
Multiple-Lasten-Tool

Bewertung multipler (manueller) Lastenhandhabungen

Hintergrundinformation

zur Tool-Version 1.4

Stand: August 2010

entwickelt im Rahmen von

KoBRA



Kooperationsprogramm
zu normativem Management
von Belastungen und Risiken
bei körperlicher Arbeit

realisiert durch

iaD

Technische Universität Darmstadt
Institut für Arbeitswissenschaft

gefördert durch



Bundesministerium
für Arbeit und Soziales

fachlich begleitet durch

baua:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
1 Entwicklungsansatz	3
2 Zeitwichtung	3
2.1 Skalenabgleich	5
2.2 Berechnung einer gemeinsamen Zeitwichtungsgröße	5
3 Lastwichtung.....	6
3.1 Umsetzen, Halten und Tragen.....	6
3.2 Ziehen und Schieben.....	7
3.3 Berechnung der gemittelten Lastwichtung	8
4 Körperhaltung, Ausführungsbedingungen und Positioniergenauigkeit	8
5 Ergebnisberechnung und -bewertung	8
5.1 Berechnung des Gesamtergebnisses	8
5.2 Bewertung des Gesamtergebnisses.....	9
6 Quellenverzeichnis	10

Vorwort

Diese Beschreibung wendet sich an Anwender und Trainer des Multiple-Lasten-Tools, die ergänzend zur Einstufungshilfe Informationen für Schulungen oder zur Interpretation der Bewertungsergebnisse suchen. Im Folgenden werden neben der Beschreibung des Entwicklungsansatzes genauere Informationen über die Funktionsweise und Berechnungsalgorithmen gegeben.

1 Entwicklungsansatz

Die von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Umsetzung der Lastenhandhabungsverordnung (LasthandhabV 2006) herausgegebenen Leitmerkmalmethoden Heben, Halten, Tragen (LMM-HHT, 2001) und Ziehen und Schieben (LMM-Z/S, 2002) wurden vor dem Hintergrund der engpassbezogenen Analyse und Bewertung jeweils einer Art der Lastenhandhabung (z. B. Heben und Senken von Lasten) realisiert. Sie basieren in der Regel auf physiologischen, (epidemiologischen), biomechanischen und psychophysischen Bewertungsansätzen (Steinberg & Windberg 1997; Steinberg et al. 1998; Caffier et al. 1999) und ermitteln das Risiko einer Tätigkeit über die Bestimmung eines Punktwertes pro definiertem Leitmerkmal der Tätigkeitsart. Leitmerkmale sind dabei das Lastgewicht, die Körperhaltung, die Häufigkeit, Dauer oder Wegstrecke, die Ausführungsbedingungen und beim Ziehen und Schieben Anforderungen an die Positioniergenauigkeit.

Für Tätigkeitsbereiche, bei denen eine sehr große Bandbreite von Lasten, Häufigkeiten und Handhabungsarten vorliegt, wie dies z. B. im Bereich der Logistik häufig der Fall ist, ist eine Bewertung anhand der Leitmerkmalmethoden dagegen nur schwer möglich. Hinzu kommt, dass durch die Einführung von staplerlosen Fertigungshallen und die Umstellung der Materialversorgung auf sogenannte Kanban-Züge inzwischen auch im Produktionskontext vermehrt komplexe Lastenhandhabungstätigkeiten auftreten. Durch die Kombination von verschiedenen Handhabungsarten Umsetzen, Halten, Tragen, Ziehen und Schieben sowie unterschiedlichen Gewichten und (hohen) Häufigkeiten stellen diese Fälle eine besondere Herausforderung für die Belastungsbewertung dar. Bewertungsverfahren für diesen Anwendungsbereich gab es bislang nicht.

Im Sinne einer zeitnahen und möglichst praxisorientierten Realisierung wurde für das Multiple-Lasten-Tool auf die Leitmerkmalmethoden Heben, Halten, Tragen und Ziehen/Schieben zurückgegriffen. Dabei wurde der Umstand genutzt, dass sich die verschiedenen Lastenhandhabungsarten über die Risikobereiche und Punktwerte gut miteinander vergleichen lassen. Aus pragmatischen Gründen wurde das Multiple-Lasten-Tool dabei primär auf eine koordinierte Bewertungszusammenführung über die Belastungsdauer (Zeitwichtung) ausgelegt. Detaillierte Überlegungen zu einer Belastungszusammenführung über biomechanische oder physiologische Bewertungskriterien konnten vorerst nicht eingehen.

2 Zeitwichtung

In den Leitmerkmalmethoden wird die Zeitwichtung, abhängig von der betrachteten Handhabungsart, direkt anhand der Belastungsdauer (Häufigkeit, Dauer, Wegstrecke) bestimmt. Die entsprechenden Basisdaten sind in Tabellen hinterlegt (vgl. Tabelle 1).

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auswählen!)

Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)		Halten (> 5 s)		Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Zeitwichtung	Gesamtdauer am Arbeitstag	Zeitwichtung	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
< 10	1	< 5 min	1	< 300 m	1
10 bis < 40	2	5 bis 15 min	2	300 m bis < 1km	2
40 bis < 200	4	15 min bis < 1 Stunde	4	1 km bis < 4 km	4
200 bis < 500	6	1 Stunde bis < 2 Stunden	6	4 bis < 8 km	6
500 bis < 1000	8	2 Stunden bis < 4 Stunden	8	8 bis < 16 km	8
≥ 1000	10	≥ 4 Stunden	10	≥ 16 km	10

Beispiele: • Setzen von Mauersteinen, • Einlegen von Werkstücken in eine Maschine, • Pakete aus einem Container entnehmen und auf ein Band legen	Beispiele: • Halten und Führen eines Gussrohrlings bei der Bearbeitung an einem Schleifbock, • Halten einer Handschleifmaschine, • Führen einer Motorsense	Beispiele: • Möbeltransport, • Tragen von Gerüstteilen vom Lkw zum Aufstellort
---	---	---

Tabelle 1: Zeitwichtung der LMM-HHT

Zur automatischen Berechnung der Wichtungswerte im Excel-Worksheet war es nötig, aus den sechs Zeitwichtungsstufen der Leitmerkalmethode für jede Handhabungsart stetige Funktionen zu ermitteln. Diese wurden mit Hilfe der Klassenmitten als Stützstellen interpoliert.

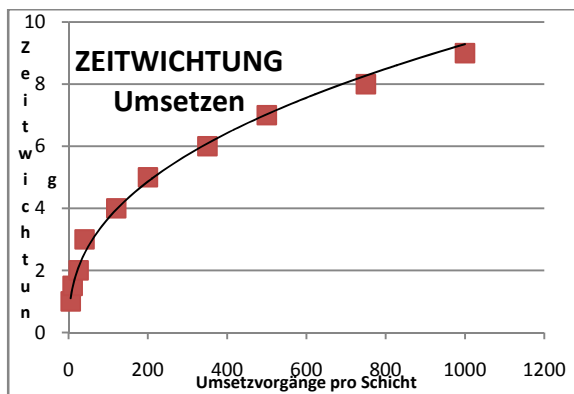


Abbildung 1: Interpolierte Zeitwichtung Umsetzen

Die Kurven zeigen, dass die Zeitwichtungspunkte, wie in Abbildung 1 am Beispiel des Umsetzens dargestellt, einer Potentialfunktion folgen. Das heißt, der steile Anstieg der Kurven im unteren Bereich gibt den geringen Häufigkeiten ein besonders hohes Gewicht. So ergeben 120 Umsetzvorgänge allein vier Zeitwichtungspunkte, 240 Umsetzvorgänge aber nur zwei Zeitwichtungspunkte mehr.

Würde für eine Kombination von zwei oder mehr Lastenhandhabungsarten jede Lasthandhabungsart zunächst einzeln bewertet und die Ergebnisse dann summiert, würde(n) diejenigen Handhabungsart(en) überbewertet, die nur geringe Belastungsdauern aufweisen. Eine Herausforderung für das Multiple-Lasten-Tool war es daher, einen Algorithmus zu finden, der es erlaubt, diese Wertekurven für eine beliebige Kombination von Lastenhandhabungsarten in ein zuverlässiges, integrales Maß zu überführen.

Dafür war es zunächst nötig, die Zeitskalen miteinander abzugleichen.¹ Denn bisher erhielten beispielsweise 120 Umsetzvorgänge und 2500 Meter Tragen pro Arbeitstag die gleiche Anzahl Zeitwichtungspunkte (4 Pkt.). Rechnerisch würde dies aber bedeuten, dass ein Umsetzvorgang 20,9 Meter Tragen entspricht.

¹ Der methodische Ansatz von 1997 bis 2001 für die Leitmerkalmethode hatte die üblichen Handhabungsformen jeweils von Minimum bis Maximum berücksichtigt. Ein zeitäquivalenter Skalenabgleich war damals zurückgestellt worden und für eine zuverlässige Diskussion um biologische Belastungsäquivalente fehlten für das Halten und Tragen verwertbare Studienergebnisse.

2.1 Skalenabgleich

In Abstimmung mit der BAuA (Fachgruppe 3.1) wurde für das Multiple-Lasten-Tool daher die Zeitskala für Tragen so angepasst, dass drei Meter Tragen einem Umsetz-/Hebevorgang entsprechen (vgl. Tabelle 2). Dies gilt für Tragetätigkeiten, die mit den Händen ausgeführt werden und schließt nicht das Tragen auf der Schulter, mit Tragegestellen, am Gürtel oder auf dem Kopf mit ein. Heben, Umsetzen, Absenken und Tragen sind gemäß aktueller Leitmerkalmethode gleichgesetzt.

Da beim Halten nur die statisch wirkenden Massekräfte der Last berücksichtigt sind, wurden außerdem die Zeitwichtungen für das Halten um 15% abgesenkt.

Umsetzen		Halten		Tragen	
Häufigkeit	Wichtung	min	Wichtung	m	Wichtung
< 10	1	< 1	1	< 30	1
10 ... 40	2	1 ... 3	2	30 ... 150	2
40 ... 200	4	3 ... 12	4	150 ... 600	4
200 ... 500	6	12 ... 30	6	600 ... 1500	6
500 ... 1000	8	30 ... 60	8	1500 ... 3000	8
1000 ... 1500	10	60 ... 90	10	3000 ... 5000	10
1500 ... 2750	12	90 ... 120	12	5000 ... 7000	12
2750 ... 3500	14	120 ... 180	14	7000 ... 9500	14
> 3500	16	> 180	16	> 9500	16

Tabelle 2: modifizierte Zeitwichtung für Heben, Halten, Tragen

Anders als die LMM-HHT, die ab 1000 Vorgängen pauschal die Zeitwichtung 10 angibt, wird hier zudem eine extrapolierte Zeitachse verwendet. Diese war, basierend auf den Erfahrungen und Bedürfnissen der Praxis, 2007 von der BAuA-Fachgruppe 3.1 formuliert und nun noch etwas erweitert worden. Da die Kenntnisse über die Belastungs-Beanspruchungs-Beziehung in den extrapolierten Bereichen nur unzureichend sind und die Zeitachse daher noch nicht validiert werden konnte, sollten Beurteilungen mit den extrapolierten Werten in jedem Fall noch einmal mit Experten geprüft werden.²

2.2 Berechnung einer gemeinsamen Zeitwichtungsgröße

Um eine kombinierte Betrachtung multipler Lastenhandhabungen zu ermöglichen und den oben beschriebenen Effekt einer Überbewertung der Zeitwichtung bei geringer Ausprägung der Zeitwichtungsmerkmale zu vermeiden, werden im Multiple-Lasten-Tool pro Handhabungsart erst die Belastungsdauern der zugehörigen Datensätze summiert. Vor einer weiteren Zusammenfassung werden diese dann auf eine gemeinsame Größe umgerechnet, die als einheitliches Maß zur Bestimmung der Zeitwichtung herangezogen werden kann.

Als gemeinsame Größe wurde hier die Anzahl Umsetzvorgänge gewählt. Das heißt: die Zeitwichtungsmerkmale Minuten (Halten) und Meter (Tragen und Ziehen/Schieben lang separat) werden über Umrechnungsformeln in sogenannte Anzahläquivalente (Umsetzen) überführt (vgl. Abbildung 2).

² Weiterführende Informationen zur erweiterten Zeitachse finden sich unter:
http://www.autoerg.de/files/autoerg/LMM_HHT_2007.pdf

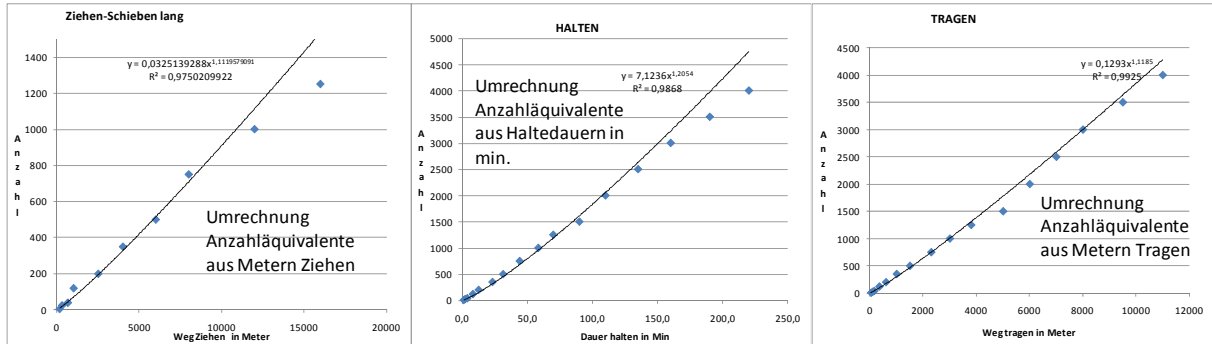


Abbildung 2: Berechnung Anzahläquivalente

Diese Anzahläquivalente werden über die beiden Handhabungsgruppen (Umsetzen, Halten, Tragen und Ziehen/Schieben lang und kurz) addiert, aus dem Ergebnis wird jeweils eine Zeitwichtungszahl berechnet und diese innerhalb der jeweiligen Gruppe anteilig auf jede Handhabungsart (relative Zeitwichtung) zurückverteilt (vgl. Abbildung 3).

Verwendungsort / Station	Gewicht Lastgewicht [kg]	Umsetzen			Tragen			
		1händig (x)	Umsetzen Verladeort 1 Anzahl	Ausführungs- bedingungen Haltung	1händig (x)	Tragen >5m [m]	Körper haltung	Ausführ beding.
	5,0		1000	2,0	0			
	15,0		20	3,0	0			
	10,0					250,0	2,0	2
1	Summen in jeweiliger Einheit		1020,00			250,00		
2	Summe in Anzahläquivalenten		1020,00			62,19		
3	Anteil an relativer Zeitwichtung		94,25%			5,75%		
4	Relative Zeitwichtung		8,93			0,54		
5	Absolute Zeitwichtung		9,25			3,02		
6	höchster Wert = Zeitannteil 100%		100,00%			5,75%		
7	Neue Zeitwichtung		9,25			0,54		

Abbildung 3: Berechnung der Zeitwichtung mit dem Multiple-Lasten-Tool (Beispiel)

Dabei liegt allerdings, wie auch das Beispiel in Abbildung 3 zeigt, die relative Zeitwichtung pro Handhabungsart immer niedriger als die absolute Zeitwichtung, also diejenige Zeitwichtung, die sich ergäbe, wenn allein die betreffende Handhabungsart vorläge. Um zu vermeiden, dass hierdurch im Extremfall ein Belastungsengpass verschleiert wird, wurde entschieden, für die häufigste Art der Lastenhandhabung in der Gruppe den Anteil auf 100% zu setzen, sie also mit ihrer vollen, absoluten Zeitwichtung in das Gesamtergebnis eingehen zu lassen. Dies entspricht der Vorgehensweise für multiple Lastenhandhabungen nach NIOSH (1981), Waters et al. (1993, 2007, 2009) und Colombini et al. (2009).

3 Lastwichtung

3.1 Umsetzen, Halten und Tragen

Zur Bewertung der Lastwichtungen beim Umsetzen, Halten und Tragen wurden in Abstimmung mit der BAuA (Fachgruppe 3.1) aus den Skalen der entsprechenden Leitmerkmalmethoden die in Abbildung 4 dargestellten stetigen Funktionen für Männer und Frauen bestimmt.

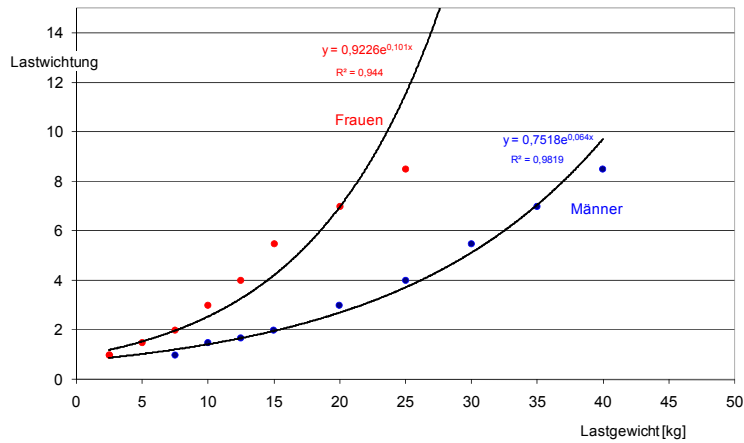


Abbildung 4: Lastwichtung Heben, Halten, Tragen

Bei einhändigem Umsetzen, Halten oder Tragen wird das Lastgewicht analog zu Norm DIN EN 1005-2 jeweils mit dem Faktor 1,7 multipliziert und dafür die Lastwichtung bestimmt.

3.2 Ziehen und Schieben

Für das Ziehen und Schieben sind die Lastwichtungspunkte davon abhängig, ob der Transportwagen mit Bockrollen oder nur mit freidrehenden Rollen ausgestattet ist. Um diese unterschiedliche Einstufung abzubilden, wurde zunächst eine Lastwichtungsfunktion interpoliert für den Fall „ohne Bockrollen“ und dann eine Umrechnungsfunktion von (höheren) Werten „ohne Bockrollen“ auf die (niedrigeren) Werte „mit Bockrollen“ eingefügt (vgl. Abbildung 5). Über eine WENN-Funktion wird abhängig von der Angabe über die Bockrollen entschieden, ob die Lastwichtungswerte über die Umrechnungsfunktion korrigiert werden oder nicht.

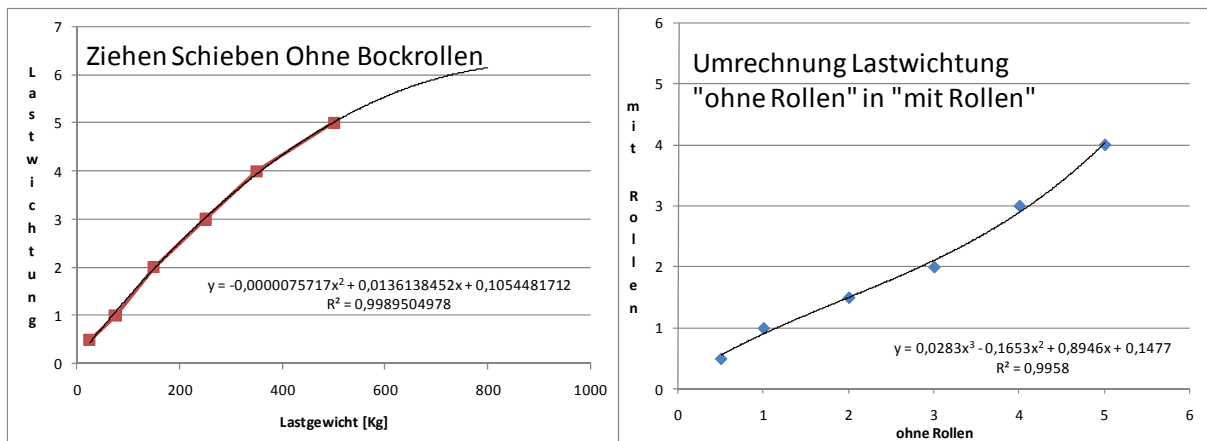


Abbildung 5: Lastwichtung Ziehen und Schieben

Bei weiblichen Arbeitspersonen werden für Zieh- und Schiebevorgänge, ähnlich wie in der Leitmerkmalmethode Ziehen und Schieben, die Mittelwerte der Lastwichtung und der Haltungswichtung in der Gesamtberechnung mit dem Faktor 1,3 multipliziert.

3.3 Berechnung der gemittelten Lastwichtung

Über die ermittelten Funktionen werden für jeden Lastfall die jeweiligen Lastwichtungen getrennt nach Handhabungsart berechnet und mit der Häufigkeit gewichtet. In der Gesamtbetrachtung wird dann aus den Lastwichtungen für jede Handhabungsart ein häufigkeitsgewichteter Mittelwert berechnet, um auf diese Weise eine gesamtenergetische Betrachtung der durchgeführten Belastungssituationen zu ermöglichen.

Der Nachteil, dass durch die häufigkeitsgewichteten Mittelwerte ggf. Belastungsspitzen nicht mehr erkennbar sind, sondern „herausgemittelt“ werden,³ muss dabei zunächst in Kauf genommen werden. Um diese Belastungsspitzen in einem biomechanischen Sinne im Hinblick auf eventuellen Handlungsbedarf trotzdem erkennbar und bewertbar zu machen, ist die Excel-Tabelle so gestaltet, dass bestimmte, besonders ungünstige Kombinationen aus Last- und Haltungswichtungen farblich markiert werden.⁴ Folgende Kombinationen werden hervorgehoben: Haltungswichtung ≥ 8 und Lastgewicht ≥ 10 Kg; Haltungswichtung ≥ 4 und Lastgewicht ≥ 20 Kg, und Haltungswichtung ≥ 1 und ≥ 40 Kg Lastgewicht.

4 Körperhaltung, Ausführungsbedingungen und Positioniergenauigkeit

Für die Faktoren Körperhaltung, Ausführungsbedingungen und Positioniergenauigkeit werden ebenfalls für jeden Lastfall die Wichtungen berechnet und daraus jeweils ein häufigkeitsgewichteter Mittelwert pro Handhabungsart gebildet. Diese Mittelwerte fließen dann, wie in den Leitmerkmalmethoden, in die Gesamtbewertung mit ein.

5 Ergebnisberechnung und -bewertung

5.1 Berechnung des Gesamtergebnisses

In jeder Zeile befinden sich rechts ausgeblendete Spalten zur Berechnung der häufigkeitsgewichteten Werte für die Lastwichtung, Haltungswichtung, Ausführungswichtung und Positioniergenauigkeit sowie einige Spalten zur Umrechnung verschiedener Eingabewerte (Summe Umsetzen pro Zeile, wirksame Last, Halteminuten, Biomechanikprüfung). Unterhalb der Eingabetabelle werden die dort berechneten Werte zusammengefasst und das Gesamtergebnis über alle Lastenhandhabungsarten berechnet.

Zunächst werden für die Gruppe der Handhabungsarten Umsetzen, Halten und Tragen und die Gruppe Ziehen und Schieben die Häufigkeit, Dauer bzw. Strecke aufsummiert und diese über die oben beschriebene Formeln jeweils in Anzahläquivalente überführt (siehe Zeilen 1-4 in Tabelle 3).

Die Anzahläquivalente werden pro Gruppe addiert und für diesen Wert eine Gesamtzeitwichtung pro Gruppe bestimmt (in untenstehendem Beispiel 237,88 Anzahläquivalente = 5,165 Zeitwichtungspunkte für Heben, Halten, Tragen; 122,60 Anzahläquivalente = 3,962 Zeitwichtungspunkte für Ziehen und Schieben). In Zeile 3 wird der relative Anteil jeder Lastenhandhabungsart an der Gesamthäufigkeit bestimmt und in Zeile 4 die Gesamtzeitwichtung anteilig verteilt.

³ Bei großen Unterschieden in den Lastgewichten und zusätzlich hohen Unterschieden bei den Häufigkeiten kann durch die häufigkeitsabhängige Mittelwertbildung die Lastwichtung durch die Hinzunahme von kleinen Gewichten mit hohen Häufigkeiten soweit gesenkt werden, dass das Gesamtergebnis trotz zusätzlicher Lastfälle geringer bewertet wird. Dies liegt auch daran, dass die Zeitwichtung aufgrund des degressiven Verlaufs der Zeitwichtungsfunktion nicht in gleichem Maße durch die zusätzlichen Häufigkeiten zunimmt.

⁴ Zunächst nur bezogen auf männliche Arbeitspersonen.

Um die oben beschriebenen Kompensationseffekte bei der Bestimmung Zeitwichtung durch die Verteilung relativer Anteile wird die Handhabungsart mit dem höchsten Anteil vollständig mit ihrer absoluten Zeitwichtung einbezogen, die restlichen Handhabungsarten jeweils mit ihren relativen Anteilen. Die Bestimmung der Handhabungsart mit dem höchsten Anteil erfolgt in Zeile 6 und in Zeile 7 werden die entsprechenden Zeitwichtungen übertragen: Für die Handhabungsart mit dem größten Anteil innerhalb einer Gruppe der Wert der absoluten Zeitwichtung (Zeile 5; Im Beispiel: Gruppe 1, Umsetzen 3,81 Pkt.; Gruppe 2, Ziehen/Schieben kurz 3,50 Pkt.), für die anderen die Werte der relativen Zeitwichtung (Zeile 4; Im Beispiel: Halten 1,99 Pkt.; Tragen 0,78 Pkt.; ZS lang 1,05 Pkt.).

Berechnungen Gesamtergebnis							
	Umsetzen Anzahl	Halten >5s [min]	Tragen >5m [m]	ZS kurz Anzahl	ZS lang >5m [m]		
	Gruppe 1			Gruppe 2		Gesamt	
1	Summen in jeweiliger Einheit	111,00	8,33	150,00	90,00	500,00	
2	Summe in Anzahläquivalenten	111,00	91,76	35,12	90,00	32,60	Gruppe 1 Gruppe 2
3	relativer Anteil	46,66%	38,57%	14,76%	73,41%	26,59%	5,165 122,60 Gesamt Anzahläquivalente
4	relative Zeitwichtung	2,41	1,99	0,76	2,91	1,05	3,962 Gesamt-Zeitwichtung
5	absolute Zeitwichtung	3,81	3,53	2,40	3,501	2,332	
6	höchster Wert = Zeitanteil 100%	100,00%	38,57%	14,76%	100,00%	26,59%	Höchster Punktwert wird mit ursprünglicher Zeitwichtung zu 100% einbezogen, die anderen Werte mit ihrer relativen Zeitwichtung
7	Neue Zeitwichtung	3,81	1,99	0,76	3,50	1,05	
8	Mittelwert Lastwichtung	1,43	1,96	2,70	2,51	2,11	
9	Mittelwert Haltungswichtung	1,00	2,00	2,00	2,000	1	
10	Mittelwert Ausführungswichtung	1,00	1,00	1,00	0	2	
11	Mittelwert Positioniergenauigkeit				2,000	1,000	
12	Gewicht+Haltung+Ausführung	3,43	4,96	5,70	6,51	6,11	
	BEWERTUNG	BEWERTUNG	BEWERTUNG	BEWERTUNG	BEWERTUNG	BEWERTUNG	Gesamtbewertung
13	(l+kh+a)*relative Zeitwichtung	13,04	9,89	4,35	22,77	6,44	56,49
14	(l+kh+a)*absolute Zeitwichtung	13,0	17,5	13,7	22,8	14,2	81,3

Tabelle 3: Berechnung des Gesamtergebnisses (Beispiel)

In den Zeilen 8-11 werden die häufigkeitsgewichteten Mittelwerte der Lastwichtung, Haltungswichtung, der Ausführungsbedingungen und der Positioniergenauigkeit für jede Handhabungsart übertragen und in Zeile 12 die Spaltensumme gebildet. Diese wird dann mit der jeweiligen Zeitwichtung multipliziert, woraus sich die Bewertungspunktzahl pro Art der Lastenhandhabung in Zeile 13 ergibt. Diese Punktwerte werden in den Kopf des Tabellenblatts kopiert.

In Zeile 14 werden zum Vergleich noch die Punktwerte angegeben, die sich bei ergeben würden, wenn jede Handhabungsart für sich einzeln auf Basis ihrer absoluten Zeitwichtung berechnet wird. Hierbei zeigt sich der oben beschriebene Effekt der Überbewertung in der Gesamtbetrachtung, gerade bei geringen Häufigkeiten, sehr deutlich.

5.2 Bewertung des Gesamtergebnisses

Abschließend wird die Summe aller Belastungspunktzahlen als Gesamtbewertung der Lastenhandhabungen gebildet und die Punktschritte nach dem Ampelschema im Kopf des Tabellenblatts bewertet. Die Bewertung entspricht den Leitmerkmalmethoden, lediglich die Stufen 1 (<10Pkt.) und 2 (10 bis 25 Pkt.) der Leitmerkmalmethode wurden mit der Ampelfarbe „Grün“ zusammengefasst.

Grün (0 bis < 25) Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich. Bei 10 bis 25 Punkte kann eine körperliche Überbeanspruchung bei vermindert belastbaren Personen möglich sein. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.

Gelb (25 bis < 50) Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt.

Rot (≥ 50) Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich.

6 Quellenverzeichnis

Caffier, G., Steinberg, U., Liebers, F.: Praxisorientiertes Methodeninventar zur Belastungs- und Beanspruchungsbeurteilung im Zusammenhang mit arbeitsbedingten Muskel-Skelett-Erkrankungen, Bremerhaven: NW Wirtschaftsverlag 1999. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund/Berlin, Forschung, Fb 850)

Colombini, D., Occhipinti, E., Alvarez-Casado, E., Hernandez-Soto, A., Waters, T: Procedures for collecting and organizing data useful for the analysis of variable lifting tasks and for computing the VLI. In: Proceedings of the 17th World Congress on Ergonomics (IEA 2009), August 10th - 14th 2009, Beijing (China), Taiwan, ROC: International Ergonomics Association.

DIN EN 1005-2: Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen, 2009.

Leitmerkmalmethode zur Beurteilung von Heben und Tragen (Version 2001), Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Internet: <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/Gefaehrdungsbeurteilung.html>.

Leitmerkmalmethode zur Beurteilung von Ziehen und Schieben (Version Sept. 2002), Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Internet: <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/Gefaehrdungsbeurteilung.html>.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health): Work Practices Guide for Manual Lifting, Cincinnati (Ohio), USA: U.S. Dept. of Health and Human Services 1981.

Steinberg U., Windberg, H.-J.: Leitfaden Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten. Empfehlungen für den Praktiker, Bremerhaven: NW Wirtschaftsverlag 1997. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund/Berlin, Sonder-schrift, S 43)

Steinberg, U., Caffier, G., Mohr, D., Liebers, F., Behrendt, S: Modelhafte Erprobung des Leitfadens Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten, Bremerhaven: NW Wirtschaftsverlag 1998. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund/Berlin, Forschung, Fb 804)

Waters T., Putz-Anderson V., Garg A., Fine L.J.: Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks, In: Ergonomics 36 (1993) 7, S. 749-776.

Waters, T., Lu, M. -L., Occhipinti, E.: New procedure for assessing sequential manual lifting jobs using the revised NIOSH lifting equation. Ergonomics 50 (2007) 7, S. 1761-1770.

Waters, T., Occhipinti, E., Colombini, D., Alvarez-Casado, E., Hernandez-Soto, A.: The Variable Lifting Index (VLI): A New Method for Evaluating Variable Lifting Tasks Using the Revised NIOSH Lifting Equation. Proceedings of the 17th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, August 9-14, 2009, Beijing (China), Taiwan, ROC: International Ergonomics Association.