

AWMF-Register Nr.	183-2	Klasse:	S3
-------------------	-------	---------	----

Leitlinienreport

„Körperliches Training zur Frakturprophylaxe“

**S3-Leitlinie des
Dachverbands Osteologie e.V. (DVO)**

Autoren des Leitlinienreports

Professor Dr. Wolfgang Kemmler, Erlangen
Professor Dr. Simon von Stengel, Erlangen

Federführende Fachgesellschaft

Dachverband Osteologie e.V. (DVO)

Kontakt:

Prof. Dr. Wolfgang Kemmler
Institut für Radiologie, Universitätsklinikum Erlangen
Henkestrasse 91, D-91052 Erlangen, Deutschland
Telefon: +49 (0)9131 852 3999
E-Mail: wolfgang.kemmler@fau.de

DVO Dachverband Osteologie e.V.
Kaiser-Wilhelm-Str. 2, D-45276 Essen, Deutschland
Telefon: +49 (0)201 857 627 04
E-Mail: info@dv-osteologie.de
www.dv-osteologie.org

Beteiligte Fachgesellschaften, Organisationen und Institutionen

- Behinderten- und Rehabilitations-Sportverband Bayern (BVS-Bayern)
- Dachverband Osteologie (DVO); *federführende Fachgesellschaft*
- Deutsche Gesellschaft für Geriatrie (DGG)
- Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (DGGG)
- Deutsche Gesellschaft für Nephrologie (DGfN e.V.)
- Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU)
- Deutsche Gesellschaft für Physikalische Medizin und Rehabilitation e.V. (DGPMR)
- Deutsche Gesellschaft für Rheumatologie und klinische Immunologie e.V. (DGRh)
- Deutsche Rheuma-Liga Bundesverband e.V.
- Deutscher Verband für Gesundheitssport und Sporttherapie e.V. (DVGS)
- Deutscher Verband für Physiotherapie (ZVK) e.V.
- Deutsche Sporthochschule Köln
- Interdisziplinäre Gesellschaft für orthopädische/unfallchirurgische und allgemeine Schmerztherapie (IGOST)
- Österreichische Gesellschaft für Knochen- und Mineralstoffwechsel (ÖGKM)

Patienten/Bürgerbeteiligungen

- Behinderten und Rehabilitations-Sportverband Bayern (BVS-Bayern)
- Bundesselbsthilfverband für Osteoporose e. V.
- Deutsche Rheuma-Liga Bundesverband e.V.
- Rehabilitationssportverein Netzwerk Knochengesundheit Erlangen e.V.

Methodische Begleitung

- Prof. Dr. Matthias Kohl, Fakultät Medical and Life Sciences, FH Furtwangen

Erstellung der systematischen Literaturrecherchen und Analysen (Erstautoren)

- Clara Born, Institut für Medizinische Physik (IMP), Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)
- Cecilie Fischer, Institut für Radiologie, Universitätsklinikum Erlangen (UKER)
- Isabelle Hoffmann, IMP, FAU
- Sara Kaiser, Institut für Radiologie, UKER
- Stephanie Kast, Institut für Radiologie, UKER
- Wolfgang Kemmler, Institut für Radiologie, UKER
- Christopher Klotz, IMP, FAU
- Michelle Mages, IMP, FAU
- Ramin Mohebbi, Institut für Radiologie, UKER
- Eileen Schinkel, Institut für Radiologie, UKER
- Daniel Schöne, IMP, FAU / Institut für Radiologie, UKER
- Dr. Mahdiah Shojaa, Population-Based Medicine, Eberhard-Karls-Universität Tübingen
- Julia Wolf, Institut für Radiologie, UKER
- Anna-Lena Zitzmann, IMP, FAU

Einordnung der methodischen Qualität

- Stephanie Kast
- Dr. Daniel Schöne
- Dr. Mahdiah Shojaa
- Professor Dr. Eva Kiesswetter
- Professor Dr. Wolfgang Kemmler
- Professor Dr. Simon von Stengel

Studienstatistiker

Prof. Dr. Matthias Kohl, Fakultät Medical and Life Sciences, FH Furtwangen

1. Geltungsbereich und Zweck

○ *Begründung für die Auswahl des Leitlinienthemas*

Osteoporose und niedrig-traumatische Frakturen sind ein zentrales Problem des Gesundheitswesens überalterter Gesellschaften [1,2]. Aufgrund des demografischen Wandels [3] und knapper werdender Ressourcen [4] wird sich diese Problematik in den nächsten Jahren nochmals zuspitzen. Grundsätzlich werden „Bewegung“ und insbesondere körperliches Training als wenig kostenintensive und eigenverantwortlich durchführbare Maßnahme zur Frakturprophylaxe und Osteoporose-Therapie betrachtet [5]. Die Evidenz für einen positiven Effekt körperlichen Trainings auf die Frakturininzidenz liegt derzeit allerdings bestenfalls moderat [6-8]. Daneben zeigen sich extrem heterogene Studienergebnisse, sowohl was die Effekte auf die Frakturininzidenz per se [7] als auch die Effekte auf die Knochenfestigkeit [9,10] sowie die Sturzhäufigkeit [11] als die wesentlichen Risikofaktoren der Fraktur älterer Menschen [12] angeht. Neben Variationen bezüglich Probandengut dürfte der wesentliche Faktor für die extrem variierenden Studienergebnisse das unterschiedliche Interventionsprotokoll der Untersuchungen sein.

○ *Zielorientierung der Leitlinie*

Die vorliegende Leitlinie verfolgt unterschiedliche Ziele im Spannungsfeld des körperlichen Trainings und der Frakturprophylaxe bei Menschen in mittlerem-hohen Lebensalter (s.u.). Neben der Generierung grundsätzlicher Evidenz für den positiven Effekt körperlichen Trainings auf die Frakturhäufigkeit, Knochenmineralgehalt und Sturzhäufigkeit unterschiedlicher Kollektive der unten genannten Zielpopulation, ist das wesentlichste Ziel die Ableitung von konkreten Trainingsempfehlungen und Handlungsanweisungen für ein körperliches Training zur Frakturprophylaxe.

○ *Zielpopulation (z.B. Patient*innen, Bevölkerung)*

Die vorliegende Leitlinie adressiert postmenopausale Frauen und bzw. oder Männer ab dem 45. Lebensjahr mit normaler und niedriger Knochendichte im Sinne einer Osteopenie oder Osteoporose mit normalem oder erhöhten Sturzrisiko. Insbesondere für Kinder, Jugendliche, prämenopausale Frauen, jüngere Männer aber auch institutionalisierte Personen gilt diese Leitlinie nur eingeschränkt.

○ *Versorgungsbereich*

- Ambulant, teilstationär, (eingeschränkt) stationär
- Prävention, Therapie, Rehabilitation

○ *Anwenderzielgruppe/Adressat*innen*

Die Empfehlungen der Leitlinie wenden sich an unterschiedliche im Bereich der Osteoporose bzw. der Frakturprophylaxe tätige Personengruppen. Dies schließt zum einen FachärztInnen der Disziplinen Osteologie, Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Gynäkologie, Endokrinologie, Geriatrie, Rheumatologie, Physikalische Medizin und Rehabilitation ein. Besonders adressiert werden aber Berufsgruppen in der praktischen Umsetzung körperlichen Trainings wie Physiotherapeuten/ Krankengymnasten, Sport-/Bewegungstherapeuten, Sportwissenschaftler sowie Übungsleiter in der Rehabilitation der Osteoporose werden.

Daneben richtet sich die Leitlinie an von einer niedrig-traumatischen Fraktur betroffene oder bedrohte Menschen sowie deren Angehörige. Allgemeinmediziner, weiteren Ärztegruppen, Kosten- und politischen Entscheidungsträgern soll die Leitlinie als Orientierung dienen.

2. Zusammensetzung der Leitliniengruppe: Beteiligung von Interessensgruppen

○ *Repräsentativität der Leitliniengruppe: Beteiligte Berufsgruppen*

Die Empfehlungen der Leitlinie wenden sich an die in der Versorgung der Osteoporose tätige Fachärzte der Fachrichtungen:

- Osteologie
- Hausärztlichen Versorgung (hausärztlich tätige FachärztInnen für Allgemeinmedizin, Internist*innen, praktische ÄrztInnen und ÄrztInnen ohne Gebietsbezeichnung)
- Orthopädie und Orthopädischen Chirurgie
- Gynäkologie
- Endokrinologie
- Geriatrie
- Rheumatologie
- Radiologie
- Physikalische Therapie und Physiotherapie

Entsprechend sind die folgenden medizinischen Fachgesellschaften beteiligt:

- Dachverband Osteologie (DVO)
- Deutsche Gesellschaft für Geriatrie (DGG)
- Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (DGGG)
- Deutschen Gesellschaft für Nephrologie (DGfN e.V.)
- Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU)
- Deutsche Gesellschaft für Physikalische Medizin und Rehabilitation e.V. (DGPMR)
- Deutsche Gesellschaft für Rheumatologie und klinische Immunologie e.V. (DGRh)
- Interdisziplinären Gesellschaft für orthopädische/unfallchirurgische und allgemeine Schmerztherapie (IGOST)
- Österreichischen Gesellschaft für Knochen- und Mineralstoffwechsel (ÖGKM)

Besonders wendet sich die Leitlinie an Berufsgruppen bzw. Tätigkeiten wie

- Physiotherapeuten/Krankengymnasten,
- Sport-/Bewegungstherapeuten, Sportwissenschaftler
- Übungsleiter in der Rehabilitation der Osteoporose werden

Entsprechend sind die folgenden Fachverbände/Institutionen beteiligt:

- Behinderten und Rehabilitations-Sportverband Bayern (BVS-Bayern)
- Deutsche Sporthochschule Köln
- Deutsche Rheuma-Liga Bundesverband e.V.
- Deutscher Verband für Gesundheitssport und Sporttherapie e.V. (DVGS)
- Deutscher Verband für Physiotherapie (ZVK) e.V.

○ *Repräsentativität der Leitliniengruppe: Berücksichtigung der Ansichten und Präferenzen der Zielpopulation (z.B. Patient*innen/Bevölkerung)*

Als Vertreterin der Patientenangelegenheiten wurde Frau Nicole Klöckner sowie Herr Dr. Jürgen Clausen als Referenten für Patientenangelegenheiten des Bundesverbandes der Deutschen Rheuma-Liga von der Deutschen Rheuma-Liga e.V. als Mitglieder in die Leitlinienkommission berufen. Als Vertreter der Rehabilitationssportgruppen konnte Herr Jamil Sahar, Geschäftsführer des Behinderten und Rehabilitations-Sportverband Bayern e.V. als Mandatsträger der Rehabilitationssportgruppen gewonnen werden. Ansichten und Wünsche der Patienten wurden in den Osteoporose-Sportgruppen

des Rehabilitations-Sportverein Netzwerk Knochengesundheit e.V.¹ ((NKG e.V.) erfragt. Die Sportgruppen dieses Vereins, in der Mehrzahl postmenopausale Frauen und Männer 60 Jahre und älter, nahmen in der Vergangenheit bereits mehrfach an Validierungen trainingsrelevanter Aspekte teil (bspw. [13,14]). U.a. anderem erfolgte die Validierungen eines Trainingsprotokolls zur Reduktion der Frakturhäufigkeit im Setting des Rehabilitationssports bei Osteoporose in dieser Anwenderzielgruppe. Insofern erscheinen die Teilnehmer dieser Gruppen sehr gut geeignet, konkrete und zielführende Rückmeldungen zu einem Trainingsprotokoll abgeben zu können.

¹ Der Rehabilitationssportverein Netzwerk Knochengesundheit e.V. wurde durch das Osteoporoseforschungszentrum, FAU Erlangen-Nürnberg ausgegründet und steht unter dessen Leitung.

3. Genauigkeit der Leitlinienentwicklung

Recherche, Auswahl und Bewertung wissenschaftlicher Belege (Evidenzbasierung)

Vorgehensweise und Aufbau der Leitlinie „körperliches Training zur Frakturprophylaxe“

Tab. 1: Schematischer Ablauf der Leitlinienerstellung



Die Generierung wissenschaftlicher Evidenz zu unterschiedlichen klinisch relevanten Fragestellungen für die vorliegende Leitlinie gliederte sich in mehrere, aufeinander aufbauende Abschnitte (Tab. 1).

Zunächst erfolgte eine strukturierte Recherche nach Leitlinien im Bereich körperliches Training und Osteoporose um bereits vorliegende grundsätzliche Evidenzen und, im Idealfall, evidenzbasierte Handlungsempfehlungen in die vorliegende Leitlinie integrieren zu können (Tab. 1).

Im Anschluss erfolgte die Evidenzgenerierung zur übergreifenden Fragestellung der Effekte „körperlichen Trainings zur Frakturprophylaxe“ (Endpunkt „Frakturinzidenz“) mittels systematischer Literaturrecherche und Meta-Analyse [15,16]. Da aus den Ergebnissen dieser Arbeit nur in sehr limitierten Maß trainingsmethodische Empfehlungen abzuleiten waren, erfolgte eine dedizierte Evidenzgenerierung konkreter Handlungsempfehlungen für ein körperliches Training auf der Basis von Literaturrecherchen. Aus methodischen Gründen wurde im Weiteren eine Aufteilung der Arbeit entlang der wesentlichen Frakturrisikogrößen „Knochenfestigkeit“ und „Sturzhäufigkeit /-impact“, die trainingsmethodisch unterschiedlich zu adressierten sind, vorgenommen (Tab. 1).

Im Bereich der Knochenfestigkeit mit Fokus auf dem Surrogat-Outcome „Knochendichte“ erfolgte in einem ersten Schritt die Generierung grundsätzlicher Evidenz bei unterschiedlichen Anwenderzielgruppen (postmenopausale Frauen [10,17,18], Männer 45 Jahre und älter [19], Menschen mit Glukokortikoid-induzierter Osteoporose [20]) der Leitlinie, konsistent über systematische Literaturrecherchen und Meta-Analysen.

Die Evidenzgenerierung zu detaillierten und konkreten Handlungsempfehlungen mit Bezug auf Trainingsinhalte, Trainingsmittel und Belastungsparameter erfolgte zunächst auf der Basis vorliegender, im Rechercheprozess identifizierter Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen und - bei sehr limitierter Datenlage - im Einzelfall durch randomisierte kontrollierte Untersuchungen.

Bei Fragestellungen, die von den vorliegenden Arbeiten nicht, oder unserer Ansicht nach, nicht ausreichend detailliert evaluiert wurden um konkrete und valide Handlungsempfehlungen zu erhalten, wurde über systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen im Rahmen oder im unmittelbaren Vorfeld der Leitlinienerstellung möglichst konkrete Handlungsempfehlungen bereitgestellt [10,21-24]. Da das Spannungsfeld „pharmakologische Therapie, körperliches Training und Knochenfestigkeit“ nicht durch die oben aufgeführten übergreifenden Analysen adressiert wurde, erfolgte eine Evidenzgenerierung über systematische Literaturrecherchen, Übersichtsartikel und Meta-Analysen [25-27]. Ähnliches gilt für den Bereich „körperlichen Training und Ernährungs-Supplemente auf die Knochenfestigkeit, konsistent durch eigene Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen [28,29].

Im Spannungsfeld der „Sturzhäufigkeit“ lag nach Einschätzung der Leitlinien-Lenkungsgruppe „Sturz“ eine deutlich günstigere Studienlage vor, sodass im Wesentlichen² auf vorliegende, aktuelle systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen zurückgegriffen werden konnte (Tab. 1)

Im ersten Schritt erfolgte wiederum eine Evaluierung der grundlegenden Evidenz der Effekte körperlichen Trainings auf die Inzidenz von Stürzen, sturzbedingten Verletzungen, und Stürzen mit Hospitalisierung über die qualitativ sehr hochwertige Cochrane Übersichtsarbeit und Meta-Analyse von Sherrington et al. [11,30].

Die Ableitung von Trainingsempfehlungen folgte der Klassifikation der Trainingsinhalte im Spannungsfeld „Sturzhäufigkeit“ gemäß Sherrington et al. [11,30] implementierte allerdings weiterführende Daten zu Trainingsinhalten, die in den jeweiligen Literaturrecherchen zur Thematik (PICOS) identifiziert wurden. In Bereichen mit limitierter Evidenz zu trainingsmethodischen Sachverhalten wurden wiederum systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen erstellt (Tab. 1).

Die Evidenzbasierung und Erstellung von Handlungsempfehlungen im Bereich „Verbesserung des Sturzvorgang – Sturzimpact“ erfolgte ebenso wie die für den Bereich „Sturzangst“ anhand systematischer Literaturrecherchen unter Einschluss vorliegender Übersichtsartikel und Meta-Analysen.

Die strukturierte Evidenzbasierung im Abschnitt der Trainingsprinzipien mit unmittelbarer trainingsmethodischer Relevanz erfolgte je nach Thematik auf der Basis von klinischen Studien oder im Einzelfall Expertenrating der LL-Lenkungsgruppe (Tab. 1).

Handlungsempfehlungen, die sich auf Kontraindikationen und Vorsichtsmaßnahmen beziehen, wurden in Anlehnung an vorliegende internationale Evidenz- und Konsens-basierten Empfehlungen (bspw. [5,31]) im Expertenrating der LL-Lenkungsgruppe erarbeitet. Empfehlung zum Einsatz von Spinalorthesen basieren auf Meta-Analysen und randomisierten kontrollierten Studien (Tab. 1).

² Bereich des interaktiven kognitiv-motorisches Training (IKMT): Studie im Einreichungsprozess.

○ Formulierung von klinisch relevanten Fragestellungen, Priorisierung von Endpunkten

Klinisch relevante Fragestellungen, Bereiche und Themen der vorliegenden Leitlinie:

Klinische relevante Fragestellungen wurden über das PICOS-Schema („Patient/Population“ - „Intervention“ - „Comparison“ - „Outcome“ - „Study“) adressiert. Innerhalb der vorliegenden Leitlinie wurden eine ganze Anzahl unterschiedlicher, klinisch relevanter Fragestellungen aufbereitet, die im Handlungsfeld körperliches Training aus Sicht der Leitlinien-Lenkungsgruppe relevant sind. Die unterschiedlichen, überwiegend aufeinander aufbauenden Thematiken sind unten zusammenfassend aufgeführt.

Grundsätzlicher Evidenz von Effekten eines körperlichen Trainings auf...

- ...die Frakturinzidenz niedrig-traumatischer und osteoporotischer Hauptfrakturen
- ...die Knochenfestigkeit postmenopausaler Frauen
 - Subanalyse: Effekte für unterschiedlichen Knochen-/Osteoporose Status
 - Subanalyse: Effekte für unterschiedlichen Menopausen-Status
- ...die Knochenfestigkeit von Männern 45 Jahre und älter
- ...die Knochenfestigkeit bei Menschen mit Glukokortikoid-induzierter Osteoporose

Handlungsfeld Knochenfestigkeit:

Ableitung von Handlungsempfehlungen bezüglich Trainingsinhalten:

Effektivität unterschiedlicher Belastungstypen (Trainingsinhalte) auf die Knochendichte

- ...Gewichtstragende Trainingsinhalte, dynamisches Krafttraining
- ...Walking
- ...Radfahren
- ...Wassergymnastik
- ...Schwimmen
- ...Ganzkörper-Vibration
- ...Ganzkörper-Elektromyostimulation

Ableitung optimierter Handlungsempfehlungen bezüglich Trainingsmitteln:

Effektivität unterschiedlicher Trainingsmittel auf die Knochendichte

- Einsatz von Kraftgeräten

Ableitung optimierter Handlungsempfehlungen von Trainingskomponenten:

Effektivität unterschiedlicher Belastungsnormativa auf die Knochendichte

-Trainingshäufigkeit
-Reizhöhe
-Bewegungsgeschwindigkeit
-Reizhäufigkeit
-Reizfrequenz
-Reizdauer
- ...Reizdichte

Ableitung von Handlungsempfehlungen bezüglich einer Kombination aus pharmakologischer Therapie oder Ernährungssupplementen und körperlichem Training auf die Knochendichte

Einfluss kombinierter vs. isolierter pharmakologische Therapie

- Hormonersatztherapie
- Bisphosphonat-Therapie
- Denosumab
- knochenanabolen Osteoporose-Therapie

Einfluss kombinierter Therapie vs. isoliertem körperlichen Trainings auf die Knochendichte

- Vitamin-D-Supplementierung
- Protein Supplementierung

Handlungsfeld Sturzprophylaxe:

Grundsätzlicher Evidenz von Effekten körperlichen Trainings auf die Sturzgrößen

- Sturzrate
- Anteil Stürzender (Sturzrisiko)
- Sturzbedingte Frakturen
- Sturzbedingte Hospitalisierung
- Sturzbedingte medizinische Behandlung

Ableitung optimierter Handlungsempfehlungen bezüglich Trainingsinhalten:

Effektivität unterschiedlicher Belastungstypen (Trainingsinhalte) zur Sturzprophylaxe

- Multiple Trainingsinhalte
- Gang, Gleichgewichts- und funktionelles Training
- Perturbationstraining
- Stepping
- 3d-Training
- Kraft-/Schnellkrafttraining
- Ausdauertraining
- Beweglichkeit/Flexibilität
- Interaktives kognitiv-motorisches Training
- Wassergymnastik
- Vibrationstraining
- Heimbasierte Trainingsprogramme

Ableitung optimierter Handlungsempfehlungen von Trainingskomponenten

- Zusammenfassende Empfehlung zur Belastungsdosierung

Bereich „Verbesserung Sturzvorgang – Sturzimpact verringern“

- Grundsätzliche Evidenz eines körperlichen Trainings
- Handlungsempfehlungen für ein körperliches Trainings

Bereich „Sturzangst“

- Grundsätzliche Evidenz eines körperlichen Trainings
- Handlungsempfehlungen für ein körperlichen Trainings

Ableitung optimierter Trainingsempfehlungen bezüglich Trainingsprinzipien: Effektivität unterschiedlicher Trainingsprinzipien auf Knochenfestigkeit und Sturzrisiko

-überschwelliger Reiz
-Progression
-Variation der Trainingsbelastung
-optimale Relation von Belastung und Erholung
-kontinuierliche Belastung
-individualisierte Belastung und Altersgemäßheit
-Periodisierung und Zyklisierung
-Supervisionsgrad

Ableitung von Empfehlungen zu Kontraindikationen, Vorsichtsmaßnahmen und Vorgehensweise nach frischen Wirbelkörperfrakturen

Priorisierte Studienendpunkte

Frakturhäufigkeit

- Klinische niedrig-traumatische Frakturen und osteoporotische Hauptfrakturen [32])

Knochenfestigkeit

- Knochendichte erfasst via DPA, DXA oder QCT an Lendenwirbelsäule und proximalem Femur

Reduktion der Sturzhäufigkeit

- Anzahl von Stürzen
- Anzahl von Stürzen mit Verletzungen

Surrogat Parameter für Sturzgefährdung

- Kraftfähigkeiten
- Gleichgewichtsfähigkeiten

○ Systematische Recherche

Die systematische Literaturrecherche folgte exakt dem Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) Statement. Alle Arbeiten (mit Ausnahme der systematischen Leitlinienrecherche) wurden im internationalen prospektiven Register für systematische Übersichtsarbeiten (PROSPERO) registriert. Je nach Thematik erfolgten die Suche in 4-8 Datenbanken. Die Datenbanken „PubMed“, „Scopus“, „Web of Science“, „Cochrane“, „Science Direct“, „Eric“, „ProQuest“, „SPORTDiscus“ und „Primo“ wurden für die Recherche genutzt. Im Falle der Leitliniensuche erfolgte zusätzlich eine Abfrage der Leitlinien-Datenbanken der GIN (Guideline International Network) und AWMF (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.). Die Suche erfolgte im PICOS Schema meist ohne sprachliche Einschränkungen. Für Artikel in anderer Sprache als Deutsch oder Englisch wurde der Online Übersetzer DeepL in seiner kommerziellen Version eingesetzt. Es wurde jeweils ein Suchprotokoll entwickelt, das ein standardisiertes Vokabular (Mesh-Term für MEDLINE) verwendet. Details zu den Untersuchungen sind der Methodik der jeweiligen Artikel (siehe auch Leitlinie) zu entnehmen.

Mindestens zwei Gutachter überprüften unabhängig voneinander die Titel und Zusammenfassungen sowie die Volltexte der in Frage kommenden Artikel. Im Anschluss wurden die Studiendaten der eligiblen Untersuchungen von zwei Untersuchern extrahiert, und in ein standardisiertes Extraktionsformulars eingegeben. Die folgenden Domänen und Kriterien wurden berücksichtigt (a) Publikationsdetails (Name des Erstautors, Publikationsjahr, Land, Studiendesign); (b) Teilnehmercharakteristika (Geschlecht, Alter, ggf. Alter in der Menopause, Medikamente, Krankheiten, Beschwerden, Knochenstatus, Lebensstil einschließlich Vitamin-D- und Kalziumzufuhr und -ergänzung, körperliche Aktivität, Trainingszustand, Körpergewicht, Körpergröße, BMI); (c) Studiencharakteristika (Setting, Dauer der Studie, anfänglicher Stichprobenumfang, „Lost to follow-up“); (d) Trainingscharakteristika einschließlich Dauer der Intervention, Art der Übung, Übungsparameter (Übungshäufigkeit, -intensität und -volumen), Intensitätsverlauf, Periodisierung, Adhärenz, Anzahl der Studienabbrüche, Supervision) und unerwünschte Nebenwirkungen. Differenzen zwischen den Gutachtern wurden im Konsens im Einzelfall durch einen dritten Gutachter gelöst.

○ Auswahl der Evidenz

Die Vorgehensweise bei der Auswahl der Evidenz wurde bereits im Abschnitt systematische Recherche (oben) berichtet. Neben den genannten Spezifikationen (bspw. Sprache, Suchperiode) wurden Kriterien für Ein- und Ausschluss von Untersuchungen nach dem PICOS-Schema festgelegt. D.h. es wurde Zielpopulation (P), Intervention (I), Vergleichsgruppe(n) (C), Studienendpunkte bzw. Outcomes (O) sowie das Studiendesign (S) hinreichend genau definiert. Nach Screening von Titel und Abstract durch jeweils zwei Untersucher, erfolgte die Volltextanalyse der zunächst eligiblen Studien ebenfalls von zwei Untersuchern jeweils unabhängig voneinander. In den jeweiligen „Flow-charts“ und der Methodik der Untersuchungsbereiche bzw. Publikationen (siehe Leitlinie) erfolgt eine nachvollziehbare und transparente Begründung von Gründen für den Einschluss eligibler bzw. den

Ausschluss nicht-eligibler Untersuchungen, bzw. Evidenzquellen. Die Qualität der Quellempfehlung wurde in jedem Falle untersucht (siehe unten).

○ *Kritische Bewertung der Evidenz und Erstellung von Evidenzzusammenfassung*

Bewertung der Studienqualität

Für die Bewertung der klinischen Studien innerhalb der Meta-Analysen erfolgte mit einer Ausnahme (Cochrane Risk of BIAS II) eine Erfassung der methodischen Qualität gemäß den Empfehlungen von PEDro (Physiotherapy Evidence Database Scale Risk of Bias Tool [33]) und TESTEX (Tool for the assessment of Study quality and reporting in EXercise [34]), die speziell für Interventionsstudien im Forschungsbereich „Physiotherapie“ und/oder „körperliches Training“ entwickelt wurden. PEDro-Scores von <5, 5–6 bzw. ≥7 Score-Punkten weisen auf eine niedrige, moderate oder hohe methodische Qualität hin [35]. Um den Einfluss der methodischen Qualität (Klassifizierung PEDro-Score, s.o.) auf das Ergebnis der Meta-Analyse einzuschätzen, erfolgten bei angemessener Studienanzahl und Verteilung entsprechende Sensitivitätsanalysen. Die methodische Bewertung der Studien wurde paarweise aber unabhängig vom jeweiligen Autor der Meta-Analyse (siehe dort), und den Projektkoordinatoren/Mitarbeitern (s.u.) vorgenommen. Details sind den entsprechenden Abschnitten der Leitlinie oder den jeweiligen Publikationen zu entnehmen.

Wie berichtet, folgten alle vorgelegten systematischen Reviews und Meta-Analysen exakt dem PRISMA Statement. Als Qualitätsinstrument zur Bewertung der methodischen Qualität der systematischen Übersichtsarbeiten und Metaanalysen ist PRISMA jedoch nur sehr eingeschränkt geeignet [36], sodass wir R-AMSTAR (Revised Assessment of Multiple Systematic Reviews (R-AMSTAR)) als Bewertungsinstrument heranzogen [37]. Die Erfassung der methodischen Qualität durch die AMSTAR Checkliste erfolgte via Online Tool (<https://www.perosh.eu/wp-content/uploads/2014/02/R-AMSTAR-Checklist-OSH-Evidence.pdf>) und Tabellenkalkulationsprogramm paarweise aber unabhängig durch die Studienkoordinatoren sowie die unten aufgeführten Mitarbeiter im Konsensverfahren.

Mitarbeiter, welche die methodische Qualität der Studien begutachtet haben waren:

- Stephanie Kast
- Dr. Daniel Schöne
- Dr. Mahdiah Shojaa
- Professor Dr. Eva Kiesswetter
- Professor Dr. Wolfgang Kemmler
- Professor Dr. Simon von Stengel

Statistische Analysen der erstellten Meta-Analysen

Die primären statistischen Analysen für die Fraktur- und Sturzrate erfolgte mittels mixed-effects Poisson Regressionsmodell, sowie die R-Pakete metafor [38] und mmata [39], die in der Statistiksoftware R [40,41] enthalten sind. Intervallskalierten Outcomes (meist BMD) wurden überwiegend durch random-effects (selten mixed-effects) Meta-Analyse mithilfe des metafor-Pakets der Statistiksoftware R [40,41] analysiert. Die Werte der Effektgröße (ES) wurden als standardisierte Mittelwertunterschiede (SMD) in Kombination mit dem 95%-Konfidenzintervall (95 %-CI) dargestellt. Bei hoher Heterogenität wurde das von Doi et al. [42] vorgeschlagene Modell der inversen Heterogenität (IVhet) angewandt³. Fehlende Standardabweichungen (SD) wurden nach der Methode berechnet, die in der Arbeit von Shojaa et al. [10] ausführlich beschrieben wurde. Die Heterogenität zwischen den Studien wurde anhand der Q und I² Statistik überprüft. Ein I² von 0-40% wurde als "gering", 30-60% als "mäßig", 50-90% als "erheblich" und 75-100% als "beträchtliche" Heterogenität angesehen.

Neben dem regressionsbasierten Egger-Test und den Rangkorrelations-Effektschätzungen und ihren Standardfehlern unter Verwendung des t-Tests und der Kendall's τ -Statistik für potenzielle

³ Die Effektstärken, die durch diese Methode errechnet werden, sind etwas geringer als bei einem klassischen random-effects-Modell

Publikationsverzerrungen, wurden auch Trim- und Fill-Analysen unter Verwendung des von Duval et al. vorgeschlagenen L0-Schätzers durchgeführt [43]. Zusätzlich zum Einsatz kamen Doi-Plots und der Luis Furuya-Kanamori-Index (LFK-Index) [44], um die Ergebnisse auf Asymmetrie zu prüfen. LFK-Werte unter 1 gelten als vernachlässigbar, während Werte ≥ 1 bis 2 als geringe Asymmetrie angesehen werden. Werte über 2 deuten auf eine starke Asymmetrie hin. Für alle (zweiseitigen) Tests wurde ein P-Wert $< 0,05$ als Signifikanzniveau zugrunde gelegt. SMD-Werte von 0,2; 0,5 und 0,8 wurden als kleine, mittlere und große Effekte interpretiert. Details zur Statistik sind den jeweiligen Untersuchungen (s.u.) zu entnehmen. Die Analysen wurden konsistent durch einen ausgewiesenen Biometriker (s.o.) durchgeführt.

Im Rahmen der Leitlinie durchgeführte systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen

Im Rahmen der Leitlinienentwicklung wurden in relevanten Bereichen die uns mit (zu) geringer Evidenz belegt schienen, systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen mit Subanalysen für unterschiedliche Fragestellungen erstellt.

- Körperliches Training und Frakturinzidenz niedrig-traumatischer und osteoporotischer Hauptfrakturen [15,16].
- Körperliches Training und Knochendichte postmenopausaler Frauen [10,17].
- Körperliches Training und Knochendichte von Männern 45 Jahre und älter [19].
- Körperliches Training und Knochendichte bei Menschen mit Glukokortikoid-induzierter Osteoporose [20].
- Effekte unterschiedlichen Knochen-/Osteoporose Status [17].
- Effekte unterschiedlichen Menopausen-Status [17].
- Trainingsinhalte [22].
- Dynamisches Krafttraining [45].
- Wassergymnastik [23].
- Trainingshäufigkeit [24].
- Reizhöhe [21].
- Interaktives kognitiv-motorisches Training (eingereicht)
- Interventionsdauer [15,19].
- Supervision [16,17].
- Belastungsprogression im Verlauf der Intervention [15,17].
- Kombination von Hormonersatztherapie und körperlichem Training [26].
- Kombination von Bisphosphonat-Therapie und körperlichem Training [25].
- Kombination von knochenanaboler Osteoporosemedikation und körperlichem Training [27].
- Kombination von körperlichem Training und Vitamin D Supplementierung [28].
- Kombination von körperlichem Training und Protein-Supplementierung [29]

Evidenzzusammenfassung

Die Evidenzzusammenfassung aus den vorliegenden Untersuchungen und Analysen erfolgte ebenfalls im Konsens der oben genannten Mitarbeiter sowie Teilnehmern der Leitlinien-Lenkungsgruppe. Berücksichtigt wurden dabei primär die Studienergebnisse, die methodische Qualität der Untersuchung und Ihre Anwendbarkeit auf die Zielgruppe der Leitlinie also postmenopausale Frauen oder Männer 45 Jahre und älter.

○ Verknüpfung von Evidenz und Empfehlung

Zur Beantwortung der Fragestellungen und Ziele wurden überwiegend die Evidenzen aus Meta-Analysen sowie randomisierten klinischen Studien, also Studientypen, denen hohe Evidenz zugestanden wird (Tab. 2), herangezogen. In Einzelfällen (siehe Trainingsprinzipien) wurde die Evidenz aufgrund fehlender wissenschaftlicher Untersuchungen durch Ableitung aus verwandten Fachbereichen, Lehrbuchwissen, Internationalen Konsenskonferenzen [31], Experten-Ausschüssen [5], und/oder über die klinischen Erfahrung der Leitlinie-Lenkungsgruppe generiert und eingeordnet.

Tab. 2: Evidenzgrade von Studien gemäß der Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ; <https://www.ahrq.gov/cpi/about/index.html>)

1a	Evidenz durch <u>Meta-Analyse</u> von <u>mehreren</u> randomisierten, kontrollierten Studien
1b	Evidenz aufgrund von mindestens <i>einer</i> randomisierten, kontrollierten Studie.
2a	Evidenz aufgrund von mindestens einer gut angelegten, jedoch nicht randomisierten und kontrollierten Studie.
2b	Evidenz aufgrund von mindestens einer gut angelegten, quasi-experimentellen Studie.
3	Evidenz aufgrund gut angelegter, nicht-experimenteller deskriptiver Studien, bspw. Vergleichsstudien oder Fall-Kontroll-Studien.
4	Evidenz aufgrund von Berichten von Experten-Ausschüssen oder aufgrund der klinischen Erfahrung anerkannter Autoritäten.
5	Evidenz aufgrund von Fallserien oder mehrerer Expertenmeinungen

Agency for Healthcare Research and Quality (<https://www.ahrq.gov/cpi/about/index.html>)

Auf der Basis dieser Evidenzklassen wurden unter Miteinbeziehung von Aspekten wie Nutzen-Risiko-Verhältnis, Anwendbarkeit/Umsetzbarkeit und Präferenzen von Patienten-/Studienteilgruppen die unten aufgeführten Empfehlungsstufen erstellt (Tab. 3).

Tab. 3: Empfehlungsstufen gemäß Programm für nationale Versorgungsleitlinien [46]

Grad A	Zumindest eine randomisierte kontrollierte Studie von insgesamt guter Qualität und Konsistenz, die sich direkt auf die jeweilige Empfehlung bezieht und nicht extrapoliert wurde (Evidenzebenen Ia und Ib).
Grad B	Gut durchgeführte klinische Studien, aber keine randomisierten klinischen Studien, mit direktem Bezug zur Empfehlung (Evidenzebenen II oder III) oder Extrapolation von Evidenzebene I, falls der Bezug zur spezifischen Fragestellung fehlt.
Grad C (oder 0)	Berichte von Expertenkreisen oder Expertenmeinung und/oder klinischen Erfahrungen anerkannter Autoritäten (Evidenzkategorie IV) oder Extrapolation von Evidenzebene IIa, IIb oder III. Diese Einstufung zeigt an, dass direkt anwendbare klinische Studien von guter Qualität nicht vorhanden oder nicht verfügbar waren.

4. Formulierung und Graduierung von Empfehlungen und strukturierte Konsensfindung

○ *Strukturierte Konsensfindung: Verfahren und Durchführung*

Die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) empfiehlt ein dreistufiges Model, das in der vorliegenden Leitlinie zur Graduierung von Empfehlungen verwendet wurde (Tab. 4).

Tab. 4: Empfehlungsgrad gemäß AWMF

Empfehlungs-grad	Beschreibung	Formulierung
A	Starke Empfehlung	Soll / soll nicht
B	Empfehlung	Soll / soll nicht
0	Empfehlung offen	Kann erwogen/verzichtet werden

„Negativempfehlungen“ der Stärke A (starke Negativempfehlung: „soll nicht“) und B (abgeschwächte Negativempfehlung: „sollte nicht“), die auf den jeweiligen oben angegebenen Evidenzgraden beruhen, wurden ebenfalls berücksichtigt.

Die Konsensfindung erfolgte in einem zweistufigen Verfahren gemäß AWMF Regelwerk. Im ersten Abschnitt erfolgte zwischen Mitte Juli und September 2024 eine digitale Abstimmung im Delphi-Verfahren (eine Runde). Hierzu wurden alle 14 Mandatsträger der Fachgesellschaften und beteiligten Organisationen mittels online link (<https://www.empirio.de>) zu einer Vorab Delphi-Online-Abstimmung (stimme zu/stimme nicht zu/Enthaltung; s.o.) der Empfehlungen eingeladen. Ebenfalls bereitgestellt wurde die aktuelle Version der Langfassung der Leitlinie mit Hintergrundinformationen sowie das AWMF Manual „Hilfestellung zu Delphi-Verfahren für Leitlinien mittels digitaler Abstimmung“. Alle Mandatsträger der Fachgesellschaften nahmen an der nicht anonymisierten Online Abstimmung teil. Empfehlungen die von allen Mandatsträgern positiv votiert wurden, wurden als beschlossen angesehen und gingen nicht mehr in die nachfolgenden Konsenskonferenz im nominalen Gruppenprozess ein. Bei Nichtzustimmung einer Empfehlung wurden die Mandatsträger gebeten einen konkret ausformulierten Alternativvorschlag mit Begründung und Angabe von Literatur zu eröffnen und dem Leitlinienkoordinator in einer bearbeitbaren EDV-Version zuzusenden. Der Hintergrundtext der keiner formalen Abstimmung bedurfte, konnte kommentiert und ebenfalls mit konkreten und begründeten Änderungsvorschlägen versehen werden. Das Ergebnis der 1. Abstimmungsrunde sowie alle Änderungsvorschläge und relevanten Kommentare wurde an die Mandatstragenden der Fachgesellschaften zurückgemeldet.

Im zweiten Schritt wurden Empfehlungen, die in der Vorab Delphi-Online-Abstimmung eine Zustimmung von weniger als 95% erhielten, in der nachfolgenden Konsenskonferenz im nominalen Gruppenprozess am 29.10.2024 via Zoom-Tool besprochen und abgestimmt. Den Teilnehmern der Veranstaltung wurde im Vorfeld der Veranstaltung eine aktualisierte Version der Leitlinie sowie die Ergebnisse der Vorab Delphi-Online-Abstimmung zur Verfügung gestellt. Die Veranstaltung wurde durch eine Vertreterin des AWMF (Frau Frauke Schwier) neutral moderiert. Nach Einführung in das Prozedere, erfolgte jeweils eine kurze Präsentation der zu konsentierenden Empfehlungen in deren Reihenfolge der Aufführung in der Leitlinie mit kurzer Hintergrundinformation und zugrunde liegender Evidenz. Eine Moderation der Diskussion zu den Empfehlungen erfolgte ebenfalls durch die Vertreterin des AWMF. Nach Berücksichtigung aller Wortmeldungen wurde ggf. der Wortlaut der Empfehlungen und/oder der Empfehlungsgrad geändert. Die endgültige Abstimmung der Empfehlung erfolgte im Weiteren jeweils offen durch Akklamation unter Leitung, Zusammenfassung und Dokumentation durch die Vertreterin des AWMF. Innerhalb der vierstündigen Veranstaltungen wurden alle Empfehlungen von den teilnehmenden Mandatsträgern gemäß Regelwerk der AWMF einstimmig („starker Konsens“) beschlossen.

- *Berücksichtigung von Nutzen, Nebenwirkungen und Risiken*

Gesundheitlicher Nutzen, Nebenwirkungen und Risiken wurden innerhalb der Leitlinienerstellung und insbesondere bei der Konsensfindung berücksichtigt.

- *Formulierung der Empfehlungen und Vergabe von Evidenz- und/oder Empfehlungsgraden*

Durch den strukturellen Aufbau der LL in einschlägige Abschnitte zu den erhobenen Fragestellungen, die in einer Empfehlung münden, kann der Empfehlung die zugrundeliegende Evidenz unmittelbar zugeordnet werden. Im jeweiligen Text erfolgt eine kurze Darstellung der Ergebnisse mit Verweis auf detailliertere Darstellung im Anhang der Leitlinie. Vor den Empfehlungen erfolgt jeweils eine Zusammenfassung der Evidenz. Die Verknüpfung von Evidenz und Empfehlung ist in Tabelle 4 dargestellt.

5. Externe Begutachtung und Verabschiedung

○ *Externe Begutachtung*

Die Leitlinie wurde durch externe Fachexperten (nicht-DVO Angehörige) im Rahmen der Delphi-Online-Umfrage, einer formalen Konsenskonferenz und vor Verabschiedung durch die Fachgesellschaften begutachtet.

○ *Verabschiedung durch die Vorstände der herausgebenden Fachgesellschaften /Organisationen*

Die Verabschiedung der finalen Version durch die Vorstände aller herausgebenden und beteiligten Fachgesellschaften/Organisationen (s.o.) erfolgte bis 10.02.2025.

Dabei wurde die Leitlinie von den Vertretern aller beteiligten Fachgesellschaften, Institutionen und Einrichtungen begutachtet. Änderungswünsche im Text sowie Kritikpunkte wurden über die jeweiligen Vorstände an die Leitlinienkommission weitergeleitet und erneut beraten. Die Fertigstellung erfolgte bis zum 11.02.2025.

6. Redaktionelle Unabhängigkeit

o Finanzierung der Leitlinie

Es erfolgte eine Anschubfinanzierung in Höhe von 46.303 € durch die Elsbeth-Bonhoff-Stiftung (Berlin Deutschland). Weiterhin unterstützte der Rehabilitations-Sportverein Netzwerk Knochengesundheit Erlangen e.V. die Erstellung der Leitlinie mit Spenden in Gesamthöhe von 49.000 €. Beide Stifter nahmen keinerlei Einfluss auf die Leitlinienerstellung. Der überwiegende Anteil der Kosten wurde vom Institut für Medizinische Physik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (bis März 2022) sowie vom Institut für Radiologie, Universitätsklinikum Erlangen (ab April 2022) getragen. Eine Finanzierung über die Industrie erfolgte nicht.

o Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Die Interessenserklärungen wurden vom Frauke Schwier (AWMF) und Wolfgang Kemmler (Leitlinienkoordinator, Interessenkonfliktbeauftragter) bewertet. Die Bewertung der beiden Gutachter/IK-Bewerter erfolgte gegenseitig. Die Interessenserklärungen wurden mit dem AWMF Interessenerklärung Online Tool im Zeitraum Oktober 2023 bis Mai 2024 erhoben. Lediglich Mandatsträger mit vorliegender Erklärung zum Interessenkonflikt konnten an der Online-Abfrage und Konsenskonferenz teilnehmen. Neben den Mandatsträgern wurden für die Mitglieder der Lenkungsgruppe, die Koordinatoren, Moderatoren, Berater sowie die Betreuer der systematischen Literaturarbeiten, die im Rahmen von Dissertationen erfolgten (siehe 2.5.2.), das Vorliegen von Interessenkonflikten via AWMF Interessenerklärung Online Tool überprüft. Für Studierende (2.5.1)⁴, die im Rahmen Ihrer Dissertation Arbeiten erstellten die in die Leitlinie eingingen, wurde auf eine Darlegung von Interessenkonflikten verzichtet. Gemäß des Formblatts „Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten“ des AWMF erfolgte die Bewertung der Interessen nach der Einschätzung, ob Interessenkonflikte vorliegen, ob ein thematischer Bezug zur Leitlinie insgesamt und/oder in Bezug auf spezifische Fragestellungen vorliegt und auf die Einschätzung der Relevanz von Interessenkonflikten kategorisiert in „gering“, „moderat“ und „hoch“ unter Berücksichtigung des eventuellen Ausmaßes des resultierenden Konflikts, der Funktion der betroffenen Person innerhalb der Leitliniengruppe und der protektiven Faktoren. Tab. 5 zeigt das Interessenkonfliktmanagement und die Konkretisierung gemäß AWMF Kommission Leitlinie, an die die Bewertung der Interessenkonflikte der vorliegenden Leitlinie angelehnt wurde.

Tab. 5: Interessenkonfliktmanagement und die Konkretisierung gemäß AWMF

Ausprägung Interessenkonflikt	Umstände für diese Kategorie	Konsequenz
Kein IK	-----	-----
Geringer IK	Einzelne Vorträge finanziert durch Industrie	Limitation von Leitungsfunktion (Koordination/Leitung)
Moderater IK	Tätigkeiten in einem industrie-finanzierten Advisory Board/wissenschaftlicher Beirat/als Gutachter	Keine Abstimmung für die thematisch relevanten Empfehlungen
Hoher IK	Eigentumsinteresse, Arbeitsverhältnis bei Industrie, hoher Aktienbesitz einzelner Firmen	Keine Teilnahme an Beratungen und keine Abstimmung

⁴ Clara Born, Cecilie Fischer, Isabelle Hoffmann, Sara Kaiser, Christopher Klotz, Michelle Mages, Ramin Mohebbi, Eileen Schinkel, Julia Wolf, Anna-Lena Zitzmann

Bewertung der Interessenkonflikte

Die Konkretisierung des Interessenkonfliktmanagement erfolgte gemäß AWMF-Kommission Leitlinien. Geringe, moderate und hohe Evidenz für Interessenkonflikte die in Zusammenhang mit der vorliegenden Leitlinie stehen könnten (Tab. 5), wurden berücksichtigt. Eine Offenlegung möglicher Interessenkonflikte erfolgte durch alle Mandatsträger, LL-Koordinatoren, Autoren, Studienstatistiker, Berater, Moderatoren und Betreuer systematischer Literaturrecherchen (s.u.). Für keinen der oben genannten Beteiligten wurde ein Interessenkonflikt mit Themenbezug zur vorliegenden Leitlinie erfasst oder bewertet.

Declaration of interests and management of conflicts of interest (<https://interessenerklaerung-online.awmf.org/leitlinien/IKE1037/ike-verwaltung>)

In the following, the declarations of interests are presented as a tabular summary together with the results of the conflict-of-interest assessment. It includes resulting consequences that were decided by the guideline group after discussion of the issues.

Guideline coordination: Kemmler, Wolfgang

Guideline: Körperliches Training zur Frakturprophylaxe

Registry number: 183-002

	Work as consult/ expert	Work in a Scientific Advisory Board	Paid role as lecturer and/or educator	Paid authorship and/or co-authorship	Research projects/ conducting clinical trials)	Proprietary interests (patent, copyright law, share ownership)	Indirect interests	Guideline topics affected by conflicts of interest, Classification by relevance, Consequence
Professor Dr. Becker, Clemens	EFPIA Mobilise-D Konsortium	keine	Amgen, Novartis	No	keine	keine	Member: keine, Scientific activity: Validierung digitaler Biomarker der Mobilität, Clinical activity: keine, Participation in education/training: keine, Personal relationships: keine	COL: none: none
Büttner, Carl Christopher	No	No	No	No	No	No	Scientific activity: Mandatsträger für weitere Leitlinien	COL: none: none
Dr. Clausen, Jürgen	No	No	No	No	No	No	Member: Deutsche Rheuma-Liga Bundesverband e.V.	COL: none: none
Dr. Degenhardt, Stefan	No	No	No	No	No	No	No	COL: none: none
Dr. Eva, Kiesswetter	No	No	No	No	No	No	No	COL: none: none COL: none: none
Univ.-Prof. Dr.med.univ. Gosch, Markus	IQTIG	UCB, DGG, DGG, Intercongress, DGG, DGG, DGG, DGG, DGG	AO Foundation, Pfizer, Bayer, BMS, KH Fürth, Sanofi, Pfizer, Pfizer, Pfizer, DKOU, Amgen, Grünenthal, Pfizer, Amgen, BMS, Amgen, Grand Concept, Amgen, AUC, AGATE, BMS, Bethesda Klinik Ulm, Pfizer, AUC, Novartis	Mediengruppe Oberfranken, Infektopharm, Thieme Verlag	No	No	No	COL: none: none none COL: none: none
Prof.Dr. Hadji, Peyman	No	No	No	No	No	No	Member: Vorstand Dachverband Osteologie (DVO), Scientific activity: Osteoporose, Clinical activity: Osteoporose	COL: none: none
Prof.Dr. Jakob, Franz	Amgen, Alexion, Novo	Amgen, Alexion	Alexion, Amgen, Bund der Internisten BDI, Lilly, Gedeon-Richter	No	Amgen, Alexion, Novartis	No	Member: Bund der Internisten BDI, Member: Deutsche Gesellschaft für Osteologie, Member: Deutsche Akademie der osteologischen und rheumatologischen Wissenschaften,	COL: none: none COL: none: none

	Work as consult/ expert	Work in a Scientific Advisory Board	Paid role as lecturer and/or educator	Paid authorship and/or co-authorship	Research projects/ conducting clinical trials)	Proprietary interests (patent, copyright law, share ownership)	Indirect interests	Guideline topics affected by conflicts of interest, Classification by relevance, Consequence
	Nordisk Foundation, German Research Society DFG, European Commission EMA						Scientific activity: Bone Metabolism, Osteoporosis, Rare Bone Diseases, Skeletal Metastases, Tissue Regeneration including Mesenchymal Stem Cell Research, Muscle wasting and sarcopenia, Exercise and bone and muscle maintenance , Clinical activity: Osteology Outpatient Clinics, Participation in education/training: Julius Maximilians University of Wuerzburg, Medical Faculty,	none COL: none: none COL: none: none
Frau Kast, Stephanie	No	No	No	No	No	No	No	COL: none: none COL: none: none
Professor Dr. Katharina, Kerschanschindl	Med Media Verlag und Mediaservice	Gedeon Richter, Stada	Amgen, Forum für medizinische Fortbildung, OSTAK, Ärztekammer für Niederösterreich	No	No	No	Member: Österreichische Gesellschaft zur Erforschung des Knochen- und Mineralstoffwechsels, Scientific activity: Osteoimmunologie, Immobilisation, körperliche Aktivität, Knochenstoffwechsel, Clinical activity: FÄ für Physikalische Medizin Rehabilitation, Participation in education/training: Arznei und Vernunft, Personal relationships: keine	COL: none: none
Prof. Dr. Kemmler, Wolfgang	keine	keine	keine	keine	keine	keine	Member: Deutsche Akademie der osteologischen und rheumatologischen Wissenschaften e.V. , Scientific activity: körperliches Training und Gesundheit, alternative Trainingstechnologien, Alterssport, Clinical activity: Osteologie, Gerontologie, Participation in education/training: Ausbildungsleiter Orthopädie, Behinderten und Rehabilitationssportverband Bayern e.V., Personal relationships: nein	COL: none: none
Prof. Dr. med. Kladny, Bernd	Grünenthal	No	No	No	No	No	Member: 2015 Generalsekretär der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU e.V.) 2016–2017 stv. Generalsekretär der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU e.V.) 2018–2019 Generalsekretär der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU e.V.) Seit 2015Vizepräsident der Deutschen Hüftgesellschaft (DHG e.V.) Seit 2015Mitglied Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie (DGCH e.V.)	COL: none: none

	Work as consult/ expert	Work in a Scientific Advisory Board	Paid role as lecturer and/or educator	Paid authorship and/or co-authorship	Research projects/ conducting clinical trials)	Proprietary interests (patent, copyright law, share ownership)	Indirect interests	Guideline topics affected by conflicts of interest, Classification by relevance, Consequence
							Seit 2015 Generalsekretär der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC e.V.) Seit 2020 stv. Generalsekretär der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU e.V.) 2022-2023 Generalsekretär der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU e.V.) DHG (Deutsche Hüftgesellschaft e. V.) Vizepräsident DGCh (Deutsche Gesellschaft für Chirurgie e. V.) Vorstandsmitglied DGIHV (Deutsche Gesellschaft für interprofessionelle Hilfsmittelversorgung e. V.) Vorstandsmitglied ANOA (Arbeitsgemeinschaft Nicht- operativer Orthopädischer Akut-Kliniken e. V.) Beirat DWG (Deutsche Wirbelsäulengesellschaft e. V.) Mitglied Referat Wirbelsäule des Berufsverbandes Deutscher Neuro-chirurgen (BDNC) und des Berufsverbandes Orthopädie und Unfallchirurgie (BVOU) Mitglied Verband Ltd. Orthopäden und Unfallchirurgen (VLOU) LV Bayern Mitglied Sektion Rehabilitation – Physikalische Medizin – der DGOU Mitglied IGOST (Interdisziplinäre Gesellschaft für orthopädische/unfallchirurgische und allgemeine Schmerztherapie e. V.) Mitglied Ausschuss Fort- und Weiterbildung der DGOU Mitglied Ausschuss Versorgung und Qualität der DGOU Mitglied VTO (Vereinigung für Technische Orthopädie e. V.) Mitglied DGRh (Deutsche Gesellschaft für Rheumatologie e. V.) Mitglied DGORh (Deutsche Gesellschaft für Orthopädische Rheumatologie e. V.) Mitglied DGPMR Mitglied DGMM (Deutsche Gesellschaft für Manuelle Medizin e. V.) Mitglied VSOU (Vereinigung Süddeutscher Orthopäden und Unfallchirurgen e. V.) Mitglied Rheumazentrum Erlangen Mitglied OGO (Orthopädische Gesellschaft für Osteologie e. V.) Mitglied REKO Nordbayern (Regionale Expertenkreise Osteoporose) Mitglied, Scientific activity: entsprechend Publikationsverzeichnis, Clinical activity: konservative Orthopädie und Unfallchirurgie; Rehabilitation; Frührehabilitation, Participation in education/training: Deutscher Kongress Orthopädie und Unfallchirurgie; Akademie Orthopädie und Unfallchirurgie, Personal relationships: nein	

	Work as consult/ expert	Work in a Scientific Advisory Board	Paid role as lecturer and/or educator	Paid authorship and/or co-authorship	Research projects/ conducting clinical trials)	Proprietary interests (patent, copyright law, share ownership)	Indirect interests	Guideline topics affected by conflicts of interest, Classification by relevance, Consequence
Dr. Kleinöder, Heinz	keine	keine	keine	keine	keine	keine	Member: keine, Scientific activity: Training und Leistung, Clinical activity: Trainingswissenschaft, Participation in education/training: A-Trainer-Ausbildung beim DTB Trainerakademie Ausbildung, Personal relationships: nein	COL: none: none
Klößner, Nicole	No	No	No	No	No	No	Member: Leitlinie Schulterimpingement, Member: Leitlinie Frakturprophylaxe	COL: none: none
Professor Dr. Kohl, Matthias	No	No	No	No	No	No	Scientific activity: Biostatistik, Bioinformatik, Data Science	COL: none: none
Univ.-Prof. Dr. Lange, Uwe	No	No	Rheuma-Akademie; Akademie der DGPRM	No	No	No	No	COL: none: none
Prof. Dr. med. Meyer-Olson, Dirk	No	No	Novartis, No	No	No	n/a	Member: Deutsche Gesellschaft für Rheumatologie/Sprecher der Kommission Rehabilitation, Physikalische Medizin und Sozialmedizin	COL: none: none
Dr. med Middeldorf, Stefan	No	No	No	No	No	No	Clinical activity: Rehabilitation, Begutachtung, Schmerztherapie	COL: none: none
Dr. Peters, Stefan	No	No	DAK-Gesundheit, IST-Hochschule Düsseldorf	No	Universität Tübingen, AOK, Techniker Krankenkasse, weitere Konsortialpartner, DAK-Gesundheit	No	Member: Gesellschaft für Versicherungswissenschaft und -gestaltung (GVG) e. V.; Aktives Mitglied in Arbeitsgruppen, Member: Deutsches Netzwerk Versorgungsforschung (DNVF) e. V. Stellvertretende Sprecherrolle der AG Bewegungsbezogene Versorgungsforschung, Member: Bundesvereinigung Prävention und Gesundheitsförderung (BVPg) e. V.; Aktives Mitglied, z. B. Veranstaltung von Symposien, Member: Deutsche Gesellschaft für Rehabilitationswissenschaften (DGRW) e. V.; Aktives Mitglied in Arbeitsgruppen, Member: Deutsche Gesellschaft für Medizinische Rehabilitation (DEGEMED) e.V.; Aktives Mitglied in Arbeitsgruppen, Member: Arbeitsgruppe Bewegungsförderung im Alltag (Bundesministerium für Gesundheit); Aktive AG-Mitarbeit, Member: Konföderation der deutschen Rückenschulen (KddR) e. V.; Aktives Mitglied, Scientific activity: Schriftleitung der Zeitschrift Bewegungstherapie und Gesundheitssport (Thieme, Stuttgart), Scientific activity: Co-Autorenschaft bei Publikationen zum Projekt ImPuls - Bewegungstherapie bei psychischen Erkrankungen. Z.B.: Wolf, S., Seiffer, B., Zeibig, J. M., Welkerling, J., Bauer, L. L., Frei, A. K., Studnitz, T., Rosenstiel, S., Fiedler, D. V., Helmholt, F., Ray, A., Herzog, E., Takano, K.,	COL: none: none

	Work as consult/ expert	Work in a Scientific Advisory Board	Paid role as lecturer and/or educator	Paid authorship and/or co-authorship	Research projects/ conducting clinical trials)	Proprietary interests (patent, copyright law, share ownership)	Indirect interests	Guideline topics affected by conflicts of interest, Classification by relevance, Consequence
							Nakagawa, T., Kropp, S., Franke, S., Peters, S., El-Kurd, N., Zwanzleitner, L., Sundmacher, L., ... Ehring, T. (2021). Efficacy and cost-effectiveness of a Transdiagnostic group-based exercise intervention: study protocol for a pragmatic multi-site randomized controlled trial. BMC psychiatry, 21(1), 540. https://doi.org/10.1186/s12888-021-03541-3 , Scientific activity: Co-Autorenschaft bei einer Vielzahl von Publikationen, welche bereits aus der Leitlinienarbeit zur vorliegenden LL entstanden sind. Zum Beispiel: Zitzmann, A. L., Shojaa, M., Kast, S., Kohl, M., von Stengel, S., Borucki, D., Gosch, M., Jakob, F., Kersch-Schindl, K., Kladny, B., Lange, U., Middeldorf, S., Peters, S., Schoene, D., Sieber, C., Thomasius, F., Uder, M., Kemmler, W. (2022). The effect of different training frequency on bone mineral density in older adults. A comparative systematic review and meta-analysis. Bone, 154, 116230., Participation in education/training: Der Deutsche Verband für Gesundheitssport und Sporttherapie unterhält neben anderen Tätigkeitsfeldern auch Fort- und Weiterbildungen	
Herr Sahar, Jamil	keine	keine	keine	keine	keine	keine	Member: Geschäftsführer Behinderten und Rehabilitations-Sportverband Bayern e.V., Scientific activity: keine, Clinical activity: keine, Participation in education/training: Geschäftsführer Behinderten und Rehabilitationssportverband Bayern e.V. u. a. verantwortlich für Rehabilitationssport Ausbildung in Bayern, Personal relationships: nein	COL: none: none
AWMF Moderation Schwier, Frauke	keine	keine	DGKiM e.V.	Institut für Sozialarbeit und Sozialpädagogik e.V.	DGKiM e.V., German Cancer Aid Foundation, German Federal Joint Committee independent Funding Programme for Clinical Practice Guidelines developed under the	keine	Member: DGKiM e.V. DGfPI e.V. DGKCH e.V.	COL: none: none

	Work as consult/ expert	Work in a Scientific Advisory Board	Paid role as lecturer and/or educator	Paid authorship and/or co-authorship	Research projects/ conducting clinical trials)	Proprietary interests (patent, copyright law, share ownership)	Indirect interests	Guideline topics affected by conflicts of interest, Classification by relevance, Consequence
					auspices of AWMF member societies, German Ministry for Education and Research (BMBF)			
Dr. Schöne, Daniel	No	No	No	No	Techniker Krankenkasse, Federal Ministry of Education and Research, Elsbeth Bonhoff Foundation	No	Member: German Society for Gerontology and Geriatrics e.V. (DGGG), Member: Federal initiative for fall prevention (BIS), Scientific activity: European Geriatric Medicine Society (EuGMS) special interest group "Systematic Review and Meta Analysis" , Clinical activity: European Geriatric Medicine Society (EuGMS) special interest group "Falls and Fractures"	COL: none: none
Dr. Shojaa, Mahdieh	No	No	No	No	No	No	No	COL: none: none COL: none: none
Professor Dr. Sieber, Cornel	No	No	No	No	No	No	No	COL: none: none
Dr. Thomasius, Friederike	Therame x, Gedeon Richter	Kyowa Kirin	Amgen, UCB, Stadapharm, Das Fortbildungs-kolleg	No	Novartis	No	Member: ['Vorsitzende der Leitlinienkommission des Dachverbandes Osteologie', 'Co-Editorin und Section Editorin der Zeitschrift Osteologie, Thieme Verlag'], Scientific activity: Publikationen zum Thema Leitlinien Update in der Zeitschrift OSTEOLOGIE einmal pro Quartal, Scientific activity: Mitgliedschaft Deutsche Gesellschaft für Osteologie, Präsidentin der Deutschen Gesellschaft für Osteologie seit Juni 2023, Scientific activity: Mitgliedschaft deutsche Gesellschaft für Rheumatologische und osteologische Wissenschaften (DAorW), Scientific activity: Mitglied der American Society of Bone and Mineral Research, Scientific activity: Mitglied des Scientific Advisory Boards der European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases ESCEO, Clinical activity: Arbeit im Frankfurter Hormon Osteoporosezentrum, Betreuung,	COL: none: none

	Work as consult/ expert	Work in a Scientific Advisory Board	Paid role as lecturer and/or educator	Paid authorship and/or co-authorship	Research projects/ conducting clinical trials)	Proprietary interests (patent, copyright law, share ownership)	Indirect interests	Guideline topics affected by conflicts of interest, Classification by relevance, Consequence
							Diagnostik und Therapie von Patient*innen mit osteologischen Erkrankungen, v.a. Osteoporose, Leitung klinische Osteologie, Participation in education/training: Osteologie Akademie (OSTAK), Personal relationships: Zeitschrift OSTEOLOGIE Co-Editor und Section Editor	
PD Dr. von Stengel, Simon	No	No	No	No	No	No	No	COI: none: none

¹ Here, the summary table only includes the details determined to be thematically related to the guideline after the guideline development group discussed and evaluated the facts fully disclosed to the AWMF in the corresponding form. The completed declarations will be filed with the guideline secretariat.

Zusammenfassend wurde für keinen der oben genannten Beteiligten ein Interessenkonflikt mit Themenbezug zur vorliegenden Leitlinie erfasst.

7. Verbreitung und Implementierung

○ *Konzept zur Verbreitung und Implementierung*

Die Verbreitung und Implementierung der Leitlinie erfolgt insbesondere in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern „Behinderten und Rehabilitations-Sportverband Bayern (BVS-Bayern)“, „Deutsche Rheuma-Liga Bundesverband e.V.“ und „Deutscher Verband für Gesundheitssport und Sporttherapie e.V. (DVGS)“. Die genannten Verbände sind für die Durchführung des Rehabilitationssports und Funktionstrainings gemäß § 64 SGB IX verantwortlich, respektive führen die verbindliche Übungsleiter-zertifizierung u.a. im Fachbereich „Sport mit Osteoporose-Erkrankten“ als eine Voraussetzung zur Abrechnung der Kurse mit den Rehabilitationsträgern durch. Insgesamt beläuft sich die Anzahl der Rehabilitationssport-/Funktionstrainings-gruppen und Deutschland auf ca. 20.000 [47]. Alleine in Bayern werden jährlich ca. 120 Übungsleiter im Bereich „Orthopädische Erkrankung“, in dem die Osteoporose verortet, ist ausgebildet.

Im Vorfeld der Leitlinienveröffentlichung wurde in einer einschlägigen Fachzeitschrift („Osteologie“) bereits ein Sonderheft veröffentlicht, das die wesentlichen Ergebnisse und Handlungsanweisungen der vorliegenden Leitlinie zusammenfasst [17,48-52]. Wesentliche Ergebnisse und Handlungsanweisungen erschienen ebenfalls bereits in Buchform [53].

○ *Unterstützende Materialien für die Anwendung der Leitlinie*

Neben den oben genannten Materialien soll eine Kitteltaschenversion der Leitlinie für Übungsleiter erstellt werden. In Zusammenarbeit mit den oben genannten Verbänden und Institutionen werden Materialien für die Übungsleiterausbildung erstellt.

Auf Patientenebene erfolgt im Nachgang der Leitlinienerstellung die Entwicklung und Evaluierung eines innovativen online-basierten Heimtrainingsprogramms, das auf den Empfehlungen der Leitlinie basiert.

○ *Diskussion möglicher förderlicher und hinderlicher Faktoren für die Anwendung der Leitlinie*

Ein wesentlicher Aspekt der zur erfolgreichen Implementierung und Anwendung der vorliegenden Leitlinie führen sollte, ist die Partizipation einer großen Anzahl einschlägiger medizinischer Fachverbände, Schulungsträger, Interessenverbände und Ausrichter von Bewegungsangeboten im Spannungsfeld der Frakturprophylaxe. Mit Ausnahme des Deutschen Behindertensportverbandes, der über den Bayerischen Landesverband repräsentiert wird, beteiligen sich alle wesentlichen Player des Sports mit Osteoporose-Erkrankten an diesem Leitlinienprojekt. Wie oben bereits beschrieben, liegen belastbare Strukturen für den Rehabilitationssport und das Funktionstraining in bundesweit hoher Dichte gerade für die Osteoporose-Gruppen vor. Ähnliches, aber mit deutlich geringerer Dichte gilt für den Bereich der Sturzprävention. Eine Implementierung der Ergebnisse und Empfehlungen der Leitlinie in die Ausbildung von Trainern, Übungsleitern, Therapeuten, Sportwissenschaftlern und Ärzten wird über die enge Kooperation mit den Fachverbänden mit vergleichsweise geringem Aufwand (Umstellung Curriculum, Anpassung der Lehrmaterialien) grundsätzlich möglich sein. Die finanziellen Auswirkungen, die durch Implementierung und Anwendung der vorliegenden Leitlinie entstehen können, sind ebenfalls überschaubar. Insbesondere das mit hoher Evidenz besetzte Ergebnis einer nötigen, mindestens zweimaligen Trainingsfrequenz/Woche zur Verbesserung der Knochendichte kann zu höheren Kosten führen, da die derzeitige Verordnungspraxis von Ärzten und/oder GKV häufig noch eine niedrigere Teilnahmehäufigkeit vorsieht. Daneben kollidiert die nötige, überdauernde Durchführung von Trainingsangeboten zumindest, wenn im Setting Rehabilitationssport-/Funktions-training oder via präventiven Bewegungsangeboten im Rahmen §20 SGB V durchgeführt, mit den dafür aufzuwendenden Kosten durch die Rehabilitationsträger bzw. GKV. Eine vorliegend 18-monatige Interventionsstudie im Setting des Rehabilitationssport bei Osteoporose [14], die mit den Empfehlungen dieser Leitlinie weitgehend konform ging, zeigte in diesem Zusammenhang tendenziell

($p=.20$) niedrigere Gesundheitskosten in der Interventions- verglichen mit der weniger häufig und intensiv trainierenden Kontrollgruppe (2255 ± 2596 € vs. KG: 2780 ± 3318 €/18 Monate).

Auch aus individueller Sicht ist eine dergleichen regelmäßige und überdauernde Trainingsteilnahme besonders bei Menschen mit einer Transferproblematik eine Zutrittsschranke, die ggf. über häufigeres Heimtraining überwunden werden kann. Hinzu kommt ein Mangel von Rehabilitationssport-/Funktionstrainingsgruppen insbesondere in strukturschwachen Bereichen aber auch Ballungsräumen der zu längeren Wartezeiten für Betroffene führt. Eine Lösung können heimbasierte Trainingsprogramme zur Frakturprophylaxe sein. Problematisch ist derzeit allerdings, dass zwar evidenzbasierte Heimtrainingsprotokolle zur Sturzprophylaxe vorliegen, entsprechende qualitätsgesicherte Übungsprogramme im Spannungsfeld der Erhöhung der Knochenfestigkeit nicht vorliegen.

○ *Messkriterien für die Bewertung der Prozess - und / oder Ergebnisqualität der Leitlinie: Qualitätsziele, Qualitätsindikatoren*

Ein strukturiertes Monitoring mit einer Erfassung von Ergebnissen ausgewählter Outcomes ist im Rahmen des Rehabilitationssports und Funktionstrainings flächendeckend über die Rehabilitationsträger in Kooperation mit den Sportgruppen möglich, wurde aber im Rahmen der vorliegenden Leitlinie nicht durch ein Qualitätsmanagement (QM)-Konzept adressiert. Entsprechende QM-Konzepte für den Rehabilitationssport bei Osteoporose liegen indes vor [54] und können relativ problemlos an die vorgelegte Leitlinie angepasst werden.

Auf der Ebene der Trainingsregelung sind Erfolgskontrollen, also die Frage, ob und in welchem Maß die gewählten Trainingsziele realisiert werden, sind inhärenter Bestandteil der Trainingsdefinition. Die vorliegende Leitlinie konzentriert sich primär auf die Erfassung physiologischer und funktioneller Zielgrößen. Im Bereich „Knochenfestigkeit“ wird eine regelmäßige Erfassung der Knochendichte gemäß der aktuellen Leitlinie „Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der OSTEOPOROSE bei postmenopausalen Frauen und bei Männern ab dem 50. Lebensjahr“ [55] empfohlen. Zur Steuerung der Reizhöhe im Krafttraining werden bei belastbaren Teilnehmern/Patienten regelmäßige Tests unter annähernder muskulärer Ausbelastung im Wiederholungsbereich 5-10 und die Anwendung von Prädiktionsformeln [56,57] vorgeschlagen.

Zur Einschätzung der funktionellen Leistungsfähigkeit eignen sich bei älteren Kollektiven der Modified Timed Up-and-Go Test (TUG) [58] sowie die Short Physical Performance Battery (SPPB, [59]). Die 2023 Leitlinie DVO „Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der Osteoporose“ empfiehlt zur Risikoberechnung die Durchführung des TUG, für den ein hohes prädiktives Potential für Hüft- und osteoporotische Hauptfrakturen angegeben wird [60,61].

Die SPPB enthält die Einzeltests Chair-Rise Test, einen Test der habituellen Ganggeschwindigkeit über 4 m, sowie einen Gleichgewichtstest im geschlossenen Stand, Semitandem und Tandemstand. Werden diese Tests primär zum Monitoring individueller trainingsbedingter Veränderungen verwendet, muss ggf. eine individuelle Anpassung insbesondere des Gleichgewichtstests zur Vermeidung eines Boden-⁵ oder Deckeneffektes⁶ bzw. zu langer Testdauer vorgenommen werden.

Neben physiologischer und funktioneller Zielgrößen sind die Erfassung der Reizhöhe (via subjektivem Ausbelastungsgrad) und insbesondere der Trainingsfrequenz (in Trainingseinheiten/Woche) wichtige Kontrollindikatoren, die bei ausbleibender Realisierung der Trainingsziele Erklärungsbeiträge liefern können. Die Trainingsfrequenz wird im Setting des Rehabilitationssports/Funktionstrainings routinemäßig erfasst, da die Leistungsabrechnung mit den Rehabilitationsträgern auf dieser Größe basiert.

⁵ Leistungsschwacher Teilnehmer schafft es nicht im Tandemstand zu stehen

⁶ Leistungstarker Teilnehmer ist durch einen Test im geschlossenen Stand nicht gefordert

8. Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

○ *Datum der letzten inhaltlichen Überarbeitung und Status*

Die letzte inhaltliche Überarbeitung der S3 Leitlinie „Körperliches Training zur Frakturprophylaxe“ erfolgte am 25.11.2024.

○ *Aktualisierungsverfahren*

Die Gültigkeit der Leitlinien beträgt 5 Jahre (11.02.2025 bis 10.02.2030). Verantwortlicher Ansprechpartner für die Aktualisierung der Leitlinie ist Professor Dr. Wolfgang Kemmler, Koordinator der vorliegenden Leitlinie.

9. Literatur

1. Haussler B, Gothe H, Gol D et al. Epidemiology, treatment and costs of osteoporosis in Germany--the BoneEVA Study. *Osteoporos Int* 2007; 18: 77-84.
2. Compston JE, McClung MR, Leslie WD. Osteoporosis. *Lancet* 2019; 393: 364-376.
3. Bleibler F, Konnopka A, Benzinger P et al. The health burden and costs of incident fractures attributable to osteoporosis from 2010 to 2050 in Germany-a demographic simulation model. *Osteoporos Int* 2013; 24: 835-847.
4. Greß S, Jesberger C. Strukturdefizite in der Finanzierung der gesetzlichen Krankenversicherung. *IFO-Schnelldienst* 2022; 75: 3-6.
5. Beck BR, Daly RM, Singh MA et al. Exercise and Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise prescription for the prevention and management of osteoporosis. *J Sci Med Sport* 2016; 20: 438-445.
6. de Souto Barreto P, Rolland Y, Vellas B et al. Association of Long-term Exercise Training With Risk of Falls, Fractures, Hospitalizations, and Mortality in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Intern Med* 2019; 179: 394-405.
7. Kemmler W, Haberle L, von Stengel S. Effects of exercise on fracture reduction in older adults : A systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int* 2013; 24: 1937-1950.
8. Wang Q, Jiang X, Shen Y et al. Effectiveness of exercise intervention on fall-related fractures in older adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Geriatr* 2020; 20: 322.
9. Hamilton BR, Staines KA, Kelley GA et al. The Effects of Exercise on Bone Mineral Density in Men: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Calcif Tissue Int* 2021:
10. Shojaa N, von Stengel S, Schoene D et al. Effect of exercise training on bone mineral density in postmenopausal women: A systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Front Physiol* 2020; 11: 1427–1444.
11. Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev* 2019; 1: CD012424.
12. Giangregorio LM, Ponzano M. Exercise and physical activity in individuals at risk of fracture. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2022; 36: 101613.
13. Kemmler W, von Stengel S. Validierung evidenzbasierter Empfehlung im Setting des Rehabilitationssports für Menschen mit Osteoporose-Erkrankung: Die randomisierte, kontrollierte Senioren Fitness- und Präventionsstudie (SEFIP). *Osteologie* 2020; 29: 215-220.
14. Kemmler W, von Stengel S, Engelke K et al. Exercise effects on bone mineral density, falls, coronary risk factors, and health care costs in older women: the randomized controlled senior fitness and prevention (SEFIP) study. *Arch Intern Med* 2010; 170: 179-185.
15. Hoffmann I, Kohl M, von Stengel S et al. Exercise and the prevention of major osteoporotic fractures in adults: a systematic review and meta-analysis with special emphasis on intensity progression and study duration. *Osteoporos Int* 2022; 4: 15-28.
16. Hoffmann I, Shojaa M, Kohl M et al. Exercise reduces the number of overall and major osteoporotic fractures in adults. Does supervision make a difference? Systematic review and meta-analysis. *JBM R* 2022; 37: 2132–2148.
17. Mohebbi R, Shojaa M, Kohl M et al. Exercise training and bone mineral density in postmenopausal women: An updated systematic review and meta-analysis of intervention studies with emphasis on potential moderators. *Osteo Int* 2023; 34: 1145-1178.
18. Mohebbi R, von Stengel S, Kohl M et al. Trainingsziele und Risikokategorisierung im Spannungsfeld körperliches Training und Frakturprophylaxe: Ansatzpunkte für individualisierte Trainingsprogramme [Training Aims and Risk Categorization in The Area of

- Exercise and Fracture Prevention. Targets for Individualized Training Programs]. *Osteologie* 2023; 32: 166-170.
19. Mages M, Shojaa M, Kohl M et al. Exercise Effects on Bone Mineral Density in Men. *Nutrients* 2021; 13: 4244.
 20. Kast S, Jakob F, Kohl M et al. Exercise effects on glucocorticoid induced bone loss in adults. A systematic review and meta-analysis. *Rheumatology* 2023; 6: 1.
 21. Kast S, Shojaa M, Kohl M et al. Effects of different exercise intensity on bone mineral density in adults: a comparative systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int* 2022; 33: 1643-1657.
 22. Kemmler W, Shojaa M, Kohl M et al. Effects of Different Types of Exercise on Bone Mineral Density in Postmenopausal Women: A Systematic Review and Meta-analysis. *Calcif Tissue Int* 2020; 107: 409-439.
 23. Schinzel E, Kast S, Kohl M et al. The effect of aquatic exercise on bone mineral density in older adults. A systematic review and meta-analysis. *Front Physiol* 2023; 13:
 24. Zitzmann AL, Shojaa M, Kast S et al. The effect of different training frequency on bone mineral density in older adults. A comparative systematic review and meta-analysis. *Bone* 2022; 154: 116230.
 25. Klotz C, Jakob F, Kohl M et al. Effects of exercise and bisphosphonate-therapy on bone mineral density in healthy women – A systematic review and meta-analysis. *Osteology* 2022; 31: 184-195.
 26. Born C, Jakob F, Shojaa M et al. Effects of hormone therapy and exercise on bone mineral density in healthy women - A systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab* 2022; 107: 2389-2401.
 27. Kaiser S, Schoene D, Jakob F et al. Efficacy of physical activity and exercise interventions in patients with osteoporosis receiving pharmaceutic therapy with denosumab, romosozumab, abaloparatide or teriparatide. A systematic review. *SM Journal of Orthopedics* 2024; 7: 1-6.
 28. Fischer C, Jakob F, Kohl M et al. Additive Effects of Exercise and VitaminD Supplementation (with and without Calcium) on Bone Mineral Density in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Osteoporosis* 2023; 5570030,:
 29. Wolf J, Schoene D, Kohl M et al. Effects of combined protein and exercise interventions on bone health in middle-aged and older adults – a systematic literature review. *Osteo Int* 2024; submitted:
 30. Sherrington C, Fairhall N, Kwok W et al. Evidence on physical activity and falls prevention for people aged 65+ years: systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2020; 17: 144.
 31. Ponzano M, Tibert N, Brien S et al. International consensus on the non-pharmacological and non-surgical management of osteoporotic vertebral fractures. *Osteoporos Int* 2023; 34: 1065-1074.
 32. Kanis JA, Johnell O, Oden A et al. FRAX and the assessment of fracture probability in men and women from the UK. *Osteoporos Int* 2008; 19: 385-397.
 33. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther* 2003; 83: 713-721.
 34. Smart NA, Waldron M, Ismail H et al. Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. *Int J Evid Based Healthc* 2015; 13: 9-18.
 35. Ribeiro de Avila V, Bento T, Gomes W et al. Functional Outcomes and Quality of Life After Ankle Fracture Surgically Treated: A Systematic Review. *J Sport Rehabil* 2018; 27: 274-283.

36. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021; 372: 71.
37. Kung J, Chiappelli F, Cajulis OO et al. From Systematic Reviews to Clinical Recommendations for Evidence-Based Health Care: Validation of Revised Assessment of Multiple Systematic Reviews (R-AMSTAR) for Grading of Clinical Relevance. *Open Dent J* 2010; 4: 84-91.
38. Viechtbauer W. Conducting Meta-Analyses in R with the metafor Package. *J Stat Softw* 2010; 36: 1-48.
39. Luo S, Chen Y, Su X et al. mmeta: An R Package for Multivariate Meta-Analysis. *J Stat Softw* 2014; 56: 11.
40. R_Development_Core_Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: . R Foundation for Statistical Computing. Vienna 2023:
41. R-Core-Team R. *A language and environment for statistical computing.*, stij; <https://www.R-project.org/>. Vienna, Austria, 2021.
42. Doi SA, Barendregt JJ, Khan S et al. Advances in the meta-analysis of heterogeneous clinical trials I: The inverse variance heterogeneity model. *Contemp Clin Trials* 2015; 45: 130-138.
43. Duval SJ, Tweedie RL. A nonparametric "trim and fill" method of accounting for publication bias in meta-analysis. . *JASA* 2000; 95: 89–98.
44. Furuya-Kanamori L, Barendregt JJ, Doi SAR. A new improved graphical and quantitative method for detecting bias in meta-analysis. *Int J Evid Based Healthc* 2018; 16: 195-203.
45. Shojaa M, von Stengel V, Kohl M et al. Effects of dynamic resistance exercise on Bone Mineral Density in postmenopausal women- A systematic review and meta-analysis with special emphasis to exercise parameters. *Osteo Int* 2020; 31: 1427–1444.
46. Bundesärztekammer, Kassenärztliche-Bundesvereinigung, Arbeitsgemeinschaft_der_Wissenschaftlichen_Medizinischen_Fachgesellschaften. *Programm für Nationale VersorgungsLeitlinien – Methodenreport*; 2017.
47. Beck L, Sahar J. Rehabilitationssport und Funktionstraining als Vehikel für ein körperliches Training für Osteoporose-Betroffene – Grundlagen, Perspektiven und Limitationen. *Osteologie* 2020; 29: 227-230.
48. Shojaa M, Hoffmann I, Kohl M et al. Effektivität eines körperlichen Trainings zur Reduktion niedrig-traumatischer und osteoporotischer Hauptfrakturen in Erwachsenen. Systematische Übersichtsarbeit und Meta-Analyse [Exercise Effects on the Reduction of Low-Traumatic and Major Osteoporotic Fractures in Adults. Systematic Review and Meta-Analysis]. *Osteologie* 2023; 32: 156-165.
49. Schoene D, Gross M, von Stengel S et al. Empfehlungen für ein körperliches Training zur Sturzprävention bei älteren, selbständig lebenden Menschen. *Osteologie* 2023; 32: 183-195.
50. von Stengel S, Kohl M, Jakob F et al. (Trainings-)Methodische Empfehlungen eines körperlichen Trainings zur Verbesserung der Knochenfestigkeit [Recommendations on exercise methods for bone strengthening]. . *Osteologie* 2023; 32: 176-182.
51. von Stengel S, Kohl M, Jakob F et al. Stellenwert ausgewählter Trainingsprinzipien innerhalb eines körperlichen Trainings zur Frakturprophylaxe. [Relevance of Selected Training Principles in the Field of Exercise and Fracture Prevention]. *Osteologie* 2023; 32: 196-201.
52. Willert S, von Stengel S, Kohl M et al. Effects of Whole-Body Electromyostimulation and Lifestyle Modifications on the Metabolic Syndrome in Premenopausal Overweight Women. A Randomized Controlled Trial. *Dtsch Z Sportmed* 2024; 75: 72-78.
53. Kemmler W, Von Stengel S, Fröhlich M et al. *Sport, körperliches Training und Osteoporose*; Springer Berlin Heidelberg: 2024.

54. Faul M. Konzipierung eines Qualitätsmanagements für den ambulanten Rehabilitationssport bei Osteoporose in Bayern. Master Thesis, Friedrich-Alexander University of Erlangen-Nürnberg, Erlangen, 2010.
55. DVO. Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der OSTEOPOROSE bei postmenopausalen Frauen und bei Männern ab dem 50. Lebensjahr. <https://dv-osteologie.org/osteoporose-leitlinien> 2023; 34: 1145-1178.
56. Beia R, Wassermann A, Raps S et al. Developing Accurate Repetition Prediction Equations for Trained Older Adults with Osteopenia. Sports (Basel) 2024; 12: 20240828
57. Kemmler W, Lauber D, Mayhew D et al. Predicting maximal strength in trained postmenopausal woman. J Strength Cond Res 2006; 20: 838-842.
58. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc 1991; 39: 142-148.
59. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. J Gerontol 1994; 49: M85-94.
60. Larsson BAM, Johansson L, Johansson H et al. The timed up and go test predicts fracture risk in older women independently of clinical risk factors and bone mineral density. Osteoporos Int 2021; 32: 75-84.
61. Zhu K, Devine A, Lewis JR et al. "'Timed up and go' test and bone mineral density measurement for fracture prediction. Arch Intern Med 2011; 171: 1655-1661.

Versionsnummer:	1.0
Erstveröffentlichung:	02/2025
Nächste Überprüfung geplant:	02/2030

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online