

DIN EN 1005-5

ICS 13.110; 13.180

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

Safety of machinery –
Human physical performance –
Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency;
German version EN 1005-5:2007

Sécurité des machines –
Performance physique humaine –
Partie 5: Appréciation du risque relatif à la manipulation répétitive à fréquence élevée;
Version allemande EN 1005-5:2007

Gesamtumfang 82 Seiten

Normenausschuss Ergonomie (NAErg) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Norm (EN 1005-5:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 023-00-03 AA „Biomechanik“ im Normenausschuss „Ergonomie“ im DIN verantwortlich.

In dieser Norm werden Faktoren wie Zeitdauer und Erholungszeiten sowie zusätzliche Faktoren herangezogen, die unter die Betreiberpflicht nach Artikel 137 EG-Vertrag fallen. Da die Trennung von Artikel 95 EG-Vertrag (Herstellerepflicht) und 137 EG Vertrag (Betreiberpflicht) nicht beachtet wurde, wird diese Norm nicht als harmonisierte Norm veröffentlicht.

Normative Verweise von harmonisierten Normen zur Maschinenrichtlinie (98/37/EG) auf dieses Dokument in Gänze oder auf einzelne Abschnitte können dazu führen, dass unter Umständen seitens der Behörden ein Schutzklauselverfahren angeregt wird, welches zur Folge haben kann, dass eine harmonisierte Norm, aus der verwiesen wird, ihren Status als harmonisierte Norm verliert und aus dem Amtsblatt gestrichen wird.

Deutsche Fassung

Sicherheit von Maschinen —
Menschliche körperliche Leistung —
Teil 5: Risikobeurteilung für kurzzyklische Tätigkeiten
bei hohen Handhabungsfrequenzen

Safety of machinery —
Human physical performance —
Part 5: Risk assessment for repetitive handling
at high frequency

Sécurité des machines —
Performance physique humaine —
Partie 5: Appréciation du risque relatif à la manipulation
répétitive à fréquence élevée

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. Dezember 2006 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B- 1050 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	8
5 Anforderungen	9
5.1 Anwendung von in Bezug zu diesem Dokument stehenden Normen	9
5.2 Allgemeine Aspekte	9
5.3 Risikobeurteilung	10
5.3.1 Allgemeines	10
5.3.2 Identifizierung der Gefährdung	12
5.3.3 Risikoeinschätzung und einfache Bewertung von maschinenbezogenen kurzzyklischen Tätigkeiten bei hohen Handhabungshäufigkeiten (Verfahren 1)	13
5.3.4 Detaillierte Risikobewertung von maschinenbezogenen kurzzyklischen Tätigkeiten bei hohen Handhabungshäufigkeiten: Risikominderung und Analyse der Möglichkeit einer Risikominderung (Verfahren 2)	14
6 Verifizierung	19
7 Anwenderinformation	20
Anhang A (informativ) Identifizierung von Teiltätigkeiten	21
A.1 Allgemeines	21
A.2 Beispiele für die Identifizierung und Zählung von Teiltätigkeiten	24
A.2.1 Beispiel 1: Aufnehmen und Platzieren (Tabellen A.2 und A.3)	24
A.2.2 Beispiel 2: Aufnehmen und Platzieren verbunden mit einem Wechseln von einer Hand in die andere und Sichtprüfung (Tabelle A.4)	25
A.2.3 Beispiel 3: Aufnehmen und Platzieren beim Transport einer Last (Tabelle A.5)	25
A.2.4 Beispiel 4: Zyklischer Gebrauch eines Werkzeugs bei sich wiederholenden und identischen Tätigkeiten (Tabelle A.6)	26
A.2.5 Beispiel 5: Teiltätigkeiten, die nicht in jedem Zyklus ausgeübt werden (Tabelle A.7)	27
Anhang B (informativ) Körperhaltung und Bewegungsarten	28
Anhang C (informativ) Kraft	34
C.1 Allgemeines	34
C.1.1 Einleitung	34
C.1.2 Verfahren 1 — Biomechanischer Ansatz auf Grundlage der Kraftverteilung der Anwendergruppe	34
C.2 Verfahren 2 – Psychophysischer Ansatz unter Verwendung der CR-10-Borg-Skala	36
Anhang D (informativ) Zusammenhang zwischen OCRA-Index und dem Auftreten von arbeitsrelevanten muskulo-skeletalen Erkrankungen der oberen Gliedmaßen (UL-WMSDs): Kriterien für die Klassifizierung der Ergebnisse und Vorhersagemodelle	38
D.1 Allgemeines	38
D.2 OCRA-Index Werte, Gefährdungsbereiche und erforderliche Maßnahmen	42
Anhang E (informativ) Einfluss der Verteilung der Erholungszeiten und der Dauer der Arbeitszeit auf die Bestimmung der Gesamtzahl der Referenz-Teiltätigkeiten in einer Schicht (RTA) und des resultierenden OCRA-Index	43

Anhang F (informativ) Anwendungsbeispiel einer Risikominderung bei der Analyse einer Einzelaufgabe	45
F.1 Vorwort	45
F.2 Allgemeines: technische Merkmale der Aufgabe	45
F.3 Identifizierung der Gefährdung	48
F.4 Verfahren 1	48
F.5 Verfahren 2	48
F.5.1 Beschreibung ungünstiger Körperhaltungen und Bewegungen und Bewertung des entsprechenden Haltungsmultiplikators (Po_M)	48
F.5.2 Repetitivitätsmultiplikator (Re_M)	51
F.5.3 Bewertung des mittleren Kraftanteils und des entsprechenden Kraftmultiplikators (Fo_M)	52
F.5.4 Bestimmung des Multiplikators der Erholungszeit (Rc_M) und des Zeitdauerfaktors (Du_M)	53
F.5.5 Berechnung der Referenz-Teiltätigkeiten je Minute (RF)	54
F.5.6 Berechnung des OCRA-Index	54
F.5.7 Berechnung des OCRA-Index für die Analyse einer Einzelaufgabe, wenn die Zeitdauer der kurzzyklischen Aufgabe bewertet werden soll	54
F.5.8 Lösungen zur Minderung des Risikogrades	57
Anhang G (informativ) Definition und quantitative Bestimmung der zusätzlichen Risikofaktoren	64
Anhang H (informativ) Risikobeurteilung nach Verfahren 2 bei der Bemessung von aus mehreren Aufgaben bestehenden Arbeiten	66
H.1 Berechnung des OCRA-Index, wenn zwei oder mehr kurzzyklische Aufgaben bewertet werden sollen	66
H.2 Anwendungsbeispiel: Beurteilen kurzzyklischer Aufgaben an Maschinen	67
H.2.1 Beschreibung der Merkmale zweier Aufgaben	67
H.2.2 Definition der entsprechenden Multiplikatoren	68
H.2.3 Einzelaufgabenanalyse für die Aufgaben A und B getrennt: Berechnung der Gesamtzahl der tatsächlichen Teiltätigkeiten (ATA) in Aufgabe A (Tabelle H.3) und Aufgabe B (Tabelle H.4)	69
H.2.4 Analyse einer Einzelaufgabe: Berechnung der Gesamtzahl der Referenz-Teiltätigkeiten innerhalb einer Schicht (RTA) für Aufgabe A (Tabelle H.5) und Aufgabe B (Tabelle H.6)	72
H.2.5 Analyse einer Einzelaufgabe: Berechnung des OCRA-Index für Aufgabe A (Tabelle H.5) und Aufgabe B (Tabelle H.6)	72
H.3 Analyse von Mehrfachaufgaben	74
H.3.1 Berechnung der Gesamtzahl von tatsächlichen Teiltätigkeiten (ATA) in Aufgabe A und Aufgabe B (Tabelle H.7)	74
H.3.2 Berechnung der Gesamtzahl der Referenz-Teiltätigkeiten (RTA) in Aufgabe A und Aufgabe B (Tabelle H.7)	75
H.3.3 Berechnung der Gesamtzahl der Referenz-Teiltätigkeiten in einer Schicht für die Aufgaben A und B (Tabelle H.7)	76
H.4 Schlussfolgerung	77
Literaturhinweise	78

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1005-5:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2007 zurückgezogen werden.

Als Ergebnis der Beurteilung durch den CEN-Consultant wird die Norm als nicht harmonisierte Norm veröffentlicht (keine Verweisung auf die Maschinenrichtlinie und keine Veröffentlichung im Amtsblatt der EG).

EN 1005 besteht aus folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel „Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung“:

- Teil 1: Begriffe (harmonisierte Norm);
- Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen (harmonisierte Norm);
- Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen für Maschinenbetätigung (harmonisierte Norm);
- Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen (harmonisierte Norm);
- Teil 5: Risikobeurteilung für kurzzyklische Tätigkeiten bei hohen Handhabungshäufigkeiten (nicht harmonisierte Norm).

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Im Lebenszyklus einer Maschine von der Herstellung bis zur Demontage können zahlreiche maschinenbezogene Handlungen kurzzyklische Tätigkeiten bei hohen Handhabungshäufigkeiten erfordern. Kurzzyklische Tätigkeiten bei hohen Handhabungshäufigkeiten können muskulo-skeletale Belastung und damit das Risiko von Ermüdung, Unbehagen und muskulo-skeletalen Erkrankungen verursachen. Der Konstrukteur einer Maschine sollte versuchen, diese gesundheitlichen Risiken durch die Berücksichtigung einer Reihe von Risikofaktoren auf ein Mindestmaß zu verringern, wie z. B. die Häufigkeit der Betätigungen, die erforderliche Aktionskraft, die Körperhaltungen, die Zeitdauer, den Mangel an Erholungsmöglichkeiten und andere zusätzliche Faktoren.

ANMERKUNG 1 Obwohl Faktoren wie Zeitdauer und Mangel an Erholungszeit maßgebende Faktoren bei der Beurteilung des Risikos in Hinblick auf die menschliche körperliche Leistung am Arbeitsplatz sind, werden diese Faktoren durch die jeweilige nationale Gesetzgebung der Mitgliedstaaten, durch vertragliche Vereinbarungen mit den Sozialpartnern geregelt und sind nicht im Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm.

Das in dieser Europäischen Norm beschriebene Verfahren zur Risikobeurteilung stellt eine Anleitung für den Konstrukteur zur Reduzierung der gesundheitlichen Risiken für den Operator dar.

Diese Europäische Norm wurde in Übereinstimmung mit EN ISO 12100-1 verfasst und gibt eine Anleitung für den Anwender zum Erkennen der Gefährdung einer Schädigung durch muskulo-skeletale Überlastung dar und stellt Mittel zur qualitativen und, bis zu einem gewissen Grad, quantitativen Risikobeurteilung vor. Die Mittel zur Risikobeurteilung zeigen auch an, auf welche Weise eine Risikominderung zu erreichen ist. Diese Europäische Norm befasst sich nicht mit den Risiken durch Unfälle.

Die in dieser Europäischen Norm gegebenen Empfehlungen beruhen auf den verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen zur Physiologie und Epidemiologie manueller Tätigkeiten. Dieses Wissen ist jedoch begrenzt und die vorgeschlagenen Richtlinien können sich durch zukünftige Forschungen verändern.

Diese Europäische Norm ist eine Typ-B-Norm wie in EN ISO 12100-1 angegeben.

Die Festlegungen in dieser Europäischen Norm können durch eine Typ-C-Norm ergänzt oder geändert werden.

ANMERKUNG 2 Für Maschinen, die vom Anwendungsbereich einer Typ-C-Norm abgedeckt und nach den Festlegungen der Typ-C-Norm konstruiert und gebaut worden sind, gilt, dass die Festlegungen der Typ-C-Norm Vorrang gegenüber den Festlegungen dieser Typ-B-Norm haben.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm stellt für den Konstrukteur von Maschinen oder Maschinenteilen und für den Verfasser von Typ-C-Normen eine Anleitung zur Beurteilung und Überwachung der Gesundheits- und Sicherheitsrisiken von maschinenbezogenen kurzzyklischen Tätigkeiten bei hohen Handhabungshäufigkeiten dar.

Diese Europäische Norm legt Bezugsdaten für die Betätigungshäufigkeit der oberen Gliedmaßen während der Maschinenbetätigung fest und stellt ein Verfahren der Risikobeurteilung zur Analyse der Möglichkeiten einer Risikominderung dar.

Diese Europäische Norm gilt für Maschinen, die von der gesunden erwachsenen Arbeitsbevölkerung professionell bedient werden. Diese Europäische Norm ist nicht auf kurzzyklische Bewegungen und die damit verbundenen Risiken im Bereich des Halses, Rückens und der unteren Gliedmaßen anwendbar.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 614-1, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze*

EN 614-2, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben*

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

EN 1005-3:2002, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung*

EN 1005-4:2005, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen*

EN 1050, *Sicherheit von Maschinen — Leitsätze zur Risikobeurteilung*

EN ISO 12100-1, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie (ISO 12100-1:2003)*

EN ISO 12100-2, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze (ISO 12100-2:2003)*

EN ISO 14738:2002, *Sicherheit von Maschinen — Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen (ISO 14738:2002)*

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Begriffe, die in EN- und ISO-Normen verwendet werden, auf die in dieser Europäischen Norm Bezug genommen wird, gelten auch für diese Europäische Norm.

3.1

kurzzyklische Aufgabe

Aufgabe, die durch wiederholte Arbeitszyklen gekennzeichnet ist

3.2

Arbeitszyklus

Abfolge von Teiltätigkeiten, die immer in derselben Weise wiederholt werden

3.3

Zykluszeit

Zeit, die zwischen dem Moment, in dem ein Operator mit einem Arbeitszyklus beginnt und dem Augenblick, in dem er den gleichen Zyklus beginnt, vergeht (in Sekunden)

3.4

Teiltätigkeit

elementare manuelle Tätigkeiten, die erforderlich sind, um Arbeitsschritte innerhalb eines Arbeitszyklus auszuführen, wie z. B. Halten, Drehen, Schieben, Schneiden

3.5

Repetitivität

Eigenschaft einer Aufgabe, bei der eine Person kontinuierlich denselben Arbeitszyklus, die gleichen Teiltätigkeiten und Bewegungen ausführt

3.6

Häufigkeit

Frequenz

Anzahl der Teiltätigkeiten je Minute

3.7

Kraft

zur Ausübung von Teiltätigkeiten erforderliche körperliche Kraftaufwand des Operators

3.8

Körperhaltungen und Bewegungen

Lage und Bewegungen von Körperteilen oder Gelenken, die zur Ausübung von Teiltätigkeiten erforderlich sind

3.9

Erholungszeit

Ruhephase nach einer Phase der Aktivität, in der die Erholung von menschlichem Gewebe stattfinden kann (in Minuten)

3.10

zusätzliche Faktoren

Risikofaktoren, die weitere Faktoren einschließen, die nachweislich in einem kausalen oder erschwerenden Zusammenhang mit durch Arbeit verursachten muskulo-skeletalen Erkrankungen der oberen Gliedmaßen stehen, z. B. Schwingungen, örtlicher Druck, kalte Umgebung, kalte Oberflächen

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

Abkürzungen	Legende der Abkürzungen
Ad_M	Zusatzmultiplikator (en: Additional factors Multiplier)
ATA	Anzahl der tatsächlichen Teiltätigkeiten in einer Schicht (en: Number of Actual Technical Actions within a shift)
CF	„Häufigkeitskonstante“ von Teiltätigkeiten je Minute (en: „Constant of Frequency“ of technical actions per minute)
D	Nettodauer jeder kurzzyklischen Aufgabe in Minuten (en: Net Duration in minutes of each repetitive task)
Du_M	Zeitdauerfaktor (en: Duration Multiplier)
FCT	Vorhersehbare Dauer der Zykluszeit (in Sekunden) (en: Foreseeable duration of the Cycle Time (in seconds))
FF	Vorhersehbare Betätigungshäufigkeit je Minute (en: Foreseeable Frequency of technical actions per minute)
Fo_M	Kraftmultiplikator (en: Force Multiplier)
j	Typische kurzzyklische Aufgaben (en: Generic repetitive tasks)
$MSDs$	Muskulo-skeletale Erkrankungen (en: Musculo-Skeletal Disorders)
n	Anzahl der während einer Schicht ausgeführten kurzzyklischen Aufgaben (en: Number of repetitive task/s performed during shift)
NEP	Anzahl der gefährdeten Personen (en: Number of Exposed Persons)
NPA	Anzahl der von einer oder mehreren <i>UL-WMSDs</i> betroffenen Personen (en: Number of Persons Affected by one or more UL-WMSDs)
NTC	Anzahl der Teiltätigkeiten innerhalb eines Zyklus (en: Number of Technical actions in the cycle)
$OCRA$	Berufliche kurzzyklische Tätigkeit (en: OCcupational Repetitive Action)
PA	Anteil der betroffenen Personen (in Prozent) (en: Prevalence (%) of persons Affected)
RF	Referenz-Häufigkeit von Teiltätigkeiten je Minute (en: Reference Frequency of technical actions per minute)
Po_M	Haltungsmultiplikator (en: Posture Multiplier)
Rc_M	Erholungsmultiplikator (en: Recovery Multiplier)
Re_M	Repetitivitätsmultiplikator (en: Repetitiveness Multiplier)
RTA	Anzahl der Referenz-Teiltätigkeiten in einer Schicht (en: Number of Reference Technical Actions within a shift)
$S.E.$	Standardabweichung (en: Standard Error)
$UL-WMSDs$	durch Arbeit verursachte muskulo-skeletale Erkrankungen der oberen Gliedmaßen (en: Upper Limb Work-related Musculo-Skeletal Disorders)

5 Anforderungen

5.1 Anwendung von in Bezug zu diesem Dokument stehenden Normen

Der Konstrukteur sollte die in EN 1050, EN 614-1 und 614-2, EN 1005-2, EN 1005-3, EN 1005-4, EN ISO 12100-1 und EN ISO 12100-2 und EN ISO 14738 angegebenen Grundsätze berücksichtigen.

5.2 Allgemeine Aspekte

Der Konstrukteur muss:

- a) eine Risikobeurteilung von muskulo-skeletalen Erkrankungen durch maschinenbezogene kurzzyklische Arbeit durchführen;
- b) einzeln oder kombiniert auftretende Auswirkungen der maßgeblichsten Risikofaktoren, wie Repetitivität, Kraftaufwand, Körperhaltung bei der Arbeit, vorhersehbare Zeitdauer der Arbeit, Mangel an Erholungszeit und zusätzliche Faktoren in der Beurteilung berücksichtigen;
- c) wenn möglich, versuchen, das Risiko „an der Quelle“ zu vermeiden oder als Alternative diese Gesundheitsrisiken durch Veränderungen der Konstruktion der Maschine (Automatisieren, technische Hilfsmittel) auf ein Mindestmaß zu verringern.
- d) wenn alles getan wurde, um das Risiko auf ein Mindestmaß zu verringern, ist es eine Pflicht, in der Anwenderinformation über die Restrisiken zu informieren.

Maschinen und auf sie bezogene Aufgaben müssen technisch so ausgeführt sein, dass Tätigkeiten, die hohe Handhabungshäufigkeiten erfordern, im Hinblick auf den erforderlichen Kraftaufwand, die Haltung der Gliedmaßen und vorhersehbare Erholungszeiten, entsprechend ausgeführt werden können. Außerdem müssen Maschinen und auf sie bezogene Tätigkeiten technisch so ausgeführt sein, dass Variationen im Bewegungsablauf möglich sind. Zusätzliche Faktoren (siehe 3.11) sind zu berücksichtigen.

Bei der Konstruktion von Maschinen und der Bemessung der Arbeitsaufgaben muss der Konstrukteur sicherstellen, dass die folgenden ergonomischen Kennwerte richtig bemessener Arbeitsaufgaben erreicht werden. Diese Kennwerte berücksichtigen die Unterschiede und dynamischen Merkmale der beabsichtigten Operatorpopulation und diesen Kennwerten muss bei der Konstruktion von Maschinen und bei maschinenbezogenen Arbeitsaufgaben gefolgt werden (EN 614-2).

Beim Entwicklungsprozess muss der Konstrukteur außerdem (siehe EN 614-2):

- i) sowohl eine Über- als auch Unterforderung des Operators vermeiden, die zu unnötiger oder übermäßiger Beanspruchung, zu Ermüdung oder zu Fehlern führen kann. Häufigkeit, Zeitdauer und Intensität der wahrnehmenden, kognitiven und motorischen Aktivitäten müssen so bemessen sein, dass diese Folgen vermieden werden;
- ii) Repetitivität für den Operator vermeiden, die zu einer unausgeglichene Arbeitsbeanspruchung und damit sowohl zu körperlichen Gesundheitsstörungen als auch zum Empfinden von Monotonie, Übersättigung, Langeweile oder Unzufriedenheit führen kann.

Kurze getaktete Arbeitszyklen sollten deshalb vermieden werden. Der Operator muss eine angemessene Vielfalt von Aufgaben oder Tätigkeiten erhalten. Wenn kurzzyklische Aufgaben nicht vermieden werden können:

- darf die Zykluszeit nicht nur auf Grundlage von durchschnittlichen Zeitmaßen oder unter normalen Bedingungen abgeschätzten Zeiten ermittelt werden;
- müssen Abweichungen von den Betriebsbedingungen zugelassen werden;
- müssen sehr kurze Zykluszeiten vermieden werden;
- müssen für den Operator Möglichkeiten geschaffen werden, eher in seinem eigenen Tempo zu arbeiten, als nach vorgegebenem;
- muss das Arbeiten an sich bewegenden Objekten vermieden werden.

5.3 Risikobeurteilung

5.3.1 Allgemeines

In dieser Norm wird die Risikobeurteilung von muskulo-skeletalen Erkrankungen der oberen Gliedmaßen beschrieben, die aus dem Ausüben kurzzyklischer Tätigkeiten entstehen.

Die Teiltätigkeit ist die spezifische Eigenschaft, die für kurzzyklische Bewegungen der oberen Gliedmaßen maßgebend ist. Sie wird mit ihrer relativen Handhabungshäufigkeit während einer bestimmten Zeitdauer gewichtet.

Die Häufigkeit der Teiltätigkeiten der oberen Gliedmaßen hängt von weiteren Risikofaktoren ab wie der Kraft (je größer die Kraft, desto geringer die Häufigkeit), der Körperhaltung (je größer der Weg der Gliedmaßen, desto länger die zur Ausführung einer Tätigkeit notwendige Zeit) und den Erholungszeiten (werden sie angemessen über die Schicht verteilt, so verbessern sie die Erholung der Muskelfunktion).

Einige zusätzliche Faktoren können den erforderlichen Kraftaufwand erhöhen (z. B. unhandliche Werkzeuge oder persönliche Schutzausrüstung, z. B. Handschuhe, die das Greifen oder die Bewegungen beeinflussen). Weitere zusätzliche Faktoren können Schädigungen an menschlichem Gewebe, z. B. Muskeln, Sehnen und Gefäße verursachen (Schwingungen, Druck, kalte Oberflächen).

Die Ergebnisse neuerer epidemiologischer Untersuchungen an Arbeitern, die kurzzyklischen Bewegungen der oberen Gliedmaßen ausgesetzt waren, gestatten es unter anderem den Konstrukteuren, anhand von Gefährdungsindices die Folgen von arbeitsbezogenen muskulo-skeletalen Erkrankungen der oberen Gliedmaßen (*UL-WMSDs*) vorherzusagen [32, 34, 35]. Anhang D beschreibt ein Verfahren zu deren Feststellung. Der angestrebte Zustand tritt ein, wenn der in 5.3.3 (Verfahren 2) angegebene Gefährdungsindex nicht das Niveau von *UL-WMSDs* für eine Arbeitsbevölkerung, die keinem Risiko für eine beruflich bedingte Erkrankung der oberen Gliedmaßen ausgesetzt ist, überschreitet [11, 34].

Sind kurzzyklische Handhabungen nicht zu vermeiden, muss eine Risikobeurteilung durchgeführt und ein Ansatz der Risikominderung gewählt werden. In Übereinstimmung mit ISO Guide 51 und EN 1050 sollte dies in einem vierstufigen Ansatz geschehen: Identifizierung der Gefährdung, Risikoeinschätzung, Risikobeurteilung und Risikominderung.

Es wird empfohlen, Aufgaben mindestens ein Mal durch den tatsächlichen Anwender mit Hilfe von Modellen im Maßstab von 1 : 1, einem Prototyp der Maschine oder der Maschine selbst zu simulieren (entsprechend EN 614-1, ergonomische Aufgabe ‚Bewertung unter Mitwirkung der Operatoren‘; siehe auch EN 1005-4:2005, 4.2 ‚Leitfaden zur Risikobeurteilung‘).

Zur Risikobeurteilung der Gestaltung einer Maschine mit kurzzyklischen Tätigkeiten sollte das folgende Verfahren angewendet werden (Bild 1).

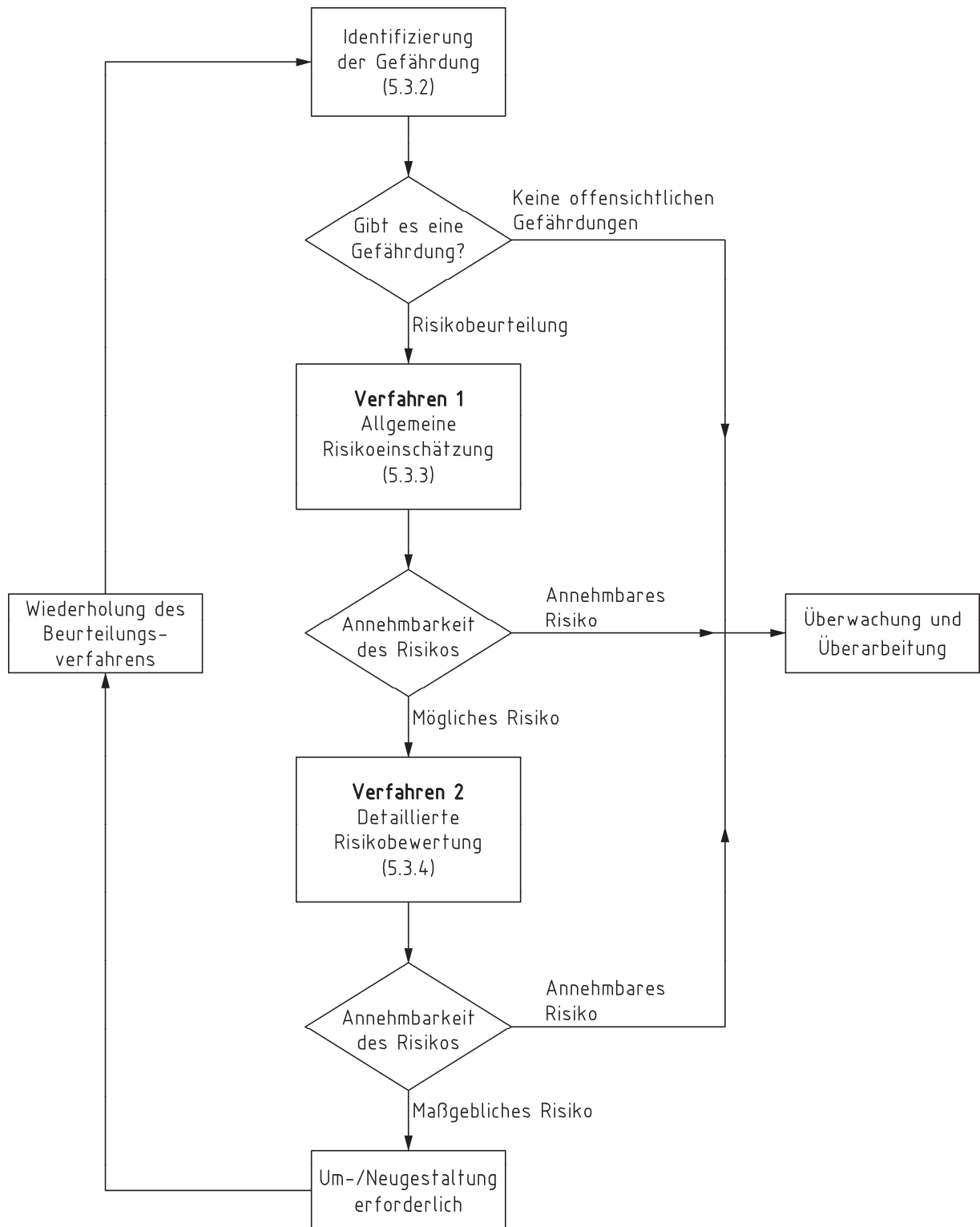


Bild 1 — Modell der Risikobeurteilung

Der erste Schritt bei der Risikobeurteilung besteht darin, herauszufinden, ob Gefährdungen vorhanden sind, die einen Werker möglicherweise einem Risiko aussetzen. Gibt es diese Gefährdungen, kann möglicherweise eine detailliertere Risikobeurteilung erforderlich sein. Bei der Durchführung einer Risikobeurteilung sollten die folgenden Risikofaktoren berücksichtigt werden:

- a) **Repetitivität:**
Wenn sich die Bewegungshäufigkeit erhöht und/oder die Zyklusdauer verringert, so steigt das Risiko. Häufige kurzzyklische Bewegungen, die das Risiko von muskulo-skeletalen Erkrankungen erhöhen, können in Abhängigkeit vom Kontext der Bewegungsmuster und dem Individuum variieren.
- b) **Kraft:**
Die Aufgaben sollten gleichmäßige Kraftanstrengungen enthalten, indem abrupte oder ruckartige Bewegungen vermieden werden. Die Handhabungsgenauigkeit (genaues Greifen und Platzieren), die Art und Beschaffenheit des Griffes kann zusätzliche Muskelanstrengung erfordern.
- c) **Körperhaltungen und Bewegung:**
Arbeitsaufgaben und Betriebsabläufe sollten verschiedene Körperhaltungen bei der Arbeit zulassen. Die Arbeitsaufgaben sollten extreme Gelenkstellungen und lang anhaltende statische Körperhaltungen vermeiden. Komplexe Körperhaltungen mit kombinierten Bewegungen (z. B. gebeugte und verdrehte) können möglicherweise ein erhöhtes Risiko darstellen.
- d) **Zeitdauer und unzureichende Erholung:**
Die Zeitdauer kann in verschiedener Hinsicht unterteilt werden. Die Möglichkeit zur Erholung oder Ruhe kann in jeder dieser Arbeitsphasen erfolgen. Wird dem Körper zwischen kurzzyklischen Bewegungen nicht ausreichend Zeit zur Erholung gegeben (d. h. Mangel an Erholungszeit), so erhöht sich dadurch das Risiko von muskulo-skeletalen Erkrankungen.

ANMERKUNG Der Konstrukteur hat keinen direkten Einfluss auf die tatsächliche Zeitdauer der Aufgabe und die Erholungszeit an der Maschine. Er muss auf ein typisches Szenario verweisen, mit einer Dauer einer kurzzyklischen Aufgabe bis zu 8 Stunden je Schicht mit 2 Pausen von 10 min und eine Mittagspause. Der Konstrukteur sollte in der „Anwenderinformation“ erwähnen, ob in der Risikoanalyse kritische Werte für die Zeitdauer der Aufgabe und Erholungszeit bestimmt sind, z. B. Zeitdauer der Aufgabe, der Arbeit und der Arbeitsschicht.

- e) **Zusätzliche Faktoren:**
Folgende zusätzliche Risikofaktoren sollten berücksichtigt werden:
 - 1) Eigenschaften des Gegenstandes (z. B. Kontaktkräfte, Form, Abmessungen, Greifbarkeit, Temperatur des Gegenstandes);
 - 2) Schwingungen und Stoßkräfte;
 - 3) Umgebungsbedingungen (z. B. Beleuchtung, Klima, Lärm);
 - 4) Individuelle und organisatorische Faktoren (z. B. Fertigkeiten, Trainingsgrad, Alter, Geschlecht, gesundheitliche Probleme, Schwangerschaft).

5.3.2 Identifizierung der Gefährdung

Wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind, besteht für die oberen Gliedmaßen keine Gefährdung durch kurzzyklische Aufgaben:

- die Aufgabe ist nicht durch Arbeitszyklen gekennzeichnet;
- die Aufgabe ist durch Arbeitszyklen gekennzeichnet, aber wahrnehmende und kognitive Aktivitäten dominieren gegenüber Bewegungen der oberen Gliedmaßen.

Für alle Kombinationen von Maschinen/Aufgaben, für die zyklische manuelle Aktivitäten vorhersehbar sind, muss eine Risikoeinschätzung erfolgen.

Für jede bei der Betätigung einer Maschine auszuführende manuelle Tätigkeit muss der Konstrukteur:

- die zur Ausführung der Aufgabe erforderlichen Teiltätigkeiten (für jede obere Extremität) erkennen und zusammenzählen (*NTC*);
- die vorhersehbare Dauer der Zykluszeit definieren (*FCT*);
- die Kraft, Körperhaltung, vorhersehbare Dauer und Häufigkeit der Erholungszeiten berücksichtigen;
- die Möglichkeit der Rotation zwischen verschiedenen Tätigkeiten an einer Anlage berücksichtigen, z. B. Einschaltvorgänge, Wechsel der Werkzeuge und/oder Einstellungen, Lade- und Entladevorgänge, Greifen von Materialien, Instandhaltung, Säubern.

Ein Modell zur Risikoeinschätzung wird in 5.3.3 (Verfahren 1) vorgestellt. Ein detailliertes Risikobewertungsmodell wird in 5.3.4 (Verfahren 2) vorgestellt.

Liegen die in Verfahren 1 beschriebenen Merkmale vollständig und gleichzeitig vor, so kann bestätigt werden, dass das gegebene Risiko durch kurzzyklische Bewegungen bei hohen Handhabungshäufigkeiten annehmbar ist.

Wird ein oder werden mehrere der aufgezählten Merkmale der verschiedenen Risikofaktoren nicht erfüllt, muss der Konstrukteur eine detailliertere Bewertung durchführen (Verfahren 2, 5.3.4).

5.3.3 Risikoeinschätzung und einfache Bewertung von maschinenbezogenen kurzzyklischen Tätigkeiten bei hohen Handhabungshäufigkeiten (Verfahren 1)

5.3.3.1 Überprüfung der Risikofaktoren

Unter Berücksichtigung der wesentlichen Risikofaktoren (Kraft, ungünstige Körperhaltungen und Bewegungen, Repetitivität, Häufigkeit der Teiltätigkeiten, zusätzliche Faktoren) muss der Konstrukteur für jede obere Extremität prüfen, ob die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) Fehlen von Aktionskräften oder Krafteinsatz in Übereinstimmung mit den in EN 1005-3 angegebenen Kriterien für empfohlene Kraftgrenzen;
- b) Fehlen ungünstiger Körperhaltungen und Bewegungen, wie sie nachfolgend zusammengefasst sind:
 - i) Oberarmhaltungen und -bewegungen sind in einem Winkelbereich zwischen 0° und 20° (EN 1005-4:2005, Bild 6, Bereich 1);
 - ii) die Gelenkbewegungen des Ellenbogens und des Handgelenkes überschreiten nicht 50 % des maximalen Gelenkbereiches [12, 14], wie in Tabelle 1 und Anhang B beschrieben;
 - iii) es handelt sich um die Griffe: „Umfassungsgriff“ oder „Fingerzufassungsgriff“ während nicht mehr als 1/3 der Zykluszeit“, wie in Tabelle 1 und Anhang B) beschrieben [12, 15, 26].
- c) geringe Repetitivität;

Diese liegt vor, wenn [40, 41]:

- i) die Zykluszeit mehr als 30 s beträgt;
- ii) die gleichen Arten von Teiltätigkeiten während nicht mehr als 50 % der Zykluszeit wiederholt werden.

- d) Die Häufigkeit der Teiltätigkeiten der beiden oberen Extremitäten beträgt weniger als 40 Teilhandhabungen je Minute. Ist für mindestens eine obere Extremität die Häufigkeit größer als 40 Handhabungen je Minute, so ist mit Verfahren 2 fortzufahren. Zur Berechnung der Häufigkeit von Teiltätigkeiten/min (zur Identifizierung einer Teiltätigkeit siehe Anhang A) ist die folgende Gleichung zu verwenden:

$$FF = \frac{NTC \times 60}{FCT} \quad (1)$$

Dabei ist

FF die vorhersehbare Häufigkeit der Teilbetätigungen je Minute;

FCT die vorhersehbare Dauer der Zykluszeit in Sekunden;

NTC die im Arbeitszyklus zur Ausführung der Aufgabe erforderliche Anzahl von Teiltätigkeiten (für jede obere Extremität).

- e) Abwesenheit von Zusatzfaktoren (Faktoren aus Arbeitsumgebung und körperlichen Belastungen).

Die Aufgabe sollte keine Schwingungen der Hand/des Armes, keine Stöße (wie z. B. Hämmern), keinen durch Werkzeuge erzeugten lokalen Druck auf anatomischen Strukturen, keine Kälteeinwirkung, keinen Gebrauch von unangemessenen Handschuhen zum Greifen usw. umfassen [11, 12, 13] (Anhang G).

5.3.3.2 Abschließende Einschätzung und Bewertung der Maschinengestaltung nach Verfahren 1

Wird jede in 5.3.3.1, Punkte a), b), c), d) und e), angegebene Bedingung für jede obere Extremität erfüllt, ist die Gefährdung annehmbar. Werden eine oder mehrere in Verfahren 1 benannte Bedingungen nicht erfüllt, so muss der Konstrukteur jeden Risikofaktor, der die Betätigungshäufigkeit beeinträchtigt, nach Verfahren 2 detaillierter untersuchen.

5.3.4 Detaillierte Risikobewertung von maschinenbezogenen kurzzyklischen Tätigkeiten bei hohen Handhabungshäufigkeiten: Risikominderung und Analyse der Möglichkeit einer Risikominderung (Verfahren 2)

5.3.4.1 Bewertung annehmbarer Betätigungshäufigkeiten bei einem oder mehreren Risikofaktoren

5.3.4.1.1 Allgemeines

Werden eine oder mehrere der in Verfahren 1 definierten Bedingungen nicht erfüllt, so muss der Konstrukteur eine detailliertere Analyse jedes Risikofaktors durchführen, der einen Einfluss auf die Häufigkeit der Teiltätigkeiten hat. Da es verschiedene Risikofaktoren größeren oder kleineren Ausmaßes und in einer Vielzahl von Kombinationen geben kann, sind verschiedene Risikograde zu erwarten.

Der Grad des Risikos wird mit Hilfe des *OCRA*-Verfahrens [11, 13, 33] ermittelt. Bei der Bewertung einer einzelnen kurzzyklischen Aufgabe in einer Schicht (aus einer Einzelaufgabe bestehende Arbeit) ergibt sich der *OCRA*-Index aus dem Verhältnis von vorhersehbarer Betätigungshäufigkeit (*FF*) der Teiltätigkeiten, die zur Ausführung einer Aufgabe notwendig sind, und der Referenz-Häufigkeit (*RF*) der Teiltätigkeiten für jede obere Extremität (siehe Anhang A zur Identifizierung einer Teiltätigkeit). Dies ist eine spezielle Vorgehensweise für Arbeiten, die aus einer Arbeitsaufgabe bestehen. Für aus mehreren Aufgaben bestehende Arbeiten siehe Anhang H.

In diesem Zusammenhang gilt:

$$OCRA\text{-Index} = \frac{FF}{RF}$$

Die vorhersehbare Häufigkeit (Anzahl je Minute) der zur Ausführung der Aufgabe notwendigen Teiltätigkeiten (FF) ist durch die folgende Gleichung angegeben:

$$FF = \frac{NTC \times 60}{FCT}$$

Dabei ist

FCT die vorhersehbare Dauer der Zykluszeit in Sekunden;

NTC die Anzahl der zur Ausführung der Aufgabe in einem Zyklus erforderlichen Teiltätigkeiten (für jede obere Extremität).

Die folgende Gleichung bestimmt die Referenz-Häufigkeit (Anzahl je Minute) von Teiltätigkeiten (RF) auf Grundlage eines Arbeitszyklus:

$$RF = CF \times Po_M \times Re_M \times Ad_M \times Fo_M \times (Rc_M \times Du_M)$$

Dabei ist

CF die „Häufigkeitskonstante“ der Teiltätigkeiten je Minute = 30;

Po_M ; Re_M ; Ad_M ; Fo_M die Multiplikatoren der Risikofaktoren Körperhaltung, Repetitivität, Zusatzfaktoren, Kraft;

Rc_M der Multiplikator des Risikofaktors „Mangel an Erholungszeit“;

Du_M der Zeitdauerfaktor der kurzzyklischen Aufgabe(n) in einer Schicht.

Bei der Gestaltung einer maschinenbezogenen Aufgabe ist die für die Aufgabe repräsentative Referenz-Häufigkeit der Teiltätigkeiten innerhalb eines Arbeitszyklus in einer Prüfung zu bewerten. Die Analysen müssen die wichtigen Risikofaktoren einschließen, die der Konstrukteur durch die konsequente Auswahl eines bestimmten Multiplikators für jeden Risikofaktor beeinflussen kann. Diese Multiplikatoren verringern sich von 1 auf 0 in dem Maße, wie der Risikograd zunimmt. Die Risikofaktoren und deren entsprechende, vom Konstrukteur bestimmte Multiplikatoren sind:

- ungünstige oder unbequeme Körperhaltungen oder Bewegungen (Haltungsmultiplikator) (Po_M), siehe 5.3.4.1.2;
- häufige Wiederholung der gleichen Bewegungen (Repetitivitätsmultiplikator) (Re_M), siehe 5.3.4.1.3;
- Auftreten zusätzlicher Faktoren (Zusatzmultiplikator) (Ad_M), siehe 5.3.4.1.4;
- häufige oder große Kraftanstrengungen (Kraftmultiplikator) (Fo_M), siehe 5.3.4.1.5.

Weitere, in der Gleichung ($Rc_M \times Du_M$) berücksichtigte Faktoren, befinden sich nicht im direkten Einfluss des Konstrukteurs und werden deshalb in diesem Zusammenhang als Konstante berücksichtigt, die eine allgemeine Bedingung einer kurzzyklischen Aufgabe mit einer Dauer von (240 min bis 480 min)/Schicht mit 2 Pausen von 10 min und einer Mittagspause widerspiegelt.

In der Praxis wird zur Bestimmung der Referenz-Häufigkeit (je Minute) der Teiltätigkeiten (RF) folgendermaßen vorgegangen:

- es wird von CF (30 Tätigkeiten je Minute) ausgegangen;
- CF (Häufigkeitskonstante) ist (durch die entsprechenden Multiplikatoren) zu gewichten, unter Berücksichtigung des Vorhandenseins und des Grades der folgenden Risikofaktoren: Kraft (Fo_M), Körperhaltung (Po_M), Repetitivität (Re_M) und zusätzliche Faktoren (Ad_M);
- die Konstante des Zeitdauerfaktors der kurzzyklischen Aufgabe (Du_M) und der Multiplikator für die Erholungszeiten (Rc_M) sind anzuwenden.

Der auf diese Weise ermittelte Wert gibt die Referenz-Häufigkeit (je Minute) der Teiltätigkeiten (RF) der untersuchten Aufgabe an, unter der allgemeinen Bedingung von mindestens zwei Pausen von 10 min (und der Mittagspause) in einer höchstens 480 min dauernden Schicht.

5.3.4.1.2 Haltungsmultiplikator (Po_M)

Entsprechen die Bedingungen für die Körperhaltung denen in Verfahren 1, so beträgt der Multiplikator 1. Sind diese Bedingungen nicht gegeben, so sind zur Berechnung des spezifischen Multiplikationsfaktors (Po_M) (siehe auch Anhang B) die Anhaltspunkte in Tabelle 1 anzuwenden:

Bei der Berücksichtigung ungünstiger Körperhaltungen und Bewegungen der Operatoren in Tabelle 1 ist es wichtig, das Spektrum der Körpermaße der Anwenderpopulation und die in EN 614-1 beschriebenen allgemeinen Gestaltungsgrundsätze zu berücksichtigen.

In einem frühen Stadium des Konstruktionsprozesses muss ein Vergleich der Körpermaße der Anwenderpopulation mit den Maßen der Maschine erfolgen. Dies kann mit Hilfe von Normen (EN 547-1, EN 547-2, EN 547-3 und EN ISO 14738), Körperumriss-Schablonen oder Computer-Manikins erfolgen.

Tabelle 1 — Multiplikatoren für ungünstige Körperhaltungen

Ungünstige Körperhaltung [12] Siehe Bilder B.1 und B.2	Anteil der Zykluszeit			
	Weniger als 1/3 von 1 % bis 24 %	1/3 von 25 % bis 50 %	2/3 von 51 % bis 80 %	3/3 mehr als 80 %
Auswärtsdrehung des Unterarmes ($\geq 60^\circ$)	1	0,7	0,6	0,5
Streckung ($\geq 45^\circ$) oder Beugung ($\geq 45^\circ$) des Handgelenkes in Richtung Handfläche/ Handrücken				
Finger- oder Handzufassungsgriff oder Handflächengriff (große Spannweite)				
Einwärtsdrehung des Unterarmes ($\geq 60^\circ$) oder Beugung/Streckung ($\geq 60^\circ$) des Ellenbogens	1	1	0,7	0,6
Strecken/Beugen des Handgelenkes ($\geq 20^\circ$) in Richtung Daumen (Speiche)/Handkante (Elle)				
Umfassungsgriff der Hand mit geringer Spannweite (≤ 2 cm)				

Zum Abschluss der Analyse ungünstiger Körperhaltungen ist der niedrigste Multiplikator Po_M auszuwählen, der mit den vorhergesehenen Körperhaltungen und Bewegungen des Ellenbogens, des Handgelenkes und der Hand (Greifart) korrespondiert, um ihn in die Gleichung einzusetzen.

An diesem Punkt muss der Konstrukteur ebenso die Haltungen und Bewegungen der Schultern berücksichtigen (Einzelheiten siehe EN 1005-4, EN ISO 14738).

ANMERKUNG Jede Bewegung der Schulter sollte vermieden werden. Zurzeit stehen keine Daten zur Bestimmung eines spezifischen Po_M für Schultern zur Verfügung: infolgedessen kann Po_M für die Schultern nicht in das OCRA-Berechnungsverfahren aufgenommen werden.

In Anhang B ist näher erklärt, auf welche Weise Haltungen und Bewegungen der oberen Gliedmaßen zu analysieren sind.

5.3.4.1.3 Repetitivitätsmultiplikator (Re_M)

Erfordert die Aufgabe die Ausführung der gleichen Teiltätigkeiten durch die oberen Gliedmaßen während mindestens 50 % der Zykluszeit oder ist die Zykluszeit kürzer als 15 s, so ist der entsprechende Multiplikationsfaktor (Re_M) 0,7. In allen anderen Fällen ist Re_M gleich 1.

5.3.4.1.4 Zusatzfaktormultiplikator (Ad_M)

Die wichtigsten Zusatzfaktoren sind (keine vollständige Aufzählung): Gebrauch von vibrierenden Werkzeugen, Körperhaltungen mit Rückschlag (wie beim Hämmern), die Notwendigkeit hoher Präzision, lokaler Druck auf anatomische Strukturen, Arbeiten bei Kälte, die Handhabungsmöglichkeiten einschränkender Gebrauch von Handschuhen, hohes Arbeitstempo, das ausschließlich durch die Maschine/Anlage bestimmt wird.

Der Multiplikationsfaktor (Ad_M) beträgt 1, wenn für den größten Teil der Dauer einer Arbeitsaufgabe keine vorstehend aufgeführten Zusatzfaktoren gegeben sind. Ansonsten beträgt der Zusatzmultiplikator (Ad_M):

- $Ad_M = 1$, wenn (ein) Zusatzfaktor(en) gleichzeitig für weniger als 25 % der Zykluszeit vorliegt/vorliegen;
- $Ad_M = 0,95$, wenn (ein) Zusatzfaktor(en) gleichzeitig für 1/3 (von 25 % bis zu 50 %) der Zykluszeit vorliegt/vorliegen;
- $Ad_M = 0,90$, wenn (ein) Zusatzfaktor(en) gleichzeitig für 2/3 (von 51 % bis zu 80 %) der Zykluszeit vorliegt/vorliegen;
- $Ad_M = 0,80$, wenn (ein) Zusatzfaktor(en) gleichzeitig für 3/3 (mehr als 80 %) der Zykluszeit vorliegt/vorliegen.

In Anhang G ist erklärt, wie verschiedene Zusatzfaktoren identifiziert und bewertet werden.

5.3.4.1.5 Kraftmultiplikator (Fo_M)

Sind die in Verfahren 1 beschriebenen Kriterien erfüllt, so beträgt der Multiplikator 1.

Werden diese Bedingungen nicht erfüllt, so ist Tabelle 2 zur Bestimmung des dem mittleren Grad der Kraftanstrengung entsprechenden Kraftmultiplikators (Fo_M) als einer Funktion der Zeit zu verwenden.

Der Kraftanteil (obere Zeile) ist als Prozentsatz der isometrischen Maximalkraft (F_b) wie in EN 1005-3:2002, 4.2.1, angegeben.

Wird eine Attrappe zur Risikobeurteilung verwendet, so kann ein aus der Anwendung der CR-10-Borg-Skala gewonnener Wert verwendet werden (zweite Zeile) [8, 9, 15, 18, 36].

$F_{oM} = 0,01$ ist zu verwenden, wenn die Teiltätigkeiten Spitzenwerte von mehr als 50 % F_b erfordern oder auf der CR-10-Borg-Skala während mehr als 10 % der Zykluszeit ein Punktwert von 5 (oder mehr) erreicht wird.

Die Werte in Tabelle 2 können interpoliert werden, falls Zwischenwerte erzielt werden.

In Anhang C ist erklärt, wie der Kraftanteil zu ermitteln ist.

Tabelle 2 — Multiplikator in Relation zum Krafteinsatz (F_{oM})

Kraftanteil in % von F_b	5	10	20	30	40	≥ 50
CR-10 Borg	0,5	1	2	3	4	≥ 5
Punktwert	sehr, sehr schwach	sehr schwach	schwach	mäßig	ein wenig stark	stark/ sehr stark
Kraftmultiplikator (F_{oM})	1	0,85	0,65	0,35	0,2	0,01

5.3.4.1.6 Vorab definierter Wert (Konstante) für den Zeitdauerfaktor (Du_M) der kurzzyklischen Aufgabe und den Erholungsmultiplikator (Rc_M)

Da die in der Gleichung berücksichtigten Multiplikatoren (Du_M und Rc_M) im Allgemeinen nicht direkt durch den Konstrukteur beeinflusst werden können, werden sie hier als spezifische Konstante betrachtet; sie spiegeln eine allgemeine Bedingung wieder:

$Du_M = 1$ (Zeitdauerfaktor der kurzzyklischen Aufgabe(n) von 240 min bis 480 min);

$Rc_M = 0,6$ (bei vorhersehbarem Vorhandensein von 2 Pausen von 10 min und einer Mittagspause bei einer Dauer einer kurzzyklischen Aufgabe von 240 min bis 480 min je Schicht).

Daher: ($Rc_M \times Du_M$) = 0,6.

Zeigt die Risikoanalyse der Maschine, dass das Risiko nicht annehmbar ist, wenn die Gesamtdauer der Aufgabe einen bestimmten Wert überschreitet oder die Erholungszeit kürzer als ein bestimmter Wert ist, muss das in der „Anwenderinformation“, siehe Anhang E, erwähnt werden.

5.3.4.1.7 Analyse der Risikominderung

Zeigt das Ergebnis der Risikobewertung einen nicht annehmbaren Risikograd, so sollte der Konstrukteur ihn durch Optimierung eines oder mehrerer Faktoren mindern:

- Anzahl der benötigten Teiltätigkeiten in einem Arbeitszyklus;
- Zykluszeit;
- ungünstige Körperhaltungen;
- Grad der Kraftanstrengung für die Teiltätigkeiten;
- zusätzliche Faktoren.

Er kann auch den Anwender davon in Kenntnis setzen, dass es möglich ist, das Risiko durch Verringerung der Zeitdauer der Aufgabe, zusätzliche Pausen oder die Einführung einer Rotation zwischen Tätigkeiten zu verringern.

Für Möglichkeiten zur Risikominderung siehe das Beispiel in Anhang F.

5.3.4.2 Abschließende Bewertung nach Verfahren 2

Der *OCRA*-Index (für Arbeiten mit nur einer kurzzyklischen Aufgabe) ergibt sich aus dem Vergleich der vorhersehbaren Handhabungshäufigkeit (*FF*) der zur Ausführung der kurzzyklischen Aufgabe erforderlichen Teiltätigkeiten für jede obere Extremität mit der Referenz-Häufigkeit von Teiltätigkeiten mit Hilfe der Gleichung:

$$OCRA\text{-Index} = \frac{FF}{RF}$$

In Tabelle 3 sind die zugehörigen Werte des *OCRA*-Index zur Risikobeurteilung nach dem 3-Zonen-Bewertungssystem (grün, gelb, rot) und den zu treffenden Maßnahmen angegeben.

Tabelle 3 — Klassifikation des *OCRA*-Index zur Risikobewertung

<i>OCRA</i> -Index	Stufe	Risikobeurteilung
≤ 2,2	Grün	Annehmbar
2,3 bis 3,5	Gelb	Eingeschränkt annehmbar
> 3,5	Rot	Nicht annehmbar

Sind die Bedingungen lediglich ‚Eingeschränkt annehmbar‘, so muss der Konstrukteur:

- die Konstruktion der Maschine und die Bemessung der Arbeitsaufgabe überdenken, um eine annehmbare Bedingung zu erreichen;
- auf Anhang E verweisen, der die Kriterien für Erholungszeiten und die tägliche Zeitdauer der Aufgabe als Grundlage oder Einzelheiten in der Anwenderinformation angibt.

Anhang D enthält Informationen zu den für die Klassifizierung des *OCRA*-Index gewählten Kriterien und den Vorhersagemodellen zur Bestimmung des zu erwartenden Prozentsatzes der von einer oder mehreren arbeitsrelevanten muskulo-skeletalen Erkrankungen der oberen Gliedmaßen (*UL-WMSDs*) betroffenen Personen (*PA*) für einen gegebenen *OCRA*-Index-Wert.

Anhang F bietet ein vollständiges Beispiel für die Anwendung von Verfahren 2.

6 Verifizierung

Für jede Sicherheitsanforderung und/oder Sicherheitsvorkehrung, außer sie ist offensichtlich, ist ein Verifizierungsverfahren festzulegen:

- a) durch Prüfen (z. B. Funktionsprüfung einer neuen Abfolge von Teiltätigkeiten);
- b) durch Messen (z. B. Messen der geforderten Kräfte und Körperhaltungen und bezogen auf die Zeit);
- c) durch Berechnen (z. B. nochmaliges Berechnen des *OCRA*-Index nach Verbesserungen);
- d) durch jedes andere Verifizierungsverfahren, wenn Prüfen und Berechnen nicht hinreichend sind (z. B. durch eine Sichtprüfung).

7 Anwenderinformation

Der Konstrukteur ist durch die Maschinenrichtlinie verpflichtet, die Anwender über alle Gesundheitsrisiken zu informieren, die durch maschinenbezogenen manuelle kurzzyklische Aufgaben vorhersehbar sind. Deshalb sollte der Konstrukteur eine „Anwenderinformation“ vorbereiten, die das Restrisiko beschreibt, das nicht vermieden werden kann, nachdem alles dafür getan wurde, um ein akzeptables Risiko zu erreichen.

Die „Anwenderinformation“ einer Maschine sollte Anweisungen geben, die eine sichere und ordnungsgemäße Verwendungsweise der Maschine sicherstellen. Außerdem sollte sie den Anwender vor allen Restrisiken, die mit der Verwendung der Maschine auftreten können, wenn diese Anweisungen nicht befolgt werden, warnen (EN ISO 12100-2 und CEN-Guide 414). In diesen Festlegungen müssen alle Bedingungen genannt sein, die in der Risikobeurteilung festgelegt sind und durch den Anwender beeinflusst werden können. Sie sollte auch angeben, ob bestimmte Schulungen hinsichtlich der ordnungsgemäßen Verwendungsweise der Maschine benötigt werden.

Die „Anwenderinformation“ sollte auch Informationen zu möglichen Risikofaktoren enthalten, die vorhersehbar sind, aber außerhalb des Aufgabenbereiches des Konstrukteurs liegen, d. h.:

- 1) Zeitdauer und Erholungszeit des Anwenders der Maschine.
Normalerweise hat der Konstrukteur der Maschine keinen Einfluss auf die tatsächliche Dauer der Aufgabe und die Erholungszeit der Anwender der Maschine. Deshalb wird in den Verfahren 1 und 2 dieser Norm eine übliche angewendete Arbeitsorganisation vorausgesetzt, wonach die Dauer einer kurzzyklischen Aufgabe 240 min bis 480 min je Schicht beträgt und zwei (plus die Mittagspause) Pausen von 10 min (je Schicht) zur Verfügung stehen. In Anhang E sind die mit einer anderen Aufgabendauer und Erholungszeiten verbundenen Risiken beschrieben. Der Konstrukteur kann diese Informationen für die „Anwenderinformation“ verwenden. Er sollte auch mögliche Lösungen zur Verringerung des Risikos, wie die Verringerung der Zeitdauer der Aufgabe, das zur Verfügung stellen von zusätzlichen Pausen und das Einführen einer Rotation zwischen Tätigkeiten erwähnen. Ein Beispiel für die Auswirkung von zusätzlichen Pausen wird in Tabelle F.17, Anhang F angegeben. Ein Beispiel für die Einführung einer aus verschiedenen kurzzyklischen Aufgaben bestehenden Rotation zwischen Tätigkeiten mit einer nachfolgenden Risikobeurteilung durch Verfahren 2 wird in Anhang H angegeben.
- 2) Zusätzliche Risikofaktoren.
Abgesehen von den wesentlichen Risikofaktoren, die in Verfahren 2 behandelt werden, könnten zusätzliche Faktoren vorhanden sein, die möglicherweise das Risiko erhöhen. Beispiele für diese zusätzlichen Risikofaktoren sind: Verwendung von vibrierenden Werkzeugen; Gefährdung durch Kälte oder genaues Positionieren eines Teiles oder Gegenstandes. Anhang G beschreibt diese und andere zusätzlichen Faktoren. Diese zusätzlichen Faktoren sollten vom Anwender der Maschine in Betracht gezogen und deshalb in der „Anwenderinformation“ genannt werden.

Anhang A (informativ)

Identifizierung von Teiltätigkeiten

A.1 Allgemeines

Teiltätigkeiten implizieren muskulo-skeletale Aktivitäten der oberen Gliedmaßen. Sie sollten nicht durch eine einzelne Gelenkbewegung, sondern durch eine komplexe Bewegung von einem oder mehreren Gelenken und Körpersegmenten, die zur Ausführung einer einfachen Arbeitsaufgabe erforderlich sind, identifiziert werden [12, 13]. Die in der Industrie allgemein gebräuchlichen Verfahren zur Tätigkeitsanalyse identifizieren die elementaren Bewegungen einer gegebenen Betätigung, um die zur vollständigen Ausführung dieser Betätigung erforderliche Zeit zu ermitteln.

ANMERKUNG Die in der Industrie allgemein gebräuchlichen Verfahren zur Tätigkeitsanalyse identifizieren die elementaren Bewegungen einer gegebenen Betätigung, um die zur vollständigen Ausführung dieser Betätigung erforderliche Zeit zu ermitteln. Die allgemein üblichsten sind [6, 7, 10, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 31, 37, 38, 39, 42, 44, 45].

- Analyse mit einem Zeitmessgerät;
- Systeme vorbestimmter Zeiten (en: Predetermined Time Systems) (PTS) wie: MTA (en: Motion Time Analysis), MTS (en: Motion Time System), WF (en: Work Factor), MTM 1 (en: Motion Time Measurements), MTM 2, MTM 3, MTM V, MTM MEK (en: Motion Time Measurements), MEK, MTM UAS (en: Motion Time Measurements – Universelle Analysier System), MODA PTS (en: Modular Analysis Predetermined Time Systems).

Die Teiltätigkeiten sind den in der Anmerkung aufgezählten Tätigkeitsanalysenverfahren in Betracht gezogenen „Elementen“ sehr ähnlich (wenn auch nicht mit diesen identisch). Daher sind die Teiltätigkeiten von Technikern leichter zu erkennen, da sowohl deren Identifizierung als auch die Tätigkeitsanalysenverfahren auf eine Beschreibung der durch den Operator zum Vollenden eines Arbeitszyklus ausgeführten technischen Bewegungen abzielen. Tabelle A.1 enthält eine Aufzählung der Kriterien für die Definition und Zählung von Teiltätigkeiten.

Tabelle A.1 — Kriterien für die Definition und Zählung von Teiltätigkeiten

Teiltätigkeit	Kriterien für die Definition und Zählung
Bewegen	Bezeichnet den Transport eines Gegenstandes mit den oberen Gliedmaßen zu einem gegebenen Bestimmungsort (ohne zu gehen). Das Bewegen eines Gegenstandes sollte ausschließlich dann als eine Tätigkeit berücksichtigt werden, wenn: — das Gewicht des Gegenstandes mehr als 2 kg (Handzufassungsgriff) oder 1 kg (Fingerzufassungsgriff) (siehe Anhang B) beträgt - und — die obere Extremität eine große Bewegung über eine Entfernung von > 1 m auszuführen hat.
Reichen	Bezeichnet das Verlagern der Hand zu einem vorgegebenen Bestimmungsort Das Reichen eines Gegenstandes sollte ausschließlich dann als eine Tätigkeit berücksichtigt werden, wenn der Gegenstand, wie in EN ISO 14738:2002 angegeben, außerhalb des maximalen Arbeitsbereiches positioniert wird (A2, B2, C2). Das Diagramm zeigt zwei Ansichten des maximalen Arbeitsbereiches (A2, B2, C2) für das Reichen. Die linke Ansicht ist eine Seitenansicht eines sitzenden Menschen, die die maximale Höhe des Arbeitsbereiches (A2) und die maximale Tiefe (C2) darstellt. Die rechte Ansicht ist eine Draufsicht auf den Kopf, die die maximale Breite des Arbeitsbereiches (B2) und die maximale Tiefe (C2) darstellt. Ein Winkel von 60° ist zwischen den Armen eingezeichnet. Maximale Höhe des Arbeitsbereiches (A2): 730 mm Maximale Breite des Arbeitsbereiches (B2): 1 170 mm Maximale Tiefe des Arbeitsbereiches (C2): 415 mm
Greifen/Nehmen	Das Ergreifen eines Gegenstandes mit der Hand oder den Fingern zur Ausführung einer Aktivität oder Aufgabe ist eine Teiltätigkeit. Synonyme: nehmen, halten, erneut greifen, erneut nehmen
Greifen mit einer Hand, erneutes Greifen mit der anderen Hand	Die Tätigkeit des Reichens eines Gegenstandes von einer Hand in die andere ist als zwei getrennte Tätigkeiten zu betrachten: eine für die rechte Hand (Greifen mit einer Hand) und eine für die linke Hand (Greifen mit der anderen Hand).
Positionieren	Das Positionieren eines Gegenstandes oder eines Werkzeuges auf einen vorbestimmten Punkt stellt eine Teiltätigkeit dar. Synonyme: anstellen, neigen, stellen, einrichten, hinstellen; ebenso: neu positionieren, zurückstellen usw.

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Teiltätigkeit	Kriterien für die Definition und Zählung
Hineinstellen, Herausziehen	Die Tätigkeit des Hineinstellens oder Herausziehens ist als Teiltätigkeit zu berücksichtigen, wenn die Anwendung von Kraft erforderlich ist. Synonyme: einführen, extrahieren
Schieben/Ziehen	Diese müssen als Teiltätigkeiten gezählt werden, da sie einen, möglicherweise geringen, Kraftaufwand zur Erzielung eines bestimmten Ergebnisses erfordern. Synonyme: (zer)reißen, drücken
Freigeben, Loslassen	Wird ein Gegenstand, der nicht länger benötigt wird, lediglich durch Öffnen der Hand oder der Finger „losgelassen“, so darf diese Tätigkeit nicht als Teiltätigkeit angesehen werden.
Anstellen	Dieses ist als Tätigkeit anzusehen, wenn das Anstellen eines Werkzeugs das Betätigen eines Drucktasters oder eines Hebels durch Teile der Hand oder einen oder mehrere Finger erfordert. Erfolgt das Anstellen wiederholt, so ist jedes Anstellen als eine Tätigkeit zu berücksichtigen. Synonyme: Drücken eines Tasters, Heben/Senken eines Hebels
Spezifische Tätigkeiten während einer Arbeitsphase	Zusätzlich zu den hier genannten gibt es viele Teiltätigkeiten, die die Bearbeitung eines Teiles/Gegenstandes beschreiben, z. B.: krümmen oder falten biegen oder krümmen, umbiegen pressen, drehen, wenden richten, formen senken, stoßen, schlagen anstreichen (jeder Pinselstrich auf dem zu streichenden Teil ist zu zählen) reiben (jede Reibebewegung auf dem zu reibenden Teil ist zu zählen) schleifen oder polieren (jeder Schleifvorgang auf dem zu schleifenden Teil ist zu zählen) reinigen (jeder Reinigungsvorgang an dem zu reinigenden Teil ist zu zählen) hämmern (jeder einzelne Schlag auf dem zu hämmernden Teil ist zu zählen) werfen, usw. Jede dieser Tätigkeiten muss bei jeder Wiederholung beschrieben und gezählt werden; d. h.: — zweimaliges Drehen = 2 Teiltätigkeiten; — dreimaliges Senken = 3 Teiltätigkeiten; — vier Pinselstriche = 4 Teiltätigkeiten.
Gehen, Sichtprüfung	Diese müssen nicht als Teiltätigkeiten berücksichtigt werden, da keine Aktivität der oberen Gliedmaßen gegeben ist.
Tragen	Bezeichnet das Tragen eines Gegenstandes zu einem gegebenen Bestimmungsort durch Gehen. Das Tragen eines Gegenstandes sollte ausschließlich dann als eine Tätigkeit berücksichtigt werden, wenn: — das Gewicht des Gegenstandes mehr als 2 kg (Handzufassungsgriff) oder 1 kg (Fingerzufassungsgriff), siehe Anhang B, beträgt; und — die obere Extremität eine große Bewegung über eine Entfernung von > 1 m auszuführen hat.
ANMERKUNG Identische Tätigkeiten müssen bei jeder Wiederholung gezählt werden. Es muss daran gedacht werden, dass zur Bestimmung der Betätigungshäufigkeit (Anzahl der Tätigkeiten je Minute) jede einzelne der Teiltätigkeiten, nicht aber ihre Zeitdauer zu zählen ist.	