

Handlungsanleitung

„Carpaltunnel-Syndrom“

zur

**Ermittlung und Beurteilung der Exposition
im Sinne der Wissenschaftlichen Begründung
für die Berufskrankheit
„Druckschädigung des Nervus medianus im Carpaltunnel
(Carpaltunnel-Syndrom) ...“**

für die

**Erarbeitung der PD-Stellungnahme
zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen
bei Verdachtsfällen einer BK-Nr. 2113 „CTS“
(§ 9 Abs. 1 SGB VII)**

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Ziel	2
1. Medizinische Erläuterungen zum Carpaltunnel-Syndrom	3
2. Ursächlich schädigende Einwirkungen (Risikofaktoren)	4
3. Grundsätze der Ermittlung zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen	5
3.1 Expositionsdauer vor Auftreten der Erkrankung	5
3.2 Expositionsdauer pro Tag / pro Woche	5
3.3 Weitere Grundsätze der Ermittlung	6
4. Begriffsbestimmung und Kriterien zur Beurteilung einzeln einwirkender Risikofaktoren	6
4.1 Repetition	6
4.1.1 Silverstein-Kriterien	7
4.1.2 Kilbom-Richtwerte	7
4.1.3 Latko-Skala	8
4.2 Kraftaufwand / Greifarten (Borg CR10-Skala)	8
4.3 Haltungen und Bewegungen des Handgelenks	9
4.4 Hand-Arm-Schwingungen	10
4.5 Weitere zusätzliche Faktoren	10
5. Risikoerhöhung durch Kombinationswirkungen	10
Anhang	12
Literaturangaben	21

Vorwort

Diese DGUV-Handlungsanleitung wurde zur Unterstützung der Bearbeitung von Stellungnahmen zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen der BK-Nr. 2113 „Carpaltunnel-Syndrom“ (CTS) erstellt.

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) hat am 1.5.2009 eine Empfehlung des Ärztlichen Sachverständigenbeirats „Berufskrankheiten“ beim BMAS bekanntgemacht, in die Anlage zur Berufskrankheitenverordnung folgende neue Berufskrankheit aufzunehmen:

„Druckschädigung des Nervus medianus im Carpaltunnel (Carpaltunnel-Syndrom) durch repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Handgelenke, durch erhöhten Kraftaufwand der Hände oder durch Hand-Arm-Schwingungen“

Zum 01.01.2015 wurde das Carpaltunnel-Syndrom in die Liste der Berufskrankheiten (Anlage 1 der Berufskrankheitenverordnung, BKV) unter der Berufskrankheiten-Nummer 2113 (BK-Nr. 2113) aufgenommen.

Die DGUV-Handlungsanleitung basiert auf der Wissenschaftlichen Begründung des Ärztlichen Sachverständigenbeirats „Berufskrankheiten“ beim BMAS und den dazu erfolgten Beratungen in der DGUV Projektgruppe CTS - AG „Arbeitstechnik“. Auf dieser Grundlage wurde eine Checkliste entworfen, die sich im Anhang befindet.

Die Übersicht und die Checkliste werden bei neuen Ergebnissen der Projektgruppe jeweils aktualisiert.

Die Handlungsanleitung ist zur allgemeinen Verwendung durch die Trägerinnen der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland bestimmt. In diesem Zusammenhang wird empfohlen, die Checkliste sowie Literaturangaben und Quellennachweise aus dieser Handlungsanleitung den Stellungnahmen der Präventionsdienste zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen bei Verdachtsfällen der BK-Nr. 2113 „CTS“ als Anlage beizufügen.

Für den UVT-spezifischen Gebrauch der DGUV-Handlungsanleitung werden Ergänzungen und ggf. zusätzliche Erläuterungen anhand branchenspezifischer Beispiele im Anhang als erforderlich erachtet und sind ebenso wie ein Schulungsangebot in Planung.

Außerdem ist mittel- bis längerfristig eine messtechnische Erfassung und Analyse von Belastungsdaten geplant. Die Ergebnisse sollen der Erstellung eines Messwertkatasters zu typischen Belastungsprofilen „CTS“ im Rahmen der OMEGA-Datenbank beim IFA dienen, um die Präventionsdienste der Unfallversicherungsträger bei der Ermittlung und Stellungnahme zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen zu unterstützen und die vorläufige Checkliste zu fundieren.

Ziel

Ziel dieser Handlungsanleitung ist es, Hilfen für die Expositionsermittlung im Rahmen von Stellungnahmen der Präventionsdienste der Unfallversicherungsträger zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen bei der Bearbeitung der BK-Nr. 2113 Carpaltunnel-Syndrom (CTS) zu geben und Empfehlungen für DGUV-einheitliche Beurteilungskriterien zu entwickeln.

1. Medizinische Erläuterungen zum Carpaltunnel-Syndrom

Beim Carpaltunnel-Syndrom (CTS) handelt es sich um ein Beschwerdebild aufgrund einer Schädigung des N. medianus (Mittelnerv). Der Nerv wird dabei in seinem Verlauf durch den Carpaltunnel, dem knöchern und bindegewebig begrenzten, nicht dehnbaren Kanal an der Handwurzel, durch ein Missverhältnis zwischen Raumangebot und Raumbedarf komprimiert und in seiner Funktion beeinträchtigt. Dadurch treten typischerweise vor allem nachts im Bereich der Hand und der Finger (s. schraffierte Fläche in **Abbildung 1**) Missempfindungen wie, Kribbeln oder Taubheitsgefühl und Schmerzen, die gelegentlich bis in die Schulter ausstrahlen, auf. Schließlich kann sich auch eine Muskelschwäche im Daumenballen entwickeln [1, 2].

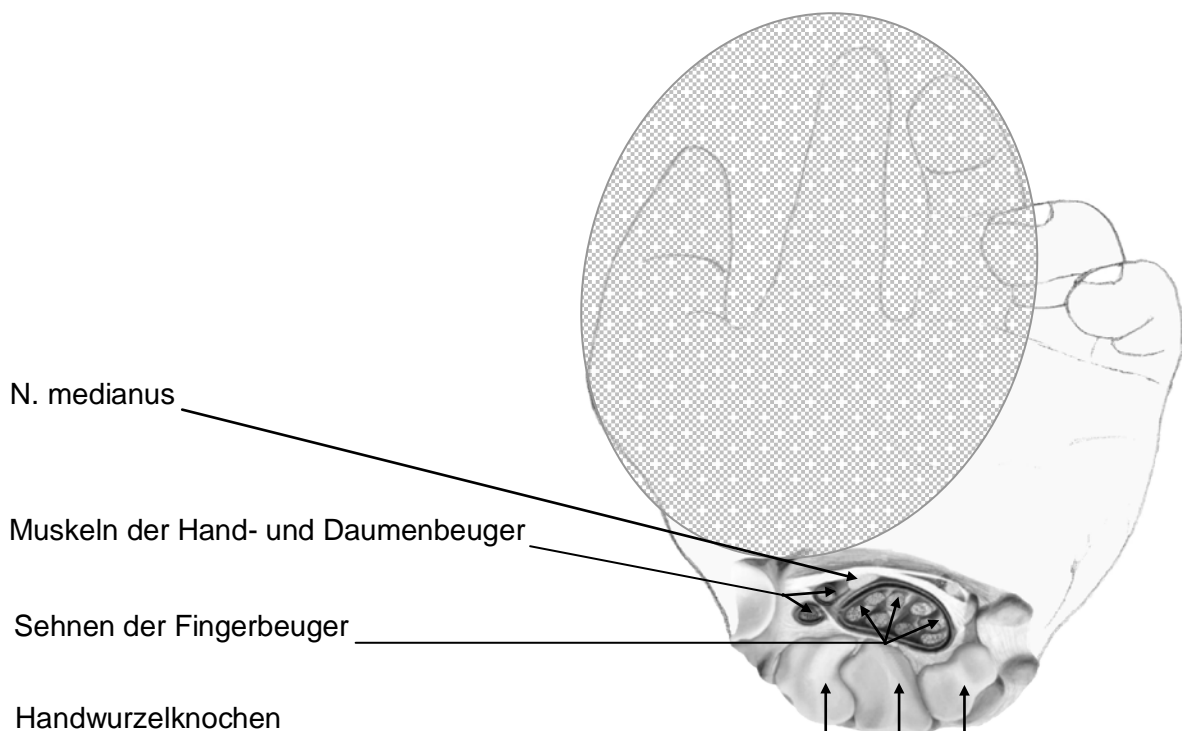


Abbildung 1: Darstellung des Carpaltunnels im Querschnitt (Grafik: IFA)

Mit einer Prävalenz von etwa 10% stellt CTS das häufigste Engpass-Syndrom eines peripheren Nervs dar. Frauen sind wesentlich (3-4mal) häufiger betroffen als Männer, ebenso übergewichtige Personen im Vergleich mit Normalgewichtigen. Das Erkrankungsalter liegt vorwiegend zwischen dem 40. und 70. Lebensjahr, aber auch bei Jugendlichen und in sehr hohem Alter kommt CTS vor. Ursächlich sind konstitutionelle Faktoren oder Schwellungszustände der Sehnenscheiden aufgrund degenerativer, hormoneller, rheumatischer, stoffwechselbedingter Erkrankungen, in der Schwangerschaft, bei Dialysepatienten und Tumorkranken oder durch Überlastung. Ein kausaler Zusammenhang zwischen arbeitsbedingten manuellen Belastungen in unterschiedlichsten Berufen und dem Auftreten eines CTS ist sowohl aus pathophysiologischer als auch epidemiologischer Sicht gesichert [1, 2].

2. Ursächlich schädigende Einwirkungen (Risikofaktoren)

Schädigende Einwirkungen, die zu einer Volumenzunahme mit Druckerhöhung im Carpal tunnel führen, werden durch folgende Charakteristika gekennzeichnet:

- repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Hände im Handgelenk
oder
- erhöhter Kraftaufwand der Hände (kraftvolles Greifen)
oder
- Einwirkung von Hand-Arm-Schwingungen, z. B. durch handgehaltene vibrierende Maschinen (handgeführte Motorsägen, Steinbohrer etc.).

Das CTS-Risiko erhöht sich bei Kombination von zwei oder drei dieser Faktoren. Insbesondere beim Umgang mit handgehaltenen vibrierenden Werkzeugen ist davon auszugehen, dass diese mit Kraftaufwand der Fingerbeuger und mit entsprechenden Zwangshaltungen der Finger und im Handgelenk festgehalten werden müssen, so dass sich hier mehrere Expositionskomponenten überlagern.

Aus den in der Wissenschaftlichen Begründung zitierten Studien und den dort untersuchten Berufen bzw. Tätigkeiten lassen sich folgende Beispiele für typische Belastungsprofile ableiten:

- hochrepetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugen und Strecken des Handgelenks ohne hohen Kraftaufwand;
 - **Beispieltätigkeit:** Sortiervorgänge am Fließband
- repetitive manuelle Tätigkeit mit Beugen und Strecken des Handgelenks und hoher Kraftaufwand bei der Handhabung von Arbeitsgeräten oder Werkstücken;
 - **Beispieltätigkeiten:** Montagetätigkeiten, Polsterer*)
- repetitive manuelle Tätigkeit mit Beugen und Strecken des Handgelenks und hoher Kraftaufwand ohne Handhabung von Arbeitsgeräten oder Werkstücken;
 - **Beispieltätigkeiten:** Masseur*); Polsterer*)
- repetitive manuelle Tätigkeit mit Beugen und Strecken des Handgelenks und hoher Präzisionsanforderung;
 - **Beispieltätigkeiten:** Zahntechniker*), feinmechanische, repetitive Montiertätigkeiten
- Einwirkung von Hand-Arm-Schwingungen über handgehaltene Arbeitsgeräte oder Werkstücke alleine oder auch in Kombination mit den o.g. Belastungsprofilen;
 - **Beispieltätigkeiten:** Forstarbeiter; Steinmetze; Gussputzer; Bauarbeiter

*) ggf. auch mit Einwirkung von Hand-Arm-Vibration

Beispielhaft werden bestimmte Personengruppen benannt, die durch ihre Arbeit einer besonderen Einwirkung zum Entstehen eines CTS in erheblich höherem Maß als die übrige Bevölkerung ausgesetzt sein können:

Fleischverpacker, Fließbandarbeiter in der Automobilindustrie, Forstarbeiter beim Umgang mit Motorsäge, Geflügelverarbeiter, Kassierer im Supermarkt mit Umsetzen von Lasten, Masseur, Polsterer, Steinbohrer etc.

Gemäß systematischer Reviews und Übersichtsarbeiten, die u.a. in der Wissenschaftlichen Begründung herangezogen wurden, konnten bislang für Tätigkeiten am Computer mit PC-Tastatur bzw. Maus keine Risikoerhöhungen für die Entstehung eines CTS nachgewiesen werden [3].

Generell stellen Berufsangaben als pauschale Expositionsbeschreibung eine unsichere Kennzeichnung eines CTS-Risikos dar und daher sind Tätigkeitsmerkmale zusätzlich anzugeben. Beispiele dazu zeigen die Veröffentlichungen von Palmer et al. 2007 [3] sowie van Rijn [4].

3. Grundsätze der Ermittlung zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen

3.1 Expositionsdauer vor Auftreten der Erkrankung

Ausübungsdauer der BK-relevanten, beruflichen Tätigkeiten vor Auftreten der Erkrankung:

Zum zeitlichen Verlauf wird in der Wissenschaftlichen Begründung festgestellt, dass uneinheitliche Angaben aus wissenschaftlichen Studien vorliegen. Überwiegend aber werden kurze Expositionszeiten als ausreichend beschrieben. Ein Kausalzusammenhang ist plausibel, wenn der **Erkrankungsbeginn** in engem, zeitlichen Zusammenhang mit der Exposition steht (z.B. Auftreten im Verlauf eines Jahres, in dem die belastende Tätigkeit ausgeübt wurde).

Ein länger als ein Jahr zurückliegender Beginn der nicht unterbrochenen Ausübung einer belastenden Tätigkeit wird nicht ausgeschlossen. Allerdings wird i.S. der Wissenschaftlichen Begründung eine länger zurückliegende belastende Tätigkeit dann nicht als ursächlich angesehen, wenn zwischenzeitlich **keine** tätigkeitsbedingte Exposition bestand. Für ein solches expositionsfreie Intervall gelten etwa 12 Monate als Orientierungswert. Diese Zeitangabe stellt jedoch kein Abschneidekriterium dar.

3.2 Expositionsdauer pro Tag / pro Woche

Ausübungsdauer der BK-relevanten, beruflichen Tätigkeiten pro Tag/pro Woche:

Die Wissenschaftliche Begründung bezieht sich hierbei auf die Dokumentation zu den HAL TLVs (Hand Activity Level Threshold Limit Values (©American Conference of Governmental Industrial Hygienists)) [5], mit deren Hilfe **einzelne, manuelle Tätigkeiten** mit einer Ausübungsdauer **von 4h oder mehr pro Tag** bezüglich des Risikos für Muskel-Skelett-Erkrankungen der Unterarme und Hände beurteilt werden können.

Darin wird beispielsweise ein erhöhtes Risiko für muskuloskelettale Beschwerden im Handgelenk für

- Handgelenks-Streckungen und Beugungen mit einer Dauer von mehr als **3h/Tag**
 - bzw.
- in Verbindung mit wiederholtem Zugreifen von mehr als **4h/Tag** beschrieben.

Dies würde bei einer 5 Tage-Woche einer Belastungsdauer von mindestens **15 - 20h/Wochen** entsprechen.

3.3 Weitere Grundsätze der Ermittlung

Für die Ermittlung zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen ist daher zunächst unter Berücksichtigung der unter Kapitel 3.1 und 3.2 genannten Kriterien zu klären, für welche Tätigkeiten die Expositionsbestimmung erfolgen muss, ob der Versicherte noch exponiert ist oder ob bei ehemaliger Exposition (unter Beachtung des erkennbaren zeitlichen Zusammenhangs mit dem Erkrankungsbeginn) dieser oder ein vergleichbarer Arbeitsplatz noch existiert oder nicht (vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), im Anhang **S. 12**).

Um einen Einfluss der Beschwerden und möglicher funktioneller Einschränkungen auf die Ermittlungen am Arbeitsplatz zu verhindern, sollten darüber hinaus, die u.g. Grundsätze wenn möglich Beachtung finden:

- Ermittlung möglichst auch an gesunden Beschäftigten (keine Symptome von CTS),
 - die die gleiche(n) repetitive(n) Tätigkeit(en) wie der Erkrankte ausführen,
 - die die gleiche Dominanz der Hände aufweisen (Rechts- oder Links-Händigkeit).
Beachte: CTS verändert die Maximalkraft!

Aus den Ergebnissen für mehrere Probanden, insbesondere für die Punktwerte aus der Latko-Skala und der Borg CR10-Skala [6, 7] (s. auch Kapitel 4.1.3, **S. 10** und 4.2, **S. 9**), sollte ein Mittelwert interpoliert bzw. berechnet und erfasst werden.

- Ermittlung getrennt für beide Hände, nur für die betroffene Hand ggfs. beide Hände
Meist ist die dominante Hand oder aber die höher exponierte Hand betroffen, ggfs. sind auch beide Hände betroffen.

4. Begriffsbestimmung und Kriterien zur Beurteilung einzeln einwirkender Risikofaktoren

Im Anhang findet sich eine Checkliste zur Ermittlung der arbeitstechnischen Voraussetzungen im BK- Feststellungsverfahren CTS. Im Folgenden werden die dort abgefragten Kriterien zur Beurteilung einzeln einwirkender Risikofaktoren unter Bezugnahme auf die Checkliste erläutert.

4.1 Repetition

Repetitive Tätigkeiten sind **Arbeiten mit ständig wiederkehrenden, gleichartigen Hand-, Arm- und/oder Schulter-Bewegungen**, die **mindestens über eine Stunde ohne längere Pausen** ausgeführt werden. Unter Bezug auf die Wissenschaftliche Begründung sind bei vermutetem CTS insbesondere die erkennbare **Beugung und Streckung** im Handgelenk und Kraftausübungen (Zugreifen) der Hände von Bedeutung.

Häufig sind repetitive Tätigkeiten in Arbeitszyklen, die durch die wiederholte Abfolge fundamentaler Arbeitsgänge charakterisiert werden, organisiert; z.B. kann für eine Verpackungstätigkeit am Fließband der Arbeitszyklus als der Vorgang festgelegt werden, der zur Fertigstellung einer Packung und deren Umsetzen auf ein anderes Förderband führt. Dabei stellt dann das wiederholte Ergreifen und Einsortieren der Ware in die Verpackung den fundamentalen Arbeitsgang dar.

Zur Einschätzung der Repetitivität als Risikofaktor sollten möglichst repräsentative Tätigkeitsabschnitte ausgewählt werden. Dies ist bei getakteten Tätigkeiten, die in Arbeitszyklen organisiert sind, am ehesten möglich.

Für die Bewertung der Repetitivität können folgende Verfahren herangezogen und fallweise entsprechend den Anwendungsmöglichkeiten genutzt werden:

4.1.1 Silverstein-Kriterien

Tätigkeiten, die in Arbeitszyklen organisiert sind, können anhand der sog. **Silverstein-Kriterien** [8] (vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), im Anhang **S. 14**; Punkt 1.1a) und Punkt 1.1.b)) als hochrepetitiv identifiziert werden, wenn:

- die Dauer eines Arbeitszyklus mit erkennbarer Beugung und Streckung im Handgelenk **kürzer als 30 s** ist und sich dieser Zyklus somit **mindestens 2 x / Minute** wiederholt, oder
- **mindestens 50% einer längeren Zyklusdauer (> 30 s)** ein fundamentaler Arbeitsgang (ähnliche, vergleichbare Bewegungen) mit erkennbarer Beugung und Streckung im Handgelenk ausgeführt wird.

Beispiel:

Der Zusammenbau eines Elektrogerätes stellt einen Arbeitszyklus dar, der länger als 30 s dauert (z.B. 5 Minuten). Während dieses Arbeitszyklus „Elektrogerät zusammensetzen“ müssen aber über 50% seiner Dauer (hier: > 2,5 Minuten) immer wieder i.S. eines fundamentalen Arbeitsgangs Schrauben eingedreht werden.

Zur Bestimmung der Dauer bzw. der Anzahl Wiederholungen pro Minute eines Arbeitszyklus können z.B. Produktionszahlen hilfreich sein.

4.1.2 Kilbom-Richtwerte

Außerdem können durch Beobachtung oder in Videoaufnahmen Handgelenksbewegungen - hier insbesondere erkennbare **Beugung und Streckung** - aus gezählt werden und mit den bei **Kilbom** genannten Richtwerten für hohe Repetitivität verglichen werden [9, 10] (vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), im Anhang **S. 14**; Punkt 1.2). Hohe Repetitivität liegt vor, wenn **Handgelenksbewegungen** i.S. der **Beugung und Streckung** um einen Mittelwert bzw. eine Ausgangshaltung **mehr als 10mal pro Minute** ausgeführt werden.

Beispiel:

Ein Zahntechniker modelliert einen Zahnersatz. In der linken Hand hält er das Gipsmodell und in der rechten Hand eine Dentalsonde, mit der er Wachs aus einer Dose aufnimmt und auf das Gipsmodell aufträgt. Während dieser beiden Aktionen nimmt die rechte Hand eine gestreckte Haltung ein und die erkennbaren Bewegungen finden um einen Mittelwert in dem Bewegungsbereich der Streckung statt (vgl. den mit – gekennzeichneten Bewegungsbereich in **Abbildung 2**); dabei wird jeweils das Aufnehmen des Wachs und jedes Auftupfen des Wachs auf das Modell als eine Handgelenksbewegung im hier erläuterten Sinn gezählt.

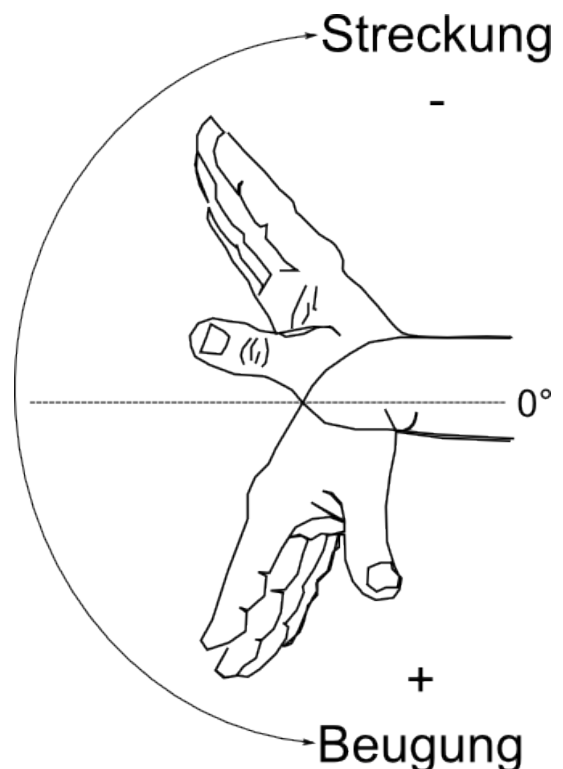


Abbildung 2:
Darstellung der Beugung und Streckung im Handgelenk (Grafik: IFA)

4.1.3 Latko-Skala

Anhand der von **Latko** et al. eingeführten, visuell-analogen Skala zur Einschätzung der Handaktivität kann **die Repetitivität von manuellen Tätigkeiten mit erkennbarer Beugung und Streckung im Handgelenk** unter der Voraussetzung einer **Mindestdauer pro Tag/Schicht von insgesamt 4h** mit einem Punktwert zwischen 0 und 10 kategorisiert werden [6]. Zur Orientierung sind die Punktwerte 0, 2, 4, 6, 8 und 10 mit Beschreibungen repetitiver Tätigkeiten belegt, mit deren Hilfe die Handaktivität, die natürlich auch in einem Zwischenbereich liegen kann, besser einschätzbar werden soll (vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), im Anhang S. 3; Punkt 1.3 und Anlage 1 zu Formblatt 3, **Abbildung 4**, im Anhang S. 14).

Beispiel:

Gilt für eine Tätigkeit, dass langsame, regelmäßige Bewegungen oder Kraftaufwendungen ausgeführt werden, diese aber nur durch seltene Pausen unterbrochen werden, wäre etwa ein Punktwert von 5 zu wählen.

4.2 Kraftaufwand / Greifarten (Borg CR10-Skala)

Der Kraftaufwand muss physiologisch als Anteil in % an der jeweiligen Maximalkraft des arbeitenden Muskels eingeschätzt und beurteilt werden, d.h. alleinige Messungen von aufgewendeten Kräften (absolut in Newton) erfüllen dieses Kriterium nicht. Als wichtiger Einflussfaktor auf die Höhe der Maximalkraft wirkt die Greifart.

So finden sich in der wissenschaftlichen Literatur **Mittelwert-Angaben zur mittleren maximalen Greifkraft** der rechten dominanten Hand für den Umfassungsgriff oder Kraftgriff (KG), s. **Abbildung 3**, bei Männern verschiedenen Alters und unterschiedlicher Berufsgruppen von ca. 350N bis 600N und entsprechend bei Frauen von ca. 200N bis ca. 350N. Dahingegen liegen die Werte mittlerer maximaler Greifkräfte für einen Fingerzufassungsgriff (FZ) der rechten dominanten Hand, s. FZ3 in **Abbildung 3**, für beide Geschlechter bei ca. 50N (zitiert aus [5]), also sieben bis zehnmal niedriger als beim Umfassungs- bzw. Kraftgriff. Demnach ist bei einem gleichen Kraftaufwand von 5N der prozentuale Anteil an der Maximalkraft beim Fingerzufassungsgriff gegenüber dem Umfassungs- oder Kraftgriff bis zu einer Zehnerpotenz größer und stellt damit bei gleicher Belastung von 5N eine wesentlich höhere Beanspruchung dar.

Der tatsächliche Kraftaufwand wird von weiteren Faktoren beeinflusst: Zum einen können hohe Gewichte von gehandhabten Gegenständen oder Präzisionsanforderungen höhere Kräfte erfordern. Zum anderen vermindern einige Faktoren, wie glatte Oberflächen der gehandhabten Gegenstände, notwendige Benutzung von Handschuhen, ungünstige Gelenkstellung im Handgelenk u.ä. die Maximalkraft, die unter diesen bestimmten Arbeitsbedingungen aufgebracht werden kann.

Daher sollte die Tätigkeitsbeschreibung (möglichst mit bildlicher Dokumentation, vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), im Anhang **S. 13**) folgende Aspekte beinhalten und bei der Einschätzung des Kraftaufwands als Prozentsatz der Maximalkraft berücksichtigen:

- Greifart bei der Handhabung von Arbeitsmitteln oder Gegenständen,
- Gewicht, Oberflächenbeschaffenheit, Abmessung gehandhabter Gegenstände,
- Benutzung von Handschuhen,
- Präzisionsanforderungen,
- Gelenkstellung im Handgelenk bei der Handhabung von Arbeitsmitteln oder Gegenständen.

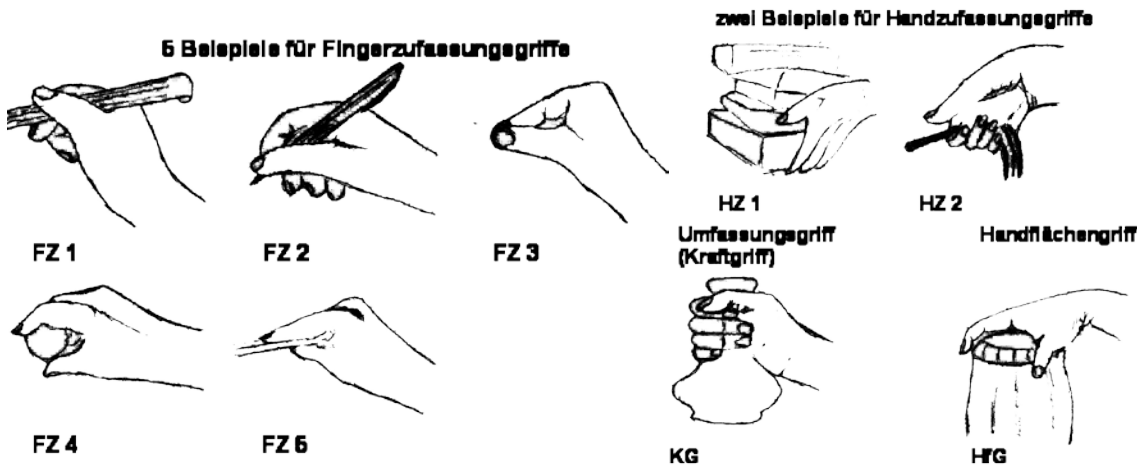


Abbildung 2: Piktogramme Greifarten in Anlehnung an ISO/FDIS 11228-3:2006(E) [11]^{*}

^{*} Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Zur Kategorisierung des Kraftaufwands nach Punktwerten kann unter Beachtung der zuvor genannten Grundsätze die **Borg CR10-Skala** herangezogen werden [7]. Ähnlich wie bei der Latko-Skala sind einzelnen Punktwerten Attribute zugeordnet, um die Kräfteinschätzung auch verbal zu verankern und dadurch zu erleichtern.

Unter Bezug auf die Normung (Anhang C.2 der DIN EN 1005-5) kann ein Zusammenhang zwischen den Punktwerten der Borg CR10-Skala und %MVC-Werten („MVC“ = „Maximal Voluntary Contraction“ = maximale willkürliche Muskelanspannung) hergestellt werden [11,12] (vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), im Anhang S. 3; Punkt 2 und Anlage 1 zu Formblatt 3, **Abbildung 5**, im Anhang **S. 18**).

Anmerkung:

%MVC“ stellt ein aus der Elektromyografie (EMG) gewonnenes Maß des Kraftaufwandes dar. Die im EMG aufgezeichneten Muskelaktivitäten werden auf die maximale willkürliche Muskelanspannung (entsprechend der Maximalkraft) kalibriert und in %MVC angegeben, dem Prozentsatz an der Maximalkraft.

4.3 Haltungen und Bewegungen des Handgelenks

Angaben zur Beobachtung der Haltungen und Bewegungen wurden bereits im Zusammenhang mit der Einschätzung der Repetitivität (s. Kapitel **4.1**, **S. 6**) und des Kraftaufwands (s. Kapitel **4.2**, **S. 8**) gemacht; eine differenziertere Bewegungsanalyse durch Beobachtung alleine kann nicht in vertretbarem Zeitaufwand durchgeführt werden.

Bei regelmäßig wiederkehrenden Haltungen oder Bewegungen ohne erhebliche Varianz sollten daher nach Möglichkeit:

- mindestens eine Fotodokumentation der Ausgangs- und Endstellung von Bewegungen in seitlicher Ansicht zum Bewegungsumfang für die Abschätzung des Haltungswinkels oder
- besser noch eine Videodokumentation der Bewegungsabläufe in entsprechenden Ansichten

im Zusammenhang mit der Tätigkeitsbeschreibung (vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), im Anhang **S. 13**) erfolgen.

Die bildliche Dokumentation sollte sich auf die tätigkeitsprägenden, extremen Handgelenksstellungen konzentrieren.

4.4 Hand-Arm-Schwingungen

Bei der Dokumentation und Beurteilung der Exposition gegenüber Hand-Arm-Schwingungen sind die DIN EN ISO 5349-1 und die LärmVibrationsArbSchV für Hand-Arm-Schwingungen heranzuziehen [13, 14], wobei alle benutzten Gerätetypen zu erfassen und zu berücksichtigen sind. Es ist in Anlehnung an Ermittlungen zur BK Nr. 2104 vorzugehen; ermittelt (geschätzt oder gemessen) wird zunächst der Schwingungsgesamtwert der Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung (Vektorwert) a_{hv} in einzelnen Tätigkeiten (vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), im Anhang **S. 3**), um daraus den energieäquivalenten 8-h-Schwingungsgesamtwert an den mit der Hand in Berührung stehenden vibrierenden Flächen (a_{hv} , 8h oder $A(8)$ Tages-Schwingungsbelastung) zu berechnen. Erst ab einem Wert von $A(8) = 1 \text{ m/s}^2$ (gem. DIN EN ISO 5349-1, Anhang C.2, Anmerkung) gilt diese Vibrationsbelastung als gefährdend und wird notiert. Die Schätzung erfolgt auf der Grundlage der TRLV Vibration bzw. DIN V 45694 und ist zu dokumentieren [15, 16]. Hierzu wird vorzugsweise die Nutzung der vom IFA zur Verfügung gestellten Anamnesesoftware zur BK 2104 empfohlen, insbesondere bei mehreren Tätigkeitsabschnitten mit unterschiedlichen Arbeitsmaschinen. Unter verschiedenen Internet-Links sind außerdem Kennwertrechner in Form eines Excelprogramms nutzbar [17]. Hervorzuheben ist, dass auf diese Art und Weise nur die Exposition an der stärker belasteten Hand ermittelt wird. Der derzeitige Informationsstand lässt keine genaueren Betrachtungen zu. Sollte daher eine Abschätzung auf der Grundlage der vorhandenen Daten, die nur die höhere Belastung erfassen, nicht ausreichend sein, sind ggf. Vibrationsanalysen auf der Grundlage von Messungen durchzuführen.

Als vorläufige Werte zur Orientierung für die Beurteilung langjähriger Vibrationsexpositionen als alleinigem Risikofaktor auch hinsichtlich des Risikos für CTS sollen die Richtwerte der DIN EN ISO 5349-1:2001 herangezogen werden [18] (Anhang C, Diagramm Bild C.1, vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), **Abbildung 6**, im Anhang **S. 21**).

Zur Beurteilung der Hand-Arm-Vibration als Risiko erhöhendem Faktor in Kombination mit Repetition oder Kraftaufwand werden orientierend die Kennwerte (Auslösewert bzw. Expositionsgrenzwert) aus der LärmVibrationsArbSchV für Hand-Arm-Schwingungen zur Kategorisierung verwendet (vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), im Anhang **S. 5**).

4.5 Weitere zusätzliche Faktoren

Weitere ungünstige Einflüsse können in unbestimmtem Maße die Gefährdung durch die genannten Risikofaktoren erhöhen. Dazu zählen z.B. Kälteexposition, lokale Kompression, Materialbeschaffenheit und Geometrie der gehandhabten Gegenstände sowie Tragen von Handschuhen (vgl. Kapitel **4.2, S. 8**). Diese Einflussfaktoren sollten bei der Expositionsermittlung unbedingt dokumentiert und in der arbeitswissenschaftlichen Diskussion zur Gesamtbewertung des Risikos für CTS gewürdigt werden.

5. Risikoerhöhung durch Kombinationswirkungen

Die einzelnen Risikofaktoren verstärken sich in ihrer schädigenden Wirkung bei kombiniertem Vorkommen in den zu untersuchenden Tätigkeiten; diese Risikoerhöhung kann nach Art und Weise additiv oder faktoriell bestehen, jedoch kann das genaue Ausmaß der Interaktion bisher nicht bestimmt werden. Allerdings bedeutet dies, dass auch bei Einwirkung von mehr als einem der in Kapitel **4, S. 6ff** genannten Risikofaktoren (Belastungskombinationen) schon bei geringeren, einzelnen Belastungsintensitäten, das Vorliegen der arbeitstechnischen Voraussetzungen gegeben sein kann.

Von einer kombinierten Belastung ist insbesondere beim Umgang mit handgehaltenen vibrierenden Arbeitsgeräten auszugehen, weil diese im Einsatz durch Kraftaufwand des Hand-Arm-Systems und Zwangshaltungen (u.a. in den Handgelenken) bei gleichzeitiger Schwingungsbelastung geführt werden.

Da zu einer Quantifizierung und einer entsprechenden Ableitung klarer Grenzwerte bisher jedoch wissenschaftliche Erkenntnisse fehlen, wird hier ein semiquantitativer Ansatz einer Kategorisierung der Risikofaktoren in einem Ampelschema (grün, gelb, rot) vorgeschlagen (vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), im Anhang **S. 17**); dabei bedeutet die Kategorie „rot“ für einen der Risikofaktoren Repetition, Kraftaufwand oder Hand-Arm-Vibration das Vorliegen der arbeitstechnischen Voraussetzungen.

Für geringere Belastungen durch einzelne Faktoren, angezeigt durch die Kategorien „grün“ und „gelb“, werden Vorschläge zur zusammenführenden Bewertung gemacht (vgl. Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)), im Anhang **S. 20**); auch hier gilt, dass das Erreichen der Kategorie „rot“ für das Vorliegen der arbeitstechnischen Voraussetzungen spricht.

Anhang

Checkliste „Carpaltunnel-Syndrom“ (§ 9 Abs. 1 SGB VII)

Formblatt 1

Stellungnahme zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen einer „BK-Nr. 2113“ Carpal-Tunnel-Syndrom (§ 9 Abs. 1 SGB VII)	
Allgemeine Angaben	Datum:
AZ:	
Versicherte/r	Name: Geb.-Datum
Betrieb/Mitgliedsnr.	
Ermittlungsanlass	„BK-Nr. 2113“ Carpal-Tunnel-Syndrom (§ 9 Abs.1 SGB VII)
Art der Ermittlung	<input type="checkbox"/> vor Ort <input type="checkbox"/> Aktenlage <input type="checkbox"/> telefonisch
Beteiligte bei der Ermittlung	<input type="checkbox"/> Versicherter <input type="checkbox"/> vor Ort <input type="checkbox"/> telefonisch <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> Betriebsrat <input type="checkbox"/> Betriebsrat nicht vorhanden <input type="checkbox"/> Sicherheitsfachkraft <input type="checkbox"/> Betriebsarzt <input type="checkbox"/> Personalabteilung <input type="checkbox"/> Sonstige: - Kollegen, Vorgesetzte, ...
Beschäftigungsverhältnisse	<input type="checkbox"/> Versicherter ist noch exponiert <input type="checkbox"/> ehemalige Exposition von - bis : <input type="checkbox"/> Arbeitsplatz oder vergleichbarer Arbeitsplatz ist noch vorhanden <input type="checkbox"/> Arbeitsplatz oder vergleichbarer Arbeitsplatz ist nicht mehr vorhanden
Vorsorge	<input type="checkbox"/> Arbeitsmedizinische Vorsorge hat stattgefunden <input type="checkbox"/> Ergebnisse beigefügt
Kommentar	Liegt der erkennbare zeitliche Zusammenhang mit dem Erkrankungsbeginn vor?

Formblatt 2

Az:

<p>Erkrankung: Mitteilung der BK-Sachbearbeitung über medizinische Feststellung liegt vor: CTS-Erkrankungsbeginn: _____ betroffene Hand/Hände <input type="checkbox"/> linke Hand <input type="checkbox"/> rechte Hand</p>	<p>Carpaltunnel-Syndrom „Druckschädigung des Nervus medianus im Carpaltunnel (Carpaltunnel-Syndrom) durch repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Handgelenke, durch erhöhten Kraftaufwand der Hände oder durch Hand-Arm-Schwingungen“</p>	
<p>Nennung und Beschreibung der relevanten Tätigkeiten der Arbeitsschicht*</p>	<p>Fotodokumentation</p>	
<p>Tätigkeit 1</p>	<p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> Videoaufnahmen</p>	
<p>Tätigkeit 2</p>	<p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> Videoaufnahmen</p>	
<p>Tätigkeit 3</p>	<p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> Videoaufnahmen</p>	
<p>Bemerkungen: <input type="checkbox"/> Die linke Hand ist die dominante Hand. <input type="checkbox"/> Die rechte Hand ist die dominante Hand.</p>		

* vgl. Handlungsanleitung **2. Ursächlich schädigende Einwirkungen (Risikofaktoren), S. 1**

- repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Hände im Handgelenk
oder
- erhöhter Kraftaufwand der Hände (kraftvolles Greifen)
oder
- Einwirkung von Hand-Arm-Schwingungen,
z.B. handgehaltene vibrierende Maschinen (handgeführte Motorsägen, Steinbohrer etc.)

Formblatt 3

Az:

Dieses Blatt ist für jede in Formblatt 2 aufgeführte Tätigkeit auszufüllen
(vgl. Handlungsanleitung **3. Grundsätze der Ermittlung zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen, S.2**).

- Die linke Hand ist die CTS-betroffene Hand. Die rechte Hand ist die CTS-betroffene Hand. CTS an beiden Händen

Kriterien zur Beurteilung einzeln einwirkender Belastungen für Tätigkeit__:		Ausübungsdauer/Tag [min]	
		linke Hand	rechte Hand
1	Repetition (vgl. Handlungsanleitung, Kapitel 4.1., S. 3f) mit erkennbarer Beugung und Streckung im Handgelenk		
1.1	Die Arbeit ist in Arbeitszyklen organisiert. (Silverstein-Kriterien, vgl. 4.1.1.)		
1.1 a)*	Die Dauer eines durchschnittlichen Arbeitszyklus ist <30 s bzw. es werden mehr als zwei Arbeitszyklen/min wiederholt.	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
1.1 b)*	Der durchschnittliche Arbeitszyklus dauert länger als 30 s , aber während 50% der Zeit wird ein fundamentaler Arbeitsgang ausgeführt.	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
1.2*	Es werden erkennbare Handgelenksbewegungen in Richtung Beugung und Streckung mehr als 10x pro Minute ausgeführt. (Kilbom-Richtwert, vgl. 4.1.2.)	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
1.3	Tragen Sie den gemäß der Latko Skala geschätzten Punktwert ein. (Nur anwendbar, wenn die Gesamtdauer der beurteilten, repetitiven Tätigkeiten $\geq 4h$ /Schicht beträgt, vgl. 4.1.3.)	___	___
2	Kraftaufwand der Hände (kraftvolles Greifen) (vgl. Handlungsanleitung, Kapitel 4.2, S. 5)		
	Tragen Sie den gemäß der Borg CR10-Skala geschätzten Punktwert ein.	___	___
3	Hand-Arm Schwingungen (vgl. Handlungsanleitung, Kapitel 4.4, S. 6)		
	Tragen Sie den ermittelten (geschätzt oder gemessen) Wert der frequenzbewerteten Schwingungsbelastung ein. Beachten Sie, ob die betroffene und höher exponierte Hand übereinstimmen.	___m/s ²	___m/s ²

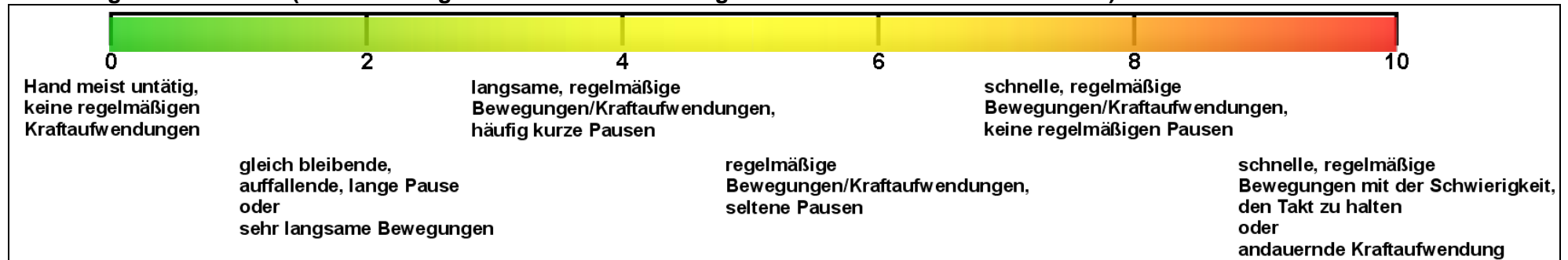
* Je nach Zutreffen der Aussage ja oder nein ankreuzen.

Fortsetzung: **Formblätter 4, 5, 6**

Anlage 1 zu Formblatt 3

Az:

Abbildung 4: Latko-Skala (visuell-analoge Skala zur Einschätzung der Handaktivität nach *Latko et al.*)



Anlage 1 zu Formblatt 3

Abbildung 5: Borg CR10-Skala (Hinweis: Schulung des Anwenders wird vorausgesetzt)

„Borg CR10 Skala: Einschätzung des empfundenen Kraftaufwands“		<=> %MVC [11]
0	gar kein Kraftaufwand	0
0,5	sehr, sehr geringer Kraftaufwand (gerade feststellbar)	5
1	sehr geringer Kraftaufwand	10
2	geringer Kraftaufwand	20
3	mäßiger Kraftaufwand	30
4		40
5	großer Kraftaufwand	50
6		
7	sehr großer Kraftaufwand	
8		
9		
10	sehr, sehr großer Kraftaufwand (beinahe maximal)	
11		
•	absolut maximaler Kraftaufwand	

Az:

Kurzanleitung zur Borg-Skala

Allgemeine Grundsätze:

Ermittlung möglichst auch an gesunden Beschäftigten (keine Symptome von CTS),

- die die gleiche(n) repetitive(n) Tätigkeit(en) wie der Erkrankte ausführen
- die die gleiche Dominanz der Hände aufweisen (Rechts- oder Links-Händigkeit)
Beachte: CTS verändert die Maximalkraft!

Berechnung eines Mittelwerts aus den Ergebnissen für mehrere Probanden
(ggfs. Tätigkeit selbst durchführen)

Ermittlung getrennt für beide Hände

Berücksichtigung der Arbeitsbedingungen, die die Maximalkraft und den Kraftaufwand in der Tätigkeit beeinflussen:

- Greifart bei der Handhabung von Arbeitsmitteln oder Gegenständen
- Gewicht, Oberflächenbeschaffenheit, Abmessung gehandhabter Gegenstände
- Benutzung von Handschuhen
- Präzisionsanforderungen
- Gelenkstellung im Handgelenk bei der Handhabung von Arbeitsmitteln oder Gegenständen

Formblatt 4

Az:

Zusammenfassende Beurteilung der einzelnen Risikofaktoren für die Tätigkeiten T₁ - T_i aus Formblatt 3 einer wochentypischen Arbeitsschicht/Tag

gemäß Formblatt 2 linke Hand rechte Hand

relevante Tätigkeit/Tag	Dauer [min]	Repetition [#]			Kraftaufwand Borg	Hand-Arm-Schwingung	
		Silverstein	Kilbom	Latko ¹			
		1.1 a) Dauer [min]	1.1 b) Dauer [min]	1.2 Dauer [min]	1.3 Punktwert (Latko-Skala)	2 Punktwert (Borg-CR10-Skala)	3 Schwingungsgesamtwert der Effektivwerte frequenzbewerteter Beschleunigung (Vektorbetrag) a _{hv} [m/s ²]
T ₁							
...							
...							
T _i							
Σ T _i							
Zusammenfassung über die Arbeitsschicht/Tag							
Anleitung zur Beurteilung mittels Farbcode**		grün = Σ <2 h/Tag gelb = Σ ≥2 - <4 h rot = Σ ≥4 ->6 h/Tag	rot = Σ ≥ 3 h/Tag	Mittelwert* Farbcode s. Latko Skala	Mittelwert* Farbcode s. Borg-Skala	A(8) Tages-Schwingungsbelastung** grün = 1 m/s ² - <2,5 m/s ² gelb = 2,5 m/s ² - <5 m/s ² rot ≥ 5 m/s ²	

Allgemeiner Hinweis: Die fließenden Übergänge der Farbskalen symbolisieren, dass Zahlenangaben ebenfalls nicht als scharfe Grenzwerte zu verstehen sind.

Die Gesamtbeurteilung der Repetition erfolgt nach dem Kriterium (1.1 -1.3) mit der höchsten Risikoeinstufung.

! Der Punktwert der Latko-Skala kann nur als Kriterium herangezogen werden, wenn die Gesamtdauer der beurteilten, repetitiven Tätigkeiten $\geq 4\text{h/Schicht}$ beträgt!

* zeitgewichteter Mittelwert =
$$\frac{\sum Pw_i \times D(T_i) + \dots + Pw_n \times D(T_n)}{D(T_1) + \dots + D(T_n)}$$
 mit Pw = Punktwert (Latko- bzw. Borg-CR10-Skala)
 $D(T)$ = Dauer einer Tätigkeit

** Zur Ermittlung von $A(8)$ =
$$\sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{vi}^2 T_i}$$
 wird die IFA-Anamnesesoftware BK 2104 empfohlen (dort Schnellzugang über „fett“ markierte Eingabefelder).

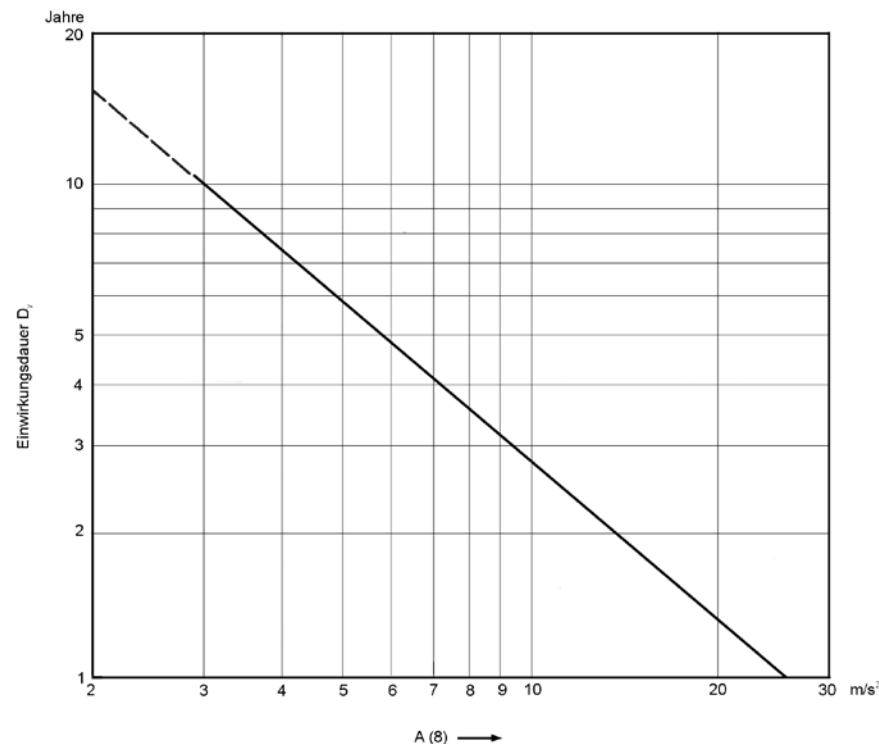
Formblatt 5

Az:

Beurteilung des Risikofaktors Hand-Arm Vibration als alleinigem Risikofaktor bei langjähriger Exposition

Zur Ermittlung von A(8) wird die IFA-Anamnesesoftware BK 2104 empfohlen (dort Schnellzugang über „fett“ markierte Eingabefelder).

Abbildung 6: Hand-Arm-Vibrationen: Richtwerte der DIN EN ISO 5349-1:2001 (Anhang C, Diagramm Bild C.1) als vorläufiger Wert zur Orientierung für die Beurteilung langjähriger Vibrationsexpositionen hinsichtlich des Risikos für CTS*



D _y in Jahren	1	2	4	8
A (8) in m/s ²	26	14	7	3,7

Eine Interpolation für Expositionsbedingungen mit Werten, die zwischen den oben angegeben liegen, ist zulässig. Für diesen Zweck kann die folgende Beziehung verwendet werden:

$$\frac{D_y}{\text{Jahren}} = 31,8 \left[\frac{A(8)}{\text{m/s}^2} \right]^{-1,06}$$

A (8) Tages-Schwingungsbelastung (energieäquivalenter 8-h-Schwingungsgesamtwert an einer mit der Hand in Berührung stehenden Fläche)

D_y die auf eine Personengruppe bezogene über einen längeren Lebensabschnitt gemittelte Expositionszeit in Jahren

Schwingungsbelastung, bei der in einer Gruppe schwingungsbelasteter Personen das Auftreten von VVS in 10% der Fälle zu erwarten ist. Werte, die einen oberhalb der Geraden liegenden Punkt ergeben, sprechen für das Vorliegen der arbeitstechnischen Voraussetzungen

* Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Formblatt 6

Az:

**Zusammenfassende Beurteilung für die Tätigkeiten T₁ - T_i einer wochentypischen Arbeitsschicht/Tag
bezüglich der arbeitstechnischen Voraussetzungen**

grün, grün, grün
grün, grün, gelb
gelb, gelb, grün
gelb, gelb, gelb
grün, grün, rot
grün, gelb, rot
gelb, gelb, rot
gelb, rot, rot
rot, rot, rot

Die Einschätzung rot für einen der drei Risikofaktoren spricht für das Vorliegen der arbeitstechnischen Voraussetzungen; je stärker der Rot-Bereich ausgeprägt ist, desto mehr deutet auf das Vorliegen der arbeitstechnischen Voraussetzungen hin.

Bei Entscheidungen in Grenzfällen sollten folgende Aspekte einbezogen werden und ggfs. zur Einschätzung in die höhere Farbkategorie führen:

In welchem Bereich einer Farbkategorie liegen die angegebenen Werte und welche Tendenz läßt sich dadurch erkennen?

Liegen weitere zusätzliche Faktoren, z.B. Kälteexposition, lokale Kompression, ungünstige Materialbeschaffenheit oder Geometrie der gehandhabten Gegenstände, Tragen von Handschuhen (vgl. Handlungsanleitung Kapitel **4.5**, **S. 6**), vor?

- Kälteexposition.....
- lokale Kompression.....
- ungünstige Materialbeschaffenheit.....
- Geometrie der gehandhabten Gegenstände.....
- erforderliches Tragen von Handschuhen.....
- Präzisionsanforderungen.....
-
-

Literaturangaben

- [1] Wissenschaftliche Begründung für die Berufskrankheit „Druckschädigung des Nervus medianus im Carpal tunnel (Carpaltunnel-Syndrom) durch repetitive manuelle Tätigkeiten mit Beugung und Streckung der Handgelenke, durch erhöhten Kraftaufwand der Hände oder durch Hand-Arm-Schwingungen“, Ärztlicher Sachverständigenbeirat „Berufskrankheiten“ beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Nr. 27, GMBI 2009, BMAS, S. 573-581
- [2] Diagnostik und Therapie des Karpaltunnelsyndroms
Leitlinien der Dt. Ges. f. Handchirurgie, Dt. Ges. für Neurochirurgie, Dt. Ges. f. Neurologie, Dt. Ges. für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie unter Beteiligung der Dt. Ges. für Unfallchirurgie, Dt. Ges. f. Klinische Neurophysiologie und Funktionelle Bildung, Dt. Ges. f. Plastische, Rekonstruktive und Ästhetische Chirurgie
AWMF-Leitlinien-Register Nr. 005/003, Entwicklungsstufe: 3 + IDA, in Überarbeitung,
<http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II/005-003l.htm>
Zugriff am 15.09.2010
- [3] Palmer; K.T.; Harris, E.C.; Coggon, D.: Carpal tunnel syndrome and its relation to occupation: a systematic review. Occupational Medicine 57 (2007), S. 57-66
- [4] van Rijn, R.M.; Huisstede, B.M.A.; Koes, B.W.; Burdorf, A.: Associations between work-related factors and the carpal tunnel syndrome – a systematic review. Scand J Work Environ Health 35 (2009), S. 19-36
- [5] Hand Activity Level TLVs © American Conference of Governmental Industrial Hygienists
- [6] Latko, W.; Armstrong, T.J.; Foulke, J.A.; et al.: Development and Evaluation of an Observational, Method for Assessing Repetition in Hand Tasks. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 58(1997), S. 278-285
- [7] Borg, G.: Borg's perceived exertion and pain scales. 1. Aufl. Human Kinetics, Champaign 1998
- [8] Silverstein, B. A.; Fine, L. J. & Armstrong, T. J.: Occupational factors and carpal tunnel syndrome. American Journal of Industrial Medicine 11 (1987), S. 343-358
- [9] Kilbom, Å.: Repetitive work of the upper extremity: Part I - Guidelines for the practitioner. International Journal of Industrial Ergonomics 14 (1994), S. 51-57
- [10] Kilbom, Å.: Repetitive work of the upper extremity: Part II - The scientific basis (knowledge base) for the guide. International Journal of Industrial Ergonomics 14 (1994), S. 59-86
- [11] ISO 11228-3:2007-04: Ergonomie - Manuelle Handhabung – Teil 3: Handhabung geringer Lasten bei hohen Bewegungsfrequenzen (Ergonomics - Manual handling - Part 3: Handling of low loads at high frequency), Beuth Verlag, Berlin - www.beuth.de
- [12] DIN EN 1005-5:2007-05: Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Teil 5: Risikobeurteilung für kurzzyklische Tätigkeiten bei hohen Handhabungsfrequenzen; Deutsche Fassung EN 1005-5:2007
- [13] DIN EN ISO 5349-1:2001: Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Beuth Verlag, Berlin - www.beuth.de

- [14] Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I, Nr. 8, S. 261-296. (LärmVibrationsArbSchV)(ausgegeben zu Bonn am 8. März 2007)
- [15] Technische Regel Vibration (TRLV Vibrationen) vom 10. März 2010. GMBI. (2010), Nr. 14 - 15, S. 271 ff, (www.baua.de/trlv)
- [16] DIN V 45694: Mechanische Schwingungen – Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen unter Heranziehung von Angaben der Maschinenhersteller. Deutsche Fassung des CR 15350:2006. Berlin: Beuth 2006
- [17] Links zur Excel-Anwendung
IFA-Kennwertrechner Hand-Arm-Vibrationen:
http://www.dguv.de/ifa/de/pra/softwa/kennwertrechner/vibration_calculator.xls
oder bei LAS Potsdam:
http://bb.osha.de/de/gfx/good_practice/gefaehrdungskategorien.php
oder
http://bb.osha.de/docs/GKV_calculator.xls
(dort bei "Ganzkörper-Vibration" den Link nutzen:
"Hand-Arm-Schwingungs-Belastungs-Rechner (Excel-Datei)")
- [18] Nilsson, T.; Hagberg, M.; Burström, L. & Lundström, R.: Prevalence and odds ratios of numbness and carpal tunnel syndrome in different exposure categories of platers. Hand-Arm Vibration (1990), S. 235-239

Weitere Informationen

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Dr.-med. Ulrike Hoehne-Hückstädt

Alte Heerstr. 111

53757 Sankt Augustin

Tel.: 02241 231 2633

E-Mail: ulrike.hoehne-hueckstaedt@dguv.de

www.dguv.de/ifa

Bilderquelle: Beuth Verlag, IFA

Gestaltung: IFA, Referat 4.3 Arbeitswissenschaft - Ergonomie, Sankt Augustin

06/2016