



BSA-Akademie

Prävention, Fitness, Gesundheit

School for Health Management

Lehrbrief

Kursleiter/in Osteoporoseprävention

---

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	3
Wegweiser durch den Lehrbrief.....	9
Übergeordnete Lernziele des Fernlehrgangs .....	12
<b>1 Grundlagen der Knochenlehre (Osteologie).....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Anatomie des Knochens.....</b>	<b>13</b>
1.1.1 Funktionen der Knochen .....	14
1.1.2 Knochenformen .....	15
1.1.3 Makrostruktur des Knochens .....	16
1.1.4 Zusammensetzung des Knochengewebes (Knochenmatrix) .....	17
1.1.5 Mikrostruktur des Knochens .....	19
1.1.6 Axiales und appendikuläres Skelett.....	24
1.1.7 Knochenzellen.....	24
<b>1.2 Physiologie des Knochens .....</b>	<b>27</b>
1.2.1 Modeling.....	28
1.2.2 Remodeling.....	28
1.2.3 Knochenumbauzyklus (Remodeling-Zyklus).....	29
1.2.4 Knochenumbauraten .....	31
1.2.5 Einflüsse auf den Knochenumbau .....	32
1.2.6 Spitzenknochenmasse (Peak Bone Mass) .....	34
1.2.7 Modell zur Beschreibung der Auswirkungen mechanischer Reize auf den Knochenumbau .....	35
1.2.8 Reizschwellen für Modeling und Remodeling.....	37
1.2.9 Wirkungsachsen mechanischer Belastung.....	39
<b>1.3 Biomechanik des Knochens.....</b>	<b>41</b>
1.3.1 Wolffs-Transformationsgesetz .....	41
1.3.2 Einwirkende Kräfte auf den Knochen .....	41
1.3.3 Biomechanische Eigenschaften des Knochens.....	42
1.3.4 Anpassung des Knochens infolge mechanischer Belastung.....	43
<b>2 Definition und Klassifikation der Osteoporose.....</b>	<b>49</b>
<b>2.1 Definition der Osteoporose.....</b>	<b>49</b>
2.1.1 Definition der Osteoporose gemäß der internationalen Konsensuskonferenz.....	49
2.1.2 Operationale Definition der Osteoporose nach WHO .....	51
2.1.3 Definition der Osteoporose über die Knochenfestigkeit .....	54
<b>2.2 Klassifikation der Osteoporose.....</b>	<b>55</b>
2.2.1 Klassifikation der Osteoporose nach der Ätiologie .....	55
2.2.2 Klassifikation der Osteoporose nach Geschlecht und Alter .....	56
2.2.3 Klassifikation der Osteoporose nach der Knochenumbaurate .....	57
2.2.4 Klassifikation der Osteoporose nach dem Schweregrad.....	58
<b>3 Ätiologie, Pathogenese, Symptome und Folgen der Osteoporose.....</b>	<b>61</b>
<b>3.1 Ätiologie und Pathogenese der Osteoporose .....</b>	<b>61</b>
3.1.1 Ätiologie .....	61
3.1.2 Pathogenese .....	61
<b>3.2 Klinik, Symptome und Folgen der Osteoporose .....</b>	<b>65</b>
3.2.1 Klinik und Symptome .....	65
3.2.2 Folgen.....	66

<b>4</b>	<b>Risikofaktoren der Osteoporose</b> .....	<b>70</b>
4.1	<b>Nicht beeinflussbare Risikofaktoren</b> .....	<b>71</b>
4.1.1	Genetik/Positive Familienanamnese.....	71
4.1.2	Geschlecht .....	71
4.1.3	Alter .....	71
4.1.4	Hormone.....	71
4.2	<b>Beeinflussbare Risikofaktoren</b> .....	<b>72</b>
4.2.1	Bewegungsmangel/Immobilisation.....	72
4.2.2	Rauchen und Alkohol.....	72
4.2.3	Mangel- und Fehlernährung .....	73
4.2.4	Untergewicht.....	74
4.2.5	Medikamente .....	74
4.3	<b>Osteoporose-Risikotest</b> .....	<b>75</b>
4.4	<b>Risikofaktoren für eine osteoporosebedingte Knochenfraktur</b> .....	<b>78</b>
<b>5</b>	<b>Epidemiologie der Osteoporose</b> .....	<b>81</b>
5.1	<b>Prävalenz und Inzidenz der Osteoporose</b> .....	<b>81</b>
5.1.1	Prävalenz der Osteoporose .....	81
5.1.2	Inzidenz der Osteoporose .....	83
5.2	<b>Osteoporoseassoziierte Morbidität und Mortalität</b> .....	<b>84</b>
5.3	<b>Kosten der Osteoporose</b> .....	<b>84</b>
<b>6</b>	<b>Diagnostik der Osteoporose</b> .....	<b>88</b>
6.1	<b>Anamnese und Risikoerfassung</b> .....	<b>89</b>
6.2	<b>Klinische Untersuchung</b> .....	<b>89</b>
6.3	<b>Knochendichtemessung (Osteodensitometrie)</b> .....	<b>90</b>
6.3.1	DXA-Methode .....	90
6.3.2	Weitere Verfahren.....	94
6.4	<b>Röntgen</b> .....	<b>94</b>
6.5	<b>Labordiagnostik</b> .....	<b>95</b>
<b>7</b>	<b>Therapie der Osteoporose</b> .....	<b>98</b>
7.1	<b>Kalzium- und Vitamin-D-Substitution</b> .....	<b>99</b>
7.2	<b>Knochenbewusste Ernährung</b> .....	<b>100</b>
7.3	<b>Bewegungstherapie</b> .....	<b>100</b>
7.4	<b>Sturzprophylaxe</b> .....	<b>100</b>
7.5	<b>Spezifisch medikamentöse Therapie der Osteoporose</b> .....	<b>101</b>
7.6	<b>Frakturversorgung/Schmerztherapie</b> .....	<b>103</b>
7.6.1	Behandlung von Wirbelkörperfrakturen .....	103
7.6.2	Behandlung von Radiusfrakturen.....	103
7.6.3	Behandlung von Hüftfrakturen .....	103
7.7	<b>Versorgungssituation von Osteoporosepatienten in Deutschland</b> .....	<b>104</b>
<b>8</b>	<b>Prävention der Osteoporose</b> .....	<b>107</b>
8.1	<b>Primärprävention der Osteoporose</b> .....	<b>108</b>
8.2	<b>Sekundärprävention der Osteoporose</b> .....	<b>109</b>

8.3 Tertiärprävention der Osteoporose .....	110
<b>9 Körperliches Training zur Osteoporoseprävention.....</b>	<b>113</b>
9.1 Bedeutung der körperlichen Aktivität für die Prävention der Osteoporose.....	114
9.2 Allgemeine Grundlagen des Osteoporosepräventionstrainings.....	114
9.2.1 Ziele eines Osteoporosepräventionstrainings.....	114
9.2.2 Inhalte eines Osteoporosepräventionstrainings .....	115
9.2.3 Allgemeine Überlegungen zur Belastungsgestaltung eines Osteoporosepräventionstrainings.....	117
9.2.4 Grundsätze für die Gestaltung eines Trainingsprogramms zur Osteoporoseprävention....	120
9.2.5 Anpassungen in Folge eines körperlichen Trainings .....	121
9.3 Krafttraining zur Osteoporoseprävention .....	123
9.3.1 Bedeutung des Krafttrainings für die Osteoporoseprävention.....	123
9.3.2 Effekte des Krafttrainings .....	124
9.3.3 Übungsempfehlungen für das Krafttraining.....	127
9.3.4 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Krafttrainings .....	130
9.4 Impact-Training zur Osteoporoseprävention .....	132
9.4.1 Bedeutung von Impactbelastungen für die Osteoporoseprävention.....	132
9.4.2 Geeignete Belastungsformen für das Impact-Training .....	134
9.4.3 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Impact-Trainings.....	134
9.5 Koordinationstraining zur Osteoporoseprävention.....	136
9.5.1 Bedeutung des Koordinationstrainings für die Osteoporoseprävention.....	136
9.5.2 Übungsempfehlungen für das Koordinationstraining.....	136
9.5.3 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Koordinationstrainings.....	139
9.5.4 Methodische Aspekte des Koordinationstrainings .....	140
9.6 Ausdauertraining zur Osteoporoseprävention.....	141
9.6.1 Bedeutung des Ausdauertrainings für die Osteoporoseprävention .....	141
9.6.2 Geeignete Belastungsformen für das Ausdauertraining.....	142
9.6.3 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Ausdauertrainings.....	143
9.7 Beweglichkeitstraining zur Osteoporoseprävention .....	144
9.7.1 Bedeutung des Beweglichkeitstrainings für die Osteoporoseprävention .....	144
9.7.2 Übungsempfehlungen für das Beweglichkeitstraining .....	145
9.7.3 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Beweglichkeitstrainings .....	145
9.8 Mischprogramme zur Osteoporoseprävention.....	145
<b>10 Ernährung und Osteoporoseprävention.....</b>	<b>157</b>
10.1 Ernährungsempfehlungen zur Osteoporoseprävention – Knochengesunde Ernährung.....	157
10.1.1 Kalziumreiche Kost.....	157
10.1.2 Vitamin D- und K-reiche Kost.....	159
10.1.3 Obst und Gemüse .....	161
10.1.4 Sekundäre Pflanzenstoffe.....	161
10.1.5 Nahrungsprotein.....	161
10.1.6 Nahrungsfette.....	162
10.1.7 Kochsalz .....	162
10.1.8 Genussmittel.....	162
10.2 Ernährungsempfehlungen bei Osteoporose .....	163
<b>11 Osteoporosepräventions-Kurskonzepte.....</b>	<b>165</b>
11.1 Kurskonzepte: Didaktisch-methodische Vermittlungsmodelle in der Prävention .....	165
11.2 Osteoporosepräventions-Kurskonzept „Gesund! – Bis auf die Knochen?“ .....	169

Nachwort .....	177
Anhang.....	179
Lösungen und Kommentare zu den Übungen .....	179
Tabellenverzeichnis.....	182
Abbildungsverzeichnis .....	183
Glossar .....	186
Literaturverzeichnis .....	195

BSA-Akademie  
Prävention, Fitness, Gesundheit  
School for Health Management



des 1 RM) auf das eigentliche Knochenaufbau-Programm vorbereitet werden (Begerow et al., 2004b, S. 302).

### **Krafttrainingsempfehlungen bei Osteoporose (Schweregrad 2 und 3, bereits vorhandene Frakturen):**

Bei Patienten mit einer klinisch manifesten Osteoporose kann und sollte ebenfalls ein Krafttraining durchgeführt werden. Allerdings sollte die letzte Fraktur länger als zwei Jahre zurückliegen. Die Belastungsintensität ist zunächst im niedrigintensiven Bereich bei ca. 40-60 % des 1 RM anzusiedeln (Begerow et al., 2004b, S. 302).



#### **Merke**

Krafttrainingsreize für den Knochen sollten zur Osteoporoseprävention möglichst hochintensiv, dynamisch, progressiv und spezifisch sein. Das Training muss regelmäßig über einen sehr langen Zeitraum, am besten lebenslang, ausgeführt werden (Diemer & Sutor, 2007, S. 23). Vor der Aufnahme des Krafttrainings sollte im Idealfall eine Knochendichtemessung durchgeführt werden, um mögliche trainingsbedingte Veränderungen überprüfen zu können (Layne & Nelson, 2001, S. 399).



#### **Übung 9.2**

Welche möglichen Probleme sehen Sie bezüglich den in diesem Kapitel gegebenen Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Krafttrainings im Hinblick auf die Zielgruppe der postmenopausalen Frauen und Senioren?

## **9.4 Impact-Training zur Osteoporoseprävention**

### **9.4.1 Bedeutung von Impactbelastungen für die Osteoporoseprävention**

Unter einer Impactbelastung (Stoß-/Stauchbelastungen) versteht man Belastungen, bei denen der Knochen oder das entsprechende Skelettsegment unter Einfluss der Schwerkraft mit einem Vielfachen des Körpergewichtes primär in axialer Richtung beansprucht wird, wie z. B. beim Laufen oder bei Sprungbelastungen. Dabei kommt es insbesondere während der Amortisationsphase bei den Landebewegungen in Abhängigkeit vom Skelettsegment zu hohen Kompressions- oder Biegebelastungen und dementsprechend zu einer mehr oder weniger starken Knochenverformung (Kemmler, Stengel et al., 2003).



Verschiedene Studien haben gezeigt, dass insbesondere Sportlerinnen und Sportler aus „High-Impact-Sportdisziplinen“, wie z. B. Basketball und Volleyball, eine hohe Knochendichte aufweisen (Reents, 2007). Auch Platen (1997) konnte in einer Querschnittsstudie an Sportlerinnen und Sportlern verschiedener Sportarten zeigen, dass neben den Kraftsportlern insbesondere die Spisportler die höchsten Knochendichtewerte im Bereich der Hüfte und der Lendenwirbelsäule aufweisen. Gerade Spisportarten führen durch Sprünge, schnelle Antritte und Stopps sowie plötzliche Richtungswechsel zu vielseitigen Belastungen mit entsprechend hohen Kraftspitzen und Kraftwirkungen auf den Knochen (Platen, 1997, A2571).

Die Auswirkungen von Trainingsprogrammen mit verschiedenen Impactbelastungen auf die Knochendichte bei postmenopausalen Frauen und Älteren waren auch Gegenstand verschiedener Osteoporosepräventionsstudien. Grove und Londeree (1992) konnten z. B. in ihrer Studie die positiven Effekte sowohl von high- als auch von low-impact Belastungen auf die Knochendichte an der Wirbelsäule bei postmenopausalen Frauen (Alter 49-64 Jahre) zeigen. Die high-impact Belastungen bestanden aus Lauf- und Sprungübungen mit einer axialen Krafteinwirkung vom 3-fachen des Körpergewichtes. Die low-impact Belastungen bestanden aus verschiedenen Gehformen mit einer axialen Krafteinwirkung vom 1,5-fachen des Körpergewichtes. Beide Trainingsregime erfolgten 3-mal pro Woche für 20 Minuten über zwölf Monate. Beide Trainingsgruppen konnten durch das Trainingsprogramm die Knochendichte an der LWS nach einem Jahr erhalten. Zwischen beiden Trainingsregimen gab es hinsichtlich der Knochendichte interessanterweise keinen signifikanten Unterschied. In der nicht trainierenden Kontrollgruppe kam es innerhalb des Untersuchungszeitraumes hingegen zu einer signifikanten Abnahme der Knochendichte.

Snow, Shaw, Winters und Witzke (2000) konnten in ihrer Langzeitstudie zeigen, dass durch ein Sprungtraining mit Zusatzlast in Form von Gewichtswesten (50-100 Sprünge 3-Mal pro Woche) die Knochenmasse an der Hüfte bei postmenopausalen Frauen mit niedriger Knochendichte (Durchschnittsalter 64 Jahre) erhalten bzw. leicht erhöht werden kann. Die Frauen führten das Sprungtraining an 32 Wochen im Jahr und über einen Gesamtzeitraum von fünf Jahren durch. In der Kontrollgruppe, die über den gesamten Studienzeitraum ebenfalls körperlich aktiv war, jedoch keine spezifische Sprungintervention erfuhr, kam es hingegen zu einem Knochenmasseverlust an der Hüfte. Auch Winters-Stone weist darauf hin, dass Frauen, die Sprungbelastungen in Reinform oder als Ergänzung zu anderen Belastungsformen, wie z. B. Walking oder Krafttraining durchführen, ihre Knochenmasse im Bereich der Hüftregion erhalten oder sogar leicht erhöhen können (ACSM, 2005, S. 41).

In einer Studie von Kopelainen, Keinanen-Kiukkaanniemi, Heik-Kinen, Väänänen und Korpelainen (2006) untersuchten die Forscher aus Finnland die positiven Auswirkungen eines Impact-Trainings auf die Knochendichte bei 160 älteren Frauen (Durchschnittsalter 73 Jahre) mit einer niedrigen Knochendichte im Bereich der Hüfte und des Radius. Die Teilnehmerinnen absolvierten dabei 3-mal pro Woche für 30 Minuten sowohl ein angeleitetes als auch ein selbstgesteuertes Trainingsprogramm bestehend aus verschiedenen Sprüngen, Bank-Stepping, Kniebeugen, Beinhebungen (leg-lifts) sowie Tanzen und Balanceübungen über einen Zeitraum von 30 Monaten. Während sich

in der Trainingsgruppe am Ende des Interventionszeitraums keine Veränderungen der Knochendichte an der Hüfte zeigten, kam es in der Kontrollgruppe zu einem Knochenmasseverlust. Als ein weiteres positives Resultat der Intervention zeigte sich eine signifikant geringere Anzahl an Stürzen mit Frakturen in der Trainingsgruppe (sechs Stürze mit Fraktur in der Trainingsgruppe versus 16 Stürze mit Fraktur in der Kontrollgruppe).

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass Impactbelastungen, vor allem high-impact Belastungen, auf Grund der besonders intensiven mechanischen Wirkung auf die belasteten Skelettregionen eine effektive Möglichkeit darstellen, die Knochendichte im Hüftbereich und im Bereich der Wirbelsäule positiv zu beeinflussen (Bassey, 2001; Baumann, 2005; Kemmler & Engelke, 2004; Wallace & Cumming, 2000).

#### 9.4.2 Geeignete Belastungsformen für das Impact-Training

Insbesondere Sprünge als high-impact Belastung sind auf Grund der hohen Reizraten für das Training zur Erhöhung der Knochenfestigkeit besonders gut geeignet (vgl. Tab. 24). Ein weiterer Vorteil dieser Belastungsform liegt in dem geringen Zeit- und Organisationsaufwand des Trainings. Sprungsequenzen lassen sich problemlos sowohl als isolierte Trainingsform als auch in Kombination bzw. als Ergänzung mit/zu anderen Trainingsformen, wie z. B. einem Ausdauer- oder Krafttraining, durchführen (ACSM, 2005, S. 85).

Tab. 24: Geeignete Belastungsformen für das Impact-Training zur Erhöhung der Knochenfestigkeit

- 
- verschiedene multidirektionale Sprünge (einbeinig, beidbeinig)
  - Drop-jumps von einem Step, einer Bank
  - Seilspringen (Rope-Skipping)
  - Stepping (wechselseitige Stepbewegung auf einen Step oder einer Bank)
- 

#### 9.4.3 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Impact-Trainings

In Tab. 25 sind unter Berücksichtigung der vorhandenen Belastungsprotokolle mit positiven Ergebnissen auf die Knochendichte an der Hüfte praktische Empfehlungen zur Belastungsgestaltung eines Sprungtrainings zur Erhöhung der Knochenfestigkeit dargestellt.



Tab. 25: Trainingsempfehlungen für ein high-impact Training ausgeübt in Form von Sprüngen zur Erhöhung der Knochenfestigkeit (ACSM, 2005; Kemmler, Stengel et al., 2003)

Belastungsgestaltung	
<b>Belastungsintensität:</b>	Sprunghöhe Einsteiger: ca. 5-10 cm Sprunghöhe Fortgeschrittene: > 10 cm
<b>Belastungsdauer:</b>	5-10 Wdh. (Einsteiger) 10-15 Wdh. (Fortgeschrittene)
<b>Belastungsumfang:</b>	2-3 Serien (Einsteiger) 4-6 Serien (Fortgeschrittene) Endziel: ca. 50-100 Sprünge pro TE
<b>Belastungsdichte:</b>	60-120 s Pause
<b>Häufigkeit:</b>	3-5 x pro Woche
<b>Programmdauer:</b>	> 1 Jahr

Um fortwährende osteogene Belastungsreize zu ermöglichen, muss auch bei einem high-impact Training die Belastungsintensität kontinuierlich gesteigert werden. Eine Belastungsprogression lässt sich dabei sowohl über eine Veränderung der Sprunghöhe und über die Verwendung von Zusatzlasten (Belastungsintensität) als auch über eine Erhöhung der Sprunganzahl (Belastungsumfang) und eine Veränderung der Sprunghöhe relativ gut vornehmen (ACSM, 2005, S. 84). Längerfristiges Ziel des Sprungtrainings sollte es sein, einen Belastungsumfang von ca. 50-100 Sprüngen pro Trainingseinheit bei ca. drei bis fünf Trainingseinheiten pro Woche zu erreichen (ACSM, 2005, S. 54). Wichtig ist dabei, dass der Belastungsaufbau behutsam, systematisch und langfristig erfolgt, um eine Überbeanspruchung und etwaige Verletzungen zu vermeiden. Ein ca. 3-monatiges Krafttraining für die untere Extremität stellt in diesem Zusammenhang eine gute Vorbereitung auf das spätere Sprungtraining dar (ACSM, 2005, S. 84). Grundsätzlich sollte sich vor einem Sprungtraining ausreichend intensiv aufgewärmt werden.

In diesem Kontext sollte aber auch bedacht werden, dass ein high-impact Training auf Grund der hohen Stressbelastung für das gesamte Bewegungssystem nicht per se für die Zielgruppe der peri- und postmenopausalen Frauen als Trainingsform geeignet ist (ACSM, 2005, S. 84). Bei Personen mit bereits bestehender Osteoporose sind high-impact Belastungen auf Grund des erhöhten Frakturrisikos auf jeden Fall kontraindiziert (Forwood & Larsen, 2000).



### Übung 9.3

Absolvieren Sie eine high-impact Trainingseinheit mit insgesamt drei verschiedenen Sprungübungen unter Berücksichtigung des in Tab. 25 empfohlenen Belastungsgefüges. Fixieren Sie Ihr ausgearbeitetes Trainingsprogramm und Ihre Erfahrungen beim Training bitte schriftlich und bringen Sie Ihre Aufzeichnung zur Präsenzphase mit.

## 9.5 Koordinationstraining zur Osteoporoseprävention

### 9.5.1 Bedeutung des Koordinationstrainings für die Osteoporoseprävention

Neben einer niedrigen Knochendichte ist die größte Gefahr, eine osteoporotische Fraktur zu erleiden, ein Sturz (ÖGEKM, 2007a). Der Anteil des Sturzes an der Verursachung einer proximalen Femurfraktur zeigt sich z. B. daran, dass nur ca. 50 % der Patienten mit einer Hüftfraktur eine Osteoporose gemäß dem WHO-Kriterium (T-Score  $\leq -2,5$ ) haben (Runge & Felsenberg, 2006, S. 240). Von den 65-jährigen stürzt etwa jeder Dritte einmal oder mehrmals pro Jahr (KKH, 2008a, S. 167). Im höheren Lebensalter liegt die jährliche Sturzinzidenz bei ca. 50 % (ÖGEKM, 2007a, S. 102). Als wesentliche Risikofaktoren für einen Sturz gelten u. a. eine muskuläre Schwäche und Gleichgewichtsstörungen (DVO, 2006; Felsenberg & Dietzel, 2007; ÖGEKM, 2007a). Das Sturzrisiko wird zusätzlich auch durch eine verlangsamte Reaktionsfähigkeit im Alter erhöht (Siegrist, 2003). Insofern bilden das Training der Gleichgewichts- und Reaktionsfähigkeit den Schwerpunkt des koordinativen Trainings im Rahmen der Osteoporoseprävention und -therapie (IOF, 2007; Kuhnt, 2003). Ein spezielles Training der Gleichgewichts- und Reaktionsfähigkeit führt insgesamt zu einer verbesserten dynamischen und statischen Balance, einer verbesserten Haltungskontrolle und -stabilität, einer Verbesserung von Bewegungsabläufen, einer Verbesserung der Bewegungsökonomie und der Bewegungssicherheit sowie zu einer verbesserten Reaktionsfähigkeit und trägt somit zur Sturzprophylaxe bei (Froböse & Wilke, 2015). Der größte Benefit bezüglich der Sturzprävention kann jedoch erzielt werden, wenn das Gleichgewichtstraining in Kombination mit einem Krafttraining ausgeübt wird (ÖGEKM, 2007a, S. 102). Eine Metaanalyse von Robertson et al. (2002) mit insgesamt 1016 Personen im Alter von 65-97 Jahren zeigte z. B., dass durch ein Kraft- und Gleichgewichtstraining eine Risikoreduktion für Stürze von 35 % erreicht werden konnte.

### 9.5.2 Übungsempfehlungen für das Koordinationstraining

Ein spezielles Gleichgewichtstraining zur Sturzprophylaxe sollte vorrangig Übungen beinhalten, die das dynamische Gleichgewicht erfordern. Diese sind prinzipiell wirksamer für eine Sturzprävention als rein statische Übungen (Herrmann & Zschäbitz, 2003, S. 76). Vor allem durch Tätigkeiten und Trainingssequenzen, bei denen sich Haltung und Bewegung kontinuierlich verändern, wird das dynamische Gleichgewicht trainiert (Herrmann & Zschäbitz, 2003, S. 76). In verschiedenen Studien hat sich z. B. Tai Chi als eine Trainingsform zur Verbesserung des dynamischen Gleichgewichts zur Sturzreduktion als wirksam erwiesen (Felsenberg & Dietzel, 2007). Des Weiteren sollte darauf geachtet werden, Übungen auszuwählen, die in einem unmittelbaren Zusammenhang mit einem Sturz stehen, d. h. den am häufigsten zu Grunde liegenden Sturzmechanismus berücksichtigen. Die meisten Menschen ab 70 Jahre stürzen nicht mehr nach vorne, sondern zur Seite (Felsenberg, 2002, S. 9). Von daher sind Übungen mit dynamischen Rückwärts- und Seitwärtsbewegungen wichtig. Diese stellen altersassoziiert besondere Schwachstellen dar und kommen im Alltag eher selten vor (Runge & Felsenberg, 2006, S. 246).