

**Ultraschallbildgebung zur diagnostischen Beurteilung
bei Verdacht auf knöcherne Verletzungen:
Eine Querschnittsstudie unter deutschen
Hausärztinnen und Hausärzten**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt

der Medizinischen Fakultät

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Beatrice Kühnast

Betreuer:

Prof. Dr. med. Thomas Frese, Halle/Saale

Gutachter:innen:

Prof. Dr. med. Jutta Bleidorn, Jena

Prof. Dr. med. Markus Bleckwenn, Leipzig

Datum der Verteidigung: 20.01.2026

In dieser Arbeit erfolgte die Querschnittsbefragung einer Zufallsstichprobe von deutschen Hausärzt:innen aus Sachsen und Sachsen-Anhalt zu deren diagnostische Vorgehen und Überweisungsverhalten bei einem Frakturverdacht sowie dem Wissen, der Einstellungen und der Nutzung von Ultraschallbildgebung zur Diagnose von knöchernen Verletzungen. Des Weiteren wurde untersucht, ob die angegebene Häufigkeit des Einsatzes der Ultraschallbildgebung von der fachärztlichen Spezialisierung und der Lage der Praxis abhängt. Obwohl sich der überwiegende Anteil der Befragten sicher im diagnostischen Umgang mit knöchernen Verletzungen fühlt, entscheiden sich zwei Drittel für eine Weiterüberweisung der Patient:innen, auch wenn sie eine Fraktur für unwahrscheinlich halten. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass sich hierbei 41 % der Hausärztinnen und Hausärzte für eine radiologische Beurteilung entscheiden, was dem Prinzip der rechtfertigenden Indikation und bestehenden Strahlenschutzmaßnahmen widerspricht. Dies deutet auf einen Bedarf an spezifischen Screening-Instrumenten mit einem hohen negativen Vorhersagewert hin, um knöcherne Verletzungen mit ausreichender Sicherheit ausschließen zu können. Folglich könnte die hohe Anzahl von durchgeführten Röntgenaufnahmen reduziert werden. Scores sind jedoch unter den befragten Teilnehmer:innen weitestgehend unbekannt und finden entsprechend selten Anwendung im diagnostischen Vorgehen. Weiterhin wurde das diagnostische Potenzial der Fraktursonografie durch die Befragten gegenüber der konventionellen Röntgenuntersuchung deutlich unterschätzt. Etwas mehr als die Hälfte aller Praxen verfügen über ein Ultraschallgerät, welches vor allem bei der Untersuchung innerer Organe und selten knöcherner Strukturen Anwendung findet. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass aufgrund der breiten Verfügbarkeit von Ultraschallgeräten im ambulanten Sektor die Etablierung von Ultraschallbildgebung als diagnostisches Hilfsmittel bei Verdacht auf knöcherne Verletzungen unter den entsprechenden Rahmenbedingungen und breiten Fort- und Weiterbildungsangeboten in der hausärztlichen Praxis vielversprechend und möglich erscheint.

Kühnast, Beatrice: Ultraschallbildgebung zur diagnostischen Beurteilung bei Verdacht auf knöcherne Verletzungen: Eine Querschnittsstudie unter deutschen Hausärzten, Halle (Saale), Univ., Med. Fak., Diss., 59 Seiten, 2025

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Definition und Epidemiologie	1
1.2	Symptome	1
1.3	Diagnostische Verfahren	2
1.3.1	Klinische Untersuchung und Screening-Instrumente	2
1.3.2	Röntgenuntersuchungen und Schnittbildverfahren	2
1.3.3	Ultraschalldiagnostik	3
1.4	Therapie und Komplikationen	4
1.5	Herausforderungen und Ansprüche an den Versorgungsprozess und das Behandlungsmanagement knöcherner Verletzungen	5
2	Zielstellung	8
3	Material und Methoden	9
3.1	Auswahl der Befragungsteilnehmer:innen und Durchführung der Datenerhebung	9
3.2	Fragebogen	9
3.2.1	Entwicklung des Fragebogens	9
3.2.2	Literaturrecherche	10
3.3	Statistische Auswertungen	13
3.4	Ethische und datenschutzrechtliche Aspekte	13
3.5	Selbstzitation und Lizenzierung	14
4	Ergebnisse	15
4.1	Demografische Daten der befragten Stichprobe	15

4.2	Einsatz von Ultraschallbildgebung als diagnostisches Verfahren in der befragten Stichprobe.....	18
4.3	Geschätzte Häufigkeit des Frakturverdachts, diagnostisches Vorgehen und Überweisungsverhalten der befragten Stichprobe	20
4.3.1	Diagnostisches Vorgehen und Überweisungsverhalten in Abhängigkeit von der Ultraschallnutzung	23
4.3.2	Einschätzung des üblichen diagnostischen Prozesses durch die befragte Stichprobe	23
4.4	Anwendung von Ultraschallbildgebung bei knöchernen Verletzungen in der befragten Stichprobe	24
4.4.1	Wissensstand und Einschätzung	24
4.4.2	Einfluss von Vorwissen und Nutzungserfahrung.....	25
4.4.3	Einfluss von demografischen Unterschieden	26
4.4.4	Einfluss der fachlichen Spezialisierungen, Hochschulgrade und Fortbildungsnachweise	27
4.4.5	Einfluss des Einzugsgebietes und Entfernung zur Anschlussversorgung	28
4.4.6	Einfluss durch die technische Praxisausstattung und die Ultraschallnutzer:innen	32
4.5	Multivariate lineare Regressionsanalyse	33
5	Diskussion	36
5.1	Implikationen für die Zukunft.....	45
5.2	Stärken und Limitationen	47
5.3	Schlussfolgerung	50
6	Literaturverzeichnis	51
7	Thesen.....	59
8	Erklärungen	
9	Danksagung	

Abkürzungsverzeichnis

AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
CC BY	Creative Commons Attribution
d	Mittlere Differenz
DEGAM	Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin
EBM	Einheitlicher Bewertungsmaßstab
et al.	et alii
FÄ	Fachärzt:innen
IQR	Interquartilsabstand
KI	Konfidenzintervall
min	Minuten
M	Mittelwert
n	Stichprobengröße
PKW	Personenkraftwagen
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
R	Korrelationskoeffizient
SD	Standard Deviation
SGAM	Sächsische Gesellschaft für Allgemeinmedizin
SPSS®	Statistical Package for Social Sciences
TTE	Transthorakale Echokardiografie
ZB	Zusatzbezeichnung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 a	11
Abbildung 1 b	12
Abbildung 2	17
Abbildung 3	19
Abbildung 4 a	22
Abbildung 4 b	22
Abbildung 5 a	31
Abbildung 5 b	31
Abbildung 6	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	15
Tabelle 2	18
Tabelle 3	21
Tabelle 4	30
Tabelle 5	35

1 Einleitung

1.1 Definition und Epidemiologie

Als knöcherne Verletzung, Knochenbruch oder Fraktur wird eine komplette oder inkomplette Kontinuitätsunterbrechung eines Knochens unter Ausbildung von Fragmenten bezeichnet. Diese kann sowohl traumatisch bedingt sein, als auch durch eine anhaltende Belastung oder aufgrund einer pathologischen Knochenstruktur entstehen [1]. Die vorhandenen Klassifikationssysteme beziehen verschiedene Kriterien wie beispielsweise Ort, Anzahl der Bruchstücke oder Ausmaß des Knochenbruchs sowie mögliche begleitende Weichteilverletzungen ein. Übergreifend werden knöcherne Verletzungen nach der AO-Klassifikation eingeteilt [1].

Laut Rupp et al. wurden im Jahr 2019 in Deutschland 688.403 Frakturen dokumentiert [2]. Im Vergleich zu 2009 stieg die Inzidenz der knöchernen Verletzungen damit um 14 % auf 1.014/100.000 Einwohner:innen¹ an [2]. Frauen waren mit 64 % gegenüber Männern mit 36 % häufiger betroffen. Über die Hälfte (59 %) aller knöchernen Verletzungen traten bei Patientinnen und Patienten über 70 Jahre auf [2].

1.2 Symptome

Zu den klinisch sicheren Zeichen einer knöchernen Verletzung zählen neben einer Achsenabweichung sowie übersteigerten Beweglichkeit, sichtbare Knochenbruchstücke und eine Stufenbildung beziehungsweise Knochenlücke. Unsichere Hinweise auf eine Fraktur können Rötungen, Schwellungen und die Bildung eines Hämatoms sowie eine Einschränkung der Funktion sein [1]. Knochenbrüche sind meist äußerst schmerzhaft, was durch eine begleitende Weichteilverletzung oder Ödembildung verstärkt werden kann.

¹ In dieser Arbeit wird die Gender-Doppelpunktschreibweise angewandt, um die Geschlechter gleichermaßen anzusprechen.

Jedoch können sich die Symptome je nach Art oder Lokalisation der knöchernen Verletzung verschieden gestalten. So sind diese bei einem Ermüdungsbruch meist geringer ausgeprägt als bei einer traumatisch bedingten knöchernen Verletzung. Nicht selten wird daher zunächst eine Kontusion vermutet, sodass eine weiterführende bildgebende Diagnostik zur sicheren Diagnosestellung notwendig ist.

1.3 Diagnostische Verfahren

1.3.1 Klinische Untersuchung und Screening-Instrumente

Neben einer ausführlichen Anamneseerhebung zu den bestehenden Beschwerden und gegebenenfalls dem Unfallhergang ist die klinische Untersuchung ein wesentlicher Bestandteil der Frakturdiagnostik [1]. Hierbei sollte besonderer Wert auf die Beurteilung der sicheren und unsicheren Frakturzeichen gelegt werden [1].

Zur Unterstützung sowie Erhöhung der Wahrscheinlichkeit der klinischen Diagnosestellung können verschiedene Screening-Instrumente in Form von Scores herangezogen werden, die der weiteren Evaluation der knöchernen Verletzung dienen. Diese wurden für die verschiedenen Frakturformen entwickelt, um die Notwendigkeit von vor allem röntgenbasierten bildgebenden Verfahren zu verringern [3 – 9].

Beispiele für derartige Screening-Scores sind die Ottawa Ankle und Foot Rule (OFAR) zur Beurteilung von Frakturen der Tibia und Fibula sowie des 5. Metatarsale und Os naviculare [3 - 9].

1.3.2 Röntgenuntersuchungen und Schnittbildverfahren

Neben den oben genannten klinischen Zeichen sowie Screening-Instrumenten zur Frakturdiagnostik, kommen verschiedene nicht invasive bildgebende Verfahren wie beispielsweise die Röntgenuntersuchung sowie die Computertomografie und Magnetresonanztomografie zum Einsatz [1]. Die beiden Letzteren sind vor allem bei Verdacht auf Begleitverletzungen oder unklarem

röntgenologischen Befund zur weiterführenden bildgebenden Diagnostik notwendig [1].

Für die Anwendung von Röntgenaufnahmen sowie das röntgenbasierte Schnittbildverfahren der Computertomografie (CT) muss aufgrund ihrer ionisierenden Strahlung und damit potenziell gesundheitlichen Schädigung eine sogenannte „rechtfertigende Indikation“ vorliegen [9, 10]. Zu den potenziell gesundheitsschädlichen Wirkungen zählen Zellschädigungen oder -tod sowie Veränderungen der Desoxyribonukleinsäure und Zellstruktur mit möglichen kanzerogenen oder teratogenen Folgen. Dementsprechend ist vor allem bei Kindern und schwangeren Patientinnen eine strenge Indikationsstellung unter Beachtung der entsprechenden Strahlenschutzmaßnahmen notwendig.

Die Magnetresonanztomografie (MRT) zählt wie die Computertomografie zu den Schnittbildverfahren. Sie basiert jedoch physikalisch nicht auf der Nutzung ionisierender Strahlung, sondern auf der eines starken Magnetfeldes. Im Gegensatz zu röntgenstrahlenbasierten Untersuchungsmethoden sind bei der Magnetresonanztomografie keine langfristigen Folgeschäden bekannt. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass ferromagnetische Metalle in Wechselwirkung mit dem der Methode zugrundeliegenden Magnetfeld treten können, sodass bei Patient:innen mit bestimmten Körperimplantaten eine magnetresonanztomografische Diagnostik kontraindiziert ist.

Weiterhin sind bei den genannten Schnittbildverfahren die hohen Untersuchungskosten und die relativ lange Untersuchungsdauer sowie allgemein die Transportwege und der zeitliche als auch organisatorische Aufwand für den Patienten oder die Patientin und dessen beziehungsweise deren Angehörige im Falle einer Überweisung bei einer eher niedrigen Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer tatsächlichen Fraktur als nachteilig zu nennen [11, 12].

1.3.3 Ultraschalldiagnostik

Eine weitere bildgebende Untersuchungsmethode bei dem Verdacht auf eine knöcherne Verletzung stellt die Ultraschallbildgebung dar [1, 11, 13 - 19].

Bei diesem diagnostischen Verfahren, das auch als Sonografie bezeichnet wird, werden mithilfe von Ultraschallwellen Dichteunterschiede von Geweben bildgebend dargestellt. Es handelt sich hierbei ebenfalls um ein nicht invasiv

einsetzbares Untersuchungsverfahren, das eine morphologische sowie funktionelle Diagnostik erlaubt [20]. Der Vorteil der Ultraschallbildgebung besteht unabhängig von der eingesetzten Verfahrensweise in der Unschädlichkeit für die untersuchten Organsysteme. Die nichtionisierenden Ultraschallwellen können im Gegensatz zur Röntgenstrahlung auch bedenkenlos bei Kindern und schwangeren Patientinnen eingesetzt werden [11].

In den letzten zwei Jahrzehnten hat sich die Fraktursonografie als genaues Werkzeug für die Diagnose von vermuteten Knochenbrüchen erwiesen [11, 14 -19, 21 – 27]. Die Ultraschallbildgebung kommt als grundsätzlich komplikationsloses, aussagekräftiges sowie preiswertes Verfahren häufig im klinischen Alltag zum Einsatz. Insbesondere ist sie auch im ambulanten Sektor weitverbreitet [11]. Nachteile dieser Untersuchungsmethode ergeben sich indes durch Artefakte wie Schallschatten, Schallverstärkung und Reverberation, die Anwendererfahrungen zur korrekten Interpretation der Ergebnisse erforderlich machen. Weiterhin ist die technische Ausstattung der Praxis mit einem Ultraschallgerät sowie der entsprechenden Ultraschallsonde eine zwingende Voraussetzung. Diese Faktoren führen häufig zu der Weiterüberweisung an einen spezialisierten Untersuchenden.

1.4 Therapie und Komplikationen

Die zu ergreifenden therapeutischen Maßnahmen einer knöchernen Verletzung sind von zahlreichen Faktoren abhängig. Hierzu zählen unter anderem die Art des Knochenbruchs, die Lokalisation sowie das Ausmaß der Verletzungen und der Allgemeinzustand der Patientin beziehungsweise des Patienten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das therapeutische Ziel bei knöchernen Verletzungen in der Reposition und Fixierung der einzelnen Knochenfragmente sowie in der Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit beziehungsweise der größtmögliche Funktionserhalt besteht [1, 32]. Im Rahmen der Behandlung kann sich in Zusammenschau aller Befunde ein konservatives oder operatives Therapieverfahren anschließen [1, 28].

Da die häufigste Ursache für Verletzungen im höheren Lebensalter Stürze darstellen, sollte weiterhin eine sekundäre Sturzprophylaxe durch beispielsweise

die Anpassung des häuslichen Umfeldes, patientengerechte Übungsprogramme und der Behandlungsoptimierung von Komorbiditäten erfolgen [2, 28 - 30]. Eine knöcherne Verletzung stellt eine gravierende Beeinträchtigung der körperlichen Integrität dar und kann vor allem nicht diagnostiziert verschiedene Langzeitfolgen und zahlreiche Komplikationen nach sich ziehen [1, 28].

Eine frühzeitige und korrekte Diagnosestellung ist somit essenziell für eine suffiziente Therapie und Prävention von Komplikationen sowie Spätfolgen.

1.5 Herausforderungen und Ansprüche an den Versorgungsprozess und das Behandlungsmanagement knöcherner Verletzungen

Rupp et al. bestätigten, dass Frakturen mit einer Lebenszeitprävalenz von 44 % bei Erwachsenen im Alter von 55 Jahren oder älter [2] weiterhin ein relevantes Problem der Gesundheitsversorgung darstellen [31]. Die steigende Prävalenz von Verletzungen des muskuloskelettalen Systems [28, 32] wird sich in der Zukunft im Zuge der zunehmenden Lebenserwartung und Umverteilung der Bevölkerungspyramide weiter verstärken [33]. Durch die beschriebenen demografischen Veränderungen nimmt ebenso die Anzahl osteoporotisch bedingter knöcherner Verletzungen nachweislich zu [34, 35]. Zu den weiteren medizinischen Problemkonstellationen bei Frakturen im Alter zählen Biber et Bail die zunehmende Multimorbidität, Polypharmazie, Mangelernährung sowie Delir, Demenz und Sturzsyndrome [36].

Der Versorgungsprozess nach einer knöchernen Verletzung stellt aufgrund seiner Langwierigkeit und Komplexität hohe Anforderungen an das Behandlungsmanagement der stationären aber vor allem der ambulanten Betreuung insbesondere bei Patientinnen und Patienten im höheren Lebensalter. So ist dieser zumeist mit einem Krankenhausaufenthalt im Zuge einer notwendigen Operation und einem erhöhten Unterstützungs- und Pflegebedarf in der Häuslichkeit verbunden. Regelmäßige ambulante Nachsorgeuntersuchungen, Rehabilitationsmaßnahmen sowie die Diagnostik und Therapie möglicher Begleiterkrankungen kommen ebenfalls hinzu. Neben dem, in erster Linie der hausärztlichen Koordinierungsfunktion unterstellten, aufwendigen und anspruchsvollen Behandlungsmanagement stellt der Genesungsprozess für die

Patientin beziehungsweise den Patienten sowie die Angehörigen eine deutliche Belastung dar [2]. Im Falle von Komplikationen während der Frakturheilung wie beispielsweise einer Pseudarthrosebildung oder der Ausbildung eines komplexen regionalen Schmerzsyndroms (CRPS) kann es zudem zu langfristigen und tiefgreifenden Auswirkungen auf die physische und psychische Gesundheit der Patient:innen kommen [37].

Parallel zu den steigenden Ansprüchen an die medizinische Versorgung von Frakturpatientinnen und -patienten, stellen strukturelle Probleme wie Personal-mangel im pflegenden und ärztlichen Bereich, Klinikschließungen vor allem in ländlichen Regionen und steigende Behandlungskosten eine zunehmende Herausforderung für das deutsche sowie europäische Gesundheitswesen dar [38, 39]. Hieraus resultieren vermehrte Anstrengungen zur Verlagerung der gesundheitlichen Versorgung von Patientinnen und Patienten vom stationären in den primären ambulanten Sektor und der weitere Ausbau von Digitalisierung sowie diagnostischer Möglichkeiten wie beispielsweise der Telemedizin [38, 40].

Die hausärztliche Betreuung bildet im Rahmen der primärversorgenden Funktion bereits eine zentrale Säule des ambulanten Versorgungsprozesses und dem Behandlungsmanagement von knöchernen Verletzungen.

Diese Betreuung beginnt in vielen Fällen mit der Diagnostik und Erstversorgung der möglichen akuten oder subakuten knöchernen Verletzung. Somit stellt das Ausschlussverfahren im Rahmen des allgemeinmedizinischen Prinzips der Stufendiagnostik bei Verdacht auf eine Fraktur trotz der Tätigkeit im Niedrigprävalenzbereich eine häufige Aufgabe in der hausärztlichen Praxis dar. Hierfür stehen den Mediziner:innen verschiedene nicht bildgebende diagnostische Möglichkeiten zur Verfügung, um abwendbar gefährliche Verläufe auszuschließen sowie den Verletzungsgrad und die Notwendigkeit von Anschlussmaßnahmen zu beurteilen.

In Zusammenschau zeigt sich die Dringlichkeit der weiteren Intensivierung der ambulanten insbesondere der hausärztlichen Ressourcen im Versorgungsprozess und -management [40, 41] knöcherner Verletzungen neben der Förderung von Präventionsmaßnahmen [42]. Aufgrund ihrer weiten Verbreitung und Eigenschaften als komplikationsloses, aussagekräftiges sowie preiswertes diagnostisches Verfahren, das auch bedenkenlos bei vulnerablen Patientengruppen eingesetzt werden kann, stellt die Ultraschallbildgebung eine mögliche

Ergänzung der hausärztlichen Aufgabenstellungen in der Diagnostik knöcherner Verletzungen dar. Somit können durch die Reduktion unnötiger ionisierender Strahlungen sowie einen zeitnahen und suffizienten Therapiebeginn die Patientensicherheit verbessert und mögliche Folgebeschwerden verhindert werden. Des Weiteren könnten effektivere ambulant durchgeführte diagnostische und therapeutische Maßnahmen zur Reduktion frakturassoziierter Kosten im Gesundheitswesen und der Entlastung des stationären Gesundheitssektor beitragen.

Auch der Ausbau von hausärztlichen Kompetenzen und einem überwiegend eigenverantwortlichen Behandlungsmanagement im diagnostischen Prozess von Knochenbrüchen und der anschließenden Behandlung unkomplizierter Frakturen sowie moderater Weichteilverletzungen wäre somit denkbar [40]. Dies geht jedoch mit einer weiteren Erhöhung des zeitlichen Aufwandes und fachlichen Anspruchs an die Betreuung sowie einer wachsenden Eigenverantwortung durch die behandelnden Hausärzt:innen einher. Hierzu zählen neben der selbständigen und sicheren Diagnosestellung beispielsweise auch therapeutische Maßnahmen wie eine ausreichende Analgesie, Ruhigstellung durch medizinische Hilfsmittel, funktionelle Beübung mittels physiotherapeutischer Maßnahmen sowie die gegebenenfalls notwendige Thrombembolieprophylaxe und regelmäßige Verlaufskontrollen.

Nach aktuellem Recherchestand wurden bisher keine statistischen Daten zu dem Wissen sowie den Einstellungen von Hausärztinnen und Hausärzten in Deutschland gegenüber der Ultraschalldiagnostik bei Verdacht auf knöcherne Verletzungen erhoben. Aus diesem Grund erscheint es zur weiteren Integration dieses diagnostischen Verfahrens in den hausärztlichen Praxisalltag sinnvoll, zunächst den bestehenden Kenntnisstand, die Überzeugungen und das Vorgehen bei Frakturverdacht sowie das allgemeine Nutzungsverhalten von Sonografie deutscher Hausärztinnen und Hausärzte zu erfragen und zu beschreiben.

2 Zielstellung

Ziele dieser Arbeit sind

- 1.) das diagnostische Vorgehen und Überweisungsverhalten bei Verdacht auf knöcherne Verletzungen

sowie

- 2.) das Wissen,
- 3.) die Einstellung und
- 4.) die Nutzung der Fraktursonografie

als diagnostisches Verfahren in der hausärztlichen Routineversorgung anhand einer Querschnittsbefragung unter deutschen Hausärztinnen und Hausärzten zu beschreiben.

Zusätzlich soll untersucht werden, ob das Wissen, die Einstellung und die Nutzung der Fraktursonografie sowie die angegebene Häufigkeit des Einsatzes der Ultraschallbildgebung von der

- 5.) fachärztlichen Spezialisierung,
- 6.) der Lage
- 7.) und der Ausstattung der Praxis mit einem Ultraschallgerät

der Hausärztinnen und Hausärzte abhängen.

3 Material und Methoden

3.1 Auswahl der Befragungsteilnehmer:innen und Durchführung der Datenerhebung

Im Rahmen dieser Arbeit erfolgte eine Querschnittsbefragung von Hausärztinnen und Hausärzten aus den Bundesländern Sachsen (n = 2733) und Sachsen-Anhalt (n = 1445). Die Adressen wurden zum Befragungszeitpunkt im Sommer 2017 aus öffentlich zugänglichen Registern der Kassenärztlichen Vereinigungen Sachsen und Sachsen-Anhalts gewonnen. Die kontaktierten Hausärztinnen und Hausärzte wurden mittels Ziehung von Zufallszahlen aus den oben genannten Verzeichnissen ausgewählt (Sachsen: n = 400, Sachsen-Anhalt: n = 200). Es wurde eine Rücklaufquote von ca. 25 % erwartet.

Die ausgewählten Hausärzt:innen erhielten zunächst eine Benachrichtigung über die Studie auf dem Postweg, der eine Woche später ein ebenfalls postalisch versandter Fragebogen folgte. Eine Erinnerung erfolgte sieben Wochen nach Versand des Fragebogens. Die Antworten konnten per Fax oder Post zurückgeschickt werden.

Weitere gepoolte soziodemographische Daten aller Hausärztinnen und Hausärzte in Sachsen und Sachsen-Anhalt wurden ebenfalls durch die Kassenärztlichen Vereinigungen der genannten Bundesländer auf entsprechende Anfrage zur Verfügung gestellt. Hierzu zählen unter anderem Durchschnittsalter, Geschlecht und die Genehmigungserteilung zur Durchführung von Ultraschalldiagnostik.

3.2 Fragebogen

3.2.1 Entwicklung des Fragebogens

Der Entwurf des verwendeten Fragebogens erfolgte selbstständig durch die Forschungsgruppe, bestehend aus zwei Sozialwissenschaftlern, zwei erfahrenen Hausärzten sowie der Doktorandin. Für alle Fragen zu Einstellungen oder

persönlichen Einschätzungen wurde eine Vier-Punkte-Skala verwendet, um durch das Fehlen einer neutralen Position genauere Angaben zu erhalten. Zur Sicherstellung der Augenscheinvalidität sowie um Stärken und Schwächen von Fragen mit Mehrfachantworten und Freitexten zu eruieren, wurde der Fragebogen einem Vortest durch zwei Gruppen von jeweils sechs Hausärztinnen und Hausärzten unterzogen, gefolgt von zusätzlichen Feedback-Gesprächen. Hieraus resultierend erfolgte die Entscheidung gegen die Formulierung offener Fragen zur Verkürzung der Beantwortungszeit und Erhöhung der Rücklaufquote. Weiterhin wurde die Möglichkeit der individuellen Angaben der Fahrtminuten zu den Anschlussversorgenden für den Erhalt genauerer Daten eingearbeitet.

3.2.2 Literaturrecherche

Die im letzten Abschnitt des Fragebogens genannten diagnostischen Screening-Instrumente wurden durch eine orientierende und unsystematische Literaturrecherche im April 2017 zusammengestellt und beinhalten neben den häufig ambulant angewandten Scores auch jene, die vor allem im stationären Bereich genutzt werden, um den Teilnehmer:innen eine größere Auswahl zu ermöglichen.

Die Vorder- und Rückseite des versandten Fragebogens sind in den Abbildungen 1 a und 1 b dargestellt.

Anwendung von Ultraschallbildgebung zur Diagnostik von Frakturen in der hausärztlichen Versorgung

WICHTIG: Wir bitten Sie herzlich darum, alle Fragen vollständig zu beantworten. Vielen Dank!

Angaben zur Person:

Alter: ☐ < 30 Jahre ☐ 30 – 40 Jahre ☐ 40 – 50 Jahre ☐ 50 – 60 Jahre ☐ > 60 Jahre
 Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich

An welcher / welchen Universität /-en haben Sie Humanmedizin studiert? _____

Höchster akademischer Grad: ☐ Staatsexamen ☐ Diplom ☐ Promotion ☐ Habilitation

Erworbene Facharzttitle (bitte alle nennen und jeweils Datum angeben)

FA für _____, seit: _____ (Jahr)

FA für _____, seit: _____ (Jahr)

Erworbene Zusatzbezeichnungen (bitte alle nennen und jeweils Datum angeben):

ZB: _____, seit: _____ (Jahr)

ZB: _____, seit: _____ (Jahr)

ZB: _____, seit: _____ (Jahr)

Mitgliedschaften: ☐ DEGAM ☐ Hausärzterverband ☐ keine

Wann haben Sie das letzte Fortbildungszertifikat erworben? _____ (Jahr) ☐ Ich habe noch nie eines erworben.

Art der Tätigkeit: ☐ angestellt, seit: _____ ☐ selbst niedergelassen, seit: _____

Charakteristika der Praxis:

Praxisform: ☐ Einzelpraxis ☐ Berufsausübungsgemeinschaft ☐ MVZ

Wie würden Sie das Einzugsgebiet der Praxis am ehesten bezeichnen?

☐ Großstadt ☐ Kleinstadt ☐ Land

Entfernung zum nächsten Krankenhaus (jeweils in Fahrminuten mit dem PKW von der Praxis): _____ min.

Entfernung zum nächsten Radiologen (jeweils in Fahrminuten mit dem PKW von der Praxis): _____ min.

Entfernung zum nächsten Chirurgen (jeweils in Fahrminuten mit dem PKW von der Praxis): _____ min.

Ultraschallnutzung in der Praxis:

Ist in Ihrer Praxis ein Ultraschallgerät vorhanden? ☐ Ja ☐ Nein

Wenn ja, wer ist hauptsächlich als Untersuchender tätig? ☐ Ich selbst ☐ andere

Wenn ja, wie viele Ultraschalluntersuchungen werden in Ihrer Praxis in einer durchschnittlichen Woche durchgeführt?

Etwa _____ Untersuchungen

Wenn ja, welche Organe oder Strukturen werden in Ihrer Praxis am häufigsten mit Ultraschallbildgebung untersucht? (Mehrfachantworten möglich):

- | | | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------|
| ☐ Schilddrüse | ☐ Oberbauch | ☐ Gefäße |
| ☐ Nieren / Harnwege | ☐ Herz (TTE) | ☐ Gelenke |
| ☐ knöcherne Strukturen | ☐ andere: _____ | |

Epidemiologie:

Wie häufig sehen Sie in Ihrer Praxis Patienten mit möglicher knöcherner Verletzung nach Trauma: _____ x / Monat falls weniger als 1 x / Monat: _____ / Jahr

Bei der Abklärung von Patienten mit möglicher knöcherner Verletzung nach Trauma fühle ich mich:

- ☐ unsicher ☐ eher unsicher ☐ eher sicher ☐ sicher

Den üblichen Prozess zur Abklärung einer möglichen knöchernen Verletzung nach Trauma finde ich:

- ☐ sehr umständlich ☐ eher umständlich ☐ eher nicht umständlich ☐ gar nicht umständlich

Bitte wenden!

Abbildung 1a: Darstellung der Vorderseite des versandten Fragebogens.

Einschätzung der Thematik:				
Ich finde das Thema Ultraschallbildgebung zur Abklärung möglicher knöcherner Verletzungen interessant:				
☐ Trifft nicht zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft zu	
Ich denke, dass die Anwendung von Ultraschallbildgebung zur Abklärung möglicher knöcherner Verletzungen möglicherweise relevant für meine Praxis ist:				
☐ Trifft nicht zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft zu	
Ich denke, dass Ultraschallbildgebung zur Abklärung möglicher knöcherner Verletzungen hilfreich sein kann:				
☐ Trifft nicht zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft zu	
Ich finde, dass Ultraschallbildgebung zur Abklärung möglicher knöcherner Verletzungen den Versorgungsprozess vereinfachen kann:				
☐ Trifft nicht zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft zu	
Ich denke, dass Ultraschallbildgebung zur Abklärung möglicher knöcherner Verletzungen den Versorgungsprozess effizienter gestalten kann:				
☐ Trifft nicht zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft zu	
Ich denke, dass Ultraschallbildgebung zur Abklärung von möglichen knöchernen Verletzungen dem konventionellen Röntgen unterlegen ist:				
☐ Trifft nicht zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft zu	
Über den Einsatz von Ultraschallbildgebung zur Abklärung von möglichen knöchernen Verletzungen habe ich bereits etwas gehört:				
☐ Trifft nicht zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft zu	
Über den Einsatz von Ultraschallbildgebung zur Abklärung von möglichen knöchernen Verletzungen habe ich bereits nachgedacht:				
☐ Trifft nicht zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft zu	
Ich habe Ultraschallbildgebung bereits zur Abklärung von möglichen knöchernen Verletzungen genutzt:				
☐ Trifft nicht zu	☐ Trifft eher nicht zu	☐ Trifft eher zu	☐ Trifft zu	
Überweisungskriterien:				
Wenn Sie eine knöcherne Verletzung für eher wahrscheinlich halten, überweisen Sie zunächst zum/zur :				
☐ Radiologen	☐ Chirurgen	☐ Notaufnahme		
Wenn Sie eine knöcherne Verletzung für eher unwahrscheinlich halten, entscheiden Sie sich in der Regel zunächst für:				
Überweisung zum / zur: ☐ Radiologen ☐ Chirurgen ☐ Notaufnahme ☐ keine Überweisung				
Wenn Sie eine knöcherne Verletzung für eher unwahrscheinlich halten, wie fühlen Sie sich mit der Entscheidung gegen weitere Diagnostik:				
☐ unsicher	☐ eher unsicher	☐ eher sicher	☐ sicher	
Besprechen Sie mit dem Patienten (und dessen Angehörigen) die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer knöchernen Verletzung gemeinsam?				
☐ Nein, nie	☐ eher nein	☐ eher ja	☐ Ja, immer	
Treffen Sie die Entscheidung zur weiteren Diagnostik bzw. den Verzicht auf diese mit dem Patienten (und dessen Angehörigen) gemeinsam?				
☐ Nein, nie	☐ eher nein	☐ eher ja	☐ Ja, immer	
Wie wichtig sind Ihnen die folgenden Kriterien bei der Entscheidungsfindung zur Überweisung zwecks posttraumatischer Bildgebung?				
Anamnese	☐ unwichtig	☐ eher unwichtig	☐ eher wichtig	☐ wichtig
Schmerzen	☐ unwichtig	☐ eher unwichtig	☐ eher wichtig	☐ wichtig
Schwellung	☐ unwichtig	☐ eher unwichtig	☐ eher wichtig	☐ wichtig
Hämatom	☐ unwichtig	☐ eher unwichtig	☐ eher wichtig	☐ wichtig
Funktionseinschränkung	☐ unwichtig	☐ eher unwichtig	☐ eher wichtig	☐ wichtig
persistierende Beschwerden	☐ unwichtig	☐ eher unwichtig	☐ eher wichtig	☐ wichtig
Ihr eigenes Bauchgefühl	☐ unwichtig	☐ eher unwichtig	☐ eher wichtig	☐ wichtig
Scores / klinische Entscheidungshilfe	☐ unwichtig	☐ eher unwichtig	☐ eher wichtig	☐ wichtig
Welche der folgenden klinischen Scores für die Untersuchung bei Verdacht auf knöcherne Verletzungen kennen Sie? (Mehrfachantworten möglich)				
☐ Neer - Score	☐ Score nach Weseley et al.	☐ Score nach Solgaard	☐ andere	
☐ Ottawa Ankle Rule	☐ Ottawa Foot Rule	☐ Canadian Cervical Spine Rules	☐ keinen	
☐ Ottawa Knee Rule	☐ Pittsburgh Knee Rule	☐ Harris Hip Score		
Vielen Dank für Ihre Unterstützung!				
«Stichprobe»				

Abbildung 1b: Darstellung der Rückseite des versandten Fragebogens.

3.3 Statistische Auswertungen

Die durch den Fragebogen erhobenen Daten wurden mittels SPSS® 27 (IBM® SPSS® Incorporated, Chicago, United States of America) anonymisiert ausgewertet. Soziodemographische Merkmale der Stichprobe wurden univariat analysiert (Mittelwerte, Standardabweichung, Interquartilsabstand, relative und absolute Häufigkeiten). Subgruppenvergleiche erfolgten in bivariaten Kreuztabellen (relative und absolute Häufigkeiten) und wurden explorativ auf Unterschiede unter Nutzung des Chi-Quadrat-Tests oder Fisher-Exakt-Tests sowie dem Zweistichproben-t-Test untersucht. Weitere Merkmale wurden mittels univariater Statistik analysiert.

Der Einfluss der fachlichen Spezialisierung und Lage der Praxen auf die Ultraschallnutzung wurden über Methoden der multivariaten linearen Regressionsanalyse untersucht.

Aufgrund der geringen Stichprobengröße werden alle p-Werte explorativ interpretiert.

3.4 Ethische und datenschutzrechtliche Aspekte

Gemäß der Musterberufsordnung für Ärztinnen und Ärzte [43] ist für diese Studie keine explizite Ethikgenehmigung notwendig, da es sich um eine prospektive anonymisierte Datenerhebung handelt, bei der keine persönlichen Angaben von Patient:innen erfragt wurden. Ergänzend erfolgte die Konsultation der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, die ein Ethikvotum ebenfalls als nicht erforderlich erachtete.

Die Gewährleistung der Anonymität erfolgte durch Ziehung von Zufallszahlen und der anschließenden Auswahl der entsprechenden fortlaufenden Nummern der Ärzt:innen aus den öffentlich zugänglichen Registern der jeweiligen Kassenärztlichen Vereinigungen Sachsen und Sachsen-Anhalt. Jedem Befragten wurde daraufhin eine Seriennummer entsprechend dem Bundesland zugeordnet, die sich auf der zweiten Seite des Fragebogens ("Stichprobe") wiederfindet. Zur Vorbereitung der weiteren anonymisierten Auswertung wurden die geleisteten Angaben des Fragebogens mit der entsprechenden Seriennummer in einer

Datenbank zusammengetragen, um gegebenenfalls bei fehlerhaften Eingaben den entsprechenden Fragebogen nochmals überprüfen zu können. Für die anschließende Auswertung wurden die Seriennummern nicht weiter genutzt, sodass die zurückgesandten Fragebögen in den jeweiligen Instituten der Allgemeinmedizin der Universitäten Halle-Wittenberg und Leipzig eingelagert wurden.

Die Hausärzt:innen wurden schriftlich über die Verwendung und Veröffentlichung ihrer anonymisierten Daten informiert und die Teilnehmerinnen und Teilnehmer gaben ihre freiwillige Einwilligung durch Rücksendung des ausgefüllten Fragebogens.

3.5 Selbstzitation und Lizenzierung

Teile der vorliegenden Dissertation, einschließlich bestimmter Abbildungen und Tabellen in den Abschnitten 3.2, 4.1, 4.3 und 4.4.6 basieren auf eigenen, bereits veröffentlichten Ergebnissen aus der gemeinsamen Erstautor:innen-Publikation von Schmid GS und Kühnast B, et al., 2020, Ultrasonography in assessing suspected bone fractures: a cross-sectional survey amongst German general practitioners, BMC Fam Pract. [44]. Diese wurden für die vorliegende Arbeit aus der englischen in die deutsche Sprache übersetzt, beispielsweise durch Layoutanpassungen modifiziert sowie durch Umstrukturierung der Inhalte oder Neuberechnungen der Daten überarbeitet.

Alle übernommenen Inhalte wurden mit den entsprechenden Quellenangaben versehen. Die Nutzung erfolgte unter Berücksichtigung der Lizenzbestimmungen (CC BY 4.0).

4 Ergebnisse

4.1 Demografische Daten der befragten Stichprobe

Von den 600 verschickten Fragebögen wurden 306 Exemplare zurückgesandt (51,0 %), von denen 286 überwiegend ausgefüllt wurden (Rücklaufquote: 47,7 %).

Von diesen 286 überwiegend ausgefüllten Fragebögen gingen 61 Antworten (21,3 %) nach der postalischen Erinnerung ein. Es nahmen 177 Hausärztinnen und Hausärzte aus Sachsen (61,9 %) und 109 Hausärzt:innen aus Sachsen-Anhalt (38,1 %) teil.

Die soziodemografischen Daten der befragten Stichprobe im Vergleich zu der Gesamtpopulation sind in Tabelle 1 aufgeführt. Diese Tabelle wurde aus Schmid GS und Kühnast B, et al. (2020) übersetzt und modifiziert dargestellt [44]. Die Studienstichprobe und die Gesamtpopulation der Hausärztinnen und Hausärzte in Sachsen und Sachsen-Anhalt unterscheiden sich nicht in Bezug auf Geschlecht und Praxisart.

Tabelle 1: Beschreibung der Studienpopulation: Geschlecht und Praxisarten²

	Stichprobe (n = 286)	Gesamtpopulation (n = 4178)	95 % KI
Geschlecht:			
weiblich	168/286 (58,7 %)	2536/4178 (60,7 %)	[35,6 %; 47,0 %] p = 0,489
männlich	118/286 (41,3 %)	1642/4178 (39,3 %)	
Praxisarten:			
Einzelpraxis	202/286 (70,6 %)	3126/4169 (75,0 %)	[65,3 %; 75,9 %] p = 0,086
MVZ	23/286 (8 %)	343/4169 (8,2 %)	[4,9 %; 11,1 %] p = 0,902
Gemeinschaftspraxis	61/286 (21,3 %)	700/4169 (16,8 %)	[16,6 %; 26,0 %] p = 0,063

² Übersetzt und modifiziert nach Schmid GS, Kühnast B, et al. (2020). Lizenz: CC BY 4.0. DOI: 10.1186/s12875-020-1078-.

Etwas mehr als die Hälfte der Teilnehmenden gaben an, weiblichen Geschlechts zu sein (58,7 %, n = 168/286).

37,1 % der Befragten (n = 106/285) führten an, dass sie zwischen 50 und 60 Jahren alt und 23,4 % (n = 67/285) älter als 60 Jahre sind. 77 der 285 (26,9 %) Teilnehmerinnen und Teilnehmer sind zwischen 40 und 50 Jahre alt und 35 (12,2 %) zwischen 30 und 40 Jahre alt.

Von den Befragten gab mehr als die Hälfte (54,2 %, n = 155/286) an, dass sie eine Promotion absolviert haben und 58 (20,3 %) einen Diplomtittel führen. Zwei Teilnehmer:innen sind habilitiert (0,7 %). 24,5 % (n = 71/286) führten an, dass sie keinen akademischen Grad nach dem Staatsexamensabschluss erworben haben.

Von den 286 befragten Hausärztinnen und Hausärzten haben die meisten mit 59,1 % (n = 169/286) erstrangig eine fachärztliche Weiterbildung im Bereich Allgemeinmedizin absolviert. Die zweitgrößte Fachärzt:innengruppe bilden Kolleg:innen der Inneren Medizin mit 29,4 % (n = 84/286).

Weiterhin gaben jeweils drei Teilnehmerinnen und Teilnehmer (1 %, n = 3/286) an, vor ihrer hausärztlichen Tätigkeit als Allgemeinmediziner:innen oder Internist:innen zunächst eine fachliche Spezialisierung in den Bereichen der Anästhesiologie, Chirurgie, Pädiatrie und Arbeitsmedizin erlangt zu haben. Weitere derartige Werdegänge wurden durch Hals-Nasen-Ohren-Ärzt:innen (0,3 %, n = 1/286), Neurolog:innen (0,3 %, n = 1/286), Patholog:innen, (0,3 %, n = 1/286), Immunolog:innen, (0,3 %, n = 1/286) und Rehabilitationsmediziner:innen (0,7 %, n = 2/286) beschrieben sowie durch Kolleg:innen des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (0,3 %, n = 1/286). Fünf Teilnehmende (1,7 %, n = 5/286) sind als praktische Ärztinnen und Ärzte tätig und eine Kollegin beziehungsweise ein Kollege (0,3 %, n = 1/286) befand sich zum Befragungszeitpunkt noch in der fachärztlichen Weiterbildung. 1,7 % (n = 5/286) der Befragten haben keine Angaben bezüglich ihrer fachärztlichen Spezialisierungen geleistet.

181 (63,3 %) der 286 befragten Hausärztinnen und Hausärzte gaben an, keine Zusatzqualifikationen absolviert zu haben. 36,7 % (n = 105/286) verfügen über mindestens eine Zusatzbezeichnung, weitere 20,3 % über weitere Zusatzqualifikationen (2. Zusatzbezeichnung: n = 44/286, 3. Zusatzbezeichnung: n = 14/286).

Die Verteilung der Zusatzbezeichnungen unter den Teilnehmerinnen und Teilnehmern ist in Abbildung 2 dargestellt. Die am häufigsten absolvierten Zusatzbezeichnungen sind Akupunktur und Neuraltherapie, Chirotherapie und Manuelle Medizin sowie die Intensiv- bzw. Notfallmedizin.

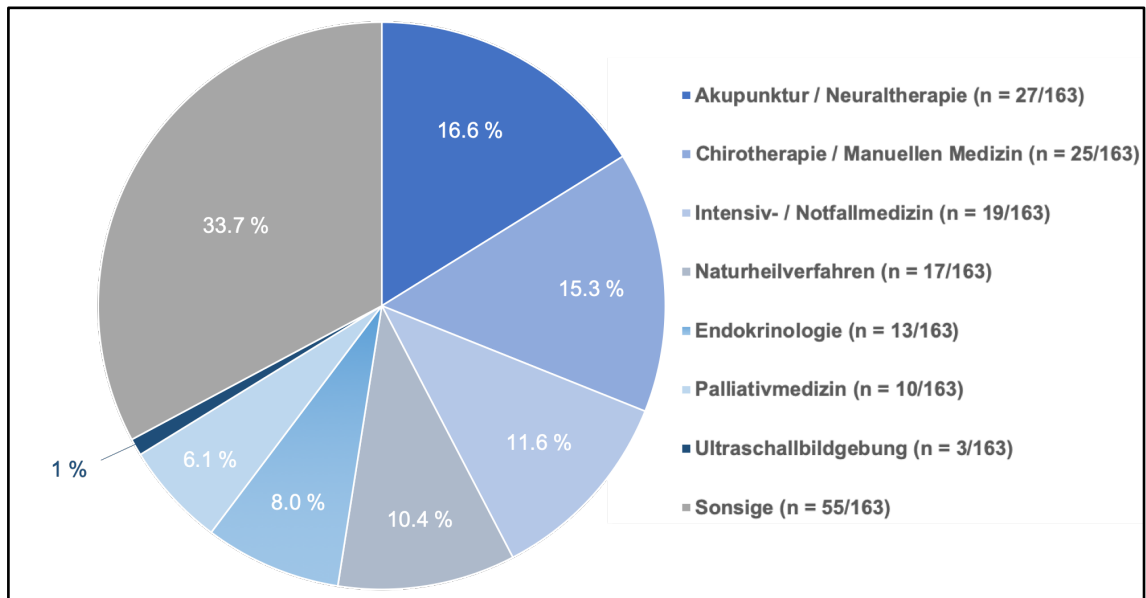


Abbildung 2: Darstellung der Verteilung der Zusatzqualifikationen in Prozent.

Ebenso verfügten 235 der 286 Teilnehmerinnen und Teilnehmer (82,2 %) über ein Fortbildungszertifikat, dessen Erwerb bei 78,7 % (n = 225/286) nicht länger als fünf Jahre zurückliegt.

Die Anzahl der selbständig innerhalb einer eigenen Praxis niedergelassen Hausärztinnen und Hausärzte beträgt 202 (70,6 %, n = 202/286). Hingegen arbeiten 29,3 % gemeinsam in Form von medizinischen Versorgungszentren (8 %, n = 23/286) oder Berufsausübungsgemeinschaften (21,3 %, n = 61/286). Als angestellte Ärzt:innen sind 48 Befragte tätig (16,8 %, n = 48/286).

Mit 42,1 % (n = 117/278) ist der Großteil der Befragten in einem kleinstädtischen Einzugsgebiet tätig. Jeweils 77 Hausärzt:innen (27,7 %, n = 77/278) praktizieren in einer Großstadt oder in ländlichen Gebieten. 2,5 % (n = 7/278) sind in einem Übergangsbereich zwischen Kleinstadt und Land angesiedelt.

Außerdem wurden die Hausärztinnen und Hausärzte gebeten, die Fahrminuten zur nächstgelegenen chirurgischen Praxis, radiologischen Abteilung oder

Notaufnahme zu schätzen. Im Durchschnitt beträgt die Entfernung mit dem PKW zur nächsten chirurgischen Praxis 9,61 Minuten ($M = 9,61$, Median = 9), zur nächsten radiologischen Einheit 12 Minuten ($M = 11,62$; Median = 10), und zum nächstgelegenen Krankenhaus mit angeschlossener Notaufnahme 12 Minuten ($M = 12,15$; Median = 10).

Die Entfernungen zu den unterschiedlichen Weiterbehandelnden in den verschiedenen Einzugsgebieten sind in Tabelle 2 aufgeführt. Diese Tabelle wurde aus Schmid GS und Kühnast B, et al. (2020) übersetzt, modifiziert dargestellt und neu berechnet [44]. Während eine Anschlussversorgung in Großstädten unter 10 Minuten erreichbar sind, benötigt man im ländlichen Raum 15 Minuten und mehr.

Tabelle 2: Praxislage und geschätzte Entfernung zur Anschlussbehandlung³

	Großstadt	Kleinstadt	Land
Praxisanzahl ($n = 271$)	77 (28,4 %)	117 (43,2 %)	77 (28,4 %)
Geschätzte Fahrzeit mit dem PKW in Minuten [Durchschnitt (Median, Minimum, Maximum, IQR)]			
Chirurgische Praxis	6,9 (5, 0, 20, 7) $n = 70$	8,0 (5, 0, 30, 5) $n = 113$	14,8 (15, 0, 35, 10) $n = 73$
Radiologische Praxis	7,4 (5, 0, 20, 5) $n = 70$	11,0 (8, 1, 45, 10) $n = 114$	16,5 (15, 0, 50, 10) $n = 73$
Notaufnahme	9,2 (10, 0, 30, 5) $n = 77$	10,8 (8, 0, 40, 10) $n = 117$	16,8 (15, 0, 100, 10) $n = 77$

4.2 Einsatz von Ultraschallbildgebung als diagnostisches Verfahren in der befragten Stichprobe

Im Folgenden wurde zunächst der allgemeine Einsatz von Ultraschallbildgebung in der hausärztlichen Versorgung innerhalb der Stichprobe ausgewertet.

³ Übersetzt, modifiziert und neu berechnet nach Schmid GS, Kühnast B, et al. (2020).
Lizenz: CC BY 4.0. DOI: 10.1186/s12875-020-1078-.

Von den 4178 Hausärzt:innen, die in Sachsen und Sachsen-Anhalt tätig sind, besitzen laut der Kassenärztlichen Vereinigungen der beiden Bundesländer 1609 (35,8 %) Mediziner:innen eine Zulassung für die Abrechnung der Ultraschall-diagnostik. Im Rahmen dieser Erhebung gaben 48,6 % der Teilnehmer:innen an, dass sie Sonografie anwenden ($n = 139/286$, 95 % KI: [42,8 %; 54,4 %]) und 55,6 %, dass sie über ein Ultraschallgerät in ihrer Praxis verfügen ($n = 159/286$, 95 % KI [49,8 %; 61,4 %]).

Es gab keine Unterschiede in der Verfügbarkeit von Ultraschallgeräten zwischen städtischen oder ländlichen Gebieten (Großstädte: 55,8 %, $n = 43/77$; Kleinstädte: 54,7 %, $n = 64/117$; ländliche Gebiete: 58,3 %, $n = 49/84$; $p = 0,876$).

Die Hausärzt:innen, die Ultraschallbildgebung nutzen, gaben an im Durchschnitt 17 Untersuchungen pro Woche durchzuführen (Mittelwert = 16,7; Median = 10).

Die Häufigkeiten der untersuchten Strukturen in den befragten hausärztlichen Praxen mit Ultraschallgeräten sind in Abbildung 3 zusammengefasst. Am häufigsten findet die Sonografie Anwendung zur diagnostischen Beurteilung des Abdomens, der Schilddrüse sowie der Nieren und ableitenden Harnwege.

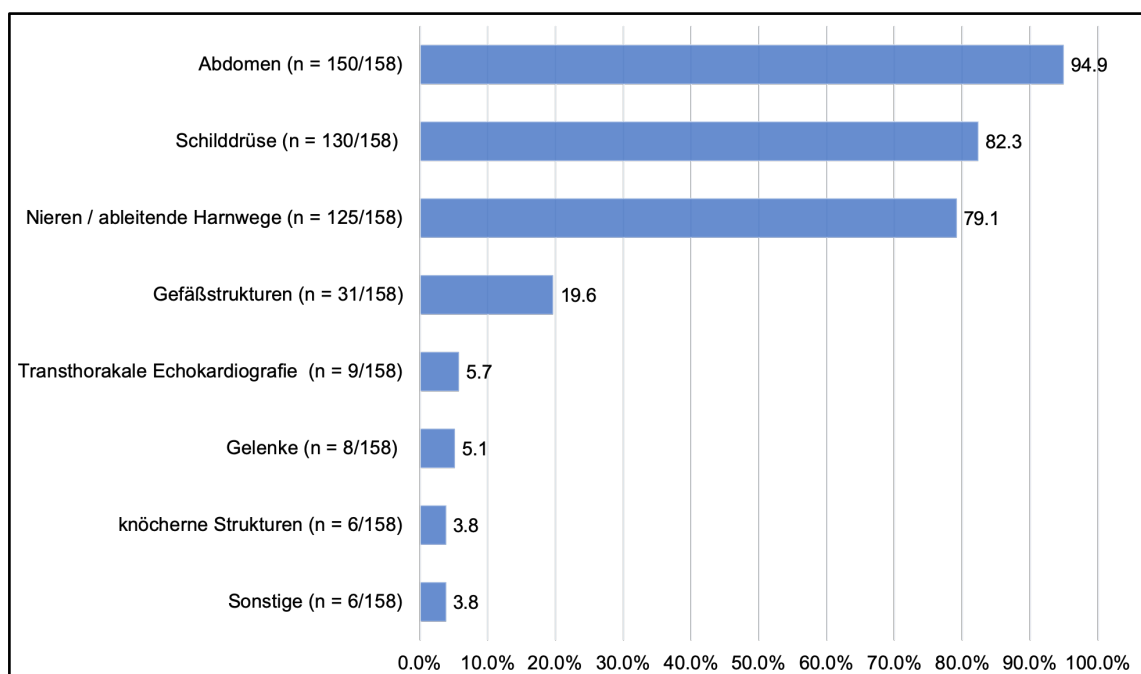


Abbildung 3: Darstellung der Häufigkeit der untersuchten Strukturen in den befragten hausärztlichen Praxen mit Ultraschallgeräten. Die Daten werden als Prozentsatz aller gegebenen Antworten auf die jeweilige Frage angegeben.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass über die Hälfte der Teilnehmerinnen und Teilnehmer über ein Ultraschallgerät in ihrer Praxis verfügen (55,6 %) und 48,6 % dieses selbst regelmäßig für Untersuchungen nutzen. Vorrangig werden hierbei innere Organstrukturen beurteilt.

4.3 Geschätzte Häufigkeit des Frakturverdachts, diagnostisches Vorgehen und Überweisungsverhalten der befragten Stichprobe

Die Befragten schätzten, dass durchschnittlich sechs Patientinnen und Patienten pro Monat ihre Praxis mit einem vermuteten Knochenbruch aufsuchen ($M = 6,4$; $SD = 10,2$; Median = 3; IQR = 9).

Zur Beschreibung des diagnostischen Prozesses wurden die Kriterien ausgewertet, welche die Befragten bei der Entscheidung bezüglich einer Überweisung für weiterführende bildgebende Maßnahmen berücksichtigen. Als äußerst relevant wurden die Anamnese (98,9 %, $n = 282/285$), anhaltende Beschwerden (97,9 %, $n = 279/285$), Funktionsstörungen (97,9 %, $n = 278/284$) sowie Schmerzen (96,8 %, $n = 275/284$) eingestuft. Auch das Vorhandensein von Schwellungen (93,0 %, $n = 264/284$), das eigene Bauchgefühl (87,0 %, $n = 248/285$) und Hämatome (87,3 %, $n = 247/283$) wurden als Entscheidungskriterien herangezogen.

Nur 33,3 % der Hausärzt:innen ($n = 92/276$) bewerteten die Verwendung von Scores oder anderen Screening-Instrumenten als "eher relevant" oder "relevant". Zu den bekanntesten klinischen Entscheidungshilfen bei Verdacht auf eine knöcherne Verletzung zählen unter den befragten Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Neer-Score, den 5,9 % ($n = 17/286$) sowie die Ottawa Rules (Ottawa Ankle Rule: 5,6 %, $n = 16/286$; Ottawa Knee Rule: 3,8 %, $n = 11/286$; Ottawa Foot Rule: 3,5 %, $n = 10/286$).

Hausärztlich Tätige aus Großstädten überweisen ihre Patientinnen und Patienten mit höherer Wahrscheinlichkeit (43 %) an eine radiologische Praxis als ihre Kolleg:innen aus Kleinstädten (19 %) oder ländlichen Gebieten (23 %), während es keinen Unterschied zwischen Überweisungen an eine chirurgische Praxis oder an die nächste Notaufnahme gab (Tabelle 3). Diese Tabelle wurde aus

Schmid GS und Kühnast B, et all. (2020) übersetzt, modifiziert dargestellt und neu berechnet [44]. Die übrigen Teilnehmerinnen und Teilnehmer (21 %, n = 60/286) gaben entweder keine Antwort oder schickten gleichermaßen häufig an die verschiedenen Weiterbehandelnden.

Tabelle 3: Korrelation zwischen der Praxislage und dem Überweisungsverhalten der Hausärzt:innen bei Verdacht auf eine knöcherne Verletzung⁴

	Großstadt	Kleinstadt	Land	p
Praxisanzahl (n = 226)	56 (24,8 %)	100 (44,2 %)	70 (31,0 %)	
Überweisung an				
Chirurgische Praxis	29/56 (51,8 %)	63/100 (63,0 %)	43/70 (61,4 %)	0,658
Radiologische Praxis	24/56 (42,9 %)	19/100 (19,0 %)	16/70 (22,9 %)	< 0,001
Notaufnahme	3/56 (5,4 %)	18/100 (18,0 %)	11/70 (15,7 %)	0,193

In Abbildung 4 wird das angegebene Überweisungsverhalten, wenn eine knöcherne Verletzung als eher wahrscheinlich (a) oder als eher unwahrscheinlich (b) eingestuft wird, zusammenfassend dargestellt. Diese Abbildung wurde aus Schmid GS und Kühnast B, et all. (2020) übersetzt, modifiziert dargestellt und neu berechnet [44]. Hierbei zeigt sich, dass die Befragten bei einer wahrscheinlichen Fraktur am häufigsten an eine chirurgische Praxis überweisen. Wird ein Knochenbruch hingegen als unwahrscheinlich erachtet, überweisen 41 % der Teilnehmer:innen zur Sicherung der Diagnose an eine radiologische Einheit.

⁴ Übersetzt, modifiziert und neu berechnet nach Schmid GS, Kühnast B, et all. (2020). Lizenz: CC BY 4.0. DOI: 10.1186/s12875-020-1078-.

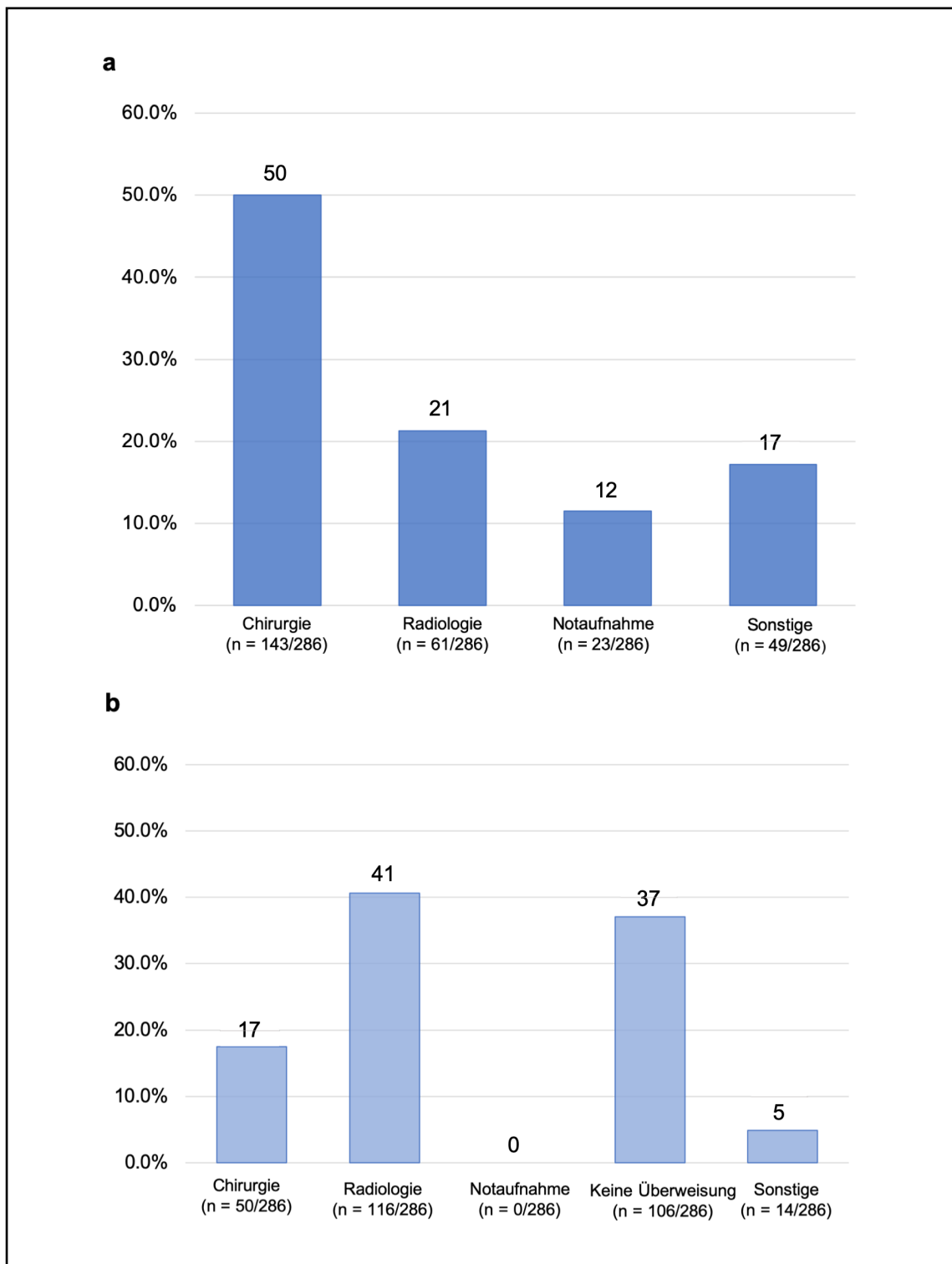


Abbildung 4: Darstellung des Überweisungsverhaltens der Hausärztinnen und Hausärzte bei Patient:innen, bei denen eine knöcherne Verletzung als eher wahrscheinlich (**a**) oder als eher unwahrscheinlich (**b**) eingestuft wird. Die Daten werden als Prozentsatz aller gegebenen Antworten auf die jeweilige Frage angegeben.⁵

⁵ Übersetzt, modifiziert und neu berechnet nach Schmid GS, Kühnast B, et al. (2020). Lizenz: CC BY 4.0. DOI: 10.1186/s12875-020-1078-.

4.3.1 Diagnostisches Vorgehen und Überweisungsverhalten in Abhängigkeit von der Ultraschallnutzung

Wurde eine knöcherne Verletzung als wahrscheinlich eingestuft, überweisen Nichtnutzerinnen und Nichtnutzer von Sonografie (73,8 %, $n = 93/126$) häufiger ($n = 283$, $p = 0,004$) an eine chirurgische Praxis als Kolleg:innen, die über ein Ultraschallgerät in ihrer Praxis verfügen (57,3 %, $n = 90/157$).

Hingegen schicken Ultraschallnutzerinnen und -nutzer (36,9 %, $n = 58/157$) auffällig häufiger ($n = 283$, $p = 0,038$) an eine radiologische Einheit, wenn sie eine Fraktur für wahrscheinlich halten, als Nichtnutzer:innen (25,4 %, $n = 32/126$). Hinsichtlich des Überweisungsverhaltens in eine Notaufnahme konnten jedoch keine augenscheinlichen Unterschiede zwischen Nutzer:innen und Nichtnutzer:innen von Ultraschallbildgebung beobachtet werden ($n = 283$, $p = 0,063$). Ebenso wurden keine Unterschiede im Überweisungsverhalten zwischen diesen beiden Gruppen gefunden, wenn sie eine Fraktur für unwahrscheinlich hielten ($n = 272$, $p = 0,454$).

Von den sechs Ultraschallnutzer:innen, die Fraktursonografie bereits in ihrer Praxis anwenden, gaben bei Frakturverdacht drei an, dass sie an eine radiologische Einheit, zwei an eine chirurgische Praxis und eine/-r direkt in eine Notaufnahme überweisen würden. Hielten diese sechs Befragten eine knöcherne Verletzung für eher unwahrscheinlich, entscheidet sich die Hälfte gänzlich gegen eine weiterführende Diagnostik, während zwei zur Sicherung der Diagnose an eine radiologische und einer an eine chirurgische Praxis überweisen würden.

4.3.2 Einschätzung des üblichen diagnostischen Prozesses durch die befragte Stichprobe

Auf die Frage nach dem Grad ihrer selbsteingeschätzten Sicherheit während des diagnostischen Prozesses gaben 9,1 % der Hausärztinnen und Hausärzte ($n = 25/275$) an, sich völlig unsicher zu fühlen, 24,4 % ($n = 67/275$) eher unsicher, 49,8 % ($n = 137/275$) eher sicher und 16,7 % ($n = 46/275$) völlig sicher. Den üblichen Prozess zur Abklärung einer möglichen knöchernen Verletzung nach einem Trauma bewertete der Großteil der Befragten als „eher nicht umständlich“ (45,8 %, $n = 131/286$) oder als „gar nicht umständlich“ (32,9 %, $n = 94/286$).

Nur 17,8 % der Teilnehmenden befanden den Vorgang als umständlich („eher umständlich“: 15,7 %; „sehr umständlich“: $n = 45/286$, 2,1 %, $n = 6/286$).

In Hinblick auf eine gemeinsame Entscheidungsfindung bezüglich der weiterführenden Diagnostik gaben 98,6 % der Befragten an, die Möglichkeit einer Knochenbruchdiagnose mit den Patientinnen und Patienten zu besprechen („ja, immer“: 73,1 %, $n = 207/283$; „ja, meistens“: 25,4 %, $n = 72/283$).

Mit 92,1 % sprach sich ebenfalls die Mehrheit der Befragten dafür aus, gemeinsam mit den Patient:innen oder deren Angehörigen über weitere diagnostische Maßnahmen zu beratschlagen („ja, immer“: 57,6 %, $n = 160/278$; „ja, meistens“: 34,5 %, $n = 96/278$).

4.4 Anwendung von Ultraschallbildgebung bei knöchernen Verletzungen in der befragten Stichprobe

4.4.1 Wissensstand und Einschätzung

Anschließend erfolgt die Auswertung des Wissenstandes der befragten Hausärztinnen und Hausärzte zum Erhebungszeitpunkt hinsichtlich der Ultraschallbildgebung bei knöchernen Verletzungen sowie deren Anwendung.

Die Mehrheit der Teilnehmenden (71,9 %, $n = 192/267$) glaubt, dass die Sonografie bei der Diagnose von Knochenverletzungen der konventionellen Röntgenuntersuchung unterlegen sei. 39,3 % der Hausärzt:innen ($n = 110/280$) gaben an, bereits Kenntnisse über dieses bildgebende Verfahren zur Frakturdiagnostik zu haben und 7,8 % ($n = 22/282$) würden bereits über eigene praktische Erfahrungen in der Fraktursonografie verfügen.

128 Teilnehmerinnen und Teilnehmer (45,2 %, $n = 128/283$) erklärten weiterhin, dass sie die Thematik als interessant einschätzten („Trifft zu“: 18,0 %, $n = 51/283$; „Trifft eher zu“: 27,2 %, $n = 77/283$). Fast zwei Drittel der Hausärztinnen und Hausärzte (62,4 %, $n = 173/277$) gaben an, dass ihrer Einschätzung nach Ultraschallbildgebung zur Abklärung möglicher knöcherner Verletzungen hilfreich sein kann („Trifft zu“: 20,2 %, $n = 56/277$; „Trifft eher zu“: 42,2 %, $n = 117/277$). Mehr als die Hälfte der Befragten (52 %) bewertete die Fraktursonografie als diagnostisches Mittel, das den Versorgungsprozess bei möglichen knöchernen

Verletzungen vereinfachen kann („Trifft zu“: 14,0 % $n = 39/277$; „Trifft eher zu“: 37,9 %, $n = 105/277$). Hinsichtlich der Frage nach einer effizienteren Gestaltung des diagnostischen Ablaufs bei Frakturverdacht sahen 138 Teilnehmer:innen (49,5 %, $n = 138/279$) ein Optimierungspotenzial durch die Ultraschallbildgebung. Diesen Ergebnissen gegenüber haben zum Zeitpunkt der Befragung lediglich 11,4 % der teilnehmenden Hausärztinnen und Hausärzte ($n = 32/280$) über den Einsatz von Fraktursonografie bei möglichen knöchernen Verletzungen im Praxisalltag nachgedacht. Ebenso stuften im Rahmen dieser Erhebung nur 19,1 % der Befragten ($n = 54/283$) die Anwendung von Ultraschallbildgebung zur Abklärung möglicher Frakturen als relevant innerhalb des durch sie gestalteten Versorgungsprozess ein.

4.4.2 Einfluss von Vorwissen und Nutzungserfahrung

Um zu untersuchen, welchen Einfluss das Vorwissen und die Anwendungserfahrungen in der Stichprobe auf die Einstellung und Nutzung von Ultraschallbildgebung bei knöchernen Verletzungen haben, erfolgten Subgruppenvergleiche anhand von Kreuztabellen und Chi-Quadrat-Tests.

Jene Befragungsteilnehmer:innen, die angaben, dass sie die Sonografie als diagnostisches Verfahren bei knöchernen Verletzungen der konventionellen Röntgenuntersuchung als unterlegen bewerten, schätzen ebenfalls, dass Ultraschallbildgebung im Versorgungsprozess bei Frakturen keinen hilfreichen Nutzen erbringen könnte ($n = 263$, $p < 0,001$). Dies konnte ebenfalls bezüglich der Frage nach einer effizienteren Gestaltung ($n = 263$, $p < 0,001$) sowie der Vereinfachung des Versorgungsprozesses ($n = 265$, $p < 0,001$) festgestellt werden. Hinsichtlich des Interesses an der Thematik Ultraschallsonografie ($n = 266$, $p = 0,345$) sowie der Einstufung der Relevanz im Versorgungsprozess ($n = 267$, $p = 0,243$) konnte jedoch kein auffälliger Zusammenhang gefunden werden. Hausärztinnen und Hausärzte, die bereits von der diagnostischen Möglichkeit der Fraktursonografie Kenntnis hatten, gaben hingegen häufiger an ($n = 280$, $p < 0,001$), dass sie bereits über die zukünftige Nutzung von Ultraschallbildgebung bei Verdacht auf eine knöcherne Verletzung nachgedacht hätten. Dies konnte

auch für jene Teilnehmende gezeigt werden, die bereits Anwendungserfahrungen sammeln konnten ($n = 282$, $p < 0,001$).

Das Wissen um das diagnostische Potenzial der Fraktursonografie sowie deren praktische Anwendung beeinflussen demnach positiv die Einstellung bezüglich ihrer möglichen Rolle sowie der Nutzung im Versorgungsprozess knöcherner Verletzungen.

4.4.3 Einfluss von demografischen Unterschieden

Im Folgenden soll der Einfluss demografischer Unterschiede auf die Einstellung zur Ultraschallbildgebung bei Frakturverdacht beschrieben werden.

Zunächst konnte kein Unterschied der Hausärztinnen und Hausärzte in den Bundesländern Sachsen und Sachsen-Anhalt hinsichtlich der Praxisausstattung mit einem Ultraschallgerät festgestellt werden ($n = 286$, $OR = 0,678$, 95 % KI: [0,418; 1,103]). Des Weiteren gab es keinen Unterschied zwischen diesen beiden Bundesländern, ob die Teilnehmer:innen selbst die Untersuchungen durchführen oder eine Kollegin beziehungsweise ein Kollege in der Praxis die Untersuchenden sind ($n = 159$, $p = 0,399$). Ebenso ließ sich feststellen, dass die Befragten in Sachsen und Sachsen-Anhalt keine Unterschiede hinsichtlich ihres Interesses an der Thematik Fraktursonografie zeigen ($n = 283$, $p = 0,495$).

Männliche und weibliche Hausärzt:innen verfügen gleichermaßen über ein Ultraschallgerät in ihren Praxen ($n = 286$, $p = 0,411$) und nutzen dieses gleichermaßen häufig ($n = 159$, $p = 0,845$). Tendenziell scheinen männliche Kollegen eher an der Thematik interessiert zu sein ($p = 0,06$; $n = 283$).

Es konnte ein Unterschied bezüglich des Vorhandenseins eines Ultraschallgerätes in den hausärztlichen Praxen der verschiedenen Altersgruppen festgestellt werden ($n = 159$, $p < 0,001$). So gaben 74,3 % der Befragten ($n = 26/35$) in der Altersgruppe zwischen 30 bis 40 Jahren an, dass sie über ein Ultraschallgerät in ihrer Praxis verfügen. Ebenso bei den Hausärztinnen und Hausärzten zwischen 40 bis 50 Jahren besitzen 54 von 77 Teilnehmer:innen (70,1 %) ein Ultraschallgerät in ihrer Praxis. Knapp die Hälfte (49 %, $n = 52/106$) der 50ig- bis 60ig-jährigen Befragten verfügen ebenfalls über ein Ultraschall-

gerät in ihren Praxen, während dies nur für 40,3 % ($n = 27/67$) der über 60ig-Jährigen gilt ($n = 27/67$). Bezugnehmend auf die Frage, ob die Teilnehmenden der verschiedenen Altersgruppen die Thematik der Fraktursonografie als interessant ($n = 283$, $p = 0,476$), hilfreich ($n = 277$, $p = 0,651$) oder relevant ($n = 283$, $p = 0,101$) einstufen, konnten keine statistischen Unterschiede nachgewiesen werden. Des Weiteren erbrachte die Einschätzung bezüglich der effizienteren ($n = 279$, $p = 0,433$) und vereinfachten ($n = 0,338$, $p = 277$) Gestaltung des Versorgungsprozesses keine Unterschiede innerhalb der Altersgruppen. Dies zeigte sich auch in den Fragen, ob die Teilnehmerinnen und Teilnehmer bereits von der Fraktursonografie gehört haben ($n = 280$, $p = 0,141$), über deren Nutzung im Versorgungsprozess nachgedacht ($n = 280$, $p = 0,829$) oder diese bereits selbst angewandt haben ($n = 282$, $p = 0,590$).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass demografische Unterschiede weitestgehend keinen Einfluss auf die Nutzung von Ultraschallbildgebung zur Frakturdiagnostik haben. Jedoch bieten jüngere Hausärztinnen und Hausärzte häufiger Ultraschalluntersuchungen in ihren Praxen an.

4.4.4 Einfluss der fachlichen Spezialisierungen, Hochschulgrade und Fortbildungsnachweise

Anschließend soll der Einfluss der fachärztlichen Qualifikation, des akademischen Grades und Fortbildungszertifikate auf die Anwendung von Ultraschallbildgebung sowie Einstellung zur Fraktursonografie beschrieben werden.

Befragungsteilnehmer:innen, die im fachärztlichen Bereich Innere Medizin spezialisiert sind, gaben häufiger an ($n = 270$, $p < 0,001$), über ein Ultraschallgerät in ihrer Praxis zu verfügen. 93 % der hausärztlich tätigen Internistinnen und Internisten ($n = 80/86$) bieten demnach Sonografie an, währenddessen dies lediglich 42,4 % der Allgemeinmedizinerinnen und Allgemeinmediziner ($n = 78/106$) tun. Ebenso waren Internist:innen mit 86 % ($n = 74/86$) gegenüber 34,8 % der Allgemeinmediziner:innen ($n = 64/184$) auffällig häufiger selbst die Untersuchenden ($n = 270$, $p < 0,001$). Hinsichtlich des Interesses an der

Thematik Fraktursonografie konnte jedoch kein Unterschied zwischen den fachärztlichen Gruppen (Innere Medizin: 40,4 %, $n = 43/85$; Allgemeinmedizin: 47,8 %, $n = 87/182$) festgestellt werden ($n = 267$, $p = 0,233$). Zusätzlich ergab sich kein Unterschied hinsichtlich des akademischen Grades sowie dem Interesse an Ultraschallbildgebung als diagnostisches Mittel bei Frakturverdacht ($n = 283$, $p = 0,393$).

Hausärztinnen und Hausärzte, die über ein Fortbildungszertifikat verfügen, haben nicht kennzeichnend häufiger von der diagnostischen Möglichkeit der Ultraschallbildgebung bei knöchernen Verletzungen gehört ($n = 280$, $p = 0,625$). Bezüglich der eigenen Anwendungserfahrungen ($n = 280$, $p = 0,442$) oder die Überlegung der zukünftigen Nutzung ($n = 280$, $p = 0,131$) konnte bei den Teilnehmenden, die angaben, dass sie ihr letztes Fortbildungszertifikat in den letzten fünf Jahren erworben haben, keine Unterschiede in der Zustimmung verzeichnet werden. Dies galt ebenfalls für das Interesse an der Fraktursonografie ($n = 283$, $p = 0,340$).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Fachärzt:innen der Inneren Medizin häufiger über ein Ultraschallgerät in ihren Praxen verfügen. Hingegen sind die fachärztliche Spezialisierung, der akademische Grad sowie der Zeitpunkt des Erwerbs des letzten Fortbildungszertifikats kein Prädiktor für das Interesse an der Fraktursonografie.

4.4.5 Einfluss des Einzugsgebietes und Entfernung zur Anschlussversorgung

Im Folgenden soll dargestellt werden, wie die Lage der Praxis und die Entfernung zu den Anschlussversorgungsmöglichkeiten in unterschiedlichen Einzugsgebieten auf die Einstellung und Nutzung von Fraktursonografie in der befragten Stichprobe einwirken.

Hierzu wurde zunächst die Verfügbarkeit von Ultraschallgeräten in den verschiedenen Einzugsgebieten untersucht. Es konnte kein Unterschied ($p = 0,851$) festgestellt werden, dass Praxen in einem ländlichen Gebiet (58,4 %, $n = 45/77$) häufiger mit einem Ultraschallgerät ausgestattet waren als jene in Groß- oder

Kleinstädten (Großstadt: 55,8 %, $n = 44/77$; Kleinstadt: 54,7 %, $n = 64/117$). Auch hinsichtlich der Einstufung, ob die Fraktursonografie von Interesse ($n = 283$, $p = 0,379$) oder Relevanz ($n = 283$, $p = 0,140$) für den Versorgungsprozess sei, unterschieden sich die Ansichten der Teilnehmer:innen aus den verschiedenen Einzugsgebieten nicht. Weiterhin bewerteten sie die Frage, ob der Einsatz im diagnostischen Prozess hilfreich sei ($n = 277$, $p = 0,106$), diesen effizienter gestalten könne ($n = 279$, $p = 0,245$) oder diesen vereinfache ($n = 277$, $p = 0,076$), nicht unterschiedlich. Jedoch waren Hausärztinnen und Hausärzte, die angaben, dass die Ultraschalldiagnostik für die Diagnose einer vermuteten Fraktur eher relevant für die eigene Praxis sei, im Durchschnitt weiter von einem Weiterbehandelnden entfernt (Abbildung 5 a). Eine ähnliche Korrelation wurde für die Entfernung zur nächsten chirurgischen Praxis beziehungsweise der nächsten Notaufnahme bei Hausärzt:innen gefunden, die den Einsatz von Sonografie zur Frakturdiagnose in Betracht gezogen hatten (Abbildung 5 b). Es gab keinen auffälligen Zusammenhang zwischen der Nutzung von Ultraschall in der Praxis sowie den übrigen Einstellungsmerkmalen und den Entfernungen zu den nächstgelegenen Anschlussversorgenden (Tabelle 4). Auf Grund der besseren Übersichtlichkeit, erfolgte die zusammenfassende Darstellung der Extremitäten mit den jeweiligen „eher“ und „eher nicht“ beurteilenden Angaben.

Tabelle 4: Korrelation zwischen der Ultraschallnutzung sowie weiteren Einstellungsmerkmalen gegenüber der Fraktursonografie und der Entfernung zu den Anschlussversorgenden

	Entfernung Chirurgie (M [SD] in min)	Entfernung Radiologie (M [SD] in min)	Entfernung Notaufnahme (M [SD] in min)
Nutzung von Ultraschall:			
Nutzer:innen	10,17 min $\pm$ 7,01	11,19 min [$\pm$ 8,69]	12,23 min [$\pm$ 11,11]
Nichtnutzer:innen	9,29 min $\pm$ 7,55, d = 0,88; p = 0,33	12,42 min [$\pm$ 8,96] d = 1,23 p = 0,26	12,28 min [$\pm$ 8,40] d = - 0,05; p = 0,968
Interesse:			
"interessant"	9,75 [$\pm$ 7,92]	11,77 [$\pm$ 9,04]	13,16 [$\pm$ 11,5]
"nicht interessant"	9,64 [$\pm$ 6,89] d = - 0,11; p = 0,901	11,74 [$\pm$ 8,72] d = - 0,03; p = 0,98	11,56 [$\pm$ 7,9] d = - 1,6; p = 0,17
Hilfe			
"hilfreich"	9,46 [$\pm$ 7,27]	11,69 [$\pm$ 8,89]	12,53 [$\pm$ 10,57]
"nicht hilfreich"	9,90 [$\pm$ 7,49] d = 0,43; p = 0,65	11,55 [$\pm$ 7,95] d = - 0,14 , p = 0,90	11,26 [$\pm$ 7,44] d = - 1,28 , p = 0,28
Effizienz			
"effizient"	10,05 [$\pm$ 7,61]	11,91 [$\pm$ 9,27]	13,23 [$\pm$ 1,06]
"nicht effizient"	9,23 [$\pm$ 7,06] d = - 0,81; p = 0,37	11,57 [$\pm$ 8,49] d = - 0,34; p = 0,76	11,28 [$\pm$ 8,09] d = - 1,96; p = 0,93
Vereinfachung			
"vereinfacht"	9,90 [$\pm$ 7,52]	11,91 [$\pm$ 9,02]	13,16 [$\pm$ 11,26]
"nicht vereinfacht"	9,32 [$\pm$ 7,16] d = - 0,58; p = 0,53	11,46 [$\pm$ 8,76] d = - 0,54; p = 0,68	11,25 [$\pm$ 7,68] d = - 1,91; p = 0,10

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Entfernung zum nächsten Anschlussversorgenden die Einstufung der Relevanz sowie die Überlegung der Nutzung von Fraktursonografie positiv beeinflusst (Abbildung 5 a und b).

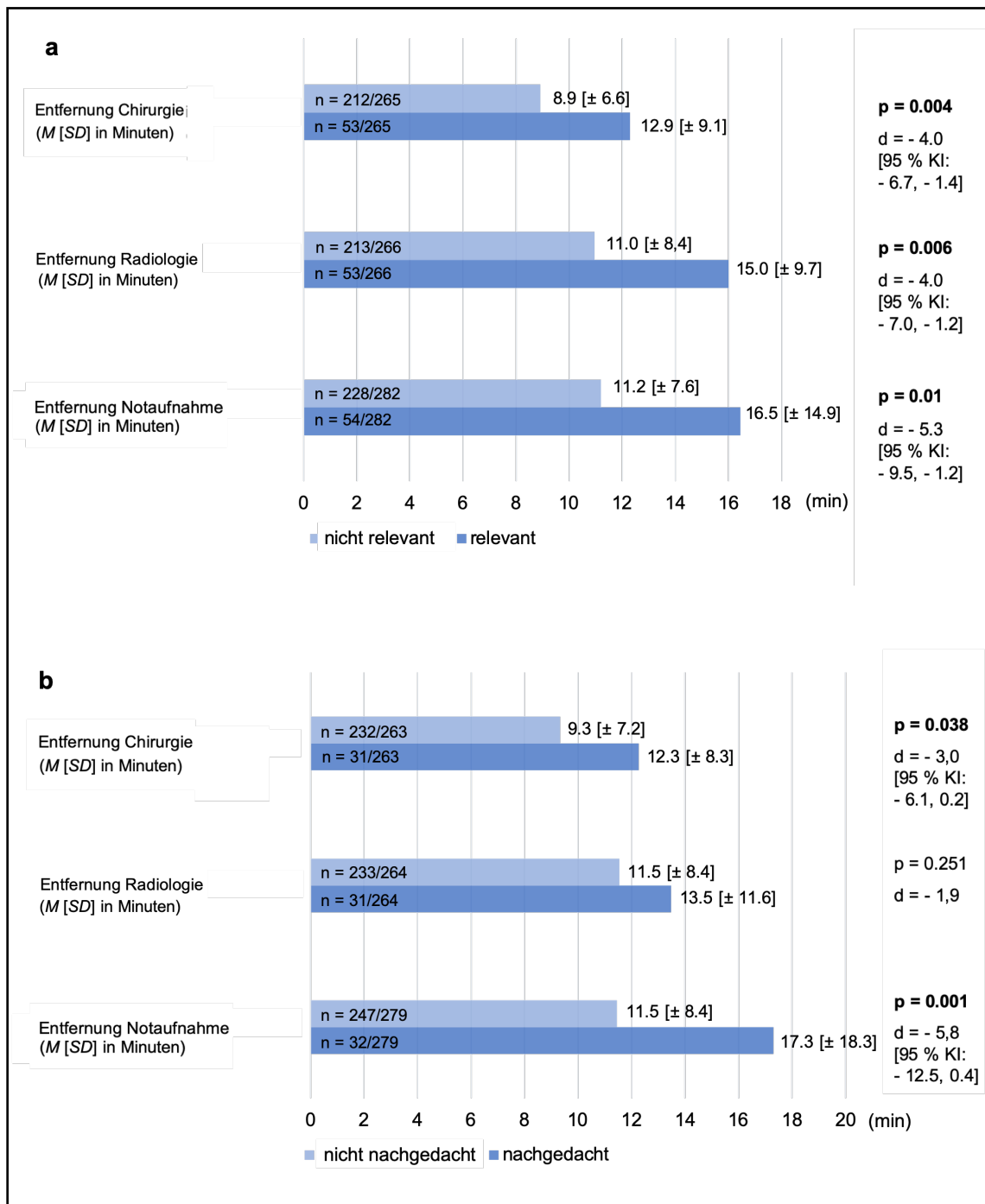


Abbildung 5: Darstellung der Beurteilung der (a) Relevanz und (b) Überlegung der Nutzung von Ultraschallsonografie in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Entfernung in Fahrminuten M zum nächsten Anschlussversorgenden.

4.4.6 Einfluss durch die technische Praxisausstattung und die Ultraschallnutzer:innen

Im nächsten Schritt wurde der Einfluss der bereits bestehenden technischen Ausstattung der Praxis mit einem Ultraschallgerät auf die Einstellung und Anwendung der Fraktursonografie durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer untersucht.

Hausärzt:innen, die in ihrer Praxis Ultraschallbildgebung verwenden, gaben häufiger an, die Anwendung von Sonografie für die Frakturdiagnose in Betracht gezogen zu haben ($n = 280$, $p = 0,002$). Ebenso konnte gezeigt werden, dass Ultraschallnutzerinnen und -nutzer erkennbar häufiger die Fraktursonografie bereits praktisch angewandt haben ($n = 282$, $p = 0,001$). Hinsichtlich der Frage, ob Ultraschallnutzer:innen bereits von der Untersuchungsmethode der Fraktursonografie gehört hatten, zeigten sich keine Unterschiede ($n = 280$, $p = 0,241$). Weiterhin schätzten Nutzer:innen genau wie Nichtnutzer:innen die Ultraschallbildgebung der konventionellen Röntgenuntersuchung als unterlegen ein ($n = 267$, $p = 0,743$). Jedoch stufen Nutzerinnen und Nutzer die Fraktursonografie bei knöchernen Verletzungen auffällig als relevanter für den Versorgungsprozess ein ($n = 283$, $p = 0,009$). Diese Beobachtung wiederholte sich hingegen nicht in Fragen nach der effizienteren ($n = 279$, $p = 0,310$) oder vereinfachten ($n = 277$, $p = 0,755$) Gestaltung des Versorgungsprozesses bei knöchernen Verletzungen. Ebenso bewerteten Nutzer:innen und Nichtnutzer:innen nicht unterschiedlich, ob Fraktursonografie hilfreich in der Diagnostik sein könne ($n = 277$, $p = 0,132$). Weiterhin zeigten Nutzerinnen und Nutzer kein bemerkenswert größeres Interesse an der Thematik Fraktursonografie als Kolleg:innen ohne Ultraschallgerät in ihren Praxen ($n = 283$, $p = 0,182$). Das Wissen, die Überzeugungen und Einstellung gegenüber Ultraschallbildgebung zur diagnostischen Abklärung knöcherner Frakturen von Nutzer:innen und Nichtnutzer:innen von Sonografie sind in Abbildung 6 zusammengefasst. Diese Abbildung wurde aus Schmid GS und Kühnast B, et al. (2020) übersetzt, modifiziert dargestellt und neu berechnet [44]

Hierbei zeigte sich, dass die Nutzung von Ultraschallbildgebung positiv auf die Einstellung gegenüber der Relevanz, Anwendungsüberlegungen sowie -erfahrungen einwirkt.

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass Ultraschallnutzerinnen und -nutzer häufiger die Fraktursonografie bereits angewandt haben, deren Relevanz höher einstufen und demnach bereits über deren Integration in den Versorgungsprozess nachgedacht haben.

4.5 Multivariate lineare Regressionsanalyse

Abschließend erfolgt die Darstellung des gemeinsamen Einflusses der fachärztlichen Spezialisierung sowie Lage der Praxis auf die Häufigkeit der Ultraschallnutzung pro Woche mittels einer multivariaten linearen Regressionsanalyse. Praxen, die über kein Ultraschallgerät verfügten, wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Durchschnittlich werden 17 Untersuchungen pro Woche ($n = 157/286$; $M = 16,7$; $SD = 21,6$; Median = 10; IQR = 15) in den befragten Praxen, die über ein Ultraschallgerät verfügen durchgeführt.

Eine im Rahmen der einfachen linearen Regression durchgeführte Varianzanalyse mit der Anzahl der Ultraschalluntersuchungen pro Woche als der abhängigen Variable und der der fachärztlichen Spezialisierung sowie der Lage der Praxis als erklärenden Variablen lässt den Rückschluss zu, dass in der Grundgesamtheit ein Zusammenhang zwischen diesen Variablen besteht ($p = 0,008$). 6,2 % ($R^2 = 0,062$) der Varianz von Ultraschalluntersuchungen pro Woche kann mit den Variablen fachärztliche Spezialisierung und Lage der Praxis erklärt werden.

Die fachärztliche Spezialisierung zeigte einen positiven Einfluss auf die Häufigkeit der Ultraschallnutzung ($\beta = 9,85$; $p = 0,005$; 95 % KI: [3,0; 16,7]). Dies bedeutet, dass in fachärztlich spezialisierten Praxen unter Kontrolle der Praxislage 9,85 Untersuchungen mehr pro Woche durchgeführt werden. Die fachärztliche Spezialisierung ist demnach ein Prädiktor für die Anzahl der Ultraschalluntersuchungen pro Woche.

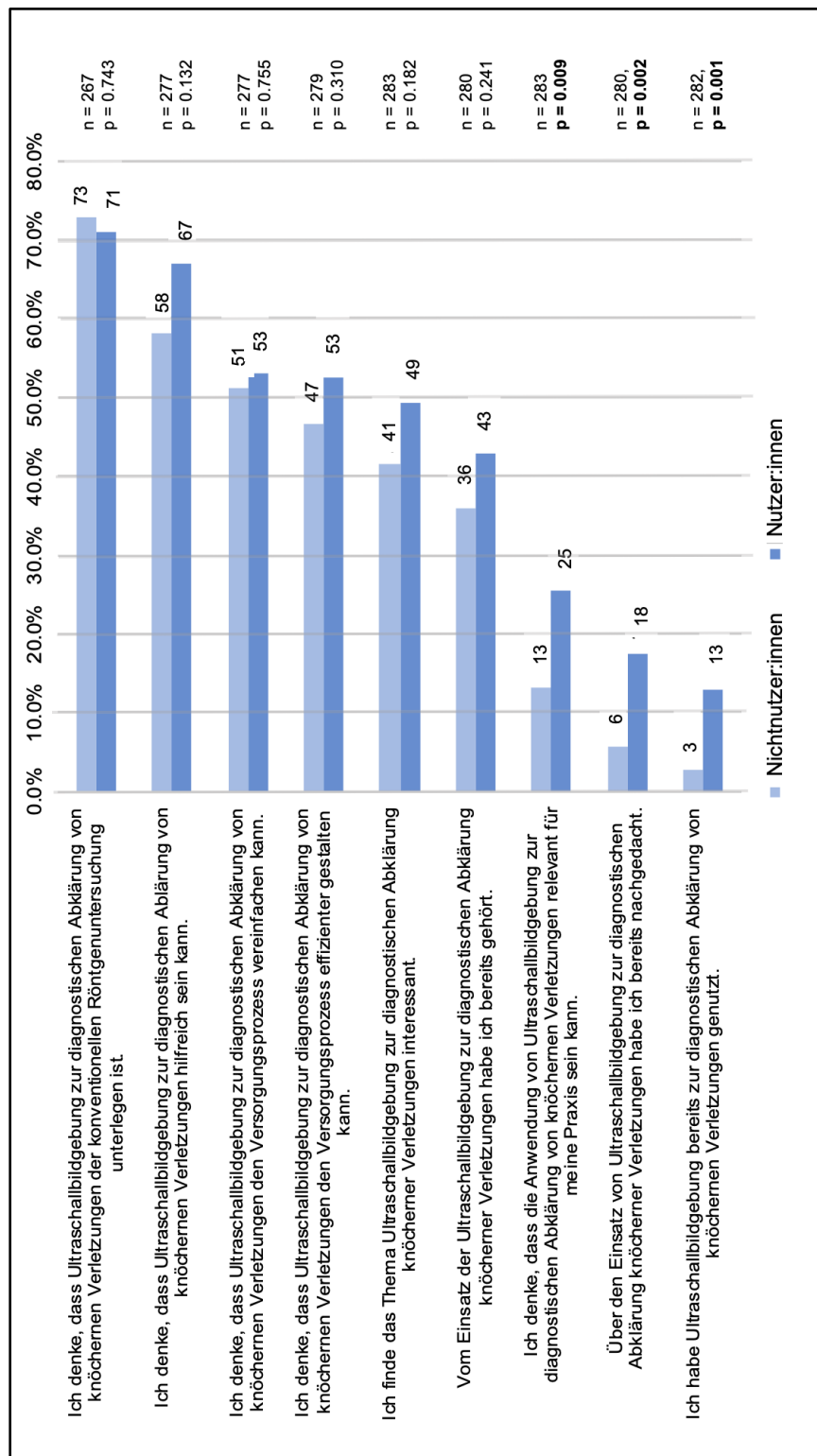


Abbildung 6: Wissen, Überzeugungen und Einstellung gegenüber Ultraschallbildgebung zur diagnostischen Abklärung knöcherner Frakturen von Nutzer:innen und Nichtnutzern:innen von Sonografie.⁶

⁶ Übersetzt, modifiziert und neu berechnet nach Schmid GS, Kühnast B, et al. (2020). Lizenz: CC BY 4.0. DOI: 10.1186/s12875-020-1078-.

Allgemeinmediziner:innen führen durchschnittlich 12 Ultraschalluntersuchungen ($n = 79/156$, $M = 11,9$) durch, während es bei hausärztlich tätigen Internist:innen 22 ($n = 77/156$, $M = 21,7$), Untersuchungen pro Woche sind. Die mittlere Differenz beträgt hierbei 10 Untersuchungen pro Woche ($p = 0,005$; $d = -9,7$; KI: $[-16,5; -2,9]$). Es konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen der Lage ($\beta = -2,22$; $p = 0,332$; 95 % KI: $[-6,3; 2,3]$) und der Anzahl der durchgeführten Ultraschalluntersuchungen pro Woche beobachtet werden. Das Konfidenzintervall umfasst den Nullwert, was auf das Fehlen eines statistisch nachweisbaren Effekts hinweist.

Die Ergebnisse der multivariaten linearen Regressionsanalyse sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Einfluss der fachärztlichen Spezialisierung und Praxislage auf die Häufigkeit der Ultraschallnutzung pro Woche

Variable	Regressionskoeffizient β	p	95 % KI für β
Konstante	16,69	0,002	[6,0; 17,3]
fachärztliche Spezialisierung	9,85	0,005	[3,0; 16,7]
Praxislage	- 2,12	0,332	[- 6,3; 2,3])
R	0,25		
R ²	0,062		

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Häufigkeit des Einsatzes der Ultraschallbildgebung in einer Praxis von der fachlichen Spezialisierung des Untersuchers beeinflusst wird, jedoch nicht durch die Lage der Praxis.

5 Diskussion

Im Rahmen dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass sich die befragten Hausärztinnen und Hausärzte bei durchschnittlich sechs geschätzten Frakturverdachtsfällen pro Monat regelmäßig in ihrem Praxisalltag mit einer knöchernen Verletzung konfrontiert sehen. Der Großteil der Befragten gab an, sich sicher im Umgang mit Knochenbrüchen zu fühlen und bewertete den üblichen Prozess zur Abklärung einer möglichen knöchernen Verletzung nach einem Trauma als nicht umständlich. Demgegenüber gaben jedoch 41 % der befragten Hausärztinnen und Hausärzte an, dass sie ihre Patient:innen primär an die Radiologie überweisen würden, auch wenn eine Fraktur unwahrscheinlich erscheint. Screening-Instrumente wie Scores sind unter den Teilnehmer:innen außerdem überwiegend unbekannt und werden im diagnostischen Prozess entsprechend nur selten genutzt. Auch verfügt etwa die Hälfte der Praxen über die technische Ausstattung mit einem Ultraschallgerät, welches jedoch kaum Anwendung bei diagnostischen Fragen des Skelettsystems betreffend findet. Das diagnostische Potenzial der Fraktursonografie gegenüber der konventionellen Röntgenuntersuchung wurde durch den Großteil der Befragten unterbewertet. Allerdings konnte die Bereitschaft zur Innovation durch die Teilnehmer:innen für die Anwendung von Fraktursonografie bei dem Verdacht auf eine knöcherne Verletzung beobachtet werden.

Zwei Drittel der befragten Hausärztinnen und Hausärzte gaben an, dass sie sich sicher im Umgang mit knöchernen Verletzungen fühlen würden. Hierbei seien die Anamnese, anhaltende Beschwerden sowie Funktionsstörungen und Schmerzen die vorrangigen Kriterien bei der Entscheidung, ob eine Überweisung zur weiterführenden bildgebenden Diagnostik notwendig ist. Dennoch würden sich 63,7 % der Hausärzt:innen zur Diagnosesicherung für eine Weiterüberweisung entscheiden, auch wenn sie eine Fraktur für unwahrscheinlich hielten.

Diese Beobachtung ist vor allem dahingehend kritisch zu bewerten, da 41 % der Hausärztinnen und Hausärzte im Rahmen dieser Befragung angaben, ihre Patient:innen trotz einer unwahrscheinlichen knöchernen Verletzung primär an

die Radiologie zu überweisen. Diese diagnostische Entscheidung widerspricht dem Prinzip der rechtfertigenden Indikation und angemessenen Strahlenschutzmaßnahmen der Patientinnen und Patienten [10]. Darüber hinaus verdeutlichen diese Angaben, dass die konventionelle Röntgenuntersuchung nach wie vor als Standardverfahren zur bildgebenden Diagnosestellung bei dem Verdacht auf eine knöcherne Verletzung gilt und in Deutschland entsprechend weit verbreitet ist. So gaben 75 % der Hausärzt:innen, die in ländlichen Gebieten praktizieren, an, dass die nächstgelegene radiologische Einheit in weniger als 20 Minuten mit dem PKW erreichbar sei. Vor dem Hintergrund der bedarfsgerechten Planung durch die Kassenärztlichen Vereinigungen als ein wesentliches Instrument zur Sicherstellung und Gewährleistung der ambulanten Versorgung der Bevölkerung [45] scheint demnach die Mehrheit der Bürgerinnen und Bürger in Sachsen und Sachsen-Anhalt über einen hinreichenden Zugang zu einer radiologischen Akutdiagnostik zu verfügen. Jedoch wurde im Rahmen dieser Erhebung nicht die durchschnittlichen Wartezeiten bis zu einem Untersuchungstermin in einer radiologischen oder chirurgischen Praxis erfragt. Auch gibt es nach aktuellem Recherchestand keine Arbeit, welche sich mit dieser Frage innerhalb des deutschen Gesundheitssystems beschäftigt. Es ist jedoch anzunehmen, dass es auf Grund des einleitend geschilderten Personal- und Ressourcenmangels [38, 39] sowie der zunehmenden Verlagerung von diagnostischen und therapeutischen Leistungen aus dem stationären in den ambulanten Sektor [38, 40] zu längeren terminlichen Wartezeiten und Verzögerungen auch im Bereich der Akutdiagnostik kommt. Ein prolongierter Therapiebeginn sowie Komplikationen, welche potenzielle gesundheitliche Risiken für die Patient:innen bergen, können daraus resultieren. Weiterhin sind die indirekten Gesundheitskosten bei dennoch bestehenden Transportwegen von bis zu 20 Fahrminuten sowie der organisatorische und zeitliche Aufwand für die Patientin beziehungsweise den Patienten und die Angehörige zu nennen [11, 12].

Die Unsicherheit deutscher Hausärztinnen und Hausärzte im diagnostischen Umgang mit Frakturen sowie die daraus resultierende hohe Anzahl an Weiterüberweisungen mit den oben genannten Folgen für die Patient:innen deuten auf einen Bedarf an spezifischen Screening-Instrumenten mit einem

hohen negativen Vorhersagewert hin, um knöcherne Verletzungen mit ausreichender Sicherheit ausschließen zu können [44].

Wie bereits einleitend beschrieben, gibt es beispielsweise klinische Scores und Vorschläge für evidenzbasierte Diagnosealgorithmen bei bestimmten Frakturen wie die Ottawa Foot and Ankle Rules [3 – 9]. Diese können unterstützend herangezogen werden, um die Vortestwahrscheinlichkeit für die radiologische Bildgebung zu erhöhen. Im Rahmen dieser Erhebung zeigte sich jedoch, dass Hausärzt:innen derartige Screening-Instrumente nur selten im diagnostischen Prozess nutzten. Auch gab nur ein sehr geringer Teil der Befragten an, Kenntnis von diesen Entscheidungshilfen bei Verdacht auf eine knöcherne Verletzung zu haben. Vor diesem Hintergrund verwundert es nicht, dass nur knapp ein Drittel derartige Scores als relevant für ihre Entscheidungsfindung einstufen.

Neben diesen Screening-Instrumente, welche im Rahmen der körperlichen Untersuchung Anwendung finden, hat sich auch die Fraktursonografie als genaues bildgebendes Werkzeug für die Diagnose von vermuteten Knochenbrüchen erwiesen [11, 14 -19, 21 – 27]. Hierbei kann der Nachweis von Stufenbildungen, kortikaler Diskontinuitäten oder subperiostalen Hämatomen auf eine knöcherne Verletzung hindeuten. Chartier et al. berichtete im Rahmen einer systematischen Übersichtsarbeit [21] über eine hohe Sensitivität und Spezifität im Vergleich zu einfachen Röntgenbildern bei Patient:innen mit Verdacht auf eine Fraktur der langen Knochen. Diese konnten durch Champagne et al. bestätigt werden [14]. Eine noch höhere Genauigkeit bei distalen Unterarmfrakturen konnten durch zwei weitere systematische Reviews aufgezeigt werden [16, 17]. Durch Schmid et al. wurde eine Übersicht zur diagnostischen Genauigkeit des Ultraschalls bei verschiedenen Frakturlokalisationen und Patientengruppen aufgestellt [15]. Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass die Ultraschallbildgebung bei bestimmten knöchernen Verletzungen, wie beispielsweise Rippenfrakturen [18] und Kahnbeinfrakturen [19] eine höhere Genauigkeit als konventionelle Röntgenaufnahmen aufweisen kann.

Dies ist ein weiteres Beispiel für den zunehmenden Einsatz von Sonografiegeräten und die Ausdehnung der Ultraschalluntersuchung auf neue Anwendungsgebiete in fast allen Disziplinen der modernen Medizin zu

Verfahrens-, Screening- und Diagnosezwecken [20]. Laut Mengel-Jørgensen und Jensen verwenden bereits 45 % der deutschen Hausärztinnen und Hausärzte Sonografie [46]. Heidemann et al. berichteten, dass Ultraschallgeräte sogar bei etwa 70 % der deutschen Hausärzt:innen verfügbar waren, obwohl sie für das Gebiet der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik eine geringere Verbreitung (32,1 % aller Hausärzt:innen) feststellten [47]. In dieser Befragung konnte gezeigt werden, dass der Anteil der Teilnehmenden aus Sachsen und Sachsen-Anhalt, welche ein Ultraschallgerät in ihrer Praxis nutzen mit 55,6 % bereits deutlich höher gegenüber diesen Angaben lag [47]. Weiterhin waren diese gleichermaßen in ländlichen wie städtischen Einzugsgebieten verfügbar. Im Rahmen dieser zunehmenden Anwendungsmöglichkeiten und Verbreitung von Ultraschallgeräten erfolgt vermehrt die Etablierung und Integration des sogenannten Point-of-Care-Ultraschalls (PoCUS), zu dem auch die Fraktursonografie gezählt wird [11, 46 - 48]. Dieses Untersuchungsverfahren wird als der ortsgebundene Einsatz eines bildgebendes Ultraschallgerätes zur Diagnostik und Behandlung in Echtzeit definiert [20, 46, 49]. Es ermöglicht eine schnelle symptomorientierte Beurteilung von diagnostischen und therapeutischen Fragestellungen. Somit birgt der Point-of-Care-Ultraschall ein großes Potential für den Einsatz in der hausärztlichen Grundversorgung sowohl innerhalb der Praxis als auch im häuslichen Umfeld der Patient:innen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dieser Befragung gaben ebenfalls an, dass sie bereits durchschnittlich 17 Ultraschalluntersuchungen pro Woche durchführen. Die hierbei am häufigsten untersuchten Strukturen waren das Abdomen, die Schilddrüse und die Nieren einschließlich der ableitenden Harnwege. Deutlich seltener wurden Gefäßstrukturen, das Herz, andere Weichteilstrukturen oder Gelenke beurteilt. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass die Sonografie im Rahmen der hausärztlichen Diagnostik laut Einheitlichen Bewertungsmaßstab (EBM) nur bei bestimmten sowie genau definierten und überwiegend inneren Organstrukturen über die gesetzlichen Krankenversicherungen abrechenbar ist. Es ist weiterhin hervorzuheben, dass durch Point-of-Care-Ultraschalluntersuchungen die Genauigkeit anderer diagnostischer Verfahren unterstützt und die diagnostischen Gesamtkosten verringert werden können [48, 50, 51]. Dies gilt ebenfalls für die Fraktursonografie. Durch Jonckheer et al. wurde auf das diagnostische Potenzial der Kombination von Ultraschallbildgebung mit

klinischen Scores hingewiesen [9, 44]. Canagasabey et al. [22] und Tollefson et al. [13] konnten in ihren Untersuchungen zeigen, dass sich durch die gemeinsame Anwendung der sensitiven, aber unspezifischen Ottawa Foot and Ankle Rules mit der bettseitigen Sonografie kombiniert, die Spezifität des Scores erhöht [44].

Entgegen all dieser Forschungserkenntnisse und der regelmäßigen Nutzung von Sonografie zu diagnostischen Zwecken in mehr als der Hälfte aller Praxen zeigte sich innerhalb dieser Befragung, dass 71,9 % der Teilnehmenden die Ultraschallbildgebung bei der Diagnose von Knochenverletzungen weiterhin der konventionellen Röntgenuntersuchung als unterlegen einstufen. Nur knapp 40 % der befragten Hausärztinnen und Hausärzte gaben an Kenntnis über dieses bildgebende Diagnoseinstrument zu haben und lediglich 22 Teilnehmer:innen verfügten über praktische Anwendungserfahrungen. Dieses fehlende Wissen beeinflusst die Einstellung und Bewertung der Fraktursonografie als diagnostisches Instrument im klinischen Praxisalltag. Dies zeigte sich deutlich, da jene Befragungsteilnehmenden, welche die Sonografie der konventionellen Röntgenuntersuchung als unterlegen bewerteten, häufiger Ultraschallbildgebung weder als hilfreich noch als vereinfachend im Versorgungsprozess von Frakturen bewerteten. Auch in der Frage nach einer effizienteren Gestaltung konnte dies gezeigt werden. Hingegen gaben Hausärztinnen und Hausärzte, die bereits von der diagnostischen Möglichkeit der Fraktursonografie Sachkenntnis hatten, auffällig häufiger an, dass sie bereits über die zukünftige Nutzung von Ultraschallbildgebung bei Verdacht auf eine knöcherne Verletzung nachgedacht hätten. Ähnliche Ergebnisse ließ sich auch für jene Teilnehmer:innen feststellen, die bereits Anwendungserfahrungen sammeln konnten. Dies lässt Rückschlüsse darüber zu, dass das Wissen um die Fraktursonografie sowie deren praktische Anwendung die Einstellung bezüglich ihrer möglichen Rolle im Versorgungsprozess knöcherner Verletzungen beeinflussen. Weitere Anstrengungen sind erforderlich, um das fachliche Wissen und damit die Einstellung von Hausärzt:innen hinsichtlich der Genauigkeit der Sonografie zur Frakturdiagnose auch in Kombination mit klinischen Screening-Instrumenten wie Scores zu verbessern. Hierzu zählen neben der Formulierung von Handlungsempfehlungen und Leitlinien auch Schulungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten.

Weiterhin sind zur Etablierung der Ultraschallbildgebung bei Frakturverdacht in den hausärztlichen Diagnoseprozess weitere Forschungsanstrengungen erforderlich. So berichten nur wenige Untersuchungen über die Sonografie gestützte Frakturdiagnostik im ambulanten Bereich [26, 27], während die Mehrheit der Studien sich auf Beobachtungen in Notaufnahme beziehen [15]. Darüber hinaus wurden bisher keine weiteren Untersuchungen hinsichtlich der Integration und Anwendung von Ultraschallbildgebung als diagnostisches Mittel bei Verdacht auf knöcherne Verletzungen in der hausärztlichen Routineversorgung veröffentlicht. Bei einer Suche in der neueren Literatur konnten keine vergleichbaren Studien gefunden werden, die den Einsatz von Ultraschallbildgebung zur Frakturdiagnostik in der hausärztlichen Praxis beschreiben. Im Rahmen einer Erhebung wurde der Effekt der Einführung der Teleradiologie auf die Anzahl der durchgeführten Röntgenuntersuchungen bei Verdacht auf eine knöcherne Verletzung in einer hausärztlichen Praxis beschrieben [12]. Die Möglichkeit der Diagnosestellung durch die Hausärztin beziehungsweise den Hausarzt vor Ort reduzierte die Anzahl unnötiger Überweisungen an einen Weiterbehandelnden. Ein ähnlicher Effekt könnte durch die Integration der Sonografie als bildgebende Erweiterung zur körperlichen Untersuchung bei Frakturverdacht erzielt werden. Ergänzend hierzu zeigt eine weitere Studie, dass mehr Patientinnen und Patienten mit nicht komplexen Frakturen genauso adäquat ambulant durch ihre Hausärztin oder ihren Hausarzt wie in einem Krankenhaus behandelt werden können [40]. Ein durchgängiges Behandlungsmanagement einfacher knöcherner Verletzungen in der hausärztlichen Praxis ist demnach denkbar.

Obwohl der Großteil der Teilnehmerinnen und Teilnehmer den bisherigen diagnostischen Prozess bei Frakturverdacht als nicht umständlich bewertet, hielten innerhalb dieser Befragung zwei Drittel der Hausärzt:innen die Ultraschallbildgebung für hilfreich und mehr als die Hälfte glaubt, dass sie den Versorgungsprozess weiter vereinfachen könne. Auch gaben knapp 50 % der Teilnehmenden an, dass die Fraktursonografie zur effizienteren Gestaltung des Versorgungsprozesses beitragen kann und bewerteten die Thematik als interessant. Dies weist auf die Offenheit und Innovationsbereitschaft für diese neue Anwendung des bekannten Diagnosegeräts hin.

Demografische Unterschiede scheinen unter den Befragungsteilnehmer:innen weitestgehend keinen Einfluss auf die Einstellung gegenüber der Ultraschallbildgebung bei Frakturverdacht auszuüben. Jedoch bieten jüngere Hausärzt:innen und Hausärzte häufiger Ultraschalluntersuchungen in ihren Praxen an. Entsprechende Studien zur Ultraschallanwendungen in den verschiedenen Altersgruppen wurden nach aktuellen Recherchestand bisher nicht durchgeführt. Es wäre denkbar, dass jüngere Medizinerinnen und Mediziner ein vermehrtes Interesse an technischen Diagnosehilfsmitteln aufweisen, da sie mit einer voranschreitenden Durchdringung aller Lebensbereiche durch Informations- und Kommunikationstechnologien aufgewachsen sind. Dies kann auf eine künftig weiterhin zunehmende Etablierung technischer Diagnosehilfsmittel wie der Sonografie im Bereich der hausärztlichen Betreuung hindeuten. Weiterhin kann festgestellt werden, dass die fachärztliche Spezialisierung einen Prädiktor für die Häufigkeit von Ultraschalluntersuchungen darstellt. Hausärztlich tätige Internist:innen und Internisten verfügen deutlich häufiger über ein Ultraschallgerät in ihrer Praxis und führen ebenfalls häufiger Ultraschalluntersuchungen pro Woche durch als ihre allgemeinmedizinischen Kolleginnen und Kollegen. Ebenso waren Internist:innen gegenüber den Allgemeinmediziner:innen häufiger selbst als Untersuchende tätig. Hinsichtlich des Interesses an der Thematik Fraktursonografie konnte hingegen kein Unterschied zwischen diesen beiden Fachärzt:innengruppen festgestellt werden. Diese Ergebnisse deuten auf das vor allem strukturelle Problem der facharztabhängigen Sonografienutzung hin, da beinahe zwei Drittel der befragten Allgemeinmediziner:innen waren und lediglich knapp ein Drittel Internisten:innen. Um die Fraktursonografie im Rahmen des Point-of-Care-Ultraschalls zu etablieren, ist es daher notwendig, das Nutzungsverhalten von Ultraschallbildgebung unter den deutschen Allgemeinmediziner:innen und Allgemeinmediziner:innen weiter zu untersuchen und deren Anwendung zu fördern. Als eine Erweiterung der diagnostischen Möglichkeiten und Instrument zur Vermeidung von Überdiagnostik sollte die Ultraschallbildgebung daher so barrierefrei wie möglich gestaltet werden [52]. Weiterhin könnte die didaktische Vermittlung des Point-of-Care-Ultraschalls zukünftig verstärkt in die fachärztliche Weiterbildung Allgemeinmedizin etabliert werden [48, 52]. Mehrere Pilotstudien haben gezeigt, dass die notwendigen Fähigkeiten zur Durchführung einer strukturierten Untersuchung im Rahmen des allgemeinmedizinischen

Prinzips der Stufendiagnostik innerhalb kurzer Zeit erlernt werden können [23 – 25].

Auch wenn sich kein Einfluss der Lage der Praxis auf die Anzahl der Ultraschalluntersuchungen pro Woche herstellen ließ, konnte dennoch ein Einfluss des Einzugsgebietes auf die Einstellung der Hausärzt:innen bezüglich der Fraktursonografie festgestellt werden. Befragungsteilnehmende, die angaben, dass die Ultraschalldiagnostik für die Diagnose einer vermuteten Fraktur eher relevant für ihre eigene Praxis sei, waren im Durchschnitt weiter von ihrer nächsten chirurgischen oder radiologischen Praxis oder einer Notaufnahme entfernt. Ebenso hatten Hausärztinnen und Hausärzte mit einer weiteren Entfernung zu einem Weiterbehandelnden häufiger den Einsatz von Sonografie zur Frakturdiagnose in Betracht gezogen.

Ähnlich wie bei der Praxislage, beeinflusste auch die bereits vorhandene Ausstattung der Praxis mit einem Ultraschallgerät die Einstellung der Hausärzt:innen zur Fraktursonografie. So stuften Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die in ihrer Praxis Ultraschallbildgebung anwenden, die Nutzung der Fraktursonografie häufiger als relevant ein und zogen auffällig häufiger deren Integration in den Versorgungsprozess in Betracht.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Nutzungspotential der Fraktursonografie den Behandelnden bewusst ist, jedoch die weitere Akzeptanz der Hausärzt:innen für Ultraschallbildgebung als Diagnoseinstrument für vermutete Frakturen nur wie bereits beschrieben durch die Bereitstellung klarer Evidenz und praktischer Empfehlungen für die tägliche Praxis verbessert werden kann.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Großteil der Befragten sich sicher im Umgang mit knöchernen Verletzungen fühlt. Demgegenüber gab jedoch knapp zwei Drittel der befragten Hausärztinnen und Hausärzte an, Patient:innen zur weiterführenden Diagnostik zu überweisen, auch wenn eine Fraktur unwahrscheinlich erscheint. Hierbei entscheiden sich über 40 % für eine radiologische Praxis. Dies zeigt, dass die konventionelle Röntgenuntersuchung weiterhin das Standardverfahren zur Diagnose von Knochenbrüchen in Deutschland darstellt. Scores als Screeninginstrumente sind unter den Teilnehmer:innen weitgehend unbekannt und werden im diagnostischen Prozess entsprechend nur selten genutzt. Obwohl über die Hälfte der Praxen über ein

Ultraschallgerät verfügen, wird dieses überwiegend zur diagnostischen Beurteilung innerer Organsysteme herangezogen. Weiterhin stufen 71,9 % der Teilnehmenden die Sonografie der konventionellen Röntgenuntersuchung als unterlegen ein. Dieses fehlende Wissen beeinflusst die Einstellung und Bewertung der Fraktursonografie als diagnostisches Instrumentarium im klinischen Praxisalltag, da jene Befragungsteilnehmenden, welche die Sonografie der konventionellen Röntgenuntersuchung als unterlegen einstufen, häufiger Ultraschallbildgebung weder als hilfreich noch als vereinfachend im Versorgungsprozess von Frakturen bewerteten. Hingegen gaben Hausärztinnen und Hausärzte, die bereits von der diagnostischen Möglichkeit der Fraktursonografie Sachkenntnis beziehungsweise Anwendungserfahrungen hatten, auffällig häufiger an, dass sie bereits über deren zukünftige Nutzung bei Verdacht auf eine knöcherne Verletzung nachgedacht haben. Obwohl der Großteil der Befragten den üblichen diagnostischen Prozess bei Frakturverdacht als nicht umständlich bewertet, gab knapp die Hälfte der Teilnehmenden an, dass die Fraktursonografie zur effizienteren Gestaltung des Versorgungsprozesses beitragen kann und stufen die Thematik als interessant ein. Dies weist auf die Offenheit und Innovationsbereitschaft für diese neue Anwendung des bekannten Diagnosegeräts hin. Obwohl eher jüngere Hausärzt:innen über ein Sonografiegerät in ihren Praxen verfügen, ließen sich keine demografischen Unterschiede zur Einstellung gegenüber der Fraktursonografie feststellen. Die fachärztliche Spezialisierung der Inneren Medizin stellt zwar einen Prädiktor für die Ultraschallanwendung im Allgemeinen dar, hinsichtlich des Interesses an der Thematik Fraktursonografie konnte hingegen kein Unterschied zwischen Allgemeinmediziner:innen und Internist:innen beobachtet werden. Die Lage sowie die bestehende Ausstattung der Praxis mit einem Ultraschallgerät beeinflussen die Einstellung zum Thema Fraktursonografie positiv. So waren Befragungsteilnehmende, die angaben, dass die Ultraschalldiagnostik für die Diagnose einer vermuteten Fraktur eher relevant für ihre eigene Praxis sei, im Durchschnitt weiter von einer Anschlussversorgung entfernt und haben häufiger den Einsatz von Sonografie zur Frakturdiagnose in Betracht gezogen. Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die in ihrer Praxis bereits Ultraschallbildgebung anwenden, gaben ebenfalls häufiger an, die Nutzung von Sonografie für die Frakturdiagnose in Betracht gezogen zu haben.

Es wäre hilfreich Leitlinien für unterstützende Screening-Instrumente wie Scores in Kombination mit der Fraktursonografie für die hausärztliche Versorgung im Umgang mit möglichen knöchernen Verletzungen zu formulieren und entsprechende Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten auch im Rahmen der allgemeinmedizinischen Fachärzt:innenausbildung anzubieten. Des Weiteren muss der Point-of-Care-Ultraschall im Allgemeinen so barrierefrei wie möglich gestaltet werden sowie die Anschaffung eines Ultraschallgerätes und dessen diagnostische Anwendung bei Frakturverdacht kostendeckend im Rahmen des EBM abrechnungsfähig sein. Folglich könnte die hohe Anzahl an durchgeführten Röntgenuntersuchungen und die damit im Zusammenhang stehenden Strahlenexpositionen, die Zeitspanne bis zur Einleitung suffizienter therapeutischer Maßnahmen, Komplikationen und die direkten und indirekten Gesundheitskosten reduziert werden. Weiterhin wäre der Ausbau der hausärztlichen Kompetenzen nicht nur im Bereich der Diagnostik sondern auch bei der Therapie knöcherner Verletzungen möglich.

5.1 Implikationen für die Zukunft

Implikationen für die zukünftige Praxis

Aufgrund der beobachteten hohen Unsicherheit im Umgang mit Frakturverdachtsfällen und der hieraus resultierenden Zahl an unnötigen Röntgenuntersuchungen werden spezifische Screening-Instrumente wie beispielsweise Scores mit einem hohen negativen Vorhersagewert benötigt [44], um eine knöcherne Verletzungen mit ausreichender Sicherheit auszuschließen. Diese Instrumente in Kombination mit der Fraktursonografie könnten dazu beitragen, die Strahlenbelastung für die Patientinnen und Patienten zu verringern [9, 13, 22]. Es wäre hilfreich, diese Diagnoseinstrumente unter Einbeziehung der Ultraschallbildgebung für die hausärztliche Grundversorgung als klare Empfehlungen und Leitlinien zu formulieren. Ebenso sollten gezielte Schulungsmaßnahmen zu Scores für Bildgebungsindikationen, Strahlenschutz im Rahmen der rechtfertigenden Indikation sowie der ultraschallbasierten Frakturdiagnostik angeboten werden. Somit könnte nicht nur die Patientensicherheit durch

Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und einer zeitnahen Therapieeinleitung verbessert, sondern auch direkte und indirekte Kosten für die Patient:innen und das Gesundheitssystem reduziert werden.

Des Weiteren zeigte sich, dass sonografische Untersuchungen vor allem durch hausärztlich tätige Internist:innen angeboten werden, wobei diese innerhalb dieser Erhebung nur ein Drittel der behandelnden Hausärzt:innen darstellen. Als eine Erweiterung der diagnostischen Möglichkeiten im Rahmen des Point-of-Care-Ultraschalls und als Instrument zur Vermeidung von Überdiagnostik sollte die Sonografie verstärkt durch Allgemeinmedizinerinnen und Allgemeinmediziner durchgeführt werden. Hierfür sollte die feste Etablierung des Point-of-Care-Ultraschall in das Curriculum der Weiterbildung Allgemeinmedizin in der Zukunft in Betracht gezogen werden [48, 52].

Auf Grund der höheren Verantwortung und dem vermehrten diagnostischen sowie anschließenden Behandlungsaufwand für die Hausärzt:innen bei wegfallenden Weiterüberweisungen ist neben breit angelegten Fortbildungsmöglichkeiten eine barrierefreie Gestaltung im Sinne einer geringen Kostenbelastung zur Anschaffung eines Ultraschallgerätes, einem überschaubaren Verwaltungsaufwand sowie der Möglichkeit einer kostendeckenden Abrechnung im Rahmen des EBM zwingend notwendig.

Implikationen für die zukünftige Forschung

Der potenzielle Nutzen des Einsatzes von Ultraschallbildgebung im Rahmen der Diagnostik bei Verdacht auf knöcherne Verletzungen in der allgemeinmedizinischen Praxis sollte sorgfältig geprüft werden. Es bleibt abzuwarten, ob Fraktursonografie in der ambulanten Praxis neben der Reduktion der Strahlenbelastung und des logistischen Aufwandes durch die Patient:innen und deren Angehörige auch zu einer relevanten Kostenverminderung für das Gesundheitssystem beitragen und auch die vollumfängliche Sicherheit im Versorgungsprozess der Patient:innen verbessern kann [44]. Der diagnostische Ablauf bei Verdacht auf eine knöcherne Verletzung mit Ultraschallbildgebung sollte daher in prospektiven multizentrischen Studien bewertet werden. Im Rahmen weiterer Studien zur Testdurchführung in der hausärztlichen Praxis oder anderen ambulanten Einrichtungen mit einer relativ geringen Vortestwahrscheinlichkeit

für Knochenbrüche sollten auch organisatorische und finanzielle Aspekte sowie Sicherheit und Praktikabilität für die behandelnden Mediziner:innen berücksichtigt werden [44], um eine weitere Akzeptanz des Einsatzes von Ultraschallbildgebung bei Frakturverdacht zu fördern.

5.2 Stärken und Limitationen

Nach aktuellem Recherchestand ist diese Studie die erste, die das Wissen, die Einstellungen und Überzeugungen von Hausärztinnen und Hausärzten gegenüber der Ultraschalldiagnostik bei Verdacht auf knöcherne Verletzungen untersucht. Jedoch weist diese Erhebung mehrere Einschränkungen auf.

Die erzielte Rücklaufquote 47,7 % war im Vergleich zu ähnlichen, kürzlich veröffentlichten Umfragen unter deutschen Hausärzten:innen [53 – 56] relativ hoch und in Anbetracht internationaler Ergebnisse [57] akzeptabel. Dennoch lag sie unter 50 %, und eine Verzerrung durch eine Überrepräsentation der am Thema interessierten Hausärzt:innen kann nicht ausgeschlossen werden. Weiterhin ist die Stichprobe möglicherweise nicht repräsentativ für alle deutschen Hausärztinnen und Hausärzte, da regionale Unterschiede hinsichtlich des Vorhandenseins von Ultraschallgeräten in hausärztlichen Praxen zwischen den Bundesländern beschrieben wurden [47]. Andererseits ist es unwahrscheinlich, dass sich Hausärzt:innen in Sachsen und Sachsen-Anhalt in ihrem Verhalten oder ihren übrigen Charakteristika relevant von denen der übrigen deutschen Kolleg:innen unterscheiden. Es ist jedoch möglich, dass Ärztinnen und Ärzte, die routinemäßig Sonografie zur Diagnostik in ihrer Praxis einsetzen, unter den Befragten überrepräsentiert sind. So gaben im Rahmen dieser Befragung 55,6 % der Teilnehmenden an, dass sie über ein Ultraschallgerät in ihrer Praxis verfügen. Hingegen berichtete Heidemann et al. in ihrer Arbeit, dass im Gebiet der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik lediglich 32,1 % der hausärztlichen Praxen mit einem Ultraschallgerät ausgestattet seien [47, 44]. Ebenso waren zum Erhebungszeitpunkt nur 38,5 % aller Hausärztinnen und Hausärzte für die Erstattung der Ultraschalldiagnostik bei der jeweiligen Kassenärztlichen Vereinigung Sachsens und Sachsen-Anhalts registriert. Die Teil-

nehmer:innen dieser Studie überschätzen möglicherweise das Potenzial und den Nutzen von Sonografie für die Frakturdiagnose, da sie vermehrt Ultraschall als diagnostische Möglichkeit anwenden.

Auch die Verteilung der akademischen Grade in der Gesamtpopulation der sächsischen und sachsen-anhaltinischen Hausärzt:innen hätte bei den Kassenärztlichen Vereinigungen erfragt werden sollen, um eine mögliche systematische Fehleinschätzung der Teilnehmerinnen und Teilnehmern durch ein vermehrtes wissenschaftliches Interesse aufzuzeigen.

Weiterhin wurde der Fragebogen zu dieser Studie selbst entworfen. Die Fragen zum Thema der hausärztlichen Frakturversorgung sowie dem Wissen und den Einstellungen von Hausärzten gegenüber dem Einsatz von Fraktursonografie wurden nicht validiert. Dies könnte die Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse einschränken. Aufgrund des Studiendesigns einer Querschnittsbefragung wurde die Inzidenz der vermuteten Frakturen angenommen, die durch die Befragten geschätzt wurden. Für genauere Ergebnisse werden beobachtete Zahlen benötigt.

41 % der Befragten gaben an, dass sie trotz der Notwendigkeit von Strahlenschutzmaßnahmen eine konventionelle Röntgenuntersuchung veranlassen würden. Hierbei handelt es sich um geschätzte Angaben durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung, die nur eingeschränkt belastbar sind. Für genauere Ergebnisse werden auch hier beobachtete Zahlen benötigt. Weiterhin könnten diese Angaben durch die Fragestellung mitbeeinflusst worden sein, da eine vierstufige Skala nicht ausreichend genaue Antwortmöglichkeiten zulässt. Eine Befundbeschreibung hätte zu exakteren Aussagen führen können. Des Weiteren ist es denkbar, dass die hohe Anzahl an Überweisungen durch eine als solche empfundene Erwartungshaltung an das Behandlungsmanagement beeinflusst wurde. Daneben wurde den Hausärzt:innen keine Antwortmöglichkeit eingeräumt, sich gegen eine Überweisung zu entscheiden, wenn eine Fraktur für wahrscheinlich eingestuft wurde. Dies untermauert eine Erwartungshaltung an das diagnostische Vorgehen und beeinflusst eine realistische Darstellung der Überweisungsentscheidung. Zusätzlich zum tatsächlichen Einsatz von Ultraschallbildgebung in der täglichen Praxis wäre von Interesse gewesen, wie viele Hausärzt:innen neben einer erworbenen Genehmigung durch die Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) eine explizite Schulung

zur ultraschallbasierten Frakturdiagnostik absolviert haben. Hier ist weiterhin anzufügen, dass 1 % der Teilnehmenden angab über eine Zusatzqualifikation im Bereich der Ultraschalldiagnostik zu verfügen. Es ist jedoch anzunehmen, dass diese sich lediglich auf eine Genehmigung bezogen, da keine explizite Zusatzqualifikation im Bereich der Sonografie angeboten wird. Auch ist kritisch zu hinterfragen, ob über 20 % der Befragten zum Erhebungszeitpunkt keine aktuelle Fortbildungszertifizierung innehatten, da dies mit einem Honorarverlust einherginge. Dies deutet darauf hin, dass eine genauere Fragestellung notwendig gewesen wäre. Ebenso wäre es im Sinne der späteren statistischen Auswertung von Vorteil gewesen, metrische Daten zu erheben anstatt eine Intervallskala wie beispielsweise bei der Frage nach dem Alter der Teilnehmerinnen und Teilnehmer anzubieten. Dies hätte eine genauere Aussage ermöglicht. Weiterhin überschneiden sich die möglichen Angaben bezogen auf das Alter, da sie anstatt von Neunerschritten in Zehnerabständen aufgelistet wurden.

Auch die Möglichkeit von Mehrfachantworten wie beispielsweise im Rahmen des Überweisungsverhalten hätte in den Fragestellungen eingeschränkt werden müssen, um genauere Angaben zu erhalten.

Zur Beschreibung des diagnostischen Prozesses wurden die Kriterien ausgewertet, welche die Befragten bei der Entscheidung bezüglich einer Überweisung für weiterführende bildgebende Maßnahmen berücksichtigen. Hier zeigte sich an Hand der hohen Zustimmungswertwerte ein ausgeprägter Deckeneffekt. Die Fragestellung war demnach nicht geeignet für eine genauere Zustimmungsabstufung. Eine vierstufige Skala hätte zu genaueren Angaben geführt. Weiterhin hätte die Frage um die Befunde der eigenen Untersuchung ergänzt werden können.

Des Weiteren wurden Antworten erhoben, die für diese Arbeit keine Relevanz besitzen wie beispielsweise die Fragen nach der Mitgliedschaft in Fachgesellschaften oder an welcher Universität die Befragten studiert haben. Hingegen wurde im Rahmen dieser Erhebung nicht die durchschnittlichen Wartezeiten bis zu einem Untersuchungstermin in einer radiologischen oder chirurgischen Einheit erfragt, was neben der durchschnittlichen Entfernung in Fahrminuten relevante Vergleichswerte erbracht hätte. In Zusammenschau dieser Ergebnisse hinsichtlich der geringen Nutzung und des geringen Wissens über

Ultraschallbildgebung bei Verdacht auf Frakturen ist es jedoch vernünftig anzunehmen, dass der Bedarf an Informationen und klarer Evidenz in diesem Bereich für die gesamte hausärztlich tätige Berufsgruppe in Deutschland noch höher ist [44].

5.3 Schlussfolgerung

Hausärzteinnen und Hausärzte in Deutschland sehen sich in ihrem Praxisalltag häufig mit dem Verdacht auf eine knöcherne Verletzung und der Aufgabe des diagnostischen sowie therapeutischen Versorgungsprozesses bei Knochenbrüchen konfrontiert. Jedoch entscheidet sich ein Großteil der Befragten für eine Weiterüberweisung, obwohl sie eine Fraktur für unwahrscheinlich halten. Screening-Instrumente wie Scores sind weitestgehend unbekannt und werden entsprechend nur selten im diagnostischen Prozess genutzt. Auch der Nutzen der Fraktursonografie gegenüber der konventionellen Röntgendiagnostik wurde durch die Teilnehmenden dieser Befragung unterbewertet.

Ultraschallgeräte stehen jedoch der Hälfte der Hausärzt:innen in Deutschland als diagnostisches Hilfsmittel zur Verfügung. Diese werden allerdings vorrangig durch hausärztlich tätige Internistinnen und Internisten zur Beurteilung innerer Organsysteme genutzt.

Um die Fraktursonografie in den Praxisalltag weiter zu integrieren und damit Überdiagnostik, unnötige Strahlenexposition, prolongierte Versorgungsprozesse und Komplikationen sowie Kosten zu reduzieren, sind vermehrte Anstrengungen erforderlich, um das Wissen und die Einstellung von Hausärztinnen und Hausärzten hinsichtlich der Genauigkeit der Sonografie zur Frakturdiagnose zu verbessern. Multizentrische kontrollierte Studien könnten die Sicherheit, den Nutzen und die Effektivität dieses noch selten genutzten diagnostischen Ansatzes für vermutete Frakturen weiter untersuchen. Weiterhin sollte neben breit angelegten Fortbildungsmöglichkeiten eine barrierefreie Gestaltung im Sinne einer geringen Kostenbelastung zur Anschaffung eines Ultraschallgerätes, einem überschaubaren Verwaltungsaufwand sowie der Möglichkeit einer kostendeckenden Abrechnung etabliert werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Abel H, Psychrembel Online | Fraktur [Internet]. Pschyrembel online 02.2021 [zitiert 03.07.2024]. Verfügbar unter: <https://www.pschyrembel.de/Fraktur/K0864/doc/>
2. Rupp M, Walter N, Pfeifer C, et al. The Incidence of Fractures Among the Adult Population of Germany—an Analysis From 2009 through 2019. *Dtsch Arztebl Int.* 2021;118(40):665-669. doi:10.3238/arztebl.m2021.0238
3. Kerkhoffs GM, van den Bekerom M, Elders LA, et al. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: an evidence-based clinical guideline. *Br J Sports Med.* 2012;46(12):854-860. DOI:10.1136/bjsports-2011-090490
4. Bachmann LM, Kolb E, Koller MT, et al. Accuracy of Ottawa ankle rules to exclude fractures of the ankle and mid-foot: systematic review. *BMJ* 2003;326:417. DOI: 10.1136/bmj.326.7386.417
5. Martin RL, Davenport TE, Paulseth S, et al. Orthopaedic Section American Physical Therapy Association. Ankle stability and movement coordination impairments: ankle ligament sprains. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(9):A1-A40. DOI:10.2519/jospt.2013.0305
6. Ruiz-Sánchez FJ, Ruiz-Muñoz M, Martín-Martín J, et al. Management and treatment of ankle sprain according to clinical practice guidelines: A PRISMA systematic review. *Medicine (Baltimore).* 2022;101(42):e31087. DOI:10.1097/MD.00000000000031087
7. Daş M, Temiz A, Çevik Y. Implementation of the Ottawa ankle rules by general practitioners in the emergency department of a Turkish district hospital. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2016;22(4):361-364. DOI:10.5505/tjtes.2016.72662

8. Expert Panel on Musculoskeletal Imaging. ACR Appropriateness Criteria® Acute Trauma to the Foot. J Am Coll Radiol. 2020;17(5S):S2-S11. DOI:10.1016/j.jacr.2020.01.019
9. Jonckheer P, Willems T, De Ridder R, et al. Evaluating fracture risk in acute ankle sprains: Any news since the Ottawa Ankle Rules? A systematic review. Eur J Gen Pract. 2016;22(1):31-41. DOI: 10.3109/13814788.2015.1102881
10. Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung, 2022. Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz), § 83 Anwendung ionisierender Strahlung oder radioaktiver Stoffe am Menschen vom 27.06.2017 [zitiert 08.07.2024]. Verfügbar unter: <https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/rsh/1a-atomrecht/1A-5.1-StrlSchG.html>
11. Ackermann O, Fischer C, Grosser K, et al. AWMF 085-003 S2e Leitlinie, Fraktursonografie. [zitiert 10.07.2024]. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/085-003>
12. Jacobs JJ, Jacobs JP, van Sonderen E, et al. Fracture diagnostics, unnecessary travel and treatment: a comparative study before and after the introduction of teleradiology in a remote general practice. BMC Fam Pract. 2015;16:53. DOI: 10.1186/s12875-015-0268-
13. Tollefson B, Nichols J, Fromang S, et al. Validation of the Sonographic Ottawa Foot and Ankle Rules (SOFAR) Study in a Large Urban Trauma Center. J Miss State Med Assoc. 2016;57(2):35-8.
14. Champagne N, Eadie L, Regan L, et al. The effectiveness of ultrasound in the detection of fractures in adults with suspected upper or lower limb injury: a systematic review and subgroup meta-analysis. BMC Emerg Med. 2019;19(1):17. DOI: 10.1186/s12873-019-0226-5

15. Schmid GL, Lippmann S, Unverzagt S, et al. The Investigation of Suspected Fracture-a Comparison of Ultrasound With Conventional Imaging. *Dtsch Arztebl Int.* 2017;114(45):757-64. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0757
16. Katzer C, Wasem J, Eckert K, et al. Ultrasound in the Diagnostics of Metaphyseal Forearm Fractures in Children: A Systematic Review and Cost Calculation. *Pediatr Emerg Care.* 2016;32(6):401-7. DOI: 10.1097/PEC.0000000000000446
17. Douma-den Hamer D, Blanker MH, Edens MA, et al. Ultrasound for Distal Forearm Fracture: A Systematic Review and Diagnostic Meta-Analysis. *PLoS One.* 2016;11(5):e0155659. DOI: 10.1371/journal.pone.0155659
18. Chan SS. Emergency bedside ultrasound for the diagnosis of rib fractures. *Am J Emerg Med.* 2009;27(5):617-20. DOI: 10.1016/j.ajem.2008.04.013
19. Jain R, Jain N, Sheikh T, et al. Early scaphoid fractures are better diagnosed with ultrasonography than X-rays: A prospective study over 114 patients. *Chin J Traumatol.* 2018;21(4):206-10. DOI: 10.1016/j.cjtee.2017.09.004
20. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med.* 2011;364(8):749-57. DOI: 10.1056/NEJMra0909487
21. Chartier LB, Bosco L, Lapointe-Shaw L, et al. Use of point-of-care ultrasound in long bone fractures: a systematic review and meta-analysis. *CJEM.* 2017;19(2):131-42. DOI: 10.1017/cem.2016.39
22. Canagasabay MD, Callaghan MJ, Carley S. The sonographic Ottawa Foot and Ankle Rules study (the SOFAR study). *Emerg Med J.* 2011;28(10):838-40. DOI: 10.1136/emj.2009.088286

23. Dallacker-Losensky K. Ultraschalldiagnostik in der ambulanten truppenärztlichen Versorgung zur Notfalldiagnostik von Sprunggelenksverletzungen – Chance zur “Neustrukturierung” der Behandlungsalgorithmen? Wehrmed Monatsschr. 2016;60(11):334–5.
24. Marshburn TH, Legome E, Sargsyan A, et al. Goal-directed ultrasound in the detection of long-bone fractures. J Trauma. 2004;57(2):329-32. DOI: 10.1097/01.ta.0000088005.35520.cb
25. Heiner JD, Baker BL, McArthur TJ. The ultrasound detection of simulated long bone fractures by U.S. Army Special Forces Medics. J Spec Oper Med. 2010;10(2):7-10. DOI: 10.55460/K7EU-35TF
26. Ko C, Baird M, Close M, et al. The Diagnostic Accuracy of Ultrasound in Detecting Distal Radius Fractures in a Pediatric Population. Clin J Sport Med. 2019;29(5):426-9. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000547
27. Dallaudière B, Larbi A, Lefere M, et al. Musculoskeletal injuries in a resource-constrained environment: comparing diagnostic accuracy of on-the-spot ultrasonography and conventional radiography for bone fracture screening during the Paris-Dakar rally raid. Acta Radiol Open. 2015;4(5):2058460115577566. DOI: 10.1177/2058460115577566
28. Gebhard F, Einsiedel T, Stengel D, et al. Alterstraumatologie in Deutschland - derzeitiger Stand und zukünftige Entwicklung. OP-Journal (Georg Thieme Verlag Stuttgart) 2005; 21(2): 106-109. DOI: 10.1055/s-2007-977760
29. Becker C, Nicolai S. Sturz und Motorik. In: Wahl HW, Tesch-Römer C, Ziegelmann JP (Hrsg.): Angewandte Gerontologie. Interventionen für ein gutes Altern in 100 Schlüsselbegriffen. 2. vollständig überarbeitete Auflage. Kohlhammer Verlag, Stuttgart 2012, S. 401 - 406.
30. Riems S. Frakturen im Alter. Deutscher Ärzte-Verlag OUP 2013; 2 (5). DOI 10.3228/oup.2013.0221–0224

31. Scholes S, Panesar S, Shelton NJ, et al. Epidemiology of lifetime fracture prevalence in England: a population study of adults aged 55 years and over. *Age Ageing*. 2014;43(2):234-40. DOI: 10.1093/ageing/aft167
32. Court-Brown CM, McQueen MM. Global Forum: Fractures in the Elderly. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(9):e36. DOI: 10.2106/JBJS.15.00793
33. Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022: Sterbefälle und Lebenserwartung. Entwicklung der Lebenserwartung in Deutschland seit 1871/1881 [zitiert 29.03.2023]. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Sterbefaelle-Lebenserwartung/sterbetafel.html>
34. Lippuner K, Johansson H, Kanis JA, et al. Remaining lifetime and absolute 10-year probabilities of osteoporotic fracture in Swiss men and women. *Osteoporos Int*. 2009;20(7):1131-40. DOI: 10.1007/s00198-008-0779-8
35. Gauthier A, Kanis JA, Jiang Y, et al. Burden of postmenopausal osteoporosis in Germany: estimations from a disease model. *Arch Osteoporos*. 2012;7:209-18. DOI: 10.1007/s11657-012-0099-7
36. Biber R, Bail HJ. Frakturen im Alter. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date (Georg Thieme Verlag Stuttgart) 2014; 9(3): 207-223. DOI: 10.1055/s-0033-1357955
37. Johnson L, Igoe E, Kleffouris G, et al. Physical Health and Psychological Outcomes in Adult Patients with Long-bone Fracture Non-unions: Evidence Today. *J Clin Med*. 2019;8(11). DOI: 10.3390/jcm8111998
38. Maybaum T (2019, 09. Oktober). Ärzte beklagen zunehmende Strukturprobleme. *Deutsches Ärzteblatt* [zitiert 02.04.2023]. Verfügbar unter: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/106565/Aerzte-beklagen-zunehmende-Strukturprobleme>

39. Bucharest Declaration on health and care workforce. High-level Regional Meeting on Health and Care Workforce in Europe: time to act, 22–23 March 2023, Bucharest, Romania World Health Organization. Regional Office for Europe [zitiert 02.04.2023]. Verfügbar unter: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/bucharest-declaration>
40. Verbeek T, Arentsen H, Breet EJ, et al. Patient satisfaction in treatment of non-complex fractures and dislocations in general practice in the Netherlands: prospective cohort study protocol. *BMJ Open*. 2019;9(2):e025046. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-025046
41. Unnanuntana A, Gladnick BP, Donnelly E, et al. The assessment of fracture risk. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(3):743-53. DOI: 10.2106/JBJS.I.00919
42. El-Khoury F, Cassou B, Charles MA, et al. The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*. 2013;347:f6234. DOI: 10.1136/bmj.f6234
43. Bundesärztekammer. (Muster-) Berufsordnung für die in Deutschland tätigen Ärztinnen und Ärzte: – MBO-Ä 1997 – in der Fassung des Beschlusses des 118. In: Deutschen Ärztetages 2015 in Frankfurt am Main; 2015. [zitiert 07.05.2023]. Verfügbar unter: https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/_old-files/downloads/pdf-Ordner/MBO/MBO_Ergaenzung_Synopse.pdf
44. Schmid GL, Kühnast B, Heise M, et al. Ultrasonography in assessing suspected bone fractures: a cross-sectional survey amongst German general practitioners. *BMC Fam Pract*. 2020;21(1):9. DOI: 10.1186/s12875-020-1078-.
45. Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) 2024. Bedarfsplanung. Die Bedarfsplanung als Instrument zur Sicherstellung der ambulanten Versorgung. [zitiert 12.07.2024]. Verfügbar unter: <https://www.kbv.de/html/bedarfsplanung.php>

46. Mengel-Jørgensen T, Jensen MB. Variation in the use of point-of-care ultrasound in general practice in various European countries. Results of a survey among experts. *Eur J Gen Pract.* 2016;22(4):274-7. DOI: 10.1080/13814788.2016.1211105
47. Heidemann F, Meier U, Kölbel T, et al. Wie ist die Umsetzung eines AAA-Screening-Programms in Deutschland möglich? *Gefässchirurgie.* 2014;19(6):564–7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00772-014-1328-8>
48. Poppleton A, Tsukagoshi S, Vinker S, et al. World Organization of National Colleges, Academies and Academic Associations of General Practitioners and Family Physicians (WONCA) Europe position paper on the use of point-of-care ultrasound (POCUS) in primary care. *Prim Health Care Res Dev.* 2024;25:e21. Published 2024 Apr 23. DOI:10.1017/S1463423624000112
49. Díaz-Gómez JL, Mayo PH, Koenig SJ. Point-of-Care Ultrasonography. *N Engl J Med.* 2021;385(17):1593-1602. DOI: 10.1056/NEJMra1916062
50. Sorensen B, Hunskaar S. Point-of-care ultrasound in primary care: a systematic review of generalist performed point-of-care ultrasound in unselected populations. *Ultrasound J.* 2019;11(1):31. DOI: 10.1186/s13089-019-0145-4
51. Abu-Zidan FM. Point-of-care ultrasound in critically ill patients: Where do we stand? *J Emerg Trauma Shock.* 2012;5(1):70-1. DOI: 10.4103/0974-2700.93120
52. Feldmeier G, Wollny A. Sonografie in der Hausarztpraxis. *Allgemeinmedizin up2date* (Georg Thieme Verlag Stuttgart) 2022; 03(03): 245-256. DOI: 10.1055/a-1398-4288
53. Frese T, Steger K, Deutsch T, et al. Use of point-of-care tests among general practitioners: a cross-sectional study in Saxony, Germany. *Rural Remote Health.* 2016;16(1):3552.

54. Behmann M, Schmiemann G, Lingner H, et al. Job satisfaction among primary care physicians: results of a survey. *Dtsch Arztebl Int.* 2012;109(11):193-200. DOI: 10.3238/arztebl.2012.0193
55. Goetz K, Mahnkopf J, Kornitzky A, et al. Difficult medical encounters and job satisfaction - results of a cross sectional study with general practitioners in Germany. *BMC Fam Pract.* 2018;19(1):57. DOI: 10.1186/s12875-018-0747-0
56. Allers K, Fassmer AM, Spreckelsen O, et al. End-of-life care of nursing home residents: A survey among general practitioners in northwestern Germany. *Geriatr Gerontol Int.* 2020;20(1):25-30. DOI: 10.1111/ggi.13809
57. Creavin ST, Creavin AL, Mallen CD. Do GPs respond to postal questionnaire surveys? A comprehensive review of primary care literature. *Fam Pract.* 2011;28(4):461-7. DOI: 10.1093/fampra/cmr001

7 Thesen

- I. Deutsche Hausärztinnen und Hausärzte sind im diagnostischen Prozess bei dem Verdacht auf eine knöcherne Verletzung unsicher und nutzen klinische Screening-Instrumente wie Scores nicht regelmäßig.
- II. Das diagnostische Potential der Fraktursonografie ist unter deutschen Hausärztinnen und Hausärzten weitestgehend unbekannt.
- III. Vorwissen und Anwendungserfahrungen beeinflussen die Einstellung und das Nutzungsverhalten deutscher Hausärztinnen und Hausärzte gegenüber der Ultraschallbildgebung bei knöchernen Verletzungen.
- IV. Demografische Unterschiede wirken nicht auf das Wissen, die Einschätzung sowie das Anwendungsverhalten deutscher Hausärztinnen und Hausärzte gegenüber der Ultraschallbildgebung bei knöchernen Verletzungen ein.
- V. Die Haltung gegenüber der Ultraschallbildgebung als Diagnoseinstrumentarium bei Verdacht auf eine Fraktur hängt nicht von der fachlichen Spezialisierung deutscher Hausärztinnen und Hausärzte ab.
- VI. Die Lage in einem bestimmten Einzugsgebiet und Entfernung zu Anschlussversorgungsmöglichkeiten einer hausärztlichen Praxis beeinflussen die Einstellung gegenüber der Fraktursonografie unter deutschen Hausärztinnen und Hausärzte.
- VII. Die bestehende technische Ausstattung einer hausärztlichen Praxis mit einem Ultraschallgerät nimmt Einfluss auf die Ansichten deutscher Hausärztinnen und Hausärzte bezüglich der Ultraschallbildgebung bei knöchernen Verletzungen.

8 Erklärungen

(1) Ich erkläre, dass ich mich an keiner anderen Hochschule einem Promotionsverfahren unterzogen beziehungsweise eine Promotion begonnen habe.

(2) Ich erkläre, die Angaben wahrheitsgemäß gemacht und die wissenschaftliche Arbeit an keiner anderen wissenschaftlichen Einrichtung zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht zu haben.

(3) Ich erkläre an Eides statt, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe. Alle Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis wurden eingehalten; es wurden keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht.

17.06.2025

9 Danksagung

Zunächst möchte ich meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Thomas Frese herzlichsten danken. Durch seine fachliche Betreuung, konstruktiven Rückmeldungen und die Unterstützung in jeder Phase der Arbeit wurde diese Dissertation erst möglich.

Mein besonderer Dank richtet sich auch an apl. Prof. Susanne Unverzagt und Prof. Dr. med. Andreas Klement für die hilfreiche Diskussion und wertvollen Anregungen sowie an Dr. med. Gordian Schmid, Dr. phil. Marcus Heise sowie Dr. rer. med. Tobias Deutsch für Ihre praktische Unterstützung.

Ein großes Dankeschön gilt weiterhin den Mitarbeiter:innen der Institute für Allgemeinmedizin der Medizinischen Fakultäten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und Leipzig, insbesondere Frau Lisa-Marie Klix und Frau Britt Häusler.

Mein tiefster Dank gilt meinen Eltern Diana und Thomas, die mich mein Leben lang mit Liebe, Geduld und Zuversicht begleitet und stets unterstützt haben. Ihr unerschütterlicher Glaube an mich und immerwährender Beistand, auch in schwierigen Phasen, haben mir Kraft und Halt gegeben – nicht nur während dieser Arbeit – sondern weit darüber hinaus.

Meinem Partner Philipp danke ich von Herzen für seine Unterstützung und seine aufmerksamen Korrekturen sowie unserer Tochter Helena, deren Lebensfreude, Neugier und Lächeln mir stets Motivation und neue Kraft geschenkt haben.

Mein besonderer Dank gilt ebenso meiner Tante Undine sowie meiner Freundin Melanie, die mich mit geschulten Blicken sehr unterstützt haben. Ihrer sprachliche Genauigkeit und ihr aufmerksames Lesen haben maßgeblich zur Klarheit dieser Darstellung beigetragen.

Meiner Familie, meinen Freund:innen und Kolleg:innen sowie Wegbegleiter:innen danke ich für ihre beständige Ermutigung, ihr Vertrauen in mich und ihre Bereitschaft, mir auch in herausfordernden Phasen zur Seite zu stehen. Ihre Anteilnahme und ihr Zuspruch haben mir sehr viel bedeutet.