

## Prävention in NRW



### Niedersprünge – Landungen – Matten

Informationen zum sicheren Landen im Schulsport

Prävention in NRW | 11

## **Niedersprünge – Landungen – Matten**

Informationen zum sicheren Landen im Schulsport



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Belastungen bei Landungen</b>	<b>8</b>
2.1	Beanspruchung durch Niedersprunglandungen	8
2.2	Beanspruchbarkeit des kindlichen und jugendlichen Bewegungsapparates	14
<b>3</b>	<b>Matten als Landeflächen</b>	<b>16</b>
3.1	Hinweise zur Auswahl der Matten	16
3.2	Vorschläge zum Einsatz der Matten	19
3.3	Haltbarkeit und Lagerung	21
3.3.1	Alterungsprozesse von Matten	22
3.3.2	Hinweise zur Haltbarkeit und Verwendung von Matten	25
3.3.3	Hinweise zur Handhabung von Matten	27
<b>4</b>	<b>Aktives Landen</b>	<b>28</b>
4.1	Grundsätze einer Landungssicherung	28
4.2	Übungsbeispiele zur Landungsschulung	30
<b>5</b>	<b>Literatur</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>33</b>

# 1 Vorbemerkungen

Dem Einsatz von Matten im Sportunterricht ist mit dem Erscheinen der Broschüre „Richtiger Einsatz von Matten im Sportunterricht“<sup>1</sup> von Lehrerinnen und Lehrern größere Beachtung geschenkt worden. In der Broschüre wurden Hinweise zur Auswahl und Verwendung der verschiedenen Sportmatten gegeben. Ist somit das Problem des Matteneinsatzes nicht hinlänglich geklärt?

Es gibt einige Gründe für eine Fortführung der Diskussion:

1. Es bestehen neue Erkenntnisse über die **Beanspruchung** des menschlichen Organismus durch Landungen.
2. Zu wenig wurde bisher die Frage der **Spätfolgen** durch Landungen berücksichtigt.
3. Die **Haltbarkeit** der Matten ist nicht nur unter dem verletzungs- und schädigungsprophylaktischem Aspekt bedeutsam, sondern auch unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit zu sehen.

Diese benannten Problembereiche sollen im Folgenden aufgegriffen und näher betrachtet werden. Dabei werden im Text Ergebnisse vorgestellt und deren Auswirkungen auf die Schulsportpraxis erläutert. Darüber hinaus werden sogenannte Theorieboxen angeboten. In ihnen werden zu speziellen Einzelfragen Erkenntnisse unterschiedlicher Forschungsgebiete zusammenfassend dargestellt.

Viele Schülerinnen und Schüler leiden unter Bewegungsmangel. Sportunterricht kann dazu beitragen, diesen Defiziten entgegenzuwirken. Dazu sind körperliche Anstrengungen erforderlich, d.h. Schulsport soll Schülerinnen und Schüler körperlich fordern. Landungen nach Sprüngen aus unterschiedlichen Höhen und auf verschiedene Untergründe können auf der einen Seite solche Belastungen und Anforderungen darstellen. Insofern sind sie sinnvoll und wünschenswert. Auf der anderen Seite stellt sich aber auch die Frage, ob Landungen Schülerinnen und Schüler nicht überfordern und schaden können.

**Landungen** werden von Sportmedizinern als **extreme Belastungssituationen** für Muskeln, Sehnen, Bänder und Gelenke angesehen. Ob bei Landungen die Grenze der Beanspruchbarkeit überschritten wird, kann man in der Regel erst im nachhinein feststellen. Dann nämlich, wenn die Schülerin oder der Schüler mit akuten Verletzungen zum Arzt muss, oder aber noch später, wenn die oder der Erwachsene über Schmerzen im Bereich der Wirbelsäule und der unteren Extremitäten klagt.

Die Ursachen für solche Schädigungen sind häufig nicht eindeutig. Sie können aus einer Vielzahl von nichtbeachteten Mikrotraumen herrühren, die in Situationen entstanden sind, in denen die Grenze der Beanspruchbarkeit nur geringfügig überschritten wurde. Solche Situationen ergeben sich nicht nur aus den Belastungen des Unterrichtes. **Der Sportunterricht bietet aber ein gutes Forum, um Kinder und Jugendliche für risikoträchtige Bewegungssituationen zu sensibilisieren.**

Wie ein Körper auf eine äußere Belastung reagiert, hängt wesentlich von den individuellen koordinativen und konditionellen Voraussetzungen ab. Mit dieser Broschüre soll ausdrücklich für eine entsprechende koordinative und konditionelle Förderung im Sportunterricht Stellung bezogen werden, um die Gefahr orthopädischer Sportverletzungen und -schäden zu vermeiden.

Darüber hinaus sollen Eigenschaften der Matten dargestellt, Anregungen für deren Auswahl und Einsatz gegeben und Informationen zu deren Haltbarkeit verdeutlicht werden.

## 2 Belastungen bei Landungen

Springen und Fliegen gehören zu Erfahrungsbereichen des Sportunterrichtes, die auf Kinder und Jugendliche eine große Anziehung ausüben. Auf jeden Flug folgt eine Landung. Damit sind wichtige Entscheidungsprozesse verbunden, da die Lehrerin oder der Lehrer die Landesituation antizipieren und entsprechend gestalten muss. Schülerinnen und Schüler, die sich der Aufgabensituation stellen, müssen darauf vertrauen, dass die Bewegung und die dazugehörige Landung zu bewältigen sind, und dass durch die Mattenauswahl und -auslage die Voraussetzungen für eine sichere Landung geschaffen worden sind.

### 2.1 Beanspruchung durch Niedersprunglandungen

Bei Landungen können große Kräfte auftreten, da die Geschwindigkeit des Körpers innerhalb kürzester Zeit auf Null abgebremst werden muss. Die Größe dieser Kraft variiert in Abhängigkeit von der Masse<sup>2</sup> des Körpers, der Fläche des Körpers, auf der gelandet wird, der Flughöhe<sup>3</sup>, die für die Geschwindigkeit verantwortlich ist, und der Beschaffenheit der Landestelle, und damit in den meisten Fällen, der Mattenunterlage. Dabei gilt, dass die Kraft umso geringer ist, je kleiner die Masse, je größer die Landefläche des Körpers, je geringer die Landehöhe und je „weicher“ die Landestelle. Als Landefläche des Körpers kommen entweder die Füße oder großflächigere Bereiche, wie Gesäß, Rücken o.ä. in Frage. Im Folgenden werden Ergebnisse von beidbeinigen Fußlandungen vorgestellt, da sie, so ergaben Unterrichtsbeobachtungen<sup>4</sup>, am häufigsten auftreten. Im Vergleich zu großflächigeren Landungen sind die auftretenden Kräfte bei dieser Landeform relativ groß. Die **Weichheit der Landestelle** wirkt sich positiv auf den Bremsweg aus. Den Zusammenhang zwischen Bremsweg und Bremskräften hat jeder schon einmal erfahren, der mit seinem Auto (oder Fahrrad) „scharf“ abbremsen musste. Die Kräfte sind umso größer, je kleiner der Weg ist, der zum Abbremsen zur Verfügung steht. Es gibt einen weiteren Faktor, der Einfluss auf die Landekräfte nimmt: Das ist das **Bewegungsverhalten bei der Landung**. Eine Landung kann „hart“ oder „weich“ ausgeführt werden. Daraus ergibt sich ein Unterschied in der Beanspruchung des Körpers bei der Landung. Dieser Unterschied ist wiederum auf eine Veränderung des Bremsweges zurückzuführen. Eine „weiche“ Landung ist dadurch gekennzeichnet, dass die landende Person in den Kniegelenken und dem Hüftgelenk nachgibt und auf diese Weise „aktiv“ landet. Rumpf und Beine wirken vergleichbar einer Feder-Dämpfer-Kombination, die durch den Druck von oben zusammengedrückt wird (s. Abb. 1). Bei einer „harten“ Landung bleiben die Knie- und Hüftgelenke hingegen weitgehend gestreckt (s. Abb. 2).

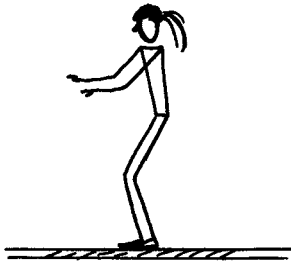


Abb. 1: Körperhaltung bei einer weichen bzw. aktiven Landung

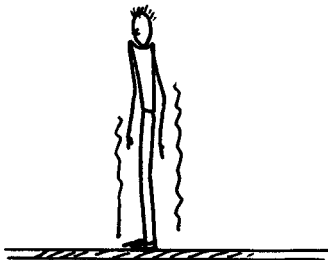
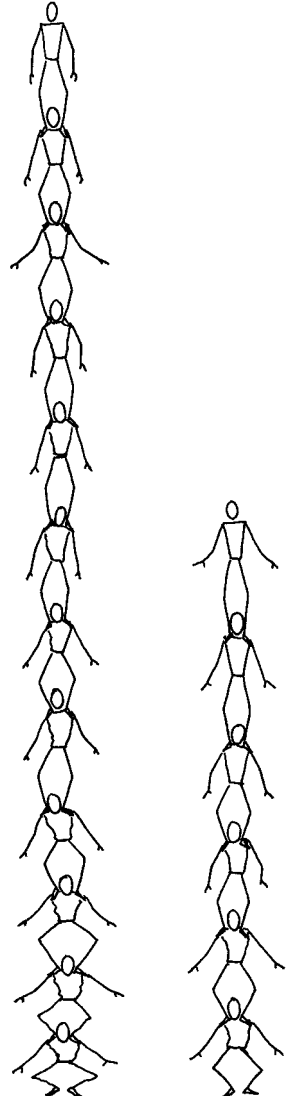


Abb. 2: Körperhaltung bei einer harten Landung

Die oben benannten Faktoren bestimmen die Landebeanspruchung.

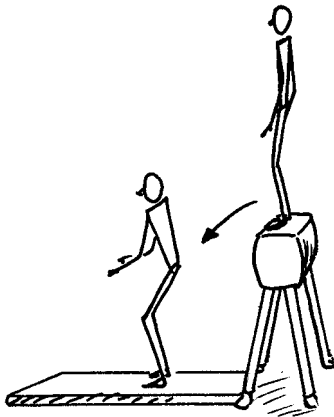
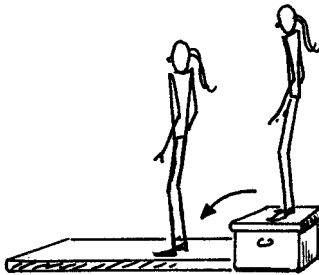
Es gibt interessante Ergebnisse zu der Größe der auftretenden Kräfte und der Einflussnahme einzelner Faktoren:

- So treten zum einen bei einer Landehöhe von 100 cm auf unterschiedliche Mattenunterlagen Kräfte auf, die dem 6-fachen bzw. dem 12-fachen des Körpergewichtes entsprechen, (siehe Abbildungen).





- Zum anderen ist eine harte Landung aus einer Höhe von 50 cm auf eine Turnmatte ebenso beanspruchend wie eine weiche, aktive Landung auf die gleiche Matte aus einer Höhe von 150 cm.



Die Mattenauswahl und das Landeverhalten sind die beiden Faktoren, die im Weiteren näher in ihren Auswirkungen auf die Beanspruchung von Schülerinnen und Schülern dargestellt werden.

### Theoriebox 1

#### Belastung und Beanspruchung – Der bedeutende Unterschied!

Wenn man die Auswirkungen von Landungen auf den menschlichen Organismus untersuchen will, muss man die Wirkungen im Körper messen, d. h. man muss feststellen, was die von außen einwirkende Kräfte – das sind die **Belastungen** – im Innern des Körpers bewirken – das sind die **Beanspruchungen**. Im direkten Vergleich einer Belastungs- und Beanspruchungsmessung ist der Zusammenhang beider Ergebnisse ermittelt worden. Die Belastungsparameter **Höhe des ersten Kraftmaximums** und **Anstiegssteilheit der Kraft-Zeit-Kurve** hin zu dem ersten Maximum gelten danach als beanspruchungsrelevante Größen.

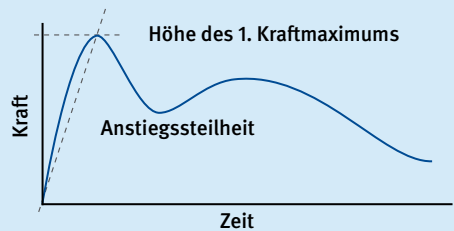
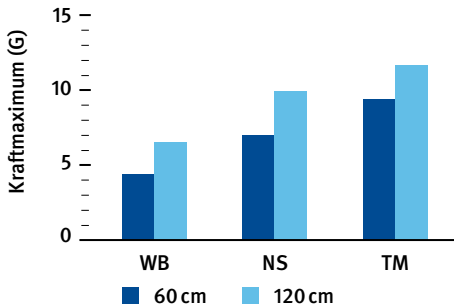


Abbildung: Kraft-Zeit-Kurve einer Niedersprunglandung – Kennzeichnung der Parameter „Kraftmaximum“ und „Kraftanstiegssteilheit“

Alle Belastungsuntersuchungen sind demnach dahingehend zu analysieren, wie hoch das erste Kraftmaximum ist und wie steil der Anstieg der Kraft-Zeit-Kurve ist. Je größer der Wert dieser Parameter, desto größer ist auch die Beanspruchung des Körpers.

Biomechanische Tests<sup>6</sup> geben Einblick in die Beanspruchung bei Landungen auf unterschiedliche Mattentypen. Solche Tests machen deutlich, dass es zwischen den verschiedenen Mattentypen erhebliche Unterschiede bei sonst gleichen Landebedingungen gibt.

Wie aus der Abbildung 5 abzulesen ist, sind die Beanspruchung auf Gerätturnmatten bei gleicher Sprunghöhe und gleichem Landeverhalten stets größer als auf Niedersprungmatten und Weichböden. Eine harte Landung auf einer Turnmatte führt zu Kraftmaxima, die etwa doppelt so groß sind wie bei einer Landung auf einer Weichbodenmatte.



- Die **Auswahl der Landeunterlage** kann dazu führen, dass die Beanspruchung des Bewegungsapparates auf die Hälfte reduziert wird bzw. eine falsche Auswahl kann zu einer Mehrbeanspruchung um 100 % führen.

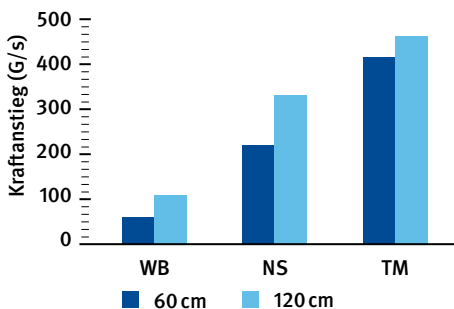


Abb. 5: Kraftmaximum und Anstiegsrate bei harten Niedersprunglandungen aus unterschiedlicher Höhe auf unterschiedliche Matten<sup>7</sup>.

(WB = Weichboden; NS = Niedersprungmatte; TM = Gerätturnmatte)

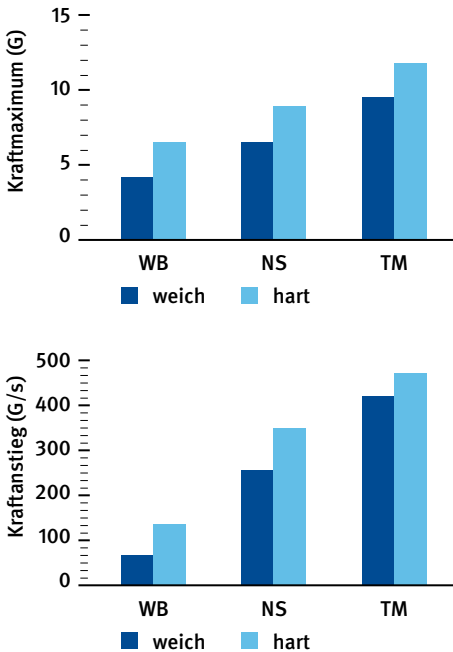


Abb. 6: Kraftmaximum und Anstiegsrate bei Niedersprunglandungen aus 100 cm mit unterschiedlichem Landeverhalten auf unterschiedliche Matten<sup>8</sup>.

(WB = Weichboden; NS = Niedersprungmatte; TM = Gerätturmatte)

Die Veränderung des Landeverhaltens von einer harten zu einer weichen, aktiven Landung (vgl. Abb. 6) auf unterschiedliche Matten bewirkt eine Abnahme der Beanspruchung von bis zu 50 %.

Der Einfluss des Bewegungsverhaltens auf die Beanspruchung ist auf härteren Matten größer als auf weicheren.

- Durch das **Bewegungsverhalten** kann die Landebeanspruchung um bis zu 50 % reduziert werden.
- Werden die **Landungen aktiv** ausgeführt, ist die Bedeutung der Mattenunterlage geringer.

Aus den biomechanischen Untersuchungen lässt sich folgender Schluss ziehen: Eine optimale Reduzierung der Landebeanspruchung ist durch die Wahl der Mattenunterlage sowie durch ein aktives Landeverhalten zu erzielen.

Hingegen früherer Auffassungen kann einer Bewegung direkt im Anschluss an die Landung, z. B. einer Rolle vw., keine beanspruchungsreduzierende Wirkung zugesprochen werden<sup>9</sup>.

Solche biomechanischen Untersuchungsergebnisse sollen in Stellungnahmen für die Schulpraxis münden. Deshalb sind Aussagen zur zumutbaren Landehöhe, sowie zur Wahl der geeigneten Matte zu treffen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, reicht es nicht aus zu wissen, welche Beanspruchungen auftreten, sondern es muss darüber hinaus die Beanspruchbarkeit von Kindern und Jugendlichen beachtet werden.

## Theoriebox 2

### Die Schockwelle im Körper – Eine Landebelastung setzt sich im Körper fort!

Landeeaktionen sind dadurch gekennzeichnet, dass der Körper auf dem Untergrund auftrifft, dabei auf diesen Untergrund eine Kraft von einer bestimmten Größe ausübt, und gleichzeitig als Reaktion eine Kraft der gleichen Größe vom Untergrund auf den Körper einwirkt. Bei einer Fersenlandung wirkt diese **Bodenreaktionskraft** zunächst auf die Ferse. Die dabei entstehenden **Erschütterungen** wandern als Schockwellen durch den ganzen Körper: Von der Ferse werden sie über das obere Sprunggelenk auf den Schienbeinknochen übertragen, dann weiter auf das Kniegelenk, dann über den Oberschenkelknochen auf das Hüftgelenk, weiter über die Hüftknochen auf das Kreuzbein und dann Wirbel für Wirbel weiter nach oben. Es kommt aber nicht nur zu Erschütterung der Knochen, sondern ebenso der anderen Gewebstrukturen wie z. B. der Muskulatur.

Bei dieser Weiterleitung der Schockwellen durch den Körper werden die Erschütterungen stetig kleiner, d. h. sie werden von den Strukturen abgedämpft. Wie bei einem mechanischen Feder-Dämpfer kann die Arbeit des Abdämpfens zu Veränderung des organischen Materials führen. Das Ergebnis kann eine akute Verletzung oder eine langfristige Schädigung sein.

Die Körperstrukturen, die in besonderer Weise an der Dämpfung der Landebelastungen beteiligt sind, sind die Knochen, die Gelenke mit Knorpel und Bandstrukturen sowie der Muskel-Sehnen-Komplex. Dem **aktiven Bewegungsapparat** kommt eine besondere Bedeutung zu, da der Anteil der Erschütterungen, die von der Muskulatur gedämpft werden, von der Anspannung der Muskulatur abhängt. Ein kontrahierter Muskel hat eine größere **energieabsorbierende Wirkung** als ein entspannter. Der passive Bewegungsapparat wird dadurch entlastet.

Der aktive Bewegungsapparat hat jedoch eine weitere wichtige Funktion. Die Muskulatur kann **Gelenke stabilisieren**. Bei von außen einwirkenden Kräften neigen wenig stabilisierte Systeme dazu auszuweichen. Kräfte werden dann nicht mehr achsengerecht weitergeleitet. In der Folge wird der Druck nicht mehr gleichmäßig auf die gesamte Gelenkfläche verteilt, sondern es wird nur ein Anteil der Fläche, dann aber mit einem höheren Druck belastet. Eine entsprechende Belastung des Kniegelenkes kann z. B. zu Schädigungen des Innenmeniskus führen.

### 2.2 Beanspruchbarkeit des kindlichen und jugendlichen Bewegungsapparates

Grundlegend für eine aktive Landung ist, dass eine Beugung in Hüft- und Kniegelenken vorgenommen wird. Aus einer muskulären Vorspannung erfolgt die Beugung der Gelenke unter dem Landedruck des Körperschwerpunktes. Die Antagonisten müssen ein gewisses Maß an Beugung passiv ermöglichen, aber zunehmend Spannung aufbauen, damit die Beugebewegung abgebremst wird. Bei all diesen Aktionen muss der Körperschwerpunkt über der Unterstützungsfläche der Füße ausbalanciert werden, damit es nicht zu einem Sturz kommt.

Hartes Landen erfolgt hingegen (relativ) passiv. Die Gelenke sind nahezu gestreckt, es wird keine bewusste muskuläre Vorspannung aufgebaut.

Durch die **Muskelarbeit** der aktiven Landung wird nicht nur eine **gelenkführende** Wirkung erzielt, sondern ebenso eine **energieabsorbierende**, was mit einer Entlastung der passiven Strukturen des Bewegungsapparates einhergeht.

Wird die Landung nicht aktiv ausgeführt, ergeben sich extreme Belastungssituationen besonders für den passiven Bewegungsapparat.

#### Theoriebox 3

##### Belastung – Beanspruchung – Beanspruchbarkeit

Der menschliche Körper wird durch Niedersprünge Belastungen ausgesetzt, die in einer Beanspruchung des Bewegungssystems resultieren. Diese **Beanspruchungen** können unterschiedliche **Wirkung** haben, als sie eine Reaktion des Organismus hervorrufen, die als mehr oder weniger „biopositiv“ oder „bionegativ“ anzusehen ist.

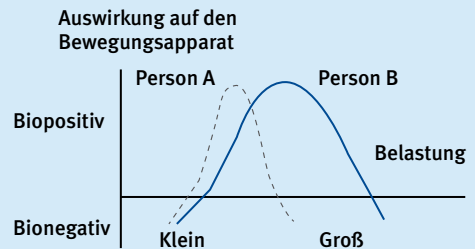


Abbildung: Schematische Darstellung der Auswirkung von Belastungen auf den menschlichen Bewegungsapparat<sup>10</sup>

Als positiv oder physiologisch werden solche Belastungen betrachtet, die zum Erhalt oder zum Aufbau der physiologischen Strukturen des passiven und aktiven Bewegungsapparates beitragen. Überschreiten die Belastungen eine gewisse Schwelle, wirken sie sich zerstörend aus. Diese Schwelle wird als Beanspruchbarkeit bezeichnet. Die Beanspruchbarkeit gibt somit die maximale Belastung an, die noch biopositive Auswirkungen nach sich zieht.

Die **Grenzen der Beanspruchbarkeit** sind individuell, situationsabhängig und befinden sich in ständigen Veränderungsprozessen. Damit ist es prinzipiell unmöglich, einen Schwellenwert der Beanspruchbarkeit anzugeben. Möglich ist es aber, bestimmte Faktoren herauszustellen, die eine Verschiebung der Schwelle in die eine oder andere Richtung zur Folge haben.

Landekräfte üben Spannungs- und Verformungskräfte auf die biologischen Strukturen, i.e. Knochen, Knorpel, Bänder, Sehnen, Muskeln, aus. Im Kindes- und Jugendalter erfolgt die reifungsbedingte Umstrukturierung der verschiedenen Gewebestrukturen, die zeitlich versetzt ablaufen. Charakteristisch für die Beanspruchbarkeit<sup>11</sup> des Bewegungsapparates von Kindern und Jugendlichen ist eine erhöhte Anpassungsfähigkeit, aber auch eine erhöhte Sensibilität gegenüber Schädigungen.

Im Zusammenhang mit Landungen nach einem Sprung lassen sich folgende Problembereiche charakterisieren<sup>12</sup>:

- Hohe **Druck- und Scherbeanspruchungen** im Bereich der **langen Röhrenknochen**, besonders der Epiphysenfugen, und der **Gelenke**,
- **Ausweichbewegungen im Bereich der Gelenke** aufgrund der erhöhten Elastizität des Gewebes bzw. der ungenügenden muskulären Gelenkführung,
- **Relative Muskelschwächen und -dysbalancen** sowie unkoordinierte Bewegungen als Folge der disharmonischen Veränderungen des Bewegungsapparates,
- **Strukturelle Schädigungen** im Sehnen-, Band- und Knorpelgewebe.

Aus diesen Kenntnissen über die entwicklungsbedingten Besonderheiten des kindlichen- und jugendlichen Bewegungsapparates resultiert die Forderung:

Dem Landeverhalten von Kindern und Jugendlichen ist eine herausragende Bedeutung beizumessen, da das aktive Landen zu einer Reduzierung der Beanspruchung des passiven Bewegungsapparates führt.

In Unterrichtsbeobachtungen<sup>13</sup> wurde jedoch festgestellt, dass viele **Schülerinnen und Schüler nicht aktiv landen können**<sup>14</sup>. Hier besteht also erheblicher Handlungsbedarf!

Eine aktive Landung erfordert also ein Bewegungsverhalten, welches von Schülerinnen und Schülern erlernt werden muss. Im Kapitel 4 sollen deshalb einige Aspekte einer gezielten Landes Schulung heraus gestellt werden. Diese Schulung ist im wesentlichen eine Ausbildung, die auf die Körperkoordination beim Landen gerichtet ist. Mit der Broschüre „Springen mit dem Minitrampolin“<sup>15</sup> ist das gleiche Anliegen für den Bereich der Sprung- und Landes Schulung beim Springen mit dem Minitramp bearbeitet worden.

### 3 Matten als Landeflächen

Es gibt eine Vielzahl verschiedener Sportmatten. Zur Ausrüstung vieler Sporthallen gehören Gerätturnmatten, Niedersprungmatten und Weichbodenmatten. Diese Matten unterscheiden sich in Größe und Aufbau erheblich voneinander. Entsprechend unterschiedlich sind sie als Landefläche einzusetzen und im Sportbetrieb zu handhaben.

#### 3.1 Hinweise zur Auswahl der Matten

Unterschiedliche Mattentypen sind notwendig, da an Sportmatten **zwei gegensätzliche Anforderungen** gestellt werden müssen: Sportmatten sollen<sup>16</sup> optimal **dämpfen** und optimal **hart sein**, sodass sie kein Einsinken in die Matte zulassen.

Die Dämpfungseigenschaften sollen die vertikalen Landekräfte einer Landung minimieren. Diese Anforderung setzt eine gewisse Weichheit voraus, die mit einem Einsinken in die Matte verbunden ist. Wirken auf die eingesunkenen Füße zusätzliche Drehkräfte, können die Füße diese Bewegung nicht nachvollziehen, da sie in der Matte wie in einem Schraubstock festgehalten werden. Eine gute Standsicherheit und Bewegungsfreiheit setzt deshalb eine harte Matte voraus.

Die Mattentypen haben, bezogen auf diese gegensätzlichen Anforderungen, folgende spezifische Eigenschaften:

- **Gerätturnmatten** bieten eine hohe Standsicherheit, dämpfen jedoch weniger gut.
- **Weichböden** dämpfen gut, führen aber zu einer relativ großen Einsinktiefe.
- **Niedersprungmatten** nehmen eine Mittelstellung ein. Die flächenelastische Oberfläche verhindert, dass der „Schraub-

stockeffekt“ eintreten kann, und der punktelastische Schaumstoffkern bietet eine gewisse Weichheit.

Empfehlungen zur Verwendung der Mattentypen müssen stets zwischen diesen beiden Anforderungen nach „Dämpfung“ auf der einen und „Standsicherheit und Bewegungsfreiheit“ auf der anderen Seite abwägen.

Prinzipiell ist es unmöglich zu klären, welchen Belastungen Kinder und Jugendliche ausgesetzt werden können und welche Matten entsprechend zu wählen sind. Um trotzdem eine Entscheidungshilfe für die Unterrichtspraxis liefern zu können, wird ein Grenzwert<sup>17</sup> der Beanspruchbarkeit festgelegt. Der Grenzwert ist festgelegt durch ein Kraftmaximum, das dem 10-fachen des Körpergewichtes (10 G) entspricht und einer Kraftanstiegsrate von 300 G pro Sekunde. In Anlehnung an Beobachtungen im Unterricht wird angenommen, dass Schülerinnen und Schüler hart landen. Zudem ist davon auszugehen, dass ihre Bein- und besonders ihre Rumpfmuskulatur eher schwach ausgebildet sind. Zudem scheinen sie in vielen Fällen nicht über die Fähigkeit zu verfügen, Bewegungen gezielt zu steuern.

Auf der Grundlage dieser Voraussetzungen werden Empfehlungen gegeben, die sich aus Ergebnissen verschiedener Niedersprunguntersuchungen auf die genannten Matten ergeben.

- **Ab welcher Höhe soll eine Matte eingesetzt werden?** Bereits bei Landungen aus einer Höhe von 30 cm erscheint es sinnvoll, Matten als Unterlage zu verwenden, wenn die Landung nicht aktiv ausgeführt werden kann.
- **Turnmatten sollten für Höhen bis etwa 60 cm** eingesetzt werden. Für den Primarstufenbereich<sup>18</sup> sind Turnmatten mit einer geringeren Schaumstoffdichte<sup>19</sup> aufgrund ihrer Weichheit auch für Landehöhen bis 100 cm geeignet. Ab den Jahrgangsstufen 9 und 10 sollten diese „leichten“ Turnmatten nicht mehr als Landefläche eingesetzt werden.
- **Niedersprungmatten sollten bis zu einer Höhe von 120 cm** als Landefläche gewählt werden. Dabei wird eine Mattendicke von 15 cm vorausgesetzt. Für 20 cm dicke Matten wird eine Höhe bis zu 140 cm empfohlen. Bei der Sprunghöhe von 60 cm führen Niedersprungmatten bereits zu geringeren Belastungen als Turnmatten.
- **Weichböden sollten nicht für punktuelle Landungen, sondern nur für flächige Landungen eingesetzt werden.** Die relativ große Einsinktiefe stellt bei Fußlandungen auf Weichbodenmatten das Problem dar. Eine Ausnahme von dieser Regel ist nur

dann möglich, wenn ein sinnvoller Einsatz einer Niedersprungmatte nicht mehr möglich ist und es aufgrund der Aufgabenstellung ausgeschlossen ist, dass es zu einer Drehbewegung um die Körperlängsachse im Landevorgang kommen kann. Landungen nach Fußsprüngen vom Minitramp sollten, sofern Drehungen gefordert werden, nicht auf eine Weichbodenmatte erfolgen, sondern auf Niedersprungmatten oder auf eine Kombination von Matten (s.u.).

- **Kombination von zwei Matten:** Um den Einsatzbereich der Mattentypen zu erweitern, ist das Aufeinanderlegen von Matten eine Möglichkeit. Es sind verschiedene Kombinationen denkbar, z. B. können Niedersprung- oder Gerätturmatten auf Weichböden gelegt werden, um bei einer guten Dämpfung dem tiefen Einsinken auf der Weichbodenmatte entgegenzuwirken. Ebenso können Gerätturmatten aufeinander gelegt werden. Stehen eine „leichte“ und eine „normale“ Turnmatte zur Verfügung, sollte die „normale“ Matte mit der „leichteren“ kombiniert werden. Mit dieser Art der Kombination wird das Prinzip der Niedersprungmatte nachgestellt<sup>20</sup>.

Sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage aktiv zu landen, können sie mit höheren Belastungen konfrontiert werden.



Bei einer aktiven Landung würden folgende Empfehlungen möglich sein:

- **Gerätturnmatten** können bis zu einer Höhe von **120 cm** eingesetzt werden,
- **Niedersprungmatten** dämpfen bis zu einer Höhe von **180 cm** ausreichend.

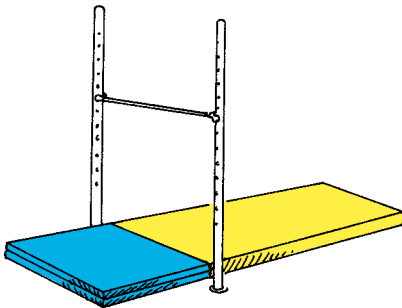
Bevor man diese Empfehlungen seiner Unterrichtsplanung zugrunde legt, sollte man sich noch mit einem weiteren Aspekt der Landebeanspruchung auseinandersetzen.

**Landeaktionen** stehen in den meisten Fällen nicht als isolierte Aufgabe, sondern sind **in einen Aufgabenkomplex eingebunden**. Wird dem eigentlichen Landeprozess z. B. eine Aufgabe in der Flugphase vorangestellt wie sie z. B. immer bei Sprüngen über den Sprungkasten oder das Sprungpferd vorliegt, werden die Schüler von der Landeaktion abgelenkt und tendieren dazu, weniger aktiv zu landen. Dieses gilt auch für Landeerfahrene<sup>21</sup>. Bei gleicher Landehöhe ist deshalb bei einer komplexen Aufgabensituation in Erwägung zu ziehen, ob eine andere Matte gewählt werden muss als bei einer einfachen Niedersprunglandung.

Eine Aufgabe in der Flugphase oder eine, die vor dem Absprung oder nach der Landung zu lösen ist, stellt zusammen mit der Landeaufgabe eine „**Doppelaufgabe**“ dar. Die Konzentration muss auf beide Aufgaben aufgeteilt werden, was mit **Verlusten der Ausführungsgüte** der beiden Aufgaben, bzw. der weniger wichtigen Aufgabe verbunden ist. Eine analoge Wechselwirkung zwischen zwei Aufgaben ist auch bei Landungen in Verbindung mit einer Schnelligkeitsaufgabe zu sehen, z. B. Überquerung von Hindernissen mit Wettspielcharakter.

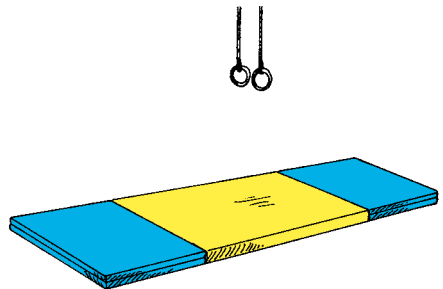
### 3.2 Vorschläge zum Einsatz von Matten zur Auslage von Sportgeräten

#### Reck (brusthoch, kopfhoch)



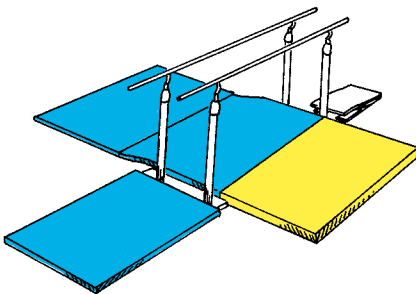
Matten: Niedersprungmatten im Abgangsbereich, doppelt gelegte Geräteturnmatten im Aufgangsbereich

#### Ringe (stillhängend)/Täue



Matten: Niedersprungmatte im Auf-, Abgangsbereich, doppelt gelegte Gerätturnmatten im Sicherheitsbereich

#### Barren

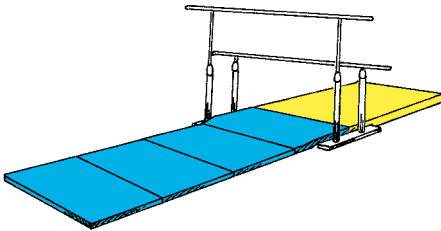


Matten: Niedersprungmatte(n) auf der/am Landungsseite(n), Gerätturnmatten im Barren

#### *Bemerkung:*

*Niedersprungmatte und Weichbodenmatten sind so unter die Ringe zu legen, dass der Abgangsbereich durch die Matten auch dann abgedeckt ist, wenn der Übende in ein leichtes Pendeln gerät*

### Stufenbarren (Schülerbarren)

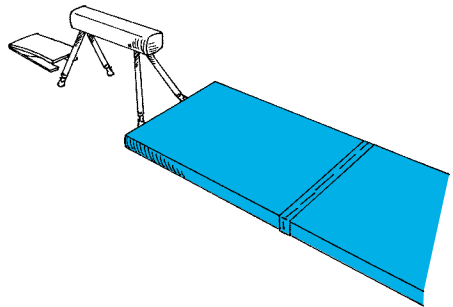


Matten: Niedersprungmatten im Abgangsbereich, einfach oder doppelt gelegte Gerätturnmatten im Fall- bzw. Aufgangsbereich

**Bemerkung:**

*Um Unebenheiten in der Mattenlage zu vermeiden, bietet es sich an, die Gerätturnmatten im Anschluss an die Niedersprungmatte (oder doppelt gelegte Gerätturnmatten) nur einfach zu legen*

### Sprung (Pferd / Kasten / Bock)

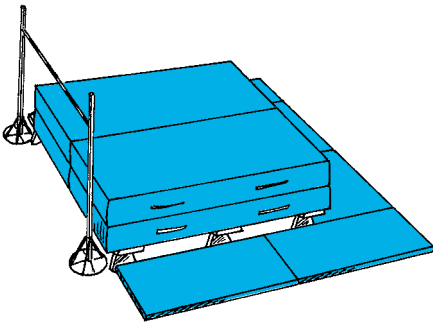


Matten: Niedersprungmatten

**Bemerkung:**

*Da bei Sprüngen über Pferd und Kasten ein größerer Fallbereich nach der Landung vorhanden sein muss, sollten immer Niedersprungmatten hintereinander gelegt werden. Die Niedersprungmatten müssen mit Klettverschlüssen fest miteinander verbunden werden. Alternativ können Gerätturnmatten genutzt werden.*

## Leichtathletik (Halle): Hochsprung



Matten: Weichbodenmatten, Langbänke, Gerätummatten im Sicherheitsbereich

### **Bemerkung:**

*Dieser Aufbau hat sich im Unterricht als sehr geeignete Lösung bewährt, zumal die Landefläche größer ist, als sie in der Behelfslösung angeboten wird. Ein „Herunterfallen“ vom Mattenberg ist durch diesen Aufbau wesentlich geringer.*

## 3.3 Haltbarkeit und Lagerung

Die Haltbarkeit von Matten ist aus unterschiedlichen Gründen von Bedeutung. Zunächst ist es unter dem Aspekt der Sicherheit bei Landungen wichtig, Alterungsprozesse von Matten kennenzulernen, um daraus Schlussfolgerungen für die Verwendung gealterter Matten zu ziehen. Darüber hinaus spielt die Haltbarkeit auch unter dem wirtschaftlichen Aspekt eine Rolle, sodass aufbauend auf den Erkenntnissen des Altersungsverhaltens der Matten Maßnahmen erwogen werden, die eine möglichst lange „Lebensdauer“ der Matten garantieren.

### 3.3.1 Alterungsprozesse von Matten

Auch Matten altern, d. h. Matten verändern im Laufe der Zeit ihre Materialeigenschaften. Diese Prozesse gehen mit einer **Veränderung der Dämpfungseigenschaften sowie der Einsinktiefe** einher. Da die Dämpfung von Landungen im Hinblick auf die Gesunderhaltung der Schülerinnen und Schüler eine herausragende Aufgabe der Matten ist, hängt die Haltbarkeit von Matten in erster Linie mit der Erfüllung der Dämpfungsfunktion ab. Veränderungen der Einsinktiefe der Matte spielen dann eine Rolle, wenn sie zu einer groben Veränderung der Standsicherheit oder Bewegungsfreiheit führen.

Die Veränderung der Dämpfungseigenschaften der Matten kann auf unterschiedliche Einflüsse zurückgeführt werden. Zum einen sind es **Umwelteinflüsse** wie Temperatur, Licht und Luftfeuchtigkeit, zum anderen sind es Belastungen, die bei der Lagerung, beim Transport und bei der **sportspezifischen Nutzung** auf die Matte einwirken. Zu den sportspezifischen Nutzungen zählen alle Lande- und Abdruckkräfte, die während des Unterrichtes entstehen, aber auch die Kräfte, die dadurch entstehen, dass sich Personen oder Geräte auf einer Matte befinden.

#### Theoriebox 4

##### Wie altern Schaumstoffe?

Sportmatten sind aus Schaumstoff aufgebaut: Turnmatten aus Verbundschaumstoff, Weichböden aus einem Schaumstoffblock und Niedersprungmatten aus einer Kombination von mindestens zwei Schaumstoffschichten.

Die Schaumstoffe selbst bestehen, wie man es z. B. von einem Schwamm kennt, aus einem Gerüst, das luftgefüllte Zellen umgibt. Der Stoff, der das Gerüst bildet, ist ein Kunststoff mit elastischen Eigenschaften. Ein solcher Schaumstoff dämpft, indem er unter Belastung nachgibt: Das Gerüst wird verformt (zusammen gedrückt), die Luft wird aus den Zellen verdrängt. Nach erfolgter Belastung richtet sich das elastische Gerüst wieder auf, die Luft wird dabei zurück in die Zellen gesogen. Den Alterungsprozess eines solchen Schaumstoffes durch sportspezifische Nutzung kann man sich als fortschreitende Zerstörung des Kunststoffgerüsts vorstellen. Nach und nach werden Zellen zerstört, die dann unter einer Belastung nicht mehr nachgeben können.

Auch Umwelteinflüsse wie Luft, Luftfeuchtigkeit, Licht und Temperatur können das Kunststoffgerüst angreifen und in seinen Eigenschaften verändern. Die irreversible Einflussnahme dieser Umweltbedingungen auf die mechanischen Eigenschaften des Schaumstoffes ist jedoch gering. Extrem hohen Temperaturen und direkter, intensiver Sonnenbestrahlung sollten Matten aber dennoch nicht ausgesetzt werden. Reversible Einflüsse sind durch Temperatur und Luftfeuchtigkeit gegeben: Matten sind im kalten Zustand weniger „weich“; die Luftfeuchtigkeit hat eine „weichmachende“ Wirkung auf die Mattenschaumstoffe.

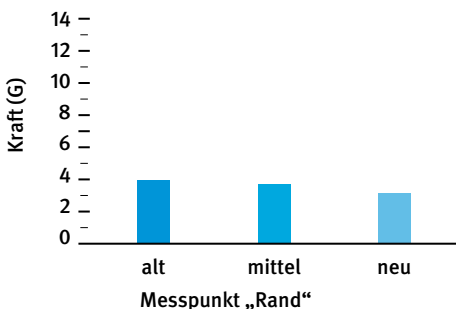
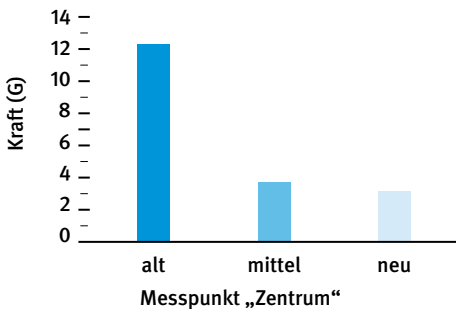
Im Sportunterricht werden Landungen auf Matten sinnvollerweise so geplant, dass sie möglichst in der Mitte der Matte erfolgen. Dadurch bildet sich im **Matzentrum** ein Bereich aus, der in der Summe **höheren mechanischen Belastungen** ausgesetzt ist als die anderen Bereiche. Dieses Mattenzentrum weist andere mechanische Eigenschaften auf als die Randbereiche der Matte. Damit ist das Dämpfungsverhalten zwischen den beiden Mattenstellen unterschiedlich, aber ebenso die Einsinktiefen.

Besonders bei **Weichbodenmatten** fällt diese größere Einsinktiefen beim Begehen von älteren Matten auf. Die mit der Belastung einhergehende größere Weichheit kann zunächst sogar mit einem verbesserten Dämpfungsverhalten verbunden sein. Diese weichere Zone ist jedoch bei der weiteren Nutzung in allen Situationen, in denen die Matte nicht auf der gesamten Unterfläche aufliegt, stets die „schwächste Stelle“.

Beim tragenden oder ziehenden Transport oder in Situationen, in denen die Matte gebogen oder geknickt wird, wird sie immer durch diesen Bereich gebogen bzw. geknickt. Die Folge ist, dass sich **Längsrillen bzw. Knickzonen herausbilden**. Diese Knickungen kommen als Belastung zu den sportspezifischen Belastungen hinzu, sodass die Alterung des Schaumstoffes im Bereich des Zentrums und der Knickzonen beschleunigt wird. Im Bereich von Knickzonen ist das **Dämpfungsverhalten verschlechtert** und das Mattenmaterial verhält sich nicht homogen. Die **unterschiedliche Einsinktiefen** verschärft das Problem der Standsicherheit auf Weichbodenmatten.

**Niedersprungmatten** zeigen aufgrund der flächigen Ausdehnung prinzipiell das gleiche Verhalten im Alterungsprozess. Auch bei diesem Mattentyp ist die Bildung von Knickzonen mit der entsprechenden zusätzlichen Belastung das wesentliche Problem der Haltbarkeit verbunden.

Das Ausmaß der veränderten Dämpfung im Bereich von Knickzonen kann eindrucksvoll an einem jedoch sehr extremen Beispiel einer Niedersprungmatte illustriert werden<sup>22</sup>:



Eine extreme Zunahme der Beanspruchung ist auf ein „Durchschlagen“ der Matte zurückzuführen.

Auch **Gerätturnmatten** werden nicht gleichmäßig belastet. An alten Gerätturnmatten ist ebenso ein Unterschied im Dämpfungsverhalten zwischen dem Mattenzentrum und Randstellen zu messen. Das Problem der Knickzonen ist aufgrund der geringeren Mattenfläche sowie des Aufbaus aus Verbundschaumstoff nicht so bedeutend. Ein inhomogenes Verhalten beim Begehen ist nur auf stark gealterten Matten selten spürbar. Die Veränderung der Dämpfungseigenschaften von Turnmatten ist in ihrem Verlauf untersucht worden. Die Abnahme der Dämpfungseigenschaften erfolgt zunächst sehr schnell und wird dann immer langsamer. Diese Alterungsprozesse sind abhängig von der Schaumstoffdichte der Gerätturnmatte.

Die „**leichte**“ **Turnmatte** altert schneller als die normale Turnmatte und zeigt im Ausmaß größere Veränderungen der Dämpfungseigenschaft. Als gealtert kann man eine „leichte“ Matte ansehen, die etwa 5 Jahre genutzt wurde. Nach diesem Zeitraum ist damit zu rechnen, dass etwa 60 % – 70 % der Einbußen der Dämpfungseigenschaften eingetreten sind.

Abb. 7: Dämpfungsverhalten unterschiedlich alter Niedersprungmatten im Zentrum und am Rand

### 3.3.2 Hinweise zur Haltbarkeit und Verwendung von Matten

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass zur Zeit noch keine definierte Aussage zur Haltbarkeit von Matten getroffen werden kann. Generell kann man nur einige Hinweise geben<sup>23</sup>:

- Die **normale Gerätturmatten** hat eine ausgesprochen **lange Haltbarkeit**. Die Dämpfungseigenschaften verändern sich in dem empfohlenen Einsatzbereich von bis zu 60 cm nicht so stark, dass eine Gefährdung für die Gesundheit der Schülerinnen und Schüler zu befürchten ist.
- Werden die „**leichten**“ **Gerätturmatten** im Bereich der **Primarstufe** eingesetzt, ist ebenfalls mit einer **langen Haltbarkeit** zu rechnen<sup>24</sup>. Für Niedersprunglandungen aus Höhen größer als 60 cm, die nicht weich ausgeführt werden, sollten in den Jahrgangsstufen 3 und 4 „**leichte**“ Turmmatten, die älter als 5 Jahre sind, nicht mehr als alleinige Landeunterlage verwendet werden.
- In der **Sekundarstufe I** sollten die „**leichteren**“ Turmmatten im gealterten Zustand **nicht mehr als Landefläche** einer Niedersprunglandung verwendet werden, da auch bei aktiv ausgeführten Landungen für schwere Schülerinnen und Schülern die Richtwerte der Beanspruchbarkeit überschritten werden können.
- Die Haltbarkeit der **Niedersprungs- und Weichbodenmatten** ist von den Dämpfungseigenschaften der „**schwächsten Stelle**“ abhängig. Es kommt bei diesen Mattentypen nicht nur zu einem messbaren Unterschied im Dämpfungsverhalten, sondern zusätzlich zu einem inhomogenen Verhalten des Mattenmaterials, das aufgrund von unterschiedlich tiefem Einsinken des Fußes die Standsicherheit beeinträchtigen kann. Diese **Knickzonenausbildung** ist das entscheidende **Kriterium** mit dem die Haltbarkeit von Weichboden- und Niedersprungmatten beurteilt werden kann. Die Ausbildung der Knickzonen deutet sich an, wenn sich der Mattenkern von der Hülle trennt<sup>25</sup>, d. h. oberflächlich ein Faltenwurf der Mattenhülle zu sehen ist. Wird diese Knickzone beim Begehen der Matte deutlich spürbar, sollte die Matte nicht mehr für Niedersprunglandungen genutzt werden.



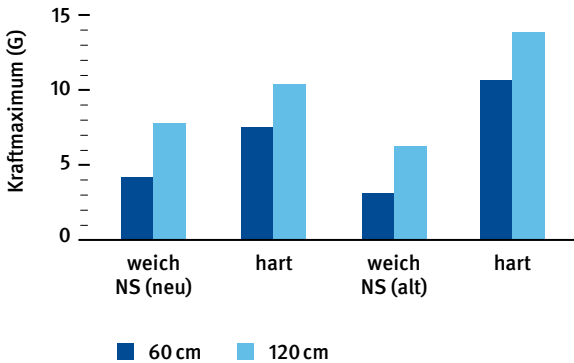


Abb. 8: Einfluss von Mattenalter und Bewegungsverhalten auf die Beanspruchung bei Niedersprunglandungen am Beispiel von Niedersprungmatten<sup>26</sup>.

Die Abbildung 8 zeigt, dass selbst auf alten Matten (ohne extreme Knickzonen) Landungen aus größeren Höhen möglich sind, wenn die Landung aktiv weich erfolgt. Sie verdeutlicht aber auch, dass das Mattenalter zu größeren Beanspruchungen führen kann.

In Abhängigkeit vom Alter der Schülerinnen und Schüler, deren Landeverhalten sowie der Komplexität der Landesituation ist von der Lehrerin bzw. dem Lehrer abzuwägen, welche der zur Verfügung stehenden Matten ausgewählt werden.

### 3.3.3 Hinweise zur Handhabung von Matten

Aus diesen Informationen zu den Alterungsprozessen lassen sich folgende Maßnahmen zur Handhabung der Matten ableiten:

#### Gerätturnmatten

- sollten möglichst **gleichmäßig benutzt** werden, d. h. es sollten nicht nur die obersten Matten eines Mattenstapels zum Einsatz kommen.
- sind **relativ unempfindlich gegenüber Knickungen und Biegungen**. Aufgrund der geringeren Dichte sind die „leichten“ Matten jedoch anfälliger für eine Knickzonenbildung.

#### Niedersprung- und Weichbodenmatten

- sind **sehr empfindlich gegenüber Knickungen und Biegungen**. Sie sollten deshalb
  - beim **Transport** nicht geknickt oder gebogen werden. Die günstigste Transportmöglichkeit ist der fahrende Transport auf den dafür vorgesehenen Wagen. Werden die Matten getragen, ist darauf zu achten, dass sich keine Schülerinnen oder Schüler auf die Matten legen oder gar während des Transportes darauf springen. Auch der schiebende Transport erscheint als günstig<sup>27</sup>.
  - so **gelagert** werden, dass es nicht zu einer Dauerbelastung der Knick- oder Biegezone kommt. Am günstigsten wäre eine liegende Lagerung, die jedoch aus Gründen des Platzbedarfs in den meisten Fällen nicht möglich sein wird.

Alternativ bietet sich die stehende Lagerung auf dem Transportwagen oder, wenn diese nicht vorhanden sind, an der Hallenwand an. Die Matte sollte dann mit mindestens zwei Gurten befestigt werden, sodass die Matte unter- und oberhalb der mittleren Knickzone fixiert wird. Müssen die Matten in der Halle an einer Hallenwand gelagert werden, ist darauf zu achten, dass die **Schülerinnen und Schüler nicht auf die an der Wand befestigten Matten klettern**.

- nicht für **Spiele** oder als methodische Mittel gewählt werden, in denen es zu einer Knickung oder Biegung der Matte kommt. Von dieser Regel ausgenommen sind die Matten, die nicht mehr für Niedersprunglandungen genutzt werden. Eine entsprechende, dauerhafte Kennzeichnung der Matten muss vorgenommen werden.
- sollten nicht extremen Temperaturunterschieden, hoher Luftfeuchtigkeit sowie der direkten Sonnenbestrahlung während der Lagerung ausgesetzt werden.

## 4 Aktives Landen

Aktives Landen zielt zum einen darauf ab, die Beanspruchung weitestgehend zu reduzieren, sodass der Bewegungsapparat möglichst geringen Beanspruchungen ausgesetzt wird, die negative Folgen für ihn haben können. Zum anderen wird durch aktives Landen der Bewegungsapparat koordinativ und konditionell gefordert. Die Erhöhung der Beanspruchbarkeit ist deshalb das Ziel einer Landungsschulung, die die Schülerinnen und Schüler positiv fordert.

Bereits im Kindes- und Jugendalter ist die Anpassung aller funktionellen Bereiche des Haltungs- und Bewegungsapparates durch Belastung in hohem Maße möglich. **Vor allem in koordinativer Hinsicht sind Kinder und Jugendliche trainierbar.** Die Verbesserung der Bewegungssteuerung dient dem optimalen Einsatz konditioneller Fähigkeiten und damit der Vermeidung von Fehlbewegungen sowie der Anpassung der Bewegungsausführung an die jeweiligen situativen Bedingungen.

**4.1 Grundsätze einer Landungssicherung**  
Sprünge und Flugphasen gibt es in verschiedensten Ausführungen. Dementsprechend sind **viele unterschiedliche Landesituationen** möglich. In Abhängigkeit von den konkreten situativen Bedingungen muss die Ausführung der Landung jeweils variiert werden.

Allen Variationen ist eine Beugung in Hüft- und Kniegelenken gemeinsam, der eine komplexe Abfolge von Muskelaktivitäten zugrunde liegt. Obwohl diese Prozesse nicht bewusst ablaufen, ist die Konzentration auf den Landevorgang notwendig. Eine aktive Landung setzt somit ein Verhalten voraus, das sowohl in konditioneller als auch konzentrativer Hinsicht höhere Anforderungen stellt als ein passives Verhalten, das zu harten Landungen führt. Weich zu landen ist **anstrengender** als hartes Landen.

Voraussetzung für ein aktives Landen ist, dass Schülerinnen und Schüler lernen, aktiv zu landen.

Aufgaben, die direkt oder auch indirekt mit der Landung in Verbindung stehen, können die Landebewegung beeinflussen. Je nach Komplexität der Aufgabe, führen sie zu mehr oder weniger starken Einbußen in der Ausführungsgüte der Landebewegung.

Daraus ergeben sich konkrete Forderungen an eine Landesschulung:

- Landen muss wie eine **Bewegungstechnik** geschult werden. Die Technik muss durch Üben der Bewegungskoordination gefestigt werden.
- Das Üben darf nicht ein rein wiederholendes Üben sein, sondern es muss von Beginn an **variabel geübt** werden.
- Vorteile einer aktiven Landung können nur im Vergleich zu harten Landungen erfahren werden. Dieser **Unterschied** muss deutlich gemacht werden.
- Das Landeverhalten muss in **zunehmend komplexeren** Situationen gefordert werden. Die Komplexität ergibt sich dabei in erster Linie durch Aufgaben, die in Kombination mit der Landung gefordert werden.
- Die Schulung der Landung muss die **konditionellen Bedingungen** der Landenden stets als Voraussetzung berücksichtigen.

Es wird im Folgenden **eine Sammlung von Ideen** zu Aufgabenstellungen in einer Landesschulung vorgestellt. Diese Ideen können zum einen zu einer kompletten Unterrichtsreihe zusammengestellt werden, zum anderen geben sie Anregungen für eine Thematisierung des Landeverhaltens auch zu anderen Unterrichtsschwerpunkten.

Um eine möglichst abwechslungsreiche und damit **motivierende Landesschulung** zu gestalten, können Zusatzaufgaben vor, während oder nach der Landung, in die Übungssituation mit einbezogen werden.

Als oberste Prämisse einer Landesschulung gilt, die Aufgabenstellungen in ihren konditionellen, koordinativen wie konzentrativen Anforderungen so zu wählen, dass eine korrekte Ausführung der Landebewegung möglich ist.

Für das Erlernen des aktiven Landens ist die externe Rückmeldung erforderlich. Die Lehrkraft muss deshalb erkennen können, ob die Körperhaltung richtig ist oder ob Ausgleichsbewegungen durchgeführt werden.

Als Lehrerin oder Lehrer sollte man von Beginn an möglichst viele Situationen nutzen, um die eigene **Beobachtungsfähigkeit** zu schulen. Zum einen muss die Lehrerin bzw. der Lehrer im Hinblick auf die Körperhaltung bei der Landung beraten, zum anderen ist die Beobachtung von Fehlhaltungen – i.e. Ausgleichsbewegungen<sup>28</sup> im Bereich der Gelenke in der Landesituation – das Kriterium, das der Entscheidung einer möglichen Überbeanspruchung zugrunde liegt.

## 4.2 Übungsbeispiele zur Landungsschulung

### Komplex I:

- a) Aufmerksamkeit schulen zur selbstgesteuerten Beurteilung der Ausführungsgüte der Bewegung
- b) Zusammenhang erfahren zwischen Bewegungsausführung und Wirkungen auf den Körper
- c) Bewegungsvorstellung schulen: aktive, weiche vs. harte Landung

### Aufgaben:

1. Kontrastives Laufen, Hüpfen, Landen nach Niedersprüngen
  - Schleichen wie eine Katze;  
Stampfen wie ein Elefant  
*Beobachtungsaufgabe:*  
Lausche deinem Geräusch!  
*Beobachtungsaufgabe:*  
Was spürst du in deinem Körper, wenn du stampfst/schleichst?
2. Niedersprünge aus geringer Höhe ohne Matte (deutliches Landegeräusch), aus mittlerer Höhe mit Mattenunterlage:
  - „leise“ vs. „laut“ landen  
*Beobachtungsaufgabe:*  
Was musst du machen (wie musst du landen), damit die Landung leise/laut ist?
  - Landen und dabei wie eine Feder nachgeben vs. landen und dabei wie ein Stock steif bleiben

### *Beobachtungsaufgabe:*

Was spürst du in deinem Körper, wenn du wie eine Feder/ein Stock landest?

- weich landen, dabei Fühlen des Kontaktes mit dem Vorfuß (muskuläre Vorspannung), Erfühlen des Nacheinander von Vorfuß, Ferse, Restkörper

### Komplex II:

- In variablen Situationen aktiv landen
- Variables Erfahren und Üben aktiver Landungen

### Aufgaben/Spielformen:

- Einschätzen des Landegeräusches durch Schüler-Jury: Jury sitzt mit dem Rücken zum Sprunggelände, nach jedem Sprung wird eingeschätzt, ob „leise“, „mittel“ oder „laut“ gelandet wurde; auch als Spiel: Welche Mannschaft erhält die meisten Punkte
- Alle Schülerinnen und Schüler stehen auf einer Niedersprungmöglichkeit, z. B. Langbank, kleiner Kasten, großer Kasten (Matte), Sprossenwand (Matte). Auf ein Kommando hin müssen alle abspringen und möglichst leise landen. Danach werden a) Geräte gewechselt; b) wer nicht leise landet, muss an der Position bleiben, die anderen wechseln die Geräte

### Variation I: Landehöhe und Mattenunterlage

- Es werden Kästen unterschiedlicher Höhe mit unterschiedlicher Landeunterlage in

einem Komplex aufgebaut. Schülerin/ Schüler erprobt unterschiedliche Landesituationen.

- Von einer Kastentreppe oder von einer schräggestellten Langbank zu den Seiten auf Matten springen
- In Form eines Geräteparcours werden verschiedene Niedersprungmöglichkeiten mit unterschiedlichen Höhen und unterschiedlichen Landeunterlagen aufgebaut; evtl. Steigerung des Anspruches durch Zusatzaufgaben (s.u.). Schülerinnen/Schüler überwinden den Parcours „am laufenden Band“

#### **Variation II: Aufgaben vor dem Absprung**

- Niedersprung aus der Bewegung, z. B. Kastentreppe/hoch gestellte Langbank überlaufen, abspringen auf Matte (auf beidbeinige Landung achten!)
- Niedersprung aus einer Übungsfolge

#### **Variation III: Aufgaben nach der Landung, die eine tiefe Landeposition voraussetzt, d.h. anschließend an eine Niedersprunglandung werden Bewegungsaufgaben gefordert, die die tiefe Position ausnutzen (z. B. zum nachfolgenden Abdruck nach oben):**

- Sprungrolle, Absprung nach oben auf Langbank, Mehrfachlage von Matten Absprung nach oben zu gehaltenem Ball
- Landung mit Ball, Druckpass zu Partner/ auf Korb
- Landen „unter Zeitdruck“  
z. B. Überqueren einer Gerätelandschaft

mit Wettspielcharakter: Landesituationen planen, bei denen ein Tiefgehen im Landeprozess Vorteile erbringen, z. B. anschließende Aufgaben, die tiefe Position erfordern/die ein anschließendes aktives Abdrücken aus einer tiefen Position erfordern

#### **Variation IV: Aufgaben in der Flugphase (ohne Drehung)**

- Niedersprung mit Grätsch- oder Hockbewegung, Flughaltungen aus dem Inline-/ Skateboard-/Snowboardsport: Backside Air
- Absprung (vom Boden, von leicht erhöhter Position) mit Kopfballspiel; evtl. mit anschließendem Antritt → Muskelanspannung einer weichen Landung wird genutzt für anschließenden schnellkräftigen Abdruck (auch zu: Landung nach Sprungpass, Blocksprung o.ä.)

#### **Variation V: einfache Drehbewegung in der Flugphase**

- Niedersprung mit  $\frac{1}{4}$ -facher Drehung; evtl. mit Kombination einer Bewegungsaufgabe aus der tiefen Stellung (s.o.)
- Niedersprung mit  $\frac{1}{2}$ -facher Drehung; evtl. aus geringer Höhe (kleiner Kasten) mit anschließendem Sprung auf den Kasten
- Niedersprung mit ganzer Drehung in den sicheren Stand

## 5 Literatur

- FRENGER, H. / SCHMIDTBLEICHER, D. (1987)  
Richtiger Einsatz von Matten im Sportunterricht. Sicherheit im Sportunterricht Heft 4. Schriftreihe des BAGUV.
- HENNING, E.M. / LAFORTUNE, M.A. (1991)  
Relationship Between Ground Reaction Force and Tibial Bone Acceleration Parameters. *J. of Applied Biomechanics*, p. 303-309.
- HENNING, E.M. / MILANI, T.L. / LAFORTUNE, M.A. (1993)  
Use of Ground Reaction Force Parameters in Predicting Peak Accelerations in Running. *J. of Applied Biomechanics*, p. 306-314.
- NATRUP, J. (1997)  
Resultierende Kräfte und Momente an den Gelenken der unteren Extremitäten während der Stützphase beim Langstreckenlauf. Münster.
- NICOL, K. (1990)  
Eigenschaften idealer Landematten, Unveröffentlichtes Manuskript.
- NIGG, B.M. / DENOTH, J. (1980)  
Sportplatzbeläge. Zürich.
- COTTA, H. / SOMMER, H.M. (1986a)  
Die Belastbarkeit und Trainierbarkeit der Haltungs- und Bewegungsorgane in den verschiedenen Alters- und Entwicklungsstufen (Bewegungsapparat). In: PROKOP, L. (Hg.) (1986) *Kinder Sportmedizin*. Stuttgart – New York, p. 5-18.
- COTTA, H. / SOMMER, H.M. (1986b)  
Sportverletzungen und Sportschäden beim Kind und Jugendlichen aus orthopädisch-traumatologischer Sicht. In: PROKOP, L. (Hg.) (1986) *Kinder Sportmedizin*. Stuttgart – New York, p. 193-218.
- ALBERSMEYER, U. (1986)  
Zur Belastung des Bewegungsapparats beim Niedersprung im Schulsport. Hausarbeit im Rahmen des Ersten Staatsexamen. Münster.
- FRENGER, H. / PEPPER, D. (1994)  
Springen mit dem Minitrampolin. Sicherheit im Schulsport Heft 2. Schriftreihe des BAGUV.
- ROESLER, H. (1980)  
Biomechanische Abschätzung der Belastung von Achillessehnen bei Sprüngen. In: COTTA, H. / KRAHL, H. / STEINBRÜCK, K. (Hg.) (1980) *Die Belastungsprobleme des Bewegungsapparates*. Stuttgart, p. 72-80.
- MARKTSCHIEFFEL, M. (1998)  
Matten im Sportunterricht. Bisher unveröffentlichtes Manuskript des BAGUV.
- WIENERS, A. / MICHAEL, F. / BUß, C. / NATRUP, J. / PEIKENKAMP, K. / PUNSMAN, T. / STALLKAMP, F. (1996)  
Untersuchung von Sportmatten unter sportfunktionalen Aspekten. Eine Untersuchung von 1992 bis 1995 der Abteilung für Angewandte Biomechanik der Uni Münster.

## 6 Anhang

- 1 FRENGER, H. / SCHMIDTBLEICHER, D., 1987
  - 2 Hier wird im normalen Sprachgebrauch von dem „Gewicht“ gesprochen. Es lässt sich ein Gewicht, richtiger „die Gewichtskraft“, auf einer Waage feststellen, da die Erdanziehung die Masse eines Körpers nach unten „zieht“ (beschleunigt). Eine Masse von 1 kg führt nach Definition zu einer Gewichtskraft von etwa 10 N. Im Sprachgebrauch heißt es fälschlicherweise: ein Gewicht von 1 kg, gemeint ist eine Masse von 1 kg.
  - 3 Hier ist die relative Flughöhe zu betrachten, d. h. die Differenz der maximalen Höhe des Körperschwerpunktes während des Fluges und der Körperschwerpunkthöhe nach der Landung. Es wird deshalb von „Landehöhe“ gesprochen.
  - 4 Im Auftrag des GUVV sind in der Abteilung für Biomechanik (Leitung: PROF. DR. K. NICOL) des FB Sportwissenschaften der Uni Münster entsprechende Unterrichtsbeobachtungen im Rahmen einer Untersuchung durchgeführt worden, die sich als Schwerpunkt mit dem Alterungsverhalten von Sportmatten beschäftigt hat (vgl. WIENERS, A. ET AL., 1996).
  - 5 HENNING, E.M. / LAFORTUNE, M.A., 1991; HENNING, E.M. / MILANI, T.L. / LAFORTUNE, M.A., 1993
  - 6 Im Auftrag des GUVV sind in der Abteilung für Biomechanik (Leitung: PROF. DR. K. NICOL) des FB Sportwissenschaften der Uni Münster entsprechende Tests im Rahmen einer Untersuchung durchgeführt worden, die sich als Schwerpunkt mit dem Alterungsverhalten von Sportmatten beschäftigt hat (vgl. WIENERS, A. ET AL., 1996).
  - 7 Die Kräfte werden nicht in N, sondern G, i.e. in Vielfachen des Körpergewichtes der Testperson angegeben.
  - 8 Die Kräfte werden nicht in N, sondern G, i.e. in Vielfachen des Körpergewichtes der Testperson angegeben.
  - 9 Die Beanspruchung der Körperstrukturen im Landevorgang ist mithilfe der Faktoren der maximale Kraft und des Kraftanstieges bis zum Erreichen dieser Kraft abzuschätzen. Das Kraftmaximum tritt jedoch bereits nach wenigen hundertstel Sekunden auf. Eine an die Landung anschließende Bewegung kann nicht innerhalb dieses kurzen Zeitraumes einsetzen und damit auch keinen Einfluss auf die maximale Landekraft nehmen.
- Eine Zusatzbewegung kann aber die Muskelarbeit, die zur Herstellung des Gleichgewichtes einer „Landung in den sicheren Stand“ erforderlich ist, reduzieren. Diese verminderte Muskeltätigkeit führt zu einer Verminderung der Zugkräfte der Sehnen an den Knochen und somit zu verminderter Drücken an den Gelenkflächen (vgl. NATRUP, J., 1997). Damit wäre eine an die Landung anschließende Bewegung sinn-



voll im Hinblick auf eine Reduzierung der Summengenelenkkräfte. Sie wäre jedoch kontraproduktiv, wenn sie zu einer Vernachlässigung der eigentlichen Aufgabe, nämlich einer weichen Landung mit entsprechender Vorinnervation der Muskulatur, nach sich ziehen würde.

<sup>10</sup> Aus: NIGG, B.M./ DENOTH J., 1980, p. 37

<sup>11</sup> In der sportmedizinischen Literatur wird hier von Belastung gesprochen. Aus Gründen der einheitlichen Verwendung der Begriffe Belastung und Beanspruchung werden sie im biomechanischen Sinn angewandt.

<sup>12</sup> vgl. COTTA, H. / SOMMER, H.M., 1986a; COTTA, H. / SOMMER, H.M., 1986b

<sup>13</sup> Im Auftrag des GUVV sind in der Abteilung für Biomechanik (Leitung: PROF. DR. K. NICOL) des FB Sportwissenschaften der Uni Münster entsprechende Unterrichtsbeobachtungen im Rahmen einer Untersuchung durchgeführt worden, die sich als Schwerpunkt mit dem Alterungsverhalten von Sportmatten beschäftigt hat (vgl. WIENERS, A. ET AL., 1996).

<sup>14</sup> Diese Aussage basiert auf Beobachtungen in Situationen, in denen die explizite Aufgabe einer weichen Landung gegeben wurde.

<sup>15</sup> FRENGER, H. / PEPER, D., 1994

<sup>16</sup> vgl. NICOL, K. (1990); FRENGER; H. / SCHMIDTBLEICHER, D., 1987

<sup>17</sup> Die Beanspruchbarkeit der verschiedenen Strukturen des menschlichen Bewegungsapparates ist noch nicht so hinlänglich untersucht worden, dass Angaben zu dieser Problematik möglich wären. Da ein Wert festgelegt werden muss, um Empfehlungen geben zu können, wurden Testpersonen nach Landungen über die Empfindung im Landevorgang befragt. Oberhalb der Grenzwerte wurden Landungen als unangenehm beurteilt, was als Reaktion des Körpers auf eine nicht angemessene Belastung gewertet wurde.

<sup>18</sup> Die Schülerinnen und Schüler der Primarstufe und der Sekundarstufe I unterscheiden sich durch ihre Körpermasse voneinander. Dieser Unterschied beträgt zwischen der ersten und der 10. Jahrgangsstufe etwa 35 kg. Er bewirkt eine Veränderung der Belastungen der Matten bei Landungen. Für die Belastung einer Matte ist ein Niedersprung eines Schülers der 10. Jahrgangsstufe aus 1 m vergleichbar mit einem theoretischen Niedersprung eines Schülers der ersten Klasse aus einer Höhe von etwa 7 m.

Matten, die den Anforderungen der Primarstufe gerecht werden, müssen eine größere Weichheit aufweisen, damit es zu einer dämpfenden Kompression des Materials kommen kann. Niedersprungmatten sind

für die Primarstufe zu „hart“. Besser geeignet sind dort die „leichten“ Turnmatten. Bei neuen Weichbodenmatten ist ebenso die relativ große „Härte“ bei Landungen leichter Schüler zu beachten.

Dagegen stehen die schwereren Schüler der Sekundarstufe. Eine weiche Matte kann durch schwere Schülerinnen oder Schüler so weit komprimiert werden, dass es zu einem Durchschlagen der Matte, verbunden mit sehr hohen Kräften, kommt. Dieses Verhalten muss besonders bei älteren Matten in Betracht gezogen werden.

<sup>19</sup> Gerätturnmatten werden mit unterschiedlicher Schaumstoffdichte angeboten. Die Matten, die eine Füllung aus weniger dichtem Schaumstoff haben, sind entsprechend leichter.

<sup>20</sup> vgl. ALBERSMEYER, U., 1986

<sup>21</sup> Dieser Effekt ist bei erfahrenen Sportstudenten gemessen worden.

<sup>22</sup> Die getestete Matte zeigt eine von außen deutlich zu erkennende Längsrille, die beim Begehen bereits als Zone stark verminderter Dämpfung auffällt.

<sup>23</sup> Genauere Aussagen sind auf der Grundlage der vorhandenen Untersuchungsergebnisse nicht möglich, da vor allem biomechanische Untersuchungen mit Kindern und Jugendlichen fehlen.

<sup>24</sup> Hier gibt es noch keine eindeutigen Untersuchungsergebnisse, da die diesen Aussagen zugrunde liegenden biomechanischen Tests mit Erwachsenen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse deuten jedoch auf einen nichtlinearen Belastungs-Banspruchungsverlauf der Matten hin, sodass von relativ geringeren Beanspruchungen bei Kindern ausgegangen werden kann.

<sup>25</sup> Nach mündlichen Informationen der Firma Benz.

<sup>26</sup> Die Kräfte werden nicht in N, sondern G, i.e. in Vielfachem des Körpergewichtes der Testperson angegeben.

<sup>27</sup> Bei dieser Art des Transportes wird die Mattenaußenhülle stark belastet. Die Außenhülle hat aber eine längere Haltbarkeit als der Kern.

<sup>28</sup> Typische Ausweichbewegungen durch Überbeanspruchung bei einer Landung sind die Beckenabkippung und die Valgusstellung von Knie- und Fußgelenken: COTTA und SOMMER (1986a) schreiben zum Einfluss von ungünstiger Bewegungskoordination in Verbindung mit Muskelschwächen: „Es finden sich stereotyp ungünstige Bewegungsabläufe, die alle ihren Ausgangspunkt in einer unzureichenden Stabilisierung des Körperschwerpunktes haben. Sie sind das Ergebnis eines zu starken oder verkürzten m. iliopsoas und konsekutiv unzureichender Becken-

aufrichtung. Die mm. gluteus, mm. ischio-crurales und der m. rectus abdominus sind zu schwach, um eine Ventral-Abkipfung des Beckens vor allem in der Ermüdung zu verhindern.

Für den Bereich der unteren Extremität bedeutet diese ‚Beckeninstabilität‘ Ausgleichsbewegung des Kniegelenkes und des Fußes im Streck-Beugevorgang. (...) Diese Ausweichbewegung betrifft das Kniegelenk in Form einer funktionellen Valgus-Fehlstellung gleichermaßen wie auch den Fuß, der in die verstärkte Dorsalflexion und Pronation ausweicht. Dieser Bewegungsablauf entspricht dem ‚schlimmsten zu erwartenden Belastungsfall der Funktionskette der unteren Extremität‘ (Roesler H. 1980), d. h. der Landung nach einem Sprung“ (p. 8ff).

Die Beobachtung der Bewegungsausführung scheint zum derzeitigen Forschungsstand die einzige Möglichkeit zu sein, um eine Überbeanspruchung durch Landebelastungen feststellen zu können.



## 7 Impressum

### Herausgeber

Unfallkasse Nordrhein-Westfalen  
Sankt-Franziskus-Straße 146  
40470 Düsseldorf  
Telefon 0211 9024-0  
E-Mail [info@unfallkasse-nrw.de](mailto:info@unfallkasse-nrw.de)  
Internet [www.unfallkasse-nrw.de](http://www.unfallkasse-nrw.de)

### Verantwortlich für den Inhalt

Gabriele Pappai

### Autor

Rüdiger Bockhorst  
Andrea Wieners

### Gestaltung

saga werbeagentur GmbH, Münster

### Druck

XX

### Auflage

XX

### Bildnachweis

Seite 14: © Melo/[www.photocase.de](http://www.photocase.de)  
Seite 16 (oben): © Sarah Harnisch /[www.photocase.de](http://www.photocase.de)  
Seite 21: © Cassandra/[www.pixelio.de](http://www.pixelio.de)

### Ausgabe

November 2010

### Bestellnummer

PIN 11

## Unfallkasse Nordrhein-Westfalen

Sankt-Franziskus-Str. 146

40470 Düsseldorf

Telefon 0211 9024-0

Telefax 0211 9024-355