

Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations- Arbeitsschutzverordnung	TRLV Vibrationen	Teil 3: Vibrationsschutz- maßnahmen
--	-----------------------------	--

Die Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV Vibrationen) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Vibrationen wieder.

Sie werden vom **Ausschuss für Betriebssicherheit** unter Beteiligung des Ausschusses für Arbeitsmedizin ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Diese TRLV Vibrationen, Teil 3 „Vibrationsschutzmaßnahmen“, konkretisiert im Rahmen ihres Anwendungsbereichs Anforderungen der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung und der Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffsbestimmungen
- 3 Ableitung von Vibrationsschutzmaßnahmen
- 4 Literaturhinweise

Anlage

- Tabelle 1 Allgemeines Vorgehen
- Tabelle 2 Orientierungshilfe zur Auswahl von Schutzmaßnahmen bei Ganzkörper-Vibrationen
- Tabelle 3 Orientierungshilfe zur Auswahl von Schutzmaßnahmen bei Hand-Arm-Vibrationen
- Tabelle 4 Muster für eine Liste möglicher Schutzmaßnahmen

1 Anwendungsbereich

(1) Die TRLV Vibrationen, Teil 3 „Vibrationsschutzmaßnahmen“, beschreibt das Vorgehen bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik, wie es in der LärmVibrationsArbSchV gefordert ist. Die Dokumentation der Schutzmaßnahmen ist Teil der Gefährdungsbeurteilung (siehe auch TRLV Vibrationen, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen“). Ganzkörper-Vibrationen und Hand-Arm-Vibrationen sind getrennt zu betrachten.

(2) Unabhängig von den in dieser TRLV beschriebenen Vorgehensweisen sind von dem Arbeitgeber die Beschäftigten oder ihre Interessenvertretung, sofern diese vorhanden ist, aufgrund der einschlägigen Vorschriften zu beteiligen.

2 Begriffsbestimmungen

In dieser TRLV sind die Begriffe so verwendet, wie sie im Teil „Allgemeines“ der TRLV Vibrationen definiert sind.

3 Ableitung von Vibrationsschutzmaßnahmen

Ausgangspunkt sind die in der Gefährdungsbeurteilung identifizierten Hauptvibrationsquellen und die von ihnen ausgehende Belastung (TRLV Vibrationen, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen“). Abbildung 1 beinhaltet ein Ablaufschema aller folgenden Schritte und die Tabelle 1 in der Anlage des Dokuments enthält einige Fragen, die in diesem Zusammenhang wichtig sind. In Abhängigkeit vom Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$ sind folgende drei Fälle nach dem Ampelmodell zu unterscheiden.

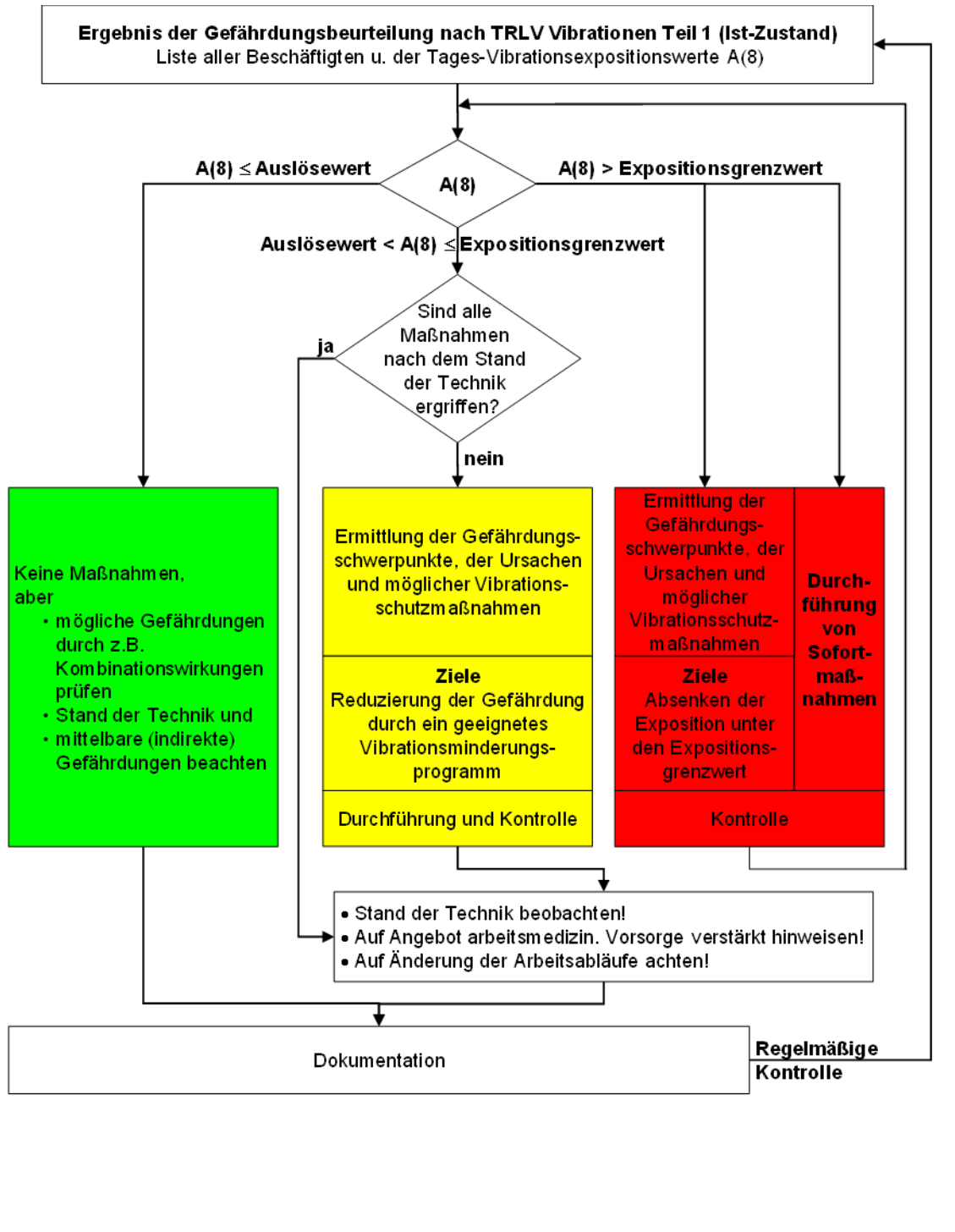


Abb. 1 Ablaufplan zur Auswahl und Durchführung von Schutzmaßnahmen

3.1 Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung

3.1.1 Fall A: $A(8) > \text{Expositionsgrenzwert}$ (roter Bereich)

Falls Expositionsgrenzwerte überschritten werden, müssen unverzüglich Sofortmaßnahmen ergriffen werden. Eine genaue Ursachenermittlung (Abschnitt 3.2) und die weitere Planung von Schutzmaßnahmen (Abschnitt 3.3) müssen dazu parallel erfolgen. Es ist zu kontrollieren, ob das Ziel erreicht wird, die Exposition unter den Expositionsgrenzwert abzusenken.

3.1.2 Fall B: Auslösewert $< A(8) \leq$ Expositionsgrenzwert (gelber Bereich)

(1) Befindet sich der Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$ zwischen den Auslöse- und Expositionsgrenzwerten, wird aus den zusammengetragenen möglichen Vibrationschutzmaßnahmen ein schlüssiger Plan entworfen – das so genannte Vibrationsminderungsprogramm (Abschnitt 3.5). Darin sind zweckmäßigerweise Verantwortlichkeiten und Termine festzulegen und zu dokumentieren. Es umfasst alle betrieblichen Maßnahmen, die zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung durch Vibrationen getroffen werden.

(2) Falls alle Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik ergriffen worden sind, müssen keine weiteren Maßnahmen getroffen werden. Sollten Beschäftigte aber auf Dauer in diesem Bereich Vibrationen ausgesetzt sein, sind Gefährdungen wahrscheinlich und es ist so zu verfahren, wie im Abschnitt 3.5.2 beschrieben.

3.1.3 Fall C: $A(8) \leq$ Auslösewert (grüner Bereich)

Falls der Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$ die Auslösewerte unterschreitet, werden Maßnahmen nach der LärmVibrationsArbSchV nur in zwei Fällen ergriffen:

1. Gesundheitsgefährdende Wechsel- und Kombinationswirkungen (z. B. Kälte, ungünstige Körperhaltungen) erfordern weitere Maßnahmen des Arbeitsschutzes.
2. Beim Vorliegen mittelbarer Gefährdungen durch Vibrationsexpositionen, wie sie in TRLV Vibrationen, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen“, beschrieben sind.

§ 4 ArbSchG bleibt hiervon unberührt.

3.1.4 Schutzmaßnahmen allgemein

(1) In allen Fällen, in denen die Beurteilung der Vibrationsexposition ergeben hat, dass Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind, wird zunächst eine Liste der Expositionsschnitte nach Art, Ausmaß und Dauer der Vibrationsexposition erstellt.

(2) Dann wird eine weitere Liste von möglichen Schutzmaßnahmen aufgestellt (Tabelle 4 der Anlage).

(3) In einem weiteren Schritt werden je nach Höhe der Exposition Ziele für Schutzmaßnahmen formuliert (Abschnitt 3.3.1). Um diese zu erreichen, werden geeignete Maßnahmen des Arbeitsschutzes ausgewählt und in die Zielvorgaben aufgenommen. Die Maßnahmen werden mit Terminen und Verantwortlichkeiten versehen und dokumentiert sowie später dann ihr Erfolg kontrolliert.

(4) Danach ist eine Überprüfung der Schutzmaßnahmen bei Änderungen des Arbeitsablaufs nötig, etwa wenn

- Arbeitsmittel neu beschafft werden,
- Arbeitsverfahren neu eingeführt oder umgestaltet werden,
- die Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung sich aufgrund der Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Vorsorge als notwendig erweist.

3.2 Ursachenanalyse

(1) Die Analyse der Ursachen und Auswirkungen von Vibrationen baut auf der Gefährdungsbeurteilung auf. Die tägliche Exposition lässt sich meist in Expositionsabschnitte mit unterschiedlicher Gefährdung unterteilen. Diese Teilexpositionen entstehen durch die Benutzung unterschiedlicher Geräte oder durch unterschiedliche Einsatzbedingungen und Belastungszustände. Anhand einer Liste der Expositionsabschnitte (Teilexpositionen) lassen sich die Gefährdungsschwerpunkte nach Art, Ausmaß und Dauer erkennen, wenn diese nach ihrem Anteil an der Gesamtexposition geordnet werden.

(2) Wenn die Gefährdungsschwerpunkte bekannt sind, werden in einem nächsten Schritt bereits eingeleitete sowie weitere mögliche Schutzmaßnahmen aufgelistet. In den Tabellen 2 und 3 der Anlage sind beispielhaft Fragen aufgeführt, die auf Ursachen von Vibrationsbelastungen abzielen, verbunden mit Beispielen für entsprechende Schutzmaßnahmen. Die Maßnahmen sind daraufhin zu überprüfen,

- welchen Minderungserfolg sie versprechen (wenn möglich als erwartete Absenkung des $A(8)$),
- wie schnell sie sich umsetzen lassen,
- welcher Aufwand mit ihrer Umsetzung verbunden ist,
- welcher Art (technisch, organisatorisch) sie sind und
- für wie viele Beschäftigte sich die Gefährdungssituation verbessert.

(3) Ein Muster für die Liste der möglichen Schutzmaßnahmen befindet sich in Tabelle 4 der Anlage. Die Antworten auf diese Fragen werden je nach Arbeitsbedingungen unterschiedlich ausfallen.

Beide Aufstellungen bilden die Grundlage der folgenden Schritte.

3.3 Beschreibung des zu erreichenden Ziels der Vibrationsschutzmaßnahmen

Zur Formulierung des Ziels der Vibrationsschutzmaßnahmen und zu ihrer Durchführung enthält Tabelle 1 der Anlage einen Fragenkatalog, der diese Schritte unterstützt.

3.3.1 Formulierung der Ziele

(1) Die LärmVibrationsArbSchV sieht je nach Höhe der Exposition die folgenden Ziele für Vibrationsschutzmaßnahmen vor:

- **wenn $A(8) > \text{Expositionsgrenzwert (roter Bereich)}$:**
Unterschreiten des Expositionsgrenzwertes durch Sofortmaßnahmen
- **wenn $\text{Auslösewert} < A(8) \leq \text{Expositionsgrenzwert (gelber Bereich)}$:**
Reduzierung der Gefährdung im Ergebnis eines Vibrationsminderungsprogramms (siehe Abschnitt 3.5)
- **wenn $A(8) \leq \text{Auslösewert (grüner Bereich)}$:**
keine oder keine weiteren Maßnahmen erforderlich, aber
 - weitere Maßnahmen beim Vorliegen von gesundheitsgefährdenden Wechsel- und Kombinationswirkungen (z. B. Kälte, ungünstige Körperhaltungen),

- falls mittelbare Gefährdungen vorliegen, sind diese durch geeignete Schutzmaßnahmen zu verringern.

(2) Bei der Festlegung der Ziele kommt dem Stand der Technik eine besondere Bedeutung zu. Maßnahmen zur Minderung der Gefährdung durch Vibrationen enthalten beispielhaft die Tabellen 2 und 3 der Anlage.

3.3.2 Auswahl der Maßnahmen

(1) Wenn die Ziele formuliert sind, werden anhand der Liste der Gefährdungsschwerpunkte und der möglichen Schutzmaßnahmen (Tabellen 2 und 3 der Anlage) konkrete Maßnahmen ausgewählt. Für ein Vibrationsminderungsprogramm sind diese zweckmäßigerweise mit Zeitplänen für ihre Durchführung und Kontrolle zu versehen (Abschnitt 3.3.3 und Tabelle 4 der Anlage).

(2) Bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen ist Folgendes zu beachten:

- Die Gefährdung durch Vibrationen ist gemäß § 4 ArbSchG und § 10 LärmVibrationsArbSchV vorrangig durch Schutzmaßnahmen an der Quelle der Vibrationen zu reduzieren.
- Technische Maßnahmen werden vor allem durch den Vergleich mit dem Stand der Technik identifiziert, etwa die Möglichkeit des Einsetzens neuer Arbeitsmittel oder Nachrüstung vorhandener Arbeitsmittel. Technische Maßnahmen zur Nachrüstung von Arbeitsmitteln sind z. B. Austausch der Haltegriffe, Nachrüstung mit geeigneten Schwingsitzen oder Einbau von Dämmmatten.
- Den nach Art, Ausmaß und Dauer größten Expositionen (Gefährdungsschwerpunkten) wird durch Maßnahmen mit großem Minderungserfolg zuerst begegnet.
- Technische Maßnahmen haben die Priorität vor organisatorischen Maßnahmen.
- Kollektive Maßnahmen haben gemäß § 4 ArbSchG Vorrang vor individuellen.
- Wenn Sofortmaßnahmen die Exposition unter die Expositionsgrenzwerte absenken sollen, haben Maßnahmen, die sich schnell durchführen lassen, eine höhere Priorität.
- Es ist zu überprüfen, ob sich Arbeitsverfahren durch solche ersetzen lassen, die nicht oder nur in geringem Umfang mit Vibrationsbelastungen verbunden sind.
- Leicht umsetzbare Maßnahmen sind in jedem Fall durchzuführen (Einkaufspolitik, Wartung, Kontrolle der Betriebsbedingungen).

3.3.3 Durchführung und Kontrolle

Zeitpläne mit klar benannten Verantwortlichen und Erfolgskriterien, wie für ein Vibrationsminderungsprogramm nach bewährter Praxis üblich, sind auch in allen anderen Fällen zweckmäßig, um die Durchführung der Maßnahmen sicherzustellen. Der Erfolg der Maßnahmen ist zu überprüfen und das Ablaufschema in Abbildung 1 gegebenenfalls noch einmal durchlaufen.

3.4 Substitution

(1) Kann die Arbeitsaufgabe mit verschiedenen Arbeitsmitteln oder Arbeitsverfahren durchgeführt werden, hat das Arbeitsmittel bzw. das Arbeitsverfahren Vorrang, das die geringere Vibrationsbelastung verursacht. Das Ergebnis der Substitutionsprüfung ist in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung festzuhalten.

(2) Dabei sind nicht nur Art, Ausmaß und tägliche Dauer der Vibrationen zu berücksichtigen, sondern auch die Gesamtdauer der Verwendung des Arbeitsmittels bzw. -verfahrens, das zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe erforderlich ist. Eine leistungsärmere Maschine erzeugt beispielsweise bei gleichen Ankopplungskräften zwar einen geringeren Momentanwert, die Gesamtexpositionsdauer steigt jedoch oft so an, dass die Gesamtbelastung höher wird.

(3) Beispiele sind bereits im Abschnitt 4.3 der TRLV Vibrationen, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen“, aufgeführt.

3.5 Vibrationsminderungsprogramm

(1) Das Vibrationsminderungsprogramm hat das Ziel, die Exposition der Beschäftigten durch Vibrationen soweit zu reduzieren, dass der Stand der Technik erreicht ist oder die Tages-Vibrationsexpositionswerte unterhalb der Auslösewerte liegen. Dabei ist sicherzustellen, dass die Tages-Vibrationsexpositionswerte A(8) nicht die Expositionsgrenzwerte überschreiten.

(2) Es ist möglich, dass Tages-Vibrationsexpositionswerte A(8) auch auf lange Sicht über den Auslösewerten liegen, obwohl alle Schutzmaßnahmen getroffen worden sind. In diesem Fall ist regelmäßig zu überprüfen, ob der Stand der Technik nicht eine Verringerung der Gefährdung ermöglicht. Diese Überprüfung ist mindestens alle zwei Jahre durchzuführen. Im Rahmen der Unterweisung ist in diesen Fällen verstärkt auf das Angebot der arbeitsmedizinischen Vorsorge aufmerksam zu machen.

(3) Anhand der Aufstellungen für die Gefährdungsschwerpunkte und der möglichen Schutzmaßnahmen aus den Tabellen 2 und 3 der Anlage sind anhand der Kriterien in Abschnitt 3.3.2 diejenigen Maßnahmen auszuwählen, die zum Erreichen des Ziels nötig sind.

(4) Das Vibrationsminderungsprogramm enthält zweckmäßigerweise zu jeder ausgewählten Maßnahme einen Zeitplan zur Umsetzung. Darin stehen neben Fristen für die Umsetzung die dafür Verantwortlichen, die Kriterien für Ergebniskontrollen und Kontrolltermine. Es umfasst somit die betrieblichen Maßnahmen des Arbeitsschutzes, die zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung durch Vibrationen getroffen werden.

(5) Wenn die Zielvorgaben Angaben für die Minderung der Tages-Vibrationsexpositionswerte A(8) vorsehen, geschieht die Erfolgskontrolle durch statistisch gesicherte Ermittlung oder durch fachkundige Messungen.

(6) Um den Erfolg des Vibrationsminderungsprogramms zu erhöhen, bindet der Arbeitgeber die Beschäftigten eng in dessen Umsetzung ein.

(7) Wird bei den Wirksamkeitskontrollen festgestellt, dass die angestrebten Ziele nicht erreicht worden sind, werden weitere Schutzmaßnahmen in das Vibrationsminderungsprogramm aufgenommen. Dabei ist die Ermittlung der Gefährdungsschwerpunkte und unter Umständen auch die Gefährdungsbeurteilung an die geänderten Bedingungen anzupassen.

3.6 Verfügbarkeit und Wirksamkeit von persönlichen Schutzausrüstungen

Persönliche Schutzausrüstungen sind in der Rangfolge das letzte Mittel, das als Schutz gegen Gefährdungen am Arbeitsplatz eingesetzt werden kann. Sie sind nur dann als langfristige Schutzmaßnahme in Erwägung zu ziehen, wenn alle anderen Möglichkeiten ausgeschöpft worden sind.

3.6.1 Vibrations-Schutzhandschuhe

(1) Vibrations-Schutzhandschuhe, die auch mit der Bezeichnung „Antivibrations-Schutzhandschuhe“ verkauft werden, tragen das CE-Kennzeichen. Das sind z. B. Handschuhe, die die Anforderungen der DIN EN ISO 10819:2013-12 erfüllen.

(2) Die o. g. Prüfnorm gestattet keine Aussagen über die Reduzierung der Gefährdung bei der Verwendung in der Praxis. Daher sind die Schutzeigenschaften der Vibrations-Schutzhandschuhe gemäß § 2 Absatz 1 der PSA-Benutzungsverordnung (PSA-BV) separat zu beurteilen.

(3) Bei Frequenzen unterhalb von 150 Hz (9 000 U/min.) bieten Vibrations-Schutzhandschuhe keine signifikante Risikoverringerung. Für die meisten kraftbetriebenen Handwerkzeuge bedeutet dies, dass die Reduzierung der frequenzbewerteten Beschleunigung durch Vibrations-Schutzhandschuhe vernachlässigt werden kann. Bei Werkzeugen, die mit hohen Drehzahlen arbeiten (oder Vibrationen in hohen Frequenzen produzieren) und mit einem nicht zu festen Griff gehalten werden, kann mit Vibrations-Schutzhandschuhen eventuell eine gewisse Verringerung der Vibrationsgefährdung erzielt werden. Als alleinige Schutzmaßnahme bei Hand-Arm-Vibrationen reichen Vibrations-Schutzhandschuhe nicht aus.

3.6.2 Vibrations-Schutzschuhe

In bisher durchgeführten Untersuchungen konnte keine Vibrationsminderung für übliche Vibrationen am Arbeitsplatz durch Schuhunterbau und Schuhsohle festgestellt werden. Die Prüfstelle für Schutzschuhe bestätigt nur die „schockabsorbierende“ Wirkung der Absätze.

3.7 Schutz vor Kälte

(1) Eine niedrige Körpertemperatur erhöht das Risiko von kalten und steifen Fingern sowie allgemeiner Unterkühlung, verbunden mit einer höheren muskulären Steifigkeit aufgrund geringerer Durchblutung. Bei kalter und feuchter Witterung mindert bei Arbeiten im Freien eine wärmende und vor Nässe schützende Kleidung die Auskühlung. Handschuhe und weitere Kleidungsstücke sind auf ihren Sitz und ihre Wirksamkeit, den Körper und die Hände in der Arbeitsumgebung warm und trocken zu halten, zu prüfen.

(2) Bei Temperaturen von mindestens 17 °C an Arbeitsplätzen in Arbeitsräumen ist im Allgemeinen keine Spezialkleidung erforderlich. Es gilt, Maschinen zu vermeiden, die die Hände frieren lassen, z. B. Maschinen mit Stahlgehäuse oder pneumatische Werkzeuge, deren Abluft über die Hände des Bedieners streicht. Für Arbeiten im Freien gibt es Maschinen, so u. a. Kettensägen, mit heizbaren Griffen für warme Hände.

4 Literaturhinweise

- [1] DIN V 45695:1996: Hand-Arm-Schwingungen – Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen – Technische und organisatorische Maßnahmen (CR 1030-1:1995 + CR 1030-2:1995). Beuth Verlag, Berlin
- [2] DIN V 45696-1:2006: Ganzkörper-Schwingungen - Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen – Teil 1: Technische Maßnahmen durch die Gestaltung von Maschinen (CEN/TR 15172-1:2005). Beuth Verlag, Berlin
- [3] DIN V 45696-2:2006: Ganzkörper-Schwingungen – Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen – Teil 2: Organisatorische Maßnahmen am Arbeitsplatz (CEN/TR 15172-1:2005). Beuth Verlag, Berlin
- [4] Handbuch Ganzkörper-Vibration: A 219, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Bonn, Juli 2007
- [5] Handbuch Hand-Arm-Vibration: A 220, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Bonn, August 2007
- [6] VDI 3831:2012: Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen

Anlage

Tab. 1 Allgemeines Vorgehen

(Die Reihenfolge der Fragen orientiert sich am Ablaufplan zur Auswahl und Durchführung von Schutzmaßnahmen)

Fragen zu Gefährdungen	Erläuterungen zu Gefährdungen	Beispiele für Maßnahmen (technisch – t, organisatorisch – o, persönlich – p)
Können Arbeitsverfahren mit Vibrationsbelastung durch andere ohne oder mit geringerer Vibrationsbelastung ersetzt werden?	Durch den Einsatz alternativer Arbeitsverfahren kann die Vibrationseinwirkung vermieden oder zumindest deutlich gemindert werden (Substitution).	<ul style="list-style-type: none"> – Einsatz eines Transportbandes anstatt Transport mit Flurförderzeugen (t) – Produktion gratfreier Gussteile (t)
Entsprechen die Arbeitsmittel (Fahrzeuge, Anlagen, Maschinen oder Geräte) dem aktuellen Stand der Technik?	Wenn alle Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik ergriffen worden sind, und die Expositionsgrenzwerte unterschritten werden, brauchen keine weiteren Schutzmaßnahmen ergriffen werden. (Abb. 1)	<ul style="list-style-type: none"> – Stand der Technik abfragen (z. B. bei Lieferanten, Herstellern oder Verbänden) – Möglichkeiten der Nachrüstung oder Neuanschaffung prüfen (t) – Stand der Technik beim Einkauf festschreiben (o)
Welche Maßnahme verspricht den größten Vibrationsminderungserfolg? Wie groß ist er?	Bei der Planung der zu treffenden Maßnahmen ist darauf zu achten, dass zuerst solche getroffen werden, die den größten Minderungserfolg versprechen. Es empfiehlt sich, die zu erwartenden Erfolge abzuschätzen. Stellt sich hierbei heraus, dass ggf. weitere Maßnahmen erforderlich sind, können diese bei der Planung bereits berücksichtigt werden.	<ul style="list-style-type: none"> – Ordnen der Maßnahmen Reihenfolge nach ihrem voraussichtlichen Minderungserfolg – Machbarkeitsprüfung – Wenn möglich, Minderungseffekt auf die A(8)-Werte beziffern – bei gleichwertigen Maßnahmen: technisch vor organisatorisch vor persönlich, kollektiv vor individuell
Welche Schritte sind im Einzelnen zu veranlassen? Bis wann sollen alle Maßnahmen umgesetzt sein? Wann werden Zwischenergebnisse erwartet? Wer ist für welchen Schritt verantwortlich?	Bei der Durchführung von Schutzmaßnahmen ist es wichtig, realistische Zeitpläne aufzustellen, Verantwortliche zu benennen und Kriterien für (Zwischen-) Ergebnisse festzuschreiben.	<ul style="list-style-type: none"> – Zeitplan für die zu treffenden Maßnahmen festlegen – Verantwortlichkeiten festlegen – Kriterien für die Überprüfung festlegen
Wurden die Maßnahmen korrekt durchgeführt? Sind die vorausgesagten Minderungen erreicht worden? Werden Auslöse- bzw. Grenzwerte unterschritten? Muss ggf. nachgebessert werden?	Anhand des Zeitplans und seiner Kriterien ist der Erfolg der Schutzmaßnahmen zu überprüfen . Unter Umständen müssen dann weitere Maßnahmen ergriffen werden.	<ul style="list-style-type: none"> – Kriterien der (Zwischen-) Ergebnisse überprüfen – Gegebenenfalls weitere Maßnahmen ergreifen

Tab. 2 Orientierungshilfe zur Auswahl von Schutzmaßnahmen bei Ganzkörper-Vibrationen

Fragen	Erläuterungen	Beispiele für Maßnahmen (technisch – t, organisatorisch – o, persönlich – p)
Können Arbeitsverfahren mit Vibrationsbelastung durch andere ersetzt werden?	Durch den Einsatz alternativer Arbeitsverfahren kann die Vibrationseinwirkung vermieden oder zumindest gemindert werden (Substitution).	– Einsatz eines Transportbandes anstatt des Transportes mit Flurförderzeugen (t)
Gibt es Absätze, Löcher oder Ausbrüche in der Fahrbahn? Sind die Fahrbahnverhältnisse insgesamt holprig?	Beim Fahren über Ausbrüche (z. B. im Bereich von Türen und Dehnungsfugen) sowie Löcher und Absätze entstehen Vibrationsspitzen. Auch kleinere Unebenheiten führen zu Stößen auf das Fahrzeug und damit auch zu insgesamt höheren Vibrationsexpositionen.	– Einebnen oder Ausbessern der Fahrbahn (t) – Wartung und Reinigung der Fahrbahn, insbesondere im Bereich von Türen, Toren und Dehnungsfugen (t, o) – Geschwindigkeitsbegrenzung (o) – Schulung der Beschäftigten in angepasster Fahrweise (o)
Ist die Federung des Sitzes geeignet? Erfüllt der Fahrzeugsitz die maschinenspezifische Sitzprüfnorm? (Ist ein auf das Fahrzeug abgestimmtes Feder-Dämpfer-System vorhanden und gibt es eine automatische Gewichtseinstellung?)	Sitze tragen oft maßgeblich zur Vibrationsminderung bei. Wichtig sind die richtige Federung und Gewichtseinstellung: - Gute Staplersitze können die Vibrationen um mehr als 50 % mindern. - Schlechte Sitze können aber auch die Vibrationen verstärken. - Stöße werden von einem Polstersitz kaum gedämpft. - Eine automatische Gewichtseinstellung wirkt Fehleinstellungen und damit dem möglichen Verlust der Dämpfung entgegen.	– Nachrüstung oder Neubeschaffung (t) – Informationen verschiedener Hersteller einholen. Der Sitz sollte mit der Bereifung, der Fahrwerks- und Kabinenfederung zusammen auf den Untergrund abgestimmt werden. – Geeignete Dämpfung auswählen (z. B. horizontales Feder-Dämpfer-System nachrüsten) – Auf (automatische) Gewichtseinstellung achten
Werden die Fahrzeuge und Sitze regelmäßig gewartet?	Im Laufe der Zeit verschleiben Lager und Dämpfer verlieren ihre Funktion. Hierdurch können sich die einwirkenden Vibrationsexpositionen erhöhen.	– Wartungsprogramm für die Fahrzeuge und Sitze aufstellen (o) – Einbeziehen der Beschäftigten (Defekte erkennen und melden) (o) – Defekte Fahrzeugteile und Sitze ausbessern oder ersetzen (t)
Sind die Beschäftigten geschult in - angemessener Fahrweise - richtiger Sitzeinstellung - Sitzwartung?	Durch schnelles und aggressives Fahren ergeben sich deutlich höhere Vibrationen als durch ruhiges und angemessenes Fahren. Durch falsche Gewichtseinstellung und fehlende Wartung des Sitzes kann er seine Dämpfung verlieren.	– Schulung der Beschäftigten hinsichtlich (o) - umsichtigen Fahrens - der richtigen Einstellung der Fahrersitze - des Erkennens und Meldens von Sitzverschleiß und Defekten

Fragen	Erläuterungen	Beispiele für Maßnahmen (technisch – t, organisatorisch – o, persönlich – p)
Können die Fahrdauern reduziert werden?	Die Höhe des Tages-Vibrationsexpositionswertes A(8) wird durch die Höhe der einwirkenden Vibrationen und durch die Einwirkungsdauer bestimmt.	<ul style="list-style-type: none"> – Arbeitsorganisation prüfen (o) – Regelung für Fahrdauern aufstellen (o) – Fahrdauern reduzieren (o) – Beschäftigte informieren (o)
Sind die Reifen auf den Untergrund abgestimmt, und wie ist ihr Zustand?	Wie die Sitzfederung, so kann auch die Bereifung Vibrationsexpositionen erhöhen (z. B. Vollgummireifen auf holperigen Außenanlagen) oder vermindern.	<ul style="list-style-type: none"> – Informationen über Reifenarten einholen: Die Bereifung sollte mit dem Sitz, der Fahrwerks- und Kabinenfederung zusammen auf den Untergrund abgestimmt werden. (o) – Wartung (Reifendruck, Verschleiß ...) (o) – Richtige Reifen verwenden (t)
Muss der Beschäftigte sich oft verdrehen? Hat er schlechte Sicht?	Verdrehte Körperhaltung kann das Risiko für Gesundheitsschäden durch Vibrationsexpositionen erhöhen. Deshalb sollte auf gute Sicht und eine ergonomische Gestaltung der Arbeitsumgebung geachtet werden.	<ul style="list-style-type: none"> – Neuinstallation des Sitzes, sodass freie Sicht und Zugang zu den Bedienelementen gewährleistet ist (t) – Neubeschaffung von Fahrzeugen mit drehbarer Fahrerkabine (t) – Einteilung der Fahrstrecke, sodass Rangierfahrten oder Rückwärtsfahrten weitgehend vermieden werden (o)
Werden die Wahrnehmung und die Leistungsfähigkeit der Beschäftigten durch Vibrationen so beeinträchtigt, dass mittelbar Gefährdungen entstehen?	Mittelbare Gefährdungen gehen von Gebäudeschwingungen aus, die oberhalb der Anhaltswerte aus Tabelle 1 der TRLV Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen“, liegen. So können zum Beispiel Unfälle entstehen, weil durch Vibrationen Anzeigen nicht richtig abgelesen werden können.	<ul style="list-style-type: none"> – Schwingungsisolierung der Maschinen, die für die Gebäudeschwingungen verantwortlich sind (t) – Schwingungsminderung der betroffenen Arbeitsplätze (t)
Haben die Beschäftigten vibrationsfreie Pausen?	Vibrationsfreie Pausen entlasten die Muskulatur und reduzieren Zwangshaltungen.	<ul style="list-style-type: none"> – Arbeitsorganisation prüfen (o) – Beschäftigte informieren (o) – Beschäftigte achten selbst auf die Gestaltung der Arbeitsabläufe (p)
Werden den Beschäftigten Maßnahmen zur Gesundheitsförderung, insbesondere zur Stärkung der körperlichen Fitness angeboten?	Eine gut ausgebildete Muskulatur reduziert das Risiko von Gelenkschäden und Schäden an der Wirbelsäule.	<ul style="list-style-type: none"> – Beschäftigte informieren (o) – Maßnahmen zur Gesundheitsförderung veranlassen (o) – Beschäftigte nehmen Angebote zur Gesundheitsförderung wahr (p) – Beschäftigte trainieren selbstständig in ihrer Freizeit (p)

Tab. 3 Orientierungshilfe zur Auswahl von Schutzmaßnahmen bei Hand-Arm-Vibrationen

Fragen	Erläuterungen	Beispiele für Maßnahmen (technisch – t, organisatorisch – o, persönlich – p)
Können Arbeitsprozesse mit Vibrationsbelastung durch andere Arbeitsverfahren ersetzt werden?	Durch den Einsatz alternativer Arbeitsverfahren oder Methoden kann die Vibrationseinwirkung vermieden oder zumindest gemindert werden (Substitution).	<ul style="list-style-type: none"> – Produktion gratfreier Gussteile, so dass Entgraten mit Schleifmaschinen oder Meißelhämmern entfällt (t) – Klebe- oder Schweißverbindungen statt Nietverbindungen (t)
Können vibrierende Arbeitsmittel durch vibrationsarme Maschinen oder Arbeitsgeräte ersetzt werden?	Auch bei gleichen Arbeitsverfahren kann durch den Einsatz von Maschinen/Arbeitsmitteln mit verändertem Funktionsbetrieb oder besseren Dämpfungssystemen die Vibrationsemission erheblich reduziert werden (Substitution).	<ul style="list-style-type: none"> – Bohrhämmer mit pneumatischem Schlagmechanismus erzeugen geringere Vibrationen als Schlagbohrmaschinen. Kernbohrmaschinen mit Diamantkronen erzeugen noch wesentlich geringere Vibrationen. (t) – Aufbruch- und Schlaghämmer mit vibrationsgedämpftem Schlagwerk und/oder elastisch gelagerten Handgriffen (t)
Können Einsatzwerkzeuge oder Verbrauchsmittel durch vibrationsreduzierende ersetzt werden?	Die sorgfältige Auswahl von Verbrauchsstoffen oder Werkzeugzubehör kann einen Einfluss auf die Schwingungsexposition haben. Einige Hersteller liefern Zubehörteile, die so konstruiert sind, dass sie die Vibrationen verringern.	<ul style="list-style-type: none"> – Durch besondere Formgebung, Materialeigenschaften oder präzise Herstellung kann z. B. mit Bohrern, Meißeln, Sägeblättern oder Schleifscheiben die Vibration reduziert werden. (t) – Bei Verwendung von herstellerfremdem Zubehör ist die Zustimmung der Hersteller einzuholen. (t)
Gibt es Anbauteile, die die Einwirkung der Vibration auf den Bediener reduzieren können?	Einspannvorrichtungen oder Antivibrationsgriffe und ähnliche Hilfsmittel mit vibrationsdämpfenden Befestigungen können dazu beitragen, dass vibrierende Oberflächen nicht mehr gehalten werden müssen oder die Vibrationsübertragung reduziert wird.	<ul style="list-style-type: none"> – Antivibrationsgriffe können Schwingungen verringern, doch die falsche Auswahl dieser Art von Griffen kann in der Praxis die auf die Hand übertragenen Schwingungen erhöhen; verwenden Sie aus diesem Grund bitte nur Griffen, denen der Arbeitsmittelhersteller zugestimmt hat. (t)
Wird das richtige Arbeitsmittel und dazu passende Einsatzwerkzeuge für die Arbeitsaufgabe eingesetzt?	Unvorhergesehen hohe Belastungen können entstehen, wenn mit einem Arbeitsmittel oder einem Werkzeug ein Werkstoff bearbeitet wird, für den es nicht ausgelegt ist, z. B. kann durch Verwendung einer nicht leistungsgerechten Maschine oder eines ungeeigneten Einsatzwerkzeuges die Expositionszeit zu lang werden.	<ul style="list-style-type: none"> – Beachtung der Betriebsanleitung der Hersteller und Schulung der Beschäftigten (o)

Fragen	Erläuterungen	Beispiele für Maßnahmen (technisch – t, organisatorisch – o, persönlich – p)
Entsprechen die Betriebsbedingungen des Arbeitsmittels den Herstellerangaben?	Wenn z. B. pneumatisch betriebene Arbeitsmittel nicht mit dem richtigen Betriebsdruck betrieben werden, können unvorhergesehene hohe Belastungen auftreten.	<ul style="list-style-type: none"> – Kontroll- und Einstellmöglichkeiten schaffen, z. B. Anbringung von einstellbaren Druckminderern (t) – Beachtung der Betriebsanleitung der Hersteller und Schulung der Beschäftigten (o)
Können durch regelmäßige Kontrolle der Einsatzwerkzeuge oder Verbrauchsmittel die Vibrationen reduziert werden?	Stumpfe oder verschlissene Einsatzwerkzeuge führen oft zu einer erhöhten Vibration und zusätzlichem Kraftaufwand oder einer Verlängerung der Expositionsdauer.	<ul style="list-style-type: none"> – Kontrolle und Schärfen oder Ersatz von z. B. Bohrern, Sägeblättern, Trennscheiben usw. (t, o) – Schulung der Beschäftigten und Beachtung der Betriebsanleitung der Hersteller (o)
Werden die Arbeitsmittel regelmäßig gewartet?	Durch ein Wartungsprogramm können Betriebsbedingungen, Zustand der Werkzeuge und der Dämpfer überprüft werden. Unvorhergesehene hohe Belastungen werden so vermieden.	<p>Regelmäßige Instandhaltung und Wartung, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Schmieren sämtlicher beweglicher Teile nach Herstellerempfehlung (t) – Ersetzen der abgenutzten Teile (t) – Prüfen, ob eine Unwucht vorliegt und Durchführung der notwendigen Korrekturen (t) – Ersetzen der vibrationsdämpfenden Befestigungen und gefederten Griffe, bevor sie in ihrer Wirkung nachlassen (t) – Überprüfen der Schwingungsdämpfer, Lager und Getriebe und Austauschen der defekten Teile (t)

Fragen	Erläuterungen	Beispiele für Maßnahmen (technisch – t, organisatorisch – o, persönlich – p)
Kann die Vibrationsübertragung durch geringere Ankopplungskräfte reduziert werden?	Verringert man die Greif- bzw. Andruckkräfte, die von der Hand ausgeübt werden, verringern sich auch die in das Hand-Arm-System des Nutzers eintretenden Vibrationen.	<ul style="list-style-type: none"> – Vermeidung von Arbeiten, bei denen das Maschinengewicht aufgefangen und eine Vorschubkraft aufgebracht werden muss (Überkopparbeiten) (o) – Zugentlastungen (auch Gewichtsausgleicher genannt) und Positionierer können eingesetzt werden, um für vibrierende Werkzeuge wie schwere Bohrgeräte, Schleifmaschinen, Dreh-schrauber, Nagelpistolen (in einigen Fällen) und pneumatische Meißelhämmer die Ankopplungskräfte zu reduzieren. (t) – Ergonomische Gestaltung der Greiffläche ermöglicht dem Bediener, beim Halten und Steuern des Werkzeugs geringere Greifkraft einzusetzen. (t) – Geringeres Gewicht des Arbeitsmittels und der erforderlichen Vorschubkraft. (t, o)
Können Einflüsse, die die Vibrationsbelastung verstärken, reduziert werden?	Wenn der Beschäftigte gleichzeitig anderen schädlichen Einflüssen ausgesetzt ist, z. B. ungünstigen Einflüssen wie Kälte, Nässe, Abgase aber auch die auf das Muskel-Skelett-System wirkenden Einflüssen, wie z. B. ungünstige Körperhaltung oder hoher Kraftaufwand, kann sich die Beanspruchung (z. B. die Durchblutung, Gelenkkkräfte) verstärken.	<ul style="list-style-type: none"> – Verlagern des Einsatzortes aus dem Feucht- od. Kältebereich (o) – Einsatz von Handschuhen zum Schutz vor Kälte (p) – Es sollten Maschinen vermieden werden, die die Hände frieren lassen, wie Maschinen mit Stahlgehäuse oder pneumatische Werkzeuge, deren Abluft über die Hände des Bedieners streicht. (t) – Für Arbeiten im Freien gibt es Maschinen mit heizbaren Griffen für warme Hände, wie Kettensägen. (t) – Schulung der Beschäftigten (o)
Kann die Expositionszeit reduziert werden?	Die Arbeitspläne sind so zu gestalten, dass die Expositionsdauer für den einzelnen Beschäftigten gegenüber lang andauernden und wiederkehrenden Schwingungen vermieden wird.	<ul style="list-style-type: none"> – Geeignete Kennzeichnung von Maschinen hinsichtlich der Vibrationsbelastung (o) – Begrenzung der Einsatzdauern der Maschinen (o) – Regelungen zur Aufteilung der Aufgaben unter mehreren Beschäftigten (o) – Schulung der Beschäftigten (o)

Fragen	Erläuterungen	Beispiele für Maßnahmen (technisch – t, organisatorisch – o, persönlich – p)
Können elastische Griffüberzüge verwendet werden?	Versieht man vibrierende Griffe mit einem Überzug aus Gummi oder anderen elastischen Materialien, erhöht dies möglicherweise den Komfort und verringert die Übertragung von Kälte.	<ul style="list-style-type: none"> – Die Verringerung der Vibrationen ist dabei nur sehr gering. – Wenn elastische Materialien nicht sorgfältig ausgesucht werden, können sie die Vibrationen bei bestimmten Frequenzen verstärken und somit die Vibrationsexposition erhöhen. (t)
Können Vibrations-Schutzhandschuhe eingesetzt werden?	Bei Werkzeugen, die mit hohen Drehzahlen (oberhalb von 9 000 U/min (150 Hz)) arbeiten und mit einem nicht zu festem Griff gehalten werden, kann mit Vibrations-Schutzhandschuhen evtl. eine gewisse Verringerung der Schwingungsgefährdung erzielt werden. Da sich diese Risikoverringerung jedoch nicht einfach quantifizieren lässt, sollte man sich als Schutz vor Hand-Arm-Vibration nicht auf Handschuhe verlassen.	<ul style="list-style-type: none"> – Anwendung von Vibrations-Schutzhandschuhen bei Arbeitsaufgaben, für die kein anderer Vibrationsschutz zur Verfügung steht, z. B. bei Arbeiten, bei denen ein Werkstück mit den Händen am Schleifbock gehalten wird (p)
Haben die Beschäftigten vibrationsfreie Pausen?	Vibrationsfreie Pausen reduzieren z. B. Durchblutungsstörungen und entlasten die Muskulatur.	<ul style="list-style-type: none"> – Arbeitsorganisation prüfen (o) – Beschäftigte informieren (o) – Beschäftigte achten selbst auf die Gestaltung der Arbeitsabläufe (p)
Werden den Beschäftigten Maßnahmen zur Gesundheitsförderung, insbesondere zur Stärkung der körperlichen Fitness angeboten?	Eine gut ausgebildete Muskulatur reduziert das Risiko von Gelenkschäden.	<ul style="list-style-type: none"> - Beschäftigte informieren (o) - Maßnahmen zur Gesundheitsförderung veranlassen (o) - Beschäftigte nehmen Angebote zur Gesundheitsförderung wahr (p) - Beschäftigte trainieren selbständig in ihrer Freizeit (p)

Tab. 4 Muster für eine Liste möglicher Schutzmaßnahmen

Schutzmaßnahme	Gefährdungsschwerpunkt	Minderungserfolg	Umsetzungsfrist	Aufwand	Art	Anzahl Geschützter
Beschreibung der möglichen Schutzmaßnahme	Gefährdungsschwerpunkte, die mit dieser Schutzmaßnahme gemindert werden können	Wahrscheinlicher Minderungserfolg. Nach Möglichkeit sollte die erwartete Verringerung des A(8) angegeben werden.	Wie schnell ist die Maßnahme durchzuführen?	Welcher Aufwand ist mit der Schutzmaßnahme verbunden?	Ist die Schutzmaßnahme technisch, organisatorisch oder persönlich?	Wie viele Beschäftigte profitieren von der Maßnahme?
Schutzmaßnahme Nr. 1	...					
Schutzmaßnahme Nr. 2	...					
...						