <tr><td>Leukozyten</td><td>Tsd./µl</td><td>4,4-11,3</td><td>5,0</td></tr> <tr><td>Erythrozyten</td><td>Mio./µl</td><td>4,1-5,1</td><td>4,2</td></tr> <tr><td>Hämoglobin</td><td>g/dl</td><td>11,5-16,4</td><td>12</td></tr> <tr><td>Thrombozyten</td><td>Tsd./µl</td><td>150-300</td><td>160</td></tr> <tr><td>TSH</td><td>mU/l</td><td>0,27-0,42</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>Parathormon</td><td>pg/ml</td><td>10-65</td><td>25</td></tr> <tr><td>GGT</td><td>U/l</td><td>< 35</td><td>25</td></tr> <tr><td>Gamma-GT</td><td>U/l</td><td>4-18</td><td>10</td></tr> <tr><td>Alk. Phosphatase</td><td>U/l</td><td>60-170</td><td>100</td></tr> <tr><td>25-OH-Vitamin D3</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Das Basislabor der Patientin bzw. des Patienten ergab folgende Messwerte:</p>	Basislabor					Einheit	Referenz	Wert	Natrium	mmol/l	135-145	137	Calcium	mmol/l	2,25-2,65	2,3	Phosphat	mg/dl	0,84-1,45	0,89	Kreatinin	mg/dl	0,8-1,2	1,0	GFR	ml/min	< 60	50	Leukozyten	Tsd./µl	4,4-11,3	5,0	Erythrozyten	Mio./µl	4,1-5,1	4,2	Hämoglobin	g/dl	11,5-16,4	12	Thrombozyten	Tsd./µl	150-300	160	TSH	mU/l	0,27-0,42	0,3	Parathormon	pg/ml	10-65	25	GGT	U/l	< 35	25	Gamma-GT	U/l	4-18	10	Alk. Phosphatase	U/l	60-170	100	25-OH-Vitamin D3	-	-	-	 <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Eine Röntgenaufnahme der Lendenwirbelsäule ist bis auf leichte osteopenische Zeichen weitgehend unauffällig.</p>
Basislabor																																																																						
	Einheit	Referenz	Wert																																																																			
Natrium	mmol/l	135-145	137																																																																			
Calcium	mmol/l	2,25-2,65	2,3																																																																			
Phosphat	mg/dl	0,84-1,45	0,89																																																																			
Kreatinin	mg/dl	0,8-1,2	1,0																																																																			
GFR	ml/min	< 60	50																																																																			
Leukozyten	Tsd./µl	4,4-11,3	5,0																																																																			
Erythrozyten	Mio./µl	4,1-5,1	4,2																																																																			
Hämoglobin	g/dl	11,5-16,4	12																																																																			
Thrombozyten	Tsd./µl	150-300	160																																																																			
TSH	mU/l	0,27-0,42	0,3																																																																			
Parathormon	pg/ml	10-65	25																																																																			
GGT	U/l	< 35	25																																																																			
Gamma-GT	U/l	4-18	10																																																																			
Alk. Phosphatase	U/l	60-170	100																																																																			
25-OH-Vitamin D3	-	-	-																																																																			

Grafik 2.2.: Schematisch dargestellte Benutzeroberfläche

Anhand der neu gewonnen Informationen sollten die Probanden jetzt entscheiden, ob der Verdacht auf eine Osteoporose naheliegt.

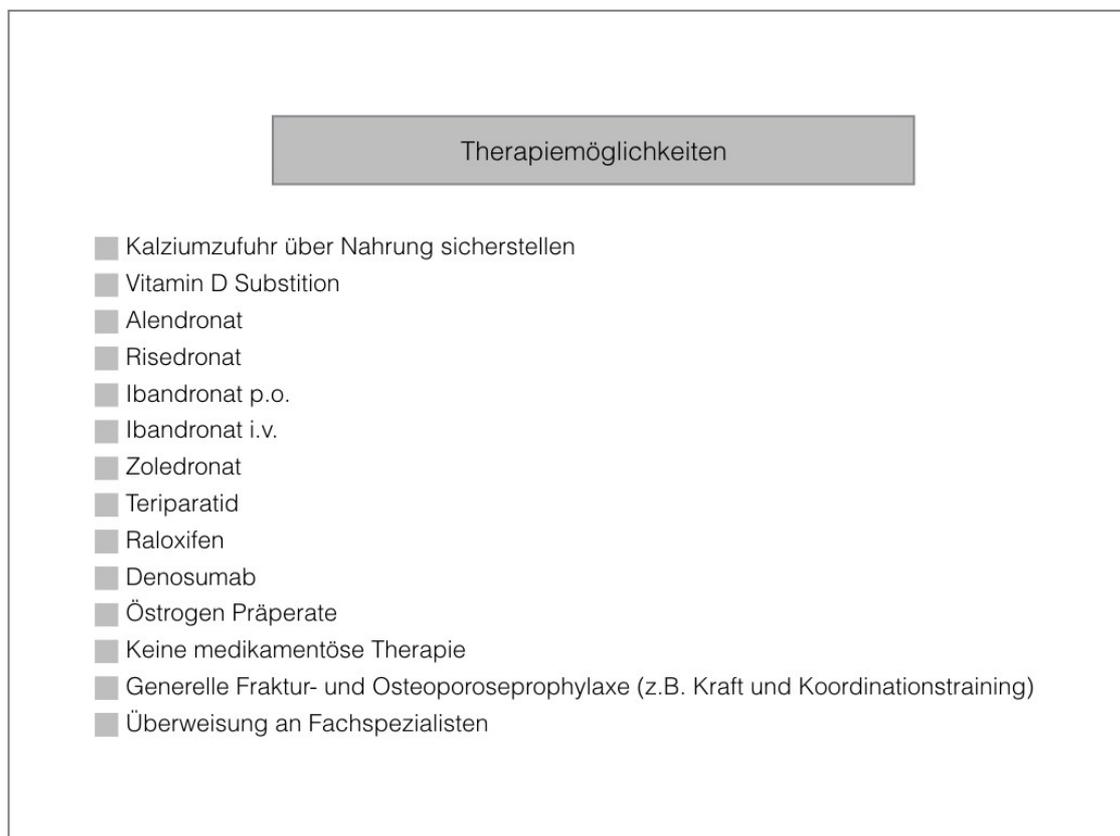
War dies der Fall, sollte im nächsten Schritt abgewogen werden, ob es sich hier wahrscheinlicher um eine primäre oder um eine sekundäre Form der Osteoporose handeln könnte.

Im hieran anknüpfenden letzten Teil der Aufgabenstellung sollten die Probanden entscheiden, ob sie im jeweils vorliegenden Patientenfall die Indikation für eine medikamentöse Therapie stellen würden oder nicht.

Die im jeweiligen Fall bestmögliche Therapie sollte dann anhand der vorgegebenen Therapiemöglichkeiten ausgewählt werden.

Auch die Frage, welche Therapie im jeweiligen Fall klar kontraindiziert wäre, wurde in diesem Abschnitt gestellt und musste in Stichpunkten begründet werden.

Die zehn erstellten Fallvignetten finden sich im Detail im Anhang dieser Arbeit.



Grafik 2.3.: Schematische Darstellung der Benutzeroberfläche

e. Anleitung zu CASUS-online

Um den Umgang mit CASUS-online zu erleichtern, wurde eine kurze Anleitung erstellt, in der die einzelnen Bearbeitungsschritte zur erstmaligen Nutzung des Programms erläutert wurden. Die Anleitung zur Verwendung von CASUS-online befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

f. Feedback-Bogen

Ferner wurde ein ausführlicher Feedback-Bogen zur gezielten eigenständigen Revision mithilfe möglicher Musterantworten erstellt, der nach erfolgreicher Bearbeitung der Fallvignetten den Probanden per E-Mail zur Verfügung gestellt wurde.

In diesem Rahmen wurde den Teilnehmern auch die Möglichkeit für Anregungen und Kritik am Ablauf und an der Umsetzung der Studie gegeben.

g. Leitlinien des DVO e.V. im Kitteltaschenformat von 2017

Da der durchschnittliche Medizinstudent oder Hausarzt die Leitlinien zur Behandlung der Osteoporose höchst wahrscheinlich nicht im Detail kennen wird, wurde den Probanden zusätzlich eine aktuelle Version der Leitlinien des Dachverbandes Osteologie e.V. von 2017 an die Hand gegeben. Ein Zugriff hierauf und somit eine gezielte Beseitigung von Wissenslücken war auch während der Bearbeitung der Fallvignetten im Rahmen der Studie ausdrücklich erlaubt und erwünscht.

2. Durchführung

a. Pilotierung

Vor Beginn der eigentlichen Studie wurde der Ablauf mit vier Medizinstudierenden pilotiert. Hierbei sollten etwaige Schwächen des Studiendesigns aufgedeckt, beseitigt und die Veranstaltung im Vorfeld noch verbessert werden. Die Teilnahme erfolgte freiwillig.

Die Probanden bearbeiteten die Fälle in adäquatem zeitlichem Rahmen und hatten keine weitreichenden Verbesserungswünsche. Im Anschluss an die Pilotierung wurden demnach nur kleinere Änderungen vorgenommen, sowie das Layout optimiert.

b. Hauptveranstaltung

Die Studie wurde vom 05.08.2019 bis zum 30.11.2019 auf der Lernplattform CASUS-online der Ludwig-Maximilians-Universität durchgeführt. Hierfür wurde den Probanden ein temporärer Zugang freigeschaltet.

Die approbierten Hausärzte wurden mithilfe einer Mailingliste des Klinikums der Uni München akquiriert. Die Teilnahme dieser Probandengruppe erfolgte auf freiwilliger Basis und wurde nicht vergütet.

Die teilnehmenden Studenten wurden mithilfe eines Aufrufs auf Facebook und selbst erstellten Flyern, die auf dem Uni Gelände verteilt wurden, angeworben.

Die Studenten erhielten jeweils 20 Euro Aufwandsentschädigung im Anschluss an eine komplette Bearbeitung. Die Finanzierung dieser Probandenhonorare erfolgte durch die LMU. Die Daten aller Probanden wurden jeweils anonymisiert erhoben und behandelt.

3. Auswertung und Analyse der erhobenen Daten

a. Aufbereitung der Ergebnisse

Eine vorläufige Auswertung der Studie hinsichtlich richtig beantworteter Multiple-Choice Antworten wurde im Rahmen der CASUS-online Plattform vorgenommen.

b. Quantitative Auswertung der Ergebnisse

Um die diagnostische und therapeutische Genauigkeit zu messen und im Anschluss vergleichen zu können, wurden die Probandenantworten anhand einer zuvor erstellten Musterlösung der jeweiligen Patientenfälle binär als falsch oder richtig kodiert.

Die statistische Analyse der Probandendaten mit Mittelwerten und Standardabweichungen wurde mit dem Datenanalyseprogramm SPSS 26 durchgeführt.

Um die Ergebnisse möglichst zu objektivieren, lief dieser Kodierungsprozess in zwei Schritten ab: Ein erster Prüfer sichtete alle gegebenen Freitexte und kodierte diese entsprechend, im Anschluss las ein zweiter Prüfer 10% der Freitexte und kodierte diese abermals. Die Übereinstimmungsmaße wurden mithilfe von Cohens Kappa bestimmt und lieferten einen Interrater-Koeffizienten von $k=0,8$.

c. Qualitative Auswertung der Ergebnisse

Im Anschluss wurden die gegebenen Freitext Antworten qualitativ nach Mayring ausgewertet.

Auswertung nach Fehlerart:

Zur Einteilung der Fehlerarten wurden folgende vier Kategorien festgelegt, die sich im Therapieausmaß jeweils an den aktuellen Leitlinien orientieren:

- Keine Therapie
- Untertherapie
- Übertherapie
- Falsche Therapie

Hier sollten vornehmlich die konkreten, durch die Entscheidung resultierenden Auswirkungen auf das Ausmaß der Therapie für den Patienten in den Fokus gestellt werden, da dies für den

Behandelnden, das Gesundheitssystem im Allgemeinen und insbesondere natürlich für den Patienten wohl die relevanteste Größe darstellt.

Auswertung nach Fehlerquelle:

Im Anschluss wurden die Fehler auch noch auf entsprechende kognitive Ursachen untersucht und katalogisiert. Als Grundlage hierfür dienten die Formulierungen in den jeweiligen Freitextantworten der Probanden. Teilweise basierend auf der Einteilung von Mark L. Graber et al. [24] wurde so ein Katalog an möglichen kognitiven Fehlerquellen erstellt.

Hierzu wurden einige Kategorien abgewandelt, umbenannt, sowie gänzlich neue Kategorien hinzugefügt.

Im Therapieprozess konnten kognitive Faktoren bestimmt werden, die der Kategorie *Faulty Knowledge* von Graber et al. [24] sehr ähnlich waren und somit auch in der von uns vorgenommene Taxonomie in der Kategorie **Lückenhaftes Wissen** zu finden sind.

Bei anderen kognitiven Faktoren waren Ähnlichkeiten in deutlich abweichenderer Form vorhanden; so wurde unter anderem die Kategorie *Faulty Information Processing* von Graber et al. [24] in unserem Studienkonzept zur Kategorie **Fehlerhafte Datensammlung und fehlerhafte Interpretation**. Schließlich wurde auch die neue Kategorie **Fehlerhafte Reflexion** definiert, die in geringerem Maße der Kategorie *Faulty Synthesis* von Graber et al. [24] ähnelt.

Vor allem die gefundenen Unterkategorien unterscheiden sich, aufgrund der hohen Komplexität einer therapeutischen Entscheidung, stärker von den von Graber et al. [24] vorgenommen Kategorisierungen.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über diese neue Taxonomie, auf deren Einzelheiten in den im Anschluss folgenden Teilen dieser Arbeit noch genauer eingegangen werden soll.

Überkategorie	Unterkategorie	Definition
Lückenhaftes Wissen	<i>Lack of knowledge of a necessary therapeutic action</i>	Defizit in der Kenntnis aller notwendigen therapeutischen Maßnahmen
	<i>Lack of knowledge of a special indication</i>	Fehlende Kenntnis einer speziellen Indikation
	<i>Lack of knowledge of contraindications</i>	Fehlende Kenntnis von Kontraindikationen
Fehlerhafte Datensammlung und fehlerhafte Interpretation	<i>Misidentification of an information as a contraindication</i>	Falschinterpretation einer Information als Kontraindikation
	<i>Failure in recognizing contraindications</i>	Defizit im Erkennen von Kontraindikationen
	<i>Underestimation of a finding in the process of considering patients individual risk</i>	Defizit in der Einschätzung des individuellen Patienten Risikos / Unterschätzen des individuellen Patientenrisikos
	<i>Faulty interpretation of results resulting in „undertreatment“</i>	Fehlerhafte Interpretation einer Information, mündend in zu wenig Therapie
	<i>Overestimation of a finding in the process of considering patients individual risk</i>	Defizit in der Einschätzung des individuellen Patienten Risikos/ Überschätzen des individuellen Patientenrisikos
	<i>Faulty interpretation of results resulting in “overtreatment“</i>	Fehlerhafte Interpretation einer Information, mündend in zu viel Therapie
	<i>Failure to leave the common path of procedures</i>	Fehlerhaftes Festhalten an Standardtherapie, obwohl eine spezielle Indikation gegeben wäre
Fehlerhafte Reflexion	<i>Possible Overconfidence</i>	Mögliche Selbstüberschätzung
	<i>Lack of confidence</i>	Fehlendes Selbstbewusstsein

Tabelle 2.1.: Auswertung nach kognitiven Fehlerquellen

V. Ergebnisse

1. Studiengruppe Studenten

21 Studenten haben an der Studie teilgenommen, von diesen haben 19 Studenten alle 10 virtuellen Fälle komplett bearbeitet, also alle Fragen vollständig beantwortet. Ein Student hat keine der Fragen beantwortet, ein weiterer Student alle Fragen zu lediglich 2 Fällen. Diese beiden unvollständigen Bearbeitungen wurden daher nicht in der weiteren Analyse berücksichtigt.

Insgesamt wurden so **190** virtuelle Patientenfälle bearbeitet und in die Bewertung mit einbezogen, wobei pro Fall jeweils im Schnitt 10,8 Minuten benötigt wurden. Die Studenten waren im Durchschnitt $23,4 \pm 1,4$ Jahre alt. 47,4 % der Teilnehmer waren weiblich und 52,6% männlichen Geschlechts. Der größte Anteil der Studenten, 68,4%, befand sich zum Zeitpunkt der Studie im 8. Fachsemester bzw. 5. Jahr des Medizinstudiums.

In **150** der 190 bearbeiteten virtuellen Patientenfälle wurde die Indikation zur medikamentösen Therapie korrekterweise gestellt (Frage 4). Im darauffolgenden Schritt, bzw. bei der Frage 5 wurde sich in **57** Fällen dann auch für die richtige Therapie entschieden. Hier sind auch Patientenfall 3 und 7 enthalten, bei denen es richtig war, keine Indikation zur medikamentösen Therapie zu stellen und somit im Anschluss auch keine Therapie auszuwählen.

Insgesamt 57 von 190 (**30%**) der virtuellen Patienten wurden demnach von den Studenten komplett **richtig** behandelt.

Bearbeitete Patientenfälle	190	100 %
Richtige Indikation	150	79%
Richtige Therapieauswahl	57	30%

Tabelle 3.1: Studiengruppe Studenten

a. Gesamtanzahl der Fehler im Therapieprozess

Für die Auswertung wurden alle gegebenen Antworten ab einschließlich Frage 4 als dem Prozess der Therapieentscheidung zugehörig angesehen; die zu Frage 1, 2 und 3 gegebenen Antworten wurden demnach zum Prozess der Diagnostik gerechnet und werden an späterer Stelle der Vollständigkeit halber nur kurz erläutert.

Insgesamt wurden, ungeachtet der Art der Fehler oder deren Fehlerquellen, von den Studenten **518** Fehler im Therapieprozess gemacht.

b. Einteilung nach der Fehlerart bzw. Therapiekonsequenz

Insgesamt ließen sich **469** der von den Studenten gemachten Fehler einer der, im vorangegangenen Methodenteil bereits genannten, vier Kategorien zuordnen; bei den restlichen Fehlern war eine Zuordnung nicht zweifelsfrei möglich. Die vorgenommene Einteilung soll im Folgenden im Detail betrachtet werden.

258 Fehler, also der Großteil der Fehler, resultierten in einer falschen, bzw. in einer nicht an der höchsten Evidenz orientierten Therapie. Hieran schließen sich insgesamt 110 Fehler an, die zwar eine Therapie an sich, diese aber nicht in ausreichendem Maß, nach sich zogen. Bedeutend weniger Fehler gab es in den beiden anderen Kategorien: 56 Fehler bedingten eine Therapie, die in diesem Ausmaß nicht notwendig gewesen wäre, 45 Fehler schließlich führten zu gar keiner Therapie für den Patienten.

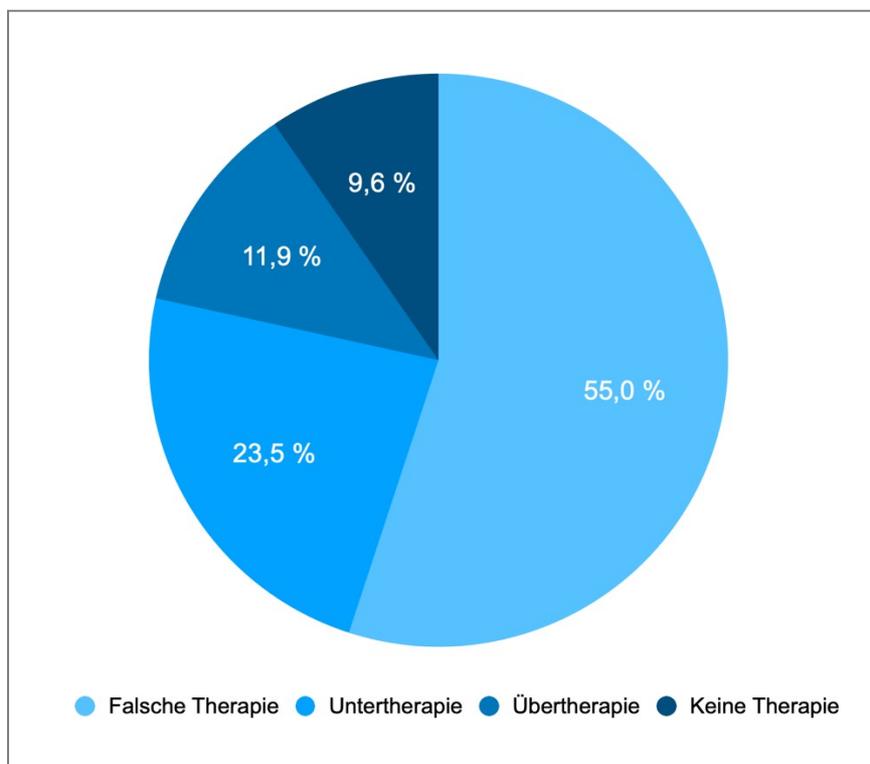
An dieser Stelle soll angemerkt werden, dass aufgrund des Studiendesigns eine Mehrfachwertung der Fehler in verschiedenen Kategorien bezogen auf die Fehlerart möglich war. So konnte zum Beispiel die Nicht-Auswahl einer Vitamin-D-Substitution in erster Linie als Fehler in der Basismedikation gewertet werden. Da der Proband somit aber letztendlich zu wenig Therapie verordnete und das 10-Jahres Frakturrisiko des Patienten unterschätzte, konnte der Fehler auch dieser zweiten Kategorie zugeordnet werden.

Anzahl 469	Auswirkung auf die Therapie	Unterkategorien		
258	Falsche Therapie	Fehler in der Basismedikation (n=119)	Kontraindizierte Therapie (n=43)	Nicht die Therapie mit der höchsten Evidenz (n=96)
110	Untertherapie		10- Jahres-Risiko wird unterschätzt: 1. nicht einmal die Basismedikation (n=31) 2. nur die Basismedikation (n=22) 3. nur die oralen Bisphosphonate (n=47) werden ausgewählt	Keine Überweisung an Fachspezialisten, obwohl dies notwendig wäre (n=10)
56	Übertherapie	Indikation zur Therapie wird gestellt, obwohl dies nicht notwendig wäre (n=4)	10- Jahres Risiko wird überschätzt: 1. nicht notwendige Basismedikation (n=3) 2. mehr als nur die notwendige Basismedikation (n=2) 2. mehr als nur die oralen Bisphosphonate (n=25) werden ausgewählt	Überweisung an Fachspezialisten, obwohl nicht notwendig (n=22)
45	Keine Therapie	Indikation zur Therapie wird nicht gestellt, obwohl dies notwendig wäre (n=31)	Explizit „keine medikamentöse Therapie“ wird ausgewählt, obwohl dies notwendig wäre (n=14)	

Tabelle 3.2.: Fehler nach Art bzw. Therapiekonsequenz (Studentengruppe)

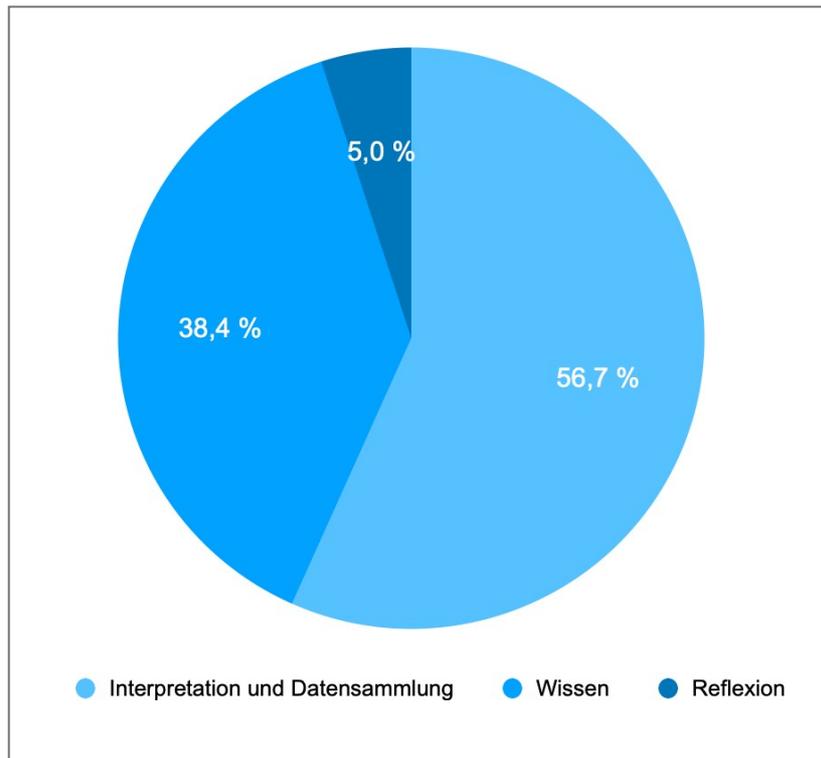
Verteilung in Prozent:

Den größten Anteil an den benannten Fehlerarten machte in dieser Studiengruppe die Fehlerart **Falsche Therapie** mit insgesamt 55,0% aus. Der Anteil der Fehlerart **Untertherapie** betrug 23,5% und der Anteil der Fehler, die der Kategorie **Übertherapie** zu geordnet wurden 11,9%. Den kleinsten Anteil mit nur 10% stellte die Fehlerart **Keine Therapie** dar.



Grafik 2.5.: Verteilung der Fehler in den einzelnen Kategorien in Prozent (Studentengruppe)

c. Einteilung nach möglichen kognitiven Fehlerquellen



Grafik 2.6.: Kognitive Faktoren in Prozent (Studentengruppe)

In einem nächsten Schritt sollten die einzelnen Fehler genauer auf die jeweils dazu führenden kognitiven Ursachen untersucht und entsprechend eingeteilt werden. Die gefundenen kognitiven Ursachen konnten dementsprechend in 3 Kategorien mit jeweils 2 bis 5 Untergruppen aufgeteilt werden.

Insgesamt konnten **644** kognitive Faktoren in den 190 bearbeiteten virtuellen Patientenfällen erkannt und benannt werden. Diese Zahl ist deshalb deutlich höher als die absolute Fehleranzahl, da sich zum Teil mehrere mögliche kognitive Ursachen für einen einzelnen Fehler vermuten ließen und so eine Mehrfachwertung erfolgte.

Die meisten kognitiven Faktoren, die Einfluss auf die Fehler in der Therapieentscheidung nahmen, ließen sich der Kategorie **Fehlerhafte Datensammlung und fehlerhafte Interpretation** zuordnen, in insgesamt 365 Fällen ließen sich kognitive Faktoren dieser Gruppe als Fehlerursache vermuten. Weitere 247 Fehler ließen sich auf einen unzureichenden Wissenstand zurückführen, 32 Fehler gingen auf eine fehlerhafte Selbstreflexion bzw. Metakognition der Probanden zurück.

Anzahl	Typ	Definition	Beispiel
a. Lückenhaftes Wissen (n= 247)			
119	<i>Lack of knowledge of a necessary therapeutic action</i>	Defizit in der Kenntnis aller notwendigen therapeutischen Maßnahmen	Basismedikation ist unvollständig oder wird komplett vergessen
96	<i>Lack of knowledge of a special indication</i>	Fehlende Kenntnis einer speziellen Indikation	Bei wiederholten WK- Einbrüchen wäre eine Therapie mit Teriparatid indiziert, Patient erhält lediglich Alendronat
32	<i>Lack of knowledge of contraindications</i>	Fehlende Kenntnis von Kontraindikationen	Männlicher Patient mit Nierenversagen erhält Bisphosphonate. Im Freitext wurde in diesem Fall angegeben: „Keine Kontraindikation“
b. Fehlerhafte Datensammlung und fehlerhafte Interpretation (n= 365)			
39	<i>Misidentification of an information as a contraindication</i>	Falschinterpretation einer Information als Kontraindikation	Im Freitext wird eine falsche Kontraindikation genannt, z.B. Alter, Geschlecht
7	<i>Failure in recognizing contraindications</i>	Defizit im Erkennen von Kontraindikationen	Weibliche Patientin erhält Östrogene obwohl ein Thrombose Risiko besteht
100	<i>Underestimation of a finding in the process of considering patients individual risk</i>	Defizit in der Einschätzung des individuellen Patienten Risikos /Unterschätzen des individuellen Patientenrisikos	Hohes Patientenalter oder Geschlecht wird übersehen, der T-Score wird falsch berechnet oder die Knochendichte wird falsch eingeschätzt
155	<i>Faulty interpretation of results resulting in „undertreatment“</i>	Fehlerhafte Interpretation einer Information, mündend in zu wenig Therapie	Manifeste Osteoporose wird nur als Osteopenie eingestuft
30	<i>Overestimation of a finding in the process of considering patients individual risk</i>	Defizit in der Einschätzung des individuellen Patienten Risikos/ Überschätzen des individuellen Patientenrisikos	BMI wird falsch niedrig eingeschätzt, der T-Score wird falsch berechnet oder die Knochendichte wird falsch eingeschätzt
34	<i>Faulty interpretation of results resulting in „overtreatment“</i>	Fehlerhafte Interpretation einer Information, mündend in zu viel Therapie	Brüche an nicht Osteoporose relevanten Körperstellen werden miteinbezogen
0	<i>Failure to leave common path of procedures</i>	Fehlerhaftes Festhalten an Standardtherapie, obwohl eine spezielle Indikation gegeben wäre	Im Freitext wurde in diesem Fall angegeben: „Entscheidung aufgrund persönlicher Erfahrungen“
c. Fehlerhafte Reflexion (n=32)			
22	<i>Lack of confidence</i>	Fehlendes Selbstbewusstsein	Überweisung an Fachspezialisten ohne triftigen Grund
10	<i>Possible Overconfidence.</i>	Selbstüberschätzung	Keine Überweisung an Fachspezialisten zur notwendigen Abklärung, z.B. Mastozytose und Diagnostik

Tabelle 3.3.: Kognitive Faktoren (Studentengruppe)

Im Detail:

Lückenhaftes Wissen

Insgesamt konnten dieser Kategorie **247** Fehler zugeordnet werden. Der größte Anteil der Fehler, 119, ließ sich auf ein Defizit in der vollständigen Kenntnis aller nötigen therapeutischen Schritte zurückführen. 96 der Fehler gingen auf die fehlende Kenntnis einer im besonderen Fall geltenden Indikation für eine spezielle Therapiemaßnahme zurück. So erhielt zum Beispiel ein männlicher Patient unter Glucocorticoidtherapie Bisphosphonate, obwohl er in diesem speziellen Fall eher von einer Behandlung mit einem Parathormon Fragment profitiert hätte. 32 Fehler gingen auf die Unkenntnis einer im besonderen Fall geltenden Kontraindikation zurück.

Fehlerhafte Datensammlung und fehlerhafte Interpretation

Der Großteil der gefunden kognitiven Ursachen ließ sich der fehlerhaften Datensammlung und Interpretation der gegebenen Informationen zuordnen. In diese Kategorie fielen insgesamt **365** der gemachten Fehler.

Auffällig war hier das Nichterkennen einer Kontraindikation einerseits und auf der anderen Seite die Fehlbestimmung einer Information als Kontraindikation. Dies wurde in den Freitextantworten deutlich, in denen explizit nach einer Kontraindikation im gegebenen Patientenfall gefragt wurde, hier konnte in 7 Fällen gar keine Kontraindikation aus den gesammelten Informationen genannt werden, in 33 Fällen wurde eine falsche Information als Kontraindikation ausgewählt und genannt.

Andernorts erkannte der Proband die Informationen zwar richtig, es wurden aber die falschen Schlüsse daraus gezogen. Hier wurden häufig Testergebnisse falsch interpretiert, was in 155 Fällen in zu wenig Therapie mündete und etwas seltener, in 34 Fällen, ein Übermaß an Therapie zur Folge hatte. So wurden zum Beispiel häufig die Therapiegrenzen, basierend auf dem individuellen T-Score, falsch gezogen.

Deutlich wurden die verschiedenen Fehlinterpretationen auch bei der Abschätzung des individuellen Patientenrisikos für eine Fragilitätsfraktur bzw. für eine Krankheitsmanifestation. In 100 Fällen wurde das 10-Jahresfrakturrisiko des Patienten fälschlicherweise zu niedrig und in 30 Fällen falsch zu hoch eingeschätzt. Das resultierte für den virtuellen Patienten dann ebenfalls direkt in zu viel oder zu wenig Therapie. So wurden zum Beispiel Knochenbrüche an

Stellen, die für die Diagnose Osteoporose eher weniger relevant sind, in die Risikoberechnung miteinbezogen und verursachten so eine falsche Einschätzung der Patientensituation.

Der Fehlerursache eines Festhaltens an einer häufig angewandten Therapie konnte in dieser Gruppe anhand der Freitexte keiner der Fehler zugeordnet werden. Obwohl diese kognitive Ursache also nicht klar belegt werden konnte, ist auffällig, dass die finale Therapieentscheidung häufig aber dementsprechend ausfiel. So wurde zum Beispiel der monoklonale Antikörper Denosumab insgesamt nur 21mal von den Studierenden ausgewählt. Gleichzeitig entschieden sie sich deutlich häufiger - fast in jedem Fall - für orale Bisphosphonate.

Fehlerhafte Reflexion

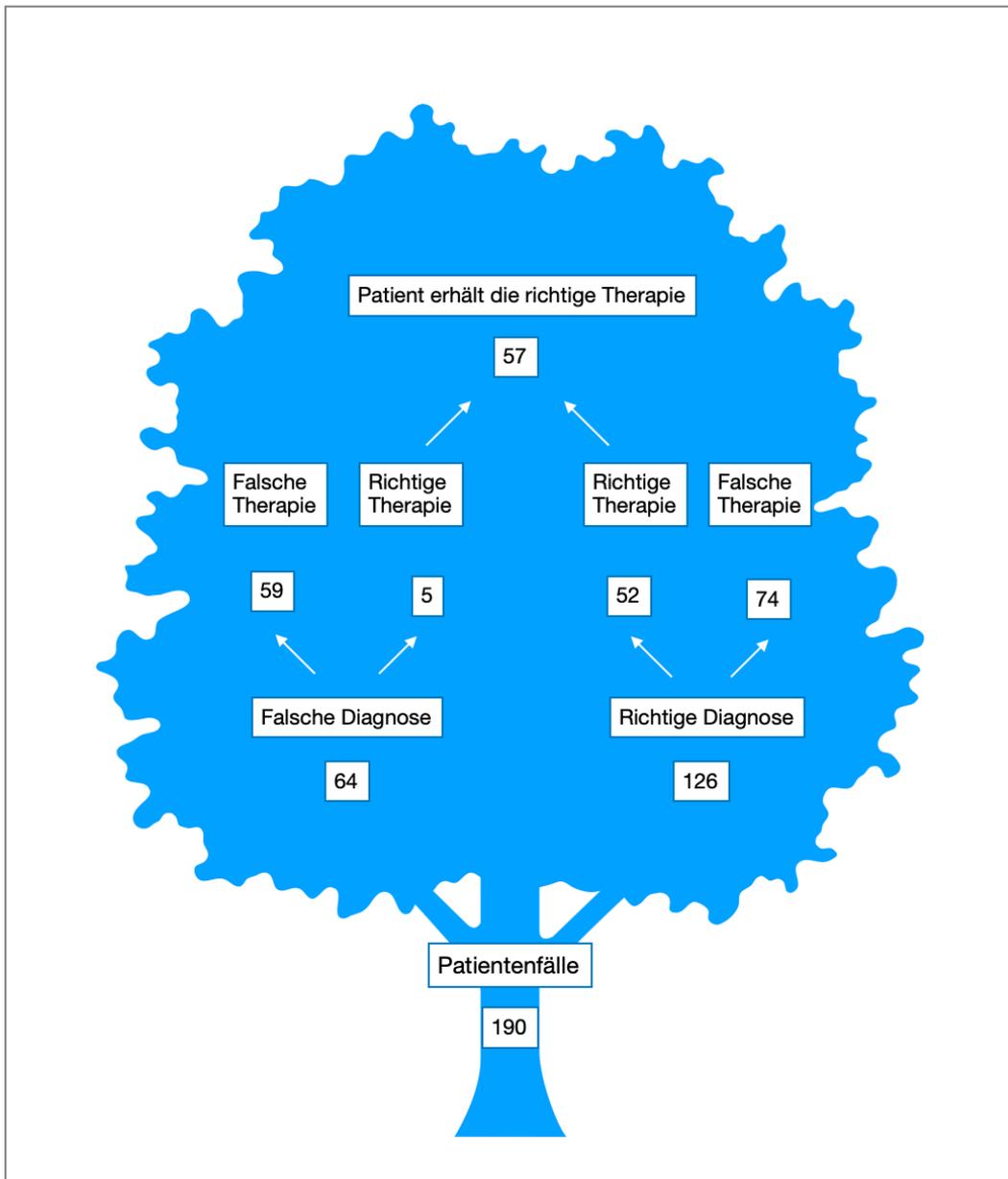
32 Fehler ließen sich einer vierten Kategorie zuordnen. Bei diesen Fehlern lag der Ursprung vermutlich in einer fehlerhaften Selbstreflexion bzw. Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und des Wissenstandes. Eine Metakognition fand womöglich nicht statt.

So überschätzen sich die Studenten in 10 Fällen und zogen zum Beispiel selbst in der in Fallvignette 10 dargestellten Patientensituation, die laut Guide eine spezielle Intervention notwendig gemacht hätte, keinen Fachspezialisten hinzu. Insgesamt 52% der teilnehmenden Studenten machten diesen Fehler.

Andererseits unterschätzen die Studenten sich und ihre Fähigkeiten auch. Dies wurde in 22 Fällen deutlich, in denen sie zusätzlich noch eine Zweitmeinung zum Patientenfall einholen wollten, obwohl sie den Patienten eigenständig richtig diagnostiziert und therapiert hatten.

d. Exkurs: Fehler im Diagnostikprozess

Der Vollständigkeit halber soll an dieser Stelle auf die gefundenen Fehler im Diagnostikprozess eingegangen werden. In absoluten Zahlen haben hier die Studenten **91** Fehler in den Freitexten gemacht. Oft wurde zum Beispiel die Diagnose Osteoporose gar nicht erst gestellt, oder die Unterscheidung zwischen der klinischen Form der primären oder der sekundären Ausprägungsform falsch vorgenommen. In 64 der 190 Patientenfälle (**34%**) wurde eine **falsche** Diagnose gestellt.



Grafik 2.7.: Entscheidungspfade der Studentengruppe

e. Exkurs: Richtige Antworten

Die Studenten gaben insgesamt **659** richtige Antworten. 461 hiervon fielen in den Bereich der Diagnostikentscheidung und 198 in den Bereich der Therapieentscheidung.

Insgesamt 126 Patienten (**66%**) wurden **richtig** diagnostiziert und 57 von 190 (**30%**) der virtuellen Patienten von den Studenten komplett **richtig** behandelt.

2. Studiengruppe Ärzte

Insgesamt haben 23 Ärzte an der Studie teilgenommen und **64** Fälle bearbeitet. Im Durchschnitt beantwortete ein Teilnehmer nur die Fragen von 5,5 Fällen und somit deutlich weniger als der Durchschnitt in der Gruppe der Studenten bearbeitet hat. Benötigt wurden dafür pro Fall im Schnitt 11,1 Minuten. Die Ärzte waren zum Zeitpunkt der Studie in den Fachrichtungen Allgemeinmedizin und Innere Medizin tätig. Das Alter dieser Studiengruppe lag im Durchschnitt bei $48,85 \pm 9,6$ Jahren. 93% der Teilnehmer dieser Studiengruppe waren männlichen Geschlechts. In dieser Gruppe wurde in **52** der insgesamt 64 Patientenfälle die Indikation zur Therapie in korrekter Weise gestellt (Frage 4). Im darauffolgenden Schritt bzw. in der Frage 5 wurde sich in **17** Fällen dann auch für die richtige Therapie entschieden. Hier sind wieder auch Patientenfall 3 und 7 enthalten, bei denen es richtig war, keine Indikation zur medikamentösen Therapie zu stellen und gar keine Therapie auszuwählen. Insgesamt 17 von 64 (**27%**) der virtuellen Patienten wurden demnach von den Ärzten komplett **richtig** behandelt.

Bearbeitete Patientenfälle	64	100 %
Richtige Indikation	52	81%
Richtige Therapieauswahl	17	27%

Tabelle 3.4: Studiengruppe Ärzte

a. Gesamtanzahl der Fehler im Therapieprozess

Auch hier gilt, dass für die Auswertung lediglich die gegebenen Antworten ab einschließlich Frage 4 als zum Prozess der Therapieentscheidung gehörig angesehen wurden, die davor gegeben Antworten werden ebenfalls an späterer Stelle nur kurz erläutert. Insgesamt wurden, ungeachtet der Art der Fehler oder deren Fehlerquellen, von den Ärzten **152** Fehler im Therapieprozess gemacht.

b. Einteilung nach der Fehlerart bzw. Therapiekonsequenz

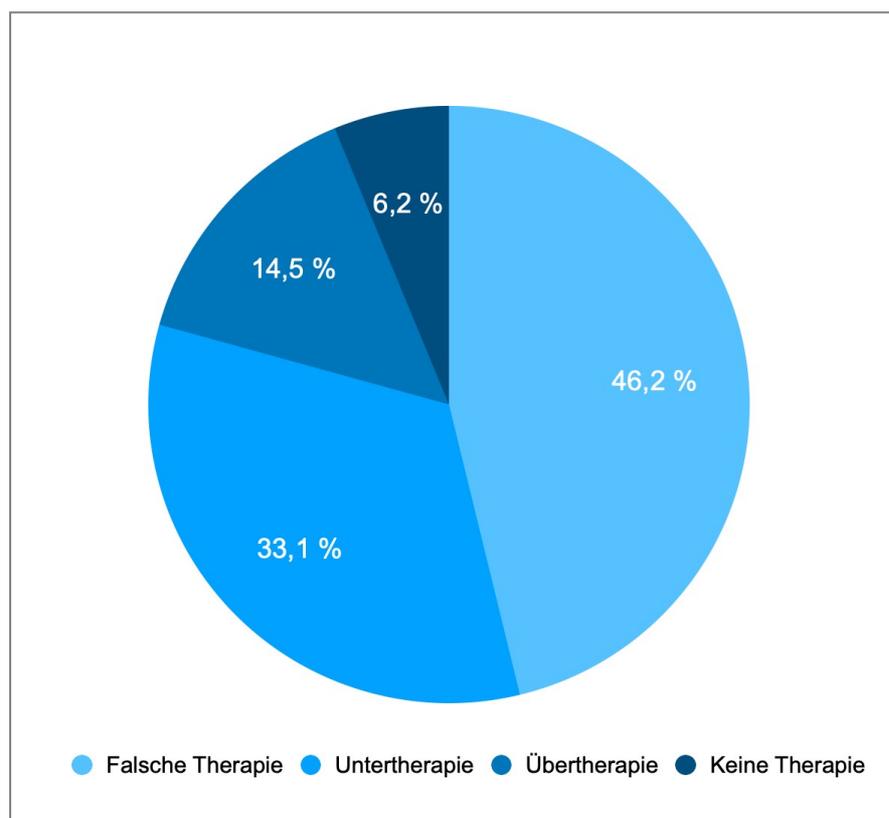
Auch in dieser Studiengruppe wurde eine Einteilung nach Fehlerart entsprechend der konkreten Auswirkungen für den Patienten hinsichtlich Ausmaß und Art der Therapie vorgenommen. So konnten **145** Fehler einer der vier Kategorien zugeordnet werden, wie die folgende Tabelle zeigt. Auch in dieser Gruppe war wieder eine mehrfache Einteilung der Fehler in verschiedene Kategorien möglich. 67 Fehler konnten hier der Kategorie **Falsche Therapie** zugeordnet werden. Jeweils 48 Fehler resultierten in einem zu wenig an Therapie und 21 Fehler in einem zu viel an Therapie. Insgesamt nur 9 Fehler führten zu gar keiner Therapie.

Anzahl 145	Auswirkung auf die Therapie	Unterkategorien		
67	Falsche Therapie	Fehler in der Basismedikation (n=29)	Kontraindizierte Therapie (n=8)	Nicht die Therapie mit der höchsten Evidenz (n=30)
48	Untertherapie		10- Jahres-Risiko wird unterschätzt: 1.nicht einmal die Basismedikation (n=12) 2.nur die Basismedikation (n=12) 3.nur die oralen Bisphosphonate (n=19) werden ausgewählt	Keine Überweisung an Fachspezialisten, obwohl dies notwendig wäre (n=5)
21	Übertherapie	Indikation zur Therapie wird gestellt, obwohl dies nicht notwendig wäre (n=2)	10- Jahres Risiko wird überschätzt: 1. nicht notwendige Basismedikation (n=2) 2.mehr als nur die notwendige Basismedikation (n=0) 2.mehr als nur die oralen Bisphosphonate (n=5) werden ausgewählt	Überweisung an Fachspezialisten, obwohl nicht notwendig (n=12)
9	Keine Therapie	Indikation zur Therapie wird nicht gestellt, obwohl dies notwendig wäre (n=6)	Explizit „keine medikamentöse Therapie“ wird ausgewählt, obwohl dies notwendig wäre (n=3)	

Tabelle 3.5.: Fehler nach Art bzw. Therapiekonsequenz (Ärztegruppe)

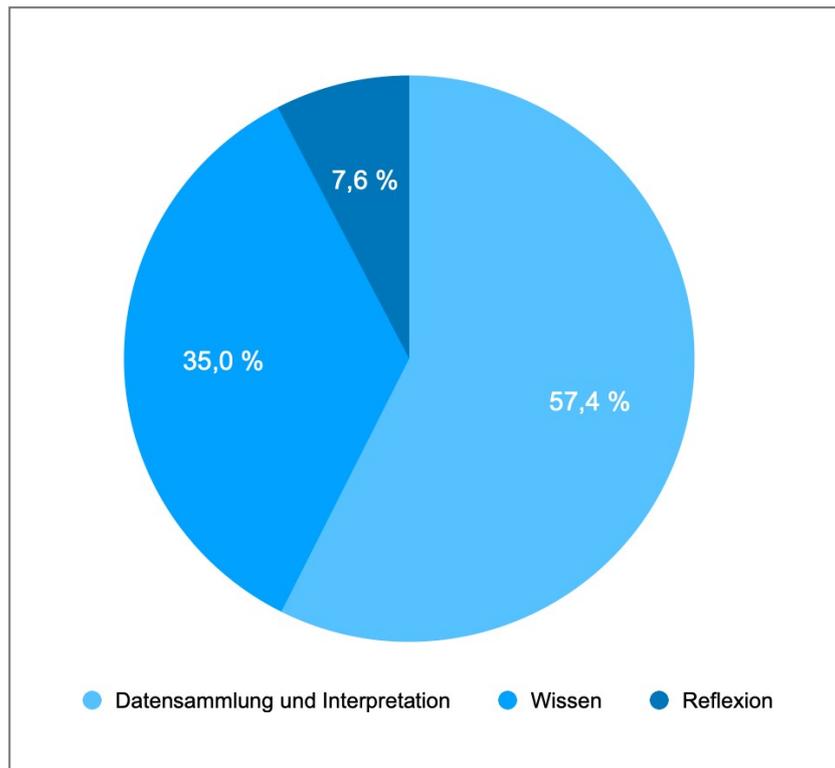
Verteilung in Prozent:

Den größten Anteil machte in dieser Studiengruppe die Fehlerart **Falsche Therapie** mit insgesamt 46,2% aus. Der Anteil der Fehlerart **Untertherapie** betrug 33,1% und der Anteil der Fehler, die der Kategorie **Übertherapie** zu geordnet wurden 14,5%. Den kleinsten Anteil mit nur 6,2% stellte die Fehlerart **Keine Therapie** dar.



Grafik 2.8.: Verteilung der Fehler in den einzelnen Kategorien (Ärztegruppe)

c. Einteilung nach möglichen kognitiven Fehlerquellen



Grafik 2.9: Kognitive Faktoren in Prozent (Ärztegruppe)

Insgesamt konnten in dieser Studiengruppe **223** kognitive Faktoren als Fehlerursachen in den 64 bearbeiteten Patientenfällen benannt werden. Die Zuordnung gestaltete sich deutlich schwieriger als in der Gruppe der Studenten, da die Ärzte in geringerem Umfang auf die Freitextfragen antworteten.

Auch in dieser Studiengruppe ließen sich die meisten Fehler, 128, auf den kognitiven Faktor unter dem Oberbegriff **Fehlerhafte Datensammlung und fehlerhafte Interpretation** zurückführen, ein lückenhafter Wissenstand war Ursache für 78 Fehler.

Einen eher kleineren, aber trotzdem relevanten Faktor für die Entstehung von Fehlern mit nur 17 Fällen stellte auch in dieser Gruppe die fehlerhafte Selbstreflexion bzw. Metakognition dar.

Anzahl	Typ	Definition	Beispiel
a. Lückenhaftes Wissen (n= 78)			
29	<i>Lack of knowledge of a necessary therapeutic action</i>	Defizit in der Kenntnis aller notwendigen therapeutischen Maßnahmen	Basismedikation ist unvollständig oder wird komplett vergessen
30	<i>Lack of knowledge of a special indication</i>	Fehlende Kenntnis einer speziellen Indikation	Bei wiederholten WK- Einbrüchen wäre eine Therapie mit Teriparatid indiziert, Patient erhält lediglich Alendronat
19	<i>Lack of knowledge of contraindications</i>	Fehlende Kenntnis von Kontraindikationen	Männlicher Patient mit Nierenversagen erhält Bisphosphonate. Im Freitext wurde in diesem Fall angegeben: „Keine Kontraindikation“
b. Fehlerhafte Datensammlung und fehlerhafte Interpretation (n= 128)			
16	<i>Misidentification of an information as a contraindication</i>	Falschinterpretation einer Information als Kontraindikation	Im Freitext wird eine falsche Kontraindikation genannt z.B. Alter, Geschlecht
2	<i>Failure in recognizing contraindications</i>	Defizit im Erkennen von Kontraindikationen	Weibliche Patientin erhält Östrogene obwohl ein Thrombose Risiko besteht
43	<i>Underestimation of a finding in the process of considering patients individual risk</i>	Defizit in der Einschätzung des individuellen Patienten Risikos /Unterschätzen des individuellen Patientenrisikos	Hohes Patientenalter oder Geschlecht wird übersehen, der T-Score wird falsch berechnet oder die Knochendichte wird falsch eingeschätzt
48	<i>Faulty interpretation of results resulting in „undertreatment“</i>	Fehlerhafte Interpretation einer Information, mündend in zu wenig Therapie	Manifeste Osteoporose wird nur als Osteopenie eingestuft
7	<i>Overestimation of a finding in the process of considering patients individual risk</i>	Defizit in der Einschätzung des individuellen Patienten Risikos/ Überschätzen des individuellen Patientenrisikos	BMI wird falsch niedrig eingeschätzt, der T-Score wird falsch berechnet oder die Knochendichte wird falsch eingeschätzt
9	<i>Faulty interpretation of results resulting in „overtreatment“</i>	Fehlerhafte Interpretation einer Information, mündend in zu viel Therapie	Brüche an nicht Osteoporose relevanten Körperstellen werden miteinbezogen
3	<i>Failure to leave common path of procedures</i>	Fehlerhaftes Festhalten an Standardtherapie, obwohl eine spezielle Indikation gegeben wäre	Im Freitext wurde in diesem Fall angegeben: „Entscheidung aufgrund persönlicher Erfahrungen“
c. Fehlerhafte Reflexion (n=17)			
12	<i>Lack of confidence</i>	Fehlendes Selbstbewusstsein	Überweisung an Fachspezialisten ohne triftigen Grund
5	<i>Possible Overconfidence.</i>	Selbstüberschätzung	Keine Überweisung an Fachspezialisten zur notwendigen Abklärung, z.B. Mastozytose und Diagnostik

Tabelle 3.6.: Kognitive Faktoren (Ärztegruppe)

Im Detail:

Lückenhaftes Wissen

Insgesamt **78** Fehler ließen sich dieser Überkategorie kognitiver Ursachen zuordnen. Im Detail konnten hier 29 der Fehler auf ein Defizit in der vollständigen Kenntnis aller therapeutischen Schritte zurückgeführt werden. 30 der Fehler basierten auf der fehlenden Kenntnis einer im speziellen Fall geltenden Indikation für eine besondere Therapiemaßnahme. Der Kategorie einer fehlenden Kenntnis der geltenden Kontraindikationen konnten in dieser Gruppe 19 fehlerhafte Freitexte bzw. Fehlentscheidungen zugeordnet werden.

Fehlerhafte Datensammlung und fehlerhafte Interpretation

Der Großteil der Fehler ließ sich wieder der fehlerhaften Datensammlung und Interpretation der gegebenen Informationen zuordnen.

Auch in dieser Studiengruppe wurden Testergebnisse und Patienteninformationen falsch erhoben oder falsch interpretiert. Dies hatte **128** Fehler basierend auf dieser kognitiven Ursache zur Folge. 48 dieser Fehler verursachten ein zu geringes Maß an Therapie, 9 zogen ein Übermaß an Therapie nach sich.

Auch die fehlerhafte Einschätzung des individuellen 10-Jahres Frakturrisikos der Patienten fällt hier im Vergleich in der Verteilung der kognitiven Ursachen stark ins Gewicht. In 43 Fällen wurde dieses Risiko fälschlicherweise zu niedrig und in 7 Fällen falsch zu hoch eingeschätzt.

In insgesamt 3 Fällen griffen die Behandelnden auf ein gut bekanntes, nicht aber unbedingt auf das Medikament zurück, welches im individuellen Fall am besten geeignet gewesen wäre. Dies wurde auch im Freitext mit positiven persönlichen Erfahrungen mit dem häufig verwendeten Präparat begründet. Sie übersahen also die spezielle Indikation, scheuten sich vor einer ungewöhnlichen Therapieentscheidung und griffen in der Regel auf ein ihnen geläufiges Therapieschema zurück. Oftmals hätte der jeweilige Patient allerdings von einer spezielleren Therapie profitiert.

Fehlerhafte Reflexion

17 Fehler ließen sich der vierten Kategorie zuordnen. Bei diesen Fehlern lag der Ursprung vermutlich in einer fehlerhaften Selbstreflexion bzw. Einschätzung der eigenen Fähigkeiten. Bei 12 Fehlern war die Ursache ein Unterschätzen, bei 5 Fehlern gingen diese auf ein Überschätzen der eigenen Fähigkeiten zurück.

Zahlenmäßig ist das nicht viel, wenn man aber zusätzlich weiß, dass diesen Fall nur 6 Probanden beantwortet haben, und von diesen 5 den Fehler gemacht haben, was 83% entspricht, ist das durchaus relevant.

d. Exkurs: Fehler im Diagnostikprozess

Auch in dieser Studiengruppe sollen der Vollständigkeit halber an dieser Stelle die gefundenen Fehler im Diagnostikprozess genannt werden. In absoluten Zahlen haben die Ärzte in diesem Abschnitt **35** Fehler in den Freitexten gemacht. Insgesamt 21 von 64 (**33%**) Patientenfällen wurden in dieser Studiengruppe **falsch** diagnostiziert.

e. Exkurs: Richtige Antworten

In der Studiengruppe der Ärzte wurden **223** richtige Antworten gegeben, 154 davon im Diagnostikprozess und 69 im Therapieabschnitt. 43 Patienten (**67%**) wurden **richtig** diagnostiziert und insgesamt 17 von 64 (**27%**) der virtuellen Patienten wurden komplett **richtig** behandelt.

VI. Diskussion

1. Diskussion der Ergebnisse

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Studie interpretiert, in Bezug zum aktuellen Forschungsstand gesetzt, mit dem realen Kontext in der Alltagssituation verglichen und mögliche Stärken und Schwächen im Studiendesign aufgezeigt werden.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Um aus Fehlern zu lernen, muss im Vorfeld genau zwischen verschiedenen Fehlerarten unterschieden und deren Ursachen eingehend analysiert werden. Ziel der vorliegenden Studie war es speziell für Fehler im Therapieprozess ein einheitliches Konzept zur Kategorisierung und Einschätzung der Häufigkeiten zu entwickeln. Hierfür wurde die bereits bekannte Klassifikation für Fehler im Diagnoseprozess nach Graber et al. [9] herangezogen und leicht abgeändert. An dieser Stelle lässt sich also festhalten, dass sich trotz durchaus vorhandener Überschneidungspunkte, bestimmte kognitive Faktoren, die zur Fehlerentstehung im Therapieprozess beitragen, von den beeinflussenden kognitiven Faktoren in der Diagnostik unterscheiden.

In der ersten Studiengruppe mit den studentischen Teilnehmern wurden am häufigsten Fehler der Art **Falsche Therapie** gemacht, hier war das Risiko einer Untertherapie häufiger gegeben als die Gefahr einer Übertherapie. Die Kategorie **Fehlerhafte Datensammlung und fehlerhafte Interpretation** war bei den beeinflussenden kognitiven Faktoren am meisten vertreten. In der zweiten Studiengruppe bestehend aus Ärzten, fielen die Ergebnisse nicht nennenswert unterschiedlich aus; auch der prozentuale Anteil an richtigen und falschen Entscheidungen war in diesem Studiensetting in beiden Gruppen weitestgehend ähnlich.

a. Betrachtung der Fehlerart

Falsche Therapie als häufigste Konsequenz therapeutischer Fehler:

Eine Fehlerart konnte in der Auswertung der Ergebnisse in beiden Studiengruppen mit Abstand am häufigsten gefunden werden: Fehler, die zu einer **Falschen Therapie** führten. Unter dem Oberbegriff der Falschen Therapie konnten noch verschiedene Unterkategorien ausgemacht werden, zum Beispiel eine fehlerhafte Basismedikation oder eine klar kontraindizierte Therapie. Auch eine, nach aktueller Forschung nicht als am evidentesten

einzuordnende Therapie, galt als Fehler. In beiden Studiengruppen hatte diese Unterkategorie, neben der klar kontraindizierten Therapie einen ähnlich großen Stellenwert. Es zeigte sich also, dass sich sowohl Studenten als auch Ärzte bei der Auswahl der Therapie nicht ausreichend an den evidenzbasierten Leitlinien orientierten.

Wenn das Patientenwohl an erster Stelle steht, sollte keinem Patienten eine auf seine individuelle Situation maßgeschneiderte Therapie, nur weil diese ungewöhnlich ist oder noch selten angewendet wird, vorenthalten werden. Eine regelmäßige Weiterbildung, um stets auf dem neuesten Stand zu sein, ist also unumgänglich, um das häufige Vorkommen dieser Fehlerart zu vermeiden. Auch wenn sich an dieser Stelle kritisieren lässt, ob diese Fehlerkonstruktion im konkreten echten Patientenfall auch wirklich eine *falsche* Therapie im wörtlichen Sinne wäre, sollte dennoch im universitären Setting und vor allem in der Ausbildung auf die Kenntnis der im jeweiligen Fall *optimalsten* Therapie besonderer Wert gelegt werden.

Risiko einer Untertherapie häufiger als einer Übertherapie:

Bei weiterer Betrachtung der übrigen therapeutischen Konsequenzen für den Patienten zeigte sich, dass hier im direkten Vergleich eher die Gefahr eines „zu wenig an Therapie“ bestand als die eines zu großen Ausmaßes an Therapie.

Hierbei könnte es sich um ein kontextspezifisches Phänomen handeln, da andere Studien zu gegenteiligen Ergebnissen kamen. In einer Studie von Teixeira et al. zum Beispiel verschrieben die teilnehmenden Ärzte häufiger zu viel Antibiotika als notwendig, als zu wenig Antibiotika [72].

Das Risiko einer Übertherapie war gering, aber dennoch in beiden Studiengruppen präsent. An dieser Stelle soll angemerkt werden, dass der Begriff „zu viel an Therapie“ vielleicht auf den ersten Blick irreführend und nicht relevant erscheinen mag. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich aber, dass auch diese Fehlerart große negative Auswirkungen haben kann: Wiederholte Arztbesuche, doppelte Untersuchungen und unnötige Medikamentenverschreibungen können durchaus auch schädlich für das Patientenwohl sein, vor allem für älteren Patienten kann dies zusätzliche Risiken und Stress bedeuten. Auch die gesamtwirtschaftlichen Kosten sollten im realen Setting im Auge behalten werden. Der Leitsatz bei allen therapeutischen Maßnahmen sollte sein: So viel wie nötig, so wenig wie möglich.

b. Betrachtung der Fehlerquelle

Bei genauerer Betrachtung der Fehlerquellen stellte sich heraus, dass sowohl bei den Studenten als auch bei den Ärzten, die ***Fehlerhafte Datensammlung und fehlerhafte***

Interpretation gegebener Informationen oder Testergebnisse den mit Abstand am größten beeinflussenden kognitiven Faktor in der Fehlerentstehung darstellte.

Eine wichtige Unterkategorie dieser Fehlerquelle stellte das Defizit in der Fähigkeit dar, auch einmal vom üblichen Weg abzuweichen und auch auf ungewöhnliche Therapiemaßnahmen zurückzugreifen, also das fehlerhafte Festhalten an einer Standardtherapie.

Vor allem die Studiengruppe der Ärzte tendierte dazu hauptsächlich gängige Medikamente als Therapie auszuwählen. Die oralen Bisphosphonate wurden mit großem Abstand am häufigsten ausgewählt, obwohl in vielen Fällen auch eine abweichende Therapie gemäß den Leitlinien möglich oder sogar nötig gewesen wäre. Eine ungewöhnlichere Medikamentenauswahl zogen die Probanden oft nur selten oder gar nicht in Betracht.

Dies könnte auf eine gewisse kognitive Dissonanz zurückzuführen sein, wie sie anderorts in klinischen Entscheidungsprozessen bereits beschrieben wurde [73, 74]. Die Diskrepanz zwischen leitliniengerechter Therapie und der im realen Klinikalltag standardmäßig durchgeführten Therapie kann hier das Gefühl einer Ungereimtheit und damit Unsicherheit ausgelöst, die Probanden an der Entscheidung zweifeln lassen und so zu Entscheidungsschwierigkeiten geführt haben.

Möglicherweise war das ein Grund dafür, dass sich vor allem die Gruppe der Ärzte mit der Nähe zum klinischen Alltag häufiger für die althergebrachte Therapie entschieden.

Demgegenüber deutlich weniger Fehler basierten auf unzureichender medizinischer Kenntnis und konnten der Kategorie **Lückenhaftes Wissen** zugeordnet werden. Dies kann dadurch erklärt werden, dass etwaige Wissenslücken im Vorfeld durch die Bearbeitung des Guides minimiert werden konnten. Dennoch wurden aber auch in dieser Kategorie eine beachtliche Zahl an Fehlern gemacht, es ist also durchaus anzunehmen, dass im realen Setting ohne gezielte Vorbereitung eine weitaus größere Anzahl von Fehlern auf diese Fehlerquelle zurückzuführen wäre und diese Kategorie damit noch zusätzlich an Relevanz gewinnen könnte.

Sowohl die Sammlung und richtige Interpretation von Patienteninformationen als auch die genaue Kenntnis medizinischer Therapieschemata und deren Anwendung stellen also Abschnitte in der Therapieentscheidung mit großem Fehlerpotential dar.

Weitaus seltener traten kognitive Faktoren der Kategorie **Fehlerhafte Reflexion**, also der Selbsteinschätzung der Probanden auf. Das Unterschätzen der eigenen Fähigkeiten und die dadurch bedingte überflüssige Absicherung durch eine Zweitmeinung eines Fachspezialisten kann nicht positiv gewertet werden, sondern galt auch im Studiensetting als Fehler, denn dadurch entsteht ein Mehraufwand für die Patienten, die sich erneut anderenorts vorstellen müssen und es werden unnötig Kapazitäten in den Facharztpraxen gebunden.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass ein Fehler meist nicht allein auf eine einzelne Fehlerquelle zurückzuführen war. Wie die große Anzahl an gefundenen möglichen Fehlerquellen zeigte, ist ein Fehler am Ende oft im Grunde durch mehrere verschiedene kognitive Faktoren bedingt.

c. Vergleich der Studiengruppen

Wie bereits in den vorherigen Abschnitten angedeutet, haben sich die gefundenen Fehlerarten und deren Fehlerquellen in beiden untersuchten Studiengruppen **nicht nennenswert** unterschieden. Hier gilt es aber anzumerken, dass ein direkter Vergleich nur mit Vorbehalt gezogen werden kann, da deutlich weniger Ärzte an der Studie teilgenommen und diese zudem die Fälle und Fragen in geringerem Ausmaß bearbeitet haben. In den Freitextantworten legten sie zum Beispiel deutlich seltener ihre Beweggründe für die jeweilige Entscheidung dar. Dennoch lassen sich auch hier Tendenzen erkennen.

So haben die Ärzte zum Beispiel kaum Fehler in der Vollständigkeit der Basismedikation gemacht. Die Studenten hingegen haben in diesem Abschnitt deutlich mehr Probleme gehabt, die dreiteilige Basismedikation wurde hier häufig nur unvollständig ausgewählt oder gar ganz vergessen.

Beide Gruppen haben im Vorfeld den Guide „Osteoporose-kurzgefasst“ zur Bearbeitung erhalten, sie sollten daher zu Beginn der Studie auf demselben Wissenstand gewesen sein. Ein Vergleich ist also zumindest unter diesem Aspekt theoretisch möglich.

Aus den Ergebnissen lässt sich schlussfolgern, dass die Häufigkeiten von Fehlerart und kognitiven Fehlerquellen weitgehend gleich verteilt sind, wenn Studenten und Ärzte in einem begrenzten medizinischen Gebiet auf demselben Kenntnisstand sind.

Die Erkenntnis, dass die Ärzte ähnlich gut oder schlecht wie die Studenten abschnitten, spricht dafür, dass die Berufserfahrung in unserem Studiensetting eine eher untergeordnete Rolle spielte. Die Gruppe der Ärzte hatte hier keinen direkten nennenswerten Vorteil bei der Bearbeitung der Patientenfälle.

d. Exkurs: Fehler im Diagnostikprozess

Wie bereits zuvor erwähnt geht der Therapieprozess stets Hand in Hand mit dem diagnostischen Prozess. Eine exakte Trennung ist oft nicht möglich, da die hier getroffenen richtigen und falschen Entscheidungen voneinander abhängig sind und so direkten Einfluss aufeinander haben. Um die Korrektheit einer klinischen Entscheidung quantitativ bestimmen zu können muss man demnach immer zwei Größen miteinbeziehen, zum einen die diagnostische Genauigkeit und zum anderen die therapeutische Genauigkeit. In unserer Studie zeigte sich, dass zum Beispiel in der Studentengruppe die diagnostische Genauigkeit (66%) mehr als doppelt so hoch war wie die therapeutische Genauigkeit (30%).

Abschließend soll daher noch darauf eingegangen werden, dass auch in der Diagnostik Fehler gemacht wurden. Eine genaue Einteilung anhand konkreter Fehlerart und Fehlerquelle wurde in diesem Fall unterlassen, da sich diese Arbeit hauptsächlich auf Therapiefehler beschränken sollte. In absoluten Zahlen haben hier die Studenten **91** Fehler gemacht, die Ärzte **35**. Im Vergleich dazu wurden - wie oben bereits genannt - im Prozess der Therapieentscheidung insgesamt **518** Fehler von den Studierenden und **152** Fehler in der Gruppe der Ärzte gemacht. Die deutlich geringere Zahl an Fehlern kann hier also zusätzlich als ein Indiz dafür angesehen werden, wie stark fehleranfällig die an die Diagnostik anknüpfenden Therapieentscheidungsprozesse sind. Dies gilt jedoch nur unter Vorbehalt, da berücksichtigt werden muss, dass sich von insgesamt 6 Fragen nur die Fragen 1, 2 und 3 mit der Thematik der Diagnosefindung beschäftigten.

e. Abhängigkeit Diagnostik- und Therapieprozess

Gleichzeitig zeigte sich aber auch, dass eine diagnostisch falsche Entscheidung nicht unbedingt in einer therapeutisch falschen Entscheidung mündete. Ebenso kann trotz eines korrekten diagnostischen Vorgehens mit anschließend korrekter Diagnose dennoch sehr häufig eine therapeutische Fehlentscheidung auftreten. Dies kann darauf zurückzuführen gewesen sein, dass die Probanden schlichtweg geraten haben oder aber auch darauf, dass diese beiden Abschnitte doch unabhängiger voneinander sind als gedacht. Vergleichbare Beobachtungen wurden bereits in Studien zu diagnostischen Entscheidungsprozessen gemacht. Eine entsprechende Studie kam zum Beispiel unter anderem zum Ergebnis, dass etwa jede 14. richtige Diagnose auf einer falschen diagnostischen Erklärung oder einem falschen Diagnoseprozess basierte [75]. Auffallend war, dass es beiden Gruppen oft weniger Schwierigkeiten bereitete, die richtige generelle Therapieindikation im Patientenfall zu stellen. Die Teilnehmer schnitten bis zu diesem Zeitpunkt meist gut ab. Der darauffolgende Schritt aber, also die exakt richtige Therapie aus den einzelnen Multiple-Choice Möglichkeiten auszuwählen, schien deutlich komplizierter zu sein und die entsprechenden Fehlerzahlen stiegen stark an [76]. In der Studentengruppe wurde zum Beispiel in 150 von 190 Patientenfällen korrekt eine generelle Notwendigkeit zur Therapie erkannt, im Anschluss daran wurden aber nur 57 richtige Therapieentscheidungen getroffen. Beide Gruppen konnten grundsätzlich also den Therapiebedarf eines Patienten erkennen, am Ende scheiterte die richtige Behandlung aber oft an einer falschen Therapieauswahl (siehe Tabelle 3.1. und 3.4.).

Für den Patienten im realen Setting zählt wohl am meisten, ob letztendlich die richtige Therapie eingeleitet wird. So könnte man die Behauptung aufstellen, dass dies die wichtigere Messgröße darstellt. Die Studienergebnisse zeigen aber auch gut exemplarisch, dass die Wahrscheinlichkeit eine richtige Therapieentscheidung zu treffen deutlich höher ist, wenn im

Patientenfall zuvor die richtige Diagnose gestellt wurde. Die Wahrscheinlichkeit im Anschluss an eine falsche Diagnose dennoch die richtige Therapie auszuwählen war deutlich geringer. Das Festlegen auf eine Diagnose kann helfen, einen Anknüpfungspunkt zu haben, Gedankengänge zu ordnen und auf dieser Basis weitere Hypothesen und klinische Schritte zu erarbeiten [77].

Wir konnten so zeigen, dass eine korrekte diagnostische Vorgehensweise und korrekte Diagnose kein Garant für die richtige Therapieauswahl ist, aber offensichtlich einen starken Multiplikator oder zumindest einen positiv beeinflussenden Faktor darstellt.

f. Exkurs: Richtige Antworten

Insgesamt gaben die **Studenten** in der Studie **659** richtige Antworten. Der Großteil hiervon fiel in den Bereich der Diagnostikentscheidung und ein geringerer Teil in den Bereich der Therapieentscheidung. Hierbei ist wieder auffällig, dass bis einschließlich der Frage 4, bei der es darum ging, ob die Indikation für eine medikamentöse Therapie bestünde, noch besonders viele Antworten richtig waren; insgesamt waren es bis hierhin 611 richtige Antworten.

Hierbei gilt zu berücksichtigen, dass das Studiendesign ja primär daraufhin ausgelegt war, durch schwierige und komplexe Fallkonstruktionen auch dementsprechend viele Fehler zu produzieren. Um diese im Anschluss auch in großer Anzahl untersuchen zu können, wurden die Grenzen, ob eine Therapie noch als richtig oder schon als falsch angesehen wurde, daher in der Auswertung auch sehr eng gezogen. Die Wahrscheinlichkeit einen Fehler zu machen war demnach schon aufgrund des Studiendesigns absichtlich sehr hoch.

Unter diesem Aspekt war die Fehlerhäufigkeit also kein Indiz für ein besonders schlechtes Abschneiden der Studentengruppe, im Gegenteil, sie schnitten verhältnismäßig gut ab: Die Gesamtfehleranzahl in den gesamten Diagnostik- und Therapieentscheidungen lag mit 609 Fehlern immer noch unter der Anzahl der richtig gegebenen Antworten.

In der Studiengruppe der **Ärzte** zeigte sich ein ähnliches Bild. Hier wurden **223** richtige Antworten gegeben und wieder der Großteil im Diagnostikprozess.

Da auf der anderen Seite nur 187 Fehler von den Ärzten gemacht wurden, gab auch diese Studiengruppe insgesamt mehr richtige als falsche Antworten.

Betrachtet man beide Studiengruppen zusammen, so wurden insgesamt 74 von 254, also 29% der bearbeiteten Patientenfälle komplett richtig therapiert.

2. Diskussion des Studiendesigns

Stärken des Studiendesigns

Die vorliegende Interventionsstudie kann gut exemplarisch zeigen wie Gruppen mit unterschiedlichem Erfahrungsschatz, hier auf der einen Seite die Gruppe der Ärzte und auf der anderen Seite die Gruppe der Studierenden, Therapieentscheidungen treffen. Kognitive Denkabläufe während des Therapieprozesses wurden, trotz der großen Bedeutung dieses Abschnittes für den Patienten und dem Potential zur gezielten Fehlervermeidung, wie es bereits anderorts betont wird, bis dato noch weitestgehend stiefmütterlich und unzureichend untersucht [78, 79].

Unsere Studie konnte mit den gewonnenen Erkenntnissen die vorhandene Literatur dahingehend ergänzen und zum Verständnis der eigentlichen Fehlerentstehung beitragen.

Es konnte eine Vielzahl an Fehlern gesammelt werden, die dann ausführlich unter Betrachtung verschiedener Aspekte, wie zum Beispiel der Therapiekonsequenz für den Patienten, untersucht werden konnten. Die große Anzahl und Vielfalt an gefundenen Fehlern stützt die in der Einleitung dargestellten Zahlen und bildet die aktuelle Situation in Europa gut ab. Auch im realen Setting herrschen im Bereich der Osteoporose Therapie große Fehleranfälligkeit sowie eine deutliche Behandlungslücke [43].

Da die Studie von vorherein nur das Krankheitsbild der Osteoporose zum Gegenstand hatte, und dazu auch im Vorfeld Lernmaterialien verteilt wurden, konnte man von ähnlichem Wissenstand ausgehen, die Gruppen daher vergleichen, sowie Tendenzen und Gemeinsamkeiten herauslesen.

Das allgemeine Feedback und die Resonanz zu den erarbeiteten und verwendeten Materialien waren sehr positiv. Die zu bearbeitenden Patientenfälle wurden im Vorfeld mit großer Sorgfalt erstellt, um möglichst realistische Situationen abzubilden. So schloss jeder Fall auch immer die individuelle Situation des Patienten, auch über die rein medizinischen Informationen hinaus, mit ein. Häusliche, sowie familiäre Situationen, oder auch längere Immobilisation und Patientengewohnheiten mussten beachtet werden. Dies deckt sich mit der aktuellen Literatur, in der auch erkannt wurde, dass der individuelle Patientenkontext stets in therapeutische Entscheidungen miteinfließt [80].

Die virtuellen Patientenfälle wurden im Anschluss an die Studie bereits im Sommersemester 2019 zum Online-Curriculum der LMU hinzugefügt, um die Vorbereitung auf den thematischen

Block „Endokrinologisches System“ im klinischen Studienabschnitt zu erleichtern. Auch in Zukunft sollten solche virtuellen Lernmodelle weiter ausgeweitet werden und könnten so den Katalog an bereits bestehenden e-Learning Angeboten sinnvoll ergänzen.

Vor allem der erstellte Guide in Videoform wurde als sehr sinnvoll, gut verständlich und äußerst praktisch zur anschaulichen Aufarbeitung medizinischer Themen bewertet. Zusätzlich audiovisuell dargestellte Inhalte können unter Umständen besser verarbeitet und damit auch sicherer erinnert werden [81-83].

Diese Tutorial Struktur könnte auf andere medizinische Themen angewandt und weiterentwickelt werden und so vielfältig zur gezielten Unterstützung bei der Vermittlung von komplexen Themen in der Ausbildung junger Ärzte eingesetzt werden.

Im Klinikalltag kann durch die kompakte Form von Informationen im „Kitteltaschenformat“ ebenfalls gezielt das schnelle und erfolgreiche Einbeziehen von Leitlinien und evidenzbasierter Medizin erleichtert und gefördert werden.

Schwächen und Limitationen des Studiendesigns

Die Studie weist trotz sorgfältiger Planung neben den zahlreichen Stärken auch Schwächen auf, die eine generelle Übertragung der Ergebnisse auf reale Situationen erschweren. Die durch die methodische Herangehensweise der Studie entstehenden Limitationen sollen daher im Folgenden benannt werden.

Die vorgenommenen Kategorisierungen von Fehlerarten und Fehlerquellen im Therapieentscheidungsprozess sind vorrangig auf den Bereich der Inneren Medizin zugeschnitten. Um auch auf andere medizinische Fachbereiche anwendbar zu sein, müssten die Kategorien entsprechend ergänzt werden.

So spielen zum Beispiel im Bereich der Chirurgie auch Fehler in der Ausführung der Therapie, bzw. in der Behandlung selbst, eine entscheidende Rolle, die sicher noch andere Arten von Fehlerquellen beinhalten könnten. Die Studie konzentrierte sich zudem speziell nur auf das Gebiet der Osteoporose. Es muss eingeräumt werden, dass Fehlerhäufigkeit und kognitive Faktoren in der Fehlerentstehung daher bei anderen Inhalten auch erheblich unterschiedlich ausfallen könnten [76].

Die Teilnehmenden waren zudem im Vorteil, da sie durch den Guide und die Ausrichtung der Studie bereits auf die Thematik „Osteoporose“ vorbereitet waren. Durch die Bearbeitung des

Guides im Vorfeld können daher, wie weiter oben bereits angeschnitten, die Wissensfehler künstlich klein gehalten und die Ergebnisse zusätzlich verzerrt worden sein.

Andererseits war die Bearbeitung der Materialien im Vorfeld freiwillig. Dadurch kann nicht genau bestimmt werden, wie viele Probanden diese Hilfestellung auch wirklich in Anspruch nahmen.

Es waren auch keine thematischen Überraschungen zu erwarten, wie das im realen klinischen Setting oft der Fall sein kann. Hier überschneiden sich häufig verschiedene medizinische Krankheitsbilder und erschweren so eine eindeutige Zuordnung der Beschwerden und Laborbefunde. Ebenso gut können unvorhergesehene Nebenwirkungen oder unerwartete Entwicklungen im Verlauf einer Therapie eintreten und neue Entscheidungen fordern.[79] Eine Betrachtung der Patientengeschichte über einen längeren Zeitraum hinaus war in diesem Setting nicht möglich, dies könnte aber eine Anregung für weitere Forschung bieten, da sich auch hier großes Fehlerpotential vermuten lässt.

Die erarbeitete Kategorisierung kann trotz aller Sorgfalt also nur den Versuch einer Einordnung darstellen. Der eigentliche Gedankengang und die Prozesse, die letztendlich zu einer Therapieentscheidung führen, konnten nicht vollständig geklärt werden.

Die Freitextantworten waren trotz der eindeutigen Formulierung der Fragestellung, wie zum Beispiel: „Können Sie im genannten Fall eine Kontraindikation ausmachen?“, im Hinblick auf die Gedanken oder Folgerungen nicht immer aussagekräftig.

Die gegebenen Antworten unterschieden sich in manchen Fällen sogar stark von den getroffenen Entscheidungen im weiteren Verlauf. So wurden falsche Kontraindikationen genannt, aber die richtigen medikamentösen Therapieschritte eingeleitet. Einen kausalen Zusammenhang zu erkennen war hier nicht immer möglich und erschwerte das Nachvollziehen der ablaufenden kognitiven Prozesse. An dieser Stelle wäre eine, wie in anderen Studien bereits verwendete „think aloud“ Methode womöglich aufschlussreicher gewesen [24, 84, 85]. Dies wäre aber mit deutlich mehr Zeit und Aufwand für den Einzelnen verbunden und hätte so womöglich dazu geführt, dass weniger Teilnehmer gefunden worden wären und man weniger bearbeitete Fälle hätte miteinbeziehen können.

Als weitere Schwäche lässt sich ausmachen, dass vor allem in der Gruppe der Studenten kaum Varianz unter den Teilnehmer herrschte. Die Ergebnisse der Studie nehmen also hauptsächlich auf Studenten im fortgeschrittenen Studium Bezug. Bei Studenten niedrigerer Semester könnte unter Umständen eine andere Verteilung der Fehlerarten und Fehlerquellen vorkommen. Das monozentrische Design, die Studie wurde nur an der Ludwig-Maximilians-Universität durchgeführt, beeinflusste natürlich auch die Ergebnisse. Unterschiedliche

curriculare Strukturen an anderen Standorten in Deutschland könnten andere Ergebnisse liefern. Auch die Gruppe der Ärzte weist Einschränkungen in der Varianz auf. In dieser Studiengruppe war die Mehrheit der Teilnehmer männlich. Dies spiegelt die reale Situation in Deutschland wider. Zu Beginn des Studiums finden sich noch ca. 63% weibliche Studierende an den Universitäten, in der Gruppe, der daraufhin tatsächlich auch berufstätigen Ärzte sind es dann 20% weniger [86].

Die Studie wurde nur mit zwei kleinen Studiengruppen durchgeführt. Dadurch gewinnen einzelne Entscheidungen und persönliche Voraussetzungen an Bedeutung und könnten die Ergebnisse in gewissen Maß verfälscht haben. Eine weiterführende Analyse zu fall-, system- oder patientenspezifischen Fehlern und kognitiven Faktoren, wie sie anderen Studien vorgenommen wurde [72], konnte aber aufgrund des Studiendesigns, insbesondere der vorformulierten Fragen nicht entsprechend durchgeführt werden [76].

In zukünftigen Studien sollte dies nach Möglichkeit im Studienaufbau berücksichtigt werden, um individuelle Verzerrungen möglichst kleinzuhalten oder diese im Anschluss gezielter untersuchen zu können.

Zusätzlich beeinflusst eine medizinische Entscheidung im realen Setting nicht nur die individuelle Patientensituation, sondern auch Faktoren, die den Behandelnden selbst, sowie die Umgebungssituation betreffen, können ausschlaggebend sein [79, 87].

Diese Faktoren, wie zum Beispiel Zeitdruck, Motivation, Übermüdung und fehlende Ressourcen waren in unserem Studiendesign nicht ausreichend messbar. Im Studiensetting beantworteten die Studenten die Freitextantworten weitaus ausführlicher als die Ärzte, was wohl darauf zurückzuführen sein kann, dass sie zwar freiwillig, jedoch mit Aussicht auf ein Honorar an der Studie teilnahmen. Das ist vermutlich auch der Grund dafür, dass die Rücklauf- und Bearbeitungsquote der Ärzte im Vergleich zu den Studenten womöglich so niedrig ausgefallen ist. Die Ärzte erhielten keine Fortbildungspunkte und auch kein Honorar als Anreiz für die vollständige Bearbeitung. Dies war im Vorfeld leider nicht genehmigt worden. Für zukünftige Untersuchungen sollte dies Voraussetzung sein, um eine ausreichende Zahl an vollständig bearbeiteten Fällen und Freitextantworten zu garantieren.

Auch die im Vorfeld definierte Abgrenzung, was im Patientenfall als „schon falsche“ bzw. auf der anderen Seite als „noch richtige“ Therapie gewertet werden sollte, könnte als Schwäche der Studie gewertet werden.

Diese Problematik wurde bereits in anderen Studien erkannt. Cook et al. hielten fest, dass die von ihnen untersuchten Managementpläne, zu denen auch die Therapieentscheidungen im jeweiligen Patientenfall zählten, lediglich als eher "mehr oder weniger sinnvoll" [78, 79] einzustufen waren, wohingegen diagnostische Entscheidungen relativ leicht als absolut

„richtig“ oder „falsch“ eingestuft werden können; denn eine „mehr oder weniger richtige“ Diagnose gibt es nicht. Ebenso gibt es häufig mehrere mögliche Wege um zur Lösung eines medizinischen Problems und somit zur richtigen Therapieverschreibung für den Patienten zu kommen [87]. Die genaue binäre Abgrenzung zwischen richtig oder falsch war also weniger eindeutig als zu Beginn gedacht. Manche, im realen Kontext womöglich weitestgehend richtige Therapieentscheidungen, sowie von der Musterlösung abweichende Begründungen ohne negative Relevanz, könnten also fälschlicherweise als Fehler erkannt und gezählt worden sein [76].

VII. Ausblick

Die in der Einleitung gestellte Frage, worauf die hohe Anzahl an Fehlern in dem Bereich der Therapie zurückzuführen sein könnte, konnte durch diese Arbeit in Ansätzen beantwortet werden. Eine umfassende Fehleranalyse zeigte, dass vor allem Interpretationsfehler und Wissenslücken zu Fehlern in der Therapieentscheidung führen können. So konnte die Forschung im Bereich der kognitiven Fehlerentstehung, die bis jetzt zu großen Teilen in der Diagnostik stattgefunden hat, um den Aspekt der Fehlerentstehung in der Therapie ergänzt werden.

Ein grundlegendes Verständnis der Fehlernatur ist vor allem wichtig, um daraus Strategien zur zukünftigen Vermeidung von Fehlern abzuleiten, damit die Fehler in der Vergangenheit also nicht umsonst gemacht wurden. Daher wurde zusätzlich auch eine Antwort auf die Frage gesucht, wie man diese Fehler in Zukunft effektiv vermeiden könnte.

Das Handwerkszeug zur richtigen Entscheidungsfindung erhält der Lernende bereits während seiner Ausbildung. Die Aneignung von neuem Wissen muss daher möglichst lückenlos, fundiert und auf Dauer angelegt sein. Hierbei können Simulationsübungen mit virtuellen Patientenfällen helfen das Wissen zu vertiefen und die Studenten auf den echten Praxisalltag vorzubereiten.

Kompakte Lernmaterialien helfen zusätzlich die Informationen sinnvoll zu strukturieren und letztendlich auch mehr essentiell Wichtiges zu memorieren.

Hier lohnt es sich noch mehr Bestrebungen anzustellen, um herauszufinden welche Konzepte man in der Lehre einsetzen kann, um den Lernenden nicht nur Wissen an sich, sondern auch die Fähigkeit, eine Information folgerichtig zu interpretieren, gezielt zu vermitteln.

Neben den aufgezeigten Fehlern gibt es große Defizite in der Osteoporosebehandlung, wie anfangs bereits dargestellt, auch durch den niedrigen Stellenwert und die geringe Relevanz in der Gesellschaft.

Aber auch hier finden sich mittlerweile gute Ansätze dies zu verbessern und die Erkrankung Osteoporose mehr in den Fokus der Öffentlichkeit zu rücken. Auch damit ist Patienten schon stückweise etwas mehr geholfen.

Bei jeder medizinischen Behandlung ist der Patient und sein Verhalten letztendlich immer noch eine entscheidende Größe für den Behandlungserfolg.

Die gezielte Unterstützung, Aufklärung und Miteinbeziehung der Patienten gewinnen daher immer mehr an Bedeutung. So wurde im Februar 2020 nun auch ein Entwurf für ein *Disease*

Management Programm, kurz DMP, für chronisch an Osteoporose Erkrankte vom Bundesministerium für Gesundheit vorgelegt [88, 89].

Dies soll die Betreuung chronisch kranker Patienten, neben den bereits bestehenden Organisationformen zur Behandlung von Asthma bronchiale, COPD, Diabetes Typ 1 und 2, koronaren Herzerkrankungen, sowie Brustkrebs ergänzen. Seit Einführung dieser Angebote werden so in Deutschland mehr als sieben Millionen Menschen aktiv in den Behandlungsprozess miteinbezogen und in Ihrer Patientenkompetenz gestärkt.

Die DMP Angebote bieten für an Osteoporose Erkrankte zum Beispiel Patientenschulungen, Möglichkeiten zur Ermittlung des persönlichen Sturzrisikos und Trainingsangebote an, um gezielt die Knochengesundheit des Einzelnen zu stärken. Die Behandelnden sollen hier eng mit dem Patienten zusammenarbeiten, sie müssen zum Beispiel den Behandlungsverlauf und die Ergebnisse dokumentieren und setzen gemeinsam mit dem Patienten Behandlungsziele. Der Patient bekommt den Auftrag selbst etwas zu seinem Wohlbefinden und zu seiner Genesung beizutragen, dadurch kann die Motivation und Eigenverantwortung gezielt gefördert werden.

Wenn diese Qualitätsziele in der Patientenbetreuung zukünftig umgesetzt werden und die Osteoporose auch weiter in den Fokus von Forschung und Lehre rückt, bleibt die Hoffnung, dass sich das Behandlungsdefizit in Deutschland nicht noch weiter vergrößert, sondern eher reduzierenden lässt, damit auch eine im demografischen Wandel wachsende Bevölkerung gesund und mit mehr Lebensqualität in Würde altern kann.

VIII. Zusammenfassung

Diese Dissertation hat die Ausarbeitung einer Studie zur Charakterisierung von Fehlern im Therapieprozess und deren Ergebnisse zur Grundlage. Die Studie wurde im Jahr 2019 mit 19 Studenten und 23 Ärzten am Beispiel der Osteoporose durchgeführt. Hierbei handelt es sich nicht nur um ein sehr komplexes Krankheitsbild, welches im Zuge des demografischen Wandels in Deutschland weiterhin an Bedeutung gewinnen wird, sondern auch um eine Krankheit mit einer sehr heterogenen Gruppe an möglichen Therapieansätzen, die großes Fehlerpotential in der Therapieentscheidung mit sich bringt. Während der Behandlung eines Osteoporose Patienten müssen besonders viele Entscheidungen getroffen werden, vor allem wenn man bedenkt, dass es sich hier häufig um eine älteres und multimorbides Patientenkollektiv handelt. Unter dem Gesichtspunkt welche Lern- und Lehrstrategien man zukünftig verwenden könnte, um Studenten das Erlernen eines sicheren und fehlerarmen Umgangs auch mit schwierigen Patientenfällen zu erleichtern, wurden kompakte Materialien entwickelt. Anhand der Bearbeitung extra erstellter virtueller Patientenfällen aus dem Fachbereich der Osteoporose wurde eine Fehleranalyse durchgeführt. Um beide Studiengruppen hierfür auf den gleichen Wissenstand zu bringen und besser vergleichen zu können, wurde im Vorfeld ein Guide in Videoform und eine Informationsbroschüre im Kitteltaschenformat erstellt, um die medizinische Thematik der Osteoporose Therapie anschaulich und kompakt zu vermitteln. Beide Studiengruppen erhielten diese Materialien zur freiwilligen Vorbereitung auf die Studie. Die verschiedenen vorkommenden Arten von Fehlern im Therapieprozess wurden in dieser Studie erstmalig erhoben und katalogisiert. In einem weiteren Schritt wurden die kognitiven Fehlerquellen für die Fehlerentstehung definiert und jeweils nach ihrer Häufigkeit sortiert. Ergebnis dieser Studie ist, dass die häufigste Fehlerkonsequenz eine suboptimale Therapie darstellt. Die häufigsten gefundenen kognitiven Ursachen für das Entstehen von Fehlern stellten eine fehlerhafte Interpretation, gefolgt von einem lückenhaften Wissenstand dar und dies trotz der zeitlich nahen Vorbereitung mit dem Guide. Dies galt für beide Studiengruppen gleichermaßen. Daraus ließ sich ableiten, dass für beide Studiengruppen ähnliche Fehlerarten und kognitive Faktoren im Therapieprozess eine Rolle spielen. So kann festgehalten werden, dass vermehrt Augenmerk auf die Vermittlung und systematische Aufarbeitung von Wissen sowie auf stetige Weiterbildung der Behandelnden gelegt werden muss, um Patienten stets die bestmögliche therapeutische Versorgung zu garantieren. Es müssen darüber hinaus vor allem auch Strategien entwickelt werden, um bei der Interpretation medizinischer Informationen Fehler zu vermeiden. Diese Studie kann wichtige Denkanstöße zu Möglichkeiten der Aufbereitung komplexer medizinischer Themen nach dem Vorbild der in dieser Studie verwendeten Materialien liefern, um das Curriculum und auch die Weiterbildung gezielt zu verbessern.

IX. Summary

This dissertation is based on a study analyzing the source and the nature of errors in the therapy process. The study was conducted in 2019 with 19 students and 23 doctors using the medical encounter of osteoporosis. Osteoporosis itself is not only a very complex disease, which will continue to gain in importance during demographic change in Germany, but also a disease with a very heterogeneous group of possible therapeutic approaches, which entails a great potential for error in the therapy decision.

During the treatment of an osteoporosis patient, a particularly large number of error-free decisions must be made, especially considering that this is often an older and multimorbid patient population. That's why we choose this error prone topic to investigate clinical decision making in therapy for the very first time in this extensive way, by carrying out an error analysis based on the processing of specially created individual virtual patient cases from the field of osteoporosis. In order to bring both study groups up to the same level of knowledge and to be able to compare them better, a guide in video form and an information brochure in clinic coat pocket format were created in advance in order to convey the medical topic of osteoporosis therapy in a clear and compact way. Both study groups received these materials for voluntary preparation. The different types of errors occurring in the therapy process were then collected and catalogued largely. In a further step, the cognitive factors leading to error generation and their clinical consequences were defined and sorted according to their frequency.

Known categories from the decision-making process were altered for this purpose.

The result of this study showed that the most common consequence of error was an incorrect therapy. The most common cognitive causes found for the emergence of errors were false interpretation, followed by a patchy level of knowledge, despite the prior preparation with the guide. This was equally true for both study groups. Seemingly similar types of errors and cognitive factors played a role in the therapy process for both study groups, regardless their actual clinical experience.

This emphasizes that more attention needs to be paid to the transfer and systematic processing of knowledge as well as to continuous further training in order to always guarantee patients the best possible therapeutic care. Especially further strategies to avoid errors in the interpretation of medical information must be developed.

This study and the developed materials provide important food for thought on possibilities in preparing complex medical in the future in order to improve the curriculum and further education in a targeted manner.

X. Veröffentlichung

Tausendfreund, O., Braun, L.T. & Schmidmaier, R. Types of therapeutic errors in the management of osteoporosis made by physicians and medical students. *BMC Med Educ* **22**, 323 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03384-w>

XI. Danksagung

Zuerst gebührt mein Dank Herrn Prof. Dr. Schmidmaier, der mir überhaupt die Möglichkeit für dieses spannende Forschungsprojekt gegeben hat. Für die stets hilfreichen, richtungweisenden Anregungen und die äußerst konstruktive Kritik bei der Erstellung dieser Arbeit möchte ich mich an dieser Stelle mit Nachdruck herzlich bedanken.

Ein besonderer Dank gilt meiner Betreuerin Dr. Leah Braun und deren unermüdlichen fachlichen und persönlichen Unterstützung. Ihr Engagement und Enthusiasmus und ihre kreativen Denkanstöße halfen mir auch in schwierigeren Phasen.

Ich bin sehr froh, diese außerordentliche Betreuung erhalten zu haben.

Mein Dank gilt außerdem allen Probanden, die durch ihre Teilnahme diese Studie ermöglicht haben und mit ihren interessanten Beiträgen und Antworten auf meine Fragen die Basis meiner Forschungsarbeit bildeten.

Schlussendlich möchte ich auch noch meinen Eltern danken, die mich während des Studiums sehr unterstützt und stets motiviert haben.

2. Auszüge aus Video Guide „Osteoporose- kurz gefasst“



Seite 1/45



Seite 2/45

KURZ GEFASST

GENAUER GESAGT:

Systemische Mastozytose

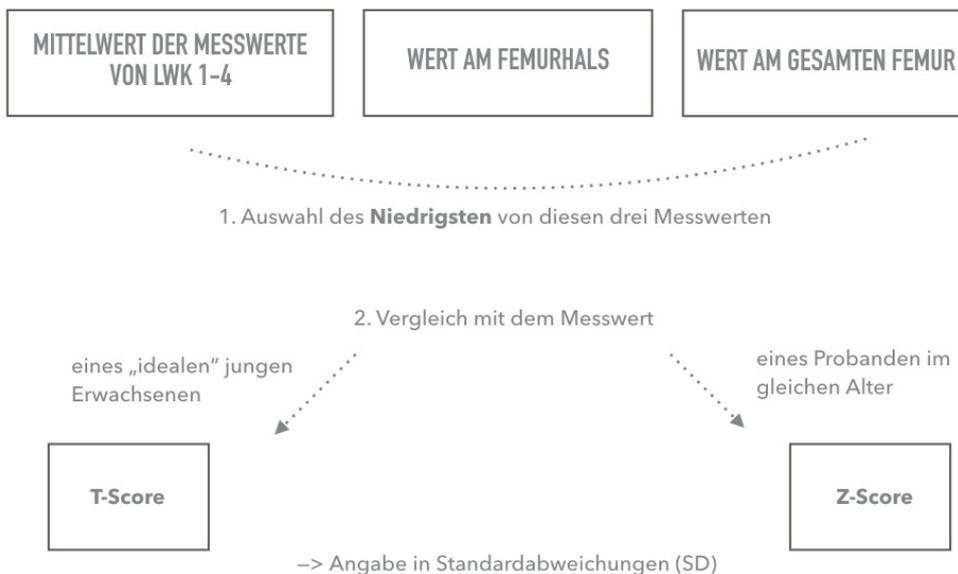


Häufig bei jungen Männern mit Wirbelkörperfrakturen und typischen Hautmanifestationen.

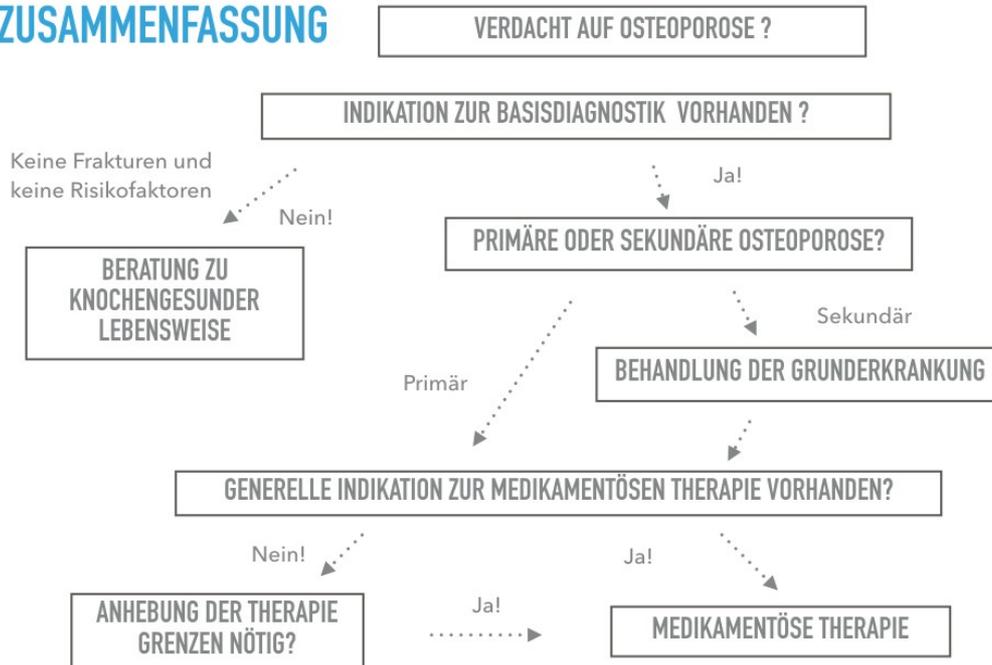
Einfach festzustellen durch die erhöhte **Serum Tryptase** !

KURZ GEFASST

GENAUER GESAGT:



ZUSAMMENFASSUNG



DIE RICHTIGE AUSWAHL DER MEDIKATION

1. FRAKTUR-RISIKO ABSCHÄTZEN UND EINORDNEN

2. LOKALISATION DER FRAKTUREN BESTIMMEN

3. RELEVANTE KONTRAINDIKATIONEN BEACHTEN

4. DEN KRANKHEITSVERLAUF BEOBACHTEN

KURZ GEFASST

RISIKO EINTEILUNG

1. DIE MEDIKATION RICHTET SICH NACH DEM INDIVIDUELLEN FRAKTUR RISIKO

Hohes Risiko

I.v. Bisphosphonate,
Teriparatid,
Denosumab

Moderates Risiko

Orale Bisphosphonate

Niedriges Risiko

Basismedikation

Seite 40/45

KURZ GEFASST

MEDIKAMENTÖSE OSTEOPOROSETHERAPIE

3. RELEVANTE KONTRAINDIKATIONEN BEACHTEN

	Bisphosphonate p.o.	Bisphosphonate i.v.	SERM	Parathormon Fragment	RANKL Antikörper	Östrogen Präparate	Calcium + Vitamin D
Erhöhtes Thrombose Risiko			x			x	
Niereninsuffizienz	x	x		x			
Nierensteinleiden							x
Entleerungsstörungen der Speiseröhre	x						
Chronisch Entzündlichen Darmerkrankungen	x						
Z.n. Magenresektionen	x						
Schwangerschaft/ Stillzeit	x	x	x	x	x	x	
Hyperparathyreoidismus				x			
Tumoren des Bewegungsapparates				x			
Z.n. Skelett-Bestrahlungen				x			
Östrogensensiblen Tumoren wie ein Mamma CA						x	
Männliches Geschlecht			x			x	
Mukosaperforierende Zahneingriffe	x	x			x		
Erhöhtes Risiko für Hypercalcämien				x			x
Erhöhtes Risiko für Hypocalcämien					x		

Seite 42/45

3. Studienflyer – Einladung für Studenten

Einladung zur interaktiven Fortbildung

OSTEOPOROSE - KURZ GEFASST



Multimedialer Guide

Verdeutlichung der Algorithmen und Entscheidungsprozesse in der Osteoporose - Therapie



Aufwendig simulierte Patientenfälle in CASUS Online

Gewonnenes Wissen testen und im Praxisalltag anwenden



Aufwandsentschädigung

20 € bei vollständiger Bearbeitung



Ausführliche Analyse des Antwortverhaltens

Zusätzlicher Lerneffekt durch gezielte Revision und gleichzeitig Beitrag zu aktueller Forschung



Spielend leicht die aktuellen Osteoporose Leitlinien verstehen

Hilfreich für Klausuren und Examen



Materialien und Musterlösungen bequem per Email erhalten

Zur Teilnahme wird lediglich ein Internetzugang benötigt

Anmeldung unter
osteoporose.kurz.gefasst@gmail.com

4. Einladung für Ärzte

OSTEOPOROSE - KURZ GEFASST

Vom Verdacht zur Therapie

Einladung zur Studie im Bereich Didaktik und Ausbildungsforschung

Hiermit möchten wir Sie einladen an unserer Interventionsstudie zur gezielten Charakterisierung und statistischen Einordnung häufiger Fehler im Prozess der Therapieentscheidung teilzunehmen.

Ablauf der Studie:

Eingangs bekommen Sie von uns einen multimedialen Guide zur Verdeutlichung der Algorithmen und Entscheidungsprozesse in der Osteoprose Therapie zur Verfügung gestellt. Dieser soll helfen Ihr Wissen aufzufrischen und zu vernetzen.

Mithilfe aufwendig gestalteter simulierter Fallbeispielen im bewährten CASUS Lernsystem der Ludwig Maximilians Universität München können Sie im Anschluss daran Ihr Wissen testen und tragen durch Ihr Antwortverhalten entscheidend zur Entwicklung neuer Lernkonzepte für Studierende bei.

Ein ausführlich erstelltes Feedback wird den Lerneffekt für Sie noch vergrößern und soll eine gezielte Revision möglich machen.

**Alle Lernmaterialien und den Zugang zu CASUS online erhalten Sie per Email.
Sie benötigen zur Teilnahme also lediglich einen Internetzugang.**

Helfen Sie so mit schrittweise die medizinische Lehre zu verbessern und wichtige Handlungs - und Entscheidungskompetenzen bereits im Studium zu vermitteln.

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann melden Sie sich bitte bei uns!

Über Ihre Teilnahme an unserer Studie würden wir uns sehr freuen.

Ihr Studienteam

OSTEOPOROSE- KURZ GEFASST

5. Anleitung für die Verwendung von CASUS online

OSTEOPOROSE - KURZ GEFASST

Vom Verdacht zur Therapie

Anleitung zur Nutzung von CASUS - online

Freischalten des Gastzugangs

Der Ihnen zugesendete Pin ermöglicht Ihnen den Zugang zu CASUS - online auch ohne ein Benutzerprofil. Auf der Homepage kann dieser in der unteren Schaltfläche eingegeben werden. In der darauffolgenden Ansicht sehen Sie alle 13 zu bearbeitenden Karten in der Übersicht.

Videomaterial zur Vorbereitung

Unter der nun angezeigten ersten Schaltfläche können Sie die Karte 1 anwählen und so auf das für Sie vorbereitete Lernmaterial in Videoform zugreifen. Das Video können Sie über die entsprechenden Schaltflächen vergrößern, pausieren oder zurückspulen. Anschließend gelangen Sie über den Pfeil in der rechten unteren Ecke des Bildschirms zum Ende der ersten Karte und können jetzt über die Schaltfläche Fallauswahl wieder zurück zur Gesamtübersicht aller freigeschalteten Karten.

Soziodemografischer Fragebogen

Im weiteren Verlauf werden Sie aufgefordert einen Soziodemografischen Fragebogen auszufüllen, um später eine genauere Einordnung der Ergebnisse zu ermöglichen.

Ihr Antwortverhalten bleibt stets anonym und wird auch nur so ausgewertet.

Simulierte Patientenfälle

Eine Bearbeitung der Patientenfälle in der angegebenen Reihenfolge ist nicht nötig. Während der Bearbeitung der 10 Patientenfälle können Sie gerne auf die im Anhang der Email versendeten Kitteltaschenversion der Leitlinien und den Osteoporose Flyer zurückgreifen.

Auf weitere Hilfsmittel sollten Sie aber verzichten, um die Ergebnisse möglichst nicht zu verfälschen.

Bei Fragen, Problemen und oder Anregungen wenden Sie sich gerne an uns!
Vielen Dank für Ihre Teilnahme und viel Erfolg bei der Bearbeitung der Fälle.

Ihr Studienteam

6. Fallvignetten im Überblick

Fall 1: Frau Klein

Die 51-jährige Frau Klein stellt sich Ihnen mit brennenden Schmerzen im Rücken vor. Ein konkretes Trauma oder eine Ursache hierfür kann die Patientin nicht ausmachen. Des Weiteren klagt sie über Muskelschmerzen, wie bei einem anhaltenden „Muskelkater“. Die Patientin ist stark untergewichtig und generell eher von zierlicher Statur. Ihre Menstruation habe die Patientin stets sehr unregelmäßig und seit 3 Jahren gar nicht mehr bekommen, was sie allerdings auf ihr Untergewicht zurückführt und deshalb nicht weiter besorgniserregend findet. Mehr beunruhigten sie da die anhaltenden Schmerzen. „Und das Ganze auch noch jetzt, wo ich mich um den Pudel meiner Mutter kümmern muss. Sie hat ein künstliches Hüftgelenk bekommen und kann deshalb momentan gar nicht laufen.“ klagt die Patientin. Frau Klein ernährt sich vegetarisch. Nikotin Konsum wird verneint und lediglich gelegentlicher Alkoholkonsum angegeben. Allergien sind keine bekannt.

Vorerkrankungen: Erhöhtes Thrombose Risiko in der Familie bekannt

Medikamente: Voltaren gegen die Schmerzen im Rücken

Körperliche Untersuchung:

wache, 4-fach orientierte Patientin in reduziertem AZ und untergewichtigen EZ (1,63 m 47 kg, BMI 17,7)

Vitalparameter: 110/85 mmHg, HF 80/min, AF 17/min, T 36,5

Kardiovaskuläres System: Herztöne rein und rhythmisch auskultierbar, keine Herzgeräusche, keine Strömungsgeräusche über den Carotiden auskultierbar. Keine Jugularvenenstauung, keine Ödeme. Periphere Pulse schwach tastbar.

Respiratorisches System: Keine Thorax Deformitäten. Keine Lippenzyanose. Sonorer Klopfeschall, atemabhängig bds. um 2 Querfinger verschiebliche Lungengrenzen. Vesikuläres Atemgeräusch, keine feuchten oder trockenen Atemnebengeräusche. Brustwirbelsäule nicht klopfeschmerzhaft, aber leicht kyphosiert.

Abdomen: Inspektion unauffällig. Darmgeräusche lebhaft über allen vier Quadranten auskultierbar, keine abdominellen Strömungsgeräusche. Bauchdecke weich, Palpation nicht schmerzhaft, keine palpablen Resistenzen. Perkutorisch normaler Klopfeschall. Leber bei Inspiration mit weichem Leberrand und ohne Schmerzhaftigkeit tastbar, perkutorisch 11cm in der MCL. Milz nicht tastbar. Keine Hernien. Kein Nierenlagerklopfeschmerz. Lendenwirbelsäule klopfeschmerzhaft und leicht kyphosiert.

Hals: keine pathologisch vergrößerten zervikalen Lymphknoten tastbar, Schilddrüse weich palpabel, schluckverschieblich, keine Knoten tastbar

Zu beantwortende Fragen:

Frage 1: Ist bei Frau Klein eine Basisdiagnostik indiziert?

- Bitte begründen Sie Ihre Entscheidung im Freitext

Frage 2: Lassen die Ergebnisse eine Osteoporose vermuten?

- Bitte begründen Sie Ihre Entscheidung im Freitext

Frage 3: Um welche Form der Osteoporose handelt es sich hier wohl am wahrscheinlichsten?

– Bitte begründen Sie Ihre Entscheidung im Freitext

Frage 4: Sind die Indikationen für eine medikamentöse Osteoporose Therapie gegeben?

- Bitte begründen Sie Ihre Entscheidung im Freitext

Frage 5: Wählen Sie die bestmögliche Therapie für diese Patientin aus.

Frage 6: Wieso haben Sie sich für diese Therapie entschieden?

Frage 7: Welche Therapie ist bei dieser Patientin klar kontraindiziert?

Fall 2: Herr Messner

Der 61-jährige Herr Messner stellt sich bei Ihnen vor.

Er klagt über einen allgemeinen Leistungsknick. Außerdem würden ihm anhaltende Muskel- und Knieschmerzen schwer zu schaffen machen. Er sei stets sportlich gewesen und eigentlich kerngesund. In letzter Zeit aber könne er in seiner Wandergruppe wegen der Schmerzen nicht mehr mithalten. Das sei fast so wie vor 5 Jahren, als er sich den Meniskus beim Skifahren gerissen hatte, der dann konservativ behandelt wurde. Seit dem Jugendalter leidet er an Asthma, was er mit Retard Tabletten und einem Inhalator aber immer gut im Griff hatte. Die Luftnot hätte aber in letzter Zeit deutlich zugenommen, weshalb er seit 4 Monaten zusätzlich eine Cortison-Therapie begonnen habe. Nikotin und Alkoholkonsum verneint der Patient, Allergien sind keine bekannt.

Vorerkrankungen: Asthma bronchiale

Medikamente: Orale Glucocorticoid Therapie über 4 Monate über 8 mg/tag mit einem Prednisolonäquivalent + Bedarfsmedikation mit Beta-2-mimetikum

Körperliche Untersuchung:

wacher, kontaktfähige, 4-fach orientierter Patient in gutem AZ und sportlichem EZ (1,69 m, 63 kg, BMI 22,1), freundlich-zugewandt

Vitalparameter: 130/90mmHg, HF 70/min, AF 15/min, T 36,8

Kardiovaskuläres System: Herztöne rein und rhythmisch auskultierbar, keine Herzgeräusche, keine Strömungsgeräusche über den Carotiden auskultierbar. Keine Jugularvenenstauung, Periphere Pulse (A. radialis bds., A. dorsalis pedis bds., A. tibialis posterior bds.) gut tastbar.

Respiratorisches System: Keine Thoraxdeformitäten. Keine Lippenzyanose. Sonorer Klopfeschall, atemabhängig bds. um 2 Querfinger verschiebliche Lungengrenzen. Vesikuläres Atemgeräusch, keine feuchten oder trockenen Atemnebengeräusche. Brustwirbelsäule nicht klopfschmerzhaft.

Abdomen: Inspektion unauffällig. Darmgeräusche lebhaft über allen vier Quadranten auskultierbar, keine abdominellen Strömungsgeräusche. Bauchdecke weich, Palpation nicht schmerzhaft, keine palpablen Resistenzen. Perkutorisch normaler Klopfeschall. Leber bei Inspiration mit weichem Leberrand und ohne Schmerzhaftigkeit tastbar. Milz nicht tastbar. Keine Hernien. Kein Nierenlagerklopfeschmerz. Lendenwirbelsäule nicht klopfeschmerzhaft.

Hals: keine pathologisch vergrößerten zervikalen Lymphknoten tastbar, Schilddrüse weich palpabel, schluckverschieblich, keine Knoten tastbar

Fall 3: Frau Lifter

Die 62-jährige Frau Lifter kommt zu Ihnen in die Praxis, da sie seit einer Weile Koordinationsprobleme bemerkt hat. Sie sei in letzter Zeit überall angestoßen und häufiger gestürzt, wobei sie sich auch einen Zeh gebrochen habe. Generell spricht Sie von einer allgemeinen Muskelschwäche und über den ganzen Tag anhaltenden dumpfen Schmerzen. Besonders das Treppensteigen würde ihr schwerfallen, weshalb sie meistens den Aufzug nehme, was sie früher immer tunlichst vermieden habe. Obwohl sie sich so alles in allem deutlich weniger bewege und auch an ihrer Ernährung nichts geändert habe, habe sie sicher 6kg an Gewicht verloren. Die Patientin berichtet Ihnen auch von Ihrer Krebserkrankung: Vor 2 Jahren sei bei ihr ein Mamma Karzinom festgestellt worden. Mithilfe einer Resektion und anschließender Bestrahlung sei sie aber erfolgreich behandelt worden. Bis jetzt sind keine Metastasen aufgetreten. Die Projektleiterin raucht bereits seit 40 Jahren und gibt mäßigen Alkoholkonsum an. Allergien sind der Patientin keine bekannt.

Vorerkrankungen: ER positives Mamma CA

Medikamente: keine

Körperliche Untersuchung:

wache, kontaktfähige, 4-fach orientierte Patient in gutem AZ und gutem EZ (1,70 m, 68 kg, BMI 21,5), freundlich-zugewandt

Vitalparameter: 125/90 mmHg, HF 90/min, AF 16/min, T 37,6

Kardiovaskuläres System: Herztöne rein und rhythmisch auskultierbar, keine Herzgeräusche, keine Strömungsgeräusche über den Carotiden auskultierbar. Keine Jugularvenenstauung, Periphere Pulse (A. radialis bds., A. dorsalis pedis bds., A. tibialis posterior bds.) tastbar.

Respiratorisches System: Keine Thoraxdeformitäten. Keine Lippenzyanose. Sonorer Klopfeschall, atemabhängig bds. um 2 Querfinger verschiebliche Lungengrenzen. Vesikuläres Atemgeräusch, keine feuchten oder trockenen Atemnebengeräusche. **Resektionsnarben sichtbar, bei guter Wundheilung.**

Abdomen: Inspektion unauffällig. Darmgeräusche lebhaft über allen vier Quadranten auskultierbar, keine abdominellen Strömungsgeräusche. Bauchdecke weich, Palpation nicht schmerzhaft, keine palpablen Resistenzen. Perkutorisch normaler Klopfeschall. Leber bei Inspiration mit weichem Leberrand und ohne Schmerzhaftigkeit tastbar, perkutorisch 11cm in der MCL. Milz nicht tastbar. Keine Hernien. Kein Nierenlagerklopfeschmerz. Lendenwirbelsäule nicht klopfeschmerzhaft.

Hals: keine pathologisch vergrößerten zervikalen Lymphknoten tastbar, Schilddrüse weich palpabel, schluckverschieblich, keine Knoten tastbar

Fall 4: Frau Friedländer

Die 65-jährige Frau Friedländer stellt sich mit diffusen Schmerzen in den Beinen und Füßen vor. Allgemein sei sie nicht mehr so leistungsstark wie sonst. Auch tagsüber müsse sie jetzt öfter Pausen einlegen und die Füße hochlegen, um den Tag überhaupt zu überstehen. Vor sechs Wochen war die Patientin wegen einer schweren Lungenentzündung stationär im Krankenhaus. Nach der langen Zeit im Krankbett, sei sie nach eigener Aussage gar nicht mehr richtig zu Kräften gekommen. Auch jetzt fühle sich noch sehr schwach und verbringe die meiste Zeit im Bett. Frau Friedländer raucht gelegentlich, trinkt aber keinen Alkohol. Zudem ist sie Typ 1 Diabetikerin unter Insulintherapie und hat eine bekannte Allergie gegen Penicillin.

Vorerkrankungen: Diabetes Mellitus Typ 1

Medikamente: Intensivierte Insulintherapie

Körperliche Untersuchung:

wache, kontaktfähige, 4-fach orientierte Patientin in gutem AZ und **leicht übergewichtigen EZ (1,75 m, 91 kg, BMI 30)**, freundlich-zugewandt

Vitalparameter: 135/90 mmHg, HF 90/min, AF 16/min, T 36,8

Kardiovaskuläres System: Herztöne rein und rhythmisch auskultierbar, keine Herzgeräusche, keine Strömungsgeräusche über den Carotiden auskultierbar. Keine Jugularvenenstauung, Periphere Pulse (A. radialis bds., A. dorsalis pedis bds., A. tibialis posterior bds.) tastbar.

Respiratorisches System: Keine Thoraxdeformitäten. Keine Lippenzyanose. Sonorer Klopfeschall, atemabhängig bds. um 2 Querfinger verschiebliche Lungengrenzen. Vesikuläres Atemgeräusch, keine feuchten oder trockenen Atemnebengeräusche. Brustwirbelsäule leicht klopfschmerzhaft.

Abdomen: Inspektion unauffällig. Darmgeräusche lebhaft über allen vier Quadranten auskultierbar, keine abdominellen Strömungsgeräusche. Bauchdecke weich, Palpation nicht

schmerzhaft, keine palpablen Resistenzen. Perkutorisch normaler Klopfeschall. Leber bei Inspiration mit weichem Leberrand und ohne Schmerzhaftigkeit tastbar, perkutorisch 11cm in der MCL. Milz nicht tastbar. Keine Hernien. Kein Nierenlagerklopfeschmerz. Lendenwirbelsäule nicht klopfeschmerzhaft.

Hals: keine pathologisch vergrößerten zervikalen Lymphknoten tastbar, Schilddrüse weich palpabel, schluckverschieblich, keine Knoten tastbar

Fall 5: Frau Witt

Ihre nächste Patientin ist die 80-jährige Frau Witt. Sie kommt zur Nachsorge eines Schenkelhalsbruches, welchen sie beim Ausrutschen auf Glätteis erlitten hatte. Auf Nachfrage hin gibt die Patientin an, in den letzten Jahren mehrmals wegen Stürzen und Knochenbrüchen im Krankenhaus gewesen zu sein; unter anderem habe sie sich letzten Sommer den Unterarm gebrochen. Die Patientin berichtet auch, dass ihr das Laufen immer schwerer falle und sie diffuse Schmerzen im gesamten Körper habe. Und dass, obwohl der Bruch doch schon längst abgeheilt sein müsste. Wegen des Krankenhausaufenthaltes habe sie nun auch ihre zahnärztliche Behandlung unterbrochen und die dringend notwendige Brückensanierung auf unbestimmte Zeit verschoben. Und noch etwas ist ihr aufgefallen: „Ich war tatsächlich leider nie eine von den hochgewachsenen hübschen Damen in meinem Turnverein, aber jetzt im Alter da schrumpfe ich ja noch zusätzlich! ...“ Aus dem Arztbrief des überweisenden Unfallchirurgen geht hervor, dass die Patientin vor einem Jahr eine Lungenembolie hatte, weshalb sie zur Vorbeugung eines weiteren thrombembolischen Ereignisses eine Langzeitantikoagulation erhält. Allergien sind keine bekannt.

Vorerkrankungen: Z.n. Lungenembolie

Medikamente: Phenprocoumon Marcumar 1x 2,5mg /d

Körperliche Untersuchung:

wache, kontaktfähige, 4-fach orientierte Patientin in gutem AZ und gutem EZ (**1,69 m früher 1,74 ,71 kg, BMI 24,6**), freundlich-zugewandt

Vitalparameter: 130/90 mmHg, HF 90/min, AF 17/min, T 36,8

Kardiovaskuläres System: Herztöne rein und rhythmisch auskultierbar, keine Herzgeräusche, keine Strömungsgeräusche über den Carotiden auskultierbar. Keine Jugularvenenstauung, Periphere Pulse (A. radialis bds., A. dorsalis pedis bds., A. tibialis posterior bds.) tastbar.

Respiratorisches System: Keine Thoraxdeformitäten. Keine Lippenzyanose. Sonorer Klopfeschall, atemabhängig bds. um 2 Querfinger verschiebliche Lungengrenzen. Vesikuläres Atemgeräusch, keine feuchten oder trockenen Atemnebengeräusche. Brustwirbelsäule nicht

klopfschmerzhaft, **aber kyphosiert und auffälligen Hautfalten von der Mitte des Rückens ausgehend.**

Abdomen: Inspektion unauffällig. Darmgeräusche lebhaft über allen vier Quadranten auskultierbar, keine abdominellen Strömungsgeräusche. Bauchdecke weich, Palpation nicht schmerzhaft, keine palpablen Resistenzen. Perkutorisch normaler Klopfeschall. Leber bei Inspiration mit weichem Leberrand und ohne Schmerzhaftigkeit tastbar, perkutorisch 11cm in der MCL. Milz nicht tastbar. Keine Hernien. Kein Nierenlagerklopfeschmerz. Lendenwirbelsäule stark klopfeschmerzhaft.

Hals: keine pathologisch vergrößerten zervikalen Lymphknoten tastbar, Schilddrüse weich palpabel, schluckverschieblich, keine Knoten tastbar

Fall 6: Herr Schmidt

Das Ehepaar Schmidt kommt zu Ihnen in die Praxis. Der 83-jährige Herr Schmidt beklagt stärkste Rückenschmerzen, die immer schlimmer werden würden. Die als dumpf beschriebenen Schmerzen würden sowohl in Ruhe als auch bei Bewegung auftreten und ihn im Alltag mittlerweile erheblich einschränken. Auf Nachfrage verneint der Patient vorangegangene Stürze. Der Rentner erzählt Ihnen aber von seinem rezidivierenden Reflux Leiden. Das sei mit Hilfe von Medikamenten mittlerweile aber gut im Griff und nicht der Rede wert. Er habe aber seitdem anhaltende Schluckbeschwerden, bei denen noch keine Therapie geholfen habe. Nachts schwitze er schon einmal häufiger, Gewichtsverlust habe er aber keinen festgestellt. Die merklich besorgte Frau Schmidt spricht ihr gemeinsames größtes Laster und Leidenschaft an. Ihr Mann sei wie sie seit über 60 Jahren ein exzessiver Raucher, zusätzlich könne er aber trotz allem guten Zuredens auf die 2-3 Bier am Abend nicht verzichten. Der Patient gibt keine Allergien an.

Vorerkrankungen Erosive Refluxösophagitis

Medikation: Omeprazol 1x 20 mg i.v.

Körperliche Untersuchung:

wacher, kontaktfähiger, 4-fach orientierter Patient in gutem AZ und **leicht übergewichtigem EZ (1,73 m, 75 kg, BMI 25,1)**, freundlich-zugewandt

Vitalparameter: 140/90 mmHg, HF 75/min, AF 16/min, T 36,5

Kardiovaskuläres System: Herztöne rein und rhythmisch auskultierbar, keine Herzgeräusche, keine Strömungsgeräusche über den Carotiden auskultierbar. Keine Jugularvenenstauung, keine peripheren Ödeme. Periphere Pulse (A. radialis bds., A. dorsalis pedis bds., A. tibialis posterior bds.) kräftig tastbar.

Respiratorisches System: Keine Thoraxdeformitäten. Keine Lippenzyanose. Sonorer Klopfeschall, atemabhängig bds. um 2 Querfinger verschiebliche Lungengrenzen. Vesikuläres

Atemgeräusch, keine feuchten oder trockenen
Atemnebengeräusche. **Brustwirbelsäule stark klopf-schmerzhaft.**

Abdomen: Inspektion unauffällig. Darmgeräusche lebhaft über allen vier Quadranten
auskultierbar, keine abdominellen Strömungsgeräusche. Bauchdecke weich, Palpation nicht
schmerzhaft, keine palpablen Resistenzen. Perkutorisch normaler Klopf-schall. Leber bei
Inspiration mit weichem Leberrand und ohne Schmerzhaftigkeit tastbar, perkutorisch 11cm in
der MCL. Milz nicht tastbar. Keine Hernien. Kein
Nierenlagerklopf-schmerz. **Lendenwirbelsäule stark klopf-schmerzhaft**

Hals: keine pathologisch vergrößerten zervikalen Lymphknoten tastbar, Schilddrüse weich
palpabel, schluckverschieblich, keine Knoten tastbar

Fall 7: Frau Walz

Die sonst so rüstige 69-jährige Frau Walz kommt etwas niedergeschlagen zur Untersuchung in Ihre Praxis. Im Laufe des Gespräches schildert die Rentnerin Ihnen, dass sie zunehmend Probleme hätte ihre Wohnung zu verlassen und dadurch merklich vereinsame. Generell habe sie eine anhaltende Schwäche bemerkt, sei immer sehr müde, schwerfällig und fühle sich einfach nicht richtig fit. Sie bliebe daher viel zu Hause und lasse sich auch bei Besorgungen, wie z.B. dem Abholen ihrer Medikamente gegen den Bluthochdruck, von den Nachbarn helfen. Sie berichtet auch, dass sie seit geraumer Zeit unter trockener Haut, brüchigen Nägel und Haarausfall leide. Nur weil sie schon etwas älter sei, wolle sie das aber nicht so hinnehmen, sondern die Ursache hierfür finden. Seit Jahren hat die Rentnerin zudem eine leichte Lebensmittelunverträglichkeit, die sich vor allem in Durchfällen äußert. Der Verdacht auf eine Zöliakie liegt nahe, wurde aber nie bestätigt. Nikotin und Alkoholkonsum verneint die Patientin, weitere Allergien sind nicht bekannt.

Vorerkrankungen: Zöliakie Arterieller Hypertonus,

Medikamente:

Enalapril 1x 5mg/ d (p.o.)

Bisoprolol 1x 2,5 mg / W (p.o.)

Torasemid 1x 2,5 mg /d (p.o.)

Körperliche Untersuchung:

wache, kontaktfähige, 4-fach orientierte Patientin in reduziertem AZ und übergewichtigem EZ (1,69 m, (80kg, BMI 28), freundlich-zugewandt

Vitalparameter: 130/90 mmHg, HF 80/min, AF 17/min, T 36,8

Kardiovaskuläres System: Herztöne rein und rhythmisch auskultierbar, keine Herzgeräusche, keine Strömungsgeräusche über den Carotiden auskultierbar. Keine Jugularvenenstauung, diskrete peripheren Ödeme beidseits. Periphere Pulse (A. radialis bds., A. dorsalis pedis bds., A. tibialis posterior bds.) schwach tastbar.

Respiratorisches System: Keine Thoraxdeformitäten. Keine Lippenzyanose. Sonorer Klopfeschall, atemabhängig bds. um 2 Querfinger verschiebliche Lungengrenzen. Vesikuläres Atemgeräusch, keine feuchten oder trockenen Atemnebengeräusche.

Brustwirbelsäule **leicht klopfeschmerzhaft und kyphosiert.**

Abdomen: Inspektion unauffällig. Darmgeräusche lebhaft über allen vier Quadranten auskultierbar, keine abdominellen Strömungsgeräusche. Bauchdecke weich, Palpation nicht schmerzhaft, keine palpablen Resistenzen. Perkutorisch normaler Klopfeschall. Leber bei Inspiration mit weichem Leberrand und ohne Schmerzhaftigkeit tastbar, perkutorisch 11cm in der MCL. Milz nicht tastbar. Keine Hernien. Kein Nierenlagerklopfeschmerz. Lendenwirbelsäule nicht klopfeschmerzhaft.

Hals: keine pathologisch vergrößerten zervikalen Lymphknoten tastbar, Schilddrüse weich palpabel, schluckverschieblich, keine Knoten tastbar

Fall 8: Frau Tretter

Die 74-jährige Frau Tretter stellt sich mit zunehmenden Knochen- und Muskelschmerzen vor. Besonders im Becken und Rücken seien die Schmerzen kaum zu ertragen, berichtet die Patientin. Momentan würden sie zusätzlich auch noch in den Bauch ausstrahlen. Außerdem sei sie nicht mehr ganz so sicher wie sonst auf den Beinen und sei im letzten halben Jahr deshalb auch häufiger gestürzt und habe sich dabei sogar einen Wirbel gebrochen. Seitdem sei sie deutlich vorsichtiger; vielleicht ein wenig tattrig, was auch ihren Kindern schon aufgefallen sei. Zum Beispiel wenn sie sich bücke, um die Schuhe zu zubinden, habe sie Schwierigkeiten sich wieder alleine aufzurichten. Die Patientin lebt alleine und versorgt sich selbst. Das möchte sie in Zukunft nach Möglichkeit auch unbedingt weiterhin tun können. Frau Tretter raucht seit 30 Jahren. Es sind keine Allergien bekannt.

Vorerkrankungen: Arterielle Hypertonie

Medikamente:

Ramipril 5 mg/d

Verapamil 250mg/d

Körperliche Untersuchung:

wache, kontaktfähige, 4-fach orientierte Patientin in gutem AZ und schlankem EZ (1,68 m, 60 kg, BMI 21,3), freundlich-zugewandt

Vitalparameter: 120/80 mmHg, HF 80/min, AF 17/min, T 36,8

Kardiovaskuläres System: Herztöne rein und rhythmisch auskultierbar, keine Herzgeräusche, keine Strömungsgeräusche über den Carotiden auskultierbar. Keine Jugularvenenstauung, diskrete peripheren Ödeme beidseits. Periphere Pulse (A. radialis bds., A. dorsalis pedis bds., A. tibialis posterior bds.) schwach tastbar.

Respiratorisches System: Keine Thoraxdeformitäten. Keine Lippenzyanose. Sonorer Klopfeschall, atemabhängig bds. um 2 Querfinger verschiebliche Lungengrenzen. Vesikuläres

Atemgeräusch, keine feuchten oder trockenen Atemnebengeräusche. Brustwirbelsäule leicht klopf-schmerzhaft, leicht **kyphosiert und auffälligen Hautfalten von der Mitte des Rückens ausgehend.**

Abdomen: Inspektion unauffällig. Darmgeräusche lebhaft über allen vier Quadranten auskultierbar, keine abdominellen Strömungsgeräusche. Bauchdecke weich, **Palpation stark schmerzhaft, aber keine palpablen Resistenzen festsetellbar.** Perkutorisch normaler Klopf-schall. Leber bei Inspiration mit weichem Leberrand und ohne Schmerzhaftigkeit tastbar. Milz nicht tastbar. Keine Hernien. Kein Nierenlagerklopf-schmerz. Lendenwirbelsäule nicht klopf-schmerzhaft.

Hals: keine pathologisch vergrößerten zervikalen Lymphknoten tastbar, Schilddrüse weich palpabel, schluckverschieblich, keine Knoten tastbar

Fall 9: Herr Grabowski

Sie betreuen den 82-jährige Herrn Grabowski im Altersheim. Sie kennen den ehemaligen Landschaftsgärtner bereits seit Längerem und stellen ihm regelmäßig ein Rezept gegen seine Depressionen aus. Er berichtet Ihnen beiläufig, dass er dieses Jahr bereits wiederholt gestürzt sei, wobei er sich aber wie durch ein Wunder nichts gebrochen habe., Aber gut, man wird nicht jünger. Und blind wie ein Maulwurf bin ich ja mittlerweile auch...“ merkt er resigniert an. Der langjährige Raucher leidet auch an einem Diabetes mellitus Typ 2. Allein mit einer Änderung des Lebensstils war das nicht in den Griff zu bekommen, weshalb Herr Grabowski daraufhin eine pharmakologische Zweifachkombination erhielt. Leider hat auch seine Niere unter den Folgen des langfristig erhöhten Glucose Spiegels gelitten und der Patient hat als Folge darauf mittlerweile eine Niereninsuffizienz Grad 3 entwickelt. Allergien sind keine bekannt. Sie beschließen sich den Patienten noch einmal genau anzusehen und führen eine körperliche Untersuchung durch.

Vorerkrankungen: Depression, Diabetes Mellitus Typ 2, Progredienter Visusverlust bei diabetischer Retinopathie

Medikamente: Amitriptylin 1 x 75 mg p.o, Pioglitazon + Metformin 2 x 15 + 850 g p.o.

Körperliche Untersuchung:

wacher, kontaktfähiger, 4-fach orientierter Patient in gutem AZ und leicht übergewichtigem EZ (1,80 m, 95 kg, BMI 29,3), freundlich-zugewandt

Vitalparameter: 140/90 mmHg, HF 90/min, AF 17/min, T 36,2

Kardiovaskuläres System: Herztöne rein und rhythmisch auskultierbar, keine Herzgeräusche, keine Strömungsgeräusche über den Carotiden auskultierbar. Keine Jugularvenenstauung, Periphere Pulse (A. radialis bds., A. dorsalis pedis bds., A. tibialis posterior bds.) gut tastbar.

Respiratorisches System: Keine Thoraxdeformitäten. Keine Lippenzyanose. Sonorer Klopfeschall, atemabhängig bds. um 2 Querfinger verschiebliche Lungengrenzen. Vesikuläres

Atemgeräusch, keine feuchten oder trockenen Atemnebengeräusche.

Brustwirbelsäule **leicht** klopfschmerzhaft

Abdomen: Inspektion unauffällig. Darmgeräusche lebhaft über allen vier Quadranten auskultierbar, keine abdominellen Strömungsgeräusche. Bauchdecke weich, Palpation nicht schmerzhaft, keine palpablen Resistenzen. Perkutorisch normaler Klopfeschall. Leber bei Inspiration mit weichem Leberrand und ohne Schmerzhaftigkeit tastbar, perkutorisch 11cm in der MCL. Milz nicht tastbar. Keine Hernien. Kein Nierenlagerklopfeschmerz.

Lendenwirbelsäule nicht klopfschmerzhaft.

Hals: keine pathologisch vergrößerten zervikalen Lymphknoten tastbar, Schilddrüse weich palpabel, schluckverschieblich, keine Knoten tastbar

Fall 10: Herr Drews

Der 61 Jahre alte Herr Drews kommt zu Ihnen in die Praxis. Der Landwirt hat seine Scheune aufgeräumt und sich dabei womöglich durch unvorsichtiges Heben schwerer Gegenstände verletzt. Was er zuerst als unglückliche Verrenkung abtat, war, wie sich nach weiteren Untersuchungen herausstellte, ein ernstzunehmender Wirbelbruch 1. Grades des zweiten Lendenwirbelkörpers mit Deckplattenimpressionen. Seitdem könne er nicht mehr auf dem Feld arbeiten. Vorerkrankungen gibt er keine an, auch Allergien sind ihm keine bekannt. Lediglich vor ein paar Wochen habe er ziemlich ungewöhnlich auf einen Wespenstich reagiert: Nach dem Stich sei der gesamte Rücken flächendeckend geschwollen und mit rötlichen Punkten übersät gewesen. Der Patient raucht nicht, trinkt aber nach Feierabend und außerhalb des Straßenverkehrs gerne mal 2-3 Bier. Sonstige Allergien sind keine bekannt.

Vorerkrankungen: Allergische Reaktionen auf Wespenstiche

Medikamente: Keine

Körperliche Untersuchung:

wacher, kontaktfähiger, 4-fach orientierte Patient in mäßigen AZ und schlanken EZ (1,80 m, 70 kg, BMI 21,6), freundlich-zugewandt

Vitalparameter: 120/80 mmHg, HF 90/min, AF 18/min, T 36,3

Kardiovaskuläres System: Herztöne rein und rhythmisch auskultierbar, keine Herzgeräusche, keine Strömungsgeräusche über den Carotiden auskultierbar. Keine Jugularvenenstauung, Periphere Pulse (A. radialis bds., A. dorsalis pedis bds., A. tibialis posterior bds.) tastbar.

Respiratorisches System: Keine Thoraxdeformitäten. Keine Lippenzyanose. Sonorer Klopfeschall, atemabhängig bds. um 2 Querfinger verschiebliche Lungengrenzen. Vesikuläres Atemgeräusch, keine feuchten oder trockenen Atemnebengeräusche. Brustwirbelsäule nicht klopfschmerzhaft.

Abdomen: Inspektion unauffällig. Darmgeräusche lebhaft über allen vier Quadranten

auskultierbar, keine abdominellen Strömungsgeräusche. Bauchdecke gespannt, Palpation nicht schmerzhaft, leichte palpablen Resistenzen. Perkutorisch normaler Klopfeschall. Leber bei Inspiration mit weichem Leberrand und ohne Schmerzhaftigkeit tastbar, perkutorisch 11cm in der MCL. Milz nicht tastbar. Keine Hernien. Kein Nierenlagerklopfeschmerz. Lendenwirbelsäule nicht klopfeschmerzhaft.

Hals: keine pathologisch vergrößerten zervikalen Lymphknoten tastbar.

8. Eidesstattliche Versicherung

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation

Therapiefehler in der Inneren Medizin

Eine qualitative und quantitative Analyse am Beispiel der Osteoporose

selbstständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle ganzen oder annähernd übernommenen Erkenntnisse, Grafiken oder Ähnliches, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form anderwärtig zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Olivia Tausendfreund

München, den 14.03.2023.

XIII. Literaturverzeichnis

1. Heisenberg W. *Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik*. 9. Auflage, München: Piper Verlag; 1969. p. 241.
2. Hansis ML and Hart D. *Themenheft 5 "Medizinische Behandlungsfehler"*. Berlin: Verlag Robert Koch-Institut; 2001. p. 1., doi: 10.25646/3079
3. Medizinischer Dienst des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen. *Jahresstatistik 2018 Behandlungsfehler-Begutachtung der MDK Gemeinschaft*. München: MDS; 2019. [cited 2022 11.08.2022] Available from: https://www.medizinischerdienst.de/fileadmin/MDK-zentralerOrdner/Downloads/18_Meldungen/20-0625_PK_BHF_2019/2019_BHF__5__Jahresstatistik.pdf
4. Scheppokat KD. *Fehler in der Medizin: Anfälligkeit komplexer Systeme*. Deutsches Ärzteblatt International; 2004. **101**(15): p. A-998-9.
5. Klemme B and Siegmann G. *Clinical Reasoning- Therapeutische Denkprozesse lernen*. 2. Auflage Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2006.
6. European Heart Association. *Was ist Clinical Reasoning und warum ist es wichtig?*; 2017 [cited 2020 05.01.2020] Available from: <https://www.heartassociation.eu/was-ist-clinical-reasoning-und-warum-ist-es-wichtig/?lang=de>.
7. Norman G. *Research in clinical reasoning: past history and current trends*. Med Educ; 2005. **39**(4): p. 418-27.
8. Elstein AS, Shulman LS and Sprafka SA et al.. *Medical Problem Solving: an Analysis of Clinical Reasoning*. Cambridge: Harvard University Press; 1978.
9. Neufeld VR, Norman GR, Feightner JW and Barrows HS. *Clinical problem-solving by medical students: a cross-sectional and longitudinal analysis*. Med Educ; 1981. **15**(5): p. 315-322.
10. Nola R and Sankey H. *The hypothetico-deductive method, in Theories of Scientific Method: An Introduction*. 2. Auflage, Acumen Publishing; 2007. p. 170-184.
11. Simon HA and Chase WG. *Skill at chess*. American Scientist; 1973. **61**(4): p. 394-403.

12. Burns BD. *The effects of speed on skilled chess performance*. Psychol Sci; 2004. **15**(7): p. 442-7.
13. Schmidt HG, Norman GR, and Boshuizen HP. *A cognitive perspective on medical expertise: theory and implication*. Acad Med; 1990. **65**(10): p. 611-21.
14. Epstein S. *Integration of the cognitive and the psychodynamic unconscious*. Am Psychol; 1994. **49**(8): p. 709-24.
15. Osman M. *An evaluation of dual-process theories of reasoning*. Psychonomic Bulletin & Review; 2004. **11**(6): p. 988-1010.
16. Hammond KR. *Human judgement and social policy: Irreducible uncertainty, inevitable error, unavoidable injustice*. 1. Auflage, Oxford University Press; 1996.p. 351-354
17. Triacca M-L, Gachoud D, and Monti M. *Kognitive Aspekte medizinischer Fehler*. Swiss medical forum; 2018. **18**(13-14): p. 304-7.
18. Patel VL and Groen GJ. *Knowledge Based Solution Strategies in Medical Reasoning*. Cognitive Science; 1986. **10**(1): p. 91-116.
19. Boshuizen H and Schmidt H. *Biomedical Knowledge and Clinical Expertise*. Maastricht: Limburg University; 1990. p. 17-29
20. Keemink Y, Custers EJFM, van Dijk S, and Ten Cate O. *Illness script development in pre-clinical education through case-based clinical reasoning training*. International journal of medical education; 2018. **9**: p. 35-41.
21. Norman GR, Trott AD, Brooks LR, and Smith EKM. *Cognitive differences in clinical reasoning related to postgraduate training*. Teaching and Learning in Medicine; 1994. **6**(2): p. 114-120.
22. Braun LT, Zottmann JM, Adolf C, Lottspeich C, Then C et al.. *Representation scaffolds improve diagnostic efficiency in medical students*. Med Educ; 2017. **51**(11): p. 1118-1126.
23. Croskerry P. *Achieving quality in clinical decision making: cognitive strategies and detection of bias*. Acad Emerg Med; 2002. **9**(11): p. 1184-204.
24. Graber ML, Franklin N, and Gordon R. *Diagnostic error in internal medicine*. Arch Intern Med; 2005. **165**(13): p. 1493-9.
25. Durning SJ and Artino AR. *Situativity theory: a perspective on how participants and the environment can interact: AMEE Guide no. 52*. Med Teach; 2011. **33**(3): p. 188-99.

26. Kassirer JP and Kopelman RI. *Cognitive errors in diagnosis: Instantiation, classification, and consequences*. The American Journal of Medicine; 1989. **86**(4): p. 433-41.
27. Kuhn GJ. *Diagnostic errors*. Acad Emerg Med; 2002. **9**(7): p. 740-50.
28. Friedman M, Connell KJ, Olthoff AJ, Sinacore JM, and Bordage G. *Thinking about student thinking: Medical Student Errors in Making a Diagnosis*. Academic Medicine; 1998. **73**(10).
29. Norman, G.R. and K.W. Eva. *Diagnostic error and clinical reasoning*. Med Educ; 2010. **44**(1): p. 94-100.
30. Elstein AS. *Thinking about diagnostic thinking: a 30-year perspective*. Advances in Health Sciences Education; 2009. **14**(1): p. 7-18.
31. Braun LT, Lenzer B, Fischer MR, and Schmidmaier R. *Complexity of clinical cases in simulated learning environments: proposal for a scoring system*. GMS J Med Educ; 2019. **36**(6): p. 80.
32. Rachner TD, Khosla S, and Hofbauer LC. *Osteoporosis: now and the future*. Lancet; 2011. **377**(9773): p. 1276-87.
33. Statistisches Bundesamt. *Gesellschaft im Wandel Annahmen und Ergebnisse der 14. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung*. Wiesbaden: Destatis; 2019. [cited 2020 18.10.2020] Available from: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressekonferenzen/2019/Bevoelkerung/pressesbroschuere-bevoelkerung.pdf?__blob=publicationFile
34. Statistisches Bundesamt. *Bevölkerung Deutschlands bis 2060, 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung*. Destatis; 2015. [cited 2020 18.10.2020] Available from: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/_inhalt.html?__blob=publicationFile.
35. Robert Koch-Institut. *Gesundheit in Deutschland – die wichtigsten Entwicklungen. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Gemeinsam getragen von RKI und Destatis*. Berlin: RKI; 2016. [cited 2020 18.10.2020] Available from: https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsGiD/2015/kurzfassung_gesundheit_in_deutschland.pdf?__blob=publicationFile

36. Müller R. *Kostenexplosion und demographischer Kollaps. Empirische und systematische sozialwissenschaftliche Präzisierungen zu einigen verbreiteten Annahmen.* JCSW; 2006. **47**: p. 77-102.
37. Statistisches Bundesamt. *Ergebnisse der 14. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung.* Destatis; 2019. [cited 2020 18.10.2020] Available from: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/Tabellen/variante-1-2-3-altersgruppen.html>
38. Bundesministerium für Bildung und Forschung. *Rahmenprogramm Gesundheitsforschung der Bundesregierung.* Berlin: BMBF; 2018. [cited 2022 10.08.2022] Available from: https://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/files/Rahmenprogramm_Gesundheitsforschung_barrierefrei.pdf
39. Penk A, Marx P, and Rahmel A. *Volkskrankheiten im Wandel der gesellschaftlichen Entwicklung - Medizinische und pharmazeutische Forschung im Übergang von der Industrie- zur Wissensgesellschaft,* in *Volkskrankheiten - Gesundheitliche Herausforderungen in der Wohlstandsgesellschaft.* Freiburg: Schumpelik V, Vogel B und Konrad Adenauer Stiftung e.V., *Volkskrankheiten - Gesundheitliche Herausforderungen in der Wohlstandsgesellschaft*; 2009. p. 421-444.
40. Borgström F, Lekander I, Ivergård M, Ström O, Svedbom A, et al.. *The International Costs and Utilities Related to Osteoporotic Fractures Study (ICUROS)- quality of life during the first 4 months after fracture.* Osteoporos Int; 2013. **24**(3): p. 811-23.
41. Tamayo T, Brinks R, Hoyer A, Kufl O, and Rathmann W. *Prävalenz und Inzidenz von Diabetes mellitus in Deutschland.* Deutsches Ärzteblatt International; 2016. **113**(11): p. 177-82.
42. Hadji P, Klein S, Gothe H, Häussler B, Kless T, et al.. *The Epidemiology of Osteoporosis-Bone Evaluation Study (BEST).* Deutsches Ärzteblatt International; 2013. **110**(4): p. 52-7.
43. International Osteoporosis Foundation. *Broken bones, broken lives – the fragility fracture crisis in six European countries.* IOF; 2018. [cited 2022 10.08.2022] Available from: <https://www.osteoporosis.foundation/what-we-do/science-and-research/latest-projects--broken-bones-broken-lives>

44. Bröll J, Resch H, and Rieder A. *Konsensus Osteoporose – Prävention und Therapie*. Journal für Mineralstoffwechsel & Muskuloskelettale Erkrankungen; 2007. **14**(4): p. 185-197.
45. Marktforschungsinstitut Toluna. *Einstellungen zu Prävention und neuen Therapieansätzen*. Amgen; 2018. [cited 2022 10.08.2022] Available from: <https://www.amgen.de/medien/news/373/osteoporose-nur-ein-drittel-der-deutschen-kennt-sich-mit-der-volkskrankheit-aus/>
46. Dachverband Osteologie e.V.. *DVO-Leitlinie 2017 zur Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der Osteoporose bei Erwachsenen*. Dachverband Osteologie e.V.; 2017.[cited 2022 10.08.2022] Available from: https://dv-osteologie.org/uploads/Leitlinie%202017/Finale%20Version%20Leitlinie%20Osteoporose%202017_end.pdf
47. Reid DM, Doughty J, Eastell R, Heys SD, Howell A, et al.. *Guidance for the management of breast cancer treatment-induced bone loss: a consensus position statement from a UK Expert Group*. Cancer Treat Rev; 2008. **34 Suppl 1**: p. S3-18.
48. Brufsky A. *Management of cancer-treatment-induced bone loss in postmenopausal women undergoing adjuvant breast cancer therapy: a Z-FAST update*. Semin Oncol; 2006. **33**(2 Suppl 7): p. S13-7.
49. Nguyen KD, Bagheri B, and Bagheri H. *Drug-induced bone loss: a major safety concern in Europe*. Expert Opinion on Drug Safety; 2018. **17**(10): p. 1005-14.
50. Rivoira M, Rodríguez V, Picotto G, Battaglino R, and Tolosa de Talamoni N. *Naringin prevents bone loss in a rat model of type 1 Diabetes mellitus*. Arch Biochem Biophys; 2018. **637**: p. 56-63.
51. Ceccato F and Boscaro M. *Cushing's Syndrome: Screening and Diagnosis*. High Blood Press Cardiovasc Prev; 2016. **23**(3): p. 209-15.
52. Mohsin S, Baniyas MM, AlDarmaki RS, Tekes K, Kalász H, et al.. *An update on therapies for the treatment of diabetes-induced osteoporosis*. Expert Opinion on Biological Therapy; 2019. **19**(9): p. 937-948.
53. Metta V, Sanchez TC, and Padmakumar C. *Osteoporosis: A Hidden Nonmotor Face of Parkinson's Disease*. International Review of Neurobiology; 2017. **134**: p. 877-890.

54. Liu D, Zhou H, Tao Y, Tan J, Chen L, et al.. *Alzheimer's Disease is Associated with Increased Risk of Osteoporosis: The Chongqing Aging Study*. *Curr Alzheimer Res*; 2016. **13**(10): p. 1165-72.
55. Lewiecki EM. *Prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis*. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*; 2008. **35**(2): p. 301-15. doi: 10.1016/j.ogc.2008.03.007i
56. The North American Menopause Society. *Management of osteoporosis in postmenopausal women: 2010 position statement of The North American Menopause Society*. *Menopause*; 2010. **17**(1): p. 25-54; quiz 55-6.
57. Miller PD. *Management of severe osteoporosis*. *Expert Opinion on Pharmacotherapy*; 2016. **17**(4): p. 473-88.
58. Lippuner K. *The future of osteoporosis treatment - a research update*. *Swiss Medical Weekly*; 2012. **142**: p. 13624.
59. Lamy O. *Bone anabolic treatment with Teriparatide*. *Therapeutische Umschau*; 2012. **69**(3): p. 187-91.
60. Kersch-Schindl K. *Prevention and rehabilitation of osteoporosis*. *Wien: Med Wochenschr*; 2016. **166**(1-2): p. 22-7.
61. Gosch M, Stumpf U, Kammerlander C, Böcker W, Heppner HJ, et al.. *Management of osteoporosis after fragility fractures*. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*; 2018. **51**(1): p. 113-125.
62. Bledsoe L, Alessi K, Toro JB, Giordano B, and Hanypsiak BT. *Fragility Fractures: Diagnosis and Treatment*. *American Journal of Orthopedics (Belle Mead NJ)*; 2018. **47**(12).
63. Hernlund E, Svedbom A, Ivergård M, Compston J, Cooper C, et al.. *Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. A report prepared in collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA)*. *Arch Osteoporos*; 2013. **8**(1-2): p. 136.
64. Johnell O and Kanis J. *Epidemiology of osteoporotic fractures*. *Osteoporos International*; 2005. **16 Suppl 2**: p. 3-7.
65. Svedbom A, Hernlund E, Ivergård M, Compston J, Cooper C, et al.. *Osteoporosis in the European Union: a compendium of country-specific reports*. *Arch Osteoporos*; 2013. **8**(1-2): p. 137.

66. van Geel TA, van Helden S, Geusens PP, Winkens B, and Dinant GJ. *Clinical subsequent fractures cluster in time after first fractures*. Ann Rheum Dis; 2009. **68**(1): p. 99-102.
67. Yusuf AA, Matlon TJ, Grauer A, Barron R, Chandler D, et al.. *Utilization of osteoporosis medication after a fragility fracture among elderly Medicare beneficiaries*. Arch Osteoporos; 2016. **11**(1): p. 31.
68. Finkenstedt G. *Ökonomische Aspekte der Osteoporose - eine Einführung*. Journal für Mineralstoffwechsel & Muskuloskelettale Erkrankungen; 2007. **14**(3): p. 93-98.
69. Peuckert R. *Familienformen im sozialen Wandel*. 9. Auflage, Wiesbaden: Springer Verlag GmbH.; 2019
70. Ecarius J. *Entwicklungslinien der modernen Familie im 20./21. Jahrhundert – Zentrale Aspekte und Herausforderungen*. Weimar: Bildung und Erziehung; 2012. **65**(4): p. 377-390.
71. Pisani P, Renna MD, Conversano F, Casciaro E, Di Paola M, et al.. *Major osteoporotic fragility fractures: Risk factor updates and societal impact*. World J Orthop; 2016. **7**(3): p. 171-81.
72. Teixeira Rodrigues A, Roque F, Falcão A, Figueiras A, and Herdeiro MT. *Understanding physician antibiotic prescribing behaviour: a systematic review of qualitative studies*. Int J Antimicrob Agents; 2013. **41**(3): p. 203-12.
73. Braun LT and Schmidmaier R. *Dealing with cognitive dissonance: an approach*. Med Educ; 2019. **53**(12): p. 1167-1168.
74. Klein J and McColl G. *Cognitive dissonance: how self-protective distortions can undermine clinical judgement*. Med Educ; 2019. **53**(12): p. 1178-1186.
75. Braun LT, Borrmann KF, Lottspeich C, Heinrich DA, Kiesewetter J et al.. *Guessing right - whether and how medical students give incorrect reasons for their correct diagnoses*. GMS J Med Educ; 2019. **36**(6): p. Doc85.
76. Tausendfreund O, Braun LT, and Schmidmaier R. *Types of therapeutic errors in the management of osteoporosis made by physicians and medical students*. BMC Medical Education; 2022. **22**(1): p. 323.
77. Ilgen JS, Eva KW, and Regehr G. *What's in a Label? Is Diagnosis the Start or the End of Clinical Reasoning?* Journal of General Internal Medicine; 2016. **31**(4): p. 435-7.

78. Cook DA, Sherbino J, and Durning SJ. *Management Reasoning: Beyond the Diagnosis*. *Jama*; 2018. **319**(22): p. 2267-8.
79. Cook DA, Durning SJ, Sherbino J, and Gruppen LD. *Management Reasoning: Implications for Health Professions Educators and a Research Agenda*. *Acad Med*; 2019. **94**(9): p. 1310-6.
80. Mercuri M, Sherbino J, Sedran RJ, Frank JR, Gafni A, et al.. *When guidelines don't guide: the effect of patient context on management decisions based on clinical practice guidelines*. *Acad Med*; 2015. **90**(2): p. 191-6.
81. Kuhn S, Frankenhauser S, and Tolks D. *Digitale Lehr- und Lernangebote in der medizinischen Ausbildung : Schon am Ziel oder noch am Anfang? [Digital learning and teaching in medical education : Already there or still at the beginning?]*. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*; 2018. **61**(2): p. 201-9.
82. Bigelow J and Poremba A. *Audiovisual integration facilitates monkeys' short-term memory*. *Animal Cognition*; 2016. **19**(4): p. 799-811.
83. Shams L and Seitz AR. *Benefits of multisensory learning*. *Trends Cogn Sci*; 2008. **12**(11): p. 411-7.
84. Jordano ML and Touron DR. *How often are thoughts metacognitive? Findings from research on self-regulated learning, think-aloud protocols, and mind-wandering*. *Psychon Bull Rev*; 2018. **25**(4): p. 1269-86.
85. Lundgrén-Laine H and Salanterä S. *Think-aloud technique and protocol analysis in clinical decision-making research*. *Qual Health Res*; 2010. **20**(4): p. 565-75.
86. Hibbeler B and Korzilius H. *Arztberuf: Die Medizin wird weiblich*. *Deutsches Ärzteblatt International*; 2008. **105**(12): p. A-609.
87. Durning SJ, Artino AR, Schuwirth L, and van der Vleuten C. *Clarifying assumptions to enhance our understanding and assessment of clinical reasoning*. *Acad Med*; 2013. **88**(4): p. 442-8.
88. Bundesministerium für Gesundheit. *Bekanntmachung eines Beschlusses des Gemeinsamen Bundesausschusses über die 20. Änderung der DMP-Anforderungen-Richtlinie (DMP-A-RL): Änderung der Anlage 2, Ergänzung der Anlage 19 (DMP Osteoporose) und der Anlage 20 (Osteoporose – Dokumentation)*. Fundstelle: BAnz AT 08.04.2020 B1. *Bundesanzeiger*; 2020.

89. Kassenärztliche Bundesvereinigung. *DMP für Osteoporose-Patienten auf den Weg gebracht*. Praxisnachrichten; 2020. [cited 2020 18.10.2020] Available from: https://www.kbv.de/html/1150_44140.php.