



Ausübung von Ganzkörperkräften

Gefährdungsbeurteilung mit der
Leitmerkmalmethode

baua: Praxis

Inhalt

Einleitung	2
<hr/>	
1 Das mehrstufige Leitmerkalmethoden-Inventar im Überblick	3
<hr/>	
2 Allgemeine Grundsätze	7
2.1 Belastungsart „Ausübung von Ganzkörperkräften“	7
2.2 Betroffene Körperregionen und gesundheitliche Risiken	8
2.3 Arbeitsplatz, Tätigkeiten und Teil-Tätigkeiten	11
2.4 Körperkräfte und maximale Aktionskräfte	12
<hr/>	
3 Gefährdungsbeurteilung mit dem mehrstufigen Leitmerkalmethoden-Inventar bei der Ausübung von Ganzkörperkräften	15
3.1 Erster Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung	22
3.2 Zweiter Schritt: Bestimmung der Wichtung weiterer Merkmale	24
Kraftausübung	25
Symmetrie der Kraftaufwendung	38
Körperhaltung	39
Ungünstige Ausführungsbedingungen	41
Arbeitsorganisation und zeitliche Verteilung	44
3.3 Dritter Schritt: Bewertung und Beurteilung	46
3.4 Gestaltungsmaßnahmen und sonstige Präventionsmaßnahmen	48
<hr/>	
Fazit	51
<hr/>	
Weiterführende Informationen	53
<hr/>	
Impressum	56

Einleitung

Die Belastungsart „Ausübung von Ganzkörperkräften“ ist gekennzeichnet durch das Aufbringen von erheblichen Kräften mit dem gesamten Körper unter Einsatz großer Muskelgruppen mit überwiegend stationärer Kraftausübung.

Die Krafteinleitung erfolgt vor allem über die Hände. An der Kraftherzeugung und Fortleitung sind große Muskelgruppen aus Armen, Rücken, Beinen und Füßen beteiligt. Bei Tätigkeiten mit Ganzkörperkräften sind die erforderlichen Kräfte so hoch, dass diese üblicherweise nicht mehr im Sitzen ausgeübt werden können.

Die Ausübung von Ganzkörperkräften führt zu einer Beanspruchung mit Wirkungen auf:

- die Muskulatur in den oberen und unteren Extremitäten sowie im Rücken
- die Gelenke der oberen und unteren Extremitäten
- die Wirbelsäule
- die Kontaktpunkte wie Hände und Handballen (Kompressionswirkung)
- das Herz-Kreislauf-System (insbesondere bei hohen Ausübungshäufigkeiten)

Wie hoch eine Beanspruchung und wie wahrscheinlich eine Überbeanspruchung ist, hängt von vielen Faktoren ab. Belastungsartspezifische Bedingungen zählen dazu ebenso wie persönliche Voraussetzungen wie konstitutionelle Faktoren, Trainingszustand und Erfahrung in der ausgeübten Tätigkeit.

Die vorliegende *baua: Praxis* „Ausübung von Ganzkörperkräften“ zeigt, wie eine Gefährdungsbeurteilung mit dem mehrstufigen Leitmerkmalmethoden-Inventar erfolgen kann. Sie ist als Hilfestellung für betriebliche Praktikerinnen und Praktiker wie Führungskräfte, Arbeitsgestalterinnen und -gestalter, Beschäftigtenvertretungen, Sicherheitsfachkräfte oder Betriebsärztinnen und -ärzte verfasst. So können Gefährdungen durch die Ausübung von Ganzkörperkräften erkannt, Arbeitsplätze gestaltet und Muskel-Skelett-Beschwerden vorgebeugt werden.

Im ersten Kapitel wird das Leitmerkmalmethoden-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 Leitmerkmalmethode.

1 Das mehrstufige Leitmerkalmethoden- Inventar im Überblick



Diese *baua: Praxis* gibt eine ausführliche Handlungsanleitung für die Anwendung der Leitmerkalmethode „Ausübung von Ganzkörperkräften“ (LMM-GK). Darüber hinaus wird die Erweiterte Leitmerkalmethode (LMM-GK-E) erläutert.

Das mehrstufige **Leitmerkalmethoden-Inventar** bietet eine betriebspraktikable Vorgehensweise bei der Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit körperlichen Belastungen. Es wird empfohlen, zunächst mit einem Grobscreening mit geringerem Aufwand zu beginnen. Dafür bieten sich der Basis-Check und das Einstiegsscreening an.

Das mehrstufige Leitmerkalmethoden-Inventar findet sich auf der Website 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 *einzelne* 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, bevor es für die Anwendung in der Praxis empfohlen werden kann.

Das mehrstufige Leitmerkalmethoden-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.

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

- manuelles **Heben, Halten und Tragen** von Lasten (**HHT**)
- manuelles **Ziehen und Schieben** von Lasten (**ZS**)
- **manuelle Arbeitsprozesse** (**MA**)
- Ausübung von **Ganzkörperkräften** (**GK**)
- **Körperfortbewegung** (**KB**)
- **Körperzwangshaltungen** (**KH**)

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

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

Für das mehrstufige Leitmerkmalmethoden-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 – Überblick

a) Basis-Check und b) Einstiegsscreening

Formblatt:

www.baua.de/einstiegsscreening

Formblatt interaktiv mit integrierter Ausfüllhilfe:

www.baua.de/einstiegsscreening-interaktiv

Nutzungshinweise:

www.baua.de/einstiegsscreening-nutzung

c) Belastungshöhe für eine Teil-Tätigkeit der Belastungsart „Ausübung von Ganzkörperkräften“

Formblatt LMM-GK:

www.baua.de/formblatt-lmm-gk

Formblatt LMM-GK-E interaktiv mit integrierter Rechenfunktion:

www.baua.de/formblatt-lmm-gk-e

Nutzungshinweise LMM-E allgemein:

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

Nutzungshinweise:

www.baua.de/formblatt-lmm-multi-e-nutzung

Häufig werden Leitmerkmalmethoden in Betrieben als vertiefende Gefährdungsbeurteilung bereits direkt angewendet, ohne dass vorhergehende Grobscreening-Verfahren (z. B. BAuA-Einstiegsscreening mit Basis-Check) eingesetzt wurden. 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.

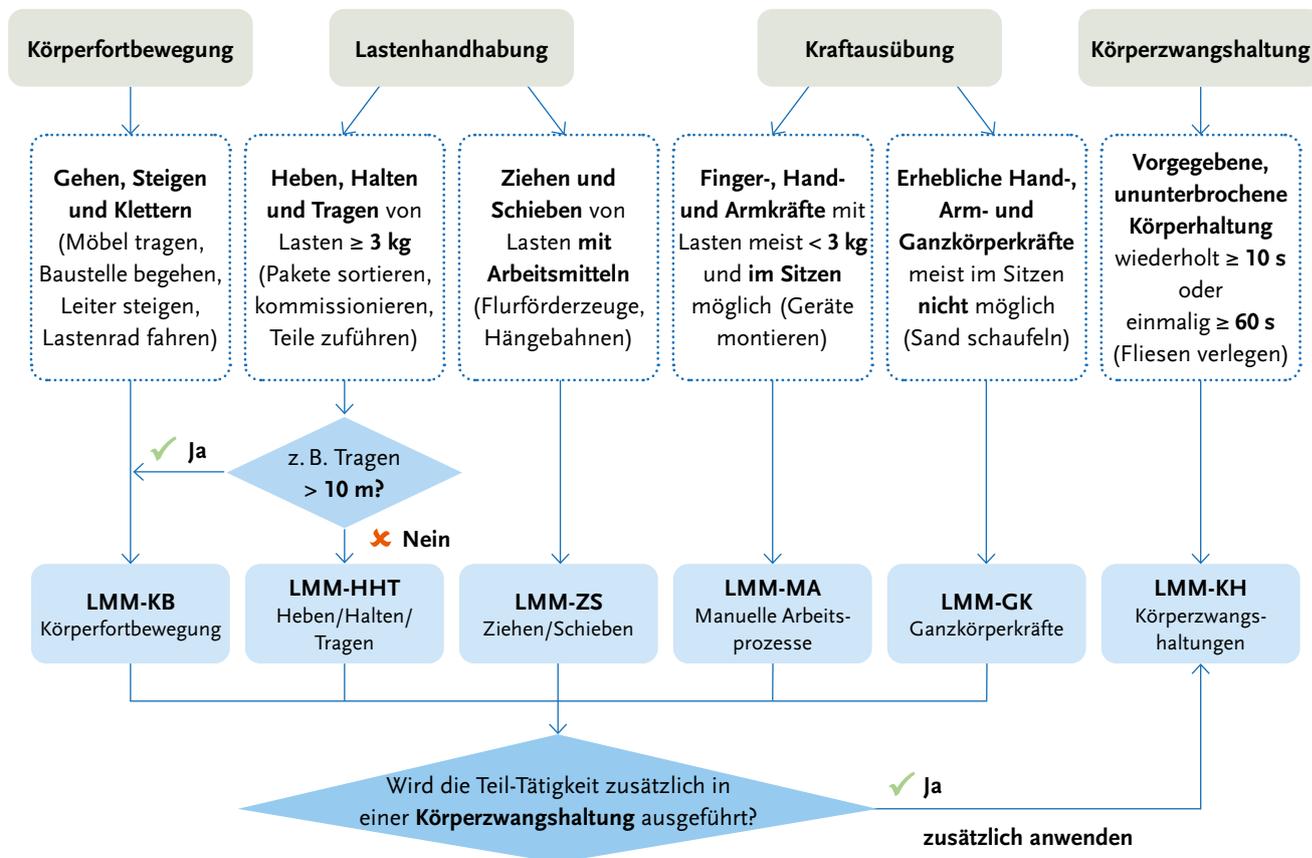


Abb. 1 Wegweiser für die Auswahl belastungsartspezifischer Leitmerkalmethoden.

Mit den Leitmerkalmethoden können Führungs- und Sicherheitsfachkräfte, Betriebsärztinnen und -ärzte und andere betriebliche Praktikerinnen und Praktiker

- die bedeutsamen Belastungsmerkmale ermitteln,
- die Wahrscheinlichkeit einer Überbeanspruchung durch körperliche Belastungen bewerten,
- die Erforderlichkeit von Maßnahmen bzw. den Handlungsbedarf beurteilen und
- 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. Arbeitswissenschaftliche oder ergonomische Spezialkenntnisse und aufwendige Messungen sind nicht notwendig.

2 Allgemeine Grundsätze



2.1 Belastungsart „Ausübung von Ganzkörperkräften“

Die Belastungsart „Ausübung von Ganzkörperkräften“ ist gekennzeichnet durch Tätigkeiten, bei denen das Aufbringen hoher Kräfte erforderlich ist. Dies kann vorkommen beim Bewegen von Personen (z. B. bei Pflegetätigkeiten), beim Bearbeiten großer Werkstücke, bei der Maschinenbedienung, beim Positionieren von Arbeitsgegenständen oder bei der Benutzung von Werkzeugen, Armaturen und Vorrichtungen. Die erforderlichen Kräfte sind so hoch, dass diese Tätigkeiten üblicherweise nicht im Sitzen ausgeübt werden können.

Die Belastungsart „Ausübung von Ganzkörperkräften“ bezieht sich auf Tätigkeiten, für die so hohe Kräfte erforderlich sind, dass sie zumeist nicht im Sitzen ausgeübt werden können.

Hohe Intensitäten und Dauern/Häufigkeiten von Aktions- und Haltungskräften sowie ungünstige Körperhaltungen können ein Gesundheitsrisiko für das Muskel-Skelett-System darstellen. Bei mittleren Aktionskräften, die häufiger ausgeübt werden, können chronische Schäden durch fortgesetzte mechanische Fehlbelastungen mit stetig zunehmenden Dauerbeschwerden auftreten (degenerative Gelenkerkrankungen, Sehnen-scheidenentzündung, Schädigungen der peripheren Nerven, Muskelverspannung).

Bei hohen Aktionskräften, auch wenn sie selten ausgeübt werden, können akute schmerzhaftige Schädigungen durch kurzzeitige mechanische Fehlbelastung mit deutlicher Funktionseinschränkung auftreten (z. B. Verletzungen, Muskelzerrung nach Abrutschen, Knochenbruch durch Sturz, akute Rückenbeschwerden nach Verheben). Die Anwendung von Maximalkräften ist immer als gefährlich einzustufen.

Die Ausübung von Ganzkörperkräften kommt in unterschiedlichen Branchen und Berufen vor. Betroffen sind beispielsweise Beschäftigte mit folgenden Tätigkeiten:

- Gussputzen bei Einzelfertigung
- Bewegen von Absperrschiebern
- Arbeiten mit Winden/Flaschenzügen, Drucklufthämmern oder Kettensägen
- Arbeiten mit Hebeln, Brechstangen oder Hebebäumen
- Kuppeln von Eisenbahnfahrzeugen
- Schaufeln, Betonabziehen
- Werfen von Lasten
- Einbauen von Fenstern
- Pflegetätigkeiten (Patiententransfer)
- Montagearbeiten mit überwiegend hohen Kräften
- Verschrauben großer Bauteile
- Schlagen mit der Hand
- Hämmern
- Bedienen von (Handhebel-)Pressen
- Arbeit mit Manipulatoren und vergleichbaren technischen Hilfsmitteln
- Bewegen von Lasten auf Rollenbahnen/Kugelbahnen bei geringer Körperfortbewegung
- Festmachen (in Häfen)

■ Der Einsatz von Ganzkörperkräften kommt in vielen Branchen und Berufen vor.

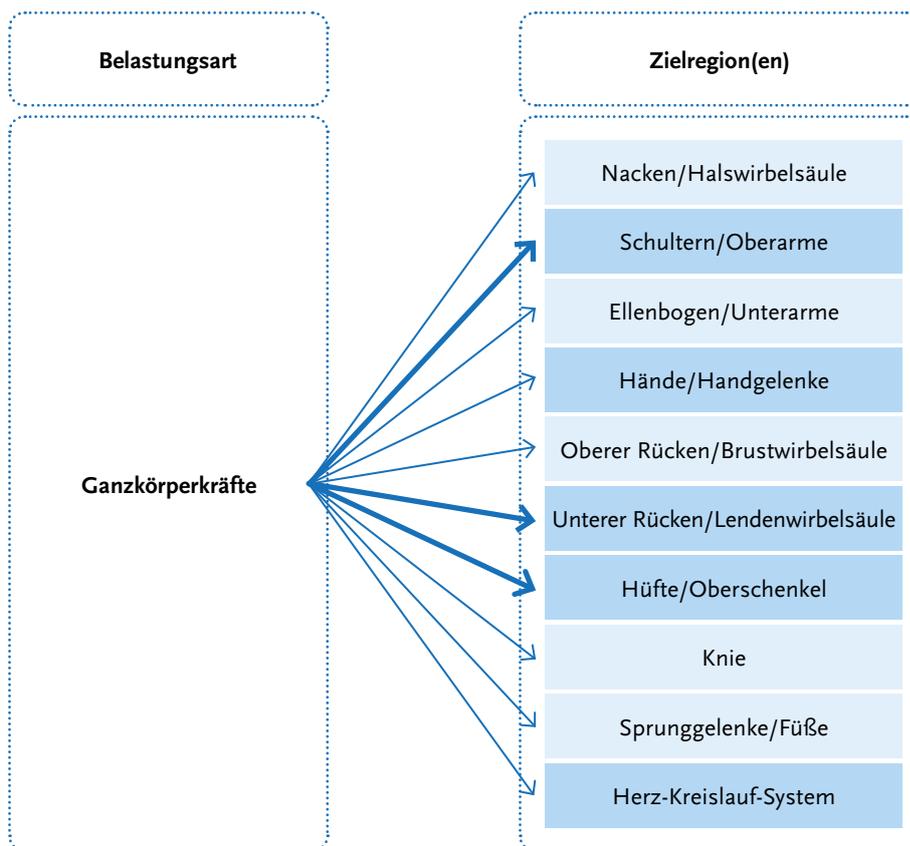
2.2 Betroffene Körperregionen und gesundheitliche Risiken

Das Ausüben von Ganzkörperkräften führt zu motorisch-biomechanischer Beanspruchung vor allem der Muskeln und Gelenke der oberen und unteren Extremitäten sowie des Rückens. An den Kontaktpunkten (z. B. an den Händen) kann es zu starker Druckbelastung kommen. Das Ausüben von Ganzkörperkräften ist mit einer Beanspruchung großer Muskelgruppen verbunden und kann damit energetisch hoch belastend sein. Dies kann zu einer hohen Beanspruchung des Herz-Kreislauf-Systems führen (körperlich schwere Arbeit).

■ Das Ausüben von Ganzkörperkräften kann auch zu einer hohen Beanspruchung des Herz-Kreislauf-Systems führen.

Beispiele für akute Beeinträchtigungen und chronische Gesundheitsschädigungen:

- akute schmerzhafte Schädigungen mit deutlicher Funktionseinschränkung durch kurzzeitige hohe mechanische Belastung (z. B. Muskelzerrung nach Abrutschen, Knochenbruch als Unfallfolge, akute Rückenschmerzen); die Aufwendung von Maximalkräften ist immer als gefährlich einzustufen
- unspezifische chronische Beschwerden und Schmerzen im Bereich des unteren Rückens, in den oberen Extremitäten (Schultern, Arme, Hände) und in den unteren Extremitäten (Knie, Beine)
- bandscheibenbedingte degenerative Erkrankungen der Lendenwirbelsäule (lumbale Schmerzsyndrome, Kreuzschmerzen, Hexenschuss, Ischiassyndrom, Bandscheibenvorfall)
- degenerative Veränderungen anderer großer Gelenke, Sehnenscheidenentzündung, Nervenkompressionssyndrome (z. B. Carpal-Tunnel-Syndrom), Muskelverspannungen, Gefäßschädigungen mit Durchblutungsstörungen im Bereich der Hand



Quelle: nach BAuA, 2019

Abb. 2 Zusammenhang zwischen der Belastungsart „Ausübung von Ganzkörperkräften“ und den Zielregionen. Dicke Pfeile kennzeichnen die Hauptzielregionen (hier Schulter/Oberarm, unterer Rücken/Lendenwirbelsäule, Hüfte/Oberschenkel und Herz-Kreislauf-System). Dünne Pfeile kennzeichnen die Zielregionen mit der geringsten erwarteten Schmerz- und Erkrankungswirkung.

Berufskrankheiten

Bestimmte Erkrankungen können als Berufskrankheiten (BK) anerkannt werden. Dies sind u. a.:

- BK-Nr. 2101: schwere oder wiederholt rückfällige Erkrankungen der Sehnen-scheiden oder des Sehnengleitgewebes sowie der Sehnen- oder Muskelansätze
- BK-Nr. 2106: Druckschädigung der Nerven
- BK-Nr. 2107: Abrissbrüche der Wirbelfortsätze
- BK-Nr. 2108: bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule durch langjähriges Heben oder Tragen schwerer Lasten oder durch langjäh-rige Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung, die zu chronischen oder chronisch-rezidivierenden Beschwerden und Funktionseinschränkungen (der Lendenwirbelsäule) geführt haben
- BK-Nr. 2113: Druckschädigung des Nervus medianus im Carpaltunnel (Car-paltunnel-Syndrom) durch repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Handgelenke, durch erhöhten Kraftaufwand der Hände oder durch Hand-Arm-Schwingungen
- BK-Nr. 2114: Gefäßschädigung der Hand durch stoßartige Krafteinwirkung; Hypothenar-Hammer-Syndrom und Thenar-Hammer-Syndrom



2.3 Arbeitsplatz, Tätigkeiten und Teil-Tätigkeiten

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

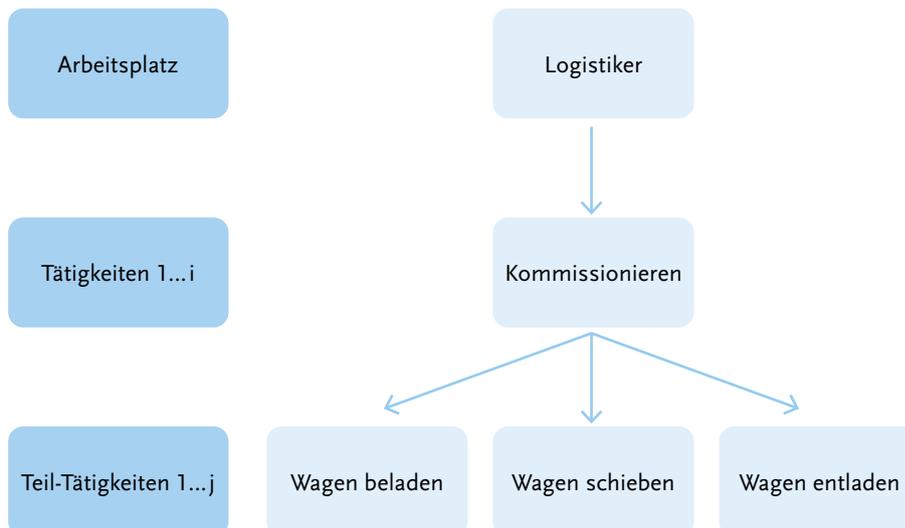


Abb. 3 Beispiel für die Untergliederung eines Arbeitsplatzes in Tätigkeiten und Teil-Tätigkeiten.

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

■ Die Übergänge zwischen Tätigkeiten und Teil-Tätigkeiten sind nicht starr geregelt.

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.

2.4 Körperkräfte und maximale Aktionskräfte

Maximale Aktionskräfte hängen nicht nur von den individuellen Eigenschaften einer Person ab, sondern auch von der Körperhaltung, Bewegungsart und -richtung sowie von der Art der Krafteinleitung. Maximale Aktionskräfte können unter optimalen Bedingungen nur kurzzeitig aufgebracht werden. Mit zunehmender Dauer/Häufigkeit nehmen sie schnell ab. Die maximal mögliche Kraftausübung hängt von vielen Faktoren ab (siehe Abb. 4).

■ Maximale Aktionskräfte können unter optimalen Bedingungen nur kurzzeitig aufgebracht werden.

Art der Kraftausübung (dynamisch oder statisch)	Dynamische Kraftausübungen gehen mit einer Bewegung und damit einer Längenänderung der beteiligten Muskelgruppen einher (z. B. Betätigung einer Handhebelpresse). Bei statischen Kraftausübungen ist keine Bewegung erkennbar und es kommt nicht zu einer Längenänderung der beteiligten Muskelgruppen (z. B. Haltearbeit). Die maximal mögliche statische Kraftausübung ist in der Regel geringer als die maximal mögliche dynamische Kraftausübung.
Dauer/Häufigkeit der Kraftausübung	Maximalkräfte können nur sehr kurzzeitig ausgeübt werden. Mit zunehmender Dauer/Häufigkeit nehmen sie schnell ab.
Form der Kraftübertragung	Die Form der Kraftübertragung hat einen erheblichen Einfluss auf die Höhe der möglichen Aktionskraft. Zu unterscheiden sind die Greifarten wie z. B. Umfassungsgriff oder Kontaktgriff. Bei Greifarten, die einen Formschluss erlauben, sind i. d. R. größere Kräfte möglich als bei Greifarten mit Reibschluss. In diesem Zusammenhang ist auch unbedingt die Gestaltung der Kontaktflächen bzw. Griffgestaltung zu beachten. Ungeeignete Griffe (z. B. zu klein, feucht oder verschmutzt) können die möglichen Aktionskräfte erheblich reduzieren.
Kraftrichtung und Lage des Kraftangriffspunktes	Je nach Wirkrichtung (z. B. nach oben/unten, links/rechts, zum Körper hin/vom Körper weg) und Lage des Kraftangriffspunktes unterscheiden sich maximale Aktionskräfte teils erheblich.
Ein- oder beidhändige Kraftausübung	Ist der Einsatz beider Hände/Arme möglich, können, im Vergleich zu einhändigen Kraftausübungen, meist höhere Aktionskräfte erzeugt werden.
Gelenkstellung und Körperstellung	In der Mittelstellung der Gelenke sind die möglichen Aktionskräfte am höchsten. Am Ende des Bewegungsbereiches reduzieren sich die möglichen Aktionskräfte erheblich. Im Stehen können höhere Aktionskräfte erbracht werden als im Sitzen. Außerdem kann, je nach Körperhaltung, das eigene Körpergewicht eingesetzt werden, wodurch eine höhere Aktionskraft auf ein Objekt übertragen werden kann. Auch die Standsicherheit oder weitere Abstützmöglichkeiten sind zu berücksichtigen.

Abb. 4 Faktoren, die eine maximal mögliche Kraftausübung beeinflussen (Beispiele).



Krafthöhe in der LMM-GK

Die Leitmerkalmethoden wurden für den Einsatz in den Betrieben entwickelt. Die Genauigkeit entspricht dem, was Praktikerinnen und Praktiker als Eingangsgrößen bei der Anwendung ermitteln können. Aus diesem Grund wurde in der LMM-GK darauf verzichtet, die Krafthöhen in der Einheit Newton anzugeben.

In der betrieblichen Praxis tauchen teilweise Daten zu maximalen Aktionskräften in Newton auf. Sie sind aus verschiedenen Gründen wenig hilfreich. So lassen sich statische (isometrische) maximale Aktionskräfte nicht einfach auf dynamische Kraftaufwendungen übertragen. Darüber hinaus gelten solche Daten meist nur für die jeweils untersuchte Körper- und Gelenkstellung. Kommt es bei einer Teil-Tätigkeit zu Abweichungen oder ändern sich Gelenkstellungen z. B. bei dynamischen Teil-Tätigkeiten während der Kraftausübung, haben diese Daten nur noch eine sehr begrenzte Aussagekraft. Zudem ist es unter Praxisbedingungen häufig kaum möglich, die für bestimmte Bewegungen tatsächlich benötigten Kräfte objektiv und reproduzierbar zu messen.

Zudem wäre die Nennung pauschaler Krafthöhen in Newton unzweckmäßig. Dies liegt daran, dass viele Körperteile, Muskelgruppen und Arten der Kraftausübung und -übertragung an Teil-Tätigkeiten mit Ganzkörperkräften beteiligt sein können. So macht es beispielsweise einen erheblichen Unterschied, ob eine Kraft von 150 N unter Einsatz des eigenen Körpergewichts vom Körper weg erzeugt wird oder bei ausgestrecktem Arm nach oben.

■ Die Leitmerkalmethoden sind für den Einsatz in den Betrieben gemacht. Es wurde daher darauf verzichtet, die Krafthöhen in Newton anzugeben.



Die in der Kraftausübungstabelle der LMM-GK enthaltenen, orientierenden Angaben der Krafthöhe in Prozent von der Maximalkraft (F_{\max} , M, M für Männer) sind relative Größen. Sie beziehen sich auf die maximale Kraft, die im Durchschnitt im ausgeruhten Zustand ausgeübt werden kann. Diese ist je nach Art der Kraftausübung, Bewegungsrichtung, Körperhaltung usw. unterschiedlich, da verschiedene Muskelgruppen beteiligt sind.

■ F_{\max} M ist die maximale Aktionskraft, die im Durchschnitt im ausgeruhten Zustand von Männern ausgeübt werden kann.

Ein Weg, die bei einer Teil-Tätigkeit aufzubringenden Kräfte zu ermitteln, besteht darin, die Beschäftigten zu befragen und sie die Krafthöhe einschätzen zu lassen. Falls möglich, sollten die Beurteiler die Kraftausübungen auch selbst einige Male ausführen. Außerdem kann man sich an den im Formblatt aufgeführten Beispielen orientieren. Als weitere Hilfestellung zur Einschätzung der Krafthöhen kann auf die Skala in Kapitel 3.2 zurückgegriffen werden.

Berücksichtigung von Geschlechtsunterschieden

Studien zeigen, dass die Maximalkraft von Frauen im Mittel bei 50 % bis 70 % von derjenigen der Männer liegt (die Werte unterscheiden sich je nach eingesetzten Muskelgruppen). Für weibliche Beschäftigte ist somit bei gleicher Teil-Tätigkeit auch mit einer höheren Beanspruchung zu rechnen. Bei der Gefährdungsbeurteilung wird die für Männer ermittelte Gesamtkraftwichtung für Frauen daher mit dem Faktor 1,5 multipliziert (vgl. Kap. 3.2).

3

Gefährdungsbeurteilung mit dem mehrstufigen Leitmerkalmethoden-Inventar bei der Ausübung von Ganzkörperkräften



Basis-Check und Einstiegsscreening (Grobscreening-Verfahren)

Wie in Kapitel 1 beschrieben, ist es ratsam, mit dem BAuA-Basis-Check und dem Einstiegsscreening zu beginnen (siehe Abb. 5 und 6). Im Basis-Check wird zunächst ermittelt, ob die Belastungsart überhaupt am betrachteten Arbeitsplatz 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.

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

In Schritt 2 werden weitere Kriterien anhand der Krafthöhen und deren Zeitdauern pro Arbeitsschicht sowie weitere Ausführungsbedingungen geprüft. Trifft mindestens eins der Kriterien zu, sollte eine vertiefende Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Das kann beispielsweise mit der LMM-GK erfolgen.

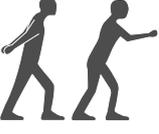
BAuA-Basis-Check zum Erkennen körperlicher Belastung am Arbeitsplatz

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?	
Manuelles Heben, Halten und Tragen von Lasten	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
Manuelle Arbeitsprozesse	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
Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten	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
Ausübung von Ganzkörperkräften	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
Körperfortbewegung	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
Körperzwangshaltungen	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
Wie weiter?	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 _____

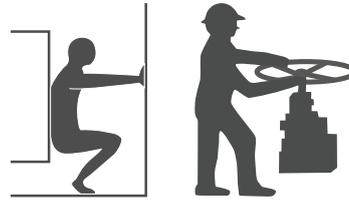
Abb. 5 Basis-Check für alle sechs körperlichen Belastungsarten.

Belastungsart „Ausübung von Ganzkörperkräften“ (GK)

Schritt 1: Einstiegsfrage

Erfordern die Tätigkeiten während eines Arbeitstages den **Einsatz des ganzen Körpers** und sind die **erforderlichen Kräfte so hoch**, dass die Tätigkeiten üblicherweise nicht mehr im Sitzen ausgeübt werden können?

Betroffene Tätigkeiten:



Antwort

Nein
(0 Punkte)

Ja
Bitte Schritt 2 prüfen.

Schritt 2: Kriterien prüfen

Werden diese Tätigkeiten, die den **Einsatz des ganzen Körpers** erfordern, unter folgenden Bedingungen ausgeführt?

- Werden Tätigkeiten mit **mittleren oder hohen Kräften¹** für **mehr als 15 Minuten** pro Arbeitstag ausgeführt?
- Kommen **sehr hohe Kräfte** oder **Spitzenkräfte²** vor?
- Sind **hohe Bewegungshäufigkeiten³** oder **langes statisches Halten⁴** eines Gegenstandes/ Werkzeuges mit **hoher Kraft** zu beobachten?
- Ist die **Körperhaltung sehr ungünstig⁵** oder wird überwiegend einhändig gearbeitet?
- Kommen bei der Tätigkeit **zwei oder mehr** der folgenden fünf Bedingungen vor?
 - Gegenstände oder Werkzeuge **kaum greifbar** (schmierig, scharfkantig)
 - Hitze, Kälte** oder starke **Vibrationen**
 - Räumliche Bedingungen** eingeschränkt (Standssicherheit, Bewegungsfreiheit)
 - Beeinträchtigende **Schutzkleidung**
 - Hand- oder Armstellung** in den Endbereichen der Gelenkbeweglichkeit (z. B. stark gebeugt)

Nein
Keines der Kriterien ist erfüllt.
(1 Punkt)

Ja
Ein oder mehrere Kriterien sind erfüllt.
(2 Punkte)

¹ Beispiele: Arbeiten mit handgeführten Werkzeugen wie Winkel- und Trennschleifern, Kettensägen, Heckenscheren, Schlagbohrmaschinen, Schaufeln von Lasten < 4 kg, Bewegen von Lasten ≤ 50 kg auf Rollenbahnen. Hinweise zur Definition von Muskelkräften werden in der Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“ als Fußnote 1 gegeben.

² Beispiele: Arbeiten mit schweren handgeführten Werkzeugen wie Drucklufthämmern, Schaufeln von Lasten > 4 kg, Bewegen von Lasten > 50 kg auf Rollenbahnen, Werfen von Lasten ab etwa 3 kg, impulsartige Kraftaufwendungen wie beim Arbeiten mit einer Brechstange, Vorschlaghammer.

³ Mehr als etwa 15 Bewegungen pro Minute.

⁴ Durchgehend länger als etwa 15 Sekunden pro Minute.

⁵ Zum Beispiel Hocken, Knien, Liegen, Hände über Schulterniveau, sehr starke Rumpfneigung oder -verdrehung.

Abb. 6 Einstiegsscreening für die Belastungsart „Ausübung von Ganzkörperkräften“.

Anwendungsbereich der LMM-GK

Die Belastungsart „Ganzkörperkräfte“ umfasst das Aufbringen hoher Kräfte mit überwiegend stationärer Kraftausübung, unabhängig von der Körperhaltung. Bei der Krafterzeugung und -fortleitung sind meist große Muskelgruppen aus Armen, Rücken, Beinen und Füßen beteiligt. Die Krafteinleitung erfolgt überwiegend über die Hände.

■ Bei der Belastungsart „Ganzkörperkräfte“ sind meist große Muskelgruppen aus Armen, Rücken, Beinen und Füßen beteiligt.

Die erforderlichen Kräfte sind so hoch, dass die Tätigkeit üblicherweise nicht im Sitzen ausgeübt werden kann. Die Belastungsart „Ganzkörperkräfte“ tritt z. B. auf beim Bearbeiten großer Werkstücke, bei der Maschinenbedienung, bei der Benutzung von Werkzeugen oder beim Positionieren von Personen. Zu typischen Tätigkeiten siehe S. 8.

Abgrenzung zu anderen Leitmerkmalmethoden

Sofern die Teil-Tätigkeit das Heben, Umsetzen, Senken, Halten, Tragen, Ziehen und/oder Schieben von Lasten beinhaltet, deren Gewicht mindestens 3 kg beträgt, sind auch die Belastungsarten „Heben, Halten, Tragen“ (LMM-HHT) und/oder „Ziehen und Schieben“ (LMM-ZS) zu berücksichtigen. Sofern die Teil-Tätigkeit gleichbleibende, kurzzyklische Arbeiten mit überwiegend geringeren Kräften und kleineren Werkzeugen beinhaltet, ist auch die Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“ (LMM-MA) zu berücksichtigen.

Gibt es pro Arbeitstag mehrere Teil-Tätigkeiten mit unterschiedlich hohen Anforderungen, 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 vorliegenden körperlichen Belastungen betrachtet werden.



Was wird bewertet?

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

Die LMM bewertet die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung.

Bei **mäßig erhöhter Belastung** (LMM-Punktwert 20 bis kleiner als 50) ist eine körperliche Überbeanspruchung im Einzelfall möglich (z. B. bei besonders schutzbedürftigen Beschäftigtengruppen wie Jugendlichen, Schwangeren oder Leistungsgewandelten). Nach Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG) verboten sind grundsätzlich alle Tätigkeiten, die das psychische oder körperliche Leistungsvermögen der Jugendlichen übersteigen. Die im Mutterschutzgesetz (MuSchG) angegebenen Regelungen zu Lastgrenzen, statischen Körperhaltungen usw. gelten unabhängig von Beurteilungsergebnissen mit den Leitmerkmalmethoden.

Im **Bereich der wesentlich erhöhten Belastung** (LMM-Punktwert 50 bis kleiner als 100) ist eine körperliche Überbeanspruchung auch für normal belastbare Beschäftigte möglich. Nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) hat der Arbeitgeber den betroffenen Beschäftigten ab dieser Belastung regelmäßig arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten.

Ab dem **Risikobereich der hohen Belastung** (LMM-Punktwert 100 oder höher) ist eine körperliche Überbeanspruchung wahrscheinlich. Die Grenzen zwischen den Risikobereichen dienen der Orientierung und sind nicht trennscharf zu verstehen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden LMM-Punktwerten die Wahrscheinlichkeit für eine körperliche Überbeanspruchung und für negative gesundheitliche Folgen steigt.

Welche Daten sind notwendig?

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

- Gesamtdauer bzw. Wiederholungshäufigkeit der betrachteten Teil-Tätigkeit
- Krafthöhe mit den zugehörigen Bewegungshäufigkeiten und Haltedauern
- Symmetrie der Kraftaufwendung
- Körperhaltung
- ungünstige Ausführungsbedingungen
- Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung

Um die benötigten Eingangsdaten zu ermitteln und einen korrekten Eindruck von der Teil-Tätigkeit und den Bedingungen zu erhalten, muss die Teil-Tätigkeit sorgfältig beobachtet werden. Auch Videoanalysen, die Befragung der Beschäftigten und das Ausführen der Teil-Tätigkeiten durch die beurteilende Person selbst können hilfreich sein.

LMM zur Beurteilung und Gestaltung von Belastungen bei Ganzkörperkräften (LMM-GK)			
Arbeitsplatz / Teil-Tätigkeit:			
Zeitdauer des Arbeitstages:		Beurteiler:	
Zeitdauer der Teil-Tätigkeit:		Datum:	

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung

Gesamtdauer ¹⁾ [bis ... Minuten] bzw. Wiederholungshäufigkeit ²⁾ der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag:	≤ 1	> 1 – 5	> 5 – 10	> 10 – 20	> 20 – 30	> 30 – 45	> 45 – 60	> 60 – 100	> 100 – 150	> 150 – 210	> 210 – 270	> 270 – 360	> 360 – 480
Zeitwichtung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10

¹⁾ Bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten, ²⁾ bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten. Erläuterungen hierzu: Siehe Handlungsanleitung. Achtung: Sofern überwiegend Finger-Hand-Kräfte ausgeführt werden, ist die Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-MA zu bewerten!

2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen der weiteren Merkmale

Kraftausübung(en) in einer Norm-Minute bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten bzw. pro Teil-Tätigkeit bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten		Halten ³⁾			Bewegen			
		mittl. Haltedauer [Sekunden]			mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl]			
Höhe	Typische Beispiele als orientierende Einstufungshilfen	31 – 45 ³⁾	16 – 30	≤ 15	< 5	5 – 15	16 – 30	31 – 45 ⁵⁾
gering	<p>Geringe Kräfte Ganzkörperkräfte mit geringen Kräften können definitionsgemäß nicht vorkommen. Diese Teil-Tätigkeiten sind ggf. mit der LMM-MA zu beurteilen.</p> <p>Mittlere Kräfte (bis 30 % F_{maxM}) Arbeiten mit handgeführten Werkzeugen wie Winkelschleifern, kleinen Kettensägen, Heckenscheren oder Schlagbohrmaschinen < 3 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen < 20 kg</p> <p>Hohe Kräfte (bis 50 % F_{maxM}) Arbeiten mit schwereren handgeführten Werkzeugen wie Trennschleifern, größeren Kettensägen, Bohrhämmern 3–8 kg / Bedienen von Hochdruckreinigern oder Sandstrahlern / Schaufeln von Lasten < 4 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen 20–50 kg / Werfen von Lasten < 3 kg bis max. 5 m</p> <p>Sehr hohe Kräfte (bis 80 % F_{maxM}) Arbeiten mit schweren handgeführten Werkzeugen wie Druckluftschlämmern (≥ 8 kg) / Schaufeln von Lasten 4–8 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen > 50–100 kg / Werfen von Lasten < 3 kg bis max. 10 m oder 3–5 kg bis max. 5 m</p> <p>Spitzenkräfte⁴⁾ (über 80 % F_{maxM}) Impulsartige Kraftaufwendungen wie beim Arbeiten mit Brechstange, Vorschlaghammer / Ankippen schwerer Fässer (> 200 kg), Transport schwerer Möbel / Schaufeln von Lasten > 8 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen > 100 kg / Werfen von Lasten < 3 kg über 10 m oder ≥ 3 kg über 5 m</p>	–	–	–	–	–	–	–
hoch		18	12	6	1,5	6	12	18
		25	17	8	2	8	17	25
		100	32	15	4	15	32	100
		100	25	6	25	50	100	
Die Teil-Tätigkeit ist zu beobachten, und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert ergeben diese die Gesamtkraftwichtung.		Gesamtkraftwichtung:						
		Bei Frauen x 1,5:						

³⁾ Als Haltearbeit werden nur dann Zeiteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird!

⁴⁾ Ggf. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen.

⁵⁾ Bei noch höheren Häufigkeiten/Haltedauern ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-GK-E) anzuwenden.

Symmetrie der Kraftaufwendung	Wichtung
Kraftaufwendung ist beidhändig und symmetrisch	0
Kraftaufwendung ist zeitweilig einhändig und/oder unsymmetrisch: ungleiche Kraftverteilung zwischen den Händen	2
Kraftaufwendung ist überwiegend einhändig, ungleiche Verteilung oder Richtung der Kräfte beider Hände	4

Körperhaltung ⁶⁾	Wichtung
 <ul style="list-style-type: none"> • Aufrechtes bis leicht vorgeneigtes Stehen (< 20° Vorneigung) • Keine Verdrehung 	0
 <ul style="list-style-type: none"> • Stehen, stärker (20–60°) vorgeneigt • Gelegentliche Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar • Hände gelegentlich über Schulterniveau / körperfern 	3
 <ul style="list-style-type: none"> • Stehen, stark vorgeneigt (> 60°) oder rückgeneigt • Häufige Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar • Hände häufig über Schulterniveau / körperfern • Arbeiten im Liegen mit Händen oberhalb/unterhalb des Körpers 	6
 <ul style="list-style-type: none"> • Kombination aus stärkerer Vor- oder Rückneigung mit Seitneigung/Torsion • Ständige Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar • Arbeiten im Hocken oder Knien • Hände ständig über Schulterniveau / körperfern 	9 ⁷⁾

⁶⁾ Es sind die typischen Körperhaltungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.

⁷⁾ Achtung: Sofern diese Kategorie gewählt wurde, wird empfohlen, diese Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-KH zu bewerten!

Abb. 7 Formblatt LMM-GK. Zum Herunterladen unter www.baua.de/lmm.

Ungünstige Ausführungsbedingungen (nur angeben, wenn zutreffend) Hinweis: Hier können für ungünstige Ausführungsbedingungen Zusatzpunkte (Zwischenwichtungen) vergeben werden.	Zwischenwichtung (ZW)	Σ ZW
Hand-/Armstellung und -bewegung: 	Gelegentlich am Ende der Beweglichkeitsbereiche	1
	Häufig/ständig am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
Kraftübertragung/-einleitung eingeschränkt: Gegenstände/Werkzeuge schlecht greifbar / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe		1
Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert: Gegenstände/Werkzeuge kaum greifbar / schmierig, weich, scharfkantig / keine oder ungeeignete Griffe		2
Umgebungsbedingungen eingeschränkt: Belastungen durch Hitze, Kälte und/oder Vibration ⁸⁾		1
Umgebungsbedingungen ungünstig: Belastungen durch extreme Hitze, Kälte und/oder Vibration ⁸⁾		2
Erhöhte Anstrengung durch eingeschränkte räumliche Bedingungen: Eingeschränkte Standsicherheit und/oder eingeschränkter Bewegungsraum, z. B. zu geringe Höhe oder Arbeitsfläche unter 1,5 m ² / Boden etwas rutschig, leichte Neigung (bis 5°), Hindernisse im Arbeitsbereich		1
Stark erhöhte Anstrengung durch ungünstige räumliche Bedingungen: Stark eingeschränkte Standsicherheit und/oder Bewegungsfreiheit, z. B. bei Arbeiten auf sehr engem Raum / Boden ist sehr rutschig/uneben, stärkere Neigung (> 5°)		2
Kleidung: Zusätzliche Belastung durch beeinträchtigende und schwere Schutzkleidung/-ausrüstung (PSA) (z. B. Hitzeschutzanzüge, Chemikalienschutzanzüge, schwere Atemschutzausrüstung (Gruppe 3))		2
Keine: Es liegen keine ungünstigen Ausführungsbedingungen vor		0

In den Tabellen nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen sind vernachlässigbar.

⁸⁾ Achtung: Sofern Vibrationsbelastungen vorkommen, sind diese gesondert zu bewerten! Siehe www.baua.de/vibration

Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung	Wichtung
Gut: häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten (mit anderen Belastungsarten) / ohne enge Abfolge von höheren Belastungen innerhalb einer Belastungsart an einem Arbeitstag	0
Eingeschränkt: selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten (mit anderen Belastungsarten) / gelegentlich enge Abfolge von höheren Belastungen innerhalb einer Belastungsart an einem Arbeitstag	2
Ungünstig: 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

	M	W	
Kraftausübung(en)			
Symmetrie der Kraftaufwendung +			
Körperhaltung +			
Ungünstige Ausführungsbedingungen (Σ ZW) +			
Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung +			
Zeitwichtung	X	Summe	Ergebnisse
		M	W
		=	

Anhand des errechneten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Beurteilung vorgenommen werden:					
Risiko	Risikobereich	Belastungshöhe ¹⁾	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.

¹⁾ 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.

3.1 Erster Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung

Welcher Zeitraum wird bewertet?

Betrachtet wird die Gesamtdauer der zu beurteilenden Teil-Tätigkeit, bei der Ganzkörperkräfte ausgeübt werden, an einem typischen Arbeitstag. Mit Arbeitstag ist eine typische Arbeitsschichtdauer gemeint, unabhängig davon, ob diese tagsüber oder nachts durchgeführt wird.

■ Den LMM liegt ein Dosismodell zur gesamten Lebensarbeitszeit zugrunde.

Falls die Teil-Tätigkeiten grundsätzlich oder häufig in Teilzeitarbeit erbracht werden, erfolgt die Berechnung in mehreren Schritten. Zunächst ist zu ermitteln, ob die Beschäftigten auch in anderen Arbeitsverhältnissen Tätigkeiten verrichten, die den Einsatz von Ganzkörperkräften erfordern, und welche Tätigkeiten dies sind. Gegebenenfalls wird sich die körperliche Belastung am übrigen Arbeitstag nicht feststellen lassen. Aus Gründen der Vorsorge sind die Dauern der Teil-Tätigkeiten mit Ganzkörperkräften dann proportional so hochzurechnen (zu extrapolieren), dass sich insgesamt eine Dauer von 8 Stunden (Normalarbeitstag) ergibt. Maßgeblich für die Beurteilung sind dann diese hochgerechneten Dauern der Teil-Tätigkeiten. Beispiel: Werden in 4 Stunden Teilzeitarbeit für insgesamt 2 Stunden Teil-Tätigkeiten mit Ganzkörperkräften ausgeführt, wären es in Vollzeit (8 Stunden) insgesamt 4 Stunden mit Ganzkörperkräften.

■ Bei Beschäftigten in Teilzeitarbeit ist die Belastungsdauer auf einen Normalarbeitstag hochzurechnen.

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung

Gesamtdauer ¹⁾ [bis ... Minuten] bzw. Wiederholungshäufigkeit ²⁾ der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag:	≤ 1	> 1 - 5	> 5 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 45	> 45 - 60	> 60 - 100	> 100 - 150	> 150 - 210	> 210 - 270	> 270 - 360	> 360 - 480
Zeitwichtung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10

¹⁾ Bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten, ²⁾ bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten. Erläuterungen hierzu: Siehe Handlungsanleitung. Achtung: Sofern überwiegend Finger-Hand-Kräfte ausgeführt werden, ist die Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-MA zu bewerten!

Abb. 8 Formblatt LMM-GK: Bestimmung der Zeitwichtung.

Die Bestimmung der Zeitwichtung erfolgt anhand der Tabelle in Abbildung 8 je nach Gesamtdauer der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag bzw. Wiederholungshäufigkeit der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag. Die Zahlen bzw. Wertebereiche in dieser Tabelle können die Gesamtdauer in Minuten oder die Wiederholungshäufigkeit abbilden.

Die Unterscheidung von kontinuierlichen und diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten (siehe Infokasten S. 23) sowie der Umgang damit werden in Kapitel 3.2 anhand konkreter Praxisbeispiele aufgegriffen.

Zu einer Teil-Tätigkeit können einzelne Arbeiten nur dann zusammengefasst werden, wenn die Merkmalsausprägungen identisch oder zumindest ähnlich sind (Krafthöhe, Bewegungshäufigkeiten, Haltedauern, Ausführungsbedingungen, Körperhaltungen usw.). Diese zusammengefasste Teil-Tätigkeit kann auch über den Arbeitstag mehrfach hintereinander oder im zeitlichen Abstand mehrfach ausgeübt werden.

Kontinuierliche und diskontinuierliche Teil-Tätigkeiten

Bei **kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten** werden i.d.R. maximal mittlere bis hohe Kräfte ausgeübt, die ununterbrochen über mehrere Minuten bis mehrere Stunden ausgeführt werden können.

Beispiele: Schaufeln, Arbeiten mit Kettensägen, Heckenscheren und Hochdruckreinigern o. Ä.

Ermittlung der Zeitwichtung: Die Gesamtdauer in Minuten einer kontinuierlichen Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag bestimmt die Zeitwichtung.

Bei **diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten** werden kurzzeitig sehr hohe Kräfte bis Spitzenkräfte ausgeübt, die i. d. R. nicht länger als 1 Minute ununterbrochen ausgeführt werden können. Zwischen den Wiederholungen dieser Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag sind i. d. R. die Ausübung von Teil-Tätigkeiten ohne wesentliche oder hohe physische Belastungen bzw. Arbeitsunterbrechungen notwendig.

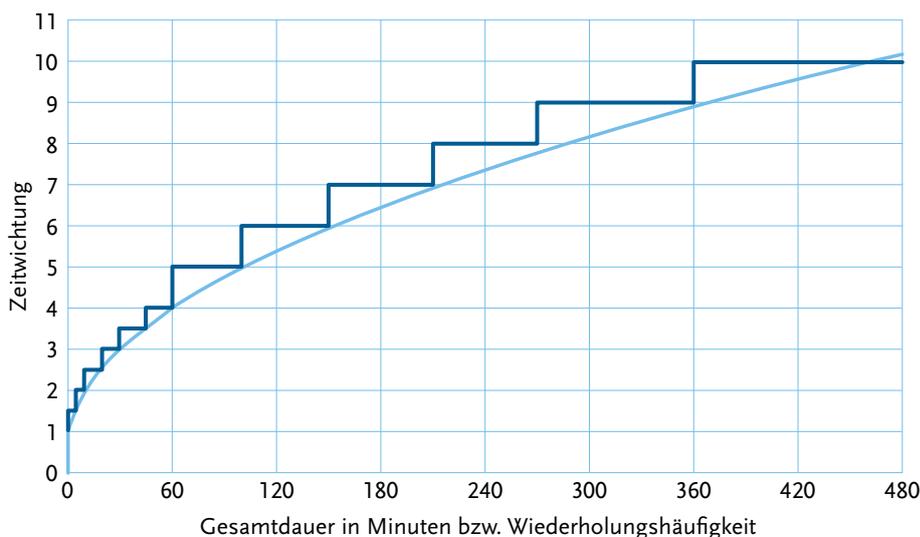
Beispiele: Ankippen schwerer Fässer, Verlaschen von Containern, Patiententransfer

Ermittlung der Zeitwichtung: Die Wiederholungshäufigkeit einer diskontinuierlichen Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag bestimmt die Zeitwichtung.

■ Kontinuierliche Teil-Tätigkeiten sind geprägt von meist mittleren bis hohen Kräften, die teilweise mehrere Stunden ausgeübt werden.

■ Bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten werden meist sehr hohe Kräfte kurzzeitig ausgeübt.

Die in Abbildung 8 angegebenen kategorialen Zeitwichtungen entsprechen jeweils genau den darüberstehenden Minuten- bzw. Häufigkeitswertebereichen der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag. Mittels Interpolation kann man für konkret ermittelte Minuten- oder Häufigkeitswerte einer Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag eine genauere, ggf. etwas niedrigere Zeitwichtung ermitteln.



Quelle: nach Institut ASER e. V.

Abb. 9 Zeitwichtung der LMM-GK kategorial entsprechend Formblatt ohne Berücksichtigung von Interpolationsmöglichkeiten (hellblaue Kurve) und nicht linear unter Anwendung der Formeln der LMM-GK-E (dunkelblaue Kurve, Formel siehe BAuA, 2020a).

Formelsammlung für die Interpolation und Zusammenfassung

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

Darin finden sich im Hinblick auf die Ausübung von Ganzkörperkräften:

- mathematische Funktionen zur Berechnung für die Interpolation von Merkmalswichtungen, umgesetzt im Formblatt mit integrierter Rechenfunktion LMM-GK-E (in der Formelsammlung unter Punkt 3.4)
- Formeln für die Zusammenfassung der Punktwerte mehrerer Teil-Tätigkeiten gleicher Belastungsart mit nicht linearer Zeitwichtung, umgesetzt im Formblatt mit integrierter Rechenfunktion LMM-Multi-E (in der Formelsammlung unter Punkt 4.1)

Beispiele

Gesamtdauer einer kontinuierlichen Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag:

100 Minuten → Zeitwichtung = 5

Gesamtdauer einer kontinuierlichen Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag:

125 Minuten → Zeitwichtung = 5,5 (Mittelwert der beiden Spalten mit den Zeitwichtungen 5 und 6)

Wiederholungen einer diskontinuierlichen Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag:

20 → Zeitwichtung = 2,5

Die kleinstmögliche Zeitwichtung ist 1. Das bedeutet, dass auch dann mindestens mit einer Zeitwichtung von 1 gerechnet wird, wenn die Kraftaufwendung weniger als 1 Minute dauert.

3.2 Zweiter Schritt: Bestimmung der Wichtung weiterer Merkmale

Für einige Merkmale in den Leitmerkalmethoden werden Umschreibungen für **zeitliche Anteile an der betrachteten Arbeitsvorgangszeit (Teil-Tätigkeit)** verwendet. Diese sind in allen sechs Leitmerkalmethoden gleich. Es bedeuten, bezogen auf die betrachtete Arbeitsvorgangszeit (Teil-Tätigkeit):

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

Auch der Begriff **körperfernes Greifen** wird in mehreren Leitmerkmalmethoden verwendet. Als körperfern gilt im Sinne der Leitmerkmalmethoden, wenn die Hände weiter als eine Unterarmlänge (Ellenbogen bis zur Handmitte) von der Körpermitte entfernt sind.

Kraftausübung

Die Bestimmung der Wichtungen für die Kraftausübungen erfolgt anhand der Tabelle (siehe Abb. 10) getrennt für

- **Halten** (mittlere Haltedauer in Sekunden pro Norm-Minute bei einer kontinuierlichen Teil-Tätigkeit bzw. mittlere Haltedauer in Sekunden pro diskontinuierlicher Teil-Tätigkeit) und
- **Bewegen** (mittlere Bewegungshäufigkeit [Anzahl] pro Norm-Minute bei einer kontinuierlichen Teil-Tätigkeit bzw. mittlere Bewegungshäufigkeit [Anzahl] pro diskontinuierlicher Teil-Tätigkeit),

wobei die Krafthöhe in den Tabellenzeilen von oben nach unten zunimmt. Anders als bei der Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeitsprozesse (LMM-MA) erfolgt bei der Leitmerkmalmethode Ausübung von Ganzkörperkräften (LMM-GK) keine Unterscheidung zwischen linker und rechter Hand.

Um die Wichtung der Kraftausübungen zu bestimmen, werden alle wesentlichen Kraftausübungen für das Halten und das Bewegen ermittelt und in der Wichtungstabelle markiert. Dabei werden sowohl die Art und Höhe der Kraftausübungen (Zeilen) als auch die Dauer/Häufigkeit (Spalten) berücksichtigt.

■ Die Höhe der Kraftausübungen sowie die Haltedauern und die Bewegungshäufigkeiten sind zu ermitteln.



2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen der weiteren Merkmale

Kraftausübung(en) in einer Norm-Minute bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten bzw. pro Teil-Tätigkeit bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten		Halten ³⁾			Bewegen			
		mittl. Haltedauer [Sekunden]			mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl]			
Höhe	Typische Beispiele als orientierende Einstufungshilfen	31–45 ³⁾	16–30	≤ 15	< 5	5–15	16–30	31–45 ³⁾
 <p>gering</p> <p>hoch</p>	Geringe Kräfte Ganzkörperkräfte mit geringen Kräften können definitionsgemäß nicht vorkommen. Diese Teil-Tätigkeiten sind ggf. mit der LMM-MA zu beurteilen.	–	–	–	–	–	–	–
	Mittlere Kräfte (bis 30 % $F_{max,M}$) Arbeiten mit handgeführten Werkzeugen wie Winkelschleifern, kleinen Kettensägen, Heckenscheren oder Schlagbohrmaschinen < 3 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen < 20 kg	18	12	6	1,5	6	12	18
	Hohe Kräfte (bis 50 % $F_{max,M}$) Arbeiten mit schwereren handgeführten Werkzeugen wie Trennschleifern, größeren Kettensägen, Bohrhämmern 3–8 kg / Bedienen von Hochdruckreinigern oder Sandstrahlern / Schaufeln von Lasten < 4 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen 20–50 kg / Werfen von Lasten < 3 kg bis max. 5 m	25	17	8	2	8	17	25
	Sehr hohe Kräfte (bis 80 % $F_{max,M}$) Arbeiten mit schweren handgeführten Werkzeugen wie Druckluftschlämmern (≥ 8 kg) / Schaufeln von Lasten 4–8 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen > 50–100 kg / Werfen von Lasten < 3 kg bis max. 10 m oder 3–5 kg bis max. 5 m	100	32	15	4	15	32	100
	Spitzenkräfte⁴⁾ (über 80 % $F_{max,M}$) Impulsartige Kraftaufwendungen wie beim Arbeiten mit Brechstange, Vorschlaghammer / Ankippen schwerer Fässer (> 200 kg), Transport schwerer Möbel / Schaufeln von Lasten > 8 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen > 100 kg / Werfen von Lasten < 3 kg über 10 m oder ≥ 3 kg über 5 m	100	25	6	25	50	100	
Die Teil-Tätigkeit ist zu beobachten, und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert ergeben diese die Gesamtkraftwichtung.		Gesamtkraftwichtung:						
		Bei Frauen x 1,5:						

³⁾ Als Haltearbeit werden nur dann Zeitannteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird!

⁴⁾ Ggf. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen.

⁵⁾ Bei noch höheren Häufigkeiten/Haltedauern ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-GK-E) anzuwenden.

Abb. 10 Formblatt LMM-GK: Bestimmung des Leitmerkmals „Kraftausübungen“.

Die Wichtungspunkte für das Halten und das Bewegen werden aufsummiert und in das Feld „Gesamtkraftwichtung“ eingetragen. Für Frauen wird dieser Wert mit 1,5 multipliziert, um die durchschnittlichen Unterschiede in der körperlichen Leistungsfähigkeit zwischen Frauen und Männern zu berücksichtigen.

Die Leitmerkalmethode „Ausübung von Ganzkörperkräften“ (LMM-GK) deckt Kraftaufwendungen ab, an denen eine große Zahl an Muskelgruppen beteiligt ist, bis hin zur Ganzkörperarbeit. Die erforderlichen Kräfte sind so hoch, dass die Teil-Tätigkeiten üblicherweise nicht mehr im Sitzen ausgeübt werden können. Die LMM-GK ergänzt somit die LMM-MA, die gleichförmige, sich wiederholende Bewegungsabläufe und Kraftaufwendungen der oberen Extremitäten umfasst.

Durch die in der Tabelle enthaltenen **Kraftgrenzen** mit resultierenden Wichtungen von 50 bzw. 100 Punkten (graue Felder) können die zugehörigen Kraftwichtungen sehr hoch werden. Dies ist so beabsichtigt und soll mit einem Endergebnis von über 50 bzw. 100 Punkten aufzeigen, ob eine mögliche bzw. wahrscheinliche körperliche Überbeanspruchung vorliegt und ob Gestaltungsmaßnahmen zu ergreifen sind. Diese Kraftgrenzen sollten **nicht erreicht oder überschritten** werden. Erfordern Teil-Tätigkeiten länger andauerndes Halten mit hohen Kräften, ist davon auszugehen, dass eine sichere Ausführung der Teil-Tätigkeiten nicht oder nur eingeschränkt möglich ist. Das gilt auch bei regelmäßigen Bewegungen mit diesen Krafthöhen, unabhängig von den sonstigen Arbeitsbedingungen.

Kontinuierliche und diskontinuierliche Teil-Tätigkeiten

Entsprechend der Entscheidung, die bereits bei der Bestimmung der Zeitwichtung gefallen ist (siehe Kap. 3.1), ist bei der Zählweise zwischen kontinuierlichen und diskontinuierlichen Tätigkeiten zu unterscheiden.

Bei **kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten** werden die Kraftausübungen je Kraftkategorie für Halten und Bewegen in **einer Norm-Minute** der Teil-Tätigkeit bestimmt bzw. auf die Dauer einer Norm-Minute der Teil-Tätigkeit umgerechnet. Bei **diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten** werden die Kraftausübungen je Kraftkategorie für Halten und Bewegen über die **Dauer pro Teil-Tätigkeit** bestimmt.

Beispiel für kontinuierliche Teil-Tätigkeit: manuelles Schaufeln von Sand

Ein Beschäftigter schaufelt während eines Arbeitstages insgesamt 45 Minuten lang Sand in eine Schubkarre. Die Zeitwichtung wird nach der Gesamtdauer der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag vorgenommen, es ergibt sich für 45 Minuten eine Zeitwichtung von 3,5. Zur Bestimmung der Wichtung für die Kraftausübungen werden alle Kraftausübungen innerhalb einer Norm-Minute ermittelt.

■ Die Bewertung kontinuierlicher Teil-Tätigkeiten bezieht sich auf eine Norm-Minute.



Alle ermittelten Haltedauern und Bewegungshäufigkeiten sind auf eine Norm-Minute zu beziehen. Ist z. B. eine auszuwertende Videosequenz einer kontinuierlichen Teil-Tätigkeit 30 Sekunden lang, müssen alle beobachteten Haltedauern und Bewegungshäufigkeiten mit 2 multipliziert werden. Ist die auszuwertende Videosequenz einer kontinuierlichen Teil-Tätigkeit 3 Minuten lang, müssen alle ermittelten Haltedauern und Bewegungshäufigkeiten durch 3 geteilt werden.

Beispiel für diskontinuierliche Teil-Tätigkeit: manuelles Bewegen von Fässern

Ein Beschäftigter lädt während eines Arbeitstages 20 Chemikalienfässer von einer Palette auf einen Gabelstapler. Dazu kippt er das Fass stückweise an und bewegt es mit sehr hohen Kräften bis Spitzenkräften von der Palette auf den Gabelstapler. Dies dauert etwa 25 Sekunden pro Fass. Es handelt sich um eine diskontinuierliche Teil-Tätigkeit, da sie mit diesen Kräftehöhen nicht ununterbrochen über mehrere Minuten oder Stunden ausgeübt werden kann. Die Zeitwichtung wird daher nach der Wiederholungshäufigkeit der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag vorgenommen. Es ergibt sich für 20 Wiederholungen eine Zeitwichtung von 2,5. Um die Wichtung für die Kraftausübungen zu bestimmen, werden alle Kraftausübungen pro Teil-Tätigkeit ermittelt, also für den manuellen Umladevorgang eines Fasses, und zwar unabhängig von der Dauer des Umladens.

■ Die Bewertung diskontinuierlicher Teil-Tätigkeiten bezieht sich auf die Zeitdauer pro Teil-Tätigkeit.



Halten oder Bewegen?

Statisches Halten bedeutet, dass eine Kraft über das Hand-Arm-System auf ein Objekt ausgeübt wird, ohne dass dabei nennenswerte Bewegungsänderungen ausgeführt werden. Die Dauer pro statischer Kraftausübung muss mindestens 4 Sekunden betragen, um als Halten zu gelten. Andernfalls werden die Kraftausübungen als Bewegungen gezählt. Wird innerhalb einer Teil-Tätigkeit mehrfach manuell eine statische Kraft auf ein Objekt mit jeweils einer Haltedauer von mindestens 4 Sekunden ausgeübt, werden die einzelnen Haltedauern (Sekunden) addiert.

■ Halten bedeutet eine objektbezogene statische Kraftausübung ohne gleichzeitige Bewegung.

Addiert werden die mittleren Haltedauern in Sekunden (bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten pro Norm-Minute und bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten pro Teil-Tätigkeit) je nach aufzubringendem Kraftbereich (mittlere Kräfte bis Spitzenkräfte). Die so ermittelten mittleren Haltedauern werden in der Wichtungstabelle gekennzeichnet und aufaddiert in das Feld „Gesamtkraftwichtung“ eingetragen.

Dynamisches Bewegen bedeutet, dass überwiegend dynamische Kräfte über das Hand-Arm-System auf ein Objekt ausgeübt werden, wobei üblicherweise eine Kraftfortleitung über Schultern, Rücken, Beine und Füße mit Bewegungsänderungen erfolgt. Gezählt werden nur Hand-Arm-Bewegungen, die dabei manuell eine dynamische Kraft auf ein Objekt ausüben.

■ Es zählen nur Bewegungen, die manuell eine dynamische Kraft auf ein Objekt ausüben.

Zusammengezählt werden die mittleren Bewegungshäufigkeiten als Anzahl (bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten pro Norm-Minute und bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten pro Teil-Tätigkeit) je nach aufzubringendem Kraftbereich (mittlere Kräfte bis Spitzenkräfte). Die so ermittelten mittleren Bewegungshäufigkeiten werden dann in der Wichtungstabelle gekennzeichnet und die Wichtungspunkte aufaddiert in das Feld „Gesamtkraftwichtung“ eingetragen.

Bei **gleichzeitigem Halten und Bewegen eines Objekts** ist bei einer überwiegend statischen Kraftausübung mit einer Haltedauer von mindestens 4 Sekunden (Halten mit wenigen Bewegungen) die Haltedauer zu ermitteln. Bei einer überwiegend dynamischen Kraftausübung ist die Bewegungshäufigkeit zu ermitteln.

Eine einzelne Teil-Tätigkeit kann sowohl statische als auch dynamische Kraftausübungen enthalten. Es werden für eine solche Teil-Tätigkeit daher sowohl die mittleren Haltedauern als auch die mittleren Bewegungshäufigkeiten jeweils für die einzelnen Kraftkategorien ermittelt und die einzelnen Wichtungspunkte dann zur Gesamtkraftwichtung aufaddiert.



Krafthöhen

Die Ermittlung der Art der Kraftausübungen (Halten oder Bewegen) bei Ganzkörperarbeit erfolgt durch Beobachtung sowie ggf. zusätzliche Befragung der Beschäftigten und weiterer sachkundiger Akteure im Betrieb. Für die Ermittlung der Kraftkategorie kann es hilfreich sein, wenn der Beurteiler – falls gefahrlos möglich – die Kraftausübungen selbst einmal ausführt. Die in Abbildung 10 genannten Beschreibungen und Beispiele je Kraftkategorie dienen als zusätzliche Ermittlungshilfe.

Bei der Befragung der Beschäftigten nach ihrer empfundenen Anstrengung kann Abbildung 11 als Hilfsmittel genutzt werden. Die Angaben können einer Krafthöhe entsprechend dieser Leitmerkalmethode zugeordnet werden. Da die Leistungsfähigkeit und das Anstrengungsempfinden individuell sehr unterschiedlich sein können, sollten mehrere Beschäftigte befragt und anschließend Mittelwerte gebildet werden.

Krafthöhe	In Prozent der Maximalkraft F_{max} (adaptiert n. Borg CR100)	Subjektive Beschreibung des Anstrengungsempfindens „Die Tätigkeit/die Kraftanforderung ist ...“	Bei Beobachtung der Tätigkeit
Geringe Kräfte	0 bis < 15	„überhaupt nicht anstrengend“ bis „leicht“	Die Tätigkeit kann grundsätzlich im Sitzen ausgeführt werden (Anwendung der LMM-MA).
Mittlere Kräfte	15 bis < 30	„wenig anstrengend“	Die Tätigkeit kann <u>nicht</u> mehr im Sitzen ausgeführt werden.
Hohe Kräfte	30 bis < 50	„etwas anstrengend“	Die Tätigkeit erfordert eine erkennbare Beteiligung des Oberkörpers.
Sehr hohe Kräfte	50 bis < 80	„anstrengend“ bis „sehr anstrengend“	Die Tätigkeit erfordert eine deutlich erkennbare Beteiligung von Oberkörper, Rumpf und Beinen.
Spitzen- & Maximalkräfte (F_{max})	≥ 80	„extrem anstrengend“ bis „maximal anstrengend“ „absolutes Maximum“	Extremsituationen, nur kurz ausführbar. Sehr deutliche Beteiligung des gesamten Körpers. Die Kraft kann nur über wenige Sekunden einmalig aufgebracht werden.

Abb. 11 Hilfestellung zur Ermittlung der Krafthöhen bei Kraftausübungen. Mittels adaptierter CR100-Skala (in Anlehnung an Borg & Borg [2001]) können Beschäftigte zum Anstrengungsempfinden bei der zu bewertenden Teil-Tätigkeit befragt und deren Angaben zur Krafthöhe in die LMM-GK übertragen werden. Die Liste mit den Punktwerten und den Beschreibungen des Anstrengungsempfindens wird bei/nach Ausübung der Kraftaufwendung vorgelegt. Der Proband wird aufgefordert, einen Punktwert zwischen 0 und 100 anzugeben. Grob kann die Kraftanforderung auch durch Beobachtung der Beschäftigten bei Ausübung der Tätigkeit eingeschätzt werden.



Zählregeln zur Ermittlung der Bewegungshäufigkeiten

Beschreibung

Beispiel

Bei **fließenden Bewegungen** mit ununterbrochenem Fortgang fängt nach einer vollständigen Bewegungsrotation oder nach einem erkennbaren Bewegungsabschluss eine neue, separat zu zählende Bewegung an.

Schneeschaufeln: Die Schneeschaufel wird mit beiden Händen nach vorn unter den Schnee bewegt (erste Bewegung). Die Schaufel wird in einer fließenden Bewegung mit beiden Händen angehoben und der Schnee zur Seite abgeworfen (zweite Bewegung).

Bei einer **rotierenden, oszillierenden oder fließenden Bewegung** wird jede vollständige Bewegungsrotation von 360° bzw. jeder abgeschlossene Bewegungszyklus als eine neue, separat zu zählende Bewegung gezählt.

Betätigung einer Kurbelpumpe oder einer Seilwinde mit Handkurbel: Eine vollständige Umdrehung zählt als eine Bewegung.

Schwenken einer Heckenschere, Hin-und-Her-Bewegen einer Schleifmaschine: Mit jeder vollständigen Schwenk- bzw. Hin-und-Her-Bewegung beginnt eine neu zu zählende Bewegung.

Bei **ruckhaften Bewegungen** mit – meist auch abrupten – Richtungswechseln wird jede ruckhafte Bewegung bis zum nächsten Richtungswechsel als eine neue, separate Bewegung gezählt.

Spanngurt zur Ladungssicherung verzurren: Jedes einzelne Festziehen der Ratsche gilt als eine Bewegung.

Gezählt werden grundsätzlich nur Bewegungen mit mindestens mittlerer Kraftausübung. Bewegungen mit geringer Kraftausübung bleiben hierbei unberücksichtigt. Bei Hand-Arm-Bewegungen mit geringer Kraftausübung ist zu prüfen, ob die LMM-MA anzuwenden ist.

Tipps

Erstellen Sie eine Videoaufnahme von einer Norm-Minute bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten oder einer gesamten Teil-Tätigkeit bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten. Diese Videoaufnahme lässt sich später mehrfach und ggf. auch verlangsamt ansehen. So können Sie die Haltedauern in Sekunden messen und die Bewegungshäufigkeiten auszählen.

■ Videoaufnahmen können dabei helfen, Haltedauern zu messen und Bewegungshäufigkeiten zu zählen.

Variieren die Kraftausübungen der Teil-Tätigkeit am Arbeitstag, sind für die Haltedauern und Bewegungshäufigkeiten der dabei ausgeübten Kraftkategorie Mittelwerte zu bilden.

Es wird empfohlen, zunächst alle Bewegungen entsprechend der Zählregeln unabhängig von der Krafthöhe zu zählen. Ein einfacher mechanischer Handzähler ist bei der Ermittlung der Bewegungshäufigkeiten sehr hilfreich. Dann werden die Kraftausübungen mit den höchsten Aktionskräften gezählt, die bei der Teil-Tätigkeit vorkommen, und in der entsprechenden Kraftkategorie-Zeile der Tabelle gekennzeichnet. Mit absteigender Kraftanforderung werden dann die weiteren Bewegungen je Kraftkategorie gezählt und in die Tabelle übertragen.



Ebenso sollten beim Halten auch die Haltedauern zunächst unabhängig von der Krafthöhe gemessen werden. Wie bei der Ermittlung der Bewegungshäufigkeiten sollten die Sekundenwerte von hoher zu niedriger Kraftkategorie in der Tabelle gekennzeichnet werden.

Die Wichtungspunkte der Kraftausübungen werden für das Halten und Bewegen je Kraftkategorie durch das Kennzeichnen in der zutreffenden Zeile und Spalte der Tabelle ermittelt. Es besteht aber auch die Möglichkeit der Interpolation. Darunter versteht man das Ermitteln von Zwischenwerten für die Merkmalswichtungen innerhalb der angegebenen Wertebereiche. Zwischen den Haltedauern bzw. Bewegungshäufigkeiten und den resultierenden Punktwerten besteht ein linearer Zusammenhang. Die Punktwerte gelten immer für das Ende des angegebenen Wertebereichs für Haltedauern bzw. Bewegungshäufigkeiten. Beispielsweise entsprechen 30 Bewegungen mit hohen Kräften genau 17 Punkten. 30 Sekunden Halten mittlerer Kraft entspricht genau 12 Punkten (siehe Abb. 12 und 13).

■ Die Punktwerte steigen mit zunehmender Haltedauer bzw. Bewegungshäufigkeit linear an. Für die Merkmalswichtungen können daher auch Zwischenwerte ermittelt werden.

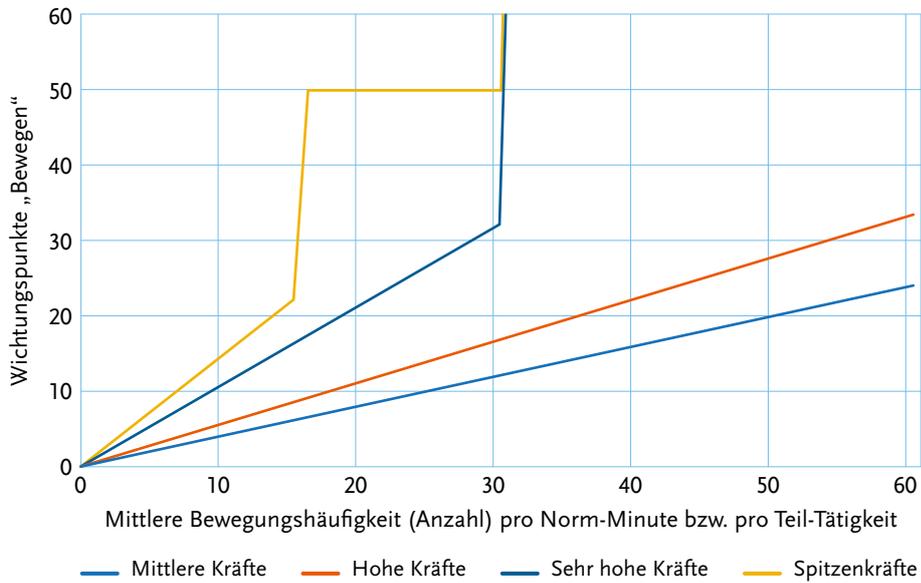


Abb. 12 Zusammenhang zwischen den mittleren Bewegungshäufigkeiten (Anzahl) und den Wichtungspunkten für die Kraftausübungsart „Bewegen“ in Abhängigkeit von den Kraftkategorien (Formeln siehe BAuA, 2020a, Setzungen auf 100 Punkte nicht dargestellt).

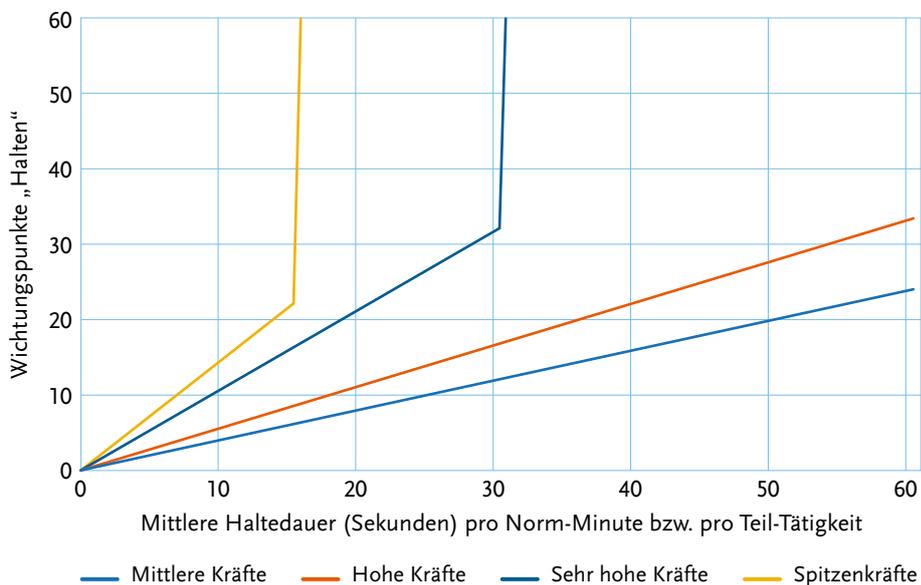


Abb. 13 Zusammenhang zwischen den mittleren Haltedauern (Sekunden) und den Wichtungspunkten für die Kraftausübungsart „Halten“ in Abhängigkeit von den Kraftkategorien (Formeln siehe BAuA, 2020a, Setzungen auf 100 Punkte nicht dargestellt).

Es empfiehlt sich, für die Interpolation das interaktive Formblatt LMM-GK-E zu verwenden. Darin sind die mathematischen Funktionen hinterlegt (BAuA, 2020a).



Beispiel: Schneeschaufeln zur Gehwegräumung (kontinuierliche Teil-Tätigkeit)

Zur morgendlichen Gehwegräumung benötigt ein Beschäftigter 10 Minuten. Teil-Tätigkeiten, die ununterbrochen über mehrere Minuten bis mehrere Stunden ausgeführt werden können (wie z. B. Schaufeln), sind in der Regel kontinuierliche Teil-Tätigkeiten.

Bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten wird zur Bestimmung der Zeitwichtung die Gesamtdauer der Teil-Tätigkeit in Minuten pro Arbeitstag (Arbeitsschicht) herangezogen. 10 Minuten Gesamtdauer pro Arbeitstag entsprechen einer Zeitwichtung von 2 (siehe Abb. 14).

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung

Gesamtdauer ¹⁾ [bis ... Minuten] bzw. Wiederholungshäufigkeit ²⁾ der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag:	≤ 1	> 1 - 5	> 5 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 45	> 45 - 60	> 60 - 100	> 100 - 150	> 150 - 210	> 210 - 270	> 270 - 360	> 360 - 480
Zeitwichtung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10

¹⁾ Bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten, ²⁾ bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten. Erläuterungen hierzu: Siehe Handlungsanleitung. Achtung: Sofern überwiegend Finger-Hand-Kräfte ausgeführt werden, ist die Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-MA zu bewerten!

Abb. 14 Formblatt LMM-GK: Beispielhafte Bestimmung der Zeitwichtung bei kontinuierlicher Teil-Tätigkeit.

Mit Hilfe der adaptierten CR100-Skala (siehe S. 30) wird ermittelt, dass die Tätigkeit vom Beschäftigten wenig bis etwas anstrengend empfunden wird. Das entspricht einer Krafthöhe von mittleren bis hohen Kräften.

Bei der kontinuierlichen Teil-Tätigkeit „Schneeschaufeln“ führt der Beschäftigte dynamische Bewegungen aus, es sind daher die mittleren Bewegungshäufigkeiten je Kraftkategorie in einer Norm-Minute zu ermitteln. Die Arbeitsanalyse ergab, dass im Durchschnitt 15 Hübe (Schaufelvorgänge) in einer Norm-Minute ausgeführt werden, wobei jeder Hub aus zwei dynamischen Bewegungen besteht:

1. Schaufel nach vorne bewegen (mittlere Kräfte)
2. Schaufel anheben und Schnee abwerfen (hohe Kräfte)

2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen der weiteren Merkmale

Kraftausübung(en) in einer Norm-Minute bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten bzw. pro Teil-Tätigkeit bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten		Halten ³⁾			Bewegen			
		mittl. Haltedauer [Sekunden]			mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl]			
Höhe	Typische Beispiele als orientierende Einstufungshilfen	31–45 ³⁾	16–30	≤ 15	<5	5–15	16–30	31–45 ⁵⁾
gering  hoch	Geringe Kräfte Ganzkörperkräfte mit geringen Kräften können definitionsgemäß nicht vorkommen. Diese Teil-Tätigkeiten sind ggf. mit der LMM-MA zu beurteilen.	–	–	–	–	–	–	–
	Mittlere Kräfte (bis 30 % F _{max,M}) Arbeiten mit handgeführten Werkzeugen wie Winkelschleifern, kleinen Kettensägen, Heckenscheren oder Schlagbohrmaschinen < 3 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen < 20 kg	18	12	6	1,5	6	12	18
	Hohe Kräfte (bis 50 % F _{max,M}) Arbeiten mit schwereren handgeführten Werkzeugen wie Trennschleifern, größeren Kettensägen, Bohrhämmern 3–8 kg / Bedienen von Hochdruckreinigern oder Sandstrahlern / Schaufeln von Lasten < 4 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen 20–50 kg / Werfen von Lasten < 3 kg bis max. 5 m	25	17	8	2	8	17	25
	Sehr hohe Kräfte (bis 80 % F _{max,M}) Arbeiten mit schweren handgeführten Werkzeugen wie Drucklufthämmern (≥ 8 kg) / Schaufeln von Lasten 4–8 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen > 50–100 kg / Werfen von Lasten < 3 kg bis max. 10 m oder 3–5 kg bis max. 5 m	100	32	15	4	15	32	100
	Spitzenkräfte⁴⁾ (über 80 % F _{max,M}) Impulsartige Kraftaufwendungen wie beim Arbeiten mit Brechstange, Vorschlaghammer / Ankippen schwerer Fässer (> 200 kg), Transport schwerer Möbel / Schaufeln von Lasten > 8 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen > 100 kg / Werfen von Lasten < 3 kg über 10 m oder ≥ 3 kg über 5 m	100	25	6	6	25	50	100
Die Teil-Tätigkeit ist zu beobachten, und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert ergeben diese die Gesamtkraftwichtung.		Gesamtkraftwichtung:						14
		Bei Frauen x 1,5:						21

³⁾ Als Haltearbeit werden nur dann Zeitanteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird!

⁴⁾ Ggf. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen.

⁵⁾ Bei noch höheren Häufigkeiten/Haltedauern ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-GK-E) anzuwenden.

Abb. 15 Formblatt LMM-GK: Beispielhafte Erfassung der Kraftausübung bei kontinuierlicher Teil-Tätigkeit.

Also ergeben sich für die kontinuierliche Teil-Tätigkeit „Schneeschaufeln“ in einer Norm-Minute die folgenden Kraftausübungen:

- 15-mal Schaufel nach vorne bewegen mit mittlerer Kraft
- 15-mal Schaufel anheben und Schnee abwerfen mit hoher Kraft

Für 15 Kraftausübungen mit mittlerer Kraft in einer Norm-Minute werden 6 Wichtungspunkte und für 15 Kraftausübungen mit hoher Kraft 8 Wichtungspunkte in der Wichtungstabelle markiert. Die Gesamtkraftwichtung beträgt somit für Männer 14 und für Frauen 21 Wichtungspunkte (siehe Abb. 15).

Beispiel: Festzurren von Spanngurten zur Ladungssicherung (diskontinuierliche Teil-Tätigkeit)

Ein Team von vier Beschäftigten eines Hochseehafens (Lascher) sichert Ladungen auf Lkw-Trailern mit Spanngurten für Zugkräfte von 5 bis 10 Tonnen. Während eines Arbeitstages (Arbeitsschicht) verlascht das Team mehrere Lkw-Trailer und verwendet dafür ca. 200 Spanngurte. Auf einen Beschäftigten entfallen also ca. 50 Spanngurte pro Arbeitstag, die manuell zu verzurren sind. Das manuelle Festzurren eines Spanngurtes dauert etwa 15 Sekunden, wobei unter anderem auch jeweils Spitzenkräfte auszuüben sind, die nicht kontinuierlich ausgeführt werden können. Bis zum Festzurren des nächsten Spanngurtes vergehen in aller Regel mehrere Minuten. Es handelt sich demnach um eine diskontinuierliche Teil-Tätigkeit.

Um bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten die Zeitwichtung zu bestimmen, ist die Wiederholungshäufigkeit der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag heranzuziehen. Ein Beschäftigter verzurret manuell 50 Spanngurte pro Arbeitstag. Das entspricht einer Zeitwichtung von 4 (siehe Abb. 16).



1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung

Gesamtdauer ¹⁾ [bis ... Minuten] bzw. Wiederholungshäufigkeit ²⁾ der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag:	≤ 1	> 1 -5	> 5 -10	> 10 -20	> 20 -30	> 30 -45	> 45 -60	> 60 -100	> 100 -150	> 150 -210	> 210 -270	> 270 -360	> 360 -480
Zeitwichtung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10

¹⁾ Bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten, ²⁾ bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten. Erläuterungen hierzu: Siehe Handlungsanleitung.
Achtung: Sofern überwiegend Finger-Hand-Kräfte ausgeführt werden, ist die Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-MA zu bewerten!

Abb. 16 Formblatt LMM-GK: Beispielhafte Bestimmung der Zeitwichtung bei diskontinuierlicher Teil-Tätigkeit.

2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen der weiteren Merkmale

Kraftausübung(en) in einer Norm-Minute bei kontinuierlichen Teil-Tätigkeiten bzw. pro Teil-Tätigkeit bei diskontinuierlichen Teil-Tätigkeiten		Halten ³⁾			Bewegen			
		mittl. Haltedauer [Sekunden]			mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl]			
Höhe	Typische Beispiele als orientierende Einstufungshilfen	31 – 45 ³⁾	16 – 30	≤ 15	< 5	5 – 15	16 – 30	31 – 45 ³⁾
gering  hoch	Geringe Kräfte Ganzkörperkräfte mit geringen Kräften können definitionsgemäß nicht vorkommen. Diese Teil-Tätigkeiten sind ggf. mit der LMM-MA zu beurteilen.	-	-	-	-	X	-	-
	Mittlere Kräfte (bis 30 % F _{max} M) Arbeiten mit handgeführten Werkzeugen wie Winkelschleifern, kleinen Kettensägen, Heckenscheren oder Schlagbohrmaschinen < 3 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen < 20 kg	18	12	6	1,5	6	12	18
	Hohe Kräfte (bis 50 % F _{max} M) Arbeiten mit schwereren handgeführten Werkzeugen wie Trennschleifern, größeren Kettensägen, Bohrhämmern 3–8 kg / Bedienen von Hochdruckreinigern oder Sandstrahlern / Schaufeln von Lasten < 4 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen 20–50 kg / Werfen von Lasten < 3 kg bis max. 5 m	25	17	8	2	8	17	25
	Sehr hohe Kräfte (bis 80 % F _{max} M) Arbeiten mit schweren handgeführten Werkzeugen wie Druckluftschlämmern (≥ 8 kg) / Schaufeln von Lasten 4–8 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen > 50–100 kg / Werfen von Lasten < 3 kg bis max. 10 m oder 3–5 kg bis max. 5 m	100	32	15	4	15	32	100
	Spitzenkräfte⁴⁾ (über 80 % F _{max} M) Impulsartige Kraftaufwendungen wie beim Arbeiten mit Brechstange, Vorschlaghammer / Ankippen schwerer Fässer (> 200 kg), Transport schwerer Möbel / Schaufeln von Lasten > 8 kg / Bewegungen von Lasten auf Rollenbahnen > 100 kg / Werfen von Lasten < 3 kg über 10 m oder ≥ 3 kg über 5 m	100		25	6	25	50	100
Die Teil-Tätigkeit ist zu beobachten, und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert ergeben diese die Gesamtkraftwichtung.		Gesamtkraftwichtung:					13,5	
		Bei Frauen x 1,5:					20,25	

³⁾ Als Haltearbeit werden nur dann Zeiteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird!

⁴⁾ Ggf. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen.

⁵⁾ Bei noch höheren Häufigkeiten/Haltedauern ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-GK-E) anzuwenden.

Abb. 17 Formblatt LMM-GK: Beispielhafte Erfassung der Kraftausübung bei diskontinuierlicher Teil-Tätigkeit.

Im Mittel wird ein Spanngurt mit 16 dynamischen Bewegungen festgezurt, wobei die ersten 5 Bewegungen nur mit „geringen Kräften“ ausgeübt werden, die nicht Gegenstand der LMM-GK sind. Die verbleibenden 11 Bewegungen reichen von anfangs mittleren Kräften bis zum Ende des Verzurrens hin zu Spitzenkräften (mit steigender Spannung des Gurtes steigt auch die für das manuelle Festzurren benötigte Krafthöhe).

Mittels der adaptierten CR100-Skala (siehe S. 30) wird ermittelt, dass die Tätigkeit wenig bis maximal anstrengend ist. Das entspricht mittleren Kräften bis zu Spitzenkräften.

Im Mittel wird ein Spanngurt mit 16 Bewegungen festgezurt, wobei die ersten 5 Bewegungen nur mit geringen Kräften ausgeübt werden. Für die verbleibenden 11 Bewegungen wird ein mit der Gurtspannung steigender Kraftaufwand ermittelt:

- 3 Bewegungen mit mittleren Kräften
- 3 Bewegungen mit hohen Kräften
- 3 Bewegungen mit sehr hohen Kräften
- 2 Bewegungen mit Spitzenkräften

Die Gesamtkraftwichtung beträgt 13,5 für männliche Beschäftigte und 20,25 für weibliche Beschäftigte (siehe Abb. 17).

Symmetrie der Kraftaufwendung

Das Merkmal „Symmetrie der Kraftaufwendung“ berücksichtigt, inwiefern die Kraft zwischen den beiden Händen/Armen ungleich verteilt ist und ob eine zeitweilige oder überwiegende einhändige Kraftausübung vorliegt. Beispiele für unsymmetrische Kraftaufwendungen sind das einhändige Bewegen schwergängiger Teile oder der Patiententransfer in Pflegeberufen. Eine zweckmäßige Interpolation bei Zwischenstufen ist zulässig.

■ Bei Zwischenstufen ist eine Interpolation zulässig.

Abbildung 18 zeigt das Formblatt zur Bestimmung des Leitmerkmals „Symmetrie der Kraftaufwendung“ am Beispiel „Schneeschaufeln“. Bei dieser Teil-Tätigkeit ist die Kraft zwischen den Händen zeitweise ungleich verteilt.

Symmetrie der Kraftaufwendung	Wichtung
Kraftaufwendung ist beidhändig und symmetrisch	0
Kraftaufwendung ist <u>zeitweilig einhändig und/oder unsymmetrisch: ungleiche Kraftverteilung zwischen den Händen</u>	2
Kraftaufwendung ist überwiegend einhändig, ungleiche Verteilung oder Richtung der Kräfte beider Hände	4

Abb. 18 Formblatt LMM-GK: Bestimmung des Leitmerkmals „Symmetrie der Kraftaufwendung“. Beispielhaft ausgefüllt für die Teil-Tätigkeit „Schneeschaufeln“, bei der zeitweilig eine ungleiche Kraftverteilung zwischen den beiden Händen feststellbar ist.

Körperhaltung

Körperhaltung ⁶⁾		Wichtung
	<ul style="list-style-type: none"> • Aufrechtes bis leicht vorgeneigtes Stehen (< 20° Vorneigung) • Keine Verdrehung 	0
	<ul style="list-style-type: none"> • Stehen, stärker (20–60°) vorgeneigt • Gelegentliche Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar • Hände gelegentlich über Schulterniveau / körperfern 	3
	<ul style="list-style-type: none"> • Stehen, stark vorgeneigt (> 60°) oder rückgeneigt • Häufige Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar • Hände häufig über Schulterniveau / körperfern • Arbeiten im Liegen mit Händen oberhalb/unterhalb des Körpers 	6
	<ul style="list-style-type: none"> • Kombination aus stärkerer Vor- oder Rückneigung mit Seitneigung/Torsion • Ständige Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar • Arbeiten im Hocken oder Knien • Hände ständig über Schulterniveau / körperfern 	9 ⁷⁾

⁶⁾ Es sind die typischen Körperhaltungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.

⁷⁾ Achtung: Sofern diese Kategorie gewählt wurde, wird empfohlen, diese Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-KH zu bewerten!

Abb. 19 Formblatt LMM-GK: Bestimmung des Leitmerkmals „Körperhaltung“. Beispielhaft ausgefüllt für die Teil-Tätigkeit „Schneeschaufeln“, bei der eine stärkere Vorbeugung des Körpers sowie eine gelegentliche Rumpfverdrehung erkennbar sind.

Mit dem Merkmal „Körperhaltung“ wird hauptsächlich die Belastung der Schultern, des oberen und unteren Rückens sowie der Beine berücksichtigt. Der Bezug liegt dabei auf

- eingeschränkten Bewegungsmöglichkeiten,
- statischer Haltungsarbeit der Rumpf- und Schulter-Nacken-Muskulatur,
- ungünstigen Gelenkstellungen und der
- Grundhaltung des Körpers (z. B. Stehen, Knien, Hocken, Liegen).

Es ist kaum möglich, Verdrehungen und Vor- und Seitneigungen in exakten Winkelgraden durch Beobachtung zu bestimmen. Das Hauptaugenmerk liegt auf **deutlich erkennbaren Abweichungen** aus der Neutrallage der beteiligten Gelenke. Bei der Einstufung für die Rumpfhaltung hilft Abbildung 20.

■ Dauer und Häufigkeit deutlich erkennbarer Abweichungen von der Neutrallage sind wichtiger als die exakten Winkelgrade der Abweichungen.

Aufgrund der Vielzahl der beteiligten Gelenke wird eine überschlägige Gesamteinschätzung vorgenommen. Es wird empfohlen, alle für die betrachtete Teil-Tätigkeit zutreffenden Einzelaspekte wie

- Rumpfvorneigung,
- Rumpfverdrehung,
- Rumpfseitneigung,

- Hände über Schulterniveau oder körperfern und
- Stehen, Knien, Hocken oder Liegen

auch unter Berücksichtigung der zeitlichen Ausprägung zu ermitteln und in der Tabelle zu markieren.

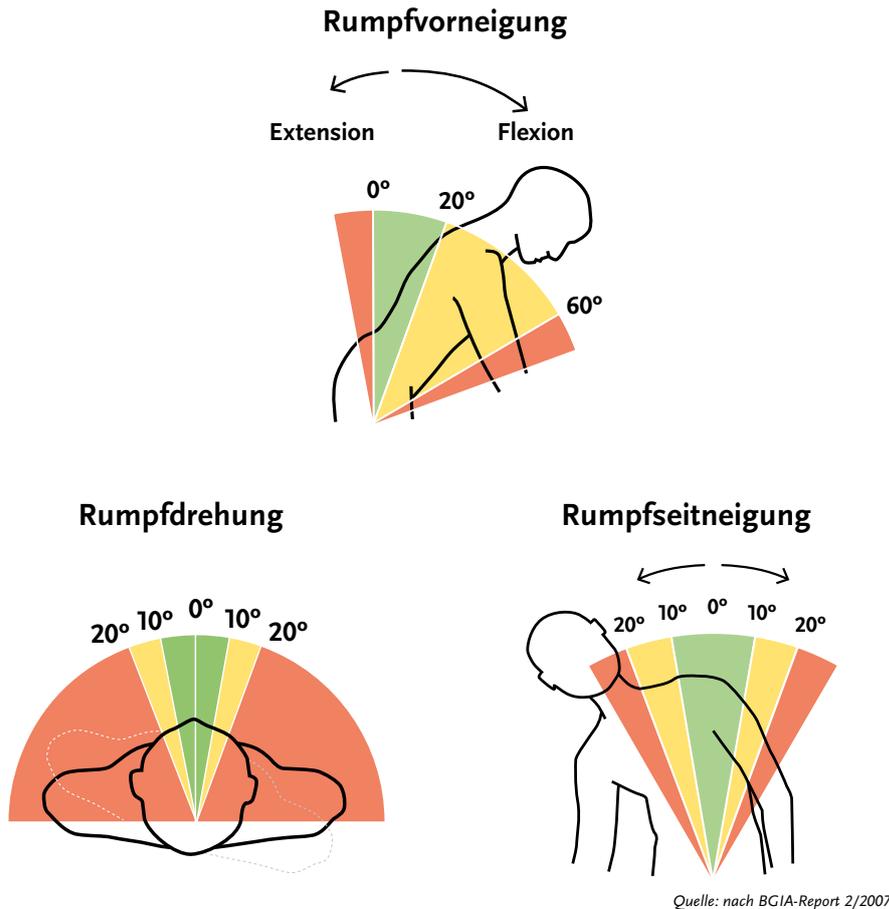


Abb. 20 Einstufungshilfen für die Rumpfvorneigung, Rumpfseitneigung und Rumpfdrehung (Abbildung nach BGIA-Report 2/2007).

Der ergonomisch ungünstigste Einzelaspekt bestimmt die Bewertung. Wenn beispielsweise eine „gelegentliche“ Rumpfvorneigung erkennbar ist, die Hände sich aber „häufig“ über den Schultern befinden, sind 6 Wichtungspunkte zu vergeben. Maßgeblich ist der Aspekt „Hände häufig über Schulterniveau/körperfern“.

Der unergonomischste Einzelaspekt bestimmt die Bewertung.

Die lineare Interpolation zwischen den Wichtungskategorien (ohne hinterlegte mathematische Funktion) ist zulässig, jedoch nur für gleichartige Einzelaspekte. Beispielsweise kann zwischen der ersten Kategorie (0 Wichtungspunkte) und der zweiten Kategorie (3 Wichtungspunkte) interpoliert werden, wenn eine Teil-Tätigkeit teilweise mit einer aufrechten bis leichten und teilweise mit einer deutlichen Rumpfvorneigung ausgeführt wird.

Ungünstige Ausführungsbedingungen

Ungünstige Ausführungsbedingungen (nur angeben, wenn zutreffend) Hinweis: Hier können für ungünstige Ausführungsbedingungen Zusatzpunkte (Zwischenwichtungen) vergeben werden.		Zwischenwichtung (ZW)	Σ ZW
Hand-/Armstellung und -bewegung: 	Gelegentlich am Ende der Beweglichkeitsbereiche	1	2
	Häufig/ständig am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2	
Kraftübertragung/-einleitung eingeschränkt: Gegenstände/Werkzeuge schlecht greifbar / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe		1	
Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert: Gegenstände/Werkzeuge kaum greifbar / schmierig, weich, scharfkantig / keine oder ungeeignete Griffe		2	
Umgebungsbedingungen eingeschränkt: <u>Belastungen durch Hitze, Kälte und/oder Vibration⁸⁾</u>		1	
Umgebungsbedingungen ungünstig: Belastungen durch extreme Hitze, Kälte und/oder Vibration ⁸⁾		2	
Erhöhte Anstrengung durch eingeschränkte räumliche Bedingungen: Eingeschränkte Standsicherheit und/oder eingeschränkter Bewegungsraum, z. B. zu geringe Höhe oder Arbeitsfläche unter 1,5 m ² / <u>Boden etwas rutschig</u> , leichte Neigung (bis 5°), Hindernisse im Arbeitsbereich		1	
Stark erhöhte Anstrengung durch ungünstige räumliche Bedingungen: Stark eingeschränkte Standsicherheit und/oder Bewegungsfreiheit, z. B. bei Arbeiten auf sehr engem Raum/Boden ist sehr rutschig/uneben, stärkere Neigung (> 5°)		2	
Kleidung: Zusätzliche Belastung durch beeinträchtigende und schwere Schutzkleidung/-ausrüstung (PSA) (z. B. Hitzeschutzanzüge, Chemikalienschutzanzüge, schwere Atemschutzausrüstung (Gruppe 3))		2	
Keine: Es liegen keine ungünstigen Ausführungsbedingungen vor		0	

In den Tabellen nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen sind vernachlässigbar.

⁸⁾ Achtung: Sofern Vibrationsbelastungen vorkommen, sind diese gesondert zu bewerten! Siehe www.baua.de/vibration

Abb. 21 Formblatt LMM-GK: Bestimmung des Leitmerkmals „Ungünstige Ausführungsbedingungen“. Beispielhaft ausgefüllt für die Teil-Tätigkeit „Schneeschaufeln“ mit Belastungen durch Kälte und einem rutschigen Boden.

Das Merkmal „Ungünstige Ausführungsbedingungen“ umfasst eine Reihe von unterschiedlichen Aspekten bzw. Einzelwichtungen:

- Hand-/Armstellung und -bewegung
- Kraftübertragung/-einleitung
- Umgebungsbedingungen
- räumliche Bedingungen
- Kleidung

Die Aspekte werden einzeln bewertet, die Punktwerte für die Zwischenwichtungen vergeben und zu einem Gesamtwert aufsummiert.

In der Summation können maximal 10 Wichtungspunkte vergeben werden. Eine sachgemäße Interpolation der Zwischenstufen innerhalb der einzelnen Aspekte ist auch hier zulässig. Werden für einen der genannten Aspekte keine Einschränkungen beobachtet, werden hierfür keine Zwischenwichtungspunkte vergeben.

Das Formblatt LMM-GK enthält für die Aspekte Kraftübertragung/-einleitung, Umgebungsbedingungen, räumliche Bedingungen und Kleidung einige Beispiele (siehe Abb. 22). Auch Ausprägungen, die hier nicht genannt sind, können berücksichtigt werden, sofern sie mit den Beispielen vergleichbar sind.

Hand-/Armstellung und -bewegung

	Gelegentlich am Ende der Beweglichkeitsbereiche	1
	Häufig/ständig am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2

Abb. 22 Formblatt LMM-GK.

An der Ausübung von Ganzkörperkräften ist eine Vielzahl von Gelenken im Hand-Arm-Bereich beteiligt. Eine exakte Bestimmung der Gelenkbelastungen ist methodisch schwierig und aufwändig. Deshalb sollte das Augenmerk auf deutlich erkennbaren und länger andauernden Abweichungen von der Mittellage gelegt werden.

Wichtig ist die Dauer der Abweichungen aus der Mittellage, weniger der exakte Gelenkwinkel.

Die Hand-/Armstellung liegt in zwei Ausprägungen vor, eine Doppelnennung ist nicht möglich. Die Häufigkeitsangaben sind als prozentualer Anteil von der Gesamtdauer der Teil-Tätigkeit zu verstehen und in folgender Weise definiert:

- gelegentlich: 5 % bis kleiner als 25 %
- häufig/ständig: 25 % und mehr

Hand-/Armstellung	Cut	Schlecht	
	Einwärtsdrehung (Pronation)	0° – 20°	> 20°
	Auswärtsdrehung (Supination)	0° – 30°	> 30°
	Strecken nach oben (Extension)	0° – 25°	> 25°
	Beugung nach unten (Flexion)	0° – 20°	> 20°
	Seitwärtsbewegung nach außen (Ulnarabduktion)	0° – 10°	> 10°
	Seitwärtsbewegung nach innen (Radialabduktion)	0° – 10°	> 10°

Abb. 23 Orientierungswerte für Gelenkstellungen der Hand. Alles außerhalb des grünen Bereichs ist unergonomisch. Ausschlaggebend ist die Dauer der Abweichungen von der Mittelposition des Gelenks, weniger der exakte Gelenkwinkel (Abbildungen nach BGIA-Report 2/2007).

Kraftübertragung/-einleitung

Kraftübertragung/-einleitung eingeschränkt: Gegenstände/Werkzeuge schlecht greifbar / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	1
Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert: Gegenstände/Werkzeuge kaum greifbar / schmierig, weich, scharfkantig / keine oder ungeeignete Griffe	2

Abb. 24 Formblatt LMM-GK.

Bei der Ausführungsbedingung „Kraftübertragung/-einleitung“ wird zwischen „eingeschränkt“ und „erheblich behindert“ unterschieden. Eine Doppelnennung beider Ausprägungen ist nicht möglich.

Umgebungsbedingungen

Umgebungsbedingungen eingeschränkt: Belastungen durch Hitze, Kälte und/oder Vibration ⁸⁾	1
Umgebungsbedingungen ungünstig: Belastungen durch extreme Hitze, Kälte und/oder Vibration ⁸⁾	2

Abb. 25 Formblatt LMM-GK.

Die Umgebungsbedingungen sind ebenfalls in zwei Ausprägungen unterteilt: „eingeschränkt“ und „ungünstig“. Eine Doppelnennung beider Ausprägungen ist nicht möglich. Faktoren, die die Umgebungsbedingungen beeinflussen, sind z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Regen oder Sonneneinstrahlung. Sollten Vibrationen auftreten, sind diese gesondert zu bewerten (siehe www.baua.de/vibration).

Räumliche Bedingungen

Erhöhte Anstrengung durch eingeschränkte räumliche Bedingungen: Eingeschränkte Standsicherheit und/oder eingeschränkter Bewegungsraum, z. B. zu geringe Höhe oder Arbeitsfläche unter 1,5 m ² / Boden etwas rutschig, leichte Neigung (bis 5°), Hindernisse im Arbeitsbereich	1
Stark erhöhte Anstrengung durch ungünstige räumliche Bedingungen: Stark eingeschränkte Standsicherheit und/oder Bewegungsfreiheit, z. B. bei Arbeiten auf sehr engem Raum/Boden ist sehr rutschig/uneben, stärkere Neigung (> 5°)	2

Abb. 26 Formblatt LMM-GK.

Die räumlichen Bedingungen werden mit zwei Ausprägungen charakterisiert: „eingeschränkt“ und „ungünstig“. Eine Doppelnennung ist nicht möglich.

Bei stark eingeschränkter Bewegungsfreiheit, z. B. bei Arbeiten auf sehr engem Raum, könnte zusätzlich die **Leitmerkmalermethode „Körperzwangshaltungen“** angewendet werden.

■ Bei ungünstigen räumlichen Bedingungen ist zu prüfen, ob zusätzlich die LMM-KH anzuwenden ist.

Kleidung

Kleidung: Zusätzliche Belastung durch beeinträchtigende und schwere Schutzkleidung/-ausrüstung (PSA) (z. B. Hitzeschutzanzüge, Chemikalienschutzanzüge, schwere Atemschutzausrüstung (Gruppe 3))	2
---	----------

Abb. 27 Formblatt LMM-GK.

Zusätzliche Belastung durch beeinträchtigende Kleidung oder Ausrüstung (z. B. schwere Regenjacke, Ganzkörperschutzanzüge, Atemschutzgeräte, Werkzeuggürtel) wird mit maximal 2 Wichtungspunkten berücksichtigt.

Arbeitsorganisation und zeitliche Verteilung

Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung	Wichtung
Gut: häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten (mit anderen Belastungsarten) / ohne enge Abfolge von höheren Belastungen innerhalb einer Belastungsart an einem Arbeitstag	0
Eingeschränkt: selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten (mit anderen Belastungsarten) / gelegentlich enge Abfolge von höheren Belastungen innerhalb einer Belastungsart an einem Arbeitstag	2
Ungünstig: 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. 28 Formblatt LMM-GK: Bestimmung des Leitmerkmals „Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung“. Beispielhaft ausgefüllt für die Teil-Tätigkeit „Schneeschaufeln“, die einmal am Arbeitstag ausgeführt wird.

Mit dem Merkmal „Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung“ wird insbesondere das Gefährdungsrisiko übermäßiger muskulärer Ermüdung durch

- einseitige, gleichartige Belastungsmuster,
- enge Abfolge höherer Belastungen mit zeitweise hohen Belastungsspitzen und
- unzureichende Erholungszeiten

über den gesamten Arbeitstag hinweg berücksichtigt.

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

- **Gut:** häufig Belastungswechsel
Werden eine oder mehrere Teil-Tätigkeiten mit Ganzkörperkräften zu einem



geringeren Zeitanteil am Arbeitstag ausgeführt (z. B. unter 2 Stunden bei einem 8-stündigen Arbeitstag), so ist „Gut: häufig Belastungswechsel ...“ auszuwählen. Allerdings nur, wenn in den verbleibenden rund 6 Stunden 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 hoch belastende Teil-Tätigkeiten mit der Ausübung von Ganzkörperkräften 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
Werden eine oder mehrere Teil-Tätigkeiten mit der Ausübung von Ganzkörperkräften zu einem überwiegenden Zeitanteil am Arbeitstag ausgeführt (z. B. mehr als 5 Stunden bei einer 8-stündigen Arbeitsschicht), so ist „Ungünstig: kein/kaum Belastungswechsel ...“ auszuwählen. Eine ungünstige zeitliche Verteilung liegt insbesondere dann vor, wenn hoch belastende Teil-Tätigkeiten mit der Ausübung von Ganzkörperkräften zeitlich unmittelbar aneinandergrenzen.

Die sachgemäße Interpolation zwischen den Kategorien des Leitmerkmals „Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung“ ist zulässig.

■ Arbeitstätigkeiten ohne Belastungswechsel sollten vermieden werden.

Je enger die zeitlichen Abstände von Belastungen durch die Ausübung von Ganzkörperkräften an einem Arbeitstag, desto seltener ist ein Belastungswechsel möglich und desto mehr Wichtungspunkte sind zu ermitteln. Die „Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung“ ist als ungünstig einzustufen. Das heißt umgekehrt, dass als Gestaltungsmaßnahme die zeitlichen Abstände zwischen den Belastungen vergrößert werden sollten, z. B. durch Belastungswechsel, Erholzeiten oder Erholungspausen.

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. Berücksichtigt werden dabei neben der Gesamtdauer bzw. Wiederholungshäufigkeit der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag auch sonstige wichtige Ausführungsbedingungen. Grundsätzlich gilt, dass mit steigenden Arbeitsanforderungen auch die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung zunimmt.

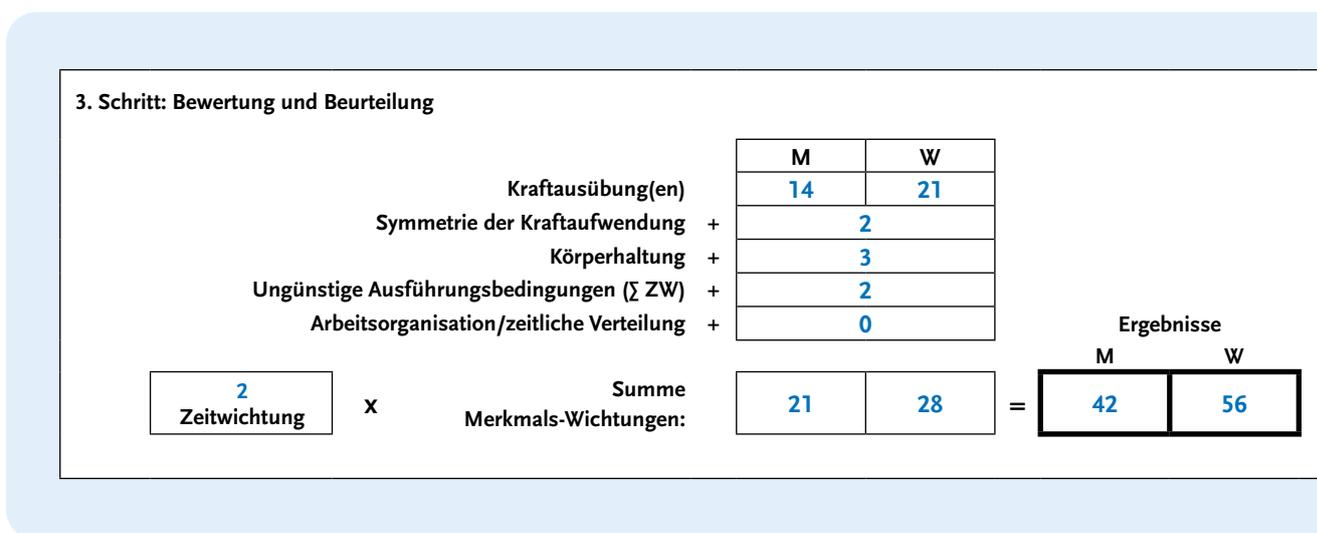


Abb. 29 Formblatt LMM-GK: Bewertung. Beispielhaft ausgefüllt für die Teil-Tätigkeit „Schneeschaufeln“, die ca. 10 Minuten am Arbeitstag ausgeführt wird (siehe zuvor gezeigte Beispiele).

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 und der daraus resultierende Risikobereich entsprechen nur dann dem Gesamtrisiko, wenn keine weiteren Teil-Tätigkeiten mit Ganzkörperkräften an einem Arbeitstag ausgeführt werden. Teil-Tätigkeiten mit unterschiedlicher Ausprägung der Merkmale sind getrennt zu beurteilen.

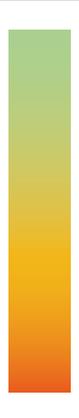
Die einzelnen LMM-Punktwerte können aufgrund der nicht linearen Zeitwichtung der LMM-GK nicht einfach addiert werden. Für die Zusammenfassung der Risiko-Punktwerte mehrerer Teil-Tätigkeiten zu einem Gesamtpunktwert für den Arbeitstag kann die Erweiterte Leitmerkalmethode LMM-Multi-E genutzt werden. Dieser Gesamtpunktwert bestimmt dann über die LMM-Risiko-Tabelle (Abb. 30) das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zur Belastungsart „Ausübung von Ganzkörperkräften“.

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

Durch die in der Kraftwichtung eingezogenen Kraftgrenzen mit resultierenden Wichtungen von 100 Punkten können die zugehörigen Kraftwichtungen relativ hoch werden. Dies ist so beabsichtigt. Ein Endergebnis von über 100 LMM-Punkten soll deutlich machen, dass eine körperliche Überbeanspruchung möglich bzw. wahrscheinlich ist.

■ Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind fließend.

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.}

Abb. 30 Formblatt LMM-GK: Risikokonzept bzw. Risiko-Tabelle der Leitmerkmalmethoden.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass das Gesundheitsrisiko bei einer LMM-GK-Punktschme von z. B. 300 dreimal so hoch ist wie bei einer Punktschme von 100. Es gilt, dass ab 100 Punkten erforderliche Gestaltungsmaßnahmen zu prüfen und zu ergreifen sind. Eine differenzierte Betrachtung der Wichtungen der einzelnen Leitmerkmale ermöglicht die Identifikation der am stärksten belasteten Körperregionen. Wenn die Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass Gestaltungsmaßnahmen zu ergreifen sind, sollte man möglichst an den Ursachen für die hohen Wichtungspunktwerte bei den einzelnen Leitmerkmalen ansetzen. Falls dies nur mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand möglich ist, sind hohe Wichtungspunktwerte einzelner Leitmerkmale so zu minimieren, dass erträgliche Arbeitsbelastungen erreicht werden können.

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 oder eine geringe Belastung (Risikobereich 1)** vor, können im Einzelfall körperliche Überbeanspruchungen nicht ausgeschlossen werden. Beschäftigten muss eine arbeitsmedizinische Wunschvorsorge 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 vor (Risikobereich 3 oder 4), sind im Einzelfall körperliche Überbeanspruchungen möglich. Beschäftigten muss eine arbeitsmedizinische Wunschvorsorge ermöglicht werden. Gegebenenfalls sind 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. Darüber hinaus können ergänzende Präventionsmaßnahmen wie beispielsweise Maßnahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung geprüft werden.

Risiko ^{*)}	Risikobereich ^{**)}	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. Maßnahmen zur Gestaltung der Arbeit sind erforderlich. Sonstige ergänzende Präventionsmaßnahmen sind zu prüfen.
	4	hoch	wahrscheinlich	stärker ausgeprägte Beschwerden und/oder Funktionsstörungen, Strukturschäden mit Krankheitswert möglich		

^{*) 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.}

^{**) Risikobereich nach Risikokonzept, entspricht z. B. bei der Beurteilung mit den Leitmerkmalmethoden pro Belastungsart der Zuordnung der jeweils ermittelten Punktskizzen für eine Arbeitsschicht zu einem der vier Risikobereiche.}

Abb. 31 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).

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 Benutzer, 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. Hierbei sind – neben der zu erfüllenden Aufgabe bei der Gestaltung eines Arbeitssystems – insbesondere die Beschäftigten und deren körperliche Eigenschaften und Fähigkeiten sowie die Arbeitsumgebung zu berücksichtigen.



Lässt sich eine Belastung durch die Ausübung von Ganzkörperkräften nicht vermeiden, sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Vorrang sollten dabei die Teil-Tätigkeiten mit den höchsten LMM-Punktwerten sowie mit hohen Ausprägungen in den Einzelmerkmalen haben.

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

Beispiele für technische Maßnahmen des Arbeitsschutzes:

- Schaffung von montage- und wartungsfreundlicher Konstruktion und Technologie
 - ergonomisch günstige Griffgestaltung
 - Berücksichtigung von Anschlagpunkten für die Krafteinleitung
 - Berücksichtigung von Montage- und Wartungsflächen
 - Ermöglichung des Arbeitens in günstigen Körperhaltungen
- Vermeidung von Aktionskräften, die die Belastbarkeit überfordern
 - Bereitstellung von geeigneten Werkzeugen in gutem Zustand
 - Gewichtsreduzierung von Werkzeugen
- Schaffung sicherer Arbeitsbedingungen
 - ausreichender Bewegungsraum
 - ebene, rutschfeste und stabile Böden
 - geeignete Arbeitsschuhe
 - gute Sichtverhältnisse
- Vermeidung extremer Temperaturen und Feuchtigkeit
 - Schaffung von Einhausungen
 - Bereitstellung spezieller Körperschutzmittel
- Gewährleistung eines angemessenen Arbeitspensums
 - Verringerung des Arbeitstempos
 - Wechsel zwischen be- und entlastenden Tätigkeiten
 - genügend Erholzeiten

Folgende personenbezogene Maßnahmen sind zu empfehlen:

- Unterweisung der Beschäftigten mit Erläuterungen, die eigens auf die besonderen Gefährdungen durch die Ausübung von Ganzkörperkräften ausgerichtet sind
 - vor Aufnahme der Tätigkeit der Beschäftigten
 - bei Veränderungen im Aufgabenbereich
 - bei der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer neuen Technologie
 - wenn besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen derartige Tätigkeiten ausführen müssen (z. B. Jugendliche, werdende Mütter); die Unterweisung muss an die Gefährdungsentwicklung angepasst sein und ggf. regelmäßig wiederholt werden
- tätigkeitsbezogenes Training der Beschäftigten
 - Strategien zur Verringerung der körperlichen Belastungen bei hohen Kraftanstrengungen, z. B. durch die Vermeidung ungünstiger Körperhaltungen
 - korrekte und sichere Nutzung von Werkzeugen und Hilfsmitteln sowie persönlicher Schutzausrüstung
 - vernünftige Arbeitseinteilung
- Information der Beschäftigten über die Möglichkeit zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (als Wunsch- bzw. Angebotsvorsorge)
- individuelle Beratung der Beschäftigten im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge insbesondere zur individuellen kardiozirkulatorischen und pulmonalen Leistungsfähigkeit, zu Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems sowie zu Belastungen und Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems nach § 11 ArbSchG sowie in Anlehnung an die ArbMedVV (Anhang Teil 3 (2) 4)
 - Wunschvorsorge: auf Wunsch des Beschäftigten nach § 11 ArbSchG
 - Unterbreitung eines Angebots zur arbeitsmedizinischen Vorsorge, empfohlen bei Tätigkeiten mit wesentlich erhöhter körperlicher Belastung durch die Ausübung von Ganzkörperkräften (ab Risikobereich 3 nach LMM „Ausübung von Ganzkörperkräften“)

Handbuch Gefährdungsbeurteilung

Detaillierte Hinweise zur Arbeitsplatzgestaltung bei der Ausübung von Ganzkörperkräften sowie allgemeine Grundsätze zur ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung enthält das *Handbuch Gefährdungsbeurteilung* (BAuA, 2023, Kapitel 8).

Auch die Umgebungsbedingungen, wie Witterung, Hitze, Zugluft, Kälte oder Nässe, und beeinträchtigende (Schutz-)Kleidung können eine zusätzliche Erschwernis darstellen.

Allgemein sollten bei der Ableitung und Umsetzung von Gestaltungs- und Präventionsmaßnahmen insbesondere die Einzelmerkmale im Hauptfokus stehen, die eine Ausprägung im oberen Bereich der jeweils zu vergebenden Wichtungspunkte aufweisen. Wird z. B. eine Tätigkeit in einer deutlich vorgeneigten und verdrehten Körperhaltung verrichtet, sodass hier die 9 maximal möglichen Wichtungspunkte vergeben werden, sollten Gestaltungs- und Präventionsmaßnahmen hier ansetzen und zu einer Verbesserung der Körperhaltung führen.

Fazit



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

Mit den **Leitmerkalmethoden** und den **Erweiterten Leitmerkalmethoden** können betriebliche Praktikerinnen und Praktiker (Führungskräfte, Arbeitsgestalterinnen und -gestalter, Beschäftigtenvertretungen, Sicherheitsfachkräfte, Betriebsärztinnen und -ärzte)

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

Zudem dienen die **Formblätter** und die **Formblätter mit integrierter Rechenfunktion** (interaktive Formblätter) zur Dokumentation

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

Mit der Leitmerkalmethode zur Beurteilung und Gestaltung von Belastungen bei der Ausübung von Ganzkörperkräften können Tätigkeiten mit hohen Körperkräften unter Einsatz großer Muskelgruppen beurteilt werden. Diese Tätigkeiten stellen für viele Beschäftigte eine wichtige und häufig vorkommende körperliche Belastungsart im Berufsalltag dar und führen zur Beanspruchung des gesamten Muskel-Skelett-Systems.

Wie bei allen Leitmerkalmethoden wurde auch bei der LMM-GK darauf geachtet, dass sie ohne ergonomische Spezialkenntnisse und ohne aufwendige Messungen eingesetzt werden kann. Voraussetzung sind etwas Ausbildung, Training und Übung in der Anwendung dieser Methode sowie insbesondere eine sehr gute Kenntnis der zu beurteilenden Arbeitsbedingungen am betreffenden Arbeitsplatz.

■ Die Arbeit mit der LMM-GK setzt eine sehr gute Kenntnis der Arbeitsbedingungen voraus.

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. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Verfügbar unter: www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/AMR/pdf/AMR-13-2.pdf

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: www.dguv.de/medien/jifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rep2_07.pdf

Borg, G., & Borg, E., 2001. A new generation of scaling methods: level-anchored ratio scaling. *Psychologica* 28(1), 15–45.

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 1998. Internationale anthropometrische Daten als Voraussetzung für die Gestaltung von Arbeitsplätzen und Maschinen. 1. Auflage. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH 1998 (Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse: Forschungsergebnisse für die Praxis, AWE 108). Verfügbar unter: www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/AWE/AWE108.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: 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, Projektnummer: F 2333. Dortmund: Herausgeber. doi:10.21934/baua:fokus20200414. Verfügbar unter: 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 Leitmerkmalmethoden mit integrierten Rechenfunktionen (LMM-E). Dortmund: Herausgeber. Verfügbar unter: www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung/Gefaehrungsbeurteilung/Leitmerkmal-methode/pdf/Hinweise-LMM-E.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 2020c. Basis-Check und Einstiegsscreening bei körperlicher Belastung: Dortmund: Herausgeber. Verfügbar unter: www.baua.de/einstiegsscreening-interaktiv

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: 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: www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrungsbeurteilung/Expertenwissen/Physische-Belastung/Physische-Belastung_node.html

DGUV Information 208-033, 2022. Muskel-Skelett-Belastungen – erkennen und beurteilen. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/458/muskel-skelett-belastungen-erkennen-und-beurteilen>

DGUV Information 208-053, 2019. Mensch und Arbeitsplatz – Physische Belastungen. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/publikationen-nach-fachbereich/handel-und-logistik/physische-belastungen/3499/mensch-und-arbeitsplatz-physische-belastungen>

DIN 33411-1:1982-09: Körperkräfte des Menschen – Teil 1: Begriffe, Zusammenhänge, Bestimmungsgrößen. Berlin: Beuth-Verlag.

DIN 33411-5:1999-11: Körperkräfte des Menschen – Teil 5: Maximale statische Aktionskräfte, Werte. Berlin: Beuth-Verlag.

DIN EN 1005-1:2009-04: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 1: Begriffe; Deutsche Fassung EN 1005-1:2001+A1:2008. Berlin: Beuth-Verlag.

DIN EN 1005-2:2009-05: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen; Deutsche Fassung EN 1005-2:2003+A1:2008. Berlin: Beuth-Verlag.

DIN EN 1005-3:2009-01: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung; Deutsche Fassung EN 1005:2002+A1:2008. Berlin: Beuth-Verlag.

DIN EN 1005-4:2009-01: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen; Deutsche Fassung EN 1005-4:2005+A1:2008. Berlin: Beuth-Verlag.

DIN EN ISO 7250-1:2017-12: Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung – Teil 1: Körpermaßdefinitionen und -messpunkte; Deutsche Fassung EN ISO 7250-1:2017. Berlin: Beuth-Verlag.

DIN EN ISO 14738:2009-07: Sicherheit von Maschinen – Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen; Deutsche Fassung EN ISO 14738:2008. Berlin: Beuth-Verlag.

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

Impressum

Ausübung von Ganzkörperkräften

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

Internet www.baua.de

Zitiervorschlag

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

Autorinnen und Autoren

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

Fachliche Betreuung

Mike Schmidt, Dr. med. Falk Liebers

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Redaktion

Tobias Frindte, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Gestaltung und Produktion

wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld, Christiane Zay

Fotos

iStock.com: Titel, S. 3 RealPeopleGroup, S. 7 Drazen_, S. 10 ovro77, S. 13 Andrey Popov, S. 14 DorSteffen, S. 15 Phynart Studio, S. 18 jpchret, S. 27 SolStock, S. 28 Dobri Dobrev, S. 29 RealPeopleGroup, S. 31 Kyril Gorlov, S. 32 youngjin_rina, S. 34 South_agency, S. 45 serts, S. 49 RainStar, S. 51 Koh Sze Kiat; S. 25 stock.adobe.com/auremar; S. 36 DGUV/Kaj Kandler/kombinatrotweiss.de

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, Mai 2024

ISBN 978-3-88261-764-1 (Print)

doi:10.21934/baua:praxis20240502 (online)



<https://doi.org/10.21934/baua:praxis20240502>

