



# Manuelle Arbeitsprozesse

Gefährdungsbeurteilung mit der  
Leitmerkmalmethode

baua: Praxis

# Inhalt

	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Das mehrstufige Leitmerkmalmethoden-Inventar im Überblick</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeine Grundsätze</b>	<b>8</b>
	2.1 Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“	8
	2.2 Zuordnung von Tätigkeiten zur Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“	9
	2.3 Betroffene Körperregionen und gesundheitliche Risiken	9
	2.4 Maximale Aktionskräfte und Krafthöhen	13
<b>3</b>	<b>Gefährdungsbeurteilung mit dem mehrstufigen Leitmerkmalmethoden-Inventar bei manuellen Arbeitsprozessen</b>	<b>16</b>
	3.1 Erster Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung	22
	3.2 Zweiter Schritt: Bestimmung der Wichtung weiterer Merkmale	24
	Kraftausübung	25
	Kraftübertragung und Greifbedingungen	36
	Hand-/Armstellung und -bewegung	38
	Ungünstige Ausführungsbedingungen	41
	Körperhaltung und Körperbewegung	43
	Arbeitsorganisation und zeitliche Verteilung	46
	3.3 Dritter Schritt: Bewertung und Beurteilung	47
	3.4 Gestaltungsmaßnahmen und sonstige Präventionsmaßnahmen	50
	<b>Fazit</b>	<b>52</b>
	<b>Weiterführende Informationen</b>	<b>54</b>
	<b>Impressum</b>	<b>56</b>

# Einleitung

Manuelle Arbeitsprozesse sind eine Belastungsart mit gleichförmigen, sich wiederholenden Bewegungen und Kraftaufwendungen. Die Tätigkeiten werden meist stationär im Sitzen oder Stehen ausgeführt. Sie können zu Beschwerden führen und etwa die Sehnen reizen, die Muskeln verspannen sowie die Gelenke verschleifen. Vor allem die oberen Extremitäten (Finger, Hände, Unter- und Oberarme, Schultern) sind betroffen.

Die vorliegende *baua: Praxis* „Manuelle Arbeitsprozesse“ zeigt, wie eine Gefährdungsbeurteilung mit dem mehrstufigen Leitmerkmalmethoden-Inventar erfolgt. 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 manuelle Arbeit erkannt und Arbeitsplätze gestaltet werden; Beschwerden kann vorgebeugt werden.

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

# 1

## Das mehrstufige Leitmerkalmethoden-Inventar im Überblick



Diese *baua: Praxis* gibt eine ausführliche Handlungsanleitung für die Anwendung der Leitmerkalmethode „Manuelle Arbeitsprozesse“ (LMM-MA). Darüber hinaus wird die Erweiterte Leitmerkalmethode (LMM-MA-E) erläutert.

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

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

Folgende Fragen können damit beantwortet werden:

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





Ergibt das Einstiegsscreening, dass die Belastungshöhen von Bedeutung sein könnten, kann eine vertiefende Gefährdungsbeurteilung mit den belastungsart-spezifischen Leitmerkmalmethoden durchgeführt werden.

- c) Wie hoch ist die Belastungshöhe für *eine* Teil-Tätigkeit einer Belastungsart?
  - Belastungsartspezifische Leitmerkmalmethoden (LMM) oder Erweiterte Leitmerkmalmethoden (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 Leitmerkmalmethode für die Teil-Tätigkeiten derselben körperlichen Belastungsart (LMM-Multi-E) anwenden.

Nach Durchführung von Schritt d) ergibt sich die Belastungshöhe und die damit verbundene Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung bzw. möglicher gesundheitlicher Folgen sowie die Notwendigkeit zu ergreifender Maßnahmen.

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

Das Leitmerkmalmethoden-Inventar greift die in der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) beschriebenen Vorsorgeanlässe für „wesentlich erhöhte körperliche Belastungen“ auf. 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 Leitmerkmalmethoden zur Verfügung, und zwar für:

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

Alle sechs Leitmerkmalmethoden (LMM) stehen auch als Erweiterte Leitmerkmalmethoden (LMM-E) zur Verfügung. Diese enthalten zusätzlich die Möglichkeit, bestimmte Merkmalswichtungen mithilfe einer mathematischen Formel zu ermitteln (mathematische Interpolation). Außerdem können die Bewertungsergebnisse mehrerer Teil-Tätigkeiten mit einem speziellen Formblatt (LMM-Multi-E) zusammengefasst werden. Nähere Erläuterungen dazu finden sich im Kapitel 3.1 (Zeitwichtung) und im Kapitel 3.2 (Kraftausübung).

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

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

- a) Basis-Check und b) Einstiegsscreening

Formblatt:

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

Formblatt interaktiv mit integrierter Ausfüllhilfe:

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

Nutzungshinweise:

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

- c) Belastungshöhe für eine Teil-Tätigkeit der Belastungsart

„Manuelle Arbeitsprozesse“

Formblatt LMM-MA:

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

Formblatt LMM-MA-E interaktiv mit integrierter Rechenfunktion:

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

Nutzungshinweise LMM-E allgemein:

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

- d) Zusammenfassung mehrerer Teil-Tätigkeiten

Formblatt LMM-Multi-E interaktiv mit integrierter Rechenfunktion:

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

Nutzungshinweise:

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

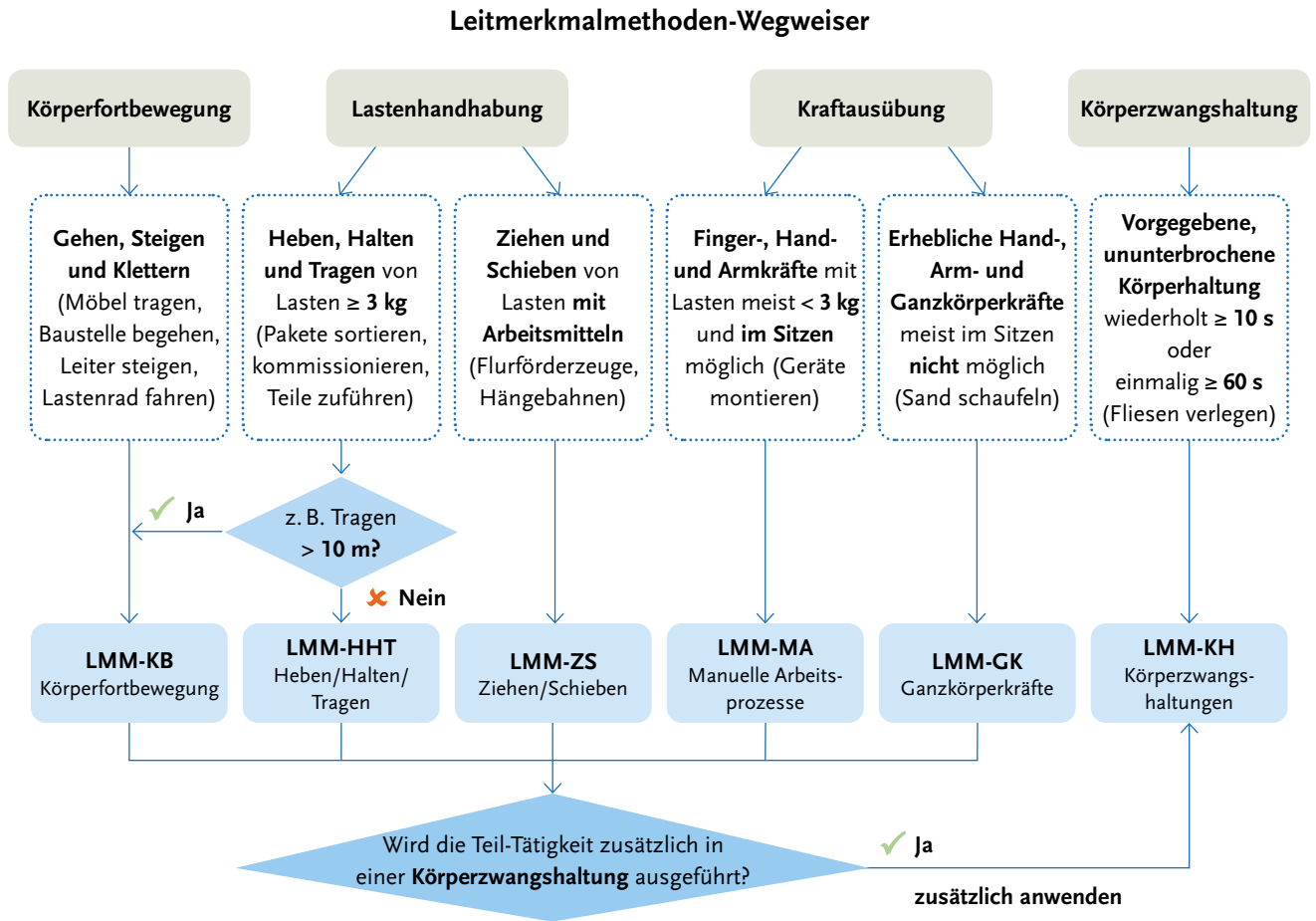


Abb. 1 Wegweiser für die Auswahl belastungsartspezifischer Leitmerkalmethoden.

Für das mehrstufige Leitmerkalmethoden-Inventar steht eine Reihe von Formblättern bereit. Alle Formblätter sind zusätzlich auch als interaktive PDF-Dokumente gestaltet. Diese enthalten eine integrierte Ausfüll- und Rechenfunktion. Außerdem gibt es ausführliche Nutzungshinweise, siehe Infokasten auf Seite 5.

Häufig werden die Leitmerkalmethoden in Betrieben als vertiefende Gefährdungsbeurteilung bereits angewendet, teilweise direkt, ohne dass vorher Grobscreening-Verfahren (z. B. Basis-Check und Einstiegsscreening) eingesetzt wurden oder werden. In diesem Fall dient für eine erste Orientierung bei der Auswahl der LMM der Leitmerkalmethoden-Wegweiser (siehe Abb. 1). Er enthält nur die wichtigsten Querverweise zwischen den LMM. In den Kurzanleitungen der LMM- und LMM-E-Formblätter sowie den entsprechenden *baua*: Praxis-Broschüren werden die Anwendungsbereiche der jeweiligen LMM sowie die Abgrenzungen und Querverweise zu den anderen LMM im Detail beschrieben.

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

- die bedeutsamen Belastungsmerkmale ermitteln
- die Wahrscheinlichkeit einer Überbeanspruchung durch körperliche Belastungen abschätzen
- die Maßnahmenforderlichkeit bzw. den Handlungsbedarf beurteilen
- 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
- der Ergebnisse der Überprüfungen der Maßnahmenwirksamkeit (vgl. Arbeitsschutzgesetz und Lastenhandhabungsverordnung)

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





## 2 Allgemeine Grundsätze



### 2.1 Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“

Die Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“ beinhaltet gleichförmige, sich wiederholende Bewegungsabläufe und Kraftaufwendungen der oberen Extremitäten, ggf. unter Verwendung von Instrumenten, kleineren Werkzeugen oder handgeführten Maschinen. Die Tätigkeiten werden meist stationär im Sitzen oder Stehen ausgeführt. Arbeitsaufgabe ist die Bearbeitung (Veränderung) des Arbeitsgegenstandes oder die Bewegung (Handhabung) von kleinen Gegenständen, zumeist bis ca. 3 kg. Charakteristisch für manuelle Arbeitsprozesse (wie z. B. Montagetätigkeiten, Fließbandarbeit) sind zudem vorwiegend geringe bis mittlere Kräftehöhen, das Arbeiten in ungünstigen Gelenkstellungen und insbesondere Kombinationen aller genannten Faktoren.

## 2.2 Zuordnung von Tätigkeiten zur Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“

Eine Zuordnung von Tätigkeiten zur Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“ ist unter verschiedenen Aspekten möglich.

Anschaulich und beispielhaft dargestellt gehören dazu: Montieren, Bohren, Wickeln, Schneiden, Schrauben, Löten, Sortieren, Einlegen, Packen, Nähen, Malen, Musizieren.

■ Manuelle Arbeitsprozesse sind gekennzeichnet durch gleiche Bewegungsmuster mit hoher Frequenz.

Bei der Arbeitsanalyse oder -planung werden häufig Einzelhandlungen definiert, z. B.: Hinlangen, Greifen, Positionieren, Bringen, Loslassen, Drehen, Bewegen, Fügen, Drücken, Trennen. Diese Merkmale werden hinsichtlich Kraft, Entfernung, Häufigkeit und Genauigkeit weiter differenziert.

Kriterien der Ergonomie sind: dynamische Hand- oder Armarbeit, meist unter Einsatz von maximal 1/7 der gesamten Muskelmasse bei Bewegungshäufigkeiten größer als 15-mal pro Minute; teilweise in Verbindung mit statischer Haltungsarbeit. Zu unterscheiden sind Einhandarbeit (z. B. Einlegen von Teilen) und simultane Zweihandarbeit (z. B. Tastatureingaben mit beiden Händen) oder nicht simultane Zweihandarbeit (z. B. unterschiedliche Handlungen mit „Haupthand“ und „Haltehand“).

## 2.3 Betroffene Körperregionen und gesundheitliche Risiken

### Hand-Arm-Schulter-System

Finger, Hände, Unterarme, Oberarme und Schultern werden auch als „obere Extremitäten“ bezeichnet.

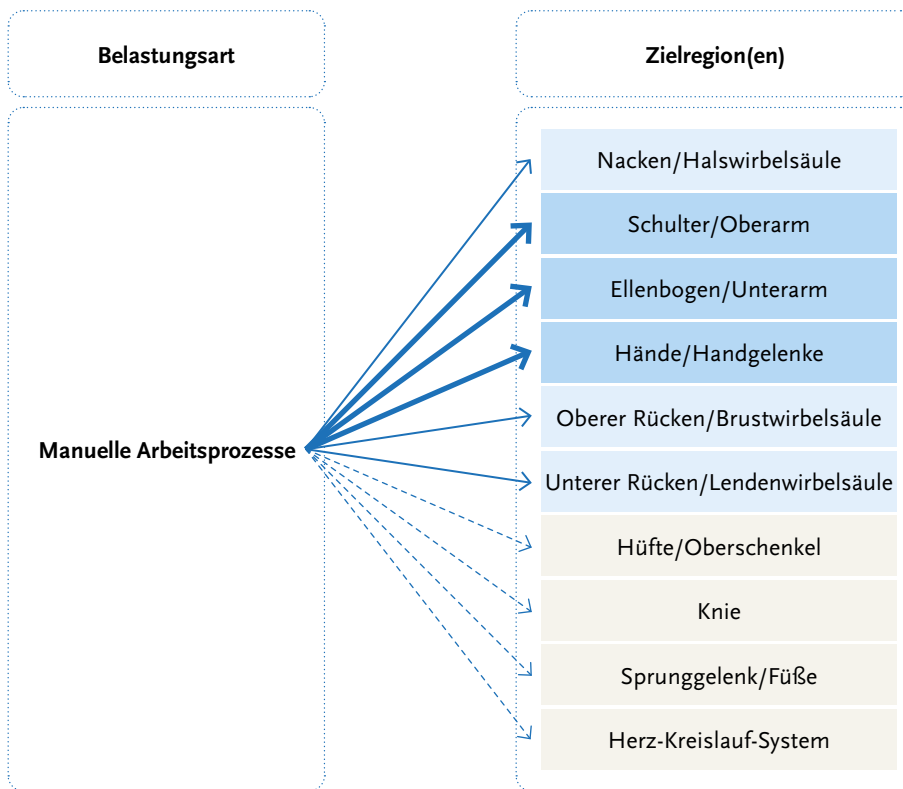
Die Funktionseinheit von Knochen, Muskeln, Sehnen und Nerven ermöglicht schnelle und präzise Handlungen in einem weiten Bewegungs- und Kraftbereich. Große Presskräfte sind ebenso selbstverständlich wie behutsame Berührungen. Zugleich können über den Tastsinn der Finger und Hände wichtige Informationen aufgenommen werden. Finger, Hände, Arme und Schultern sind bei Erwerbsarbeit, Arbeiten im Haushalt, im Sport, in der Kunst und im Hobby im Dauereinsatz.

Diese Funktionseinheit ist allerdings auch störanfällig. Beschwerden in Nacken, Schultern, Armen und Händen sind häufig. So gaben 51 Prozent der Erwerbstätigen an, dass sie Schmerzen im Nacken- und Schulterbereich haben, 21 Prozent gaben Schmerzen in den Armen an, 17 Prozent hatten Schmerzen in den Händen (BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 und 2018).

Beschwerden können bedingt sein durch:

- Reizung/Veränderung der Sehnen und Sehnenansätze
- Muskelermüdung, Verspannung der Schulter- und Nackenmuskulatur
- Verschleiß der Gelenke
- Schädigung von Nerven und Gefäßen
- Verletzungen

Bei manuellen Arbeitsprozessen werden überwiegend kleinere Muskelgruppen des Hand-Arm-Systems so belastet, dass es zu einer Ansammlung der Beanspruchung oberhalb ihrer Dauerleistungsfähigkeit kommen kann. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass kraftvolle, länger dauernde und einseitige Bewegungen sowie ungünstige Gelenkstellungen bei manuellen Arbeitsprozessen zu Fehlbeanspruchungen der Strukturen des Bewegungsapparates führen können. Diese Überbeanspruchungen können eine gesundheitsbeeinträchtigende Wirkung zur Folge haben. Es können klar abgrenzbare Krankheitsbilder entstehen, und zwar insbesondere dann, wenn keine wirksamen Erholungspausen oder Erholzeiten vorhanden sind.



Quelle: nach BAuA, 2019

**Abb. 2** Zusammenhang zwischen der Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“ und den Zielregionen. Dicke Pfeile kennzeichnen die Hauptzielregionen (hier Schulter/Oberarm, Ellenbogen/Unterarm, Hände/Handgelenke) und dünn gestrichelte Pfeile die Zielregionen mit gering erwarteter Schmerz- und Erkrankungswirkung.

Belastungen durch die Erwerbsarbeit können Beschwerden und Erkrankungen direkt verursachen oder auch bestehende Krankheiten anderer Ursache verschlimmern.

Die oberen Extremitäten sind besonders betroffen, aber auch andere Körperregionen können in Mitleidenschaft gezogen werden.

### Zu den Krankheitsbildern zählen beispielsweise

- Kompressionssyndrom der Nerven (z. B. Karpaltunnelsyndrom)
- Erkrankungen der Sehnen und Sehnenscheiden (z. B. Entzündungen) sowie der Sehnenansätze (z. B. „Tennis- und Golferellenbogen“)
- degenerative Gelenkveränderungen (z. B. Arthrosen der Handgelenke)
- degenerative Erkrankungen der Schulter (z. B. Rotatorenmanschettsyndrom)
- Schmerzsyndrome des Nackens mit Ausstrahlung in die Schulter durch degenerative Veränderungen der Halswirbelsäule sowie durch Verspannungen der Schulter-Nacken-Muskulatur

Es können auch dauerhafte Schmerzen in den Händen, Armen und im Schulter-Nacken-Bereich ohne nachweisbare strukturelle Gewebeschäden bestehen.

■ Die oberen Extremitäten sind besonders betroffen.

### Wirbelsäule und Beine

Manuelle Arbeitsprozesse erfordern häufig eine „ruhige Hand“ und ein „sicheres Auge“. Für beides ist das Stillhalten von Kopf, Rumpf und Beinen nötig. Je höher die Anforderungen an die Feinkoordination und je höher die Sehanforderungen werden, desto mehr nimmt die Haltungskonstanz zu. Die Folgen sind erhöhte Haltearbeit der Rumpf- und Nackenmuskulatur.

Lang andauernde statische Arbeitshaltungen führen zu Muskelermüdung, die schmerzhaft wahrgenommen und durch „Hängenlassen“ umgangen wird. Vielfach werden manuelle Arbeitsprozesse im Sitzen ausgeführt. Die „zusammengesackte“ Sitzhaltung mit Rundrücken ist eine häufige Fehlhaltung. Dadurch können Beschwerden im Lendenwirbelsäulenbereich und chronische Verspannungen im Nackenbereich entstehen.

## Berufskrankheiten

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

- Erkrankungen der Sehnenscheiden oder des Sehngleitgewebes sowie der Sehnen- oder Muskelansätze (BK-Nr. 2101)
- chronische Erkrankungen der Schleimbeutel durch ständigen Druck (BK-Nr. 2105)
- Druckschädigung der Nerven (BK-Nr. 2106)
- Karpaltunnelsyndrom (BK-Nr. 2113)
- Hypothenar-Thenar-Hammer-Syndrom (BK-Nr. 2114)
- fokale Dystonie (BK-Nr. 2115)

Einige Berufskrankheiten sind auf manuelle Arbeitsprozesse zurückzuführen.

Andauernd im Stehen ausgeführte manuelle Arbeitsprozesse können ebenso problematisch sein. Anhaltender Bewegungsmangel verringert die Durchblutung der Beine. Die Unterstützung des Blutrücktransportes durch die „Muskelpumpe“ der Unterschenkelmuskulatur fehlt. Geschwollene Beine und langfristig Durchblutungsstörungen und Gefäßschäden können die Folgen sein. In Verbindung mit der Unterforderung des Herz-Kreislauf-Systems ergeben sich ungünstige gesundheitliche Rahmenbedingungen.





## 2.4 Maximale Aktionskräfte und Krafthöhen

Maximale Aktionskräfte können unter optimalen Bedingungen kurzzeitig aufgebracht werden. Die maximal mögliche Kraftausübung hängt von vielen Faktoren ab.

<b>Art der Kraftausübung (dynamisch oder statisch)</b>	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.
<b>Dauer/Häufigkeit der Kraftausübung</b>	Maximalkräfte können nur sehr kurzzeitig ausgeübt werden. Mit zunehmender Dauer/Häufigkeit nehmen sie schnell ab.
<b>Form der Kraftübertragung</b>	Umfassungsgriffe der ganzen Hand erlauben die Einleitung hoher Kräfte. Fingerzufassungskräfte sind demgegenüber geringer, dafür aber genauer. Die Handgriffgestaltung und Werkzeugart haben einen großen Einfluss. Zu kleine, ungeeignete, feuchte oder verschmutzte Griffe können die möglichen Kräfte fast auf null reduzieren.
<b>Richtung und Verlauf der Kraftübertragung</b>	Die größten Kräfte sind möglich, wenn der Kraftfluss intern von Hand zu Hand oder Finger zu Finger erfolgt. Nach außen wirkende Kräfte sind im Sitzen geringer als im Stehen und setzen eine entsprechend rutschsichere Kraftübertragungsfläche bzw. Kraftableitung voraus.
<b>Eingesetzte Muskeln</b>	Fingerkräfte sind gering, da Fingerbeuger und -strecker nur kleine Muskeln sind und schnell ermüden. Handkräfte werden durch größere Muskelgruppen erzeugt, die nicht nur mehr Kraft entwickeln, sondern auch weniger ermüden.
<b>Gelenkstellung</b>	In der Mittelstellung der Gelenke sind die möglichen Kräfte am höchsten. Am Ende des Bewegungsbereiches reduzieren sich die Kräfte erheblich.

■ Maximalkräfte sind nur kurzzeitig unter optimalen Bedingungen möglich.

In der Betriebspraxis gegebenenfalls vorhandene Daten zu maximalen Aktionskräften in Newton sind aus verschiedenen Gründen nur wenig hilfreich. So lassen sich statische (isometrische) maximale Aktionskräfte im Finger- und Handbereich nicht einfach auf dynamische Kraftaufwendungen übertragen. Darüber hinaus haben solche Daten meist nur Gültigkeit für die jeweils untersuchte Körper- und Gelenkstellung. Kommt es bei einer zu beurteilenden Tätigkeit zu Abweichungen oder ändern sich Gelenkstellungen z. B. bei dynamischen 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.

### Krafthöhen in Newton

Etwa 10 Newton sind aufzubringen, um ein Lastgewicht von 1 kg zu halten. Kraftausübungen über 30 Newton oder Werkstückgewichte über 3 kg sind bei manuellen Arbeitsprozessen selten. Bei impulsartigem Kraftverlauf (Schlagen „mit Schwung“) sind höhere Aktionskräfte möglich, allerdings besteht dabei Verletzungsgefahr.

Die Aktionskräfte reduzieren sich im praktischen Alltagsbetrieb auf wenige Newton (N). Hier einige Beispiele:

- Anschlagen von Tastaturen: 0,1 N
- Halten von kleinen Werkzeugen: 5 N
- Arbeiten mit kleinen Elektrowerkzeugen: 10–15 N
- Arbeiten mit Zangen: 30 N

### Krafthöhe in der LMM-MA

Die Leitmerkmalmethoden wurden für die betriebliche Praxis entwickelt. Die Genauigkeit entspricht dem, was betriebliche Praktikerinnen und Praktiker als Eingangsgrößen bei der Anwendung zu ermitteln vermögen. Aus diesem Grund wurde auf die explizite Nennung von Krafthöhen in Newton in der LMM-MA verzichtet.

Außerdem wäre aufgrund der vielen möglichen beteiligten Körperteile, Muskelgruppen und Arten der Kraftübertragung bei manuellen Arbeitsprozessen die Nennung pauschaler Krafthöhen in Newton unzweckmäßig. Zum Beispiel macht es einen großen Unterschied, ob eine Kraft von 50 Newton durch Drücken des Daumenballens auf einen Tisch oder zwischen ausgestrecktem Daumen und Zeigefinger einer Hand aufzubringen ist.

Die in der Kraftausübungstabelle der LMM-MA enthaltenen, orientierenden Angaben zur Krafthöhe in Prozent von  $F_{\max} \cdot M$  (F für Kraft [„force“], max wie „maximal“ und M wie „männlich“) sind relative Größen. Sie beziehen sich auf die maximale Kraft, die im Durchschnitt von einem Mann im ausgeruhten Zustand ausgeübt werden kann. Diese ist je nach Kraftfall und Greifart, wie z. B. Fingerschluss, Faustschluss, Handschluss, unterschiedlich, da verschiedene Muskelgruppen beteiligt sind.

■ Die Krafthöhen beziehen sich auf die beteiligten Muskelgruppen.

■  $F_{\max} \cdot M$  ist die maximale Aktionskraft für Männer.



Eine praktikable Lösung ist, die Beschäftigten zu befragen und sie die Krafthöhe einschätzen zu lassen. Wenn es möglich ist, sollten die Beurteilerinnen bzw. Beurteiler die Kraftausübungen einige Male selbst ausführen. Außerdem kann man sich an den im Formblatt aufgeführten Beispielen orientieren.

### **Geschlechtsunterschiede**

Geschlechtsunterschiede werden in der LMM-MA nicht berücksichtigt. Es kann bei den meisten manuellen Arbeitsprozessen davon ausgegangen werden, dass die den Beschäftigten regelmäßig abverlangten Kräfte deutlich unterhalb des maximalen Bereichs liegen. Entsprechende Unterschiede in den Maximalkräften können in diesem Fall vernachlässigt werden. Altersunterschiede werden indirekt berücksichtigt, indem im Risikokonzept auf die mögliche körperliche Überbeanspruchung im Einzelfall hingewiesen wird. Dazu gehören auch individuelle Aspekte der Konstitution oder der körperlichen Entwicklung.

# 3

## Gefährdungsbeurteilung mit dem mehrstufigen Leitmerkalmethoden-Inventar bei manuellen Arbeitsprozessen



### Basis-Check und Einstiegsscreening (Grobscreening-Verfahren)

Wie in Kapitel 1 bereits beschrieben, ist es effizient, mit dem Basis-Check und dem Einstiegsscreening zu beginnen. Im Basis-Check wird zunächst angekreuzt, ob die Belastungsart überhaupt vorkommt („Ja“/„Nein“). Wenn ja, kann im nächsten Schritt das Einstiegsscreening angewendet werden. Dort wird in Schritt 1 die betroffene Tätigkeit eingetragen und ebenfalls die Antwort „Ja“ angekreuzt. In Schritt 2 werden weitere Kriterien geprüft, z. B. ob mit hohen bis sehr hohen Kräften insgesamt über mehr als eine Stunde am Arbeitstag gearbeitet wird. Trifft eines oder treffen mehrere der Kriterien zu, sollte eine vertiefende Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Das kann beispielsweise mit der Leitmerkalmethode „Manuelle Arbeitsprozesse“ geschehen.

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







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

Abb. 3 Basis-Check für alle sechs körperlichen Belastungsarten.



Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“ (MA)

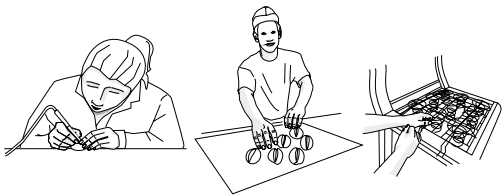
Schritt 1: Einstiegsfrage		Antwort
Sind während eines Arbeitstages <b>manuelle Tätigkeiten mit ständig wiederkehrenden, gleichartigen Hand-, Arm-, Schulterbewegungen</b> erforderlich?		<input type="checkbox"/> Nein <b>(0 Punkte)</b>
Betroffene Tätigkeiten:		<input type="checkbox"/> Ja. Bitte Schritt 2 prüfen
Schritt 2: Kriterien prüfen		Antwort
Werden Tätigkeiten, die manuelle Tätigkeiten erfordern, unter folgenden Bedingungen ausgeführt?		
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Werden die Tätigkeiten insgesamt <b>über mehr als 1,5 Stunden</b> pro Arbeitstag ausgeführt?</li> <li><input type="checkbox"/> Wird mit <b>hohen bis sehr hohen Kräften<sup>1</sup></b> <b>über mehr als 1 Stunde insgesamt</b> pro Arbeitstag gearbeitet, z. B. Bewegen oder Halten von Werkzeugen, Fügen und Eindrücken von Teilen, Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen, kraftbetontes Schneiden, Arbeit mit Tackern?</li> <li><input type="checkbox"/> Beinhalten die Tätigkeiten das Aufbringen von <b>sehr hohen Kräften<sup>1</sup></b> mit <b>hohen Bewegungshäufigkeiten</b> (mehr als 60-mal pro Minute, Beispiele siehe oben) oder das Aufbringen von maximal möglichen Kräften (<b>Spitzenkräften<sup>1</sup></b>), z. B. beim Anziehen oder Lösen von Schrauben oder beim Trennen von Material?</li> <li><input type="checkbox"/> Ist <b>kräftiges Schlagen</b> zu beobachten (ohne Werkzeug), z. B. mit Daumenballen, Handfläche oder Faust?</li> </ul>		<input type="checkbox"/> Nein, keines der Kriterien ist erfüllt <b>(1 Punkt)</b>
		<input type="checkbox"/> Ja, ein oder mehrere Kriterien sind erfüllt <b>(2 Punkte)</b>
<p><sup>1</sup>Kräfte werden wie folgt definiert: <b>hohe Kräfte</b> = 30–50 % <math>F_{max}</math>; <b>sehr hohe Kräfte</b> = 50–80 % <math>F_{max}</math>; <b>Spitzenkräfte</b> = &gt;80 % <math>F_{max}</math>. Die Muskelkräfte werden als Prozentsatz zur maximalen, für kurze Zeit möglichen Kraftanstrengung/Kraftaufwand (<math>F_{max}</math>) angegeben. Die Angaben beziehen sich auf die für die Tätigkeit genutzte Muskulatur. Die für eine Tätigkeit notwendigen Kräfte lassen sich durch eigene Erfahrung oder Befragen der Beschäftigten über die empfundene Kraftanstrengung bei der Ausführung der Tätigkeit abschätzen (z. B. 0 % = gar kein Kraftaufwand bis 100 % = kurzzeitig maximal möglicher Kraftaufwand).</p>		

Abb. 4 Einstiegsscreening für die Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“.\*

Im Kapitel 1 sind die Hyperlinks zu Basis-Check und Einstiegsscreening aufgeführt.

### Anwendungsbereich der LMM-MA

Die LMM-MA berücksichtigt gleichförmige, sich wiederholende Bewegungsabläufe und Kraftaufwendungen der oberen Extremitäten (Definition siehe Kapitel 2.1).

Die LMM-Formblätter enthalten Anwendungsbereich und Verfahrensabgrenzung.

Typische Tätigkeiten: Montagetätigkeiten (z. B. Montage von Elektrogeräten), Löten, Nähen, Sortieren, Ausschneiden, Kassieren, händisches Kontrollieren, Pipettieren, Mikroskopieren, Musizieren (z. B. mit Klavier oder Geige), Fügen, Drehen, Schneiden, Verschieben, Drücken, Anheben, Halten, Umsetzen, Wickeln.

### Abgrenzung zu anderen Leitmerkalmethoden

Sofern die Teil-Tätigkeit das Bewegen von Lasten von 3 kg oder mehr beinhaltet, sind auch die Belastungsarten manuelles Heben, Halten und Tragen von Lasten und/oder manuelles Ziehen und Schieben von Lasten zu berücksichtigen.

\*Hinweis: Das Einstiegsscreening wird aktuell mit der Checkliste aus der DGUV Information 208-033 abgestimmt, die derzeit überarbeitet wird. Sobald der Abstimmungsprozess abgeschlossen ist, wird das BAuA-Einstiegsscreening ggf. leicht verändert und aktualisiert.

Sofern die Teil-Tätigkeit das häufige Aufbringen von hohen Kräften, z. B. bei der Benutzung von Werkzeugen, Armaturen und Vorrichtungen, beinhaltet oder wenn Spitzenkräfte sowie kräftiges Schlagen vorkommen, ist auch die Belastungsart Ganzkörperkräfte zu berücksichtigen.

Sofern die Teil-Tätigkeit unter anstrengenden/ungünstigen Körperhaltungen ausgeführt wird, ist auch die Belastungsart Körperzwangshaltungen zu beachten.

Gibt es pro Arbeitstag mehrere unterschiedliche Teil-Tätigkeiten, sind diese getrennt zu erfassen und zu beurteilen. Die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung kann nur dann beurteilt werden, wenn alle während eines Arbeitstages vorliegenden körperlichen Belastungen einbezogen werden.

### Was wird bewertet?

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

Bei **mäßig erhöhter Belastung** (LMM-Punktwert 20 bis kleiner als 50) ist eine körperliche Überbeanspruchung im Einzelfall möglich (z. B. bei Jugendlichen, Schwangeren oder Leistungsgewandelten).

Im **Bereich der wesentlich erhöhten Belastung** (LMM-Punktwert 50 bis kleiner als 100) ist eine körperliche Überbeanspruchung möglich. Arbeitsmedizinische Vorsorge ist nach ArbMedVV vom Arbeitgeber den betroffenen Beschäftigten ab dieser Belastung regelmäßig anzubieten.

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

Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind als Orientierung und nicht trennscharf zu verstehen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Wahrscheinlichkeit für eine körperliche Überbeanspruchung und für gesundheitliche Folgen steigt.

### Welche Daten sind notwendig?

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

- Zeitdauer der einzelnen Teil-Tätigkeiten mit manuellen Arbeitsprozessen
- Krafthöhe mit den zugehörigen Bewegungshäufigkeiten und Haltedauern
- Kraftübertragung/Greifbedingungen
- Hand-/Armstellung und -bewegung
- Ausführungsbedingungen
- Körperhaltung/-bewegung
- Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung


**LMM zur Beurteilung und Gestaltung von Belastungen bei manuellen Arbeitsprozessen (LMM-MA)**

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

**1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung**




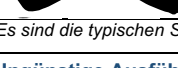
Gesamtdauer dieser Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag [bis ... Stunden]	bis 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Zeitwichtung:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

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

<b>Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich in einer „Norm-Minute“</b>		<b>Halten<sup>1)</sup></b> mittl. Haltedauer [Sek. pro Minute]			<b>Bewegen</b> mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]				
		31–60	16–30	≤ 15	< 5	5–15	16–30	31–60	61–90 <sup>3)</sup>
<b>Höhe</b> gering		<b>Wichtung</b>			<b>Wichtung</b>				
<b>Beschreibung, typische Beispiele</b> Sehr geringe/geringe Kräfte (bis 15 % F <sub>maxM</sub> ) z. B. Tastenbedienung/Verschieben/Ordnen/ Materialführung/Einlegen von kleinen Teilen Mittlere Kräfte (bis 30 % F <sub>maxM</sub> ) z. B. Greifen/Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen Hohe Kräfte (bis 50 % F <sub>maxM</sub> ) z. B. Drehen/Wickeln/Verpacken/Fassen/Halten oder Fügen von Teilen/Eindrücken/Schneiden/ Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen Sehr hohe Kräfte (bis 80 % F <sub>maxM</sub> ) z. B. kraftbetontes Schneiden/Arbeit mit kleinen Tackern/ Bewegungen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen Spitzenkräfte <sup>2)</sup> (über 80 % F <sub>maxM</sub> ) z. B. Schrauben anziehen, lösen/Trennen/Eindrücken Kräftiges Schlagen <sup>2)</sup> mit Daumenballen, Handfläche oder Faust		5,5	3	1,5	0,5	1	2,5	5	7
		9	4,5	2,5	0,5	2	4	7,5	11
hoch		14	7	3,5	1	3	6	12	18
		22	11	5,5	1,5	5	10	19	
		100		35	8	30	100		
					8	30			
Der Arbeitszyklus ist zu beobachten und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert (linke und rechte Hand getrennt) ergeben diese die Kraftwichtung. Für die Errechnung der Gesamtpunktzahl (Schritt 3) ist der höhere Wert zu verwenden.		<b>Wichtungen der Kraftausübungen:</b>			<b>Linke Hand</b>		<b>Rechte Hand</b>		

<sup>1)</sup> Als Haltearbeit werden nur dann Zeitanteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird!  
<sup>2)</sup> Achtung: Sofern eine dieser Kategorien gewählt wurde, wird empfohlen, diese Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-GK zu bewerten! Ggfs. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen.  
<sup>3)</sup> Bei noch höheren Häufigkeiten ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-MA-E) anzuwenden.

<b>Kraftübertragung/Greifbedingungen</b>	<b>Wichtung</b>
<b>Optimale Kraftübertragung/-einleitung/Arbeitsgegenstände gut greifbar (z. B. Stabform, Griffmulden)/ gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe, Tasten, Werkzeuge)</b>	<b>0</b>
<b>Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung/erhöhte Haltekräfte erforderlich/keine gestalteten Griffe</b>	<b>2</b>
<b>Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert/Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig)/keine oder ungeeignete Griffe</b>	<b>4</b>





<b>Hand-/Armstellung und -bewegung<sup>4)</sup></b>	<b>Wichtung</b>
 <b>Gut:</b> Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich, nur selten Abweichungen/keine andauernde statische Armhaltung/Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich	<b>0</b>
 <b>Eingeschränkt:</b> gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche/gelegentlich lange andauernde statische Armhaltung	<b>1</b>
 <b>Ungünstig:</b> häufige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche/häufig lange andauernde statische Armhaltung	<b>2</b>
 <b>Schlecht:</b> ständige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche/ständig lange andauernde statische Armhaltung	<b>3</b>

<sup>4)</sup> Es sind die typischen Stellungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.

<b>Ungünstige Ausführungsbedingungen (nur angeben, wenn zutreffend)</b>	<b>Wichtung</b>
<b>Gut:</b> Es liegen keine ungünstigen Ausführungsbedingungen vor, d. h. sichere Detailerkennbarkeit/keine Blendung/gute klimatische Bedingungen	<b>0</b>
<b>Eingeschränkt:</b> gelegentlich erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details/erschwerende Bedingungen wie Zugluft, Kälte, Nässe und/oder Konzentrationsstörungen durch Geräusche	<b>1</b>
<b>Ungünstig:</b> häufige erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details/häufig erschwerende Bedingungen wie Zugluft, Kälte, Nässe und/oder Konzentrationsstörungen durch Geräusche	<b>2</b>

In der Tabelle nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen.

Abb. 5 Formblatt LMM-MA. Zum Herunterladen unter [www.baua.de/lmm](http://www.baua.de/lmm).

Körperhaltung/-bewegung <sup>5) 6)</sup>	Wichtung
 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wechsel von Sitzen und Stehen, Wechsel von Stehen und Gehen, dynamisches Sitzen möglich</li> <li>- Rumpf maximal sehr leicht vorgeneigt</li> <li>- keine Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar</li> <li>- Kopfhaltung: variabel, kein Rückwärts- und/oder starkes Vorneigen bzw. dauernde Drehung</li> <li>- kein Greifen über Schulterhöhe/kein körperfernes Greifen</li> </ul>	0
 <ul style="list-style-type: none"> <li>- überwiegend Sitzen oder Stehen mit gelegentlichem Gehen</li> <li>- Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich</li> <li>- gelegentliche Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar</li> <li>- gelegentliche Abweichungen von einer guten „neutralen“ Kopfhaltung/-bewegung</li> <li>- gelegentliches Greifen über Schulterhöhe/gelegentliches körperfernes Greifen</li> </ul>	2
 <ul style="list-style-type: none"> <li>- ausschließlich Stehen oder Sitzen ohne Gehen</li> <li>- Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder häufige Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar</li> <li>- häufige Abweichungen von einer guten „neutralen“ Kopfhaltung/-bewegung</li> <li>- Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben/eingeschränkte Bewegungsfreiheit</li> <li>- häufiges Greifen über Schulterhöhe/häufiges körperfernes Greifen</li> </ul>	4
 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rumpf stärker vorgeneigt/häufiges oder lang andauerndes Bücken</li> <li>- Arbeiten im Knien, Hocken, Liegen</li> <li>- ständige Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar</li> <li>- streng fixierte Körperhaltung/visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope</li> <li>- ständige Abweichungen von einer guten „neutralen“ Kopfhaltung/-bewegung</li> <li>- ständiges Greifen über Schulterhöhe/ständiges körperfernes Greifen</li> </ul>	6 <sup>7)</sup>

<sup>5)</sup> Es sind die typischen Körperhaltungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.


<sup>6)</sup> Werden die manuellen Arbeitsprozesse nicht stationär im Sitzen, Stehen, Knien, Hocken, Liegen ausgeführt, sondern in der Bewegung (Gehen, Kriechen), wird empfohlen, die Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-KB zu bewerten.

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

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

### 3. Schritt: Bewertung und Beurteilung

<b>Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich</b>		
<b>Kraftübertragung/Greifbedingungen</b>	+	
<b>Hand-/Armstellung und -bewegung</b>	+	
<b>Ungünstige Ausführungsbedingungen</b>	+	
<b>Körperhaltung</b>	+	
<b>Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung</b>	+	
<b>Zeitwichtung</b>	X	
<b>Merkmalswichtigkeiten:</b>	=	<b>Ergebnis</b>

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

<sup>1)</sup> Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung zunimmt.

### 3.1 Erster Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung

#### Welcher Zeitraum wird bewertet?

Betrachtet wird die tägliche Gesamtdauer der zu beurteilenden Teil-Tätigkeit(en) mit manuellen Arbeitsprozessen innerhalb der Dauer eines typischen Arbeitstages. Falls die Tätigkeiten entsprechend der im Betrieb üblichen Arbeitsorganisation grundsätzlich oder häufig in Teilzeitarbeit erbracht werden, ist zu ermitteln, ob weitere und ggf. welche Arbeitstätigkeiten mit manuellen Arbeitsprozessen von den Beschäftigten in anderen Arbeitsverhältnissen erbracht werden. Gegebenenfalls wird sich die körperliche Belastung am übrigen Arbeitstag in anderen Arbeitsverhältnissen nicht feststellen lassen. Dann sind aus Gründen der Vorsorge die Dauern der Teil-Tätigkeiten mit manuellen Arbeitsprozessen proportional so hochzurechnen (zu extrapolieren), dass sich insgesamt eine Dauer von 8 Stunden (Normal-Arbeitstag) ergibt. Maßgeblich für die Beurteilung sind dann diese hochgerechneten Dauern der Teil-Tätigkeiten. Beispiel: Werden in 4 Stunden Teilzeitarbeit für insgesamt 2 Stunden manuelle Arbeitsprozesse ausgeführt, dann wären es in Vollzeit (8 Stunden) insgesamt 4 Stunden mit manuellen Arbeitsprozessen.

■ Den LMM liegt ein Dosismodell zur gesamten Lebensarbeitszeit zugrunde.

#### 1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung

Gesamtdauer dieser Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag [bis ... Stunden]	bis 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Zeitwichtung</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

Abb. 6 Formblatt LMM-MA: Bestimmung der Zeitwichtung.

Die Zeitwichtung erfolgt anhand der oben stehenden Tabelle. Es ist die Gesamtdauer der zu beurteilenden Teil-Tätigkeit zu berücksichtigen. Die Gesamtdauer der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag ergibt sich bei immer wiederkehrenden zyklischen Arbeiten aus der Dauer und der Häufigkeit der ermittelten Arbeitszyklen pro Arbeitstag. Als Arbeitszyklus wird bei der LMM-MA ein zusammenhängender Zeitabschnitt verstanden, in dem manuelle Arbeitsprozesse verrichtet werden und der an einem Arbeitstag häufiger ausgeführt wird. Dies können wenige Sekunden (z. B. Einlegen eines Teils in eine Maschine) oder mehrere Minuten (z. B. Komplettmontage eines Produktes) sein. Nur die Arbeitszyklen mit vergleichbaren oder identischen Merkmalsausprägungen (für die Kräftehöhe und zugehörige Bewegungshäufigkeiten bzw. Haltedauern der entsprechenden Hand, die Ausführungsbedingungen, die Körperhaltungen etc.) können zu einer Teil-Tätigkeit zusammengefasst werden. Diese zusammengefassten Arbeitszyklen können auch über den Arbeitstag verteilt sein. Sie müssen zeitlich nicht unmittelbar aneinandergrenzen.

Zwischen der Gesamtdauer der Teil-Tätigkeit am Arbeitstag und der Zeitwichtung besteht ein linearer Zusammenhang, das heißt, die Zeitwichtung entspricht der Gesamtdauer der Teil-Tätigkeit am Arbeitstag in Stunden.

■ Die Zeitwichtung ist linear und entspricht der Teil-Tätigkeits-Gesamtdauer.



### Beispiele

Gesamtdauer der Teil-Tätigkeit am Arbeitstag von 3 Stunden: Zeitwichtung = 3

Gesamtdauer der Teil-Tätigkeit am Arbeitstag von 5,5 Stunden: Zeitwichtung = 5,5

Im Formblatt LMM-MA beträgt die kleinstmögliche Zeitwichtung 1. Das heißt, auch bei geringeren Dauern als einer Stunde wird mindestens mit einer Zeitwichtung von 1 gerechnet. Diese Mindestzeitwichtung ist dem Formblatt LMM-MA vorbehalten, das zum Ziel hat, als erste Abschätzung zunächst nach Belastungsschwerpunkten zu suchen.

Mit der Erweiterten Leitmerkmalermethode „Manuelle Arbeitsprozesse“ (LMM-MA-E) können einzelne Teil-Tätigkeiten auch mit einer Zeitwichtung kleiner 1 eingehen. Die entsprechenden Berechnungsformeln sind in einer Übersicht zusammengestellt, siehe Infokasten.

#### Formelsammlung für die Interpolation und Zusammenfassung

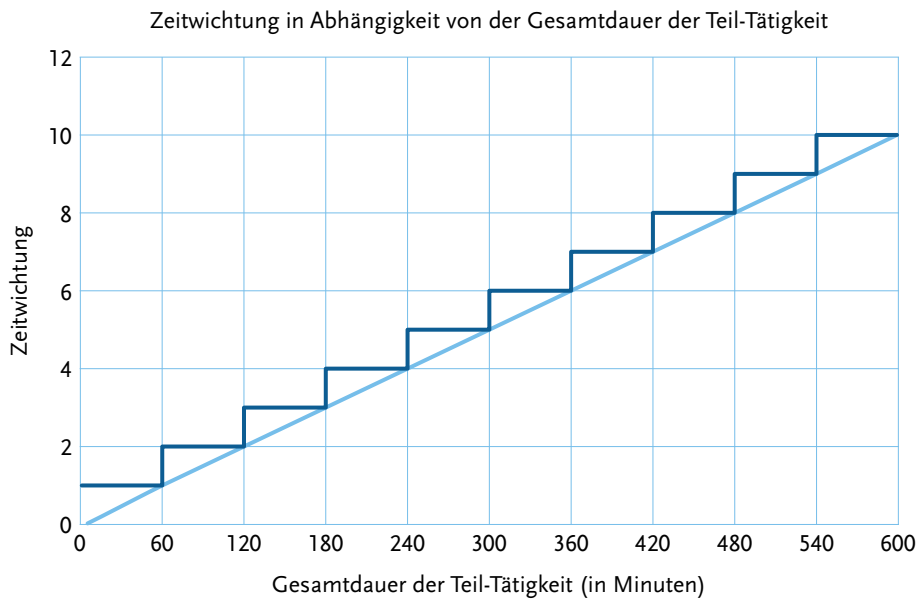
Es liegt eine vollständige Formelsammlung zu allen belastungsartspezifischen Erweiterten Leitmerkmalermethoden im entsprechenden baua: Fokus (2020a) vor: [www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Algorithmen-Leitmerkmalmethoden.pdf](http://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Algorithmen-Leitmerkmalmethoden.pdf)

Darin finden sich im Hinblick auf die manuellen Arbeitsprozesse:

- mathematische Funktionen zur Berechnung für die Interpolation von Merkmalswichtungen, umgesetzt im Formblatt mit integrierter Rechenfunktion LMM-MA-E (in der Formelsammlung unter Punkt 3.3)
- Formeln für die Zusammenfassung der Punktwerte mehrerer Teil-Tätigkeiten gleicher Belastungsart mit linearer Zeitwichtung, umgesetzt im Formblatt mit integrierter Rechenfunktion LMM-Multi-E (in der Formelsammlung unter Punkt 4.1)

**Beispiel 1:** Der ermittelte Arbeitszyklus besteht aus dem Einlegen eines Teils in eine Maschine und dauert jeweils 6 Sekunden. Dieser Arbeitszyklus wird pro Arbeitstag 3.000-mal wiederholt. Daraus ergibt sich eine Gesamtdauer der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag von  $3.000 \times 6 \text{ Sekunden} = 300 \text{ Minuten} = 5 \text{ Stunden}$ . Die Zeitwichtung ist 5.

**Beispiel 2:** Der ermittelte Arbeitszyklus besteht aus der Komplettmontage eines Produktes und dauert jeweils 5 Minuten. Dieser Arbeitszyklus wird pro Arbeitstag 45-mal wiederholt. Daraus ergibt sich eine Gesamtdauer der Teil-Tätigkeit pro Arbeitstag von  $45 \times 5 \text{ Minuten} = 225 \text{ Minuten} = 3,75 \text{ Stunden}$ . Die interpolierte Zeitwichtung ist 3,75.



*Quelle: nach Institut ASER e. V.*

**Abb. 7** Zeitwichtung der LMM-MA kategorial entsprechend Formblatt ohne Berücksichtigung von Interpolationsmöglichkeiten (dunkelblaue Kurve) und linear im Formblatt LMM-MA-E (hellblaue Kurve, Formel siehe BAuA, 2020a).

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


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

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

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

**Kraftausübung**

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

Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich in einer „Norm-Minute“		Halten <sup>1)</sup>			Bewegen				
		mittl. Haltedauer [Sek. pro Minute]			mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]				
		31–60	16–30	≤ 15	< 5	5–15	16–30	31–60	61–90 <sup>3)</sup>
Höhe	Beschreibung, typische Beispiele	Wichtung			Wichtung				
 <p>gering</p> <p>hoch</p>	<b>Sehr geringe/geringe Kräfte</b> (bis 15 % $F_{max} M$ ) z. B. Tastenbedienung/Verschieben/Ordnen/Materialführung/Einlegen von kleinen Teilen	5,5	3	1,5	0,5	1	2,5	5	7
	<b>Mittlere Kräfte</b> (bis 30 % $F_{max} M$ ) z. B. Greifen/Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	9	4,5	2,5	0,5	2	4	7,5	11
	<b>Hohe Kräfte</b> (bis 50 % $F_{max} M$ ) z. B. Drehen/Wickeln/Verpacken/Fassen/Halten oder Fügen von Teilen/Eindrücken/Schneiden/Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	14	7	3,5	1	3	6	12	18
	<b>Sehr hohe Kräfte</b> (bis 80 % $F_{max} M$ ) z. B. kraftbetontes Schneiden/Arbeit mit kleinen Tackern/Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	22	11	5,5	1,5	5	10	19	
	<b>Spitzenkräfte<sup>2)</sup></b> (über 80 % $F_{max} M$ ) z. B. Schrauben anziehen, lösen/Trennen/Eindrücken	100	35		8	30	100		
	<b>Kräftiges Schlagen<sup>2)</sup></b> mit Daumenballen, Handfläche oder Faust				8	30			
Der Arbeitszyklus ist zu beobachten und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert (linke und rechte Hand getrennt) ergeben diese die Kraftwichtung. Für die Errechnung der Gesamtpunktzahl (Schritt 3) ist der höhere Wert zu verwenden.		Wichtungen der Kraftausübungen:			Linke Hand		Rechte Hand		
<sup>1)</sup> Als Haltearbeit werden nur dann Zeitanteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird! <sup>2)</sup> Achtung: Sofern eine dieser Kategorien gewählt wurde, wird empfohlen, diese Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-GK zu bewerten! Ggf. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen. <sup>3)</sup> Bei noch höheren Häufigkeiten ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-MA-E) anzuwenden.									

**Abb. 8** Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Kraftausübungen“.

Manuelle Arbeitsprozesse sind fast immer eine Abfolge von unterschiedlichen Handlungen des Finger-Hand-Arm-Systems. Dabei sind sich wiederholende Handgriffe ebenso möglich wie längeres Halten und weite Armbewegungen.

Für die Analyse werden alle wesentlichen **Kraftausübungen für Halten und Bewegen** für die linke und rechte Hand getrennt ermittelt. Für jede Hand werden Wichtungspunkte für Halten und Bewegen (Spalten) in den jeweiligen Krafthöhen (Zeilen) bestimmt. Pro Hand kann höchstens einmal ein Wichtungspunkt in je einer Krafthöhe sowohl für das Halten als auch für das Bewegen vergeben werden. Die beiden Wichtungspunkte für Halten und Bewegen werden getrennt für die linke und die rechte Hand aufsummiert. Als Gesamtwichtung für die Kraftausübung ist im Weiteren der höhere der beiden aufsummierten Werte der linken und der rechten Hand zu verwenden.

— Krafthöhe und Haltedauer oder Bewegungshäufigkeit sind zu ermitteln.

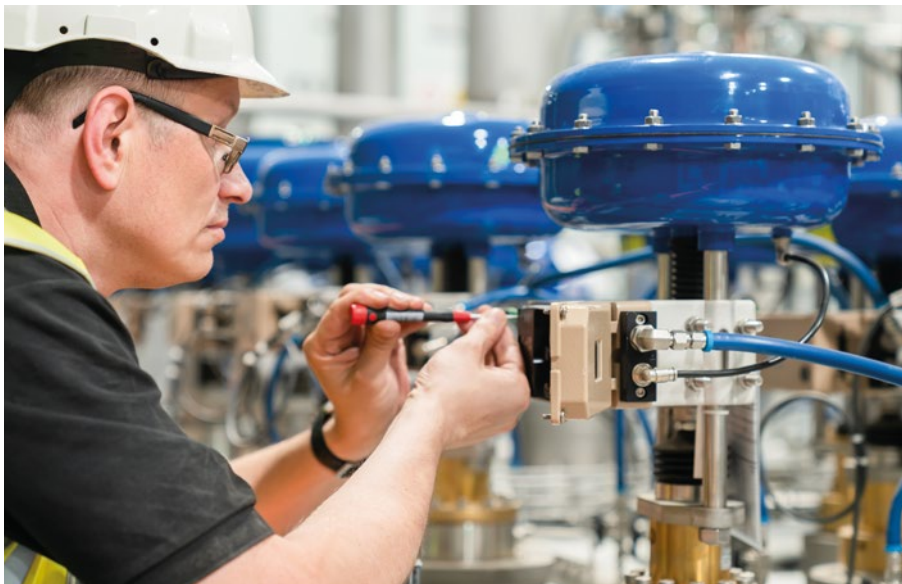
Für die Ermittlung und Bewertung ist es hilfreich, wenn die bzw. der Beurteilende – falls gefahrlos möglich – selbst die Kraftausübung einige Male ausführt.

Eine Unterscheidung zwischen **Rechts- und Linkshändern** wird nicht vorgenommen, da hier Teil-Tätigkeiten und nicht Beschäftigte beurteilt werden.

Die Ermittlung der **Art der Kraftausübungen** (Halten oder Bewegen) erfolgt durch Beobachtung und ggf. Befragung der Beschäftigten oder anderer Betriebsakteure. Die Beschreibungen und die Beispiele in der Tabelle dienen als Bewertungshilfe für die **Höhe der Kraftausübungen**.

Die in der Kraftausübungstabelle enthaltenen, **orientierenden Angaben zur Krafthöhe** in Prozent von  $F_{max} \cdot M$  (F für Kraft [„force“], M wie „männlich“ und max wie „maximal“) sind relative Größen. Weitere Informationen dazu befinden sich im Kapitel 2.4 „Maximale Aktionskräfte und Krafthöhen“.

Die Ermittlung der **Haltedauern oder Bewegungshäufigkeiten** erfolgt bei zyklischen Tätigkeiten durch die Betrachtung mehrerer Arbeitszyklen einer Teil-Tätigkeit. Bei sehr lang andauernden Arbeitszyklen von mehreren Stunden oder Tagen wird zur Beurteilung ein repräsentativer Zeitraum mit typischen Tätigkeiten manueller Arbeitsprozesse betrachtet und die Ergebnisse der Haltedauern oder Bewegungshäufigkeiten werden auf 1 Minute normiert.



Wichtig ist, dass repräsentative Werte durch objektive Zeitmessung und, wenn möglich, objektives Zählen ermittelt werden. Beispielsweise sind hier Videos, Stoppuhr und mechanische Handzähler hilfreich. Die gemessenen Gesamtdauern des Haltens bzw. gezählten Gesamthäufigkeiten der Bewegungen sind dann durch die Anzahl der betrachteten Arbeitszyklen mit manuellen Arbeitsprozessen zu dividieren. Daraus errechnen sich die mittleren Haltedauern und mittleren Bewegungshäufigkeiten pro Minute.

Wenn 4 Sekunden oder länger durchgehend statisch gehalten wird, gilt der Kraftfall als Halten, andernfalls als Bewegungen. Bei gleichzeitigem Halten und Bewegungen derselben Hand ist bei überwiegend dynamischen Arbeitsprozessen nur die Bewegungshäufigkeit zu ermitteln. Bei eher statischen Arbeitsprozessen (Halten mit wenigen Bewegungen) ist die Haltedauer zu ermitteln.

#### Zählregeln zur Ermittlung der Bewegungshäufigkeiten

Zu zählende dynamische Bewegungen können durch die gesamte Hand oder durch einzelne oder mehrere Finger ausgeübt werden. Gezählt werden jedoch nur Finger- und/oder Handbewegungen, die dabei manuell eine dynamische Kraft auf ein Objekt ausüben.

■ Hinlangen und Ergreifen ist eine Bewegung.

Beschreibung	Beispiel
Bei <b>fließenden Bewegungen</b> mit ununterbrochenem Fortgang fängt nach einer vollständigen Bewegungsrotation oder nach einem erkennbaren Bewegungsabschluss eine neue, separat zu zählende Bewegung an.	<b>Bewegung</b> der rechten Hand <b>zur Ortsstelle A</b> hin und das dortige Ergreifen eines Metallzylinders ist eine <b>erste Bewegung</b> . Die Bewegung der rechten Hand mit dem Metallzylinder von der Ortsstelle A <b>zur Ortsstelle B</b> ist eine <b>zweite Bewegung</b> . Die Bewegung der rechten Hand mit dem Metallzylinder von der Ortsstelle B <b>zur Ortsstelle C</b> und das dortige <b>Loslassen</b> des Metallzylinders ist eine <b>dritte Bewegung</b> .
Bei einer <b>rotierenden, oszillierenden oder fließenden Bewegung</b> wird jede vollständige Bewegungsrotation von 360° als eine neue, separat zu zählende Bewegung gezählt.	<b>Betätigung einer Kurbel</b> zum Verfahren eines Werkzeugschlittens. Eine <b>vollständige Umdrehung</b> zählt als <b>eine Bewegung</b> . <b>Anstreichen mit einem Pinsel. Auf- und Abwärtsbewegung</b> werden gemeinsam als <b>eine Bewegung</b> gezählt.
Bei <b>ruckhaften Bewegungen</b> mit – meist auch abrupten – Richtungswechseln wird jede ruckhafte Bewegung bis zum nächsten Richtungswechsel als eine neue, separat zu zählende Bewegung gezählt.	<b>Mehrfache Drehung</b> eines Metallzylinders in der linken Hand zur visuellen Kontrolle, <b>jede Teildrehung</b> mit ruckhaften und abrupten Richtungswechseln wird jeweils als <b>eine Bewegung</b> gezählt.

#### Tipps

Erstellen Sie eine Videoaufnahme mehrerer Arbeitszyklen. Diese Videoaufnahme lässt sich später mehrfach und ggf. auch verlangsamt ansehen. So können Sie die Bewegungen auszählen.

■ Eine Videoaufnahme mehrerer Arbeitszyklen erleichtert die Ermittlung.

Variiert der Arbeitszyklus bzw. die Teil-Tätigkeit, müssen mehrere Arbeitszyklen ausgezählt und Mittelwerte gebildet werden.



Zählen Sie zunächst alle Bewegungen, getrennt für die linke und die rechte Hand, entsprechend den Zählregeln unabhängig von der Krafthöhe. Dann zählen Sie die Kraftfälle mit den höchsten Aktionskräften, die bei der Teil-Tätigkeit vorkommen, und fahren dann mit weiteren Kraftfällen absteigend nach Kraftanforderung fort.

**Praxistipp:** Wenn zum Ende hin Kraftfälle übrig bleiben und Sie unsicher sind, ob diese Kraftfälle eher zu den sehr geringen/geringen oder zu den mittleren Kräften gehören, teilen Sie diese einfach zu gleichen Teilen in die beiden unteren Kraftkategorien auf.

Messen Sie auch das Halten in Sekunden zunächst unabhängig von der Krafthöhe und verfahren Sie dann wie bei der Ermittlung der Bewegungshäufigkeiten.

■ Je höher die Kraftausübung, desto genauer muss ermittelt werden.

Verwenden Sie zur Markierung in der Kraftausübungstabelle zum Beispiel Rechtecke für die rechte Hand und Kreise für die linke Hand.

Ein einfacher mechanischer **Handzähler** ist bei der objektiven Ermittlung der Bewegungshäufigkeiten sehr hilfreich.

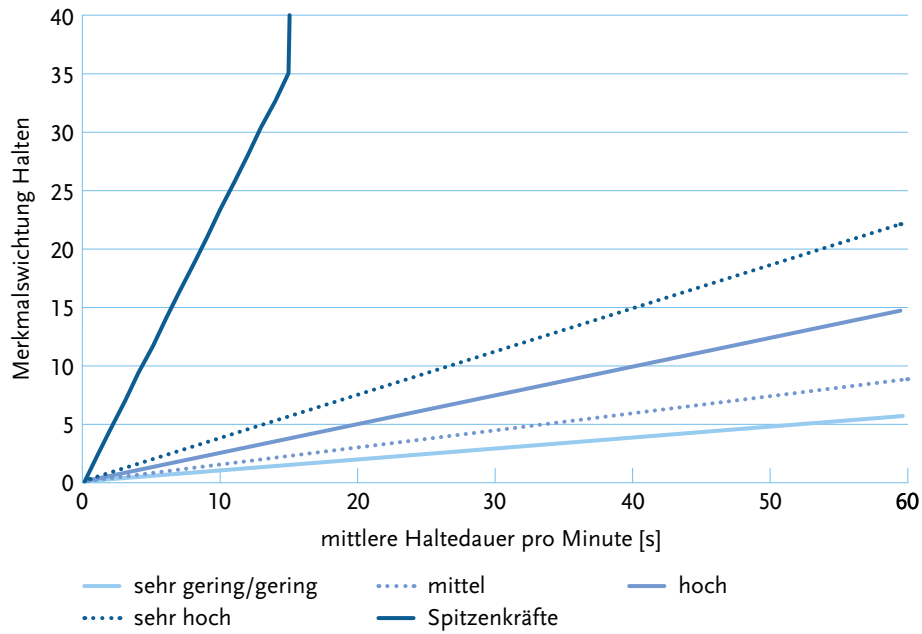


Die in der Kraftausübungstabelle gesetzten Merkmalswichtungen von 100 Punkten (graue Felder) weisen auf eine hohe Belastung und somit auf eine wahrscheinliche körperliche Überbeanspruchung hin, die Gestaltungsmaßnahmen erfordern. Aus diesem Grund muss in diesen Fällen das Minimum der Zeitwichtung von 1 immer eingehalten werden, auch bei Beurteilung mit der Erweiterten Leitmerkmalmethode LMM-MA-E.

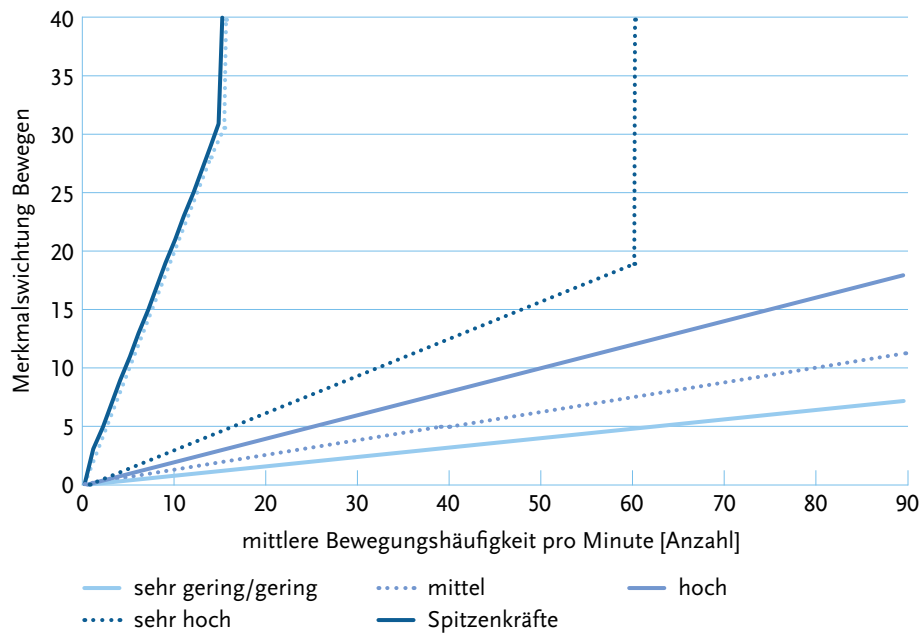
■ Hohes Risiko besteht bei Spitzenkräften und bei kräftigem Schlagen.

Die Merkmalswichtung der Kraftausübung wird durch das Markieren in der zutreffenden Zeile und Spalte ermittelt. Es besteht aber auch die Möglichkeit der **Interpolation**. Darunter versteht man das Ermitteln von Zwischenwerten für die Merkmalswichtungen innerhalb der angegebenen Bereiche. Zwischen den Haltedauern bzw. Bewegungshäufigkeiten und den resultierenden Punktwerten besteht ein linearer Zusammenhang. Die Punktwerte gelten immer für das Ende des angegebenen Bereichs für Haltedauern bzw. Bewegungshäufigkeiten. 60 Bewegungen mit hohen Kräften entsprechen genau 12 Punkten. 30 Sekunden Halten mittlerer Kraft entspricht genau 4,5 Punkten.

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



**Abb. 9** Zusammenhang zwischen der mittleren Haltedauer und der Merkmalswichtung „Halten“ in Abhängigkeit von der Krafthöhe (Formeln siehe BAuA, 2020a, Setzungen auf 100 Punkte nicht dargestellt).



**Abb. 10** Zusammenhang zwischen der mittleren Bewegungshäufigkeit und der Merkmalswichtung „Bewegen“ in Abhängigkeit von der Krafthöhe (Formeln siehe BAuA, 2020a, Setzungen auf 100 Punkte nicht dargestellt).

Beispiele

Kekspackungen umverpacken

Die Kekspackungen werden über ein Band zugeführt, mit einer Kartonage versehen und zum gegenüberliegenden Arbeitsplatz hin abgelegt. Die Zykluszeit pro Schachtel beträgt 2 Sekunden. Es wurde ein Video mit 15 Arbeitszyklen (also 30 Sekunden) erstellt und festgestellt, dass die Bewegungen in den Arbeitszyklen absolut identisch sind. Somit kann zur Analyse auf einen Arbeitszyklus fokussiert werden. Innerhalb dieser 2 Sekunden eines Arbeitszyklus wird Folgendes beobachtet.

Umverpacken ist hier ein Beispiel für sehr geringe und geringe Krafthöhen.



**Rechte Hand:** Hinlangen und Greifen der Kekse, Positionieren/Gegenhalten beim Überstülpen der Kartonage, Ablegen der Schachtel.

**Linke Hand:** Hinlangen und Greifen der Kartonage, Aufweiten der Kartonage, Überschieben der Kartonage über die Kekse.

Je Hand werden also 3 Kraftausübungen mit sehr geringen bis geringen Kräften pro Schachtel/Arbeitszyklus ausgeführt. Normiert auf 1 Minute ergeben sich 30 Schachteln/Minute und damit 90 Kraftausübungen/Minute für jede Hand. Übertragen in die Kraftausübungstabelle werden für beide Hände jeweils 7 Wichtungspunkte ermittelt. Grundsätzlich ist bei der späteren Bewertung der Tätigkeit mit dem höheren der beiden Werte zu rechnen. In diesem Fall sind beide Werte identisch.

Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich in einer „Norm-Minute“		Halten <sup>1)</sup>			Bewegen					
		mittl. Haltedauer [Sek. pro Minute]			mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		31–60	16–30	≤ 15	< 5	5–15	16–30	31–60	61–90 <sup>3)</sup>	
Höhe	Beschreibung, typische Beispiele	Wichtung			Wichtung					
	gering	<b>Sehr geringe/geringe Kräfte</b> (bis 15% F <sub>max</sub> M) z. B. Tastenbedienung/Verschieben/Ordnen/Materialführung/Einlegen von kleinen Teilen	5,5	3	1,5	0,5	1	2,5	5	7
		<b>Mittlere Kräfte</b> (bis 30% F <sub>max</sub> M) z. B. Greifen/Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	9	4,5	2,5	0,5	2	4	7,5	11
		<b>Hohe Kräfte</b> (bis 50% F <sub>max</sub> M) z. B. Drehen/Wickeln/Verpacken/Fassen/Halten oder Fügen von Teilen/Eindrücken/Schneiden/Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	14	7	3,5	1	3	6	12	18
		<b>Sehr hohe Kräfte</b> (bis 80% F <sub>max</sub> M) z. B. kraftbetontes Schneiden/Arbeit mit kleinen Tackern/Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	22	11	5,5	1,5	5	10	19	
		<b>Spitzenkräfte<sup>2)</sup></b> (über 80% F <sub>max</sub> M) z. B. Schrauben anziehen, lösen/Trennen/Eindrücken	100		35	8	30	100		
hoch	<b>Kräftiges Schlagen<sup>2)</sup></b> mit Daumenballen, Handfläche oder Faust				8	30				
Der Arbeitszyklus ist zu beobachten und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert (linke und rechte Hand getrennt) ergeben diese die Kraftwichtung. Für die Errechnung der Gesamtpunktzahl (Schritt 3) ist der höhere Wert zu verwenden.		<b>Wichtungen der Kraftausübungen:</b>					<b>Linke Hand</b>		<b>Rechte Hand</b>	
							7		7	
<sup>1)</sup> Als Haltearbeit werden nur dann Zeitanteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird! <sup>2)</sup> Achtung: Sofern eine dieser Kategorien gewählt wurde, wird empfohlen, diese Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-GK zu bewerten! Ggfs. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen. <sup>3)</sup> Bei noch höheren Häufigkeiten ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-MA-E) anzuwenden.										

Abb. 11 Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Kraftausübungen“, Beispiel „Umverpacken“.

*Umverpackungen falten und kleben*

Die Umverpackungen werden gegriffen, aufgeweitet, ein Boden wird mit einer Heißklebepistole eingeklebt und der fertige Karton abgelegt. Die Zykluszeit beträgt 10 Sekunden. Es wurde ein Video mit 2 Arbeitszyklen, also 20 Sekunden, beobachtet und die Bewegungen auf 1 Minute normiert.


Beim Falten und Kleben können geringe und mittlere Krafthöhen auftreten.



**Linke Hand:** 42 Bewegungen pro Minute mit geringen Kräften.

**Rechte Hand:** 54 Bewegungen pro Minute mit geringen Kräften und 12 Bewegungen pro Minute mit mittleren Kräften beim Bewegen der Heißklebepistole.

Übertragen in die Kraftausübungstabelle werden 5 Wichtungspunkte für die linke Hand und 7 Wichtungspunkte für die rechte Hand ermittelt. Grundsätzlich ist bei der späteren Bewertung der Tätigkeit mit dem höheren der beiden Werte zu rechnen. In diesem Fall sind es 7 Wichtungspunkte.

Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich in einer „Norm-Minute“		Halten <sup>1)</sup>			Bewegen				
		mittl. Haltedauer [Sek. pro Minute]			mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]				
		31–60	16–30	≤ 15	< 5	5–15	16–30	31–60	61–90 <sup>3)</sup>
Höhe	Beschreibung, typische Beispiele	Wichtung			Wichtung				
gering 	<b>Sehr geringe/geringe Kräfte</b> (bis 15 % $F_{max,M}$ ) z. B. Tastenbedienung/Verschieben/Ordnen/Materialführung/Einlegen von kleinen Teilen	5,5	3	1,5	0,5	1	2,5	5	7
	<b>Mittlere Kräfte</b> (bis 30 % $F_{max,M}$ ) z. B. Greifen/Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	9	4,5	2,5	0,5	2	4	7,5	11
	<b>Hohe Kräfte</b> (bis 50 % $F_{max,M}$ ) z. B. Drehen/Wickeln/Verpacken/Fassen/Halten oder Fügen von Teilen/Eindrücken/Schneiden/Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	14	7	3,5	1	3	6	12	18
	<b>Sehr hohe Kräfte</b> (bis 80 % $F_{max,M}$ ) z. B. kraftbetontes Schneiden/Arbeit mit kleinen Tackern/Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	22	11	5,5	1,5	5	10	19	
	<b>Spitzenkräfte<sup>2)</sup></b> (über 80 % $F_{max,M}$ ) z. B. Schrauben anziehen, lösen/Trennen/Eindrücken	100		35	8	30	100		
hoch	<b>Kräftiges Schlagen<sup>2)</sup></b> mit Daumenballen, Handfläche oder Faust				8	30			
Der Arbeitszyklus ist zu beobachten und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert (linke und rechte Hand getrennt) ergeben diese die Kraftwichtung. Für die Errechnung der Gesamtpunktzahl (Schritt 3) ist der höhere Wert zu verwenden.		<b>Wichtungen der Kraftausübungen:</b>			<b>Linke Hand</b>		<b>Rechte Hand</b>		
					5		7		

<sup>1)</sup> Als Haltearbeit werden nur dann Zeiteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird!  
<sup>2)</sup> Achtung: Sofern eine dieser Kategorien gewählt wurde, wird empfohlen, diese Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-GK zu bewerten! Ggfs. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen.  
<sup>3)</sup> Bei noch höheren Häufigkeiten ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-MA-E) anzuwenden.

**Abb. 12** Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Kraftausübungen“, Beispiel „Falten und Kleben“.

**Kunststoff-Klemmbausteine montieren**

Die Montage eines einzelnen Dachgiebels mit Kunststoff-Klemmbausteinen dauert 30 Sekunden (Zykluszeit). Innerhalb dieser 30 Sekunden wird Folgendes beobachtet.

Montieren kann ein Beispiel für geringe und mittlere Krafthöhen sein.

**Rechte Hand:** 12-mal Hinlangen und Greifen einzelner Klemmbausteine mit sehr geringer Kraft, 12-mal Positionieren und Anfügen von Klemmbausteinen in den Dachgiebel mit sehr geringer Kraft und 12-mal Andrücken von Klemmbausteinen in den Dachgiebel mit mittlerer Kraft.

**Linke Hand:** Halten des Dachgiebels 20 Sekunden lang mit sehr geringer Kraft und 12-mal Aufbringen von Gegenkraft beim Andrücken der Klemmbausteine in den Dachgiebel. Diese Gegenkraft hat etwa zur Hälfte geringe und zur Hälfte mittlere Krafthöhe.



Normiert auf 1 Minute sind die Bewegungen bzw. Kraftausübungen beim Montieren eines Dachgiebels zu verdoppeln. Übertragen in die Kraftausübungstabelle werden 8,5 Wichtungspunkte für die linke Hand und 9 Wichtungspunkte für die rechte Hand ermittelt. Grundsätzlich ist bei der späteren Bewertung der Tätigkeit mit dem höheren der beiden Werte zu rechnen. In diesem Fall sind es 9 Wichtungspunkte.

Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich in einer „Norm-Minute“		Halten <sup>1)</sup>			Bewegen				
		mittl. Haltedauer [Sek. pro Minute]			mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]				
		31–60	16–30	≤ 15	< 5	5–15	16–30	31–60	61–90 <sup>3)</sup>
Höhe	Beschreibung, typische Beispiele	Wichtung			Wichtung				
<p>gering</p> <p>hoch</p>	<b>Sehr geringe/geringe Kräfte</b> (bis 15 % $F_{max} M$ ) z. B. Tastenbedienung/Verschieben/Ordnen/ Materialführung/Einlegen von kleinen Teilen	5,5	3	1,5	0,5	1	2,5	5	7
	<b>Mittlere Kräfte</b> (bis 30 % $F_{max} M$ ) z. B. Greifen/Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	9	4,5	2,5	0,5	2	4	7,5	11
	<b>Hohe Kräfte</b> (bis 50 % $F_{max} M$ ) z. B. Drehen/ Wickeln/Verpacken/Fassen/Halten oder Fügen von Teilen/Eindrücken/Schneiden/Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	14	7	3,5	1	3	6	12	18
	<b>Sehr hohe Kräfte</b> (bis 80 % $F_{max} M$ ) z. B. kraftbetontes Schneiden/Arbeit mit kleinen Tackern/ Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	22	11	5,5	1,5	5	10	19	
	<b>Spitzenkräfte<sup>2)</sup></b> (über 80 % $F_{max} M$ ) z. B. Schrauben anziehen, lösen/Trennen/Eindrücken		100	35	8	30		100	
	<b>Kräftiges Schlagen<sup>2)</sup></b> mit Daumenballen, Handfläche oder Faust					8	30		
Der Arbeitszyklus ist zu beobachten und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert (linke und rechte Hand getrennt) ergeben diese die Kraftwichtung. Für die Errechnung der Gesamtpunktzahl (Schritt 3) ist der höhere Wert zu verwenden.		<b>Wichtungen der Kraftausübungen:</b>			<b>Linke Hand</b> 8,5		<b>Rechte Hand</b> 9		
<sup>1)</sup> Als Haltearbeit werden nur dann Zeitanteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird! <sup>2)</sup> Achtung: Sofern eine dieser Kategorien gewählt wurde, wird empfohlen, diese Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-GK zu bewerten! Ggfs. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen. <sup>3)</sup> Bei noch höheren Häufigkeiten ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-MA-E) anzuwenden.									

Abb. 13 Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Kraftausübungen“, Beispiel „Montieren“.

**Arbeitsgegenstände prüfen**

Die Arbeitsgegenstände werden aus der Maschine entnommen, kurz in den Händen gehalten, visuell sowie durch Überstreichen mit der Hand geprüft und in eine Transportkiste abgelegt. Der Maschinentakt beträgt 7,5 Sekunden, also werden 8 Arbeitsgegenstände pro Minute geprüft. In der Zykluszeit von 7,5 Sekunden wird Folgendes beobachtet.

Beim Prüfen können geringe und mittlere Kräftehöhen auftreten.



**Linke Hand:** 2 Bewegungen pro Arbeitsgegenstand mit mittleren Kräften. Zwar wird der Arbeitsgegenstand zur optischen Prüfung statisch gehalten, jedoch nur für 3 Sekunden, sodass diese Haltezeiten hier nicht zu berücksichtigen sind.

**Rechte Hand:** 2 Bewegungen pro Arbeitsgegenstand mit geringer Kraft beim Überstreichen der Oberfläche und 3 Bewegungen pro Arbeitsgegenstand mit mittlerer Kraft beim Drehen des Teils und beim Ablegen.

Normiert auf 1 Minute sind die ausgezählten Bewegungen mit 8 zu multiplizieren. Übertragen in die Kraftausübungstabelle werden 4 Wichtungspunkte für die linke Hand und 6,5 Wichtungspunkte für die rechte Hand ermittelt. Grundsätzlich ist bei der späteren Bewertung der Tätigkeit mit dem höheren der beiden Werte zu rechnen. In diesem Fall sind es 6,5 Wichtungspunkte.

Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich in einer „Norm-Minute“		Halten <sup>1)</sup>			Bewegen				
		mittl. Haltedauer [Sek. pro Minute]			mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]				
		31–60	16–30	≤ 15	< 5	5–15	16–30	31–60	61–90 <sup>3)</sup>
Höhe	Beschreibung, typische Beispiele	Wichtung			Wichtung				
	<b>Sehr geringe/geringe Kräfte</b> (bis 15 % F <sub>max</sub> M) z. B. Tastenbedienung/Verschieben/Ordnen/Materialführung/Einlegen von kleinen Teilen	5,5	3	1,5	0,5	1	2,5	5	7
	<b>Mittlere Kräfte</b> (bis 30 % F <sub>max</sub> M) z. B. Greifen/Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	9	4,5	2,5	0,5	2	4	7,5	11
	<b>Hohe Kräfte</b> (bis 50 % F <sub>max</sub> M) z. B. Drehen/Wickeln/Verpacken/Fassen/Halten oder Fügen von Teilen/Eindrücken/Schneiden/Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	14	7	3,5	1	3	6	12	18
	<b>Sehr hohe Kräfte</b> (bis 80 % F <sub>max</sub> M) z. B. kraftbetontes Schneiden/Arbeit mit kleinen Tackern/Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	22	11	5,5	1,5	5	10	19	
	<b>Spitzenkräfte<sup>2)</sup></b> (über 80 % F <sub>max</sub> M) z. B. Schrauben anziehen, lösen/Trennen/Eindrücken	100		35	8	30	100		
	<b>Kräftiges Schlagen<sup>2)</sup></b> mit Daumenballen, Handfläche oder Faust				8	30			
Der Arbeitszyklus ist zu beobachten und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert (linke und rechte Hand getrennt) ergeben diese die Kraftwichtung. Für die Errechnung der Gesamtpunktzahl (Schritt 3) ist der höhere Wert zu verwenden.		<b>Wichtungen der Kraftausübungen:</b>			<b>Linke Hand</b>		<b>Rechte Hand</b>		
					4		6,5		

<sup>1)</sup> Als Haltearbeit werden nur dann Zeitanteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird!  
<sup>2)</sup> Achtung: Sofern eine dieser Kategorien gewählt wurde, wird empfohlen, diese Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-GK zu bewerten! Ggfs. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen.  
<sup>3)</sup> Bei noch höheren Häufigkeiten ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-MA-E) anzuwenden.

Abb. 14 Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Kraftausübungen“, Beispiel „Prüfen“.



**Turbinenschaufeln einsetzen**

Turbinenschaufeln einsetzen ist eine komplexe Teil-Tätigkeit mit Kraftausübungen von geringen bis sehr hohen Kräften. Die ins Turbinengehäuse einzusetzende Schaufel wird gefeilt, entgratet, eingefettet, in die Nut eingeführt, ausgeblasen, eingetrieben, eingeschlagen und geprüft. Es wurden mehrere Arbeitszyklen von jeweils 2 Minuten Dauer analysiert. Innerhalb eines Zyklus wurde im Durchschnitt Folgendes beobachtet.

**Linke Hand:** 30 Sekunden lang Halten eines Dorns mit mittlerer Kraft, Bewegungen: 13-mal geringe Kraft, 20-mal mittlere Kraft und 6-mal hohe Kraft.

**Rechte Hand:** Bewegungen: 20-mal geringe Kraft, 30-mal mittlere Kraft, 9-mal hohe Kraft und 9-mal sehr hohe Kraft beim Schlagen mit dem Hammer. Achtung, nicht verwechseln: Schlagen mit dem Hammer kann je nach Höhe der ausgeübten Kraft in die Kategorien „sehr geringe/geringe Kräfte“ bis hin zu „Spitzenkräfte“ gehören. Die Kategorie „Kräftiges Schlagen“ bezieht sich ausschließlich auf das Schlagen, bei dem die Hand als „Werkzeug“ benutzt wird.

Bei vielschichtigen Tätigkeiten können die Krafthöhen von gering bis sehr hoch reichen.



Die durchschnittlich ermittelten Kraftausübungen werden auf 1 Minute umgerechnet (also halbiert) und in die Kraftausübungstabelle eingetragen. Übertragen in die Kraftausübungstabelle werden 6,5 Wichtungspunkte für die linke Hand und 5,5 Wichtungspunkte für die rechte Hand ermittelt. Grundsätzlich ist bei der späteren Bewertung der Tätigkeit mit dem höheren der beiden Werte zu rechnen. In diesem Fall sind es 6,5 Wichtungspunkte.

Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich in einer „Norm-Minute“		Halten <sup>1)</sup>			Bewegen					
		mittl. Haltedauer [Sek. pro Minute]			mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		31–60	16–30	≤ 15	< 5	5–15	16–30	31–60	61–90 <sup>3)</sup>	
Höhe	Beschreibung, typische Beispiele	Wichtung			Wichtung					
	gering	<b>Sehr geringe/geringe Kräfte</b> (bis 15 % $F_{max, M}$ ) z. B. Tastenbedienung/Verschieben/Ordnen/Materialführung/Einlegen von kleinen Teilen	5,5	3	1,5	0,5	1	2,5	5	7
		<b>Mittlere Kräfte</b> (bis 30 % $F_{max, M}$ ) z. B. Greifen/Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	9	4,5	2,5	0,5	2	4	7,5	11
		<b>Hohe Kräfte</b> (bis 50 % $F_{max, M}$ ) z. B. Drehen/Wickeln/Verpacken/Fassen/Halten oder Fügen von Teilen/Eindrücken/Schneiden/Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	14	7	3,5	1	3	6	12	18
		<b>Sehr hohe Kräfte</b> (bis 80 % $F_{max, M}$ ) z. B. kraftbetontes Schneiden/Arbeit mit kleinen Tackern/Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	22	11	5,5	1,5	5	10	19	
		<b>Spitzenkräfte<sup>2)</sup></b> (über 80 % $F_{max, M}$ ) z. B. Schrauben anziehen, lösen/Trennen/Eindrücken	100		35	8	30	100		
	hoch	<b>Kräftiges Schlagen<sup>2)</sup></b> mit Daumenballen, Handfläche oder Faust				8	30			
Der Arbeitszyklus ist zu beobachten und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert (linke und rechte Hand getrennt) ergeben diese die Kraftwichtung. Für die Errechnung der Gesamtpunktzahl (Schritt 3) ist der höhere Wert zu verwenden.		<b>Wichtungen der Kraftausübungen:</b>				<b>Linke Hand</b>		<b>Rechte Hand</b>		
						6,5		5,5		

<sup>1)</sup> Als Haltearbeit werden nur dann Zeitanteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird!  
<sup>2)</sup> Achtung: Sofern eine dieser Kategorien gewählt wurde, wird empfohlen, diese Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-GK zu bewerten! Ggfs. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen.  
<sup>3)</sup> Bei noch höheren Häufigkeiten ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-MA-E) anzuwenden.

Abb. 15 Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Kraftausübungen“, Beispiel „vielschichtige Tätigkeiten“.

**Autositz polstern**

Das händische Polstern von Autositzen ist eine sehr komplexe Teil-Tätigkeit von (in unserem Beispiel) ca. 4:20 Minuten Dauer für das Beziehen eines Autositzes mit Stoff. Es werden unter anderem hohe Kräfte bis zu Spitzenkräften beim Spannen des Autositzbezuges ausgeübt. Einige Klipse werden durch kräftige Schläge mit der Handkante oder der Faust eingedrückt. Längeres statisches Halten kommt nicht vor. Es wurden mehrere Arbeitszyklen von jeweils ca. 4:20 Minuten analysiert. Innerhalb eines Zyklus wurde im Durchschnitt Folgendes beobachtet.

**Linke Hand:** Bewegungen: 28-mal geringe Kräfte, 51-mal mittlere Kräfte, 52-mal hohe Kräfte, 59-mal sehr hohe Kräfte, 10-mal Spitzenkräfte und 4-mal kräftiges Schlagen.

**Rechte Hand:** Bewegungen: 54-mal geringe Kräfte, 64-mal mittlere Kräfte, 50-mal hohe Kräfte, 136-mal sehr hohe Kräfte, 20-mal Spitzenkräfte und 6-mal kräftiges Schlagen.

Die durchschnittlich ermittelten Kraftausübungen werden auf 1 Minute umgerechnet (also durch 4,3 dividiert) und in die Kraftausübungstabelle eingetragen. Das Bewegen der rechten Hand von 136-mal sehr hohe Kräfte : 4,3 = 32-mal pro Minute wird zu 11 Wichtungspunkten interpoliert. Übertragen in die Kraftausübungstabelle werden 27 Wichtungspunkte für die linke Hand und 33 Wichtungspunkte für die rechte Hand ermittelt. Grundsätzlich ist bei der späteren Bewertung der Tätigkeit mit dem höheren der beiden Werte zu rechnen. In diesem Fall sind es 33 Wichtungspunkte.

Bei manchen Tätigkeiten kommen Spitzenkräfte und kräftiges Schlagen vor.



**Hinweis:** Solche Teil-Tätigkeiten mit Spitzenkräften und/oder kräftigem Schlagen sind ein Grenzfall zwischen manuellen Arbeitsprozessen (LMM-MA) und dem Aufbringen von Ganzkörperkräften (GK). Bei einem ähnlichen Beispiel in der Betriebspraxis sollte zusätzlich die Leitmerkmalmethode Ganzkörperkräfte (LMM-GK) angewendet werden!

Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich in einer „Norm-Minute“		Halten <sup>1)</sup>			Bewegen					
		mittl. Haltedauer [Sek. pro Minute]			mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		31–60	16–30	≤ 15	< 5	5–15	16–30	31–60	61–90 <sup>3)</sup>	
Höhe	Beschreibung, typische Beispiele	Wichtung			Wichtung					
	gering	<b>Sehr geringe/geringe Kräfte</b> (bis 15 % $F_{max}$ M) z. B. Tastenbedienung/Verschieben/Ordnen/Materialführung/Einlegen von kleinen Teilen	5,5	3	1,5	0,5	1	2,5	5	7
		<b>Mittlere Kräfte</b> (bis 30 % $F_{max}$ M) z. B. Greifen/Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	9	4,5	2,5	0,5	2	4	7,5	11
		<b>Hohe Kräfte</b> (bis 50 % $F_{max}$ M) z. B. Drehen/Wickeln/Verpacken/Fassen/Halten oder Fügen von Teilen/Eindrücken/Schneiden/Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	14	7	3,5	1	3	6	12	18
		<b>Sehr hohe Kräfte</b> (bis 80 % $F_{max}$ M) z. B. kraftbetontes Schneiden/Arbeit mit kleinen Tackern/Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	22	11	5,5	1,5	5	10	19	
		<b>Spitzenkräfte<sup>2)</sup></b> (über 80 % $F_{max}$ M) z. B. Schrauben anziehen, lösen/Trennen/Eindrücken	100		35	8	30	100		
	hoch	<b>Kräftiges Schlagen<sup>2)</sup></b> mit Daumenballen, Handfläche oder Faust				8	30			
Der Arbeitszyklus ist zu beobachten und die Wichtungen für die Kraftkategorien sind zu markieren. Addiert (linke und rechte Hand getrennt) ergeben diese die Kraftwichtung. Für die Errechnung der Gesamtpunktzahl (Schritt 3) ist der höhere Wert zu verwenden.		<b>Wichtungen der Kraftausübungen:</b>					<b>Linke Hand</b>		<b>Rechte Hand</b>	
							27		33	

<sup>1)</sup> Als Haltearbeit werden nur dann Zeitanteile berücksichtigt, wenn ein Arm mindestens 4 Sekunden durchgehend statisch gehalten wird!  
<sup>2)</sup> Achtung: Sofern eine dieser Kategorien gewählt wurde, wird empfohlen, diese Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-GK zu bewerten! Ggfs. können diese Kräfte gar nicht oder nicht mehr sicher aufgebracht werden. Dies gilt insbesondere für Frauen.  
<sup>3)</sup> Bei noch höheren Häufigkeiten ist der resultierende Punktwert linear zu extrapolieren oder die E-Version (LMM-MA-E) anzuwenden.

**Abb. 16** Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Kraftausübungen“, Beispiel „Polstern“.

## Kraftübertragung und Greifbedingungen

Kraftübertragung/Greifbedingungen	Wichtung
<b>Optimale Kraftübertragung/-einleitung</b> /Arbeitsgegenstände gut greifbar (z. B. Stabform, Griffmulden)/gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe, Tasten, Werkzeuge)	0
<b>Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung</b> /erhöhte Haltekräfte erforderlich/ <u>keine gestalteten Griffe</u>	2
<b>Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert</b> /Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, <u>scharfkantig</u> )/keine oder ungeeignete Griffe	4

**Abb. 17** Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Kraftübertragung/Greifbedingungen“. Ausgefüllt laut Beispiel.

Mit dem Merkmal „Kraftübertragung/Greifbedingungen“ werden die Art der Kraftübertragung und zusätzlich notwendige Kräfte ermittelt.

Wichtig sind dabei

- das Verhältnis von Griffart zu erforderlicher Kraftausübung
- die Art der Krafteinleitung durch Formschluss oder Kraftschluss
- die Objektoberflächen



Haben Arbeitsgegenstände keine gestalteten Griffe, muss dies nicht zwangsweise zu eingeschränkter Kraftübertragung oder -einleitung führen, sofern eine gute Greifbarkeit der Arbeitsgegenstände gegeben ist.

Die genannten Einzelaspekte, wie z. B. „Arbeitsgegenstände gut greifbar“, „keine gestalteten Griffe“ oder „schmierig, weich, scharfkantig“, geben Hilfestellung bei der Ermittlung der Wichtung. Der ergonomisch ungünstigste Einzelaspekt bestimmt die Bewertung. Im Beispiel bei „keine gestalteten Griffe“ und bei „scharfkantige Arbeitsgegenstände“ wird eine Wichtung von 4 Punkten ermittelt.

Der ergonomisch ungünstigste Einzelaspekt bestimmt die Bewertung.

Die nachfolgende Einstufungshilfe gibt für einige mögliche Kombinationen von Kraftübertragung und Greifbedingungen die dazugehörigen Wichtungen an. Die Interpolation zwischen den Wichtungskategorien ist zulässig. Hier handelt es sich bei der Interpolation um eine Abschätzung von Zwischenwerten für die Merkmalswichtungen ohne hinterlegte mathematische Funktion.

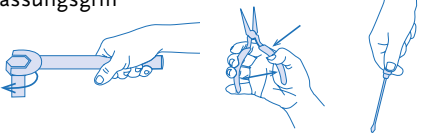
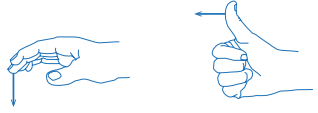

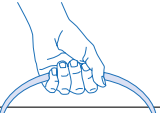


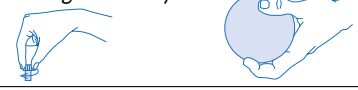
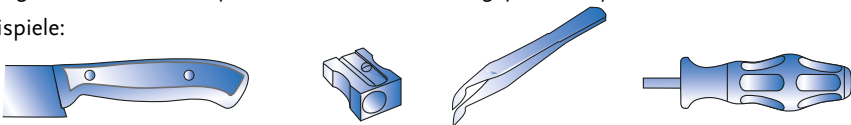
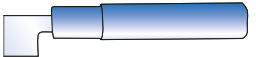
Griffart, Krafteinleitung	Griffgestaltung der Werkzeuge, Kontaktstellen, Objekte	Greifoberfläche			
		trocken, griffig	trocken, sehr glatt	feucht	schmierig
<b>Umfassungsgriff</b> 	gut ausgeformt*, optimale Größe	0	1	2	3
	nicht ausgeformt	1	2	3	3
	zu groß, zu klein	2	3	4	4
<b>Kontaktgriff</b> 	gut ausgeformt, optimale Größe	0	1	2	3
	nicht ausgeformt	1	2	3	3
	zu klein	2	3	4	4
<b>Handflächengriff</b> 	gut ausgeformt, optimale Größe	0	1	2	3
	nicht ausgeformt	2	3	4	4
<b>Handzufassungsgriff</b> 	gut ausgeformt, optimale Größe	0	0	1	2
	nicht ausgeformt	1	2	3	4
<b>Fingerzufassungsgriff</b> 	gut ausgeformt, optimale Größe	0	1	2	3
	nicht ausgeformt	1	2	3	4
	zu klein	2	3	4	4
<b>Kraftübertragung durch Reibschluss</b> 	optimale Größe	1	2	3	4
	zu klein	2	3	4	4
<b>Zu kleines oder zu großes Objekt</b> 	gut ausgeformt	1	2	3	4
	nicht ausgeformt	2	3	4	4
*Ausgeformte Griffe sind profiliert, der Handform angepasst und/oder haben Griffmulden. Beispiele: 		<b>Nicht ausgeformter Griff:</b> 			

Abb. 18 Einstufungshilfe für die Wichtung der Griffart und Krafteinleitung.

Griffe unterscheidet man grundsätzlich nach Art des Griffes zwischen Kontaktgriff, Zufassungsgriff und Umfassungsgriff sowie nach der Kopplungsart in formschlüssig oder kraft- bzw. reibschlüssig (siehe auch DIN EN 894-3).









**Kontaktgriff:** Es wirkt eine Kraft in eine Richtung, die mit dem Finger, dem Daumen oder der Hand auf das Objekt aufgebracht wird.

**Zufassungsgriff:** Das Objekt wird mit den Fingern und/oder dem Daumen gehalten, ohne dass eine Faust geballt wird.

**Umfassungsgriff:** Das Objekt wird mit allen Fingern umschlossen.

Der Kontakt zwischen Hand/Fingern und Objekt bzw. Griff kann entweder unmittelbar als **Formschluss** oder mittelbar als **Kraft- bzw. Reibschluss** erfolgen. Je nach Reibungskoeffizient – dieser ist abhängig z. B. von dem Material, der Oberflächenbeschaffenheit und dem Verschmutzungsgrad – müssen beim Kraft- bzw. Reibschluss deutlich höhere Kräfte aufgebracht werden als beim Formschluss. Mit formschlüssigen Verbindungen können größere Kräfte übertragen werden als mit kraft- bzw. reibschlüssigen Verbindungen.

### Hand-/Armstellung und -bewegung

Hand-/Armstellung und -bewegung <sup>4)</sup>		Wichtung	
		<b>Gut:</b> Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich, nur selten Abweichungen/keine andauernde statische Armhaltung/ Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich	0
		<b>Eingeschränkt:</b> <u>gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche</u> /gelegentlich lange andauernde statische Armhaltung	1
		<b>Ungünstig:</b> häufige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche/ <u>häufig lange andauernde statische Armhaltung</u>	2
		<b>Schlecht:</b> ständige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche/ständig lange andauernde statische Armhaltung	3
<sup>4)</sup> Es sind die typischen Stellungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.			

**Abb. 19** Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Hand-/Armstellung und -bewegung“. Ausgefüllt laut Beispiel.

Mit dem Merkmal „Hand-/Armstellung und -bewegung“ wird die Belastung der Finger-, Hand-, Ellenbogen- und Schultergelenke berücksichtigt. Bei der Gelenkstellung werden deutlich erkennbare Abweichungen von der Mittellage ermittelt. Dauer und Häufigkeit deutlich erkennbarer Abweichungen von der Mittellage der Gelenkstellung sind wichtiger als das exakte Ausmaß der Abweichungen.



Aufgrund der Vielzahl der beteiligten Gelenke, die sich unabhängig voneinander bewegen können, ist eine getrennte Wichtung der Gelenke nicht praktikabel. Deshalb wird die Ermittlung für den gesamten Hand-Arm-Bereich vorgenommen.

Die genannten Einzelaspekte und zeitlichen Umschreibungen, wie z. B. „gelegentlich“, „häufig“ oder „ständig“, geben Hilfestellung bei der Ermittlung. Der ergonomisch ungünstigste Einzelaspekt bestimmt die Bewertung. Im Beispiel bei „gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche“ und bei „häufig lange andauernde statische Armhaltung“ wird eine Wichtung von 2 Punkten ermittelt.

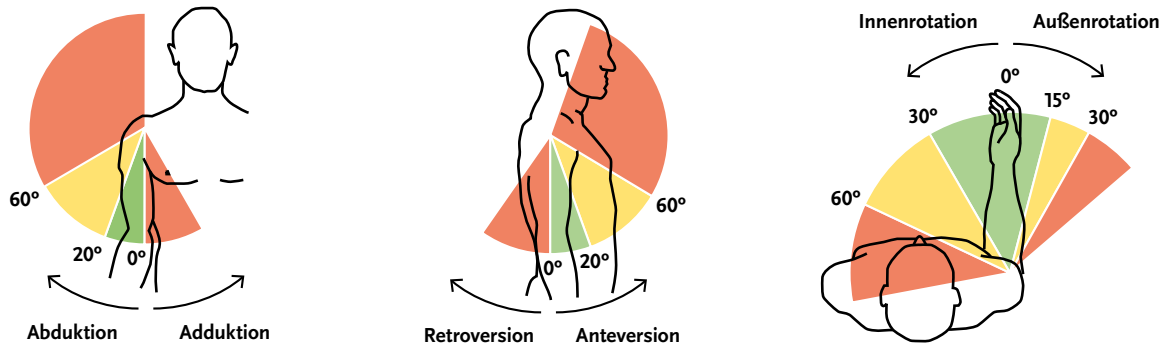
■ Der ergonomisch ungünstigste Einzelaspekt bestimmt die Bewertung.

Die Begriffe „selten“, „gelegentlich“, „häufig“ und „ständig“ sind auf Seite 24 erläutert.

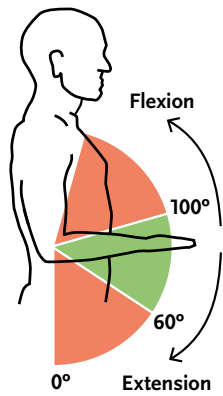
Die Interpolation zwischen den Wichtungskategorien ist zulässig, aber nur separat für die Aspekte „Gelenkstellung“ oder „statische Armhaltung“. Beispielsweise kann eine Wichtung von 1,5 vergeben werden, wenn der Zeitanteil der Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche am Übergang zwischen „gelegentlich“ und „häufig“ liegt. Auch hier handelt es sich bei der Interpolation um eine Abschätzung von Zwischenwerten für die Merkmalswichtungen ohne hinterlegte mathematische Funktion.



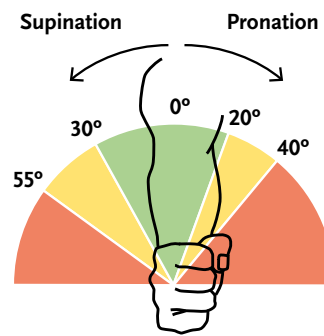
## Schultergelenk



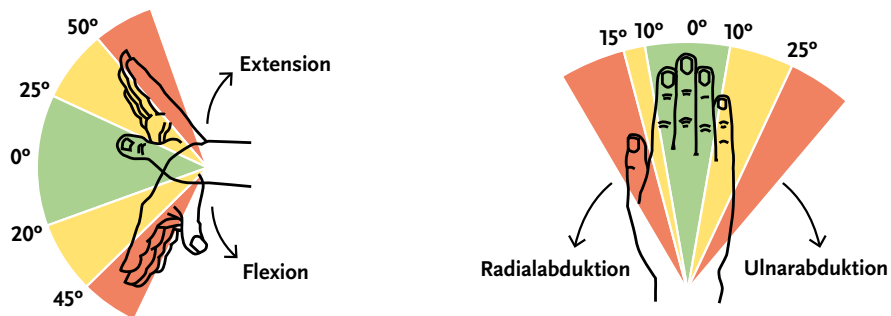
## Ellenbogengelenk



## Unterarm



## Handgelenk



Quelle: nach BGIA-Report 2/2007

Abb. 20 Einstufungshilfe für die Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung.

## Ungünstige Ausführungsbedingungen

Ungünstige Ausführungsbedingungen (nur angeben, wenn zutreffend)	Wichtung
<b>Gut:</b> Es liegen keine ungünstigen Ausführungsbedingungen vor, d. h. <u>sichere Detailerkennbarkeit/keine Blendung/gute klimatische Bedingungen</u>	0
<b>Eingeschränkt:</b> gelegentlich erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details/erschwerende Bedingungen wie Zugluft, <u>Kälte, Nässe</u> und/oder Konzentrationsstörungen durch Geräusche	1
<b>Ungünstig:</b> häufige erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details/häufig erschwerende Bedingungen wie Zugluft, Kälte, Nässe und/oder Konzentrationsstörungen durch Geräusche	2
<i>In der Tabelle nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen.</i>	

**Abb. 21** Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Ungünstige Ausführungsbedingungen“. Ausgefüllt laut Beispiel.

Mit dem Merkmal „Ungünstige Ausführungsbedingungen“ werden Störfaktoren bei der Arbeitsausführung berücksichtigt. Der Fokus liegt dabei auf

- eingeschränkten Sehbedingungen
- Kälte, Zugluft, Nässe
- störenden Geräuschen

Erschwerende Bedingungen durch Kälte herrschen beispielsweise in Tiefkühl- oder Frischebereichen der Lebensmittelindustrie.



Aber auch andere Einzelaspekte, wie z. B. schlechte Standsicherheit, sind sinngemäß zu berücksichtigen.

Eingeschränkte Sehbedingungen können bei kleinen Sehobjekten zu ungünstigen Körperhaltungen führen. Zu geringe Beleuchtung wird durch einen verringerten Sehabstand ausgeglichen. Blendung wird durch andere Kopfpositionen kompensiert. Beides führt zu ungünstigen Kopfhaltungen mit zusätzlicher Belastung der Nackenmuskulatur. Schlechte klimatische Bedingungen wie Kälte, Zugluft und Nässe können zur partiellen Auskühlung und damit zur Verringerung der Bewegungskoordination und zu zusätzlicher Gelenkbelastung führen. Störende Geräusche können insbesondere bei hohen Konzentrationsanforderungen zu muskulärer Verspannung im Schulter-Nacken-Bereich führen. Dies ist unabhängig davon, ob die Geräusche ggf. so laut sind, dass sie auch Effekte auf das Gehör haben.

Die genannten Einzelaspekte, wie z. B. „sichere Detailerkennbarkeit“, „erschwerende Bedingungen“ oder „häufig erschwerende Bedingungen“, geben Hilfestellung bei der Ermittlung. Der ergonomisch ungünstigste Einzelaspekt bestimmt die Bewertung. Im Beispiel bei „sichere Detailerkennbarkeit/keine Blendung“ und bei „gelegentlich vorkommende Kälte oder Nässe“ wird eine Wichtung von 1 Punkt ermittelt.

■ Der ergonomisch ungünstigste Einzelaspekt bestimmt die Bewertung.

Die Interpolation zwischen den Wichtungskategorien (hier ohne hinterlegte mathematische Funktion) ist zulässig, aber nur separat für die Aspekte „Detailerkennbarkeit/Blendung“, „klimatische Bedingungen“ oder „Geräusche“. Beispielsweise kann eine Wichtung von 1,5 für die „Detailerkennbarkeit/Blendung“ vergeben werden, wenn der Zeitanteil am Übergang zwischen „gelegentlich“ und „häufig“ liegt.



Körperhaltung und Körperbewegung

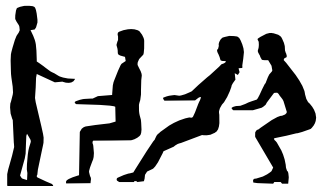
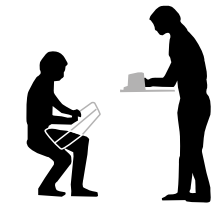


Körperhaltung/-bewegung <sup>5) 6)</sup>		Wichtung
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wechsel von Sitzen und Stehen, Wechsel von Stehen und Gehen, dynamisches Sitzen möglich</li> <li>– <u>Rumpf maximal sehr leicht vorgeneigt</u></li> <li>– keine Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar</li> <li>– Kopfhaltung: variabel, kein Rückwärts- und/oder starkes Vorneigen bzw. dauernde Drehung</li> <li>– kein Greifen über Schulterhöhe/kein körperfernes Greifen</li> </ul>	0
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– überwiegend Sitzen oder Stehen mit gelegentlichem Gehen</li> <li>– Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich</li> <li>– <u>gelegentliche Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar</u></li> <li>– gelegentliche Abweichungen von einer guten „neutralen“ Kopfhaltung/-bewegung</li> <li>– gelegentliches Greifen über Schulterhöhe/gelegentliches körperfernes Greife</li> </ul>	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ausschließlich Stehen oder Sitzen ohne Gehen</li> <li>– Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder häufige Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar</li> <li>– häufige Abweichungen von einer guten „neutralen“ Kopfhaltung/-bewegung</li> <li>– Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben/ingeschränkte Bewegungsfreiheit</li> <li>– häufiges Greifen über Schulterhöhe/<u>häufiges körperfernes Greifen</u></li> </ul>	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rumpf stärker vorgeneigt/häufiges oder lang andauerndes Bücken</li> <li>– Arbeiten im Knien, Hocken, Liegen</li> <li>– ständige Rumpfverdrehung bzw. -seitneigung erkennbar</li> <li>– streng fixierte Körperhaltung/visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope</li> <li>– ständige Abweichungen von einer guten „neutralen“ Kopfhaltung/-bewegung</li> <li>– ständiges Greifen über Schulterhöhe/ständiges körperfernes Greifen</li> </ul>	6 <sup>7)</sup>
<p><sup>5)</sup> Es sind die typischen Körperhaltungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.</p> <p><sup>6)</sup> Werden die manuellen Arbeitsprozesse nicht stationär im Sitzen, Stehen, Knien, Hocken, Liegen ausgeführt, sondern in der Bewegung (Gehen, Kriechen), wird empfohlen, die Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-KB zu bewerten.</p> <p><sup>7)</sup> Achtung: Sofern diese Kategorie gewählt wurde, wird empfohlen, diese Teil-Tätigkeit auch mit der LMM-KH zu bewerten!</p>		

Abb. 22 Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Körperhaltung/-bewegung“. Ausgefüllt laut Beispiel.

Mit dem Merkmal „Körperhaltung/-bewegung“ wird die Belastung des Nackens, Rückens und der Beine ermittelt. Der Fokus liegt dabei auf

- eingeschränkten Bewegungsmöglichkeiten
- statischer Haltungsarbeit der Rumpf- und Schulter-Nacken-Muskulatur
- ungünstigen Gelenkstellungen
- lang anhaltendem Stehen oder Sitzen

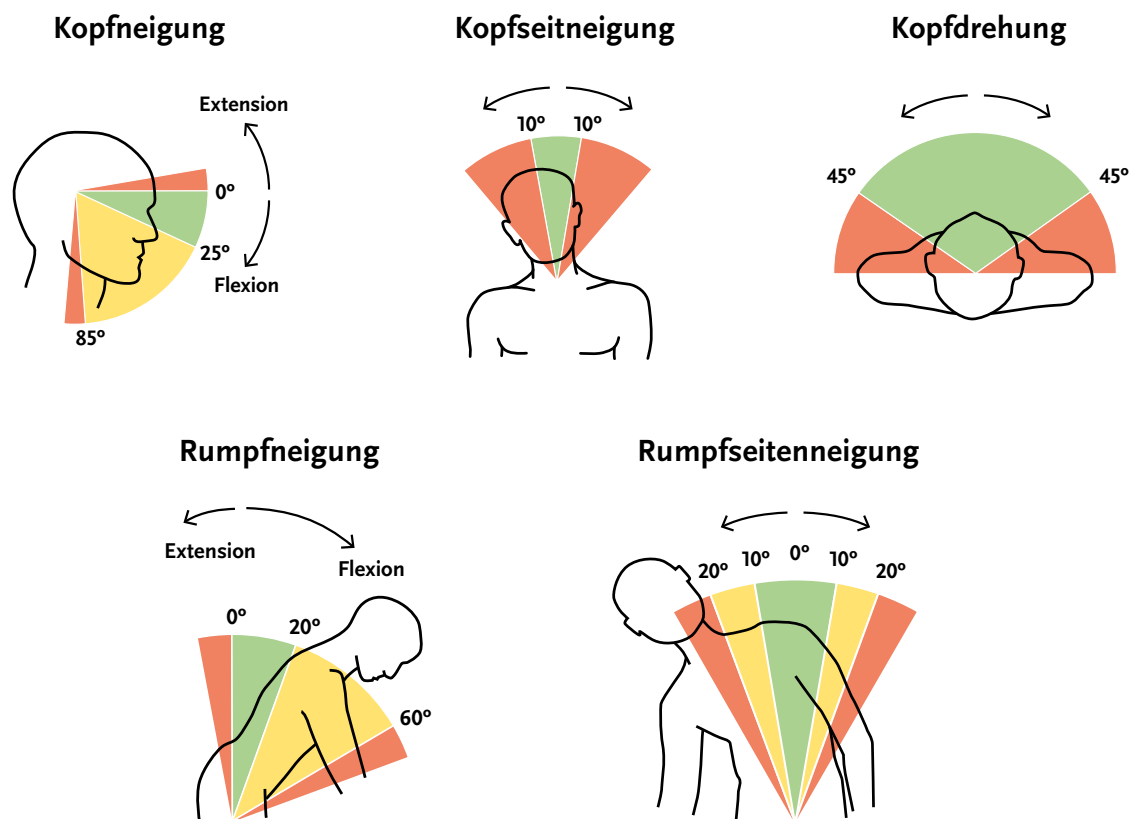
Aufgrund der Vielzahl der beteiligten Gelenke, die sich unabhängig voneinander bewegen können, ist eine getrennte Wichtung der Gelenke nicht praktikabel. Deshalb wird die Ermittlung für die gesamte Körperhaltung/-bewegung vorgenommen.

Es wird empfohlen, alle für die betrachtete Teil-Tätigkeit zutreffenden Einzelaspekte wie

- Stehen/Sitzen,
- Rumpfvorneigung,
- Rumpfverdrehung/-seitneigung,
- Kopfhaltung und
- Schulterstellung/Armhaltung

in der zutreffenden zeitlichen Ausprägung (selten, gelegentlich, häufig, ständig) bzw. in der zutreffenden Intensität (keine, leicht, deutlich usw.) zu ermitteln und in der Tabelle zu markieren. Der ergonomisch ungünstigste Einzelaspekt bestimmt die Bewertung.





Quelle: nach BGI-A-Report 2/2007

**Abb. 23** Einstufungshilfe für die Wichtung der Körperhaltung.

Im Beispiel bei „Rumpf maximal sehr leicht vorgeneigt“, bei „gelegentliche Rumpfdrehung bzw. -seitneigung erkennbar“ und bei „häufiges körperfernes Greifen“ wird eine Wichtung von 4 Punkten ermittelt.

■ Der ergonomisch ungünstigste Einzelaspekt bestimmt die Bewertung.

Die Interpolation zwischen den Wichtungskategorien (hier ohne hinterlegte mathematische Funktion) ist zulässig, aber nur für gleichartige Einzelaspekte. Beispielsweise kann eine Wichtung von 3 für „körperfernes Greifen“ vergeben werden, wenn der Zeitanteil am Übergang zwischen „gelegentlich“ und „häufig“ liegt.



## Arbeitsorganisation und zeitliche Verteilung

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

Abb. 24 Formblatt LMM-MA: Bestimmung des Leitmerkmals „Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung“. Ausgefüllt laut Beispiel.

Das Merkmal „Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung“ berücksichtigt insbesondere das Gefährdungsrisiko übermäßiger muskulärer Ermüdung durch

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

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

- **Gut:** häufig Belastungswechsel  
Werden eine oder mehrere Teil-Tätigkeiten mit manuellen Arbeitsprozessen zu einem geringeren Zeitanteil am Arbeitstag ausgeführt (z. B. unter 2 Stunden bei einem 8-stündigen Arbeitstag), so ist „Gut: häufig Belastungswechsel ...“ auszuwählen, sofern in den verbleibenden rund 6 Stunden auch Tätigkeiten ausgeführt werden, die andere Belastungsarten (z. B. Belastung anderer Muskelgruppen) oder gar keine körperliche Belastung erfordern. Eine „gute“ zeitliche Verteilung liegt insbesondere dann vor, wenn die zu Teil-Tätigkeiten zusammengefassten Arbeitszyklen über den Arbeitstag verteilt sind und zeitlich nicht unmittelbar aneinandergrenzen.
- **Eingeschränkt:** selten Belastungswechsel  
Alle Teil-Tätigkeiten, die nicht in die Kategorie „Gut“ (siehe oben) oder „Ungünstig“ (siehe unten) eingeordnet werden können.
- **Ungünstig:** kein/kaum Belastungswechsel  
Werden eine oder mehrere Teil-Tätigkeiten mit manuellen Arbeitsprozessen zu einem überwiegenden Zeitanteil am Arbeitstag ausgeführt (z. B. mehr als 5 Stunden bei einem 8-stündigen Arbeitstag), so ist „Ungünstig: kein/kaum Belastungswechsel ...“ auszuwählen. Eine ungünstige zeitliche Verteilung liegt insbesondere dann vor, wenn die zu Teil-Tätigkeiten zusammengefassten Arbeitszyklen zeitlich unmittelbar aneinandergrenzen.

■ Arbeitstätigkeiten ohne Belastungswechsel sollten vermieden werden.

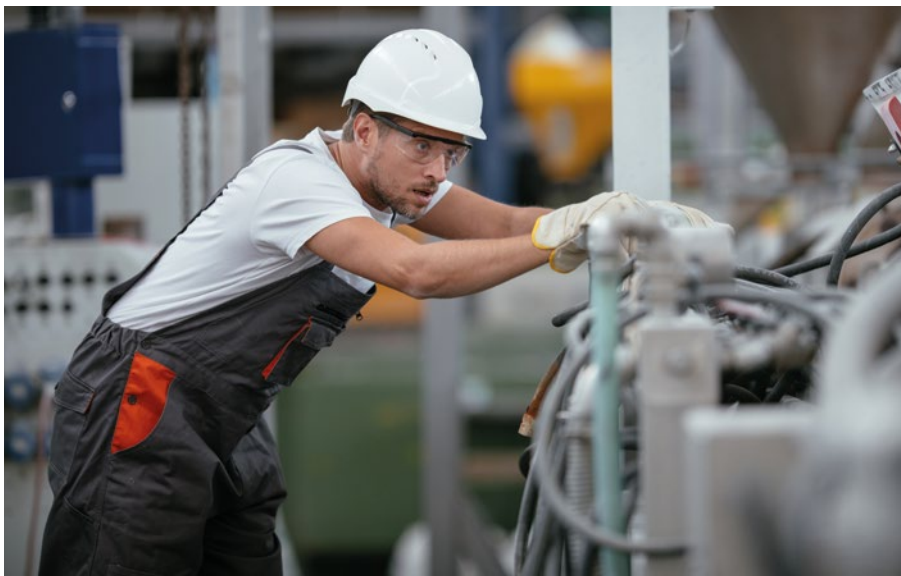
Die Interpolation zwischen den Kategorien des Merkmals (hier ohne hinterlegte mathematische Funktion) ist zulässig.

### 3.3 Dritter Schritt: Bewertung und Beurteilung

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

3. Schritt: Bewertung und Beurteilung	
Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich	7
Kraftübertragung/Greifbedingungen +	0
Hand-/Armstellung und -bewegung +	1
Ungünstige Ausführungsbedingungen +	0
Körperhaltung +	2
Arbeitsorganisation/zeitliche Verteilung +	2
<b>Summe Merkmalswichtungen:</b>	<b>12</b>
<b>3,5</b> Zeitwichtung	<b>x</b>
	<b>=</b>
	<b>42</b> Ergebnis

Abb. 25 Formblatt LMM-MA: Bewertung am Beispiel der Teil-Tätigkeit „Kartons falten und kleben“, die 3,5 Stunden pro Arbeitstag ausgeführt wird.




Die Bewertung jeder Teil-Tätigkeit erfolgt anhand eines **tätigkeitsbezogenen Punktwertes**. Dieser errechnet sich durch Addition der Wichtungen der einzelnen Leitmerkmale multipliziert mit der Zeitwichtung.

Der errechnete Punktwert für **eine** Teil-Tätigkeit mit manuellen Arbeitsprozessen und der daraus resultierende Risikobereich entsprechen nur dann dem Gesamtrisiko, wenn keine weiteren Teil-Tätigkeiten mit manuellen Arbeitsprozessen an einem Arbeitstag ausgeführt werden. Teil-Tätigkeiten mit unterschiedlicher Ausprägung der Merkmale sind getrennt zu beurteilen. Die Punktwerte der einzelnen (unterschiedlichen) Teil-Tätigkeiten können aufgrund der linearen Zeitwichtung der LMM-MA zu einem Gesamtpunktwert addiert werden (siehe BAuA, 2020a). Dieser Gesamtpunktwert bestimmt dann über die LMM-Risiko-Tabelle das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zur Belastungsart „Manuelle Arbeitsprozesse“. Daraus ergeben sich die Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung und möglicher gesundheitlicher Folgen sowie der daraus resultierende Handlungsbedarf für die erfassten Teil-Tätigkeiten.

Im oben genannten Fall wäre also das Ergebnis mit 42 Punkten dem Risikobereich 2 mit „mäßig erhöhter Belastung“ (Grün) zuzuordnen, wenn keine weiteren Teil-Tätigkeiten mit manuellen Arbeitsprozessen am Arbeitstag ausgeführt werden. Im Einzelfall wären demzufolge Maßnahmen zur Gestaltung der Arbeit sowie sonstige ergänzende Präventionsmaßnahmen zu prüfen.

Das Gesamtrisiko ergibt sich aus dem Gesamtpunktwert durch Addition.

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

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

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

Abb. 26 Formblatt LMM-MA: Risikokonzept bzw. Risikotabelle der Leitmerkalmethoden.\*

<sup>\*) Hinweis:</sup> Die Begriffe „vermindert“ und „normal belastbare Personen“ sowie „sinnvoll“ im Risikokonzept der LMM-Formblätter werden demnächst den Begrifflichkeiten in der aktualisierten AMR 13.2 angepasst.



In Ergänzung zu den auf der Basis des Risikokonzepts der Leitmerkmalmethoden zu treffenden erforderlichen Maßnahmen gilt nach Arbeitsmedizinischer Regel AMR 13.2:

■ Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind fließend.

- Ab dem **Risikobereich 2**, wenn die Belastungshöhe „mäßig erhöht“ ist (20 bis kleiner als 50 Punkte), sind im Einzelfall Maßnahmen zur Gestaltung der Arbeit und sonstige ergänzende Präventionsmaßnahmen wie beispielsweise Maßnahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung zu prüfen, da im Einzelfall körperliche Überbeanspruchungen nicht ausgeschlossen werden können. Individuelle Aspekte der Konstitution (körperliche und seelische Verfassung), der Disposition (Anfälligkeit für Krankheiten), der körperlichen Entwicklung, der Übung, der Erfahrung und des Trainings in Bezug auf die spezifischen motorischen Anforderungen im Beruf sowie spezielle physiologische Situationen (z. B. in der Schwangerschaft) können von Bedeutung sein.
- Ab dem **Risikobereich 3**, wenn die Belastungshöhe „wesentlich erhöht“ ist (50 bis kleiner als 100 Punkte), sind Maßnahmen zur Gestaltung der Arbeit und sonstige ergänzende Präventionsmaßnahmen zu prüfen. Arbeitsmedizinische Vorsorge ist nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) durch den Arbeitgeber den Beschäftigten, die an diesen Arbeitsplätzen arbeiten, anzubieten.
- Wunschvorsorge nach § 11 ArbSchG und ArbMedVV können Beschäftigte auch unterhalb des Risikobereichs 3 in Anspruch nehmen.

### 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 daran 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.

Speziell für Arbeitssysteme mit einem hohen Anteil an manuellen Arbeitsprozessen, wie sie mit der LMM-MA beurteilt werden können, gelten die folgenden Gestaltungsmöglichkeiten.



#### Unabhängig von der spezifischen Teil-Tätigkeit gilt:

- Sind aufgrund des Ergebnisses der Gefährdungsbeurteilung Gestaltungsmaßnahmen zu treffen, sollten grundsätzlich Ursachen für hohe Wichtungen einzelner Leitmerkmale vermieden oder beseitigt werden.
- Bewegungsmangel und einseitige Belastungen sind immer unergonomisch. Manuelle Arbeitsprozesse sollten generell so organisiert sein, dass Fehlbelastungen durch einseitige und anspannende Arbeitsausführungen vermieden werden. Ist das nicht möglich, sind Bewegungszeiträume bei der Arbeitsplanung zu berücksichtigen und aktiv für Kreislaufanregung und Ausgleichsbewegungen zu nutzen.
- Tätigkeitswechsel, -erweiterung und -anreicherung sind Möglichkeiten zur Reduzierung körperlicher Belastungen, können jedoch auch zur Erhöhung psychischer und körperlicher Belastungen führen.

■ Man sollte Teil-Tätigkeiten mit den höchsten Merkmalswichtungen zuerst gestalten.

**Gute Arbeitsplatzgestaltung ist gekennzeichnet durch:**

- Anpassung der Höhe der Kraftausübung in Abhängigkeit von der Dauer sowie den Häufigkeits- und Geschicklichkeitsanforderungen
- Verwendung von ergonomisch gut gestalteten und für die Arbeitsaufgabe geeigneten Werkzeugen (Achtung: Hierbei auch auf die Händigkeit der Beschäftigten achten, siehe z. B. AWMF-Leitlinie zur Händigkeit, [www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/002-017L\\_S1\\_Haendigkeit%E2%80%93Bedeutung\\_-Untersuchung\\_2020-10.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/002-017L_S1_Haendigkeit%E2%80%93Bedeutung_-Untersuchung_2020-10.pdf))
- Vermeidung von Halte- und Haltungsarbeit durch Abstützungen
- Anordnung der Handlungsstelle im optimalen Arbeitsbereich unter Beachtung der Sehanforderungen
- Vermeidung von Positionierschwierigkeiten durch Einfädelhilfen oder Führungen
- Auswahl der Handschuhe – wenn sie erforderlich sind – angepasst an die feinmotorischen Anforderungen
- Sichere Kontrolle des Arbeitsablaufes zur Fehlererkennung und -vermeidung (visuelle, akustische, taktile Rückkopplung)

**Für Arbeiten mit hohen Geschicklichkeitsanforderungen gilt zusätzlich:**

- Höhe der Kraftausübung im Fingerbereich möglichst gering halten, da die Hand- und Unterarmmuskulatur schnell ermüdet
- Werkzeughaltekraft und Feinpositionierung möglichst entkoppeln
- Beim Wechsel mit Tätigkeiten, die hohe Kräfte erfordern, kann ein zeitweiser Geschicklichkeitsverlust die Folge sein. Entsprechend sollten Erholungsphasen vorgesehen werden

**Für Arbeiten mit schneller Bewegungsfolge gilt zusätzlich:**

- Höhe der Kraftausübung im Fingerbereich möglichst gering halten, da die Hand- und Unterarmmuskulatur schnell ermüdet. Krafteinleitungen möglichst über Kontaktgriffe (Taster)

**Für Arbeiten mit größeren Kraftausübungen gilt zusätzlich:**

- Bei Krafteinleitung durch Faustschluss geeignetes Werkzeug mit ergonomischen Griffen verwenden
- Eine formschlüssige Krafteinleitung ist ergonomischer als eine kraftschlüssige Krafteinleitung
- Unterstützung durch mechanische Antriebe nutzen (z. B. rückwirkungsarme Schlagschrauber)
- Auf rutschsichere Kraftableitung über die Kraftübertragungsfläche z. B. im Sitzen über die Stuhlfläche und den Fußboden oder im Stehen über den Fußboden achten

Weitere Hinweise zur Arbeitsgestaltung und Wirksamkeitsüberprüfung finden sich im „Handbuch Gefährdungsbeurteilung“ der BAuA im Kapitel 8.4.3 (verfügbar unter: [www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fachbuecher/Gefaehrdungsbeurteilung.html](http://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fachbuecher/Gefaehrdungsbeurteilung.html)).



## Fazit



Das mehrstufige **Leitmerkalmethoden-Inventar** bietet für Tätigkeiten mit körperlichen Belastungen eine betriebspraktikable Vorgehensweise bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen und der menschengerechten Arbeitsgestaltung gemäß dem Arbeitsschutzgesetz und der Lastenhandhabungsverordnung.

Das Leitmerkalmethoden-Inventar mit allen Formblättern finden Sie auf [www.baua.de/lmm](http://www.baua.de/lmm).

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

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

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

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

Mit der Leitmerkmalmethode zur Beurteilung und Gestaltung von Belastungen bei manuellen Arbeitsprozessen (LMM-MA) können lang andauernd sich wiederholende Belastungen der Hände, Arme, Schultern und des Nackens mit dynamischen Kraftausübungen in Verbindung mit statischer Haltungsarbeit beurteilt werden.

■ — Voraussetzung sind Grundkenntnisse und Training in der Anwendung der Methode.

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

■ — Voraussetzung ist insbesondere eine sehr gute Kenntnis der Arbeitsbedingungen!

## Weiterführende Informationen

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 2019.** MEGAPHYS – Mehrstufige Gefährdungsanalyse physischer Belastungen am Arbeitsplatz. Band 1. 1. Auflage. Projektnummer: F 2333. Dortmund: Herausgeber.  
DOI: 10.21934/baua:bericht20190821. Verfügbar unter:  
[www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2333.html](http://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](http://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Algorithmen-Leitmerkmalmethoden.html)

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 2020b.** Nutzungshinweise zu den Formblättern der LMM-E mit integrierter Rechenfunktion. Dortmund: Herausgeber. Verfügbar unter:  
[www.baua.de/formblatt-lmm-e-nutzung](http://www.baua.de/formblatt-lmm-e-nutzung)

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Hrsg., 2020c.** Basis-Check und Einstiegsscreening bei körperlicher Belastung: Papier-Bleistift-Version. Dortmund: Herausgeber. Verfügbar unter: [www.baua.de/screening](http://www.baua.de/screening)

**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](http://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/Suga-2019.html)

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

**Kittlmann, Marlies, L. Adolph, A. Michel, R. Packroff, M. Schütte, S. Sommer, 2021.** Handbuch Gefährdungsbeurteilung. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Verfügbar unter: [www.baua.de/dok/8824410](http://www.baua.de/dok/8824410)

**Serafin, Patrick, B. Hartmann, A. Klußmann, 2018.** Physische Leistungsfähigkeit, Alter und Geschlecht – Zur Beurteilung gesundheitlicher Risiken bei körperlich belastenden Tätigkeiten, Teil 2: Daten zu Körperkräften. In: Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie 68, 317–324. DOI: 10.1007/s40664-018-0289-2. Verfügbar unter: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40664-018-0289-2>

**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 1005-5:2007-05:** Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 5: Risikobeurteilung für kurzzyklische Tätigkeiten bei hohen Handhabungsfrequenzen. Deutsche Fassung EN 1005-5:2007. 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

### Manuelle Arbeitsprozesse

Gefährdungsbeurteilung mit der Leitmerkmalmethode

### Herausgeber

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Friedrich-Henkel-Weg 1–25, 44149 Dortmund

Postanschrift: Postfach 17 02 02, 44061 Dortmund

Telefon 0231 9071-2071

Telefax 0231 9071-2070

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

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

### Zitiervorschlag

Klußmann, André; Schäfer, Andreas; Serafin, Patrick; Lang, Karl-Heinz; Schust, Marianne; Liebers, Falk, 2022. Manuelle Arbeitsprozesse – 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, Dr.-Ing. Marianne Schust, Dr. med. Falk Liebers

### Fachliche Betreuung

Dr.-Ing. Marianne Schust, Dr. med. Falk Liebers

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

### Redaktion

L2 Strategische Kommunikation

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

### Verantwortlich

Dr. Andrea Thalmann, Christian Schipke

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

### Gestaltung und Produktion

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

### Fotos

Titel JackF, S. 3 gremlin, S. 4 guruXOOX, S. 7 South\_agency, S. 8 Zummolo, S. 12 sanjeri, S. 15 Visivasnc, S. 16, S. 52 gorodenkoff, S. 26 Jens Rother, S. 28 youngjin\_rina, S. 30 shironosov, S. 31 aydinmutlu, S. 32 skynesher, S. 33 nd3000, S. 34 industryview, S. 35 hsyncoban, S. 36 kadmy, S. 39 BMXForever, S. 41 SeventyFour, S. 42 Boris Jovanovic, S. 44 Goodluz, S. 47 milanvirijevic, S. 49 Portra, S. 50 Tomml; alle Fotos: istock.com

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, Juni 2022

ISBN 978-3-88261-743-6 (Print)

doi: 10.21934/baua:praxis20220210 (online) [www.baua.de/dok/8867756](http://www.baua.de/dok/8867756)

