

Inhaltsverzeichnis

1 Belastungsart: Aktionskräfte (Ganzkörper- / Fingerhandkräfte)	2
1.1 Beschreibung der Belastungsart	2
1.2 Abgrenzung zu anderen Belastungsarten	2
1.3 Merkmale von Aktionskräften	2
1.3.1 Hauptbelastungen	2
1.3.2 Generelle Bedingungen (s. Worksheet)	2
1.3.3 Belastungsartspezifische Bedingungen (sind im Verfahren teilweise /indirekt berücksichtigt)	3
1.4 Wirkungsprinzip	3
1.5 Mögliche „messbare Outcomes“	3
1.6 Beispiele für Tätigkeiten mit hohen Belastungen durch „Aktionskräfte“	4
2 Vorgehensweise bei der Einstufung	5
2.1 Bestimmung der Punktwerte für die Belastungshöhe	5
2.1.1 Bestimmung der Punkte für die Belastungsart „Aktionskräfte“	5
2.1.2 Arbeitsorganisation	5
2.1.3 Ausführungsbedingungen	5
2.1.4 Arbeitsdichteverteilung	5
2.2 Bestimmung der Punktwerte für die Belastungsdauer	5
2.3 Bestimmung der Gesamtpunktzahl	5
2.4 Bewertung der Gesamtpunktzahl	6
3 Punktbewertung und Interpretation	14
3.1 Allgemeines Vorgehen	14
3.2 Regel A.1	14
3.3 Regel A.2	14
3.4 Regel A.3	15
3.5 Regel A.4	15
3.6 Beschreibung der Parameter zur Berechnung der Aktionskraftpunkte	15
3.6.1 Alterseinfluss	15
3.6.2 Biomechanikfaktor	16
3.6.3 Physiologiefaktor	16
4 Literatur	17

1 Belastungsart: Aktionskräfte (Ganzkörper- / Fingerhandkräfte)

1.1 Beschreibung der Belastungsart

Aufbringen von hohen Kräften beim Bearbeiten großer Werkstücke, bei der Maschinenbedienung, beim Positionieren von Arbeitsgegenständen oder bei der Benutzung von Werkzeugen, Armaturen und Vorrichtungen, unabhängig von der Körperhaltung, mit überwiegend stationärer Krafterübung und Montagetätigkeiten mit Finger-Handkräften. Krafterleitung überwiegend über Finger und Hände, aber Fortleitung über Rücken, Beine und Füße möglich mit einer Zeitdauer von 3-4 Sekunden (unter 1s wird die Bewertung zu konservativ und ab ca. 6s ist eine Abschätzung nach Rohmert (1960) empfehlenswert. Die erforderlichen Kräfte sind so hoch, dass diese Tätigkeit üblicherweise nicht mehr im Sitzen ausgeübt werden kann.

1.2 Abgrenzung zu anderen Belastungsarten

Sofern die Tätigkeit das Heben, Halten, Tragen oder Ziehen & Schieben von Lasten ≥ 3 kg bei Männern und ≥ 2 kg bei Frauen beinhaltet ist alternativ die Belastungsart „Lastenhandhabung“ zu berücksichtigen.

Sofern die Tätigkeit gleichbleibende, kurzzyklische repetitive Arbeiten mit überwiegend geringeren Aktionskräften und kleineren Werkzeuggewichten beinhaltet ist alternativ die Belastungsart „repetitive Belastungen der oberen Extremität“ zu berücksichtigen.

1.3 Merkmale von Aktionskräften

1.3.1 Hauptbelastungen

- Drehen und Kurbeln (schwergehend bzw. mit hoher Kraftaufwendung)
- Ziehen, Drücken, Schieben ohne Körperfortbewegung
- Arbeit mit Manipulatoren und vergleichbaren technischen Hilfsmitteln oder das Bewegen von Lasten auf Rollenbahnen/Kugelbahnen bei geringer Körperfortbewegung
- Patiententransfer
- Schaufeln schwerer Güter
- Halten
- Pressen
- Schlagen
- Werfen, Fangen
- Hohe Kraft-, Druckeinwirkungen
- Kraftaufbringung auch kombiniert mit hoher dynamischer Belastung

1.3.2 Generelle Bedingungen (s. Worksheet)

- Arbeitsorganisation (z. B. Belastungswechsel)
- Arbeitsdichteverteilung (z. B. Belastungsverteilung über die Schicht)
- Ausführungsbedingungen (z. B. unebener Boden, Nässe/Zugluft, fehlender Bewegungsspielraum)
- Körperhaltung
 - Rumpf: Flexion, Torsion, Extension
 - untere Extremitäten, insbes. Knie
 - obere Extremitäten, insbes. Nacken/HWS und Schulter
- Geschlecht (s. Punkt 2d auf Seite 7)

1.3.3 Belastungsartspezifische Bedingungen (sind im Verfahren teilweise /indirekt berücksichtigt)

- Positioniergenauigkeit
- Bewegungsgeschwindigkeit
- Greifbedingungen / Kraftübertragung / Griffgestaltung
- Position des Kraftangriffspunkt bezogen auf den Körper
 - Art der Krafteinleitung / Kraftübertragungspunkt (z. B. Hand, Arm, Schulter)
 - Höhe / Position Kraftangriffspunkt
 - Greifausgangshöhe/Greifendhöhe
 - Greifen über Schulterhöhe
 - Körperfernes / Seitliches Greifen
- Haltungsstabilisierung/Kraftfluss (intern /extern)
- Einhändig / Beidhändig
- Eine / Mehrere Person(en)

1.4 Wirkungsprinzip

Hohe Ganzkörperkräfte können zu einer Beanspruchung mit Wirkungen auf

- Muskulatur in den oberen und unteren Extremitäten sowie dem Rücken,
- die Gelenke der oberen und der unteren Extremitäten,
- die Wirbelsäule,
- Kompressionswirkung auf die Kontaktpunkte (z. B. Hände, Handballen) und
- das Herz-Kreislauf-System (bei hohen Ausübungshäufigkeiten).

führen.

Die Höhe der Beanspruchung ist von der Höhe der o. g. Bedingungen abhängig sowie den persönlichen Voraussetzungen wie konstitutionelle Faktoren, Trainingszustand, Erfahrung in der ausgeübten Tätigkeit.

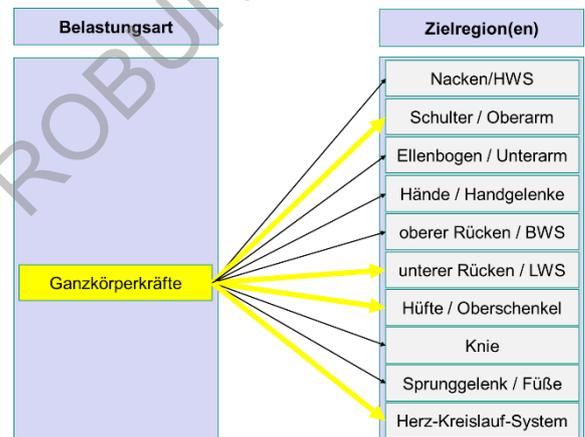


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Belastungsart „Aktionskräfte“ und den Zielregionen. Dicke/ Farbige Pfeile kennzeichnen die Hauptzielregionen (hier unterer Rücken/LWS, Schulter/Oberarm, Hüfte/Oberschenkel, Herz-Kreislauf-System).

1.5 Mögliche „messbare Outcomes“

- Psychophysische Betrachtung: Subjektives Beanspruchungsempfinden: Es wird von einem erhöhtem Anstrengungsempfinden ausgegangen.
- Muskelphysiologische Betrachtung: lokale Muskelermüdung und gehäufte Muskelverspannung
- Energetische Betrachtung: Bei hohen Ausübungshäufigkeiten wird von erhöhten Belastungen des **Herz-Kreislauf-Systems** (erhöhte Herzschlagfrequenz, O₂-Verbrauch) ausgegangen.
- Medizinische Betrachtung: Prävalenz von Beschwerden/Erkrankungen bzw. Schmerzen/Missempfindungen im Bereich der **oberen Extremitäten** (Hände/Handgelenke, Ellenbogen/Unterarm und Schulter/Oberarm) sowie zusätzlich ggfs. in den Bereichen **unterer Rücken/LWS** und **untere Extremitäten** (Hüfte/ Oberschenkel, Knie, Sprunggelenke/Füße); Kompressionswirkung auf die Kontaktpunkte (z. B. Hände, Handballen).

1.6 Beispiele für Tätigkeiten mit hohen Belastungen durch „Aktionskräfte“

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

NUR ZUR ERPROBUNG

2 Vorgehensweise bei der Einstufung

2.1 Bestimmung der Punktwerte für die Belastungshöhe

2.1.1 Bestimmung der Punkte für die Belastungsart „Aktionskräfte“

(siehe nächste Seiten)

2.1.2 Arbeitsorganisation	Punkte
Arbeitsablauf beeinflussbar / Pausen wählbar / Handlungsspielraum vorhanden / Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere unterschiedliche Haltungen/Bewegungen	0
Arbeitsablauf fest vorgegeben / wenige Einzelbewegungen / eingeschränkter Handlungsspielraum / Pausenmöglichkeit eingeschränkt / Zeitdruck / Taktbindung	1
	2

In der Tabelle nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen.

2.1.3 Ausführungsbedingungen	Punkte
Gute Bedingungen: ausreichend Platz / keine Hindernisse im Arbeitsbereich / ebener rutschfester Boden / gute klimatische Bedingungen / „Haltusstabilität“ durch Gleichgewicht begrenzt	0
Eingeschränkt: eingegengter Bewegungsraum / Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt / Gerüste / leichte Neigungen der Standfläche	2
Stark eingeschränkt: Behinderung der Bewegungsmöglichkeit durch Gefahrenstellen / Kälte / Nässe / Wind / Glätte / stärkere Neigungen der Standfläche	4

2.1.4 Arbeitsdichteverteilung	Punkte
Gut: Belastungen kontinuierlich, gleichmäßig über die Schicht verteilt / ausreichende Erholzeiten	1
Eingeschränkt: Belastungen sind ungleichmäßig über die Schicht verteilt / noch ausreichende Erholzeiten	1,5
Ungünstig: Stark schwankender Arbeitsablauf mit hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2

2.2 Bestimmung der Punktwerte für die Belastungsdauer

Bei Aktionskräften wird bei der Belastungsdauer ein Punktwert von 1 angenommen.

2.3 Bestimmung der Gesamtpunktzahl

(+		+)	x		x	1	=	
(Aktionskraftpunkte	+	Organisationspunkte	+	Ausführungspunkte)	x	Dichteverteilungspunkte	x	Zeitpunkte	=	Gesamtpunktzahl	

2.4 Bewertung der Gesamtpunktzahl

Punktebereich	Bewertung	Erforderliche Maßnahmen
0 – 10 Punkte	 grün	Niedriges Risiko: empfehlenswert; Maßnahmen nicht erforderlich
>10 - 25 Punkte	 grün	Niedriges Risiko: empfehlenswert; Maßnahmen nicht erforderlich Mögliches Risiko für bestimmte Personengruppen (z.B. leistungsgewandelte Menschen): Maßnahmen zur erneuten Gestaltung / Risikobeherrschung überprüfen.
> 25 - 50 Punkte	 gelb	Mögliches Risiko: nicht empfehlenswert; Maßnahmen zur erneuten Gestaltung / Risikobeherrschung ergreifen"
> 50 Punkte	 rot	Hohes Risiko: vermeiden; Maßnahmen zur Risikobeherrschung erforderlich

NUR ZUR ERPROBUNG

MEGAPHYS Expertenscreening „Aktionskräfte“

Tabelle 1: Ganzkörperkräfte

Montagespezifischer Kraftatlas											
F_{max}		Alle Kräfte in Newton [N]									
Ganzkörperkräfte, beidhändig, Männer; (Korrekturfaktor P2 für Frauenwerte: 0,5 für ±A; sonst 0,65)											
Die angegebenen Werte sind die Resultierenden der Kraftvektoren auf 5 N gerundet											
P15 : 15. Kraftperzentil (für Planungsanalysen)											
P 40: 40. Kraftperzentil (für Ist-Analysen)											
aufrecht				gebeugt				Überkopf			
		P15	P40			P15	P40			P15	P40
	+A	380	480		+A	320	435		+A	360	430
	-A	405	500		-A	305	370		-A	410	495
	+B	260	320		+B	315	395		+B	245	305
	-B	380	485		-B	440	605		-B	395	480
	+C	205	290		+C	225	310		+C	160	210
	-C	170	255		-C	140	205		-C	150	210
stehen - aufrecht h = 1500 mm				gebeugt h = 1100 mm				Überkopf h = 1700 mm			
	+A	320	420		+A	275	380		+A	345	425
	-A	345	430		-A	290	345		-A	410	495
	+B	335	445		+B	335	495		+B	320	410
	-B	370	495		-B	340	445		-B	340	425
	+C	225	300		+C	220	290		+C	200	275
	-C	180	245		-C	160	205		-C	200	280
knien - aufrecht h = 800 mm				gebeugt h = 600 mm				Überkopf h = 1100 mm			
	+A	315	405		+A	295	385		+A	330	395
	-A	375	440		-A	300	375		-A	395	455
	+B	330	405		+B	380	455		+B	305	365
	-B	315	380		-B	325	425		-B	325	370
	+C	190	250		+C	205	270		+C	155	200
	-C	175	235		-C	155	205		-C	150	210
sitzen - aufrecht h = 1000 mm				gebeugt h = 800 mm				Überkopf h = 1200 mm			

Tabelle 2: Finger-Handkräfte

Montagespezifischer Kraftatlas														
F_{max}		Alle Kräfte in [N]												
Korrekturfaktor P2 für Frauenwerte: 0,65														
Kraftfall	Engpass Hand-/Unterarmmuskulatur						Engpass: Ganzkörper /Skelett							
	Ø 40 mm	Greifweite 51 mm		Abstand 15 mm		Abstand 15 mm		Greifweite 65 mm						
	Sitzen/	Stehen/	Sitzen/	Stehen/	Sitzen/	Stehen/	Sitzen/	Stehen/	Sitzen/	Stehen/	Sitzen/	Stehen/	Sitzen/	Stehen/
15. Perzentil	255	90	85	80	245	175	335	100	125	65	70			
40. Perzentil	340	110	105	95	320	235	420	135	155	80	85			

Tabelle 3: Alterseinfluss (P1)

Alterseinfluss (richtungsabhängige Mittelwerte)											
aufrecht				gebeugt				Überkopf			
	+A	0,8			+A	0,9			+A	0,9	
	-A	1,0			-A	0,9			-A	1,0	
	+B	1,0			+B	0,9			+B	1,0	
	-B	0,9			-B	0,9			-B	0,9	
	+C	0,8			+C	0,8			+C	0,9	
	-C	1,0			-C	0,9			-C	0,9	
stehen - aufrecht				gebeugt				Überkopf			
	+A	0,9			+A	0,9			+A	0,9	
	-A	1,0			-A	0,9			-A	0,9	
	+B	0,9			+B	0,8			+B	1,0	
	-B	0,9			-B	0,8			-B	0,8	
	+C	0,8			+C	0,8			+C	0,8	
	-C	0,9			-C	0,9			-C	0,9	
knien - aufrecht				gebeugt				Überkopf			
	+A	0,9			+A	0,9			+A	0,9	
	-A	0,9			-A	1,0			-A	0,9	
	+B	0,9			+B	0,9			+B	1,0	
	-B	0,9			-B	0,9			-B	0,9	
	+C	0,9			+C	0,8			+C	0,9	
	-C	0,9			-C	0,9			-C	0,9	
sitzen - aufrecht				gebeugt				Überkopf			

MEGAPHYS Expertenscreening „Aktionskräfte“

Tabelle 4: Biomechanikfaktor (T2)

Biomechanik-Gesamtfaktor zur Berücksichtigung von						muskulärer Anspannung & asymmetrischer Rumpf-/Beinhaltung & ein-/beidhändiger Kraftausübung											
aufrecht	Kraftrichtung	asymmetrisch beidhändig	asymmetrisch einhändig	symmetrisch beidhändig	symmetrisch einhändig	gebeugt	Kraftrichtung	asymmetrisch beidhändig	asymmetrisch einhändig	symmetrisch beidhändig	symmetrisch einhändig	Überkopf	Kraftrichtung	asymmetrisch beidhändig	asymmetrisch einhändig	symmetrisch beidhändig	symmetrisch einhändig
	-A	0,9	0,4	1,0	0,6		-A	0,9	0,5	1,0	0,6		-A	0,9	0,4	1,0	0,7
	+B	0,9	0,9	0,9	0,9		+B	0,9	0,7	0,9	0,7		+B	1,0	1,0	1,0	1,0
	-B	0,9	0,5	1,0	0,6		-B	0,9	0,4	0,9	0,5		-B	0,9	0,5	1,0	0,6
	+C	0,9	0,5	0,9	0,5		+C	0,9	0,5	1,0	0,5		+C	1,0	0,5	1,0	0,5
	-C	1,0	0,5	1,0	0,5		-C	0,9	0,5	1,0	0,5		-C	1,0	0,5	1,0	0,5
stehen - aufrecht	h = 1500 mm					gebeugt	h = 1100 mm					Überkopf	h = 1700 mm				
	+A	0,9	0,4	0,9	0,4		+A	0,8	0,4	0,9	0,5		+A	0,9	0,4	1,0	0,5
	-A	0,9	0,6	1,0	0,6		-A	0,9	0,5	1,0	0,6		-A	0,9	0,5	1,0	0,6
	+B	0,9	0,9	0,9	0,9		+B	0,9	0,8	0,9	0,8		+B	0,9	0,9	1,0	1,0
	-B	0,9	0,6	1,0	0,6		-B	0,8	0,6	0,9	0,7		-B	0,9	0,6	1,0	0,7
	+C	1,0	0,6	1,0	0,5		+C	0,9	0,5	1,0	0,6		+C	0,9	0,5	1,0	0,6
	-C	1,0	0,6	1,0	0,6		-C	0,9	0,5	1,0	0,6		-C	0,9	0,5	1,0	0,6
knieen - aufrecht*	h = 800 mm					gebeugt	h = 600 mm					Überkopf	h = 1100 mm				
	+A	0,9	0,4	0,9	0,4		+A	0,8	0,4	0,9	0,5		+A	0,9	0,4	1,0	0,5
	-A	0,9	0,6	1,0	0,6		-A	0,9	0,5	1,0	0,6		-A	0,9	0,5	1,0	0,6
	+B	0,9	0,9	0,9	0,9		+B	0,9	0,8	0,9	0,8		+B	0,9	0,9	1,0	1,0
	-B	0,9	0,6	1,0	0,6		-B	0,8	0,6	0,9	0,7		-B	0,9	0,6	1,0	0,7
	+C	1,0	0,6	1,0	0,5		+C	0,9	0,5	1,0	0,6		+C	0,9	0,5	1,0	0,6
	-C	1,0	0,6	1,0	0,6		-C	0,9	0,5	1,0	0,6		-C	0,9	0,5	1,0	0,6
sitzen - aufrecht	h = 1000 mm					gebeugt	h = 800 mm					Überkopf	h = 1200 mm				

Tabelle 5 Physiologiefaktor (T3)

Physiologie-Faktoren zur Berücksichtigung																	
- von häufigen Kraftausübungen ¹⁾ in jeweils ungünstigen Körperhaltungen - oder Kraftausübungen innerhalb lang andauernder ²⁾ ungünstiger																	
aufrecht	Kraftrichtung	asymmetrisch beidhändig	asymmetrisch einhändig	symmetrisch beidhändig	symmetrisch einhändig	gebeugt	Kraftrichtung	asymmetrisch beidhändig	asymmetrisch einhändig	symmetrisch beidhändig	symmetrisch einhändig	Überkopf	Kraftrichtung	asymmetrisch beidhändig	asymmetrisch einhändig	symmetrisch beidhändig	symmetrisch einhändig
	-A	1,0	1,0	1,0	1,0		-A	0,6	0,6	0,6	0,6		-A	0,2	0,2	0,2	0,2
	+B	1,0	1,0	1,0	1,0		+B	0,6	0,6	0,6	0,6		+B	0,2	0,2	0,2	0,2
	-B	1,0	1,0	1,0	1,0		-B	0,6	0,6	0,6	0,6		-B	0,2	0,2	0,2	0,2
	+C	1,0	1,0	1,0	1,0		+C	0,6	0,6	0,6	0,6		+C	0,2	0,2	0,2	0,2
	-C	1,0	1,0	1,0	1,0		-C	0,6	0,6	0,6	0,6		-C	0,2	0,2	0,2	0,2
stehen - aufrecht	h = 1500 mm					gebeugt	h = 1100 mm					Überkopf	h = 1700 mm				
	+A	0,4	0,4	0,4	0,4		+A	0,4	0,4	0,4	0,4		+A	0,2	0,2	0,2	0,2
	-A	0,4	0,4	0,4	0,4		-A	0,4	0,4	0,4	0,4		-A	0,2	0,2	0,2	0,2
	+B	0,4	0,4	0,4	0,4		+B	0,4	0,4	0,4	0,4		+B	0,2	0,2	0,2	0,2
	-B	0,4	0,4	0,4	0,4		-B	0,4	0,4	0,4	0,4		-B	0,2	0,2	0,2	0,2
	+C	0,4	0,4	0,4	0,4		+C	0,4	0,4	0,4	0,4		+C	0,2	0,2	0,2	0,2
	-C	0,4	0,4	0,4	0,4		-C	0,4	0,4	0,4	0,4		-C	0,2	0,2	0,2	0,2
knieen - aufrecht	h = 800 mm					gebeugt	h = 600 mm					Überkopf	h = 1100 mm				
	+A	1,0	1,0	1,0	1,0		+A	0,6	0,6	0,6	0,6		+A	0,2	0,2	0,2	0,2
	-A	1,0	1,0	1,0	1,0		-A	0,6	0,6	0,6	0,6		-A	0,2	0,2	0,2	0,2
	+B	1,0	1,0	1,0	1,0		+B	0,6	0,6	0,6	0,6		+B	0,2	0,2	0,2	0,2
	-B	1,0	1,0	1,0	1,0		-B	0,6	0,6	0,6	0,6		-B	0,2	0,2	0,2	0,2
	+C	1,0	1,0	1,0	1,0		+C	0,6	0,6	0,6	0,6		+C	0,2	0,2	0,2	0,2
	-C	1,0	1,0	1,0	1,0		-C	0,6	0,6	0,6	0,6		-C	0,2	0,2	0,2	0,2
sitzen - aufrecht	h = 1000 mm					gebeugt	h = 800 mm					Überkopf	h = 1200 mm				

¹⁾ Mehr als 5 Kraftausübungsfälle pro Minute

²⁾ Länger als 50% der Takt- / Schichtzeit

Häufigkeit	≤ 4	5	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6	≥ 7
T3	1	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,2

Tabelle 6: Kraftscores für Ganzkörperkräfte

Kraftscores für Ganzkörperkräfte		% F _{max} / 100																				
Anzahl pro Schicht	Anzahl pro Minute	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
1	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	17	20	22	25	28	31	34
2	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	17	20	22	25	28	31	35
3	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	17	20	22	25	28	31	35
4	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	17	20	22	25	28	31	35
5	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	17	20	22	25	28	31	35
6	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	18	20	22	25	28	32	35
7	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	18	20	23	25	28	32	35
8	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	18	20	23	25	29	32	35

MEGAPHYS Expertenscreening „Aktionskräfte“

Kraftscores für Ganzkörperkräfte		% F _{max} / 100																				
Anzahl pro Schicht	Anzahl pro Minute	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
9	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	18	20	23	26	29	32	35
10	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	23	26	29	32	35
12	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	23	26	29	32	36
15	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	23	26	29	32	36
20	0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	21	23	26	30	33	37
25	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	21	24	27	30	33	37
30	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	14	16	19	21	24	27	30	34	38
35	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	14	16	19	21	24	27	31	34	38
40	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	14	17	19	22	25	28	31	35	39
45	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	14	17	19	22	25	28	31	35	39
50	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17	19	22	25	28	32	36	39
55	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17	20	22	25	29	32	36	40
60	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17	20	23	26	29	32	36	40
65	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17	20	23	26	29	33	37	41
70	0,1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17	20	23	26	29	33	37	41
75	0,2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	18	20	23	26	30	33	37	41
80	0,2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	18	20	23	27	30	34	38	42
85	0,2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	18	20	23	27	30	34	38	42
90	0,2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	13	15	18	21	24	27	30	34	38	42
95	0,2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	13	15	18	21	24	27	31	34	38	42
100	0,2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	13	16	18	21	24	27	31	35	39	42
110	0,2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	13	16	18	21	24	28	31	35	39	42
120	0,3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	14	16	18	21	25	28	32	36	40	42
130	0,3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	19	22	25	28	32	36	40	42
140	0,3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	19	22	25	29	32	36	40	42
150	0,3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	19	22	25	29	33	37	40	42
160	0,3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	19	22	25	29	33	37	40	42
170	0,4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	17	19	22	26	29	33	37	40	42
180	0,4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	17	19	23	26	30	33	38	40	42
190	0,4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	17	20	23	26	30	34	38	40	42
200	0,4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	17	20	23	26	30	34	38	40	42
210	0,4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	17	20	23	26	30	34	38	40	42
220	0,5	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	17	20	23	27	30	34	38	40	42
230	0,5	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	15	17	20	23	27	30	34	38	40	42
240	0,5	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10	12	15	17	20	23	27	31	35	38	40	42
250	0,5	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10	12	15	17	20	24	27	31	35	38	40	42
360	0,8	0	1	2	3	4	5	6	7	9	11	13	15	18	21	25	29	33	35	38	40	42

MEGAPHYS Expertenscreening „Aktionskräfte“

Kraftscores für Ganzkörperkräfte		% F _{max} / 100																				
Anzahl pro Schicht	Anzahl pro Minute	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
480	1,0	0	1	2	3	4	5	6	7	9	11	13	16	19	23	26	30	33	35	38	40	42
720	1,5	0	1	2	3	4	5	6	8	9	12	14	17	20	24	28	31	33	35	38	40	42
960	2,0	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	15	18	21	25	29	31	33	35	38	40	42
1200	2,5	0	1	2	3	4	5	6	8	10	13	16	19	23	27	29	31	33	35	38	40	42
1440	3,0	0	1	2	3	4	5	6	8	11	13	16	20	24	27	29	31	33	35	38	40	42
1680	3,5	0	1	2	3	4	5	7	9	11	14	17	21	25	27	29	31	33	35	38	40	42
1920	4,0	0	1	2	3	4	5	7	9	11	14	18	22	25	27	29	31	33	35	38	40	42
2160	4,5	0	1	2	3	4	5	7	9	12	15	19	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
2400	5,0	0	1	2	3	4	5	7	10	12	16	19	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
2640	5,5	0	1	2	3	4	5	7	10	13	16	20	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
2880	6,0	0	1	2	3	4	6	8	10	13	17	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
3120	6,5	0	1	2	3	4	6	8	11	14	18	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
3360	7,0	0	1	2	3	4	6	8	11	15	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
3600	7,5	0	1	2	3	4	6	9	12	16	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
3840	8,0	0	1	2	3	4	6	9	12	16	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
4080	8,5	0	1	2	3	4	6	9	12	16	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
4320	9,0	0	1	2	3	4	7	9	13	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
4560	9,5	0	1	2	3	5	7	10	13	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
4800	10,0	0	1	2	3	5	7	11	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
5040	10,5	0	1	2	3	5	8	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
5280	11,0	0	1	2	3	5	8	12	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
5520	11,5	0	1	2	3	6	9	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
5760	12,0	0	1	2	3	6	9	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
6000	12,5	0	1	2	4	6	10	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
6240	13,0	0	1	2	4	7	10	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
6480	13,5	0	1	2	4	7	10	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
6720	14,0	0	1	2	4	7	10	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
6960	14,5	0	1	2	5	8	10	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42
7200	15,0	0	1	3	6	8	10	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40	42

In Analogie zu EN 1005-3 sollten keine Ausübungshäufigkeiten von mehr als 12 pro Minute (graue Zellen) Berücksichtigung finden.

MEGAPHYS Expertenscreening „Aktionskräfte“

Tabelle 7: Kraftscores für Finger-Handkräfte

Anzahl / Minute	%Fmax /100																						
	0,03	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,33	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,67	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
n = 1	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	1,5	2,5	3,0	3,5	5,0	6,5	8,0	10,0	12,0	14,0	15,0	16,5	19,0	21,5	25,0	27,5	31,0	34,5
n = 2-3	0,0	0,0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	4,5	5,0	6,5	8,0	9,5	11,5	13,5	15,5	16,5	18,0	20,0	23,0	25,5	28,0	31,5	34,5
n = 4	0,0	0,5	1,0	2,0	2,5	4,0	5,0	5,5	6,5	7,5	9,5	11,0	13,0	14,5	17,0	17,5	19,0	21,5	24,0	26,5	29,0	32,0	35,0
n = 5	0,0	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	6,0	6,5	7,0	8,5	10,5	12,0	14,0	16,0	18,0	18,5	20,0	22,5	24,5	27,0	29,5	32,5	35,0
n = 6-7	0,0	0,5	1,5	2,5	4,0	5,0	6,5	7,5	8,0	9,5	11,0	13,0	14,5	16,5	18,5	19,5	21,0	23,0	25,5	28,0	30,0	32,5	35,5
n = 8-9	0,0	0,5	1,5	3,0	4,0	5,5	7,0	8,0	8,5	10,0	11,5	13,5	15,5	17,5	19,5	20,0	21,5	23,5	26,0	28,0	30,5	33,0	35,5
n = 10	0,0	0,5	2,0	3,0	4,5	6,0	7,5	8,5	9,0	10,5	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	20,5	22,0	24,0	26,0	28,5	30,5	33,5	36,0
n = 11-12	0,0	0,5	2,0	3,0	4,5	6,0	7,5	8,5	9,0	11,0	12,5	14,5	16,5	18,0	20,0	21,0	22,5	24,5	26,5	29,0	31,0	33,5	36,0
n = 13-14	0,0	0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0	9,0	9,5	11,0	13,0	15,0	16,5	18,5	20,5	21,5	22,5	24,5	27,0	29,0	31,0	33,5	36,0
n = 15-17*	0,0	0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0	9,0	9,5	11,5	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	21,5	23,0	25,0	27,0	29,5	31,5	34,0	36,0
n = 18-19*	0,0	0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,5	9,5	10,0	11,5	13,5	15,5	17,0	19,0	21,0	22,0	23,0	25,0	27,5	29,5	31,5	34,0	36,0
n = 20*	0,0	0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,5	9,5	10,0	12,0	13,5	15,5	17,5	19,5	21,5	22,0	23,5	25,5	27,5	29,5	31,5	34,0	36,5

*Ab einer Häufigkeit von 15 / min sollte auch immer ein Verfahren zur Bewertung von repetitiven Belastungen eingesetzt werden.

MEGAPHYS Expertenscreening „Aktionskräfte“

Tabelle 8: Häufigkeitsscores n für Ganzkörperkräfte

Score n	Anzahl pro Schicht	Anzahl pro Minute
1,0	1	0,0
1,0	2	0,0
1,0	3	0,0
1,0	4	0,0
1,0	5	0,0
1,0	6	0,0
1,0	7	0,0
1,0	8	0,0
1,0	9	0,0
1,0	10	0,0
1,0	12	0,0
1,0	15	0,0
1,1	20	0,0
1,1	25	0,1
1,1	30	0,1
1,1	35	0,1
1,1	40	0,1
1,1	45	0,1
1,1	50	0,1

Score n	Anzahl pro Schicht	Anzahl pro Minute
1,1	55	0,1
1,2	60	0,1
1,2	65	0,1
1,2	70	0,1
1,2	75	0,2
1,2	80	0,2
1,2	85	0,2
1,2	90	0,2
1,2	95	0,2
1,2	100	0,2
1,3	110	0,2
1,3	120	0,3
1,3	130	0,3
1,3	140	0,3
1,3	150	0,3
1,3	160	0,3
1,3	170	0,4
1,3	180	0,4
1,3	190	0,4

Score n	Anzahl pro Schicht	Anzahl pro Minute
1,4	200	0,4
1,4	210	0,4
1,4	220	0,5
1,4	230	0,5
1,4	240	0,5
1,4	250	0,5
1,5	360	0,8
1,5	480	1,0
1,6	720	1,5
1,7	960	2,0
1,8	1200	2,5
1,9	1440	3,0
2,0	1680	3,5
2,1	1920	4,0
2,2	2160	4,5
2,2	2400	5,0
2,3	2640	5,5
2,4	2880	6,0
2,5	3120	6,5

Score n	Anzahl pro Schicht	Anzahl pro Minute
2,7	3360	7,0
2,8	3600	7,5
2,9	3840	8,0
2,9	4080	8,5
3,0	4320	9,0
3,2	4560	9,5
3,5	4800	10,0
3,7	5040	10,5
3,9	5280	11,0
4,0	5520	11,5
4,2	5760	12,0
4,5	6000	12,5
4,9	6240	13,0
5,0	6480	13,5
5,2	6720	14,0
6,0	6960	14,5
7,4	7200	15,0

In Analogie zu EN 1005-3 sollten keine Übungshäufigkeiten von mehr als 12 pro Minute (graue Zellen) Berücksichtigung finden.

Tabelle 9: Häufigkeitsscores für Finger-Handkräfte*

Häufigkeit / min.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15*	16*	17*	18*	19*	20*
Score n	1,3	1,5	1,55	1,6	1,65	1,7	1,75	1,8	1,85	1,9	1,95	2	2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4

**Ab einer Häufigkeit von 15 / min. sollte auch immer ein Verfahren zur Bewertung von repetitiven Belastungen eingesetzt werden.*

3 Punktbewertung und Interpretation

3.1 Allgemeines Vorgehen

Zur Durchführung des Expertenscreenings „Aktionskräfte“ sind folgende Werte zu ermitteln:

- Die auszuübende Kraft F_{aktuell}
- Die Häufigkeit der Kraftausübungen pro Minute
- Sowie das kraftausübende Körperteil (Ganzkörper oder Finger-Hand)

Diese Werte werden in Spalte 1 des Beiblattes zur Berechnung der Aktionskraftpunkte (Seite 7) eingetragen. Anschließend wird das Kraftperzentil gewählt und die Werte für Spalte 2 aus den angefügten Tabellen abgelesen. Hierbei sind auch Regel A.4 zu beachten. Die Berechnungsvorschriften können dem Beiblatt entnommen werden.

Abschließend erfolgt die Berechnung der Aktionskraftpunkte durch Bestimmung der Punktwerte für Krafthöhe und -dauer aus den Tabellen 6-9. Die ermittelten Aktionskraftpunkte werden dann in Kapitel 2.3 eingetragen.

3.2 Regel A.1

Die Belastungsarten „Körperhaltungen und -bewegungen“, „Aktionskräfte“ und „Lastenhandhabung“ schließen sich gegenseitig aus. Eine Ausnahme dazu sind die Finger-Handkräfte. Hier gilt: wenn die Kraftanwendung in einer ungünstigen Körperhaltung ausgeübt wird, ist für dieselbe Bewegung **die Belastungsart „Körperhaltungen und -bewegungen“ zusätzlich zu der Belastungsart „Aktionskräfte“ Finger-Handkräfte** auszufüllen.

Beispiel: Gedrückt halten eines Knopfes mit einem Finger (Belastungsart „Aktionskräfte“, Finger-Handkräfte) aufrecht stehend mit gedrehtem Rumpf (Belastungsart „Körperhaltungen und -bewegungen“ asymmetrische Körperhaltungen).

3.3 Regel A.2

Bei der Berechnung der Belastungsdauer für die Gesamtpunktzahl ist immer der Wert 1 einzutragen.

Die Berechnung der Aktionskraftpunkte setzt sich aus Belastungshöhe und Belastungsdauer zusammen. Bei Kräften wird für die Belastungsdauer die Häufigkeit der Kraftausübungen über den gesamten Beobachtungszeitraum eingesetzt (siehe auch Seite 7 Spalte 3b Score n). Somit ist die Belastungsdauer über die gesamte Schicht schon in den Aktionspunkten berücksichtigt, eine zusätzliche Multiplikation der Belastungsdauer in der Gesamtpunktzahl ist somit nicht notwendig.

3.4 Regel A.3

Beim Auftreten mehrere Kräfte wird die auszuübende Kraft F_{aktuell} mit dem häufigkeitsgewichteten Mittelwert berechnet.

Beispiel: Im Beobachtungszeitraum tritt eine Kraft von 35 N mit einer Häufigkeit von 15 auf und eine Kraft von 40 N mit einer Häufigkeit von 10

$$\rightarrow \frac{35 \text{ N} \cdot 15 + 40 \text{ N} \cdot 10}{15 + 10} = 226 \text{ N}$$

Hinweis



Die hier vorliegende Papier- und Bleistiftmethode für Aktionskräfte gilt nur bei homogenen Krafftällen, d.h. wenn wenige unterschiedliche Kräfte in ähnlichen Kraftniveaus auftreten (Schwankungen maximal $\pm 20\%$). **Bei Schwankungen über 20%** liegt ein heterogener Krafftall vor. Dann ist die Berechnung der Aktionskräfte über die **rechnergestützte Methode** durchzuführen!

3.5 Regel A.4

Für Ist-Analysen wird das 40. Perzentil (P40) und für Planungsanalysen das 15. Perzentil (P15) verwendet. Diese wird in Spalte 2a der Berechnung der Aktionskraftpunkte angegeben.

Die angegebenen Maximalwerte in Tabelle 1 für Ganzkörperkräfte und Tabelle 2 für Finger-Hand-Kräfte sind perzentilierte Kraftwerte. Mit dem Perzentil kann eine Aussage getroffen werden, wieviel Prozent der Beschäftigten die angegebenen Maximalwerte erreichen können. Bei Planungsanalysen wird das 15. Perzentil verwendet (P15). So ist gewährleistet, dass ein Anteil der Mitarbeiter über 85% diese Kräfte während der Tätigkeit ausüben kann. Für Ist-Analysen sind durchschnittliche Kraftwerte anzunehmen, daher wurde hier das P40 festgelegt (Wakula et al., 2009).

3.6 Beschreibung der Parameter zur Berechnung der Aktionskraftpunkte

Im Nachfolgenden sind die einzelnen Parameter der Spalten auf Seite 7 für die Berechnung der Aktionskraftpunkte näher erläutert. Die Beschreibungen stammen aus dem BGIA-Report des montagespezifischen Kraftatlas (Wakula et al., 2009).

3.6.1 Alterseinfluss

Je älter die Mitarbeiter, desto weniger Maximalkraft kann aufgebracht werden. Der Alterseinfluss berücksichtigt die durch das Alter auftretenden Kraftunterschiede für die einzelnen Krafrichtungen und Körperhaltungen. Er wird in Tabelle 3 abgelesen.

3.6.2 Biomechanikfaktor

Die Aktionskräfte sind von den Muskelkräften abhängig, die innerhalb des Körpers wirken. Je nach ein- oder beidhändiger Kraftausübung sowie asymmetrischer oder symmetrischer Körperhaltung werden mehr oder weniger Muskelkräfte innerhalb des Körpers aufgebracht. Die Beanspruchung des Mitarbeiters variiert dementsprechend. Um diese Unterschiede zu berücksichtigen, ist der Biomechanikfaktor in Tabelle 4 zu bestimmen und in die Berechnung miteinzubeziehen.

3.6.3 Physiologiefaktor

Während Tätigkeiten sollten ergonomisch ungünstige Körperhaltungen (z.B. Hände Überkopf) über längere Zeit vermieden werden. Treten sie dennoch während der Beobachtungszeit auf, sind sie bei der Berechnung der Aktionskraftpunkte zu berücksichtigen. Diese werden in Tabelle 5 bestimmt.

NUR ZUR ERPROBUNG

4 Literatur

Wakula, J.; Berg, K.; Schaub, K.; Bruder, R.; Glitsch, U.; Ellegast, R.P.: Der montagespezifische Kraftatlas. BGIA-Report 3/2009. 275 S., zahlr. Tab. und Abb. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2009. ISBN: 978-3-88383-788-8

Rohmert, W. (1960). Statische Haltearbeit des Menschen: mit Tabellen zur Ermittlung der Erholungszuschläge. (Berlin, Köln, Frankfurt am Main.

NUR ZUR ERPROBUNG