



# Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten

Gefährdungsbeurteilung mit der  
Leitmerkmalmethode

baua: Praxis

# Inhalt

<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<hr/>	
<b>1 Das mehrstufige Leitmerkalmethoden-Inventar im Überblick</b>	<b>3</b>
<hr/>	
<b>2 Allgemeine Grundsätze</b>	<b>8</b>
2.1 Belastungsart „Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten“	8
2.2 Betroffene Körperregionen und gesundheitliche Risiken	9
2.3 Arbeitsplatz, Tätigkeiten und Teil-Tätigkeiten	13
<hr/>	
<b>3 Gefährdungsbeurteilung mit dem mehrstufigen Leitmerkalmethoden-Inventar beim manuellen Ziehen und Schieben von Lasten</b>	<b>14</b>
3.1 Erster Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung	21
3.2 Zweiter Schritt: Bestimmung der Wichtung weiterer Merkmale	25
Zu bewegendes Lastgewicht und verwendetes Transportmittel	25
Beschaffenheit des Fahrwegs	28
Ungünstige Ausführungsbedingungen	30
Ungünstige Eigenschaften Flurförderzeug/Hängebahn/Hängekran	33
Körperhaltung/Körperbewegung	35
Arbeitsorganisation und zeitliche Verteilung	37
3.3 Dritter Schritt: Bewertung und Beurteilung	38
3.4 Gestaltungsmaßnahmen und sonstige Präventionsmaßnahmen	41
<hr/>	
<b>Fazit</b>	<b>48</b>
<hr/>	
<b>Weiterführende Informationen</b>	<b>50</b>
<hr/>	
<b>Impressum</b>	<b>52</b>

# Einleitung

Schlecht gestalteter Lastentransport kann die Gesundheit gefährden. Im Muskel-Skelett-System können motorisch-biomechanische Beanspruchungen, wie sie beim Ziehen und Schieben von Lasten auftreten, zu vorzeitigen Abnutzungserscheinungen des Stütz- und Bewegungsapparates führen. Häufig betroffen ist der Rücken, vor allem die Lendenregion. Aber auch mögliche Auswirkungen auf Schultern, Knie und das Herz-Kreislauf-System der Beschäftigten sowie das Unfallrisiko sind zu beachten.

Die vorliegende *baua: Praxis* „Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten“ zeigt, wie Gefährdungen mit dem mehrstufigen Leitmerkalmethoden-Inventar beurteilt werden. Sie dient als Hilfestellung für betriebliche Praktikerinnen und Praktiker wie Führungskräfte, Arbeitsgestalterinnen und -gestalter, Beschäftigtenvertretungen, Sicherheitsfachkräfte oder Betriebsärztinnen und -ärzte. So können Gefährdungen durch manuelles Ziehen und Schieben von Lasten erkannt werden, Arbeitsplätze lassen sich entsprechend gestalten und Muskel-Skelett-Beschwerden wird vorgebeugt.

Im ersten Kapitel wird das Leitmerkalmethoden-Inventar im Überblick dargestellt. Das zweite Kapitel erläutert allgemeine Grundsätze. Im zentralen dritten Kapitel werden alle Schritte ausführlich erläutert – immer mit anschaulichem Bezug auf die Formblätter der Leitmerkalmethode.

# 1 Das mehrstufige Leitmerkmalmethoden- Inventar im Überblick



Diese *baua: Praxis* gibt eine ausführliche Handlungsanleitung für die Anwendung der Leitmerkmalmethode „Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten“ (LMM-ZS). Darüber hinaus wird die Erweiterte Leitmerkmalmethode (LMM-ZS-E) erläutert.

Das mehrstufige **Leitmerkmalmethoden-Inventar** bietet eine betriebspraktikable Vorgehensweise bei der Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit körperlichen (physischen) Belastungen. Günstig ist, zunächst mit einem Grobscreening mit geringerem Aufwand zu beginnen. Dafür bieten sich der Basis-Check und das Einstiegsscreening an.

■ Das mehrstufige Leitmerkmalmethoden-Inventar findet sich auf der Website [www.baua.de/lmm](http://www.baua.de/lmm).

Folgende Fragen können damit beantwortet werden:

- a) Sind körperliche Belastungsarten am Arbeitsplatz überhaupt vorhanden?  
→ Belastungsartübergreifenden **Basis-Check** anwenden.
- b) Sind die Belastungshöhen voraussichtlich von Bedeutung, d. h. erhöht?  
→ Belastungsartübergreifendes **Einstiegsscreening** anwenden.





Ergibt das Einstiegsscreening, dass die Belastungshöhen von Bedeutung sein könnten, kann eine vertiefende Gefährdungsbeurteilung mit den belastungsartspezifischen Leitmerkalmethoden durchgeführt werden.

- c) Wie hoch ist die Belastungshöhe für *eine* Teil-Tätigkeit einer Belastungsart an einem Arbeitstag?  
→ Belastungsartspezifische Leitmerkalmethoden (LMM) oder Erweiterte Leitmerkalmethoden (LMM-E) für die ermittelten und als erhöht bewerteten körperlichen Belastungsarten anwenden.
- d) Wie hoch ist die Belastungshöhe, wenn *mehrere* Teil-Tätigkeiten *derselben* körperlichen Belastungsart am Arbeitstag vorkommen?  
→ Erweiterte Leitmerkalmethode für die Teil-Tätigkeiten derselben körperlichen Belastungsart (LMM-Multi-E) anwenden.

Die Schritte c) und d) dienen dazu, die Belastungshöhe festzustellen und zu ermitteln, wie hoch die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung bzw. möglicher gesundheitlicher Folgen ist. Auf dieser Grundlage kann man entscheiden, welche Maßnahmen zu ergreifen sind.

Eine zusammenfassende Beurteilung für mehrere Teil-Tätigkeiten *unterschiedlicher* körperlicher Belastungsarten (Mischbelastung) steht als Leitmerkalmethode noch nicht zur Verfügung. Das im Forschungsbericht MEGAPHYS, Band 1, Kapitel 6 beschriebene Konzept muss noch geprüft werden und kann noch nicht zur Anwendung in der Praxis empfohlen werden.

Das mehrstufige Leitmerkalmethoden-Inventar passt zu den in der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) beschriebenen Vorsorgeanlässen für „wesentlich erhöhte körperliche Belastungen“. Diese werden auch in der Arbeitsmedizinischen Regel AMR 13.2 „Tätigkeiten mit wesentlich erhöhten körperlichen Belastungen mit Gesundheitsgefährdungen für das Muskel-Skelett-System“ genauer gefasst.

Zur Gefährdungsbeurteilung bei körperlicher Belastung stellt die BAuA sechs belastungsartspezifische Leitmerkalmethoden (LMM) zur Verfügung, und zwar für:

- manuelles **H**eben, **H**alten und **T**ragen von Lasten (**HHT**)
- manuelles **Z**iehen und **S**chieben von Lasten (**ZS**)
- **m**anuelle **A**rbeitsprozesse (**MA**)
- Ausübung von **G**anzkörperkräften (**GK**)
- **K**örperfortbewegung (**KB**)
- **K**örperzwangshaltungen (**KH**)

Alle sechs Leitmerkalmethoden stehen auch als Erweiterte Leitmerkalmethoden (LMM-E) zur Verfügung. Diese enthalten zusätzlich die Möglichkeit, bestimmte Merkmalswichtungen mit Hilfe einer mathematischen Formel zu ermitteln (mathematische Interpolation). Außerdem können die Bewertungsergebnisse mehrerer Teil-Tätigkeiten für jede Belastungsart mit einem speziellen Formblatt (LMM-Multi-E) zusammengefasst werden.

■ Die Erweiterten Leitmerkalmethoden (LMM-E) haben zusätzliche Funktionen.

Für das mehrstufige Leitmerkalmethoden-Inventar steht eine Reihe von Formblättern bereit. Alle Formblätter sind zusätzlich auch als interaktive PDF-Dokumente gestaltet. Diese enthalten integrierte Ausfüll- und Rechenfunktionen. Außerdem gibt es ausführliche Nutzungshinweise, siehe Infokasten.

### Formblätter und Nutzungshinweise des mehrstufigen LMM-Inventars zum Herunterladen – im Überblick

#### a) Basis-Check und b) und Einstiegsscreening

Formblatt:

[www.baua.de/einstiegsscreening](http://www.baua.de/einstiegsscreening)

Formblatt interaktiv mit integrierter Ausfüllhilfe:

[www.baua.de/einstiegsscreening-interaktiv](http://www.baua.de/einstiegsscreening-interaktiv)

Nutzungshinweise:

[www.baua.de/einstiegsscreening-nutzung](http://www.baua.de/einstiegsscreening-nutzung)

#### c) Belastungshöhe für eine Teil-Tätigkeit der Belastungsart „Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten“

Formblatt LMM-ZS:

[www.baua.de/formblatt-lmm-zs](http://www.baua.de/formblatt-lmm-zs)

Formblatt LMM-ZS-E interaktiv mit integrierter Rechenfunktion:

[www.baua.de/formblatt-lmm-zs-e](http://www.baua.de/formblatt-lmm-zs-e)

Nutzungshinweise LMM-E allgemein:

[www.baua.de/formblatt-lmm-e-nutzung](http://www.baua.de/formblatt-lmm-e-nutzung)

#### d) Zusammenfassung mehrerer Teil-Tätigkeiten

Formblatt LMM-Multi-E interaktiv mit integrierter Rechenfunktion:

[www.baua.de/formblatt-lmm-multi-e](http://www.baua.de/formblatt-lmm-multi-e)

Nutzungshinweise:

[www.baua.de/formblatt-lmm-multi-e-nutzung](http://www.baua.de/formblatt-lmm-multi-e-nutzung)

Häufig werden die Leitmerkmalmethoden in Betrieben als vertiefende Gefährdungsbeurteilung bereits angewendet, teilweise direkt, ohne dass vorher Grobscreening-Verfahren (z. B. BAuA-Einstiegsscreening mit Basis-Check) eingesetzt wurden oder werden. In diesem Fall dient für eine erste Orientierung bei der Auswahl der LMM der Leitmerkmalmethoden-Wegweiser. Er enthält nur die wichtigsten Querverweise zwischen den LMM. In den Kurzanleitungen der LMM- und LMM-E-Formblätter sowie in den entsprechenden *baua: Praxis*-Broschüren werden die Anwendungsbereiche der jeweiligen LMM sowie die Abgrenzungen und Querverweise zu den anderen LMM im Detail beschrieben.

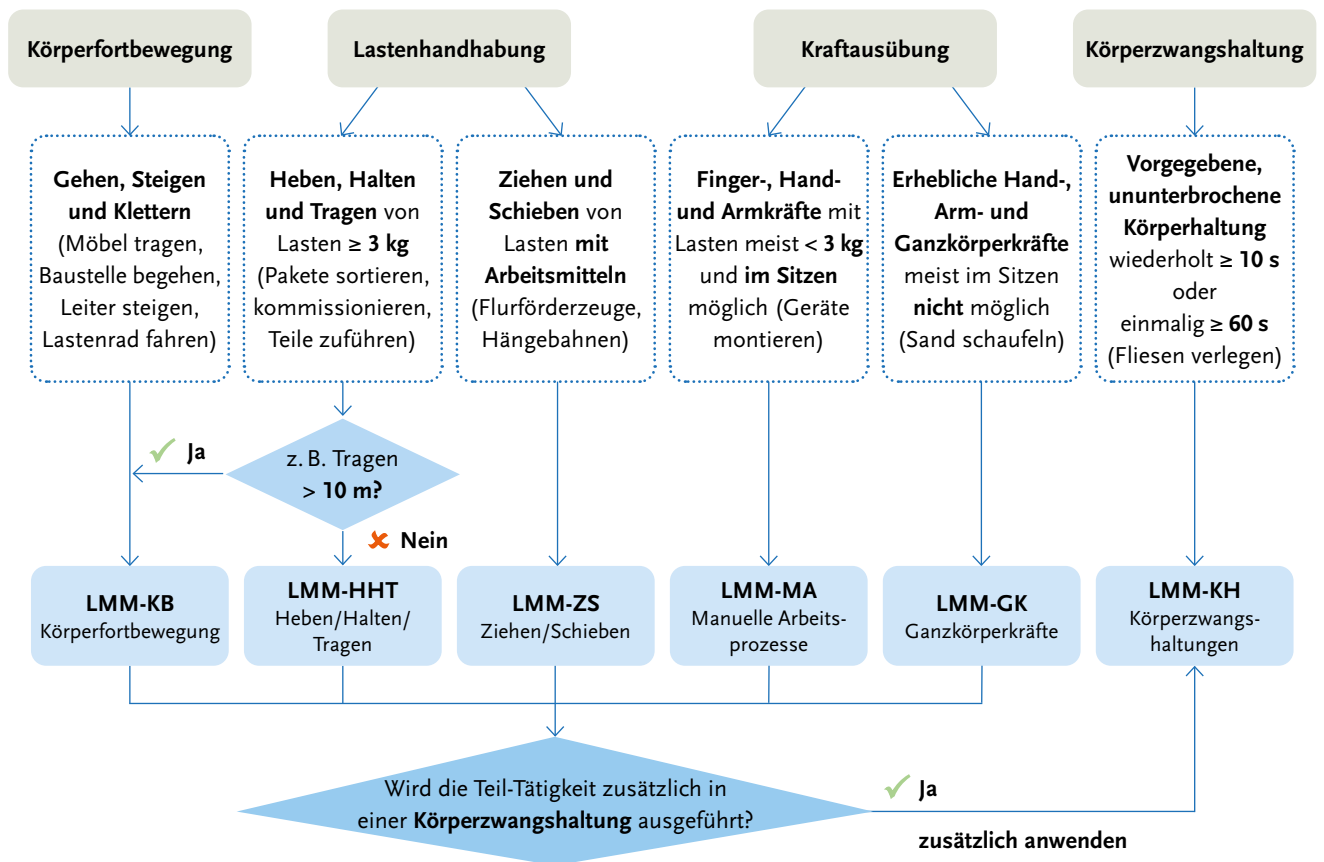


Abb. 1 Wegweiser für die Auswahl belastungsartspezifischer Leitmerkmalmethoden.

Mit den Leitmerkmalmethoden können betriebliche Praktikerinnen und Praktiker (Führungskräfte, Arbeitsgestalterinnen und -gestalter, Beschäftigtenvertretungen, Sicherheitsfachkräfte, Betriebsärztinnen und -ärzte usw.)

- die bedeutsamen Belastungsmerkmale ermitteln,
- die Wahrscheinlichkeit einer Überbeanspruchung durch körperliche Belastungen abschätzen,
- beurteilen, ob Maßnahmen erforderlich sind bzw. ob Handlungsbedarf besteht,
- die erforderlichen Maßnahmen treffen und deren Wirksamkeit überprüfen.



Die Formblätter und die Formblätter mit integrierter Rechenfunktion (interaktive Formblätter) dienen auch zur Dokumentation

- der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung,
- der festgelegten Maßnahmen und
- der Ergebnisse der Überprüfungen der Maßnahmenwirksamkeit (vgl. Arbeitsschutzgesetz und Lastenhandhabungsverordnung).

Voraussetzung sind Grundkenntnisse, Training und Übung in der Anwendung dieser Methode sowie eine sehr gute Kenntnis der zu beurteilenden Arbeitsbedingungen am betreffenden Arbeitsplatz. Ergonomische Spezialkenntnisse und aufwendige Messungen sind nicht notwendig.



## 2 Allgemeine Grundsätze



### 2.1 Belastungsart „Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten“

Die Belastungsart „Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten“ bezieht sich auf das manuelle Ziehen und Schieben von Transportmitteln. Transportmittel können z. B. Flurförderzeuge, Hängebahnen und Hängekrane sein. Mit ihrer Eigenmasse liegt daher auch beim manuellen Ziehen und Schieben eines Transportmittels ohne Zuladung eine physische Belastung vor. Beim manuellen Ziehen, und insbesondere beim manuellen Schieben von Lasten, wird die aufzubringende Aktionskraft häufig durch einen geschickten Einsatz der menschlichen Körpermasse unterstützt.

Zu den Flurförderzeugen zählen Einradkarren, Einachskarren, Trolleys und Wagen mit drei, vier, sechs oder mehr Rädern, die auf dem Boden in allen Richtungen frei bewegt werden. Hängebahnen sind Einschienenbahn-Systeme, bei denen die Last auf Transporthängern in eine Richtung bewegt wird. Hängekrane sind Einträger-Überkranungen von Flächen, bei denen die Last manuell in der horizontalen Ebene bewegt werden kann. Beim Gehen manuell geschobene oder gezogene Arbeitsmittel wie Farbmarkierungskarren und Messrollen können ebenfalls mit der LMM-ZS beurteilt und gestaltet werden.

Die Belastungsart Ziehen und Schieben gilt für das manuelle Fortbewegen von Lasten mit Flurförderzeugen, Hängebahnen oder Hängekranen mit menschlicher Muskelkraft und häufig unter Einsatz des Körpergewichts.

Zur Abgrenzung der Belastungsarten in der Praxis gilt: Lastentransporte ohne Hilfsmittel (gleiten, rollen) sowie mit Hebehilfen und Manipulatoren (Säulenkrane, Saugheber) werden mit der Leitmerkmalmethode Ganzkörperkräfte (LMM-GK) beurteilt und gestaltet. Lastentransporte mit energieangetriebenen Mitgänger-Flurförderzeugen werden mit der Leitmerkmalmethode Körperfortbewegung (LMM-KB) beurteilt und gestaltet.

Mit den eingesetzten Transportmitteln stellt das manuelle Ziehen und Schieben von Lasten gegenüber dem manuellen Heben, Halten und Tragen von Lasten häufig bereits eine ergonomische Gestaltungsmaßnahme dar. Es unterliegt aber ebenso der Lastenhandhabungsverordnung. Eine unergonomische Abstimmung von Transportmitteln (z. B. Räder und Rollen), Zuladungslast und Bodenuntergrund oder Transportmittelaufhängung kann mit Gesundheitsrisiken einhergehen.

Die genutzten Transportmittel können sich je nach Branche, aber auch innerhalb einer Branche deutlich unterscheiden. In der Abfallwirtschaft werden z. B. Müllbehälter verwendet, im Gesundheitswesen Krankbetten und Rollstühle, im Handel und in der Logistik Kommissionierwagen, in der industriellen Produktion Rollbehälter und Hängebahnen und im Handwerk Schubkarren und Sackkarren. Die Wegstrecken können je Arbeitsschicht unterschiedlich sein. So handelt es sich beispielsweise bei Flugbegleitern um eher kurze bis mittlere Wegstrecken, während beim Kommissionieren in Zentrallagern im Bereich der Logistik mittlere bis sehr lange Wegstrecken erreicht werden können.

Die **Expositionsdauer** hat einen großen Einfluss auf die resultierende Gesamtbelastung und wird in der Methode im ersten Schritt ermittelt.

Die **Belastungsintensität** hängt ab von dem Transportmittel, der Last (Transportmittel plus Beladung), der Fahrwegbeschaffenheit (Untergrund, Neigung, Treppen), den Ausführungsbedingungen (Richtungswechsel, Beschleunigen, Abbremsen), den Transportmitteleigenschaften (Räder und Rollen, Bremssystem, Griffgestaltung), der Körperhaltung sowie der Arbeitsorganisation (zeitliche Verteilung). All das hat einen Einfluss auf die von den Beschäftigten aufzubringenden Aktionskräfte zum Starten, Aufrechterhalten und Stoppen der Bewegung sowie die Krafteinleitung. Neben den überwiegend horizontalen, mit der Schrittfrequenz in Bewegungsrichtung regelmäßig aufzubringenden Kräften kann zusätzlich auch das Anheben und Ausbalancieren (Schubkarre, Sackkarre, Mülltonne, Hindernisse) erforderlich sein.

■ Bei der Kommissionierung in Zentrallagern können sich Transportwege pro Beschäftigtem auf mehr als 20 Kilometer in einer Arbeitsschicht aufsummieren.

■ Die Belastungshöhe hängt nicht nur von der Wegstrecke und vom Lastgewicht ab, sondern auch vom Zustand des Fahrweges, des Flurförderzeugs und von den Ausführungsbedingungen.

## 2.2 Betroffene Körperregionen und gesundheitliche Risiken

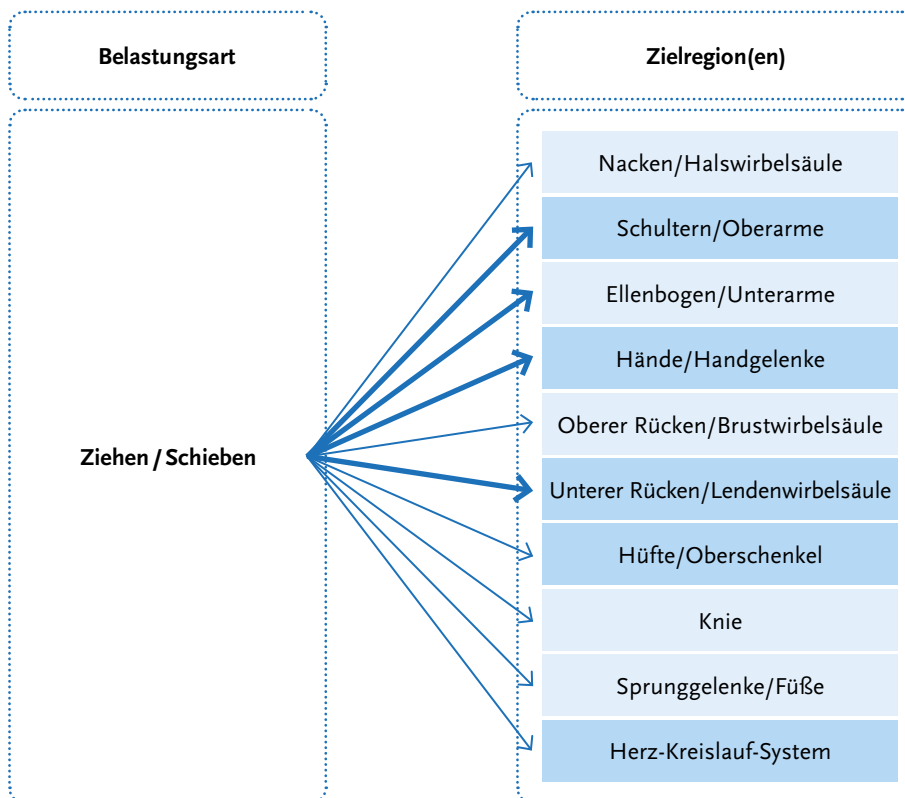
Hohe Belastungsintensitäten lassen sich relativ einfach erkennen. Insbesondere das Anfahren und Rangieren, aber auch die Fortbewegung und das Abbremsen sind dann oft nicht mehr in aufrechter Körperhaltung möglich. Zu beachten sind vor allem

- die Körperneigung in Kraftrichtung,
- die ruckartigen Bewegungen und
- die Notwendigkeit des Einsatzes von Körpergewicht und Schwungbewegung.

Arbeiten unter solchen Bedingungen führt, zumal wenn das Flurförderzeug häufig beschleunigt oder die Fahrtrichtung geändert wird, schnell zu Muskelermüdung und biomechanischer Beanspruchung verschiedener Regionen des Muskel-Skelett-Systems (insbesondere der oberen Extremitäten, der Schultern und des Rückens). Außerdem erfordern das Ziehen und Schieben oft den Einsatz großer Muskelgruppen. Dies ist verbunden mit verstärkter Muskeldurchblutung zur Energie- und Sauerstoffbereitstellung und damit z. B. auch mit einer erhöhten Beanspruchung des Herz-Kreislauf-Systems.

Die Muskeln und Gelenke der oberen und unteren Extremitäten und des Rückens sowie das Herz-Kreislauf-System werden beim Ziehen und Schieben besonders beansprucht.

Grundsätzlich bestehen beim manuellen Ziehen und Schieben ähnliche Schädigungsmechanismen durch biomechanische Beanspruchung des Muskel-Skelett-Systems wie beim manuellen Heben, Halten und Tragen von Lasten bzw. beim Aufbringen von Ganzkörperkräften. Eine langanhaltende Anspannung von Muskeln birgt die Gefahr der Überbelastung von Muskeln, Sehnen, Bändern und Gelenken. Das trifft insbesondere dann zu, wenn hohe Kräfte in ungünstigen Gelenkstellungen aufzubringen sind. Dies kann beispielsweise durch Verdrehung des Kniegelenkes bei schnellen Richtungsänderungen oder einer übermäßigen Krümmung oder Verdrehung des Rückens und der Schultern beim Beschleunigen/Abbremsen oder bei Richtungsänderungen der Fall sein.



Quelle: nach BAuA, 2019

**Abb. 2** Zusammenhang zwischen der Belastungsart „Manuelles Ziehen und Schieben“ und Beanspruchungsfolgen in den Zielregionen. Dicke Pfeile kennzeichnen die Hauptzielregionen (hier Schulter/Oberarm, Ellenbogen/Unterarm, Hände/Handgelenke und unterer Rücken/LWS). Dünne Pfeile kennzeichnen die Zielregionen mit der geringsten erwarteten Schmerz- und Erkrankungswirkung.



Die Höhe der Beanspruchung und damit auch die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Überbeanspruchungen durch das Ziehen oder Schieben ist von vielen Faktoren abhängig, z. B. von der Dauer und Intensität der Arbeit, den persönlichen konstitutionellen Bedingungen, dem Trainingszustand oder der Erfahrung in der ausgeübten Tätigkeit.

Bei entsprechender Belastungshöhe kann das manuelle Ziehen und Schieben von Lasten zu akuten Beeinträchtigungen und langfristig zu chronischen Gesundheitsschädigungen führen, beispielsweise:

- **unspezifische Muskel-Skelett-Beschwerden** im oberen und unteren Rücken, in den Knien, den Schultergelenken sowie den Unterarmen und Ellenbogen
- **Rücken:** bandscheibenbedingte degenerative Veränderungen der Lendenwirbelsäule
- **Schulter:** Rotatorenmanschettsyndrom, Impingementsyndrom
- **Kniegelenke:** Muskelzerrungen, degenerative Veränderungen der Menisken der Kniegelenke durch schnelles Beschleunigen und Bremsen sowie ruckartige Richtungsänderungen
- **Unfälle und deren Folgen:** Verletzungen, z. B. Knochenbrüche bei unkontrollierten Bewegungen

■ Je nach Art, Dauer und Intensität der Belastungen können akute Beeinträchtigungen und chronische Gesundheitsschädigungen entstehen.

### Berufskrankheiten

Bestimmte Erkrankungen können unter bestimmten Voraussetzungen als Berufskrankheiten (BK) anerkannt werden. Im Zusammenhang mit dem Ziehen und Schieben von Lasten gehören dazu bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule durch langjähriges Heben oder Tragen schwerer Lasten oder durch langjährige Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung, die zu chronischen oder chronisch-rezidivierenden Beschwerden und Funktionseinschränkungen (der Lendenwirbelsäule) geführt haben (BK Nr. 2108).

### Beispiele für Tätigkeiten mit hohen Gesundheitsrisiken

Hohe Belastungen beim manuellen Ziehen und Schieben können verschiedene Ursachen haben. Die Höhe der Belastung ergibt sich immer aus der Kombination von Wegstrecke/Dauer, Lastmasse, Transportmittel, Fahrwegbeschaffenheit, Körperhaltung sowie weiteren Faktoren. Dementsprechend müssen hohe Belastungen nicht immer nur auf hohe Lastmassen zurückzuführen sein.

Auch bei geringeren Lastmassen, z. B. in Kombination mit hohen Wegstrecken, ungünstiger Fahrwegbeschaffenheit oder Ähnlichem, können sich kritische Belastungshöhen ergeben. Im Folgenden sind exemplarisch einige Kombinationen aufgeführt, welche zu wesentlich erhöhten oder hohen Belastungen führen können:

■ Auch bei relativ geringen Lastmassen kann es zu hohen körperlichen Belastungen kommen.



#### Beispiel für hohe Lastmasse

1 100 kg Ladung mit einem Gabelhubwagen auf nahezu optimalem Fahrweg, 500 m Fahrweg/Tag

Bei dieser Kombination ist mit einer hohen Belastung (Risikobereich 4) zu rechnen, die sich hauptsächlich aus der hohen Lastmasse ergibt.



#### Beispiel für mittlere Lastmasse

250 kg Krankenhausbettentransport (inkl. Patient), optimaler Fußboden, enge Durchfahrten, häufiges Rangieren, 10 km Fahrweg/Tag

Bei dieser Kombination ist mit einer hohen Belastung (Risikobereich 4) zu rechnen, die sich hauptsächlich aus der hohen Wegstrecke und ungünstigen Ausführungsbedingungen (enge Durchfahrten, häufiges Rangieren) ergibt.



#### Beispiel für geringe Lastmasse

110 kg Großmüllbehälter (Müllbehälterabfuhr), wechselnde Straßenverhältnisse, hohe Bewegungsgeschwindigkeit, enge Passagen, 4 km Fahrweg/Tag

Bei dieser Kombination ist mindestens mit einer wesentlich erhöhten Belastung (Risikobereich 3) zu rechnen, die sich hauptsächlich aus der ungünstigen Beschaffenheit des Fahrwegs und weiteren ungünstigen Ausführungsbedingungen ergibt.



## 2.3 Arbeitsplatz, Tätigkeiten und Teil-Tätigkeiten

Ein Arbeitssystem, das in der betrieblichen Arbeitswelt als Arbeitsplatz bezeichnet wird, umfasst in der Regel mehrere unterschiedliche Tätigkeiten und Teil-Tätigkeiten.

Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht versteht man unter einem Arbeitsplatz eine zweckgerichtete Tätigkeit zur Erfüllung einer Arbeitsaufgabe im Kontext ihrer Anforderungen, Belastungen und Bedingungen.

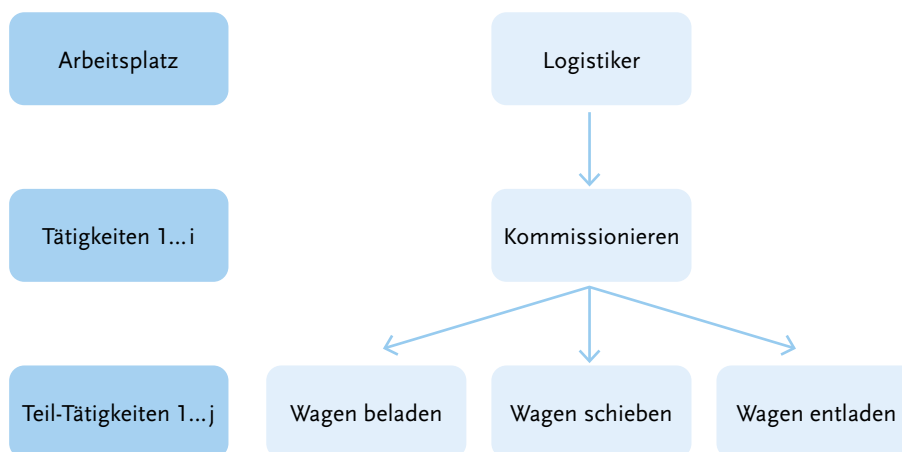


Abb. 3 Beispiel für die Untergliederung eines Arbeitsplatzes in Tätigkeiten und Teil-Tätigkeiten.

Der **Arbeitsplatz** kann gegliedert werden in einzelne

- **Tätigkeiten**, die sich in der Regel weiter in
- **Teil-Tätigkeiten** mit unterschiedlichen Belastungssituationen

gliedern lassen können. Tätigkeiten und Teil-Tätigkeiten sind zeitlich und organisatorisch voneinander abgrenzbare Teile eines Arbeitsplatzes. Sie sind charakterisiert durch typische Belastungs- und Beanspruchungssituationen.

Die Übergänge zwischen Tätigkeiten und Teil-Tätigkeiten sind nicht starr geregelt. Sie werden vielmehr pragmatisch je nach Ablauf der Tätigkeiten am Arbeitsplatz vorgenommen. Anzustreben ist, dass innerhalb einer Tätigkeit Zeitverläufe hinreichender Dauer mit erheblich unterschiedlichen Anforderungs- und Belastungssituationen als einzelne Teil-Tätigkeiten unterschieden werden.

Mit den Leitmerkalmethoden (LMM) werden einzelne Teil-Tätigkeiten beurteilt. Wenn mehrere Teil-Tätigkeiten derselben körperlichen Belastungsart am Arbeitstag vorkommen, kann die Belastungshöhe mit der belastungsartspezifischen Erweiterten Leitmerkalmethode (LMM-E) ermittelt werden. Dazu lässt sich beispielsweise das interaktive Formblatt LMM-Multi-E mit integrierter Rechenfunktion nutzen (siehe Seite 5).

# 3

## Gefährdungsbeurteilung mit dem mehrstufigen Leitmerkalmethoden-Inventar beim manuellen Ziehen und Schieben von Lasten



### **Basis-Check und Einstiegsscreening (Grosbscreeningverfahren)**

Wie in Kapitel 1 bereits beschrieben, ist es effizient, mit dem Basis-Check und dem Einstiegsscreening zu beginnen. Im Basis-Check wird zunächst ermittelt, ob die Belastungsart überhaupt vorkommt („Ja“/„Nein“). Wenn ja, kann im nächsten Schritt das Einstiegsscreening angewendet werden. Dort wird in Schritt 1 die betroffene Tätigkeit eingetragen und ebenfalls die Antwort „Ja“ angekreuzt. In Schritt 2 werden weitere Kriterien geprüft, z. B. das Überschreiten von maximalen Lastgewichten je nach Flurförderzeug, Beschaffenheit des Fahrwegs, Eigenschaften des Flurförderzeugs oder ungünstige Körperhaltungen. Trifft eines oder treffen mehrere der Kriterien zu, sollte eine vertiefende Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Das kann beispielsweise mit der Leitmerkalmethode „Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten“ erfolgen.

■ Man startet am besten mit dem Basis-Check und dem Einstiegsscreening.

### Anwendungsbereich der LMM-ZS

Die LMM-ZS berücksichtigt das manuelle Ziehen und Schieben von Transportmitteln. Transportmittel können Flurförderzeuge, Hängebahnen und Hängekrane sein. Zu Flurförderzeugen zählen Einradkarren, Einachskarren, Trolleys und Wagen mit drei, sechs oder mehr Rädern. Hängebahnen sind Einschienenbahn-Systeme, bei denen die Last auf Transporthängern in einer Richtung bewegt wird. Hängekrane sind Einträger-Überkranungen von Flächen, bei denen die Last manuell in der horizontalen Ebene bewegt werden kann. Spezielle handbewegte Arbeitsmittel wie Farbmarkierungskarren und Messrollen können auch beurteilt werden.

Die LMM-Formblätter enthalten Anwendungsbereich und Verfahrensabgrenzung.

Typische Tätigkeiten finden sich daher in allen Wirtschaftszweigen von der Postzustellung mit Karre über das Kommissionieren in Industrie und Handel bis hin zum Transport von Mülltonnen und Müllsammelbehältern bei der Müllentsorgung.

### Abgrenzung zu anderen Leitmerkalmethoden

Sofern die Last ohne Hilfsmittel bewegt wird (z. B. Rollen von rotationssymmetrischen Gegenständen oder Schleifen über den Boden), ist die Leitmerkalmethode „Ausübung von Ganzkörperkräften“ zu berücksichtigen.

Sofern die Last mit Flurförderzeugen bewegt wird, die über mechanische Antriebe verfügen (z. B. Mitgängerfahrzeuge, Treppengleiter), sind die Leitmerkalmethoden „Körperfortbewegung“ bzw. „Ausübung von Ganzkörperkräften“ zu berücksichtigen.

Beim Bewegen von Hebehilfen/Manipulatoren ohne wesentliche Fortbewegung (z. B. Säulenkran, Saugheber) ist die Leitmerkalmethode „Ausübung von Ganzkörperkräften“ zu berücksichtigen.

Sofern die Teil-Tätigkeit auch unter anstrengenden/ungünstigen Körperhaltungen ausgeführt wird, ist auch die Leitmerkalmethode „Körperzwangshaltungen“ zu berücksichtigen.

Insbesondere bei Teil-Tätigkeiten, die in den Übergangsbereichen zwischen Ziehen und Schieben einerseits und Körperfortbewegung bzw. Ganzkörperkräften andererseits liegen, kann es erforderlich sein, Teil-Tätigkeiten mit beiden entsprechenden Leitmerkalmethoden zu beurteilen und das jeweils höhere Ergebnis heranzuziehen.

Im Übergangsbereich zwischen manuellem Ziehen und Schieben einerseits und Körperfortbewegung oder Ausübung von Ganzkörperkräften andererseits kann es erforderlich sein, beide LMM anzuwenden.

Gibt es pro Arbeitstag mehrere unterschiedliche Teil-Tätigkeiten mit unterschiedlich hohen Anforderungen durch manuelles Ziehen und Schieben von Lasten, sind diese getrennt zu ermitteln, zu bewerten und zu beurteilen. Die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung kann nur dann beurteilt werden, wenn alle während eines Arbeitstages auftretenden körperlichen Belastungen beurteilt werden.

### Was wird bewertet?

Mit der LMM-ZS wird die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung bewertet. Dabei geht man davon aus, dass bei geringer Belastung (LMM-Punktwert kleiner als 20) eine körperliche Überbeanspruchung unwahrscheinlich und eine Gesundheitsgefährdung nicht zu erwarten ist.

Die LMM bewerten die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung.



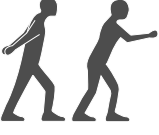



## BAuA-Basis-Check zum Erkennen körperlicher Belastung am Arbeitsplatz

Bezeichnung des Arbeitsplatzes:

Typische Tätigkeiten am Arbeitsplatz, die betrachtet werden (auch an unterschiedlichen Orten):

Arbeitszeit pro Tag (in Stunden):

Bitte beobachten Sie die körperlichen Anforderungen. Sind Tätigkeiten (Arbeitsaufgaben) erforderlich, in denen eine oder mehrere der unten genannten körperlichen Belastungsarten auftreten?

Körperliche Belastungsart	Beschreibung	Beispiele	Sind Tätigkeiten erforderlich, die diese körperlichen Belastungsarten beinhalten?	
<b>Manuelles Heben, Halten und Tragen von Lasten</b>	Manuelles Heben, Halten und Tragen von Lasten ab ca. 3 kg. Lasten können Gegenstände, Personen oder Tiere sein. Verwandte Formen des Hebens, wie das Senken und das (vorwiegend horizontale) Umsetzen, sind eingeschlossen.	Auf-/Abladen von Säcken, Sortieren von Paketen, Beladung von Maschinen ohne Hebehilfen		<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja
<b>Manuelle Arbeitsprozesse</b>	Gleichförmige, sich wiederholende Bewegungsabläufe und Kraftaufwendungen der oberen Extremitäten, meist stationär im Sitzen oder Stehen. Arbeitsaufgabe ist die Bearbeitung eines Arbeitsgegenstandes oder die Bewegung (Handhabung) von kleinen Werkstücken oder Gegenständen.	Montagetätigkeiten, Löten, Nähen, Sortieren, Ausschneiden, Kassieren, händisches Kontrollieren, Pipettieren, Schneiden, Drücken, Schlagen oder Klopfen mit den Händen		<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja
<b>Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten</b>	Manuelles Fortbewegen bzw. Transportieren von Lasten mit Flurförderzeugen (z. B. mit Einradkarren, Einachskarren, Trolleys oder Wagen) oder mit Hängebahnen/-kranen ausschließlich unter Einsatz von Muskelkraft	Paketzustellung mit Karre, Kommissionieren mit Wagen, Bewegen von Rollcontainern im Handel, Müllentsorgung		<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja
<b>Ausübung von Ganzkörperkräften</b>	Aufbringen von Ganzkörperkräften mit überwiegend stationärer Kraftausübung. Die erforderlichen Kräfte sind so hoch, dass diese Tätigkeit üblicherweise nicht mehr im Sitzen ausgeübt werden kann.	Arbeiten mit Winden, Hebeln, Brechstangen, Hebebäumen, Drucklufthämmern oder Kettensägen, Schaufeln, Fenster einbauen		<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja
<b>Körperfortbewegung</b>	Bewegung des Körpers zu einem Arbeitsort oder an einem Arbeitsbereich, unabhängig vom Aufbringen erhöhter Aktionskräfte. Betrachtet werden längere Wegstrecken im Gehen und Sonderformen des Gehens (Leitern-, Treppensteigen) sowie Kriechen. Fahren mit Muskelkraft (Fahrräder usw.) ist dieser Belastungsart zuzuordnen.	Gehen und Treppensteigen (z. B. Paketzustellung, Umzugsdienste), Besteigen von Turmdrehkranen, Sendeanlagen, Begehungen in Kanälen, Radfahren (z. B. Fahrradkurier)		<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja
<b>Körperzwangshaltungen</b>	Anstrengende Körperhaltungen, die durch den Arbeitsprozess vorgegeben sind und lang anhaltend eingenommen werden, z. B. Knien, vorgebeugtes Arbeiten, Arbeiten über Schulterniveau, lang andauerndes Stehen und erzwungenes Sitzen	Fliesenlegen, Eisenflechten, Handschweißen, Fließbandarbeit, Deckenmontage, Trockenbau, Arbeiten im Liegen (z. B. Gurkenerte), Arbeit am Mikroskop, Mikrochirurgie		<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja
<b>Wie weiter?</b>	Falls die Tätigkeiten an dem Arbeitsplatz keine dieser Belastungsarten erfordern, ist die Beurteilung abgeschlossen.		Ende der Beurteilung	
	Falls die Tätigkeiten eine oder mehrere dieser körperlichen Belastungen erfordern, wenden Sie das BAuA-Einstiegsscreening an und prüfen Sie die Kriterien (siehe nächste Seiten).		BAuA-Einstiegsscreening anwenden! →	

Datum \_\_\_\_\_

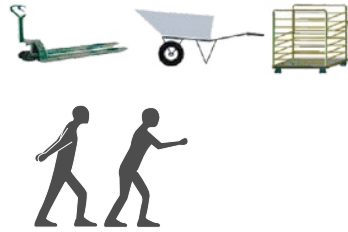
Unterschrift \_\_\_\_\_

Abb. 4 Basis-Check für alle sechs körperlichen Belastungsarten (Version 2022).

## Belastungsart „Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten“ (ZS)

### Schritt 1: Einstiegsfrage

Erfordern die Tätigkeiten während eines Arbeitstages in irgendeiner Form **manuelles Bewegen von Lasten mit Flurförderzeugen und/oder Hängebahnen/-kranen ausschließlich unter Einsatz von Muskelkraft?**



Antwort

Nein  
(0 Punkte)

Betroffene Tätigkeiten:

Ja  
Bitte Schritt 2 prüfen.

### Schritt 2: Kriterien prüfen

Antwort

Werden diese Tätigkeiten, die das **Ziehen und Schieben von Lasten** mit Flurförderzeugen bzw. mit Hängebahnen/-kranen erfordern, unter folgenden Bedingungen ausgeführt?

Werden folgende Lastgewichte erreicht oder überschritten?

Flurförderzeug <sup>1,2</sup>	Männer	Frauen	<input type="checkbox"/> Nein Keines der Kriterien ist erfüllt. (1 Punkt)
<input type="checkbox"/> Schubkarren	≥ 150 kg	≥ 75 kg	
<input type="checkbox"/> Sackkarren, Mülltonnen (einachsige)	≥ 200 kg	≥ 100 kg	
<input type="checkbox"/> Müllcontainer (nur Lenkrollen)	≥ 300 kg	≥ 65 kg	
<input type="checkbox"/> Wagen ausschließlich mit Lenkrollen ohne Richtungsfeststeller	≥ 450 kg	≥ 75 kg	
<input type="checkbox"/> Wagen (mit und ohne Deichsellenkung)	≥ 800 kg	≥ 400 kg	<input type="checkbox"/> Ja Ein oder mehrere Kriterien sind erfüllt. (2 Punkte)
Hängekrane und -bahnen	Männer	Frauen	
<input type="checkbox"/> Hängekrane	≥ 600 kg	≥ 350 kg	
<input type="checkbox"/> Hängebahnen	≥ 800 kg	≥ 400 kg	

Oder wird beim Ziehen und Schieben Folgendes beobachtet?

- Werden die Lastgewichte am Arbeitstag insgesamt über **mehr als 500 m** bewegt?
- Werden Treppenkarren zur **Überwindung von Treppen** eingesetzt?
- Ist die Beschaffenheit des **Fahrwegs ungünstig**?<sup>3</sup>
- Sind die **Eigenschaften** des Flurförderzeugs bzw. der Hängebahn/des Hängekrans **ungünstig**?<sup>4</sup>
- Ist die Körperhaltung sehr ungünstig?<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Das Lastgewicht gilt immer einschließlich des Gewichts des Flurförderzeugs.

<sup>2</sup> Die genannten Flurförderzeuge sind beispielhaft zu verstehen. So sind z. B. Krankenbetten oder Rollstühle sinngemäß bei Wagen einzuordnen.

<sup>3</sup> Zum Beispiel Neigung ab 2° (4 %), unbefestigter Fahrweg, grob gepflastert, Kanten, Schwellen, starke Verschmutzung.

<sup>4</sup> Zum Beispiel defekte/unangepasste Rollen, keine/ungeeignete Griffe.

<sup>5</sup> Zum Beispiel häufige/ständige Rumpfvordrehung, -seitneigung, Behinderungen im Beinraum, Greifhöhe zu niedrig oder zu hoch.

Abb. 5 Einstiegscreening für die Belastungsart „Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten“ (Version 2022).



**LMM zur Beurteilung und Gestaltung von Belastungen beim Ziehen und Schieben (LMM-ZS)**









Arbeitsplatz / Teil-Tätigkeit:			
Zeitdauer des Arbeitstages:		Beurteiler:	
Zeitdauer der Teil-Tätigkeit:		Datum:	

**1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Weglänge, Zeitdauer des ZS)**

Weglänge <sup>1)</sup> bis ... m <sup>2)</sup>	40	200	400	800	1 200	1 800	2 500	4 200	6 300	8 400	11 000	15 000	20 000
Dauer <sup>1)</sup> bis ... Min. <sup>2)</sup>	≤ 1	≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 45	≤ 60	≤ 100	≤ 150	≤ 210	≤ 270	≤ 360	≤ 480
Zeitwichtung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10

<sup>1)</sup> Es wird eine ungefähre Laufgeschwindigkeit beim Ziehen und Schieben von 0,7 m/s (2,5 km/h) angenommen. <sup>2)</sup> Pro Teil-Tätigkeit und Arbeitstag.

**2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen der weiteren Merkmale**



Zu bewegendes Lastgewicht inklusive Flurförderzeug [kg]	Flurförderzeug								Hängebahnen	Hängekrane
	Wagen									
	Karren <sup>3) 4)</sup>			nur Lenkrollen	mit Bockrollen oder feststellbaren Lenkrollen	mit Deichsel- lenkung				
										
bis 50	3	2	2,5	2,5	3	1	1	1	1	2
> 50 bis 100	5	3	4	3	4	1	1	1	1	2,5
> 100 bis 200	10	6	7	4	6	2	1,5	1,5	1,5	3,5
> 200 bis 300	50	12	50	5	8	3	2	2	2	4,5
> 300 bis 400	100	50	100	7	12	4	3	2,5	2,5	6
> 400 bis 600		12		50	6	5	4	4	10	
> 600 bis 800		50		100	10	8	7	7	15	
> 800 bis 1 000		100			100	15	12	10	10	50
> 1 000 bis 1 300						50	50	50	20	100
> 1 300	100	100	100	50	50	50	50			

<sup>3)</sup> Die Lastwichtungen berücksichtigen neben den Vortriebskräften auch Anhebe-, Kipp-, Balancier- und Absetzkräfte.

<sup>4)</sup> Karren mit Stützrädern, Treppenkarren und andere Sonderbauarten können mit der LMM-ZS nicht differenziert beurteilt werden.

<sup>5)</sup> Z. B. Mülltonnen im Außenbereich mit einfacheren Radlagern, die ggf. der Witterung ausgesetzt sind.

Graue Felder: Diese Lastgewichte können nicht mehr sicher bewegt werden.




Beschaffenheit des Fahrwegs	Wichtung		
			Wagen
Fahrweg überall eben, glatt, fest, trocken, ohne Neigung	0	0	0
Fahrweg meist glatt und eben, mit kleineren Schädstellen/Störungen, ohne Neigung	0	0	1
Mischung von Pflaster, Beton, Asphalt, geringfügige Neigungen <sup>6)</sup> , abgesenkte Bordsteinkanten	0	1	2
Mischung von grob gepflastert, fester Sand, geringfügige Neigungen <sup>6)</sup> , kleinere Kanten/Schwellen	1	2	3
Unbefestigter oder grob gepflasterter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, geringfügige Neigungen, Absätze, Schwellen	3	5	6
Zusatzpunkte bei erheblicher Neigung oder Treppen	Neigungen 2–4° (4–8 %)	5	Wichtung + Zusatzpunkte Summe
	Neigungen 5–10° (9–18 %)	10	
	Treppen <sup>7)</sup> , Neigungen > 10° (18 %)	25	

<sup>6)</sup> Geringfügige Neigung: bis 2° (4 %) <sup>7)</sup> Nur für die Benutzung von Treppenkarren.

Ungünstige Ausführungsbedingungen (nur angeben, wenn zutreffend)	Zwischenwichtung ZW	Summe ZW (maximal 4)
Regelmäßig stark erhöhte Anfahrkräfte durch Einsinken in den Boden oder Verkeilung von Flurförderzeugen	3	
Häufige Fahrtunterbrechung mit Abbremsen / ohne Abbremsen	3 / 1	
Viele Richtungswechsel oder Kurven, häufiges Rangieren	3	
Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten, Fahrweg ist exakt einzuhalten.	1	
Erhöhte Bewegungsgeschwindigkeit (ca. 1,0–1,3 m/s)	2	
Keine: Es liegen keine ungünstigen Ausführungsbedingungen vor.	0	

Abb. 6 Formblatt LMM-ZS. Zum Herunterladen unter [www.baua.de/lmm](http://www.baua.de/lmm).

Ungünstige Eigenschaften Flurförderzeug/Hängebahn/Hängekran	Zwischenwichtung ZW	Summe ZW (maximal 4)
Keine geeigneten Handgriffe oder Konstruktionsteile für die Krafteinleitung	2	
Keine Bremse beim Fahren auf Neigungen > 2° (> 3 %)	3	
Unangepasste Rollen (z. B. zu klein auf weichem oder unebenem Boden)	2	
Defekte Rollen (ausgeschlagen, schleifend, schwergängig, zu geringer Luftdruck)	2	
Keine: Es liegen keine ungünstigen Eigenschaften der Flurförderzeuge vor.	0	

Körperhaltung / Körperbewegung <sup>8)</sup>	Wichtung
 <ul style="list-style-type: none"> <li>Rumpf aufrecht oder leicht vorgeneigt, keine Verdrehung</li> <li>Kraftangriffshöhe frei wählbar</li> <li>Keine Behinderung im Beinraum</li> </ul>	3
 <ul style="list-style-type: none"> <li>Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung oder leichte Verdrehung bei einseitigem Ziehen</li> <li>Feste Kraftangriffshöhe im Bereich von 0,9–1,2 m</li> <li>Keine oder geringfügige Behinderung im Beinraum</li> <li>Überwiegend Ziehen</li> </ul>	5
 <p>Kraftrichtung →</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erzwungene Körperhaltungen durch                             <ul style="list-style-type: none"> <li>feste Kraftangriffshöhe &lt; 0,9 m oder &gt; 1,2 m</li> <li>einseitig seitlichen Kraftangriff</li> <li>erhebliche Sichtbehinderungen</li> </ul> </li> <li>Erhebliche Behinderungen im Beinraum</li> <li>Häufige / ständige Rumpfvordrehung bzw. -seitneigung erkennbar</li> </ul>	8

<sup>8)</sup> Es ist die typische Körperhaltung zu berücksichtigen. Wenn beim Anfahren, Abbremsen und Rangieren deutlichere Rumpfvordrehungen auftreten, werden diese bei den ungünstigen Ausführungsbedingungen berücksichtigt.

Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung	Wichtung
<b>Gut:</b> häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten (mit anderen Belastungsarten) / ohne enge Abfolge von höheren Belastungen innerhalb einer Belastungsart an einem Arbeitstag	0
<b>Eingeschränkt:</b> selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten (mit anderen Belastungsarten) / gelegentlich enge Abfolge von höheren Belastungen innerhalb einer Belastungsart an einem Arbeitstag	2
<b>Ungünstig:</b> kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten (mit anderen Belastungsarten) / häufig enge Abfolge von höheren Belastungen innerhalb einer Belastungsart an einem Arbeitstag mit zeitweise hohen Belastungsspitzen	4

### 3. Schritt: Bewertung und Beurteilung

	<b>Lastgewicht / Flurförderzeug</b>								
	<b>Fahrweg</b>	+							
	<b>Ungünstige Ausführungsbedingungen (Σ ZW)</b>	+							
	<b>Eigenschaften Flurförderzeug (Σ ZW)</b>	+							
	<b>Körperhaltung</b>	+							
	<b>Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung</b>	+							
<b>Zeitwichtung</b>	x		<b>Summe Merkmals-Wichtungen:</b>	=		wenn weibliche Beschäftigte:	x 1,3	=	<b>Ergebnis</b>
						x 0,7			
						ZS zu zweit:			

Anhand des errechneten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Beurteilung vorgenommen werden:					
Risiko	Risikobereich	Belastungshöhe*	a) Wahrscheinlichkeit körperlicher Überbeanspruchung b) Mögliche gesundheitliche Folgen	Maßnahmen	
	1	< 20 Punkte	gering	a) Körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich b) Gesundheitsgefährdung nicht zu erwarten	Keine
	2	20 – < 50 Punkte	mäßig erhöht	a) Körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen möglich b) Ermüdung, geringgradige Anpassungsbeschwerden, die in der Freizeit kompensiert werden können	Für vermindert belastbare Personen sind Maßnahmen zur Gestaltung und sonstige Präventionsmaßnahmen sinnvoll.
	3	50 – < 100 Punkte	wesentlich erhöht	a) Körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich b) Beschwerden (Schmerzen) ggf. mit Funktionsstörungen, meistens reversibel, ohne morphologische Manifestation	Maßnahmen zur Gestaltung und sonstige Präventionsmaßnahmen sind zu prüfen.
	4	≥ 100 Punkte	hoch	a) Körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich b) Stärker ausgeprägte Beschwerden und / oder Funktionsstörungen, Strukturschäden mit Krankheitswert	Maßnahmen zur Gestaltung sind erforderlich. Sonstige Präventionsmaßnahmen sind zu prüfen.

\* Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung zunimmt.

Fortsetzung Abb. 6 Formblatt LMM-ZS. Zum Herunterladen unter [www.baua.de/lmm](http://www.baua.de/lmm).



Bei **mäßig erhöhter Belastung** (LMM-Punktwert 20 bis kleiner als 50) ist eine körperliche Überbeanspruchung im Einzelfall möglich. Dies betrifft z. B. Jugendliche<sup>1</sup>, Schwangere<sup>2</sup>, Mitarbeitende mit Tätigkeitseinschränkungen oder Personen mit Vorerkrankungen.

Bei **wesentlich erhöhter Belastung** (LMM-Punktwert 50 bis kleiner als 100) ist eine körperliche Überbeanspruchung für alle Beschäftigten möglich. Der Arbeitgeber muss ab diesem Risikobereich den betroffenen Beschäftigten regelmäßig arbeitsmedizinische Vorsorge anbieten. Das schreibt die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) vor (Angebotsvorsorge).

Ab dem **Risikobereich der hohen Belastung** (LMM-Punktwert 100 oder höher) ist eine körperliche Überbeanspruchung wahrscheinlich.

Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind als Orientierung und nicht trennscharf zu verstehen. Grundsätzlich ist davon auszugehen: Je höher der LMM-Punktwert, desto größer die Wahrscheinlichkeit für eine körperliche Überbeanspruchung und für negative gesundheitliche Folgen.

### Welche Daten sind notwendig?

Um einen LMM-Punktwert ermitteln zu können, müssen verschiedene Daten erhoben werden:

- Weglänge (Meter) oder Zeitdauer (Minuten)
- Transportmittel (Flurförderzeug, Hängebahn, Hängekran)
- resultierendes Transportgewicht (Transportmittel-Eigengewicht plus Zuladung)

<sup>1</sup> Nach Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG) verboten sind grundsätzlich alle Tätigkeiten, die das psychische oder körperliche Leistungsvermögen der Jugendlichen übersteigen.

<sup>2</sup> Die im Mutterschutzgesetz (MuSchG) angegebenen Regelungen zu Lastgrenzen, statischen Körperhaltungen usw. gelten unabhängig von Beurteilungsergebnissen mit den Leitmerkalmethoden.

- Beschaffenheit des Fahrweges
- ungünstige Ausführungsbedingungen
- ungünstige Eigenschaften des Transportmittels
- Körperhaltung/Körperbewegung
- Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung

Der oder die Beurteilende sollte die Teil-Tätigkeit selbst ausführen, um die Teil-Tätigkeit und ihre Bedingungen (Weglänge/Dauer, Flurförderzeug, Lastgewicht, notwendige Körperhaltungen und -bewegungen, Bewegungseinschränkungen und Ausführungsbedingungen usw.) richtig einschätzen zu können. Zusätzlich sollten die Beschäftigten explizit zu ihren Arbeitsbedingungen befragt werden.

### 3.1 Erster Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung

#### Welcher Zeitraum wird bewertet?

Betrachtet wird die tägliche Gesamthäufigkeit der zu beurteilenden Teil-Tätigkeit(en) mit manuellem Ziehen und Schieben von Lasten innerhalb der Dauer eines typischen Arbeitstages. Gemeint ist damit eine typische Arbeitsschicht mit einer Dauer von ca. 8 Std., unabhängig davon, ob diese tagsüber oder nachts geleistet wird. Falls in einem Betrieb grundsätzlich oder häufig in Teilzeit gearbeitet wird, ist zu ermitteln, ob die Beschäftigten in weiteren Arbeitsverhältnissen ebenfalls Arbeitstätigkeiten mit manuellem Ziehen und Schieben ausführen und um welche Tätigkeiten es sich dabei handelt.

Den LMM liegt ein Dosismodell zur gesamten Lebensarbeitszeit zugrunde.

Gegebenenfalls wird sich die körperliche Belastung in anderen Arbeitsverhältnissen nicht feststellen lassen. Dann sind aus Gründen der Vorsorge die Zeiträume der Teil-Tätigkeiten mit manuellem Ziehen und Schieben proportional so hochzurechnen (zu extrapolieren), dass sich insgesamt eine Dauer von 8 Std. (Normalarbeitstag) ergibt. Maßgeblich für die Beurteilung sind dann diese hochgerechneten Dauern der Teil-Tätigkeiten. Beispiel: Wird in 4 Std. Teilzeitarbeit insgesamt 20 Min. lang manueller Transport über eine Weglänge von 800 m ausgeführt, dann wären es in Vollzeit (8 Std.) insgesamt 40 Min. Transport über eine Weglänge von 1 600 m.

#### 1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Weglänge, Zeitdauer des ZS)

Weglänge <sup>1)</sup> bis ... m <sup>2)</sup>	40	200	400	800	1 200	1 800	2 500	4 200	6 300	8 400	11 000	15 000	20 000
Dauer <sup>1)</sup> bis ... Min. <sup>2)</sup>	≤ 1	≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 45	≤ 60	≤ 100	≤ 150	≤ 210	≤ 270	≤ 360	≤ 480
<b>Zeitwichtung</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1) Es wird eine ungefähre Laufgeschwindigkeit beim Ziehen und Schieben von 0,7 m/s (2,5 km/h) angenommen. 2) Pro Teil-Tätigkeit und Arbeitstag.													

Abb. 7 Formblatt LMM-ZS: Bestimmung der Zeitwichtung. Beispielhaft bewertet für eine angenommene Weglänge von 1 800 m ergibt sich eine Zeitwichtung von 3,5 (siehe auch Beispiel „Schieben von Müllsammelbehältern“).

Die Zeitwichtung wird anhand der oben stehenden Tabelle in Abhängigkeit von der Weglänge beim manuellen Ziehen und Schieben pro Beschäftigtem/Beschäftigter und Arbeitstag innerhalb der jeweiligen Teil-Tätigkeit bestimmt.

Die Zeitwichtung sollte vorzugsweise anhand der zurückgelegten Weglänge bestimmt werden. Lässt sich diese nicht ermitteln, kann alternativ die Zeitdauer des manuellen Ziehens und Schiebens herangezogen werden.

Die Angaben zur Zeitdauer in der Tabelle entsprechen den darüber stehenden Weglängen mit einer angenommenen Umrechnung von einer ungefähren Laufgeschwindigkeit beim manuellen Ziehen und Schieben von 0,7 m/s (2,5 km/h). Die angegebenen Zeitwichtungen entsprechen genau den übergeordneten Zeitdauern und Weglängen, sind also die Stützstellen der zugrundeliegenden Funktion. Das heißt, eine Weglänge von 1 800 m bzw. Zeitdauer von 45 Min. pro Arbeitsschicht ergibt genau eine Zeitwichtung von 3,5.

■ Die Zeitwichtung ist nicht-linear und orientiert sich an der Weglänge oder alternativ an der Zeitdauer des manuellen Ziehens und Schiebens.



Manuelles Schieben von Müllsammelbehältern. Etwa 120-mal pro Arbeitsschicht schiebt ein Beschäftigter einen beladenen Müllsammelbehälter mit einem Gesamtlastgewicht von ca. 200 kg über eine Strecke von 15 m. Es sind häufiger Steigungen von 2° bis 3° und Bordsteinkanten zu bewältigen. Die Teil-Tätigkeit erfolgt gleichmäßig über die Arbeitsschicht verteilt, und es werden auch Teil-Tätigkeiten anderer Belastungsarten durchgeführt.

Zwischen der Weglänge bzw. der Zeitdauer und der Zeitwichtung besteht ein nichtlinearer Zusammenhang. Überschlägig kann die am Arbeitsplatz tatsächlich ermittelte Weglänge bzw. Zeitdauer einfach der nächsthöheren Kategorie zugeordnet werden.

#### *Beispiele für überschlägige Bestimmung*

5 250 m Weglänge → Zeitwichtung (überschlägig) = 6

50 Min. Dauer → Zeitwichtung (überschlägig) = 4



Die kleinstmögliche Zeitwichtung ist 1. Das heißt, auch bei weniger als 40 m Weglänge bzw. einer Dauer kleiner 1 Min. wird mindestens mit einer Zeitwichtung von 1 gerechnet.

Mittels linearer Interpolation (Zwischenwertberechnung) erhält man in erster Näherung ein genaueres und meist geringeres Zeitwichtungsergebnis.

*Beispiel für lineare Interpolation*

Ermittelt wurde eine Weglänge von 5 250 m, die interpolierte Zeitwichtung ist also zwischen den Weglängen 4 200 m und 6 300 m zu ermitteln.

■ Eine Zwischenwertberechnung (lineare Interpolation) liefert genauere Punktwerte für die Zeitwichtung.

**1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Weglänge, Zeitdauer des ZS)**

Weglänge <sup>1)</sup> bis ... m <sup>2)</sup>	40	200	400	800	1 200	1 800	2 500	4 200	6 300	8 400	11 000	15 000	20 000
Dauer <sup>1)</sup> bis ... Min. <sup>2)</sup>	≤ 1	≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 45	≤ 60	≤ 100	≤ 150	≤ 210	≤ 270	≤ 360	≤ 480
<b>Zeitwichtung</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

1) Es wird eine ungefähre Laufgeschwindigkeit beim Ziehen und Schieben von 0,7 m/s (2,5 km/h) angenommen. 2) Pro Teil-Tätigkeit und Arbeitstag.

**Abb. 8** Formblatt LMM-ZS: Beispielhafte Bestimmung der Zeitwichtung bei einer Weglänge von 5 250 m.

5 250 m Weglänge → interpolierte Zeitwichtung ≈ 5,5

Extrapolation ist anzuwenden, wenn die ermittelten Weglängen über 20 000 m bzw. die Zeitdauern über 480 Min. pro Arbeitsschicht liegen. Hierbei sind je 2 500 m Weglänge bzw. je 60 Min. 0,5 Punkte zur Zeitwichtung von 10 zu addieren.



### Beispiel für Extrapolation

25 000 m Weglänge → Zeitwichtung (extrapoliert) = 11

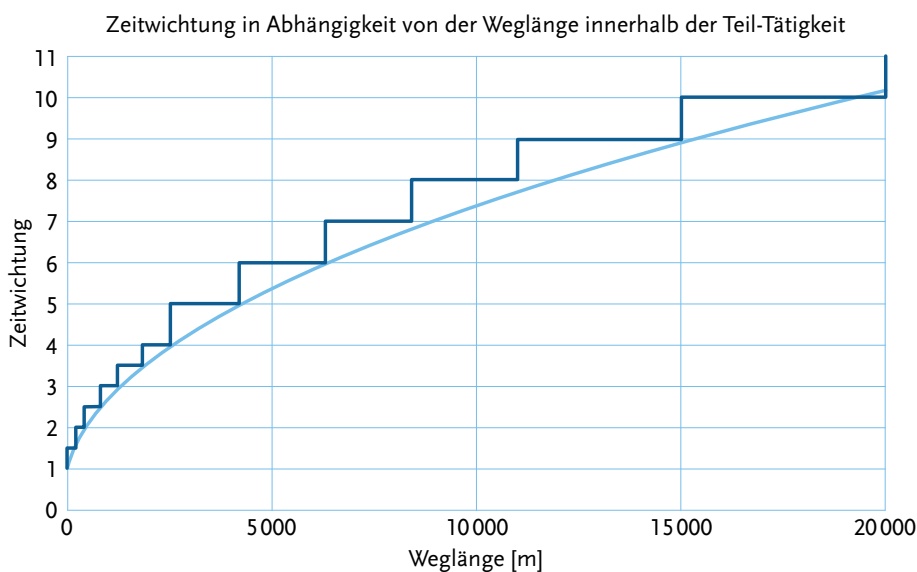
Bei Anwendung der Erweiterten Leitmerkalmethode „Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten“ (LMM-ZS-E) kann die Häufigkeit mithilfe einer Formel in einen Punktwert umgerechnet werden. Man erhält so ein genaueres Ergebnis als bei der Berechnung des Zwischenwertes mittels überschlägiger linearer Inter- oder Extrapolation. Die entsprechenden Berechnungsformeln sind in einer Übersicht zusammengestellt, siehe Infokasten.

### Formelsammlung für die Interpolation und Zusammenfassung

Es liegt eine vollständige Formelsammlung zu allen belastungsartspezifischen Erweiterten Leitmerkalmethoden im entsprechenden *baua: Fokus* der BAuA (2020a) vor: [www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Algorithmen-Leitmerkalmethoden.pdf](http://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Algorithmen-Leitmerkalmethoden.pdf).

Darin finden sich im Hinblick auf manuelles Ziehen und Schieben von Lasten

- mathematische Funktionen für die Interpolation von Merkmalswichtungen, umgesetzt im Formblatt mit integrierter Rechenfunktion LMM-ZS-E (in der Formelsammlung unter Punkt 3.2), und
- Formeln für die Zusammenfassung der Punktwerte mehrerer Teil-Tätigkeiten gleicher Belastungsart mit nichtlinearer Zeitwichtung, umgesetzt im Formblatt mit integrierter Rechenfunktion LMM-Multi-E (in der Formelsammlung unter Punkt 4.1).











**Abb. 9** Zeitwichtung der LMM-ZS kategorial entsprechend Formblatt ohne Berücksichtigung von Interpolationsmöglichkeiten (dunkelblaue Kurve) und nichtlinear im Formblatt mit integrierter Rechenfunktion LMM-ZS-E (hellblaue Kurve, Formel siehe BAuA, 2020a).

### 3.2 Zweiter Schritt: Bestimmung der Wichtung weiterer Merkmale

Für einige Merkmale werden in den Leitmerkalmethoden Umschreibungen für die **zeitlichen Anteile an der betrachteten Arbeitsvorgangszeit (Teil-Tätigkeit)** verwendet. Diese sind in allen sechs Leitmerkalmethoden gleich. Die zeitlichen Umschreibungen bedeuten:

- nie/selten                      weniger als 5 %
- gelegentlich                  5 % bis kleiner als 25 %
- häufig                            25 % bis kleiner als 75 %
- ständig                            75 % und mehr

#### 2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen der weiteren Merkmale

Zu bewegendes Lastgewicht inklusive Flurförderzeug [kg]	Flurförderzeug								Hängebahnen	Hängekrane
	Karren <sup>3) 4)</sup>			Wagen						
				nur Lenkrollen		mit Bockrollen oder feststellbaren Lenkrollen		mit Deichsel lenkung		
										
bis 50	3	2	2,5	2,5	3	1	1	1	1	2
> 50 bis 100	5	3	4	3	4	1	1	1	1	2,5
> 100 bis 200	10	6	7	4	6	2	1,5	1,5	1,5	3,5
> 200 bis 300	50	12	50	5	8	3	2	2	2	4,5
> 300 bis 400	100	50	100	7	12	4	3	2,5	2,5	6
> 400 bis 600				12	50	6	5	4	4	10
> 600 bis 800				50	100	10	8	7	7	15
> 800 bis 1 000				100		15	12	10	10	50
> 1 000 bis 1 300	50	50	50			20	100			
> 1 300	100	100	100	100	100	50		100		

3) Die Lastwichtungen berücksichtigen neben den Vortriebskräften auch Anhebe-, Kipp-, Balancier- und Absetzkräfte.  
 4) Karren mit Stützrädern, Treppenkarren und andere Sonderbauarten können mit der LMM-ZS nicht differenziert beurteilt werden.  
 5) Z. B. Mülltonnen im Außenbereich mit einfacheren Radlagern, die ggf. der Witterung ausgesetzt sind.  
 Graue Felder: Diese Lastgewichte können nicht mehr sicher bewegt werden.

Abb. 10 Formblatt LMM-ZS: Bestimmung des Leitmerkmals „Zu bewegendes Lastgewicht in Abhängigkeit vom verwendeten Transportmittel“.

#### Zu bewegendes Lastgewicht und verwendetes Transportmittel

Die Bestimmung der Lastwichtung erfolgt anhand der Tabelle in Abhängigkeit vom eingesetzten Transportmittel und vom zu bewegenden Lastgewicht (inkl. Lastgewicht des Transportmittels). Nicht aufgeführte Transportmittel sind sinngemäß, z. B. entsprechend ihrer Radanordnung, zu berücksichtigen. Wichtig für die Einordnung von Transportwagen sind das Vorhandensein und die Anordnung von Bock- und Lenkrollen.

Die Wichtungspunkte werden anhand des eingesetzten Transportmittels und des zu bewegenden Lastgewichtes (inklusive Lastgewicht des Transportmittels) bestimmt.

Werden Lastgewichte verschiedener Lastkategorien gehandhabt oder verändert sich die Last im Laufe der Strecke (z. B. weil Lasten auf- oder abgeladen werden müssen), ist eine häufigkeits- bzw. wegstreckengewichtete Mittelwertbildung der Lastgewichte **zwischen drei angrenzenden Lastgewichtskategorien zulässig**. Wird jedoch von einem zu handhabenden Lastgewicht die Lastkategorie  $\geq 50$  Punkte erreicht, darf keine Mittelwertbildung mehr erfolgen. Dies gilt beispielsweise, wenn auf Schubkarren Lasten größer 200 kg oder mit einem Hängekran Lasten größer als 800 kg transportiert werden müssen. Lastgewichte, die mit 100 Punkten bewertet werden (grau schraffierte Bereiche), sind sehr schwer und können meist nicht mehr sicher bewegt werden. Hier besteht unmittelbarer Gestaltungsbedarf.

### Lastgewichtsgrenzen

In der Tabelle sind für jedes Transportmittel Lastgewichtsgrenzen deutlich gemacht, die möglichst nicht erreicht oder gar überschritten werden sollten. Durch diese eingezogenen, transportmittelspezifischen Lastgewichtsgrenzen resultieren Punktwerte von 50 und 100 Punkten. Diese Bewertung ist im Sinne von Lastgewichtsgrenzen als Signal zu verstehen: Sie zeigt auf, dass eine körperliche Überbeanspruchung ab diesen Lastgewichten möglich oder wahrscheinlich ist. Gestaltungsmaßnahmen sind dann in der Regel zu prüfen oder erforderlich, da der tätigkeitsspezifische Punktwert in diesen Fällen stets, also auch bei wenigen ZS-Vorgängen, zumindest über 50 LMM-Punkten im Risikobereich 3 („wesentlich erhöht“) bzw. sogar über 100 LMM-Punkten im Risikobereich 4 („hoch“) liegt.

■ **Kombinationen aus Transportmitteln und Lastgewichten mit 50 oder mehr Wichtungspunkten sind zu vermeiden.**

Ist eine Mittelwertbildung wie zuvor beschrieben methodisch nicht mehr zulässig, sind die Teil-Tätigkeiten mit manuellem Ziehen und Schieben als getrennte Teil-Tätigkeiten jeweils mit der LMM-ZS zu beurteilen. Die Teil-Tätigkeiten können dann zwar mit der Erweiterten Leitmerkmalmethode zusammengefasst werden. Hierzu können die interaktiven Formblätter LMM-ZS-E und LMM-Multi-E mit integrierter











Rechenfunktion eingesetzt werden. Die kurzen Teil-Tätigkeiten mit sehr hohen Lastgewichten führen hier aber ggf. nur zu einer geringen Erhöhung der Gesamtbelastung pro Arbeitstag. Es besteht trotzdem Gestaltungsbedarf in diesen Teil-Tätigkeiten.

Die angegebenen Wichtungspunkte entsprechen dem jeweiligen Ende der genannten Lastbereiche, d. h., ein Gesamtlastgewicht von 100 kg, transportiert mit einer Schubkarre, entspricht genau einer Lastwichtung von 5 Punkten. Ein Gesamtlastgewicht von 200 kg, transportiert in einem Großmüllbehälter, entspricht genau einer Lastwichtung von 6 Punkten.

Die Einstufungen basieren auf den typischen Aktionskräften, die beim Bewegen der jeweiligen Flurförderzeuge/Transportmittel auftreten. Sie setzen sich zusammen aus den Fahrwiderständen und den Massenträgheitskräften, bei den Karren zusätzlich aus den Halte- bzw. Hebekräften. Fahrwiderstände entstehen durch die Reibung zwischen Rad und Fahrbahn, die Lagerreibung und Steigungswiderstände. Massenträgheitskräfte entstehen beim Beschleunigen, Abbremsen und bei Lenkmanövern.

In dieser Tabelle wird ausschließlich das Lastgewicht in Kombination mit dem Transportmittel berücksichtigt. Eigenschaften des Transportmittels und des Fahrwegs werden in anderen Merkmalen separat erfasst.

2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen der weiteren Merkmale

Zu bewegendes Lastgewicht inklusive Flurförderzeug [kg]	Flurförderzeug								Hängebahnen	Hängekrane
	Karren <sup>3) 4)</sup>			Wagen						
				nur Lenkrollen	mit Bockrollen oder feststellbaren Lenkrollen		mit Deichsel lenkung			
										
bis 50	3	2	2,5	2,5	3	1	1	1	1	2
> 50 bis 100	5	3	4	3	4	1	1	1	1	2,5
> 100 bis 200	10	6	7	4	6	2	1,5	1,5	1,5	3,5
> 200 bis 300	50	12	50	5	8	3	2	2	2	4,5
> 300 bis 400	100	50	100	7	12	4	3	2,5	2,5	6
> 400 bis 600				12	50	6	5	4	4	10
> 600 bis 800				50	100	10	8	7	7	15
> 800 bis 1 000				100		15	12	10	10	50
> 1 000 bis 1 300						50	50	50	20	100
> 1 300	100	100	100	100	50					

3) Die Lastwichtungen berücksichtigen neben den Vortriebskräften auch Anhebe-, Kipp-, Balancier- und Absetzkräfte.  
 4) Karren mit Stützrädern, Treppenkarren und andere Sonderbauarten können mit der LMM-ZS nicht differenziert beurteilt werden.  
 5) Z. B. Mülltonnen im Außenbereich mit einfacheren Radlagern, die ggf. der Witterung ausgesetzt sind.  
 Graue Felder: Diese Lastgewichte können nicht mehr sicher bewegt werden.

Abb. 11 Formblatt LMM-ZS mit beispielhaften Markierungen für ein Gesamtlastgewicht von 100 kg, transportiert mit einer Schubkarre, ein Gesamtlastgewicht von 200 kg, transportiert in einem Großmüllbehälter, und ein Gesamtlastgewicht von 350 kg, transportiert mit einem Wagen mit Bockrollen und feststellbaren Lenkrollen.



Überschlägig kann die Wichtung für ein Transportmittel kategorial einfach innerhalb des passenden Lastbereichs ermittelt werden.

*Beispiele für überschlägige Bestimmung*

Gesamtlastgewicht 70 kg, Schubkarre

→ Lastwichtung (überschlägig) = 5

Gesamtlastgewicht 350 kg, Wagen mit Bockrollen und feststellbaren Lenkrollen (Typ 2)

→ Lastwichtung (überschlägig) = 3

Mittels linearer Interpolation erhält man in erster Näherung ein genaueres Ergebnis.

*Beispiel für lineare Interpolation*

Gesamtlastgewicht 350 kg, Wagen mit Bockrollen und feststellbaren Lenkrollen (Typ 2)

→ Lastwichtung (interpoliert) ≈ 2,5

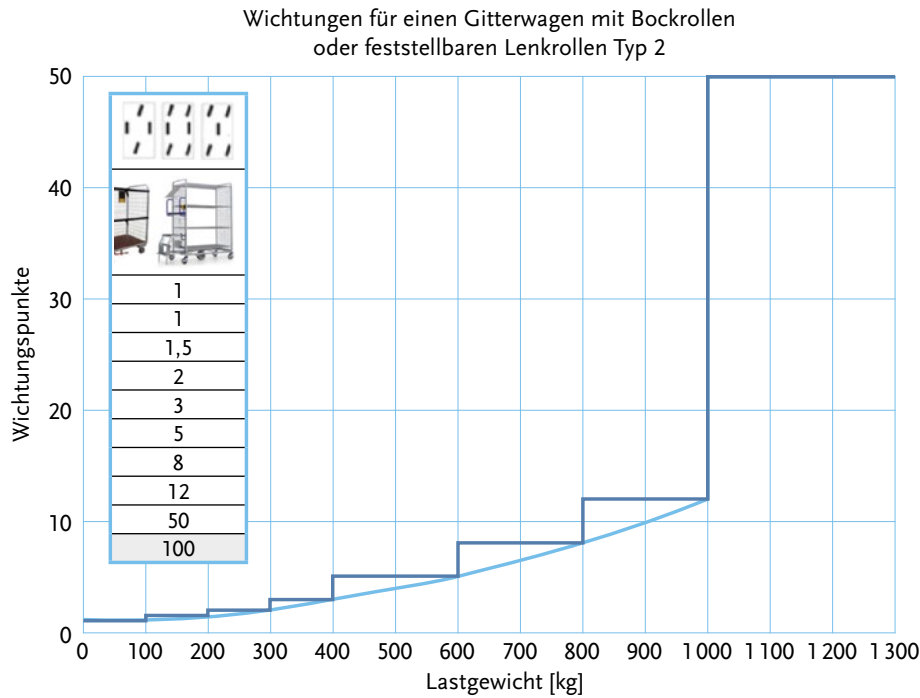
**Beschaffenheit des Fahrwegs**

Mit diesem Leitmerkmal werden erschwerende Bedingungen in Bezug auf den Fahrweg erfasst, die zu erhöhten Fahrwiderständen und damit Aktionskräften führen. Die Wichtung für den Fahrweg ist in der entsprechenden Spalte mit den abgebildeten Flurförderzeugen abzulesen.

■ Mit diesem Leitmerkmal werden die Beschaffenheit des Fahrwegs sowie erhebliche Neigungen bewertet.

Es kann nur ein Merkmal für den Fahrweg ausgewählt werden. Die Auswahl ist auf Karren und Wagen beschränkt. Bei Hängebahnen und Hängekränen wird von einem optimalen Fahrweg (Rad-Schiene-System) ausgegangen. Sollten hier Einschränkungen vorliegen, ist dies sinngemäß im Leitmerkmal „Ungünstige Eigenschaften des Transportmittels“ zu berücksichtigen. Neigungen sind jedoch auch für Hängebahnen und Hängekrane zu berücksichtigen.







**Abb. 12** Wichtungspunkte am Beispiel eines Gitterwagens mit Bockrollen oder feststellbaren Lenkrollen Typ 2. Kategorial entsprechend Formblatt ohne Berücksichtigung von Interpolationsmöglichkeiten (dunkelblaue Kurve) und nichtlinear im Formblatt LMM-ZS-E (hellblaue Kurve, Formel siehe BAuA, 2020a).

Je nach Art des Flurförderzeuges werden bei Einschränkungen bzgl. des Fahrweges unterschiedliche Wichtungspunkte vergeben, da sich diese unterschiedlich auf den Fahrwiderstand der Transportmittel auswirken. Besonders hoch ist der Einfluss bei Wagen. Karren hingegen sind i. d. R. besser für derartige Bedingungen geeignet, haben meist dem Fahrweg angepasste Radgrößen und geringe Ladungsgewichte.

Auch nicht explizit genannte Einschränkungen in Bezug auf die Beschaffenheit des Fahrweges, die zu einem erhöhten Fahrwiderstand führen, sind sinngemäß zu berücksichtigen.

■ Nicht ausdrücklich als Beispiele aufgeführte Einschränkungen sind bei allen Leitmerkmalen sinngemäß zu berücksichtigen.

Das Leitmerkmal „Beschaffenheit des Fahrwegs“ bezieht sich auf die fahrwegbezogenen Fahrwiderstände. Relevante Einzelmerkmale des Fahrweges sind: Ebenheit, Festigkeit, Absätze (Schwellen, Rillen, Schlaglöcher, abgesenkte Bordsteinkanten) und Neigungen, die in unterschiedlichen Kombinationen vorkommen können. Grundsätzlich gilt, je unebener oder weicher die Oberfläche ist, desto höher sind die erforderlichen Aktionskräfte. Belastungsspitzen entstehen durch Absätze im Fahrweg und Neigungen. Besonders erschwerend wirken sich auch weiche Fahrbahnen aus, die z. B. an der Oberfläche aus einer losen Sand- oder Splittschicht bestehen.

Beschaffenheit des Fahrwegs			Wichtung		
					Wagen
Fahrweg überall eben, glatt, fest, trocken, ohne Neigung			0	0	0
Fahrweg meist glatt und eben, mit kleineren Schadstellen/Störungen, ohne Neigung			0	0	1
Mischung von Pflaster, Beton, Asphalt, geringfügige Neigungen <sup>6)</sup> , abgesenkte Bordsteinkanten			0	1	2
Mischung von grob gepflastert, fester Sand, geringfügige Neigungen <sup>6)</sup> , kleinere Kanten/Schwellen			1	2	3
Unbefestigter oder grob gepflasterter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, geringfügige Neigungen, Absätze, Schwellen			3	5	6
Zusatzpunkte bei erheblicher Neigung oder Treppen	Neigungen 2–4° (4–8%)	5	Wichtung + Zusatzpunkte Summe		
	Neigungen 5–10° (9–18%)	10			
	Treppen <sup>7)</sup> , Neigungen > 10° (18%)	25			
			7		

6) Geringfügige Neigung: bis 2° (4%) 7) Nur für die Benutzung von Treppenkarren

**Abb. 13** Formblatt LMM-ZS: Bestimmung des Leitmerkmals „Beschaffenheit des Fahrwegs“ inklusive Zusatzpunkten für Neigung oder Treppen. Bewertet für das Beispiel „Schieben von Müllsammelbehältern“ über einen Fahrweg, bestehend aus einer Mischung aus Pflaster, Beton und Asphalt mit abgesenkten Bordsteinen sowie einer Neigung zwischen 2° und 4°.

Bei Neigungen von

- 2° bis 4° (4% bis 8%),
- 5° bis 10° (9% bis 18%) sowie
- > 10° (18%)

ist mit stark erhöhten Aktionskräften zu rechnen. Diese werden mit pauschalen Zusatzpunkten gewichtet. Solche Fahrwege sind als Sonderfälle einzustufen und sollten so weit wie möglich als regulärer Fahrweg vermieden werden. Der Transport über Treppen darf nur mit Treppenkarren erfolgen. Für den Transport über Treppen mit anderen Flurförderzeugen darf die LMM-ZS nicht angewandt werden.

Die Wichtungen für Fahrweg und Neigung werden addiert und ergeben die Gesamtwichtung des Merkmals.

### Ungünstige Ausführungsbedingungen

Mit diesem Leitmerkmal werden zusätzliche erschwerende Bedingungen erfasst, die zu erhöhten bzw. zusätzlichen Aktionskräften führen. Die Zwischenwichtungen werden addiert und ergeben die Wichtung des Merkmals. Die Summe ist auf ein Maximum von 4 Punkten begrenzt.

### Erhöhte Anfahrkräfte

Erschwertes Anfahren liegt vor, wenn durch äußere Umstände ein erheblicher Mehrkraftaufwand beim Start notwendig ist, der über die Überwindung von Massenträgheitskräften und den normalen Fahrwiderstand hinausgeht.

■ Eine sachgemäße Interpolation ist bei allen Merkmalen zulässig.

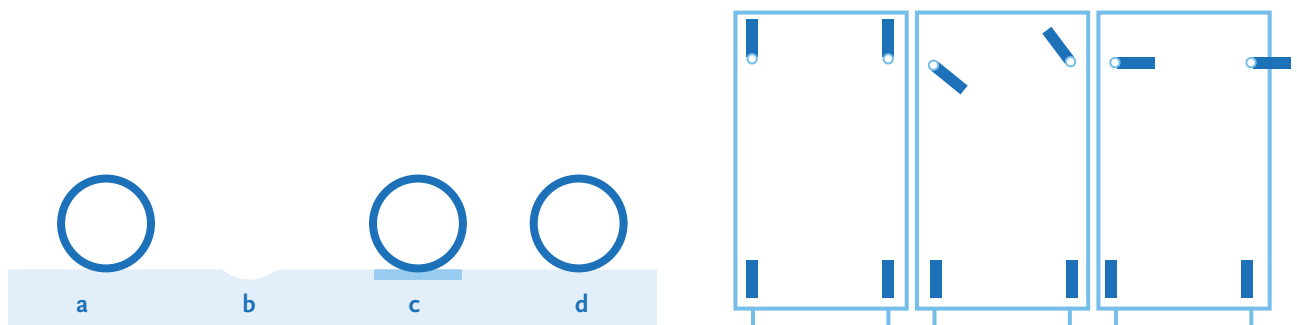
Ungünstige Ausführungsbedingungen (nur angeben, wenn zutreffend)	Zwischenwichtung ZW	Summe ZW (maximal 4)
Regelmäßig stark erhöhte Anfahrkräfte durch Einsinken in den Boden oder Verkeilung von Flurförderzeugen	3	4
Häufige Fahrtunterbrechung mit Abbremsen / ohne Abbremsen	3 / 1	
Viele Richtungswechsel oder Kurven, häufiges Rangieren	3	
Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten, Fahrweg ist exakt einzuhalten.	1	
Erhöhte Bewegungsgeschwindigkeit (ca. 1,0–1,3 m/s)	2	
Keine: Es liegen keine ungünstigen Ausführungsbedingungen vor.	0	

**Abb. 14** Formblatt LMM-ZS: Bestimmung des Leitmerkmals „Ungünstige Ausführungsbedingungen“. Beispielhaft bewertet für den Transport von Müllsammelbehältern aus den Standplätzen heraus, durch enge Lücken zwischen geparkten Autos auf die Straße zum Sammelfahrzeug (siehe auch Beispiel „Schieben von Müllsammelbehältern“).

Typische Ursachen für erschwertes Anfahren sind:

- Einsinken der Räder in weiche Untergründe
- Hineinrollen des Transportmittels in Fahrbahnvertiefungen
- Notwendigkeit zur Überwindung von Vorrichtungen am Boden oder an Schienensystemen, die eigentlich das unkontrollierte Wegrollen verhindern sollen
- verschmutzte Böden vor dem Transportmittel (längere Standzeiten)
- verkeilte und eng stehende Transportmittel
- quer stehende Lenkrollen

■ **Einsinkende Rollen, Fahrbahnvertiefungen und Schmutz können erhöhte Anfahrkräfte verursachen.**



**Abb. 15** Mögliche Ursachen von erschwertem Anfahren. Einsinken in die Fahrbahn (a), Hineinrollen in Fahrbahnvertiefungen (b), Ansammlung von Schmutz vor den Rädern (c). Der anzustrebende Zustand ist (d). Rechts: Beispiele für eng stehende Flurförderzeuge sowie das Querstehen von Lenkrollen.

Das Querstehen von Lenkrollen führt bei frei stehenden Flurförderzeugen nicht zwingend zu wesentlich erhöhten Anfahrkräften. Sie schwenken bei gutem Wartungszustand leicht ein (wenn nicht, siehe Leitmerkmal „Ungünstige Eigenschaften des Transportmittels“). Stehen die Flurförderzeuge jedoch nicht frei, weil sie eingeeengt zwischen anderen Flurförderzeugen oder Wänden sind, dann können wesentlich

■ **Verkeilte und eng stehende Transportmittel erschweren das Anfahren und gehen häufig mit ruckartigen Bewegungen einher.**

erhöhte Kräfte erforderlich sein. Diese können je nach Ausprägung mit bis zu drei Zusatzpunkten bewertet werden. Erhöhte Anfahrkräfte, die beim schnellen oder ruckartigen Beschleunigen entstehen können, werden unter „Erhöhte Bewegungsgeschwindigkeit“ berücksichtigt.

*Fahrtunterbrechungen, Richtungswechsel und Einhaltung des Fahrwegs*

Die Belastung beim Anfahren, Lenken, Rangieren und Stoppen ist höher als bei vergleichbarer gleichmäßiger Geradeausfahrt. Bei Fahrtunterbrechung wird zwischen aktivem Stopp (mit Abbremsen) und Ausrollen (ohne Abbremsen) unterschieden.

Häufige Fahrtunterbrechung mit Abbremsen / ohne Abbremsen	<b>3 / 1</b>
Viele Richtungswechsel oder Kurven, häufiges Rangieren	<b>3</b>
Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten, Fahrweg ist exakt einzuhalten.	<b>1</b>

**Abb. 16** Formblatt LMM-ZS: Ungünstige Ausführungsbedingungen mit Zwischenwichtung.

Fahrtunterbrechungen resultieren beispielsweise beim Auf- und Abladen von Material. Viele Richtungswechsel und exakte Einhaltung der Fahrwege entstehen beispielsweise beim Transport von Müllsammelbehältern (Standplätze, enge Einfahrten, geparkte Autos).

*Bewegungsgeschwindigkeit*

Belastungsintensität und Laufgeschwindigkeit stehen in der Regel in einem direkten Zusammenhang. Die Geschwindigkeit beim manuellen Lastentransport liegt oftmals mit etwa 0,7 m/s (2,5 km/h) unterhalb der üblichen Gehgeschwindigkeit. Hohe Arbeitsauslastung kann aber auch zu erhöhten Bewegungsgeschwindigkeiten führen. Werden Geschwindigkeiten von 1 m/s (3,6 km/h) überschritten, kann dies in der vorletzten Zeile des Leitmerkmals berücksichtigt werden.





### Ungünstige Eigenschaften Flurförderzeug/Hängebahn/Hängekran

Ungünstige Eigenschaften Flurförderzeug/Hängebahn/Hängekran	Zwischenwichtung ZW	Summe ZW (maximal 4)
Keine geeigneten Handgriffe oder Konstruktionsteile für die Krafteinleitung	2	3
Keine Bremse beim Fahren auf Neigungen > 2° (> 3%)	3	
Unangepasste Rollen (z. B. zu klein auf weichem oder unebenem Boden)	2	
Defekte Rollen (ausgeschlagen, schleifend, schwergängig, zu geringer Luftdruck)	2	
Keine: Es liegen keine ungünstigen Eigenschaften der Flurförderzeuge vor.	0	

**Abb. 17** Formblatt LMM-ZS: Bestimmung des Leitmerkmals „Ungünstige Eigenschaften Flurförderzeug/Hängebahn/Hängekran“. Beispielhaft bewertet für den Transport von Müllsammelbehältern über Neigungen (Müllsammelbehälter sind typischerweise nur mit einer Feststellbremse, jedoch nicht mit einer Handbremse ausgestattet).

Mit diesem Leitmerkmal werden erschwerende Bedingungen durch ungünstig gestaltete oder mangelbehaftete Transportmittel erfasst. Die Zwischenwichtungen werden addiert und ergeben die Wichtung des Merkmals. Sachgemäße Interpolation ist zulässig. Die Summe ist auf ein Maximum von 4 Punkten begrenzt.

#### Handgriffe

Eine ideale Krafteinleitung erfolgt über griffige, höhenvariable und anfahrgeschützte Handgriffe. Eine vertikale Anordnung bietet den Vorteil einer individuellen Höhenanpassung und der Neutralstellung des Handgelenks. Die optimale Greifhöhe kann je nach Fahrsituation variieren und liegt ungefähr zwischen der Ellenbogenhöhe und etwas unter der Schulterhöhe.

■ Fehlende oder ungeeignete Handgriffe können eine erhöhte Haltekraft im Hand-Arm-Bereich zur Folge haben.



**Abb. 18** Flurförderzeuge mit guter Griffgestaltung/Krafteinleitung.

Mögliche Folgen fehlender Handgriffe oder vergleichbarer Konstruktionsteile sind erhöhte Haltekraften im Hand-Arm-Bereich, erhöhte Kontaktkräfte zwischen Händen und Transportmittel sowie eine eingeschränkte Kontrolle über die Fahrzeugbewegung. Darüber hinaus besteht eine Verletzungsgefahr durch Anstoßen oder scharfkantige Konstruktionsteile.



**Abb. 19** Schlecht gestaltete Flurförderzeuge: Griffe fehlen vollständig (Nr. 1 und 2) oder sind vorhanden, jedoch zu niedrig oder zu hoch und nicht variabel (Nr. 3) angebracht.

*Fehlende Bremsen beim Fahren auf Neigungen*

Einen objektiven Einfluss auf die Aktionskräfte beim manuellen Ziehen und Schieben über geneigte Flächen haben Hangabtriebskräfte. Bergauf erhöhen sie die Aktionskräfte, bergab verringern sie die Aktionskräfte bzw. führen dazu, dass die Last aktiv abgebremst werden muss, um eine unkontrollierte Bewegung zu vermeiden.

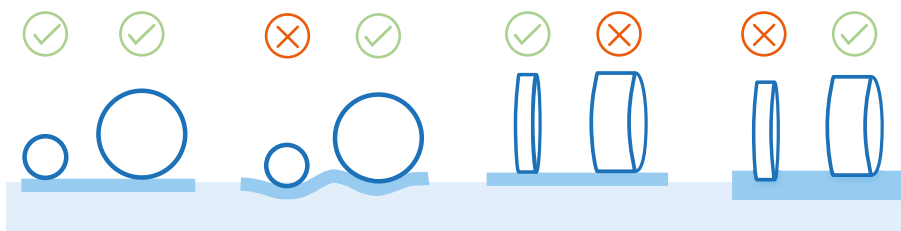
Bei Neigungen > 2° können die Hangabtriebskräfte so groß werden, dass sie die Fahrwiderstände übersteigen und zusätzliche Bremskräfte erfordern. Verfügt das Transportmittel in diesen Fällen über keine (Hand-)Bremsen, kann dies je nach Ausprägung mit bis zu drei Zusatzpunkten bewertet werden.

Unangepasste Rollen (z. B. zu klein auf weichem oder unebenem Boden)	2
Defekte Rollen (ausgeschlagen, schleifend, schwergängig, zu geringer Luftdruck)	2

**Abb. 20** Formblatt LMM-ZS: Ungünstige Eigenschaften mit Zwischenwichtung.

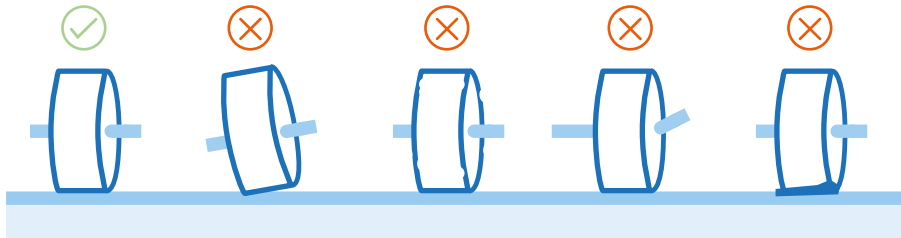
*Unangepasste und defekte Rollen*

Räder und Rollen sollten auf den Boden abgestimmt sein. Belastungen entstehen, wenn Transportgewicht, Laufbelagsmaterialien, Aufstandsfläche, Radgröße und Fahrbahnoberfläche nicht im Einklang stehen.



**Abb. 21** Günstige und ungünstige Kombinationen von Rollen und Untergrund: Auf ebenem, sehr glattem Untergrund hat der Raddurchmesser nur geringen Einfluss. Bei unebenem Boden sind hohe Raddurchmesser zu bevorzugen. Auf hartem Untergrund sind schmale Laufflächen von Vorteil, während auf weicherem Untergrund breitere Laufflächen oder Luftreifen zu bevorzugen sind.

Auch durch Abnutzung, Beschädigung und Verschmutzung der Räder oder Rollen vergrößern sich die Fahrwiderstände.



Typische Beispiele für defekte Rollen sind ausgeschlagene oder schwergängige Lager, kaputte Laufflächen, geringer Luftdruck und aufgewickelte Fasern um die Achse.

Abb. 22 Typische Beispiele für defekte Rollen (ausgeschlagene Lager, zerstörte Lauffläche, aufgewickelte Fasern um die Achse, zu geringer Luftdruck oder zu weiches Rollenmaterial).

### Körperhaltung/Körperbewegung




Körperhaltung/Körperbewegung <sup>8)</sup>	Wichtung
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rumpf aufrecht oder leicht vorgeneigt, keine Verdrehung</li> <li>• Kraftangriffshöhe frei wählbar</li> <li>• Keine Behinderung im Beinraum</li> </ul>	3
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung</u> oder leichte Verdrehung bei einseitigem Ziehen</li> <li>• Feste Kraftangriffshöhe im Bereich von 0,9–1,2 m</li> <li>• Keine oder geringfügige Behinderung im Beinraum</li> <li>• Überwiegend Ziehen</li> </ul>	5
 <p>Kraftrichtung →</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erzwungene Körperhaltungen durch                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– feste Kraftangriffshöhe &lt; 0,9 m oder &gt; 1,2 m</li> <li>– einseitig seitlichen Kraftangriff</li> <li>– erhebliche Sichtbehinderungen</li> </ul> </li> <li>• Erhebliche Behinderungen im Beinraum</li> <li>• Häufige/ständige Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar</li> </ul>	8
<p>8) Es ist die typische Körperhaltung zu berücksichtigen. Wenn beim Anfahren, Abbremsen und Rangieren deutlichere Rumpfneigungen auftreten, werden diese bei den ungünstigen Ausführungsbedingungen berücksichtigt.</p>	

Abb. 23 Formblatt LMM-ZS: Bestimmung des Leitmerkmals „Körperhaltung/Körperbewegung“. Beispielhaft ermittelte und unterstrichene Aspekte, es gilt der mit den höchsten Wichtungspunkten bewertete Aspekt, hier die Wichtung von 5.

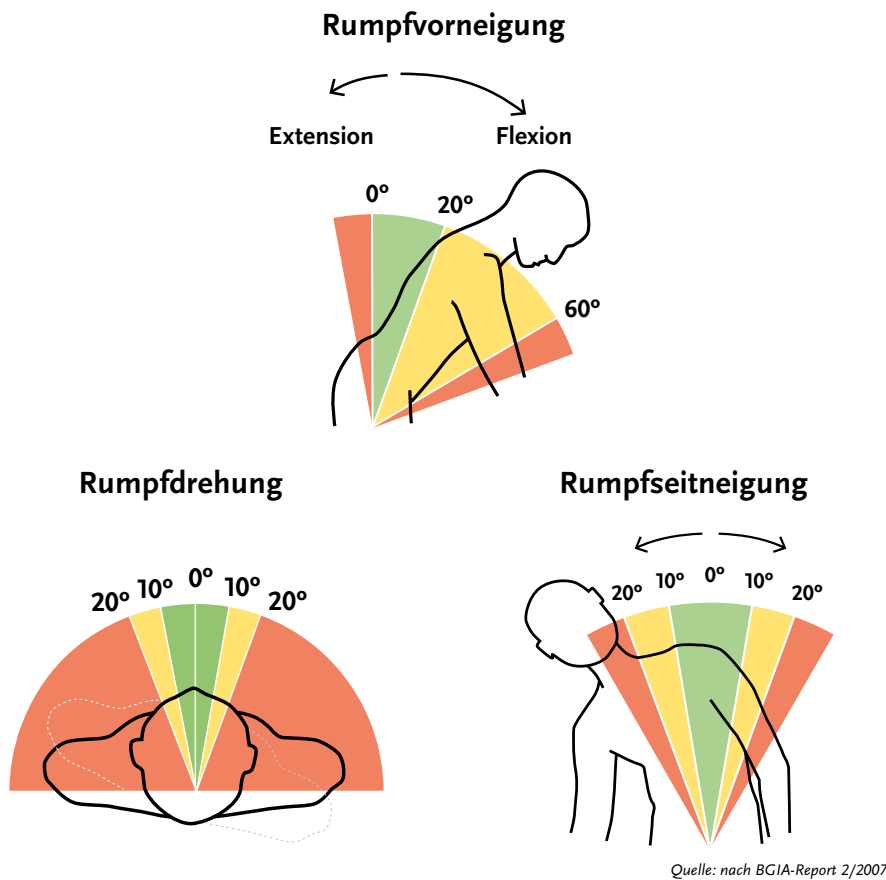
Im Leitmerkmal Körperhaltung/Körperbewegung werden biomechanische Aspekte der eingenommenen Körperhaltung und der energetische Aufwand der Körperfortbewegung berücksichtigt. Ausgehend von der Wichtung 3 für aufrechtes Laufen wird hier auch die Belastung durch Haltungsarbeit ermittelt, die mit schlechter werdender Körperhaltung weiter ansteigt.

Es wird empfohlen, alle auf die betrachtete Teil-Tätigkeit zutreffenden Aspekte, wie

- Rumpfvorneigung/-verdrehung/-seitneigung,
- Kraftangriffshöhe,
- Behinderungen im Beinraum oder
- überwiegendes Ziehen,

zu markieren. Es gilt dann die Wichtung für den am schlechtesten bewerteten Aspekt.

Hilfreich ist das Unterstreichen jedes ermittelten Aspekts. Es gilt der mit den höchsten Wichtungspunkten bewertete Aspekt.



**Abb. 24** Einstufungshilfe für die Wichtung der Rumpfvorneigung und Rumpfseitneigung. (Abbildungen nach BGIA-Report 2/2007).

Bei der Bewertung der Körperhaltung sollen nur die Körperhaltungen berücksichtigt werden, die wirklich notwendig sind und häufig vorkommen. Treten beim Anfahren, Abbremsen und Rangieren kurzzeitig extremere Körperhaltungen auf, ist dies ein starker Hinweis, dass es Einschränkungen bei der Beschaffenheit des Fahrwegs gibt und/oder dass ungünstige Ausführungsbedingungen bzw. ungünstige Eigenschaften von Flurförderzeug/Hängebahn/Hängekran vorliegen.

Manuelles Ziehen kann im Vorwärts- oder Rückwärtsgehen erfolgen. Rückwärtsziehen ist bei kurzen Wegen üblich, hierbei sind unterschiedliche Körperhaltungen und Kraftangriffe möglich. Mit dem manuellen Vorwärtsziehen von Lastgewichten sind häufig ungünstige Körperhaltungen verbunden. Die Benutzung von Deichseln mit beidhändigem Kraftangriff bedingt meistens verdrehte Unterarme, ungünstige Handgelenk- und Schulterstellungen. Der Kraftverlauf ist jedoch symmetrisch. Beim einseitigen Vorwärtsziehen ist der Kraftverlauf asymmetrisch, das bedingt häufig eine Verdrehung im Rumpf und im Schultergelenk.

Aus diesen Gründen wird manuelles Ziehen von Lastgewichten fast immer mit mindestens 5 Punkten gewichtet, bei geringen Handgriffhöhen auch mit 8 Punkten.

## Arbeitsorganisation und zeitliche Verteilung

Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung	Wichtung
<b>Gut:</b> häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten (mit anderen Belastungsarten)/ohne enge Abfolge von höheren Belastungen innerhalb einer Belastungsart an einem Arbeitstag	0
<b>Eingeschränkt:</b> selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten (mit anderen Belastungsarten)/gelegentlich enge Abfolge von höheren Belastungen innerhalb einer Belastungsart an einem Arbeitstag	2
<b>Ungünstig:</b> kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten (mit anderen Belastungsarten)/häufig enge Abfolge von höheren Belastungen innerhalb einer Belastungsart an einem Arbeitstag mit zeitweise hohen Belastungsspitzen	4

**Abb. 25** Formblatt LMM-ZS: Bestimmung des Leitmerkmals Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung. Die Tabelle ist für seltene Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten an einem Arbeitstag markiert worden.

Mit dem Merkmal „Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung“ wird insbesondere das Risiko übermäßiger muskulärer Ermüdung über den gesamten Arbeitstag hinweg durch die folgenden Aspekte berücksichtigt:

- einseitige, gleichartige Belastungsmuster
- enge Abfolge höherer Belastungen mit zeitweise hohen Belastungsspitzen
- unzureichende Erholungspausen oder Erholzeiten

**Belastungswechsel** beschreibt die Abfolge von andersartigen Belastungen. Betrachtet werden sowohl Teil-Tätigkeiten als auch übergreifend der gesamte Arbeitstag.

- **Gut:** häufig Belastungswechsel  
Haben eine oder mehrere Teil-Tätigkeiten mit manuellem Ziehen und Schieben von Lasten einen geringeren Zeitanteil am Arbeitstag (z. B. unter 2 Std. bei einem 8-stündigen Arbeitstag), so ist „Gut: häufig Belastungswechsel ...“ auszuwählen. Allerdings nur, wenn in den verbleibenden rund 6 Std. auch Tätigkeiten mit anderen Belastungsarten (z. B. Belastung anderer Muskelgruppen) ausgeführt werden oder gar keine körperliche Belastung vorkommt. Eine „gute“ zeitliche Verteilung liegt insbesondere dann vor, wenn die zu Teil-Tätigkeiten zusammengefassten Arbeitszyklen über den Arbeitstag verteilt sind und zeitlich nicht unmittelbar aneinandergrenzen.
- **Eingeschränkt:** selten Belastungswechsel  
Alle Teil-Tätigkeiten, die nicht in die Kategorie „Gut“ (siehe oben) oder „Ungünstig“ (siehe unten) eingeordnet werden können.
- **Ungünstig:** kein/kaum Belastungswechsel  
Nehmen eine oder mehrere Teil-Tätigkeiten mit manuellem Ziehen und Schieben von Lasten den größten Teil des Arbeitstages in Anspruch (z. B. mehr als 5 Std. bei einem 8-stündigen Arbeitstag), so ist „Ungünstig: kein/kaum Belastungswechsel ...“ auszuwählen. Eine ungünstige zeitliche Verteilung liegt insbesondere dann vor, wenn die zu Teil-Tätigkeiten zusammengefassten Arbeitszyklen zeitlich unmittelbar aneinandergrenzen.



Die sachgemäße Interpolation zwischen den Kategorien des Merkmals ist zulässig.

Wenn höhere Belastungen durch manuelles Ziehen und Schieben gleicher Belastungsart in schneller Folge an einem Arbeitstag vorkommen, ist selten ein Belastungswechsel möglich. Umso ungünstiger ist die „Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung“ und umso mehr Wichtungspunkte sind zu ermitteln. Das heißt umgekehrt: Die Arbeitsabläufe sollten so gestaltet werden, dass die zeitlichen Abstände zwischen höheren Belastungen durch manuelles Ziehen und Schieben größer sind. Es sollte also Unterbrechungen durch Belastungswechsel oder Pausen geben.

■ Arbeitstätigkeiten ohne Belastungswechsel sollten vermieden werden.

### 3.3 Dritter Schritt: Bewertung und Beurteilung

Ermittlungs-, Bewertungs-, Beurteilungs- und Gestaltungsgrundlage ist die Art und Ausprägung der Arbeitsanforderungen, die an die Beschäftigten gestellt werden. Dabei werden sowohl die Weglänge bzw. die Dauer, das Lastgewicht und die Körperhaltung als auch sonstige wichtige Arbeitsbedingungen berücksichtigt. Grundsätzlich gilt, dass mit steigenden Arbeitsanforderungen auch die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung zunimmt.

**3. Schritt: Bewertung und Beurteilung**

	<b>Lastgewicht/Flurförderzeug</b>	6		
	<b>Fahrweg</b> +	7		
	<b>Ungünstige Ausführungsbedingungen (Σ ZW)</b> +	4		
	<b>Eigenschaften Flurförderzeug (Σ ZW)</b> +	3		
	<b>Körperhaltung</b> +	5		
	<b>Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung</b> +	0		
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,5 Zeitwichtung</div>	x	<b>Summe</b>	=	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">25</div>
		<b>Merkmalswichtungen:</b>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><del>x 1,3</del></div>
		<small>ZS zu zweit:</small>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><del>x 0,7</del></div>
			=	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><b>88</b> Ergebnis</div>

wenn weibliche Beschäftigte:

**Abb. 26** Formblatt LMM-ZS: Bewertung am Beispiel der Teil-Tätigkeit „Transport von Müllsammelbehältern“: Ein Beschäftigter schiebt 120-mal pro Arbeitsschicht einen beladenen Müllsammelbehälter mit einem Gesamtlastgewicht von 200 kg über eine Strecke von 15 m. Dabei sind Steigungen von 2° bis 3° und Bordsteinkanten zu bewältigen. Die Ausführung erfolgt gleichmäßig verteilt über die Arbeitsschicht, und andersartige Belastungen kommen zwischenzeitlich ebenfalls vor.

Die Bewertung der Teil-Tätigkeit erfolgt anhand des **tätigkeitsbezogenen LMM-Punktwertes**. Dieser errechnet sich aus der Summe der Wichtungen der einzelnen Leitmerkmale multipliziert mit der Zeitwichtung.

Der errechnete LMM-Punktwert für eine Teil-Tätigkeit mit manuellem Ziehen und Schieben von Lasten und der daraus resultierende Risikobereich entsprechen nur dann dem Gesamtrisiko, wenn keine weiteren Teil-Tätigkeiten mit manuellem Ziehen und Schieben von Lasten an einem Arbeitstag ausgeführt werden. Teil-Tätigkeiten mit unterschiedlicher Ausprägung der Merkmale sind getrennt zu beurteilen.

Die einzelnen LMM-Punktwerte können aufgrund der nichtlinearen Zeitwichtung der LMM-ZS nicht einfach addiert werden. Für die Zusammenfassung der Risikopunktwerte mehrerer Teil-Tätigkeiten mit Ziehen- und Schieben-Tätigkeiten zu einem Gesamtpunktwert für den Arbeitstag kann die Erweiterte Leitmerkmalmethode LMM-Multi-E genutzt werden. Dieser Gesamtpunktwert bestimmt dann über die LMM-Risikotabelle das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung für die Belastungsart manuelles Ziehen und Schieben von Lasten.

■ Mehrere Teil-Tätigkeiten können mit der Erweiterten Leitmerkmalmethode LMM-Multi-E zu einem Gesamtpunktwert zusammengefasst werden.

Anhand des errechneten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Beurteilung vorgenommen werden:

Risiko	Risikobereich	Belastungshöhe <sup>*)</sup>	a) Wahrscheinlichkeit körperlicher Überbeanspruchung b) Mögliche gesundheitliche Folgen	Maßnahmen	
	1	< 20 Punkte	gering	a) Körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich. b) Gesundheitsgefährdung nicht zu erwarten	Keine
	2	20 – < 50 Punkte	mäßig erhöht	a) Körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen möglich. b) Ermüdung, geringgradige Anpassungsbeschwerden, die in der Freizeit kompensiert werden können	Für vermindert belastbare Personen sind Maßnahmen zur Gestaltung und sonstige Präventionsmaßnahmen sinnvoll.
	3	50 – < 100 Punkte	wesentlich erhöht	a) Körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. b) Beschwerden (Schmerzen) ggf. mit Funktionsstörungen, meistens reversibel, ohne morphologische Manifestation	Maßnahmen zur Gestaltung und sonstige Präventionsmaßnahmen sind zu prüfen.
	4	≥ 100 Punkte	hoch	a) Körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. b) Stärker ausgeprägte Beschwerden und/oder Funktionsstörungen, Strukturschäden mit Krankheitswert	Maßnahmen zur Gestaltung sind erforderlich. Sonstige Präventionsmaßnahmen sind zu prüfen.

\*) Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung zunimmt.

Abb. 27 Formblatt LMM-ZS: Risikokonzept bzw. Risikotabelle der Leitmerkmalmethoden.

Wie oben bereits beschrieben, gelten für die jeweiligen Transportmittel **Lastgrenzen**, aus denen Wichtungspunkte von 50 und 100 resultieren. Dies ist beabsichtigt und soll auch bei wenigen ZS-Vorgängen mit einem Endergebnis von über 50 LMM-Punkten bzw. über 100 LMM-Punkten eine mögliche bzw. wahrscheinliche körperliche Überbeanspruchung bzw. eine wesentlich erhöhte und hohe Belastung (Risikobereich 3 bzw. 4) aufzeigen und deutlich machen, dass Gestaltungsmaßnahmen zu prüfen bzw. erforderlich und umzusetzen sind.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass ein Gesamtergebnis von z. B. 300 LMM-Punkten ein exakt dreimal höheres Gesundheitsrisiko anzeigt als ein Gesamtergebnis von 100 Punkten. Es gilt, dass ab einem LMM-Punktwert von 100 Gestaltungsmaßnahmen festzulegen und zu treffen sind.

Sind aufgrund der Gefährdungsbeurteilung Gestaltungsmaßnahmen festzulegen, sollten grundsätzlich die Ursachen für die hohen Wichtungspunktwerte einzelner Leitmerkmale vermieden oder beseitigt werden. Falls dies nur mit einem unverhältnismäßigen Aufwand möglich ist, sind hohe Wichtungspunktwerte einzelner Leitmerkmale so zu minimieren, dass geringe bzw. nur mäßig erhöhte Arbeitsbelastungen erreicht werden können.

Anhand des errechneten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Beurteilung vorgenommen werden:

Risiko <sup>*)</sup>	Risikobereich <sup>**)</sup>	Belastungshöhe	Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung	Mögliche gesundheitliche Folgen	Arbeitsmedizinische Vorsorge	Weitere Maßnahmen
	1	gering	unwahrscheinlich	nicht ausgeschlossen	Wunschvorsorge nach § 11 ArbSchG und § 5a ArbMedVV	Im Einzelfall sind Maßnahmen zur Gestaltung der Arbeit und sonstige ergänzende Präventionsmaßnahmen zu prüfen.
	2	mäßig erhöht	selten	Ermüdung, geringgradige Anpassungsbeschwerden, Kompensation in der Freizeit		
	3	wesentlich erhöht	möglich	Beschwerden (Schmerzen) ggf. mit Funktionsstörungen, reversibel ohne morphologische Manifestation	Angebotsvorsorge nach § 5 in Verbindung mit Anhang Teil 3 Abs. 2 Nr. 4 ArbMedVV	Maßnahmen zur Gestaltung der Arbeit und sonstige ergänzende Präventionsmaßnahmen sind zu prüfen.
	4	hoch	wahrscheinlich	stärker ausgeprägte Beschwerden und/oder Funktionsstörungen, Strukturschäden mit Krankheitswert möglich		

<sup>\*)</sup> Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigendem Risikobereich die körperliche Belastung zunimmt.

<sup>\*\*)</sup> Risikobereich nach Risikokonzept, entspricht z. B. bei der Beurteilung mit den Leitmerkmalmethoden pro Belastungsart der Zuordnung der jeweils ermittelten Punktschichten für eine Arbeitsschicht zu einem der vier Risikobereiche.

**Abb. 28** Risikobereiche für alle körperlichen Belastungsarten im Sinne der Arbeitsmedizinischen Regel AMR 13.2 („Tätigkeiten mit wesentlich erhöhten körperlichen Belastungen mit Gesundheitsgefährdungen für das Muskel-Skelett-System“) und Maßnahmen gemäß der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV).

Das mehrstufige Leitmerkmalmethoden-Inventar ist passfähig zu den in der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) beschriebenen Vorsorgeanlässen für „wesentlich erhöhte körperliche Belastungen“. Diese werden auch in der Arbeitsmedizinischen Regel AMR 13.2 („Tätigkeiten mit wesentlich erhöhten körperlichen Belastungen mit Gesundheitsgefährdungen für das Muskel-Skelett-System“) genauer gefasst:

- Liegt nach fachkundiger Beratung oder nach Durchführung eines Grobscreeningverfahrens **keine bzw. eine geringe Belastung (Risikobereich 1)** vor, können im Einzelfall körperliche Überbeanspruchungen nicht ausgeschlossen werden. Auf Wunsch muss Beschäftigten arbeitsmedizinische Vorsorge ermöglicht werden.
- Liegt nach der Durchführung von speziellen Screeningverfahren, Expertenscreeningverfahren, betrieblichen Messungen oder Labormessungen eine **mäßig erhöhte Belastung (Risikobereich 2)**, jedoch keine wesentlich erhöhte oder hohe Belastung (Risikobereich 3 oder 4) vor, sind im Einzelfall körperliche Überbe-

anspruchungen möglich. Auf Wunsch muss Beschäftigten arbeitsmedizinische Vorsorge ermöglicht werden. Gegebenenfalls sind im Einzelfall Maßnahmen zur Gestaltung der Arbeit sowie sonstige ergänzende Präventionsmaßnahmen wie beispielsweise Maßnahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung zu prüfen.

- Liegt eine **wesentlich erhöhte oder hohe Belastung vor (Risikobereich 3 oder 4)**, sind vorrangig Maßnahmen zur Gestaltung der Arbeit zu prüfen (Risikobereich 3) bzw. erforderlich (Risikobereich 4). Der Arbeitgeber muss den Beschäftigten arbeitsmedizinische Vorsorge anbieten (Angebotsvorsorge). Darüber hinaus können ergänzende Präventionsmaßnahmen wie beispielsweise Maßnahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung geprüft werden.

### 3.4 Gestaltungsmaßnahmen und sonstige Präventionsmaßnahmen

Nach DIN EN ISO 26800 muss ein ergonomischer Gestaltungsansatz **menschorientiert** sein. Das bedeutet, dass sämtliche gestaltbaren Komponenten eines Systems, eines Produkts oder einer Dienstleistung an die Merkmale der vorgesehenen Benutzerinnen und Benutzer, Operateurinnen und Operateure oder Arbeitenden angepasst sind. Das heißt im Umkehrschluss, dass nicht die Menschen dem System, Produkt oder der Dienstleistung entsprechend ausgewählt und/oder an diese angepasst werden. Bei der Gestaltung eines Arbeitssystems sind insbesondere die Beschäftigten und deren körperliche Eigenschaften und Fähigkeiten sowie die Arbeitsumgebung zu berücksichtigen.

■ Teil-Tätigkeiten mit den höchsten LMM-Punktwerten sowie mit hohen Ausprägungen/Wichtigungen in den Einzelmerkmalen sollten zuerst gestaltet werden.

Speziell für Arbeitssysteme mit einem hohen Anteil an manuellem Ziehen und Schieben von Lasten, wie sie mit der LMM-ZS beurteilt werden können, gelten die folgenden Gestaltungsmöglichkeiten.





**Gute Gestaltung zeichnet sich aus durch:**

- durchdachte Transportmittelauswahl, angepasst an den Nutzungskontext
- Vermeidung unnötiger Transportwege und unnötiger Transportlasten
- nachhaltige Optimierung der Fahrwege im Innen- und Außenbereich
- regelmäßige Wartung und Instandhaltung der Transportmittel
- kontinuierliches Monitoring sich verändernder Umgebungsbedingungen
- kontinuierliche Verbesserung (Elektrifizierung, modernes Zubehör o. Ä.)

*Transportmittel zum manuellen Ziehen und Schieben von Lasten*

Für jeden Anwendungsfall lässt sich ein optimales Transportmittel finden oder anpassen. Viele Hersteller bieten Produktkonfiguratoren an, die beim Entscheidungsprozess unterstützen. Je mehr Kriterien neben Art, Größe und Lastgewicht der Beladung einbezogen werden, umso besser lassen sich die Lebensdauer des Transportmittels und die Belastung der Beschäftigten optimieren. Wie häufig werden die Transportmittel von den Beschäftigten genutzt? Wo befinden sich die Transportwege in der Intralogistik? Wie sind die Fahrwege, insbesondere im Außenbereich, beschaffen? Mit anwendungsspezifischen Rädern und Rollen lässt sich die Belastung deutlich optimieren. Deren Anordnung, Durchmesser, Laufbelagsmaterial und das gewählte Zubehör sind hierbei effektive Stellgrößen.

*Mögliche Verbesserungspotenziale für ergonomische Transportmittel durch:*

- Leichtbaukonstruktion mit ausreichender Stabilität
- Leichtlaufräder mit abgestimmter Lastkapazität
- Gewährleistung von Spurtreue und Wendigkeit je nach Arbeitsaufgabe
- flexible Griffanordnung zum Umfassen und Lenken
- Konstruktion, die freie Sicht auf den Fahrweg ermöglicht
- Auslegung für natürliche Körperhaltungen und effektive Bewegungen
- deutlich erkennbare Zuladungs- und Schwerpunktangaben
- Verfügbarkeit von nützlichem Zubehör wie Anfahrhilfen und Bremssystemen
- Andockfähigkeit an elektrische Zieh- und Schiebehilfen



### Optimierung der Räder und Rollen von Flurförderzeugen

Ein **abgestimmtes Fahrwerk** wirkt sich positiv auf Bodenschonung, Fahrgeräusch, Kippstabilität, Korrosionsbeständigkeit, Lebensdauer, Steuerungsfähigkeit und Wendekreis aus. Bei der richtigen Räder- und Rollenauswahl helfen Produktkonfiguratoren der Hersteller. Folgende Aspekte sind zu beachten:

- Innen-/Außentransport/Wegzustand  
→ Rad-/Rollenart und Zubehör
- maximales Transportgewicht  
→ Tragfähigkeit pro Rad/Rolle zzgl. Sicherheitszuschlägen
- Umgebungsbedingungen/Hindernisse  
→ Lagerart/Laufbelagsmaterial
- hohe Transportgewichte  
→ Schwerlastauslegung
- Neigungen  
→ optimierte, stets bedienbare (ortsfeste) Bremssysteme mit erhöhtem Festhaltedruck/zusätzliche Bremshebel

Hohe Rollwiderstände sind oft auf unangepasste Räder und Rollen zurückzuführen.

Aufgrund der großen Optimierungspotenziale und der Mehrdimensionalität der Thematik wird die Inanspruchnahme professioneller Beratung im Beschaffungsprozess empfohlen. Das gilt vor allem, wenn besondere Anforderungen zu berücksichtigen sind, z. B. Leitfähigkeit oder Beständigkeit gegen Öle, Chemikalien und Hitze.

Mit der Anzahl und Anordnung der Räder und Rollen lassen sich insbesondere die Kippstabilität, Traglast, Spurtreue und Wendigkeit des Transportmittels positiv beeinflussen. Trolleys, die ausschließlich mit Lenkrollen ausgestattet sind, sind wendig und eignen sich für geringes Transportgewicht in engen Gängen. Bei Rollenanordnungen mit drei Lenkrollen können beladene Transportwagen mit hohem Schwerpunkt jedoch schnell kippen. Für längere Wegstrecken, höhere Lastgewichte und unebene Fahrwege ist dagegen eine Kombination aus Bock- und Lenkrollen in der Regel besser geeignet.

Generell erhöhen Abnutzung, Beschädigung und Verschmutzung die Reibungswiderstände der Laufbeläge. Bei gleichem Arbeitsergebnis steigen damit auch die Arbeitsbelastung und in der Folge das Gesundheitsrisiko der Beschäftigten. Deshalb sind regelmäßige Wartung und Instandhaltung wichtige betriebliche Präventionsmaßnahmen.

Messergebnisse zum Einsatz von Laufbelägen, die auf die Bodenbeschaffenheiten abgestimmt sind, haben gezeigt: Die von den Beschäftigten aufzubringenden Aktionskräfte lassen sich bei vielen Praxisanwendungen auf ein Drittel minimieren. Die absoluten Effekte wurden ab Transportgewichten von etwa 200 kg besonders deutlich und vergrößerten sich mit dem Transportgewicht. Kunststoffmaterialien mit hoher Belagshärte wie Polyamid eignen sich für Innenanwendungen mit einfachen Anforderungen wie robusten Böden ohne Verschmutzungen. Harte und gleichzeitig elastische Spezialmaterialien wie Polyurethan-Elastomere empfehlen sich bei hohen Transportgewichten und komplexen Anforderungen wie Hindernissen, Verschmutzungen und Zusatzanforderungen an Bodenschonung und Lärmentwicklung (Mühlemeyer et al., 2015).

Sofern produktionsbedingt und unter Beachtung der notwendigen Standsicherheit des Transportmittels möglich, sollte in allen Anwendungsfällen – insbesondere aber bei komplexen Bodenanforderungen – der Durchmesser der Räder und Rollen so groß wie möglich dimensioniert werden und auf dämpfende Eigenschaften der Laufbelagsmaterialien und Lagerungen geachtet werden. Hand-Arm-Vibrationen lassen sich durch hart-elastische Laufbelagsmaterialien und spezielle Lagerschalen verringern. Diese eignen sich auch, um erhöhte Qualitätsanforderungen wie etwa beim Transport frisch lackierter Teile zu erfüllen.

Bei exakt zu positionierenden Transportwagen und häufig durchzuführenden Richtungsänderungen begünstigen ballige Laufbelagsflächen die Manövrierbarkeit, da die Laufbelagsgeometrie den Schwenkwiderstand verringert. Weitere Präventionsmaßnahmen sollten erwogen werden, wenn häufiges Anfahren und Abbremsen notwendig ist. In solchen Fällen helfen zusätzliches Zubehör wie Antriebsunterstützung und einfach bedienbare Bremssysteme.

#### *Optimierung von Karren*

Karren sind robuste Universaltransportgeräte. Sie können als ergonomische Gestaltungsmaßnahme betrachtet werden, da mit ihrer Hilfe das Tragen von Gewichten über längere Strecken vermieden werden kann. Bei einem relativ geringen Eigengewicht von ca. 10 kg können teilweise Zuladungen von bis zu 200 kg horizontal transportiert werden.

Karren werden häufig im Außentransport eingesetzt und sind daher in der Regel mit Luft- oder Vollgummibereifung ausgestattet. Die Belastung lässt sich hier insbesondere durch ebene und feste Untergründe im Außenbereich optimieren, beispielsweise durch Holzbohlen und Überfahrbrücken (Backhaus et al., 2012). Achsdurchmesser, Bereifungsart und Luftdruck sollten auf den Untergrund und dessen Hindernisse



abgestimmt sein. Vergessen wird häufig der Parameter Flächenpressung. Nur wenn die Kontaktfläche groß genug ist, kann das Einsinken von Karren in weiche Böden verhindert werden.

### Entlastung durch ergonomisch optimierte Karren

Ergonomisch optimierte Karren verfügen über verstellbare Griffsysteme und über von Transportwagen adaptierte Zusatzfunktionen, die für mehr Stabilität und Wendigkeit sorgen. Im besten Fall kann mit ausfahrbaren Stützarmen aus einer Karre ein Transportwagen gemacht werden. Gabelaufnahmen erlauben das Auf- und Abladen in aufrechter Körperhaltung. Für Innenanwendungen eignen sich Fasskarren, die über Rollen mit hoher Laufbelagshärte und damit geringem Rollwiderstand verfügen. Abnehmbare Handgriffe verhindern, dass die Fässer nach der Positionierung (ruckartig) aus der Vorrichtung entnommen werden müssen.

Häufige Richtungsänderungen und das ständige Ausbalancieren von Gewichten können relevante Belastungen darstellen. Durch entsprechendes Training der Beschäftigten lassen sich negative Auswirkungen vermeiden.

### Optimierung von Hängebahnen und Hängekranen

Auch Hängebahnen und Hängekrane gehen an sich bereits mit einer ergonomischen Verbesserung einher. Schienenführungssysteme und Kranfahrwerke mit geringer Rollreibung ermöglichen es, schwere Gegenstände mit vergleichsweise geringem Kraftaufwand zu bewegen. Unnötiges Tragen über längere Strecken wird vermieden, und Industriehallenböden werden gegenüber der Verwendung von Flurförderzeugen geschont. Elektro-Kettenzüge übernehmen den Hub.

Um einen sicheren und gesunden Transport zu gewährleisten, ist eine einfache Handhabbarkeit ohne Kontrollverlust und Verletzungsgefahr sicherzustellen. Auch hier gibt es viele Möglichkeiten, z. B. Kraftunterstützung, Gewichtsoptimierung und automatische Stoppsysteme. Insgesamt sollten die verwendeten Komponenten modular und gut aufeinander abgestimmt sein. Verschleißfeste, wartungsarme Materialien, präzise Aufnahme und Platzierung, ruckelfreie Bewegungen – auf diese Weise kann die Belastung über eine möglichst lange Lebensdauer der Systeme auf verschleißfreiem Anfangsniveau gehalten werden. Studien unterstreichen, wie wichtig die ausreichende Reichweite des Systems ist, um zusätzlichen Kraftaufwand am Ende der Wirkbereiche zu vermeiden.

■ **Materialien mit einer langen Lebensdauer verhindern, dass die Belastung im Laufe der Zeit verschleißbedingt zunimmt.**

Relativ einfach und schnell lässt sich der Untergrund der Transportmittel optimieren. Liegen beispielsweise Paletten im Weg? Informationen über die Tragfähigkeit sollten klar leserlich von allen Bedienseiten einsehbar sein. Bei Instandhaltung und Neubeschaffung sollten immer auch Neuentwicklungen mit einbezogen werden. Sind neue Bediensysteme verfügbar, die Schalter überflüssig machen? Passt die Lastaufnahme noch zu aktuellen Produkten? Erschwert Pendeln das Einlegen und Herausnehmen der Lasten? Sind die Haken leicht zugänglich?

Insbesondere bei Neubeschaffungen sollte die gesamte Fahrwerksbaugruppe im Fokus stehen. Kann es zum Verkeilen kommen? Wie hoch ist die Masse des mitbewegten Systems? Kann ein Kranfahrwerk eingesetzt werden, bei dem nur Teilabschnitte des Hängekrans bewegt werden müssen? Hat der Hersteller Messungen zum erforderlichen Anlaufkraftaufwand durchgeführt und stellt er diese zur Verfügung? Wird Schmutzansammlungen in den Fahrwerksprofilen mit einer geschlossenen Laufschielenkonstruktion vorgebeugt und sind die Oberflächen korrosionsfrei?

### *Optimierte Griffgestaltung*

Eine optimierte Griffgestaltung wirkt sich positiv auf neutrale Hand-/Armstellungen aus. Studien haben den Zusammenhang eingehend untersucht und Empfehlungen ausgearbeitet (vgl. Hettinger & Wobbe, 1993). Aber auch Aspekte wie Körperhaltung, Beinfreiraum, Arbeitssicherheit (Quetschungen), Wirkungsgrade und damit der Gesamtkomfort des Transportmittels profitieren von einer ergonomischen Griffgestaltung.

Geprüft werden sollte, ob alle Transportmittel über Griffe verfügen und ob sie in der richtigen Höhe angebracht sind. Druckstellen an den Händen, die auf eine ungünstige Krafteinleitung hindeuten, sind als Warnhinweise zu betrachten. Nützliche Hinweise zur Griffgestaltung liefern die Standardwerke der Ergonomie, die DIN-Normen und das BAuA-Ergonomiekompodium (2010).

Griffe sollen zwischen 85 cm und 110 cm höhenverstellbar sein. Die Griffhöhe sollte mindestens eine Handbreite betragen, also 11 cm, besser jedoch mindestens 13 cm, damit die Bedienung auch mit Handschuhen problemlos möglich ist. Geachtet werden sollte auf Formschluss und Kraftkopplung, um eine möglichst große Kraftübertragungsfläche zu gewährleisten (Bullinger et al., 1979). Über verschiedene Anwendungen hinweg werden ausgeformte Griffe von Anwenderinnen und Anwendern regelmäßig besser bewertet als eine simple Stabform (Kluth & Strasser, 2005). Der Durchmesser sollte etwa 25 bis 40 mm betragen.

### *Fahrwegbeschaffenheit und Ausführungsbedingungen*

Optimierte Fahrwegbeschaffenheit und Ausführungsbedingungen verringern die Anfahr-, Roll- und Überrollwiderstände, verlängern die Lebensdauer der Transportmittel und können zu einer erhöhten Produktqualität beitragen. Folgende Gestaltungsaspekte sollten in Innen- und Außenbereichen permanent überprüft werden:

- ebener, stabiler, sauberer und rutschfester Fahrweg, möglichst ohne Neigung und ohne enge Kurvenführung
- regelmäßige Beseitigung von Schlaglöchern, Hindernissen und Verschmutzung
- Verzicht auf manuellen Transport über Rampen und Treppen durch Automatisierung oder Nutzung von Alternativen wie Lastenaufzügen
- Schaffung von Ausrollmöglichkeiten, Bremssystemen, Anschlagpuffern und Leitplanken bei häufigen Fahrunterbrechungen, Richtungswechseln, exakter Positionierung und erhöhter Bewegungsgeschwindigkeit
- Schaffung optimaler Sichtverhältnisse durch möglichst gleichmäßige sowie tätigkeits- und sicherheitsorientierte Ausleuchtung der Fahrwege (siehe [www.baua.de/ASR](http://www.baua.de/ASR))

### Arbeitsorganisation

Bei hohen Belastungsintensitäten setzt Ermüdung bereits nach relativ kurzer Belastungsdauer ein. Auf diese Weise schützt sich der menschliche Organismus vor Überlastungen. Neben physischen Reaktionen wie verringerten Körperkräften treten psychische Reaktionen wie nachlassende Aufmerksamkeit auf. In der Folge lassen Produktivität und Arbeitsqualität nach, und das Verletzungsrisiko steigt.

Eine geeignete zeitliche Verteilung der Arbeitsaufgaben während der Arbeitsschicht beruht daher auf einer auf die Arbeitsintensität abgestimmten Expositionsdauer von Teil-Tätigkeiten in Verbindung mit der übergreifenden Organisation mehrerer Belastungswechsel und deren zeitlicher Anordnung zueinander. Von Bedeutung sind Maßnahmen wie die Vermeidung lang andauernder monotoner Tätigkeiten, der Einsatz von Springern bei erhöhtem Auftragseingang, der Wechsel mit physisch entlastenden Tätigkeiten (Stapler fahren, Dokumentation o. Ä.) sowie ausreichende Erholungszeiten direkt im Anschluss an intensive Belastungsabschnitte.

### Ausbildung, Training, Arbeitsanweisung und Unterweisung

Inhalte regelmäßiger Ausbildungen, Trainings, Arbeitsanweisungen und Unterweisungen sollten auf eingesetzte Transportmittel, die Umgebungsbedingungen und die Zusammensetzung der Belegschaft abgestimmt sein. Besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen wie Jugendliche, werdende Mütter, unerfahrene Beschäftigte usw. sollten dabei berücksichtigt werden.

Informationen zum gesundheitsverträglichen Lastentransport sollten auch in Unterweisungen vermittelt werden.

Sich regelmäßig wiederholende Themenstellungen sollten sein:

- biomechanische Vorteile des Schiebens mit geradem, aufrechtem Rücken gegenüber dem Ziehen im Allgemeinen und gegenüber dem einseitig verdrehten Ziehen und ruckartigen Bewegungen im Speziellen
- Standort, Verwendung und Akkumulatorladung von Elektroschleppern
- Prozesse der Übergabe schwergängiger Transportwagen an die Wartungs- und Instandhaltungsabteilung
- Erkennen eigener Grenzen bei der manuellen Lastenhandhabung und Sensibilisierung zur gegenseitigen Unterstützung und Hilfe
- Aufklärung über die Wirkung von Fehlbelastungen im Muskel-Skelett-System, möglichst unter Einbeziehung der betriebseigenen Ursachen für Scherkräfte und Torsionsmomente im Bewegungs- und Stützapparat
- regelmäßige Wiederholung von Verboten zum Überladen von Transportmitteln und von Geboten wie dem aufmerksamen und vorausschauenden Bewegen, dem langsamen Beschleunigen und Abbremsen
- Erläuterung zu nützlichem Zubehör wie Bremssystemen, Wegrollsicherungen und zu Abstellvorschriften für Transportgeräte bei Gefälle
- Ausbildung, Training, Arbeitsanweisung und Unterweisung neuer Beschäftigter zu Hängebahn- und Kransystemen
- gemeinsame Absprachen zur Mitwirkung der Beschäftigten bei der Optimierung, beispielsweise zum Einholen von Feedback über die aktuellen Arbeitsschuhmodelle



## Fazit



Das mehrstufige **Leitmerkalmethoden-Inventar** bietet für Tätigkeiten mit körperlichen Belastungen eine betriebspraktikable Vorgehensweise bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen und der menschengerechten Arbeitsgestaltung. Es entspricht damit z. B. den Forderungen des Arbeitsschutzgesetzes, der Lastenhandhabungsverordnung und der Betriebssicherheitsverordnung.

Mit den **Leitmerkalmethoden** und den **Erweiterten Leitmerkalmethoden** lassen sich von betrieblichen Praktikern (Führungskräfte, Arbeitsgestalterinnen und -gestalter, Beschäftigtenvertretungen, Sicherheitsfachkräfte, Betriebsärztinnen und -ärzte)

- die bedeutsamen körperlichen Belastungsmerkmale ermitteln,
- die Wahrscheinlichkeit einer Überbeanspruchung durch körperliche Belastungen bewerten,
- die Maßnahmenerforderlichkeit bzw. der Handlungsbedarf beurteilen und
- die erforderlichen Maßnahmen treffen und deren Wirksamkeit überprüfen.



Des Weiteren dienen die Formblätter und die Formblätter mit integrierter Rechenfunktion (interaktive Formblätter) zur Dokumentation

- der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung,
- der festgelegten Maßnahmen und
- der Ergebnisse der Überprüfungen der Maßnahmenwirksamkeit (vgl. Arbeitsschutzgesetz, Lastenhandhabungsverordnung und Betriebssicherheitsverordnung).

Mit der Leitmerkalmethode zur Beurteilung und Gestaltung von Belastungen beim manuellen Ziehen und Schieben von Lasten können Tätigkeiten zum Fortbewegen von Flurförderzeugen, Hängebahnen oder Hängekrane mit Muskelkraft beurteilt und gestaltet werden. Diese Tätigkeiten stellen immer noch eine häufig vorkommende körperliche Belastungsart im Berufsalltag dar.

Wie bei allen Leitmerkalmethoden wurde auch bei der LMM-ZS angestrebt, eine Anwendung ohne ergonomische Spezialkenntnisse und ohne aufwendige Messungen zu ermöglichen. Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse, Training und Übung in der Anwendung dieser Methode sowie insbesondere eine sehr gute Kenntnis der zu beurteilenden Arbeitsbedingungen am betreffenden Arbeitsplatz.

■ Voraussetzung sind Grundkenntnisse, Übung in der Anwendung der Methode und vor allem eine sehr gute Kenntnis der Arbeitsbedingungen.

## Weiterführende Informationen

**Arbeitsmedizinische Regel (AMR) 13.2, 2022.** Tätigkeiten mit wesentlich erhöhten körperlichen Belastungen mit Gesundheitsgefährdungen für das Muskel-Skelett-System. Bekanntmachung des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales vom 3.11.2021 – IIIb1-36628-15/9. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/AMR/pdf/AMR-13-2.pdf>

**ArbSchG, 1996.** Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz, ArbSchG). Verfügbar unter: <http://www.gesetze-im-internet.de/arbSchg>

**Backhaus, C., Jubb, K.-H., Post, M., Ellegast, R., Felten, C., Hedtmann, J., 2012.** Belastung des Muskel-Skelett-Systems beim Ziehen und Schieben von Müllgroßbehältern. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 2012/4.

**BGIA-Report 2/2007.** Muskel-Skelett-Erkrankungen der oberen Extremität und berufliche Tätigkeiten. Sankt-Augustin: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG). ISBN 978-3-88383-722-9. Verfügbar unter: [https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rep2\\_07.pdf](https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rep2_07.pdf)

**Bullinger, H.-J., Kern, P., Solf, J. J., 1979.** Reibung zwischen Hand und Griff. Der Einfluss von Material und Oberfläche auf das Reibungsverhalten zwischen Hand und Arbeitsmittelhandseite. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 1979. Forschungsbericht 213.

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 2010.** Ergonomiekompilendium. Anwendung Ergonomischer Regeln und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten 2010. Dortmund: Herausgeber. ISBN 978-3-88261-118-2. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2116-2.html>

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 2019.** MEGAPHYS – Mehrstufige Gefährdungsanalyse physischer Belastungen am Arbeitsplatz. Band 1. 1. Auflage. Dortmund: Herausgeber. doi:10.21934/baua:bericht20190821. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2333.html>

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 2020a.** Erweiterte Leitmerkmalmethoden (LMM-E): Algorithmen für Interpolation und Zusammenfassung. baua: Fokus. Dortmund: Herausgeber. doi:10.21934/baua:fokus20200414. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Algorithmen-Leitmerkmalmethoden.html>

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 2020b.** Hinweise zur Nutzung der PDF-Formulare der Erweiterten Leitmerkalmethoden mit integrierten Rechenfunktionen (LMM-E). Dortmund: Herausgeber. Verfügbar unter: [https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/Leitmerkalmethode\\_node.html](https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/Leitmerkalmethode_node.html)

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 2020c.** Basis-Check und Einstiegsscreening bei körperlicher Belastung. Dortmund: Herausgeber. Verfügbar unter: [https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung/Gefahrungsbeurteilung/Leitmerkalmethode/pdf/Einstiegsscreening-interaktiv.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung/Gefahrungsbeurteilung/Leitmerkalmethode/pdf/Einstiegsscreening-interaktiv.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 2020d.** Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit – Berichtsjahr 2019. Unfallverhütungsbericht Arbeit. Dortmund: Herausgeber. ISBN: 978-3-88261-736-8, doi:10.21934/baua:bericht20201215. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/Suga-2019.html>

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 2023.** Gefährdungen durch physische Belastung. Kapitel 8 in Handbuch Gefährdungsbeurteilung. Dortmund: Herausgeber. Verfügbar unter: [https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrungsbeurteilung/Expertenwissen/Physische-Belastung/Physische-Belastung\\_node.html](https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrungsbeurteilung/Expertenwissen/Physische-Belastung/Physische-Belastung_node.html)

**DIN EN ISO 26800:2011-11.** Ergonomie – Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte (ISO 26800:2011). Deutsche Fassung EN ISO 26800:2011. Berlin: Beuth-Verlag.

**Hettinger, T., Wobbe, G. (Hrsg.), 1993.** Kompendium der Arbeitswissenschaft. Ludwigshafen: Friedrich Kiehl Verlag.

**Kluth, K., Strasser, K., 2005.** Beurteilung der ergonomischen Qualität professioneller Schraubendreher mit objektiven Methoden. In Personalmanagement und Arbeitsgestaltung. Proceedings des 51. Arbeitswissenschaftlichen Kongresses der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, S. 565–568. Dortmund: GfA Press.

**LasthandhabV, 1996.** Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten bei der Arbeit (Lastenhandhabungsverordnung, LasthandhabV). Verfügbar unter: <http://www.gesetze-im-internet.de/lasthandhabv/index.html>

**Mühlemeyer, C., Keuchel, M., Klußmann, A., 2015.** Verbesserung der Arbeitsbedingungen beim Ziehen und Schieben von Lasten. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.): Bericht zum 61. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft „VerANTWORTung für die Arbeit der Zukunft“, Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation. Dortmund: GfA-Press.

**Mühlemeyer, C., Klußmann, A., Lang, K.-H., Wendt, K. D., Dolfen, P., 2014.** Physische Belastungen in der industriellen Fertigung – Welche Schwerpunkte gibt es und welche Konsequenzen ergeben sich für die Arbeitsgestaltung? In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.): Bericht zum 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft „Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft“, Technische Universität München und Hochschule München. Dortmund: GfA-Press.

## Impressum

### Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten

Gefährdungsbeurteilung mit der Leitmerkmalmethode

#### Herausgeber

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Friedrich-Henkel-Weg 1–25, 44149 Dortmund

Postanschrift: Postfach 17 02 02, 44061 Dortmund

Telefon 0231 9071-2071

Telefax 0231 9071-2070

E-Mail [info-zentrum@baua.bund.de](mailto:info-zentrum@baua.bund.de)

Internet [www.baua.de](http://www.baua.de)

#### Zitiervorschlag

Mühlemeyer, Christoph; Schäfer, Andreas; Serafin, Patrick; Klußmann, André; Lang, Karl-Heinz; Schmidt, Mike; Liebers, Falk, 2024. Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten – Gefährdungsbeurteilung mit der Leitmerkmalmethode. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. baua: Praxis.

#### Autorinnen und Autoren

Dipl.-Ing. Christoph Mühlemeyer, M. Sc., Dipl.-Ing. Andreas Schäfer, Patrick Serafin, M. Sc., Prof. Dr.-Ing. André Klußmann, M. Sc., Dipl.-Ing. Karl-Heinz Lang, Mike Schmidt, M. A., Dr. med. Falk Liebers

#### Fachliche Betreuung

Dr. med. Falk Liebers, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

#### Redaktion

Tobias Frindte, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

#### Verantwortlich

Dr. Andrea Thalmann, Christian Schipke

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

#### Gestaltung und Produktion

wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld

#### Fotos

iStock.com: Titel M\_a\_y\_a, S. 3 Ricardolmagen, S. 4 kazuma seki, S. 7 JackF, S. 8 SolStock, S. 11 Drazen\_, S. 14 JohnnyGreig, S. 20, S. 48 vm, S. 22 clu, S. 23 PixelsEffect, S. 26 izusek, S. 28 xavierarnau, S. 32 poba, S. 41 AJ\_Watt, S. 42 kali9, S. 44 alvarez

In dieser Broschüre wird eine geschlechtergerechte Sprache verwendet. Dort, wo das nicht möglich ist oder die Lesbarkeit eingeschränkt würde, gelten die personenbezogenen Bezeichnungen für alle Geschlechter.

Nachdruck und sonstige Wiedergabe sowie Veröffentlichung, auch auszugsweise, nur mit vorheriger Zustimmung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Die Inhalte der Publikation wurden mit größter Sorgfalt erstellt und entsprechen dem aktuellen Stand der Wissenschaft. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt die BAuA jedoch keine Gewähr.

1. Auflage, März 2024

ISBN 978-3-88261-759-7 (Print)

doi:10.21934/baua:praxis20230907 (online)



<https://doi.org/10.21934/baua:praxis20230907>

