

DIN EN 17558

ICS 13.180; 13.340.01

Einsprüche bis 2020-12-09

Entwurf**Ergonomie –
Ergonomie von PSA-Ensembles;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17558:2020**

Ergonomics –
Ergonomics of PPE ensembles;
German and English version prEN 17558:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-10-09 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nps@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 120 Seiten

DIN-Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS)
DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17558:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Sonderausschuss NA 075 BR-04 SO „Ergonomie von PSA-Systemen“ im DIN-Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 9920	siehe	DIN EN ISO 9920
ISO 10551	siehe	DIN EN ISO 10551
ISO 14738:2002	siehe	DIN EN ISO 14738:2009-07

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 9920, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Abschätzung der Wärmeisolation und des Verdunstungswiderstandes einer Bekleidungskombination*

DIN EN ISO 10551, *Ergonomie des Umgebungsklimas — Subjektive Bewertungsskalen für die Beurteilung der physikalischen Umgebung*

DIN EN ISO 14738:2009-07, *Sicherheit von Maschinen — Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen (ISO 14738:2002 + Cor. 1:2003 + Cor. 2:2005); Deutsche Fassung EN ISO 14738:2008*

Titel de: Ergonomie — Ergonomie von PSA-Ensembles

Titel en: Ergonomics — Ergonomics of PPE ensembles

Titel fr:

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Ergonomieprüfung	8
5 Prüfensemble	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Vergleichsprüfung	9
5.3 Benchmark-Prüfung	11
6 Prüfpersonen	13
6.1 Auswahl der Prüfpersonen	13
6.2 Ausscheiden einer Prüfperson	13
7 Statistische Prüfung	14
8 Leistungsprüfung und -anforderungen	14
8.1 Allgemeines	14
8.2 Beweglichkeit	14
8.3 Normales und gesamtes Gesichtsfeld	14
8.4 Manuelle Geschicklichkeit	14
8.5 Hörvermögen (Schalldämmung)	15
8.6 Wärmebelastung	15
8.7 Allgemeine Präferenz (Vergleichsprüfung)	16
9 Praktische Leistungsprüfung	16
10 Prüfbericht	16
Anhang A (informativ) Versuchsgestaltung und statistische Prüfungen	17
A.1 Allgemeines	17
A.2 Einsatz von Prüfpersonen als Kontrollen (Wiederholungsprüfung)	17
A.3 Ausgewogene Versuchsgestaltung	17
A.4 Statistische Prüfungen — Anzahl der Prüfpersonen	18
A.5 Auswahl der Prüfpersonen	22
A.6 Andere Faktoren	23
Anhang B (normativ) Prüfungsvorbereitungen	24
B.1 Vorbehandlung	24
B.2 Lagerung des Ensembles	24
B.3 Inspektion des Ensembles vor der Prüfung	24
B.4 Auswahl der Größe des Ensembles	24
B.5 Überprüfung der Zustimmung der Prüfperson zur Fortsetzung der Prüfung	24
B.6 Prüfumgebung	24
Anhang C (normativ) Bewegungseinschränkung	25
C.1 Allgemeiner Ansatz	25
C.2 Beweglichkeit des Halses/Kopfes	26

C.3	Beweglichkeit der Schulter.....	27
C.4	Beweglichkeit des Ellbogens.....	27
C.5	Beweglichkeit des Handgelenks	28
C.6	Rumpfbeugung.....	28
C.7	Hüft-/Kniebeugung.....	28
Anhang D (normativ) Sicht.....		29
D.1	Allgemeines	29
D.2	Gesichtsfeld	29
D.3	Gesamter Sichtbereich.....	30
Anhang E (normativ) Manuelle Geschicklichkeit		31
E.1	Allgemeines	31
E.2	Modifizierte Prüfung nach EN 420	31
E.3	Minnesota-Blockprüfung.....	32
E.4	Purdue-Steckbrett-Prüfung.....	32
E.5	9-Loch-Steckbrett-Prüfung	33
Anhang F (normativ) Hörvermögen (Schalldämmung)		34
F.1	Allgemeines	34
Anhang G (normativ) Thermische Belastung.....		35
G.1	Allgemeines	35
G.2	Physiologische Überwachung	35
G.3	Klimakammer	38
Anhang H (normativ) Elemente der praktischen Leistungsprüfung unter Nutzungsbedingungen.....		40
H.1	Elemente der praktischen Leistungsprüfung.....	40
H.2	Bewertung.....	41
H.3	Prüfbericht.....	42
Anhang I (normativ) Subjektive Bewertungsskalen für die Prüfung der Beweglichkeit		43
Anhang J (informativ) Auswahl der Art der Prüfung für die Wärmebelastung.....		44
Anhang K (informativ) Prüfung mit Prüfpuppen und/oder (virtuellen) Modellen.....		45
Anhang L (informativ) Prüfungsbeispiele.....		49
L.1	Anleitung für die Purdue-Steckbrett-Prüfung.....	49
L.2	Verfahren zur Bewertung der manuellen Geschicklichkeit mit Kälteschutzhandschuhen.....	52
L.3	Verfahren zur Bewertung der Auswirkungen von Schutzkleidung auf den Energieverbrauch bei verschiedenen Aktivitäten	54
Literaturhinweise.....		58

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17558:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Es ist seit langem bekannt, dass PSA unerwünschte Nebenwirkungen für den Träger haben kann, die sich in Form von zusätzlicher körperlicher Belastung, Bewegungsbehinderung, Beeinträchtigung der Sinneswahrnehmung oder in einigen Fällen in Form von erheblichem Unbehagen äußern können. Solche Nebenwirkungen können die Wirksamkeit der Aufgabenerfüllung mindern und/oder den Benutzer dazu veranlassen, die PSA nicht zu tragen oder die PSA falsch zu benutzen, wodurch das Schutzniveau beeinträchtigt wird. Dieses Problem ist in der Gesetzgebung erkannt worden. Die Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen [23] verpflichtet die Hersteller von PSA zur Berücksichtigung ergonomischer Anforderungen und unterstützt die Arbeitgeber beim Nachweis der Einhaltung der nationalen Gesetzgebung, während die zugehörige EG-Richtlinie über die Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen durch Arbeitnehmer bei der Arbeit (89/656/EWG) [24] den Arbeitgebern, die PSA zur Verwendung bereitstellen, ähnliche Pflichten auferlegt. Die letztgenannten Anforderungen wurden in allen Mitgliedstaaten in die nationale Gesetzgebung aufgenommen.

Dieses Dokument kann verwendet werden, um die Leistungen verschiedener Ensembles als Teil eines jeden PSA-Auswahlverfahrens zu vergleichen, wodurch Arbeitgeber wiederum dabei unterstützt werden, die Einhaltung der nationalen Gesetzgebung nachzuweisen und PSA-Ensembles unter genormten Bedingungen, die die Bestimmungen der EG-Richtlinie über die Verwendung persönlicher Schutzausrüstungen (89/656/EWG) enthalten, zu bewerten.

Um die Einhaltung dieser Gesetzgebung zu erleichtern, führen europäische technische Produktnormen für einzelne PSA-Produkte schrittweise Prüfungen für ergonomische Eigenschaften ein. Solche Normen dienen jedoch hauptsächlich der Prüfung einzelner Produkte und beinhalten selten die Beurteilung der Wechselwirkungen mit anderen PSA, ausgenommen in Einzelfällen (z. B. am Industrieschutzhelm befestigte Kapselgehörschützer nach EN 352-3), wo sie ein wesentliches Element ihrer Verwendung sind. Eine Ausnahme bildet beispielsweise ISO/TS 11999-2, die eine Reihe von Prüfungen zur Bewertung der Kompatibilität der verschiedenen Komponenten der von Feuerwehreinsatzkräften verwendeten PSA-Ensembles vorsieht.

Einige PSA-Produkte oder -Ensembles enthalten elektronische Sicherheitsausrüstungen, die ein intelligentes System zur Verbesserung der Schutzfunktion bilden. Solche Systeme werden dann berücksichtigt, wenn sie einen unauffälligen tragbaren Gegenstand darstellen oder ihre Integration möglicherweise einen Einfluss auf die ergonomische Wirkung des Ensembles auf den Träger hat. So könnten beispielsweise Verbindungselemente oder integrierte Elemente nachteilige Auswirkungen auf die Mobilität eines Trägers haben.

Werden solche Systeme von der PSA getrennt und dafür vorgesehen, eine Rückmeldung an ein Überwachungssystem ohne persönliche Schutzfunktion zu geben, dann würden sie nicht als Bestandteil der PSA betrachtet, obwohl sie, wenn sie in die PSA integriert werden, berücksichtigt werden müssten.

Die vorliegende Europäische Norm wurde daher erarbeitet, damit PSA-Ensembles, wie sie z. B. von Polizisten, Feuerwehreinsatzkräften und anderen Notfalldiensten sowie von einigen industriellen Anwendern getragen werden, nicht in ihren Einzelteilen, sondern als komplette Ensembles auf ihre ergonomische Leistungsanforderung hin bewertet und objektiv beurteilt werden können. Als solches stellt sie ein nützliches Mittel dar, um PSA-Hersteller und -Käufer dabei zu unterstützen, sachkundige und objektive Entscheidungen bei der Gestaltung und Auswahl von PSA als Ensemble zu treffen und ein Bewusstsein für Probleme bei der Wechselwirkung zwischen PSA-Produkten zu schaffen. Prüfung und Bewertung von PSA-Ensembles und -Systemen (Wirksamkeit und Ergonomie) sollten von jenen Personen durchgeführt werden, die das Ensemble erstellen.

Einige der Prüfungen eignen sich möglicherweise auch zur Übernahme als Teil von Produktnormen für einzelne PSA-Produkte, obwohl dies nicht ihren Hauptzweck darstellt.

Die Grundsätze bezüglich der Ergonomie von PSA sind in EN 13921 erläutert. Die vorliegende europäische Norm baut auf diesen Grundsätzen auf und bietet geeignete Prüfungen, um zu verifizieren, dass ein Ensemble diese Grundsätze erfüllt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument kann verwendet werden, um die Leistung verschiedener Ensembles als Teil eines PSA-Auswahlverfahrens zu vergleichen.

Dieses Dokument ersetzt nicht die Produktnormen für die Zertifizierung einzelner PSA-Produkte. Sie legt die Prüfung einzelner PSA als Ensemble fest, damit die Wechselwirkung zwischen den einzelnen PSA bewertet und nachteilige Wechselwirkungen zwischen den einzelnen PSA erkannt werden können.

Sie legt die Anforderungen an die Prüfung entweder durch die Bewertung der Leistung eines PSA-Ensembles im Vergleich zu einer Referenzbedingung (d. h. Benchmark-Prüfung) oder durch die Bewertung der Leistung von zwei oder mehr PSA-Ensembles im Vergleich zueinander (d. h. Vergleichsprüfung) fest.

Die Norm umfasst sowohl labor- als auch feldbasierte Prüfungen. Sie kann außerdem zur Bewertung der Leistung in Bezug auf die Ergonomie des Ensembles verwendet werden, die ein PPE-Produkt umfasst, das zuvor noch nie in ein Ensemble integriert wurde.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 61260-1:2014, *Elektroakustik — Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven — Teil 1: Anforderungen*

EN 61672-1:2013, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen*

EN ISO 9886, *Ergonomie — Ermittlung der thermischen Beanspruchung durch physiologische Messungen (ISO 9886)*

EN ISO 11904-1:2002, *Akustik — Bestimmung der Schallimmission von ohrnahen Schallquellen — Teil 1: Verfahren mit Mikrofonen in menschlichen Ohren (MIRE-Verfahren) (ISO 11904-1:2002)*

EN ISO 12894, *Ergonomie des Umgebungsklimas — Medizinische Überwachung von Personen, die einer extrem heißen oder kalten Umgebung ausgesetzt sind (ISO 12894)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Benchmark-Bedingung

Zustand, in dem die Prüfperson(en) nicht einschränkende, einfache, leichte Kleidung wie kurze Hosen und ein Baumwoll-T-Shirt und leichtes, flexibles Schuhwerk wie Turnschuhe trägt (tragen)

Anmerkung 1 zum Begriff: Benchmark-Prüfungen für thermische Auswirkungen nach Anhang G erfordern unter Umständen die Verwendung einer alternativen Benchmark-Bedingung.

3.2

Benchmark-Prüfung

Prüfung zur Bewertung der Leistung eines Ensembles anhand der Benchmark-Bedingung

3.3

Vergleichsprüfung

Prüfungen zur Bewertung der Leistung von zwei oder mehr Ensembles im Vergleich zueinander

3.4

elektronische Schutzausrüstung (ESA)

Produkte, die in das Produkt eingebettete oder mit dem Produkt verbundene Elektronik zur Verwendung durch Träger umfassen, die verbesserte Schutzfunktionen für Träger während des Betriebs in einer Nutzungsumgebung bietet

3.5

Leistungsprüfung

Prüfverfahren mit Trägern von PSA-Ensembles unter festgelegten Bedingungen mit simulierten Körperhaltungen und Bewegungsabläufen

3.6

PSA-Ensemble

Gruppe von PSA-Produkten, die von einer Person getragen werden

3.7

praktische Leistungsprüfung

Prüfung mit Trägern von PSA-Ensembles im Rahmen simulierter oder realer Arbeitsaufgaben und gegebenenfalls auch unter zu erwartenden Einsatzbedingungen

3.8

Anwendungsbedingungen

Bedingungen, unter denen der Träger üblicherweise verschiedene PSA-Produkte verwendet

3.9

intelligente PSA

PSA, bei der ESA oder Materiallösungen verwendet werden, die aktiv miteinander in Wechselwirkung treten, indem sie auf Umweltveränderungen reagieren oder sich an diese anpassen oder entsprechend dem externen Signaleingang reagieren

4 Ergonomieprüfung

Die Ergonomie von PSA kann entweder durch die Verwendung von Prüfpersonen, die Verwendung von Prüfpuppen und/oder die Verwendung von (virtuellen) Modellen geprüft werden. Dieses Dokument behandelt lediglich die Prüfung der Ergonomie von PSA mit Prüfpersonen. Informationen über alternative Prüfungen, z. B. mit einer Prüfpuppe und/oder (virtuellen) Modellen, sind in Anhang K enthalten.

Für eine relevante ergonomische Bewertung ist es erforderlich, über eine repräsentative Auswahl von Zielbenutzern zu verfügen (siehe Anhang A für Einzelheiten). Sowohl für die Benchmark-Prüfung als auch für die Vergleichsprüfung von Ensembles muss ein ausgewogener Prüfablauf mit wiederholten Messungen verwendet werden, um sicherzustellen, dass die Reihenfolge der Prüfungen die Prüfergebnisse nicht beeinflusst (Anhang A).

Je nach erforderlichem Komplexitätsgrad können die Aufgaben aus einzelnen Körperhaltungen, z. B. statische Reichweite und Gelenkwinkel, oder Bewegungsabläufen, z. B. Absprunghöhe und dynamische Reichweite, oder aus simulierten Bewegungsabläufen mit mehreren einzelnen Körperhaltungen und Bewegungsabläufen (Leistungsprüfungen) oder aus simulierten oder realen Arbeitsaufgaben (praktische

Leistungsprüfungen) entweder in kontrollierten Labor- oder Feldumgebungen bestehen, die den erwarteten Nutzungsbedingungen ähneln oder nicht ähneln, z. B. Umgebungsparameter wie Wärme, Kälte, schlechte Beleuchtung, Geräuschpegel usw. Vor der Auswahl spezifischer Prüfungen wird eine ergonomische Analyse der Aufgaben unter Nutzungsbedingungen empfohlen, um sicherzustellen, dass alle wichtigen potenziellen Einschränkungen abgedeckt sind.

Es wird dringend empfohlen, dass eine in diesem Fachgebiet ausgebildete Person, z. B. Gesundheits- und Sicherheitsexperte, Ergonom, Arbeitshygieniker, die Prüfergebnisse auswerten sollte. Häufig ist dies eine Person, die für diese Qualifikation zertifiziert wurde, jedoch kann es sich auch um eine Person handeln, die über eine lange (nachweisliche) Erfahrung auf dem Gebiet der Ergonomie verfügt, z. B. Veröffentlichungen, dokumentierte frühere Bewertungen usw.

5 Prüfensemble

5.1 Allgemeines

Alle Teile eines Prüfensembles müssen von der Prüfperson während der Prüfung entsprechend der Anleitung des Herstellers getragen werden. Eine vollständige Beschreibung eines Prüfensembles muss in einem Prüfbericht entsprechend Abschnitt 10 aufgenommen werden.

Obwohl Kleidungsstücke, die zusammen mit dem Ensemble getragen werden, möglicherweise nicht als PSA-Produkte eingestuft werden, können sie Auswirkungen auf die Leistung des Ensembles haben. Beispielsweise kann Kleidung, die unter Schutzkleidung getragen wird, den Wärmeaustausch und damit das thermische Wohlbefinden oder die Sicherheit beeinflussen. Ebenso können eng anliegende oder dicke Kleidungsstücke die Beweglichkeit beeinflussen. Jede Beschreibung eines Prüfensembles sollte daher alle Kleidungsschichten, Schuhe, Hand- und Kopfbedeckungen (einschließlich Helme, Gehörschutz, Kommunikationssysteme und Atemschutz) umfassen.

Alle Prüfungen müssen folgendermaßen durchgeführt werden:

- a) zum Vergleich von zwei oder mehreren PSA-Ensembles (mit vergleichbaren Schutzfunktionen), d. h. Vergleichsprüfung nach 5.2; oder
- b) in einem absoluten Vergleich anhand einer uneingeschränkten Benchmark-Bedingung, d. h. Benchmark-Prüfung nach 5.3.

5.2 Vergleichsprüfung

Wenn einige Teile eines Ensembles ersetzt werden und einer Vergleichsprüfung unterzogen werden, müssen andere Komponenten des bestehenden Ensembles nicht neu sein. Der Zustand (neu oder gebraucht) aller Teile, die das Prüfensemble bilden, muss im Prüfbericht in Übereinstimmung mit Abschnitt 10 dokumentiert werden.

Wenn alle Teile eines Ensembles mittels Vergleichsprüfung bewertet werden, muss jedes Ensemble allen in Abschnitt 8 festgelegten Prüfungen unterzogen werden.

Wenn nur eine Auswahl von Teilen eines Ensembles geprüft wird, muss jedes Ensemble einer in Abschnitt 8 festgelegten Prüfung unterzogen werden. Wenn jedoch vernünftigerweise davon ausgegangen werden kann, dass die einer Prüfung zu unterziehenden PSA-Produkte keinen Einfluss auf einen bestimmten, in Abschnitt 8 festgelegten Prüfparameter haben, dann ist es nicht erforderlich, die Prüfung für diesen Parameter durchzuführen. Tabelle 1 zeigt, welche Prüfungen aus Abschnitt 8 für ein bestimmtes zu bewertendes Teilstück durchgeführt werden müssen.

Tabelle 1 — Parameter aus Abschnitt 8, die für ein bestimmtes zu bewertendes PSA-Produkt bewertet werden müssen

Zu bewertendes PSA-Produkt (geschützter Körperteil)	Zu bewertende Parameter aus Abschnitt 8								
	Beweglichkeit Schulter/Arm 8.2	Rumpf-beugung 8.2	Hüft-/Knie-beugung 8.2	Klarheit im Gesichtsfeld 8.3	Normales Gesichtsfeld 8.3	Gesamter Sichtbereich 8.3	Manuelle Geschicklichkeit 8.4	Hörvermögen 8.5	Wärmebelastung 8.6
Kopfschutz	×			×	×	×		×	×
Augenschutz				×	×	×		×	×
Atemschutz	×	×		×	×	×		×	×
Gehörschutz	×				×	×			×
Kleidung	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Handschuhe	×	×					×		×
Schuhwerk			×						×
Fallschutz	×	×	×						×
Zusatz-Heiz- oder Kühlvorrichtung	×	×	×				×	×	×
Intelligente PSA*	×	×	×	×	×	×	×	×	×
* Intelligente PSA, z. B. ESA, können sehr unterschiedlich gestaltet sein und verschiedene Körperbereiche abdecken, einschließlich Intra- und Intersystem-Kommunikationsmittel, so dass die Bewertungsparameter von der spezifischen Anwendung abhängen und individuell ausgewählt werden müssen (als Referenz siehe CEN/TR 16298:2011). × zeigt an, welche Parameter aus Abschnitt 8 für ein bestimmtes zu begutachtendes Produkt bewertet werden müssen.									

5.3 Benchmark-Prüfung

Wenn alle Teile eines Ensembles durch Benchmark-Prüfungen beurteilt werden, müssen alle Teile des Ensembles neu sein und jedes Ensemble muss allen in Abschnitt 8 festgelegten Prüfungen unterzogen werden, es sei denn, eine Produktnorm schreibt eine Vorbehandlung vor. Im letzteren Fall müssen die einzelnen Produkte nach den in bestimmten Produktnormen beschriebenen Verfahren behandelt werden.

Wird nur eine Auswahl der Teile eines Ensembles durch eine Benchmark-Prüfung bewertet, so müssen die zu prüfenden Teile und alle Teile, die sich möglicherweise auf die zu prüfenden Teile auswirken, neu sein. Tabelle 2 zeigt, welche Teile für ein bestimmtes Produkt, das einer Prüfung durch Benchmark-Prüfung unterzogen wird, neu sein müssen.

Wenn nur eine Auswahl von Teilen eines Ensembles geprüft wird, muss jedes Ensemble einer in Abschnitt 8 festgelegten Prüfung unterzogen werden. Wenn jedoch vernünftigerweise davon ausgegangen werden kann, dass die einer Benchmark-Prüfung zu unterziehenden PSA-Produkte keinen Einfluss auf einen bestimmten, in Abschnitt 8 festgelegten Prüfparameter haben, ist es nicht erforderlich, die Prüfung für diesen Parameter durchzuführen, wenn nur eine Auswahl von Teilen eines Prüfensembles geprüft wird. Tabelle 1 zeigt, welche Prüfungen aus Abschnitt 8 für ein bestimmtes, durch eine Benchmark-Prüfung zu bewertendes Teilstück durchgeführt werden müssen.

Tabelle 2 — PSA-Teile, die für ein bestimmtes zu bewertendes Produkt neu sein müssen

Zu prüfende PSA-Teile	PSA-Teile, die während der Bewertung neu sein müssen									
	Kopfschutz	Augenschutz	Atemschutz	Gehörschutz	Kleidung	Hand- schuhe	Schuh- werk	Fall- schutz	Zusatz- Heizung oder -Kühlung	Intelli- gente PSA*
Kopfschutz	×	×	×	×	×				×	×
Augenschutz	×	×	×	×		×			×	×
Atemschutz	×	×	×	×	×	×			×	×
Gehörschutz	×	×	×	×						×
Kleidung	×		×		×	×	×	×	×	×
Handschuhe		×	×		×	×			×	×
Schuhwerk					×		×		×	×
Fallschutz			×		×			×	×	×
Zusatz-Heiz- oder Kühlvorrichtung	×	×	×		×	×	×	×	×	×
Intelligente PSA*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
* Intelligente PSA können sehr unterschiedlich gestaltet sein und verschiedene Körperbereiche abdecken, einschließlich Intra- und Intersystem-Kommunikationsmittel, so dass die Bewertungsparameter von der spezifischen Anwendung abhängen und individuell ausgewählt werden müssen (als Referenz siehe CEN/TR 16298:2011). × gibt an, welche Teile eines Ensembles für ein bestimmtes Produkt, das einer Prüfung durch Benchmark-Prüfung unterzogen wird, neu sein müssen.										

6 Prüfpersonen

6.1 Auswahl der Prüfpersonen

Die Anzahl der Prüfpersonen sollte statistisch ermittelt werden, wobei die Unterschiedlichkeit zwischen einzelnen Prüfpersonengruppen sowie innerhalb einer Prüfpersonengruppe ebenso berücksichtigt werden muss wie das Ausmaß der Auswirkungen der PSA auf den Benutzer. Es wird empfohlen, hierfür eine Leistungsanalyse entsprechend der Beschreibung in Anhang A zu verwenden. Als praktische Richtlinie wird empfohlen, dass mindestens sechs Prüfpersonen eingesetzt werden, um ein Prüfensemble gegenüber einer oder mehreren anderen zu bewerten.

Die Prüfpersonen müssen die gesamte Gruppe der zu erwartenden Träger repräsentieren und die Unterschiede innerhalb dieser Gruppe widerspiegeln. Jede Prüfperson muss im Umgang mit dem/den Ensemble(s) der PSA-Produkte erfahren oder entsprechend geschult sein und eine medizinische Untersuchung bestanden haben (eine Anleitung ist in EN ISO 12894 enthalten). Die zu beurteilenden PSA-Produkte müssen eine geeignete Größe haben und korrekt an den Träger angelegt sein (zur Unterstützung siehe EN ISO 15537).

Falls es nicht möglich ist, für die Benutzergruppe repräsentative Prüfpersonen zu finden, sollten die ausgewählten Prüfpersonen so genau wie möglich der Benutzergruppe entsprechen (siehe auch A.4). Die wichtigsten Merkmale der einzelnen Prüfpersonen sind:

- Alter;
- Größe;
- Körpergewicht;
- Geschlecht;
- angegebene körperliche Leistungsfähigkeit;
- Fertigkeit bei der simulierten Arbeitsaufgabe.

6.2 Ausscheiden einer Prüfperson

Wenn eine Prüfperson freiwillig aus der Prüfreihe ausscheidet oder aus der Prüfreihe ausgeschlossen wird, müssen die Ergebnisse aller durchgeführten Aktivitäten in die Bewertung der Leistung des Ensembles einbezogen werden. Wenn dieses Ausscheiden aus Gründen erfolgt, die nichts mit den geprüften Ensembles zu tun haben und die verbleibenden Prüfpersonen noch ausreichen, um die Analyse der Prüfergebnisse abzuschließen und das erforderliche Maß an statistischer Signifikanz sicherzustellen, kann die Prüfung fortgesetzt werden. Ist dies nicht der Fall, muss eine neue Prüfperson als Ersatz aufgenommen werden. Siehe auch B.5.

Wenn das Ausscheiden mit der Gestaltung des Ensembles zusammenhängt, ist dies ein wichtiges Zeichen dafür, die Prüfung zu beenden und das Ensemble nicht zu genehmigen. Pass/Fail-Kriterien, einschließlich der zulässigen Anzahl von aufgrund des Ensembles ausscheidenden Prüfpersonen, müssen vor Beginn der Prüfung klar definiert werden (siehe Abschnitt 8 für ergonomische Prüfanforderungen). Scheidet eine bestimmte Anzahl von Prüfpersonen aufgrund von Faktoren der Gestaltung des Ensembles aus, so wird die Prüfung abgebrochen und das Ensemble hat die Prüfung nicht bestanden. Die Gründe für das Ausscheiden müssen gemeldet werden (für Einzelheiten zur Berichterstattung siehe Abschnitt 10).

7 Statistische Prüfung

Um Ensembles miteinander oder mit einem Referenzensemble vergleichen zu können, ist es unerlässlich, die Unterschiede in den Ergebnissen (Mittelwerten) in Bezug auf ihre Standardabweichung zu betrachten. Unterschiede zwischen den Prüfensembles und der Benchmark-Prüfung oder zwischen zwei oder mehreren Prüfensembles, die einer Vergleichsprüfung unterzogen werden, müssen mit Hilfe statistischer Prüfungen verglichen werden, um die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, dass beobachtete Unterschiede auf einen Zufall zurückzuführen sind (siehe weitere Informationen in Anhang A).

Die verwendete statistische Prüfung muss im Prüfbericht entsprechend Abschnitt 10 angegeben werden.

8 Leistungsprüfung und -anforderungen

8.1 Allgemeines

Die Vorbereitungen für die in 8.2 bis 8.7 festgelegten Prüfungen müssen Anhang B entsprechen.

Jedes Ergebnis muss gemeldet und in der Bewertung berücksichtigt werden.

Die anzuwendenden Kriterien beziehen sich auf das Ensemble, die Nutzerpopulation und die Nutzungsbedingungen. Dazu müssen ergonomisch relevante kritische Grenzwerte festgelegt werden, um „nennenswerte“ Auswirkungen nachzuweisen.

8.2 Beweglichkeit

Prüfung der Beweglichkeit in Übereinstimmung mit Anhang C.

Ein sichtbarer Verlust der primären Schutzfunktion während einer der Prüfbewegungen ist nicht zulässig. Wird bei einem Ensemble eine Abtrennung von Schutzelementen festgestellt, so hat dieses Ensemble die Prüfung nicht bestanden.

8.3 Normales und gesamtes Gesichtsfeld

Prüfung des Gesichtsfeldes nach D.3.

Für jede Klasse eines Ensembles, bei der eine Verkleinerung des Gesichtsfeldes erforderlich ist, um eine zufriedenstellende Schutzleistung zu erreichen, müssen geeignete Bewertungskriterien, die vom Anwender der Norm definiert wurden, erarbeitet und im Bericht angegeben werden.

Bei Benchmark-Prüfungen müssen das normale und das gesamte Gesichtsfeld mindestens 85 % des Gesichtsfeldes auf einer der beiden Achsen im Benchmark-Zustand betragen, es sei denn, für die einzelnen PSA-Produkte, die das Prüfensemble bilden, wurden spezielle Kriterien festgelegt.

8.4 Manuelle Geschicklichkeit

Prüfung der manuellen Geschicklichkeit in Übereinstimmung mit Anhang E.

Bei Benchmark-Prüfungen darf das Prüfensemble die Leistung in keiner der Prüfungen gegenüber der Benchmark-Prüfung um mehr als 20 % im Vergleich zur unbelasteten Referenz verringern.

8.5 Hörvermögen (Schalldämmung)

Prüfung des Hörvermögens in Übereinstimmung mit Anhang C.

ANMERKUNG Die Messung der Schalldämmung durch ein Ensemble ist nicht erforderlich, wenn das Ensemble einen Gehörschutz umfasst.

Bei Benchmark-Prüfungen muss der Schalldruckpegel (L_{eq}) in jedem Terzband um weniger als 6 dB von den Benchmark-Messwerten abweichen (gilt als die geringste Differenz, die üblicherweise subjektiv feststellbar ist).

Tabelle 3 zeigt die Ableitung einer Bewertung auf Grundlage der nach Anhang F ermittelten Schalldämmungswerte. Höhere Bewertungen werden bevorzugt (geringere Schalldämmung durch Ensemble). Skalenwerte können verwendet werden, um die Schalldämmung der einzelnen Ensembles untereinander zu vergleichen (d. h. Ensemble A besser (weniger Schalldämmung) als Ensemble B) oder, wenn ein akzeptables Mindestmaß an Schalldämmung festgelegt werden kann, als absolutes Kriterium verwendet werden.

Tabelle 3 — Ableitung einer Bewertung auf Grundlage der nach Anhang F erhaltenen Schalldämmungswerte

Leistungsanforderungen			Bewertung
A_{LOW}		A_{HIGH}	
> 20 dB	UND	> 48 dB	1 ^a
> 15 dB	ODER	> 36 dB	2
≤ 15 dB	ODER	≤ 36 dB	3
≤ 10 dB	UND	≤ 24 dB	4
^a Eine Schalldämmung auf diesem Niveau entspricht in etwa der Mindestanforderung für Gehörschützer.			

Wie in Anhang F angegeben, könnte die differentielle Schalldämmung bei tiefen und hohen Frequenzen die Sprachverständlichkeit verringern, insbesondere, wenn Konsonanten verloren gehen. Bei Anwendungen, bei denen Sprachkommunikation als unerlässlich angesehen wird, sollte der Unterschied zwischen A_{LOW} und A_{HIGH} minimiert und A_{HIGH} so niedrig wie möglich gehalten werden.

8.6 Wärmebelastung

Prüfung der Wärmebelastung in Übereinstimmung mit Anhang C.

Für thermische Prüfungen müssen die folgenden objektiven Vorgaben die Belastung begrenzen:

- Die Wärmespeicherung im Körper muss weniger als 8 J/g Körpergewicht betragen.
- Der Anstieg oder Abfall der Kerntemperatur darf nicht mehr als 1 °C betragen, während die Kerntemperatur nicht über 38,5 °C steigen und nicht unter 35,5 °C fallen darf.
- Die mittlere Hauttemperatur darf nicht über 40 °C steigen und nicht unter 25 °C fallen.

Bei Benchmark-Prüfungen bei Umgebungs- oder erhöhten Temperaturen darf die Prüfzeit nicht mehr als ca. 10 % von der Prüfzeit für das Standardensemble abweichen.

8.7 Allgemeine Präferenz (Vergleichsprüfung)

Nachdem eine Person alle Prüfungen in 8.2 bis 8.6 durchlaufen hat, wird sie gebeten, die Reihenfolge ihrer allgemeinen Präferenz für die geprüften Ensembles anzugeben.

Die Reihenfolge der Präferenzen und alle für diese Reihenfolge angegebenen Gründe müssen in einem Prüfbericht entsprechend Abschnitt 10 festgehalten werden.

9 Praktische Leistungsprüfung

Die Prüfung muss nach Anhang H durchgeführt werden.

Bei Benchmark-Prüfungen müssen alle Prüfpersonen die Prüfreihe erfolgreich durchlaufen, ohne dass sie die Fortsetzung ablehnen oder nicht zur Fortsetzung in der Lage sind. Ein sichtbarer Verlust der primären Schutzfunktion während einer der Prüfbewegungen ist nicht zulässig. Wird bei einem Ensemble eine Abtrennung von Schutzelementen festgestellt, so hat dieses Ensemble die Prüfung nicht bestanden.

10 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss alle Informationen enthalten, die für die gewählten Verfahren, die geprüften Prüfensembles und die erzielten Ergebnisse relevant sind. Es darf empfohlen werden, Fotos von den Teilen und deren Tragweise zu machen, um die Prüfeinstellungen und das Tragen der Kleidung zu dokumentieren.

Der Bericht muss Folgendes umfassen:

- a) Verweisung auf dieses Prüfverfahren, d. h. EN xxx ‚Titel‘, PSA-Ensemblenorm und die für die Anwendung ausgewählten Abschnitte.
- b) Name und Anschrift der Prüfbehörde, Datum der Prüfung und Ort, an dem die Prüfung durchgeführt wurde.
- c) Vollständige Angaben zu den getragenen Ensembles, einschließlich Modellnummern und Hersteller, sodass das gesamte Ensemble bei Bedarf wieder zusammengestellt werden kann.
- d) Anzahl der eingesetzten Prüfpersonen sowie deren Geschlecht und andere Auswahlmerkmale, einschließlich der Anzahl der aus den Prüfungen ausgeschiedenen Prüfpersonen.
- e) Ob es sich um eine Benchmark-Prüfung oder eine Vergleichsprüfung handelte.
- f) Falls es sich um eine Vergleichsprüfung handelt, welche Teile (falls vorhanden) des Prüfensembles nicht neu waren.
- g) Für jedes geprüfte Ensemble alle Beobachtungen und Messungen, die während der Prüfungen aufgezeichnet wurden, wie in Anhang C bis Anhang F vorgegeben.
- h) Für jedes geprüfte Ensemble alle während der Prüfungen aufgezeichneten Anmerkungen von Prüfpersonen, wie in Anhang C bis Anhang F vorgegeben.
- i) Für jedes geprüfte Ensemble alle offensichtlichen Mängel in der Schutzfunktion oder andere Beobachtungen des Prüfungsverantwortlichen, wie in Anhang C bis Anhang F vorgegeben.
- j) Bei Benchmark-Prüfungen, ob das Ensemble die Prüfung entsprechend den in Abschnitt 8 aufgeführten Kriterien bestanden oder nicht bestanden hat, einschließlich der Art der statistischen Prüfung, die zum Erreichen dieser Schlussfolgerung verwendet wurde.
- k) Für jede Prüfung sämtliche Prüfergebnisse, einschließlich des insgesamt bevorzugten Ensembles und der Art der verwendeten statistischen Prüfungen.
- l) Auswertung der thermischen Belastungsprüfung.

Anhang A (informativ)

Versuchsgestaltung und statistische Prüfungen

A.1 Allgemeines

Grundlegende Informationen zur Versuchsgestaltung und statistischen Prüfung sind in diesem Anhang enthalten. Wenn weiterführende Informationen und Unterstützung benötigt werden, wird der Leser auf ISO 16269-5¹, Statistical interpretation of data — Part 5: Techniques of estimation and tests relating to means and variances verwiesen.

A.2 Einsatz von Prüfpersonen als Kontrollen (Wiederholungsprüfung)

Um den Einflüssen der Unterschiede zwischen individuellen Personen Rechnung zu tragen, werden bei Prüfungen mit Prüfpersonen häufig Versuchsgestaltungen verwendet, bei denen die Prüfpersonen die Prüfung jeweils mit den verschiedenen „Behandlungen“ oder Bedingungen durchführen und damit als ihre eigene Kontrollgruppe dienen (intra-individueller Vergleich).

Im vorliegenden Zusammenhang würden unterschiedliche PSA-Ensembles die verschiedenen Bedingungen darstellen. Auf diese Weise wird jeder Einfluss von Unterschieden zwischen Prüfpersonen auf die Wirksamkeit der Prüfung verringert, was die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass die zwischen den Bedingungen festgestellten Unterschiede auf echte Abweichungen zwischen diesen Bedingungen und nicht auf die teilnehmenden Prüfpersonen zurückzuführen sind.

Diese Übereinkunft wird in diesem Dokument übernommen.

A.3 Ausgewogene Versuchsgestaltung

In Fällen, in denen die Durchführung einer Prüfung in irgendeiner Form mit einem Folge- oder Lerneffekt verbunden sein könnte, sollten Versuchsgestaltungen gewählt werden, die solche Einflüsse durch die Reihenfolge, in der die Prüfbedingungen angewendet werden, ausgleichen.

Auch diese Übereinkunft wird in diesem Dokument mit einer ausgewogenen Reihenfolge der Personen, die verschiedene PSA-Ensembles tragen, übernommen. Es wird darauf hingewiesen, dass dies keinen Lerneffekt vermindert, sondern die Auswirkungen auf die verschiedenen Bedingungen ausgleicht.

Wenn zwei Prüfensembles durch Vergleichsprüfungen oder Benchmark-Prüfungen geprüft werden sollen, muss eine Überkreuz-Gestaltung verwendet werden, d. h. die Prüfpersonen werden so zusammengestellt, dass jedes Ensemble zuerst von der Hälfte der Prüfpersonen getragen wird und die Reihenfolge der Prüfungen zufällig gewählt wird (ausgewogene Versuchsgestaltung).

Im Falle von drei oder mehr zu vergleichenden Ensembles kann eine Studiengestaltung unter Verwendung eines lateinischen Quadrats [29] gewählt werden, wobei die einzelnen Prüfpersonen entsprechend den Reihen solcher Quadrate einer Tragereihenfolge zugeordnet werden.

Tabelle A.1 zeigt die Zusammenstellung von zwei solchen Quadraten für sechs Träger von drei Ensembles. Es wird darauf hingewiesen, dass dazu jede Person die Prüfung dreimal durchführen muss, wobei jede der Prüfensembles einmal getragen werden muss, und dass bei jeder Prüfung zwei Prüfpersonen jedes

1 In Vorbereitung. Die aktuelle Stufe ist 40.60.

Ensemble tragen müssen. Für Einzelheiten zu den entsprechenden Verfahren, die auch größere Quadrate einbeziehen, sollte der Benutzer in entsprechenden Lehrbüchern über Versuchsgestaltung und Statistik nachschlagen.

Tabelle A.1 — Gestaltung mit lateinischem Quadrat für drei Ensembles und sechs Prüfpersonen

Prüfperson	Tragereihenfolge der Ensembles		
1	Ensemble A	Ensemble B	Ensemble C
2	Ensemble B	Ensemble C	Ensemble A
3	Ensemble C	Ensemble A	Ensemble B
4	Ensemble B	Ensemble A	Ensemble C
5	Ensemble A	Ensemble C	Ensemble B
6	Ensemble C	Ensemble B	Ensemble A

A.4 Statistische Prüfungen — Anzahl der Prüfpersonen

Im einfachsten Fall würden zwei Prüfpersonen, von denen eine zuerst das Prüfensemble A und die andere das Prüfensemble B trägt, unter zwei Bedingungen eine ausgewogene Gestaltung ermöglichen.

Eine Annahme, die hinter einer solchen Prüfung steht, ist jedoch, dass die Prüfergebnisse nicht nur für die teilnehmenden Prüfpersonen gelten, sondern auch für andere aus der gleichen Gruppe oder „Population“, aus der die Prüfpersonen stammen. Bei nur zwei Prüfpersonen ist die Möglichkeit eines „zufälligen“ Unterschieds beträchtlich. Um die Plausibilität der Annahme zu erhöhen, wird häufig eine größere Anzahl von Prüfpersonen eingesetzt, oft mit statistischer Prüfung der Ergebnisse.

Statistische Prüfungen der Ergebnisse beliebiger Prüfungen unter verschiedenen Bedingungen ermöglichen die Bestimmung der Wahrscheinlichkeit, ob ein bestimmtes Ergebnis nur auf zufällige Abweichungen zwischen diesen Bedingungen zurückzuführen ist oder ob ein echter Unterschied in ihren Auswirkungen besteht. Dies verleiht den Ergebnissen eine größere Aussagekraft.

Sowohl für die Vergleichsprüfung (3.3) als auch für die Benchmark-Prüfung (3.2) könnte es für den Benutzer von Interesse sein, nachzuweisen, dass die Mittelwerte von Ensemble A (μ_A) und B (μ_B) unterschiedlich sind, d. h. die konventionelle statistische Hypothesenprüfung (SHT1) für Unterschiede mit Nullhypothese H_0 und Alternativhypothese H_A durchzuführen:

$$H_0: \mu_A = \mu_B \text{ gegenüber } H_A: \mu_A \neq \mu_B \text{ (SHT1)}$$

Alternativ könnte im Rahmen einer Benchmark-Prüfung eine Nicht-Unterlegenheitsprüfung vorzuziehen sein, um nachzuweisen, dass das PSA-Ensemble A nicht wesentlich schlechter abschneidet als Benchmark B. Dafür muss eine ergonomisch relevante Nicht-Unterlegenheitsspanne (δ) festgelegt werden [4], um „nennenswerte“ Auswirkungen nachzuweisen, wie in (SHT2) dargelegt:

$$H_0: \mu_A \leq \mu_B - \delta \text{ gegenüber } H_A: \mu_A > \mu_B - \delta \text{ (SHT2)}$$

Im Allgemeinen erhöht der Einsatz einer größeren Anzahl von Prüfpersonen die Wahrscheinlichkeit, dass ein echter Unterschied zwischen den Prüfbedingungen festgestellt werden kann, und verringert die Größe eines Unterschieds, der durch statistische Prüfungen unter Berücksichtigung der Hintergrundvariation „festgestellt“ werden kann. Der Einsatz einer großen Anzahl von Prüfpersonen erhöht jedoch die Komplexität des Prüfverfahrens und erhöht die Anzahl der erforderlichen Prüfungen (insbesondere, wenn jede Person jede Nutzungsbedingung anwendet). Dies erhöht unweigerlich den Zeit- und Kostenaufwand für

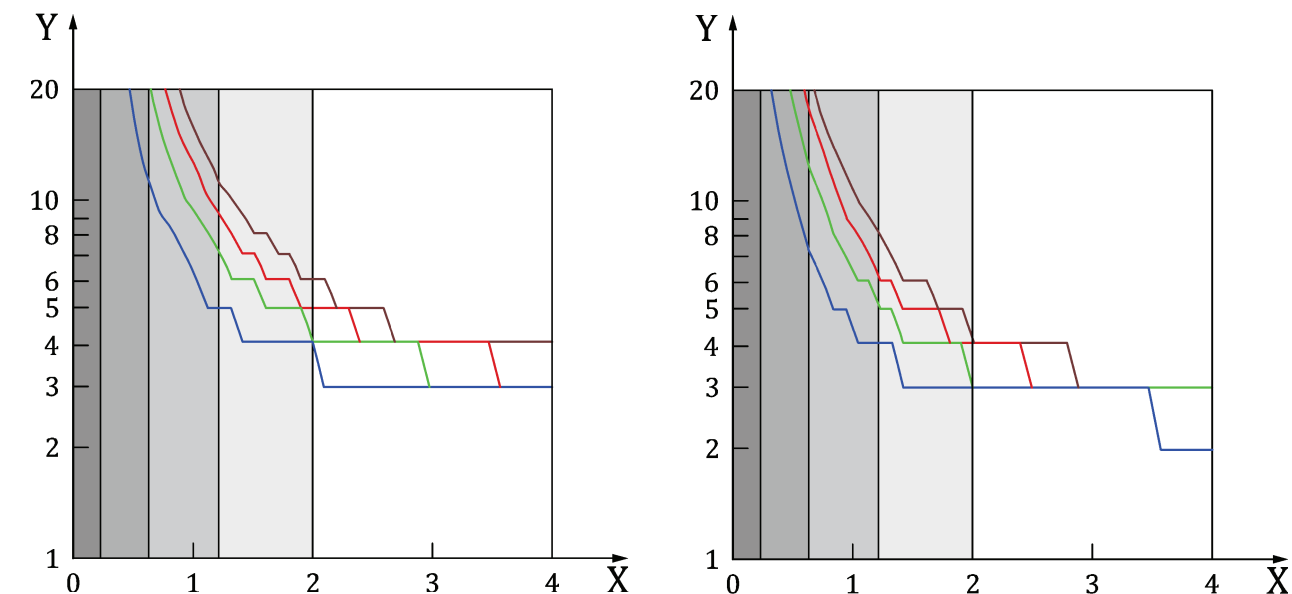
die Durchführung der Prüfungen, und häufig ist eine gewisse Form von Zugeständnissen oder Kompromissen erforderlich.

Es gibt Verfahren für so genannte Potenzrechnungen zur Schätzung des erforderlichen Probenumfangs sowohl für die Arten SHT1 [5] als auch für SHT2 [4] der Hypothesenprüfung unter Verwendung des gepaarten t -Tests für die die Überkreuz-Prüfung unter den Prüfpersonen (A.3).

SHT-Ergebnisse hängen nicht nur von der Probengröße ab, sondern auch von vielen anderen Parametern, wie beispielsweise:

- der Versuchsgestaltung (eine, zwei oder mehrere Proben, ein oder mehrere Faktoren [d.h. Einflussvariablen], ANOVA, Regression, Überlebensanalyse, ...);
- dem angewandten statistischen Modell und der Prüfung (parametrisch vs. nichtparametrisch, einseitig vs. zweiseitig [vgl. SHT1 vs. SHT2]);
- dem Typ-I-Fehler α (die Wahrscheinlichkeit, H_A irrtümlich anzunehmen, wenn H_0 wahr ist) [mit typischen Werten für $\alpha = 0,05, 0,01, \dots$];
- dem Typ-II-Fehler β (die Wahrscheinlichkeit, H_0 irrtümlich anzunehmen, wenn H_A wahr ist), d.h. Leistung = $1 - \beta$ (Wahrscheinlichkeit, H_0 zurückzuweisen, wenn er falsch ist, d.h. Wahrscheinlichkeit, eine „signifikante“ Auswirkung zu entdecken) [mit typischen Werten für $\beta = 0,2, 0,05$, d.h. Leistung = $0,8; 0,95$];
- der vermuteten Auswirkungen und Variabilität (häufig angegeben als Effektgröße = Mittelwertdifferenz / SD, d. h. in SD-Einheiten);
- den Korrelationen unter Prüfpersonen;
- im Falle von SHT2 von der Nicht-Unterlegenheitsspanne (δ).

Bei der Bestimmung des Probenumfangs muss der Benutzer all diese Parameter bereitstellen. Entsprechende Informationen könnten in fachspezifischen Handbüchern über die Ergonomie und Normen (z. B. [31]) gefunden werden oder aus Studien abgeleitet werden, die experimentelle oder normative Daten für die in Betracht gezogenen Prüfverfahren liefern [3], [26], z. B. für die Funktionsprüfung der manuellen Geschicklichkeit [34], [35], [39].

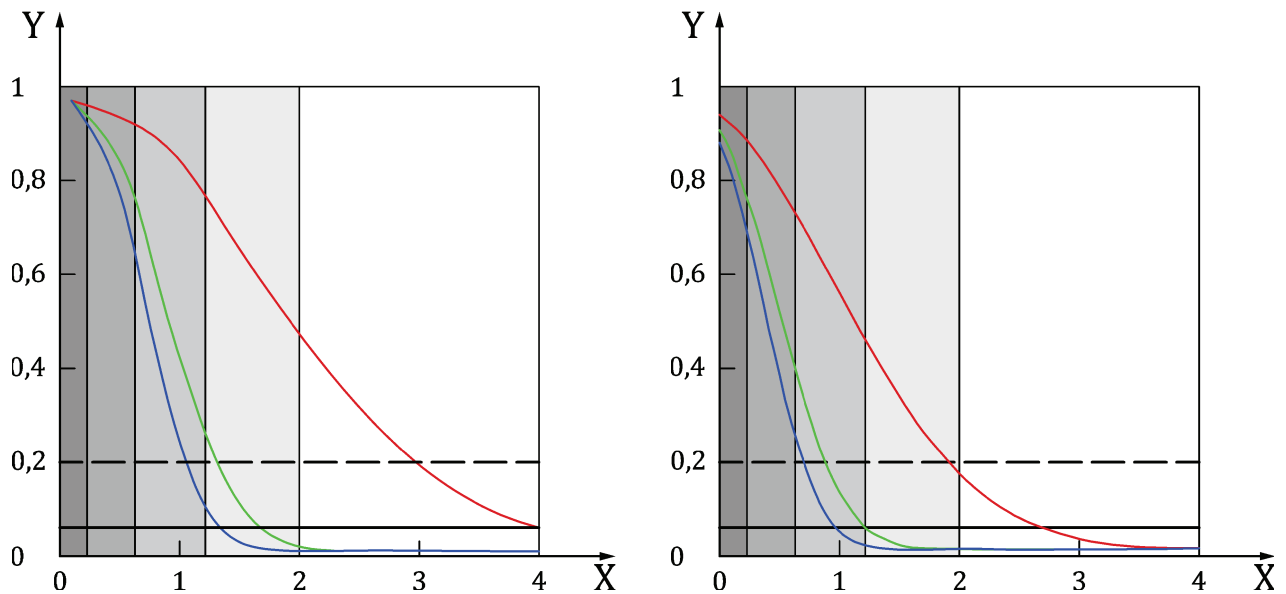


Legende

X	Effektgröße	Y	Probengröße
■	unbedeutender Effekt	—	r = 0,2
■	gering	—	r = 0,4
■	mittelgroß	—	r = 0,6
■	groß	—	r = 0,8
■	sehr groß		

Bild A.1 — Probengröße in Bezug auf die Effektgröße und die Korrelation zwischen den Probanden (r), geschätzt für gepaarte t-Tests zur Prüfung auf Differenz (SHT1, linkes Panel) und Nichtunterlegenheit (SHT2, rechtes Panel) unter Anwendung der Standardannahmen für Typ-I-Fehler ($\alpha = 0,05$), Typ-II-Fehler ($\beta = 0,2$, d. h. Leistung = $1 - \beta = 0,8$) und Nichtunterlegenheitsspanne ($\delta = 0,2$)

Bild A.1 zeigt die Schätzungen der Probengröße, die mit festgelegten Standardwerten für den Typ-I-Fehler ($\alpha = 0,05$) bzw. den Typ-II-Fehler ($\beta = 0,2$, d. h. Leistung = $1 - \beta = 0,8$) ermittelt wurden. Die Korrelation (r) zwischen den Prüfpersonen schwankte zwischen 0,2 und 0,8, und die mittlere Differenz, ausgedrückt als Effektgröße ($[(\mu_A - \mu_B)/SD]$), wobei SD die gemeinsame oder zusammengefasste Standardabweichung darstellt, schwankte zwischen 0 und 4, was entsprechend den in der Sportmedizin und Sportphysiologie angewandten Übereinkünfte geringe bis sehr große Auswirkungen darstellt [27]. Die Nicht-Unterlegenheitsspanne für SHT2 wurde auf $\delta = 0,2$ in SD-Einheiten festgelegt, was den oberen Grenzwert für einen unbedeutenden Effekt darstellt [27]. Die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Probengröße sind vergleichbar zwischen SHT1 und SHT2 mit geringfügig niedrigeren Zahlen für die Nicht-Unterlegenheitsprüfung, nahmen aber mit zunehmender Effektgröße und auch mit zunehmenden Korrelationen zwischen den Prüfpersonen erheblich ab [2].



Legende

X	Effektgröße	Y	Typ-II-Fehlerwahrscheinlichkeit (β)
■	unbedeutender Effekt	—	N = 3
■	gering	—	N = 6
■	mittelgroß	—	N = 8
■	groß	—	$\beta = 20\%$
■	sehr groß	—	$\beta = 5\%$

Bild A.2 — Typ-II-Fehler β , d. h. die Wahrscheinlichkeit, fälschlicherweise H_0 anzunehmen, wenn H_A wahr ist, in Relation zur Effektgröße, die für gepaarte t-Tests mit unterschiedlicher Probengröße (N) und mäßiger Korrelation zwischen den Prüfpersonen ($r = 0,6$) geschätzt wird, wobei die Prüfung auf Differenz (SHT1, linkes Panel) und Nichtunterlegenheit (SHT2, rechtes Panel) unter Anwendung der Standardannahmen für Typ-I-Fehler ($\alpha = 0,05$) und Nichtunterlegenheitsspanne ($\delta = 0,2$) durchgeführt wird

Diagramme des Typ-II-Fehlers β in Bild A.2 deuten darauf hin, dass bei mäßiger Korrelation ($r = 0,6$) genügend Leistung vorhanden wäre, um mittlere bis große Effektgrößen mit $N = 8$ bzw. große bis sehr große Effekte mit $N = 6$ zu erkennen, wenn 95 % Leistung (d. h. $\beta = 5\%$) erforderlich ist. Sie weisen auch darauf hin, dass der Anwender „pragmatische Ansätze“ vermeiden sollte, zwei Ensembles als gleichwertig zu betrachten, wenn sie sich nicht wesentlich unterscheiden, da diese anfällig für Typ-II-Fehler (Wahrscheinlichkeit der irrtümlichen Annahme von H_0) über 5 % bei mittleren bis großen Effektgrößen mit $N = 6, 8$ und sogar bei extremen Effektgrößen mit $N = 3$ sind [1].

Bild A.2 zeigt außerdem, dass der Anwender nicht zu viele Erkenntnisse aus Trageprüfungen mit drei Teilnehmern erwarten sollte, die nur für extreme Effektgrößen anfällig sind, d. h. nur offensichtliche Effekte zeigen. Die Erhöhung der Anzahl der Prüfpersonen führt zu einem erhöhten Vertrauen in die Fähigkeit einer statistischen Prüfung, einen tatsächlichen Unterschied zu erkennen. Die Einbeziehung einer größeren Anzahl von Prüfpersonen, als für das erforderliche Maß an statistischer Prüfungsleistung unbedingt erforderlich ist, würde es auch ermöglichen, dass eine oder mehrere Prüfpersonen aus Gründen, die nichts mit den zu prüfenden Prüfensembles zu tun haben (z. B. vorübergehende Krankheit oder Verletzung), aus den Prüfungen ausscheiden können, ohne die Gültigkeit der Ergebnisse zu beeinträchtigen (siehe B.5).

Entsprechend üblicher Übereinkunft wird für α eine Mindestwahrscheinlichkeit von 5 % festgelegt, d. h. eine Wahrscheinlichkeit von 1:20, dass ein beobachteter Unterschied ein zufälliges Ereignis darstellte. Wird jedoch eine Reihe von Prüfungen durchgeführt, erhöht jede dieser Prüfungen effektiv die Wahrscheinlichkeit

des Auftretens eines Zufalls. Vereinfacht ausgedrückt bedeutet das 5-%-Kriterium bei zwanzig durchgeführten Prüfungen, dass ein statistisch signifikantes Prüfergebnis tatsächlich dem Zufall geschuldet sein könnte. Um dies zu berücksichtigen, stehen statistische Korrekturen zur Verfügung, und wenn eine große Anzahl von Prüfungen durchgeführt werden soll, sollte fachlicher Rat eingeholt werden.

Es ist wichtig, zwischen einem Unterschied zu unterscheiden, der statistisch signifikant ist, und einem Unterschied, der in praktischer Hinsicht aussagekräftig oder relevant ist. Beispielsweise können sich zwei Geräte in der Schalldämmung um 2 dB unterscheiden. Dies mag zwar statistisch signifikant sein, dürfte aber kaum aussagekräftig sein, da physiologisch gesehen die minimale vom menschlichen Ohr wahrnehmbare Differenz üblicherweise bei etwa 3 dB liegt.

A.5 Auswahl der Prüfpersonen

Bei der Auswahl der Anzahl der Prüfpersonen ist die statistische Prüfung möglicherweise nicht die einzige Erwägung. Die Verallgemeinerung einer solchen statistischen Prüfung setzt voraus, dass die verwendeten Daten aus einer Probe stammen, die die Population, für die das Prüfensemble vorgesehen ist, angemessen repräsentiert. Es muss daher darauf geachtet werden, inwieweit die als Prüfpersonen ausgewählten Personen tatsächlich repräsentativ für die vorgesehene Trägerpopulation sind.

Industriearbeiter und andere Benutzergruppen von PSA sind eine sehr verschiedenartige Population. Neben Alters- und Geschlechterunterschiede sind auch verschiedene ethnische Gruppen vertreten. In einigen Fällen können diese Unterschiede Auswirkungen auf praktische Fragen wie die körperlichen Fähigkeiten haben. Bei der Auswahl von Prüfpersonen für die ergonomische Prüfung von PSA-Ensembles ist es jedoch nur dann wichtig, diese Unterschiede zu berücksichtigen, wenn davon ausgegangen werden kann, dass sie das Prüfergebnis beeinflussen. Wenn es sich beispielsweise um subjektive Prüfungen handelt, kann die Vertrautheit mit der Art der Prüfeinrichtung wichtig sein.

Die Auswirkungen des Tragens jeglicher Form von umgebungsluftunabhängigen Atemschutzgeräten (SCBA) zum Beispiel werden für Personen, die noch nie eine vergleichbare Ausrüstung getragen haben, wesentlich größer sein. Dies ist der Grund für die Anforderung, Prüfpersonen, die mit dem Tragen von PSA dieser Art von Natur aus vertraut sind, in einer Reihe von technischen Leistungsprüfungen für PSA einzusetzen, die die Prüfungen am Menschen beinhalten.

Die vorliegende Norm bewertet grundlegende Funktionen wie die Beweglichkeit der Gelenke, das Sehvermögen, die Auswirkungen auf die Lärmbelastung am Ohr und die Wärmebelastung. Wenn Grund zu der Annahme besteht, dass sich bestimmte Untergruppen der Gesamtnutzerpopulation in einem dieser Merkmale grundlegend unterscheiden, muss sichergestellt werden, dass alle diese Untergruppen angemessen vertreten sind, indem Prüfpersonen systematisch ausgewählt werden.

Das Potenzial für einen solchen Unterschied kann zwischen den verschiedenen zu bewertenden Funktionen variieren. Es gibt beispielsweise keinen Grund zu der Annahme, dass die Gelenkbeweglichkeit in Abhängigkeit von Geschlecht oder ethnischer Herkunft systematisch variiert oder, was noch wichtiger ist, dass die Gelenkbeweglichkeit von Industriearbeitern einer bestimmten ethnischen Gruppe durch die PSA wahrscheinlich in einer Weise beeinflusst wird, die sich systematisch von der anderer Gruppen unterscheidet. Auf dieser Grundlage gibt es keinen offensichtlichen Grund für die Notwendigkeit einer Probenahme innerhalb der verschiedenen Untergruppen, die bei der Durchführung von Prüfungen der Beweglichkeit identifiziert werden könnten.

Im Gegensatz dazu gibt es einige Hinweise darauf, dass das Geschlecht eine systematische Auswirkung auf die Aufrechterhaltung des Wärmehaushalts hat, was das Ergebnis der Prüfung beeinflussen kann. Bei Vergleichsprüfungen (d. h. Ensemble A ist besser oder schlechter als Ensemble B) führt die Verwendung von Prüfpersonen als eigene Kontrollgruppe jedoch tendenziell zu einer Neutralisierung einer solchen Auswirkung, wenn sie zur gleichen Tageszeit geprüft werden.

Es stellt sich daher die Frage, ob Kleidungsmerkmale Menschen unterschiedlichen Geschlechts unterschiedlich beeinflussen können. Wenn es zum Beispiel ein grundsätzliches Problem mit Schutzkleidung gäbe, das sich aus der Verwendung eines einteiligen Overalls anstatt eines zweiteiligen Ensembles aus Jacke und Hose ergibt, wäre eine größere Auswahl an Prüfpersonen angemessen. Dies kann daher die Sicherstellung einer angemessenen Repräsentation beider Geschlechter bei jeder Prüfung der Wärmebelastung rechtfertigen.

Vereinzelte Berichte legen nahe, dass bei Teilen von PSA-Ensembles Schwierigkeiten bei der Größenbestimmung auftreten können, insbesondere bei Personen mit besonders kleinen oder großen Körpermaßen. Detaillierte anthropometrische Bewertungen würden jedoch den Rahmen dieses Dokuments sprengen. Um jedoch sicherzustellen, dass die gesamte Größenauswahl bei jeder Prüfung bis zu einem gewissen Grad berücksichtigt wird, ist ein Auswahlverfahren auf Grundlage der Statur vorgegeben.

A.6 Andere Faktoren

Für Benchmark-Prüfungen können verschiedene Kriterien angewendet werden. Es wird in der Regel erforderlich sein, sicherzustellen, dass die Leistungsanforderungen in dem Prüfensemble nicht unter einen bestimmten Mindeststandard fallen. Diejenigen Personen, die bereits annähernd dieses Minimum an Leistung erbringen, sind eindeutig am stärksten von jeder Leistungsabnahme betroffen, weshalb solche Personen idealerweise die Grundlage für jede Prüfgruppe darstellen sollten.

So können z. B. Personen, die bereits nahe an der minimal gewünschten Wärmetoleranz sind, in einem Ausmaß betroffen sein, das eine sichere Leistungsfähigkeit gefährdet. Ein bestimmtes PSA-Ensemble kann ausreichen, um ihre Leistung unter dieses Minimum zu senken. Auf dieser Grundlage wäre eine Gruppe von Prüfpersonen bestehend aus den „anfälligsten“ Personen ideal. (Ähnliche Argumente könnten auf Personen mit bereits bestehenden Einschränkungen der Gelenkbewegungen, Sehbehinderungen usw. angewandt werden.) Informationen, auf die sich eine solche Auswahl stützen könnte, sind jedoch nicht ohne Weiteres verfügbar.

Es sind keine groß angelegten Studien über relevante Fähigkeiten innerhalb der arbeitenden Bevölkerung bekannt, und die logistischen Anforderungen dafür wären untragbar. Auf dieser Grundlage bietet die Auswahl einer ausreichend großen Gruppe von Prüfpersonen, die (hoffentlich) ein möglichst breites Spektrum an Fähigkeiten abdeckt, einen alternativen Ansatz.

Die Auswahl einer zufälligen Probe aus der gesamten Zielpopulation stellt einen Ansatz dar. Kleine, aber relativ wichtige Minderheiten werden jedoch nur in dem Verhältnis vertreten sein, in dem sie in der Gesamtpopulation vorkommen, was für Prüfungszwecke möglicherweise nicht ausreichend repräsentativ sein könnte.

Ein alternativer Ansatz besteht darin, die Probe zu „schichten“, indem man eine breite Klassifikation auf Grundlage der Niveaus des Risikofaktors definiert und dann nach dem Zufallsprinzip aus jeder der Schichten auswählt. Zum Beispiel könnten zwei Schichten auf dem Geschlecht basieren. Die Erhebung einer zufälligen Probe unter Männern und einer weiteren Probe unter Frauen würde sicherstellen, dass jeder Einfluss des Geschlechts angemessen berücksichtigt wird. Es ist möglicherweise nicht erforderlich, die Ergebnisse aus solchen Untergruppen getrennt voneinander zu analysieren.

Abschließend sollte die Frage der wahrgenommenen Plausibilität der Prüfergebnisse betrachtet werden. Unabhängig von der wissenschaftlichen Begründung wird das Vertrauen der vorgesehenen Anwenderpopulation in die Prüfergebnisse für ein Ensemble wahrscheinlich durch das Wissen gestärkt, dass sie an 60 statt an sechs Personen geprüft wurde. Wenn die wahrgenommenen Risiken extrem hoch sind, ist das Vertrauen in die Schutzfunktion des Ensembles für die Träger entscheidend.

Anhang B (normativ)

Prüfungsvorbereitungen

B.1 Vorbehandlung

Um das Risiko der Voreingenommenheit so gering wie möglich zu halten, dürfen die Prüfpersonen, soweit dies praktikabel ist, nicht wissen, wer die PSA-Produkte für das Ensemble hergestellt oder geliefert hat. Hersteller und Lieferanten werden daher gebeten, PSA-Produkte zur Prüfung ohne angebrachte Kennzeichnungen zur Verfügung zu stellen. Falls solche Kleidungsstücke nicht bezogen werden können, müssen Firmenlogos und andere Erkennungszeichen nach Möglichkeit verdeckt werden.

Bei der Anonymisierung von PSA-Produkten sollte jedoch darauf geachtet werden, dass keine Teile der PSA-Produkte ersetzt werden, die die Leistung der PSA beeinflussen könnten.

Für Benchmark-Prüfungen ist keine weitere Behandlung oder Vorbereitung von Ensembles erforderlich. Bei Vergleichsprüfungen müssen die Ensembles jedoch einen ähnlichen Verschleißzustand aufweisen. Dies kann eine Form der Alterungsbehandlung erfordern, z. B. wiederholtes Waschen geeigneter Ensembles. Eine solche Behandlung muss jedoch im Prüfbericht in Übereinstimmung mit Abschnitt 10 dokumentiert werden.

B.2 Lagerung des Ensembles

Zu prüfende PSA-Produkte müssen vor jeder Prüfung mindestens 24 Stunden lang bei $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ und $(50 \pm 20) \%$ relativer Feuchte gelagert werden.

B.3 Inspektion des Ensembles vor der Prüfung

Vor den Prüfungen muss die Ausrüstung/Kleidung vom Prüfungsverantwortlichen untersucht werden, damit sichergestellt ist, dass sich alles in einwandfreiem Zustand befindet.

B.4 Auswahl der Größe des Ensembles

Wenn mehr als eine Größe für ein Ensemble hergestellt wird, muss die Größe, die einer Prüfperson am besten passt, auf der Grundlage einer von den Herstellern bereitgestellten Anleitung zur Größenbestimmung ausgewählt werden.

B.5 Überprüfung der Zustimmung der Prüfperson zur Fortsetzung der Prüfung

Sobald die Prüfperson vollständig bekleidet ist, wird sie gefragt, ob sie mit der Durchführung der Prüfungen einverstanden ist. Wenn die Prüfperson mit „Nein“ antwortet, wird die Prüfung abgebrochen und dies zusammen mit den Gründen für den Abbruch im Bericht festgehalten.

ANMERKUNG Zu den Gründen für das Ausscheiden kann eine ungeeignete Passform gehören, beispielsweise wenn das Produkt für den Träger deutlich zu groß oder zu klein ist.

Die Praxis aus anderen Normen, die Prüfperson zu ersetzen, darf nur dann durchgeführt werden, wenn der für das Ausscheiden angegebene Grund nicht mit dem Ensemble zusammenhängt (z. B. wenn sich die Person unwohl fühlt). In allen anderen Fällen muss ein negatives Ergebnis vermerkt werden.

B.6 Prüfumgebung

Die in Anhang C bis Anhang F beschriebenen Prüfungen müssen in einer Umgebung von $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ und $(40 \pm 10) \%$ relativer Feuchte durchgeführt werden. Die Umweltbedingungen müssen mindestens zu Beginn und am Ende jeder Prüfung aufgezeichnet werden.

Anhang C (normativ)

Bewegungseinschränkung

C.1 Allgemeiner Ansatz

Im Allgemeinen beträgt der maximal annehmbare Leistungsverlust 10 % im Vergleich zu einem Referenzensemble. Da verschiedene Aufgaben und Szenarien sehr unterschiedliche Leistungsanforderungen aufweisen können, wird der Standardnutzer für spezifische Fälle auf die einschlägige Literatur und Normen verwiesen ([31]; ISO 14738:2002).

C.1.1 Gründe für die Prüfung

Ein wichtiger Aspekt beim Tragen eines PSA-Ensembles ist die Vermeidung von Einschränkungen für den Benutzer (siehe Verordnung (EU) 2016/425), wobei jede Einschränkung der Bewegungsfreiheit einen wesentlichen Aspekt darstellt.

Die im Folgenden beschriebenen Prüfungen müssen überall dort angewendet werden, wo ein Teil (oder Teile) eines beliebigen Ensembles ein Körpergelenk umspannt (oder nahe genug an diesem liegt, um seine freie Bewegung einschränken zu können). Standardmäßig sollten alle Prüfungen einbezogen werden, wobei die Begründung für die Nichtberücksichtigung einer Prüfung aufgezeichnet und in einem Bericht festgehalten werden muss. Für objektive Messungen wird eine Vorrichtung zur Messung des Beugewinkels oder der Entfernung verwendet. Für jede Richtung werden durchschnittlich 3 unabhängige Beugungen vorgenommen.

Tabelle C.1 enthält eine nicht vollständige Liste von Körpergelenken und Ensembles, die sich wahrscheinlich auf deren Bewegung auswirken.

Tabelle C.1 — Körpergelenke, die möglicherweise durch bestimmte Teile des Ensembles beeinträchtigt werden

Gelenk/PSA	Helm	Jacke	Hand- schuhe	SCBA	Hose	Schuhe	Fall- schutz	Gehör- schutz	...
Hals	×	×		×			×	×	
Schulter		×		×			×		
Ellbogen		×							
Handgelenk			×						
Finger			×						
Wirbelsäule		×		×			×		
Hüfte		×		×	×		×		
Knie					×	×			
Knöchel						×			
Zehen						×			

Bei jeder der unten aufgeführten Prüfungen muss die Prüfperson angewiesen werden, das betreffende Gelenk so weit wie möglich zu beugen, ohne sich selbst Schmerzen oder erhebliches Unbehagen zu verursachen. Sie sollten angewiesen werden, jede Wiederholung der Bewegung so einheitlich wie möglich durchzuführen. Der Prüfungsverwalter muss den Träger beobachten und, falls erforderlich, die Prüfperson hinsichtlich dieser einheitlichen Bewegung anleiten und anweisen.

C.1.2 Beobachtungen

Während der gesamten Prüfungen nach C.2 bis C.7 muss der Prüfungsverwalter den Träger und das Ensemble beobachten und jedes mögliche Versagen der Schutzfunktion aufzeichnen, wie z. B. freiliegende Haut an den Handgelenken oder Verlust der Überdeckung in anderen Bereichen, in denen sich Teile des PSA-Ensembles berühren. Die Träger müssen auch angewiesen werden, jeden spürbaren Verlust der Schutzfunktion während der Durchführung einer der Prüfungen, wie z. B. die Bewegung des Atemschutzes weg vom Gesicht, zu berichten (siehe Anhang I für Skalen).

C.1.3 Subjektive Bewertungen

Subjektive Aspekte der Leistung von Ensembles werden mit Hilfe spezifischer Fragebögen bewertet, die so gestaltet sind, dass die abgegebenen Meinungen mit Zahlenwerten bewertet werden können. Die durch solche Fragebögen bewerteten Aspekte müssen so gestaltet sein, dass sie die spezifischen Merkmale des Ensembles und gegebenenfalls die durchgeführten Prüfungen berücksichtigen, unter anderem:

- a) subjektive Schwierigkeiten bei der Durchführung der Aktivität;
- b) festgestellte Einschränkungen bei der Durchführung von Tätigkeiten während der Aktivität;
- c) Stabilität und/oder Sicherheit von Komponenten, Befestigungs- und Einstellvorrichtungen;
- d) Zusammenspiel der einzelnen Komponenten des Ensembles;
- e) Komfort (z. B. Gewicht, Ausgewogenheit, Reibung, Dichtigkeit, Steifigkeit, Passform, Wärmeempfindung);
- f) Angemessenheit etwaiger Polsterungen (falls zutreffend).

Anhang I enthält vier Skalen zur Verwendung bei den in C.2 bis C.7 beschriebenen Prüfungen.

C.2 Beweglichkeit des Halses/Kopfes

1: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, beugen Sie Ihren Hals so weit wie möglich nach vorne in Richtung Brust. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

2: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, beugen Sie Ihren Hals so weit wie möglich zur Seite in Richtung einer Schulter. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

3: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, beugen Sie Ihren Hals so weit wie möglich nach hinten und richten Sie den Blick nach oben. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die

Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

C.3 Beweglichkeit der Schulter

1: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, heben Sie einen Arm so weit wie möglich über Ihren Kopf, indem Sie ihn nach vorne vom Körper wegbewegen und die Bewegung nach oben fortsetzen. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

2: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, heben Sie einen Arm so weit wie möglich über Ihren Kopf, indem Sie ihn seitlich vom Körper wegbewegen und die Bewegung nach oben fortsetzen. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

3: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, heben Sie beide Arme so weit wie möglich über Ihren Kopf, indem Sie sie nach vorne vom Körper wegbewegen und die Bewegung nach oben fortsetzen. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

4: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, heben Sie beide Arme so weit wie möglich über Ihren Kopf, indem Sie sie seitlich vom Körper wegbewegen und die Bewegung nach oben fortsetzen. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

5: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, bewegen Sie einen Arm so schnell wie möglich nach hinten. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

C.4 Beweglichkeit des Ellbogens

Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, heben Sie einen Arm nach vorne, wobei die Handfläche nach oben zeigt, und beugen Sie nun Ihren Ellbogen, indem Sie Ihre Hand so weit wie möglich in Richtung Ihrer Schulter bewegen. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

C.5 Beweglichkeit des Handgelenks

Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, heben Sie bitte einen Arm nach vorne, wobei die Handfläche nach unten zeigt, und beugen Sie Ihr Handgelenk so weit wie möglich in alle vier Richtungen: nach oben, nach unten und nach beiden Seiten. Bitte bewerten Sie für jede Bewegungsrichtung die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

ANMERKUNG Die Beweglichkeit der Finger (Fingerfertigkeit) wird separat beurteilt.

C.6 Rumpfbeugung

1: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, beugen Sie bitte Ihren Rücken, indem Sie sich so weit wie möglich vorne beugen und vor Ihren Füßen nach unten in Richtung des Bodens greifen. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

2: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, beugen Sie bitte Ihren Rücken, indem Sie sich so weit wie möglich hinten beugen und mit Ihren Armen über dem Kopf so weit wie möglich nach hinten greifen. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

3: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, beugen Sie bitte Ihren Rücken, indem Sie sich so weit wie möglich zur Seite beugen und mit Ihren Armen nach oben ausgestreckt zur Seite greifen. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

4: Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, drehen Sie Ihren Oberkörper zur Seite und strecken Sie Ihre Arme in horizontaler Position so weit wie möglich zur Seite. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

C.7 Hüft-/Kniebeugung

Während Sie aufrecht stehen und das PSA-Prüfensemble angelegt haben, beugen Sie Ihre Hüfte und Knie und gehen Sie in die Hocke. Bitte bewerten Sie die Freiheit, mit der Sie die Bewegung ausführen können (Skala A) und eine eventuelle Einschränkung des Bewegungsbereichs (Skala B). Achten Sie bei der Bewertung dieser Bewegung auf Ihre Hüfte, Knie und Fußgelenke. Wenn Sie darum gebeten werden, vergleichen Sie bitte die Freiheit, mit der Sie die Bewegung im Gegensatz zur gleichen Bewegung ohne PSA ausführen können (Skala C), sowie jede Einschränkung des Bewegungsbereichs im Gegensatz zur Bewegungsfreiheit ohne PSA (Skala D).

Anhang D (normativ)

Sicht

D.1 Allgemeines

Das Sehvermögen (und in einigen Fällen das Gesichtsfeld) würde für gewöhnlich als Teil der Prüfung individueller PSA-Produkte für die Augen bewertet werden, z. B. solcher, die einen Sichtschutz bieten. Diese Prüfung ist nicht für solche Produkte vorgesehen (einschließlich solcher, bei denen eine Einschränkung des Gesichtsfeldes ausdrücklich zulässig ist). Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass einige PSA-Ensembles zu einer unbeabsichtigten Einschränkung des Gesichtsfeldes führen können.

D.2 Gesichtsfeld

Mit dieser Prüfung soll das normale horizontale und vertikale Gesichtsfeld ohne Kopfbewegung bestimmt werden. Sie basiert auf einem einfachen Umkreis, der zuvor zur Bestimmung des Gesichtsfeldes verwendet wurde.

Es muss ein Messgerät mit einem 0,5 m langen Schenkel konstruiert werden, der an einer starren Stange von etwa 0,6 m Länge schwenkbar ist. Der Schwenkpunkt muss mit einer kreisförmigen, in Grad eingeteilten Platte versehen sein, mit der die Position des Arms bestimmt werden kann. Die Stange muss horizontal oder vertikal montiert werden können. Ein 0,3 m langes Endstück, das rechtwinklig vom Ende des Arms absteht, muss in einer Zielscheibe in heller Farbe und mit einem Durchmesser von 1 cm enden.

Die Prüfperson muss angewiesen werden, eine Strecke von 50 m mit voller Kopffreiheit zu gehen, damit sich das Ensemble an den Träger anpassen kann. An einer geeigneten Stelle wird die Prüfperson angewiesen, sich auf einen Stuhl zu setzen und die Stange waagrecht über dem Kopf der Prüfperson so nahe wie möglich an der Schulterlinie zu positionieren, wobei der Arm mittig über dem Kopf schwenkt (dies wird dadurch erreicht, indem die Prüfperson angewiesen wird, geradeaus zu blicken, und indem die Stangenposition so eingestellt wird, dass sie einen Messwert von 0° anzeigt). Die Höhe der Zielscheibe muss so eingestellt werden, dass sie der Augenhöhe der Prüfperson entspricht.

Die Prüfperson muss angewiesen werden, diese Augen- und Kopfposition während der gesamten Prüfung beizubehalten, wobei sie durch die Platzierung eines geeigneten visuellen Ziels in der Mitte des Gesichtsfeldes unterstützt werden muss. Die Zielscheibe wird von außerhalb des Gesichtsfeldes abwechselnd entlang der beiden Hauptachsen nach innen bis zu dem Punkt bewegt, an dem sie im peripheren Gesichtsfeld entlang dieser Ebene sichtbar ist. Es wird der Winkel des Zielarms an diesem Punkt aufgezeichnet.

Das Verfahren wird sowohl horizontal und vertikal als auch links und rechts entlang beider Achsen wiederholt.

D.3 Gesamter Sichtbereich

Diese Prüfung dient zur Bestimmung des horizontalen und vertikalen Gesamt-Sichtbereichs mit Kopfbewegung.

Es muss das oben beschriebene Prüfungsprotokoll angewendet werden, mit der Ausnahme, dass die Prüfperson, sobald sie im Prüfgerät positioniert ist, angewiesen wird, Kopf und Augen in der horizontalen Achse so weit wie möglich zu einer Seite zu drehen. Die Prüfung muss dann wie zuvor durchgeführt werden, wobei die Zielscheibe entlang beider Hauptachsen nacheinander in das Gesichtsfeld bis zu dem Punkt bewegt wird, an dem sie entlang dieser Ebene sichtbar wird. Es wird der Winkel des Zielarms an diesem Punkt aufgezeichnet.

Das Verfahren wird sowohl horizontal und vertikal als auch links und rechts entlang beider Achsen wiederholt, wobei Kopf und Hals vollständig in Messrichtung gedreht werden müssen.

Anhang E (normativ)

Manuelle Geschicklichkeit

E.1 Allgemeines

Der Einfluss der Komponenten eines Ensembles muss mit Hilfe einer Reihe verschiedener Prüfungsübungen bewertet werden. E.2 bis E.5 bieten eine Auswahl von Prüfverfahren, die es ermöglichen, eine Vielzahl von Fähigkeiten zu bewerten, darunter einige, die wahrscheinlich empfindlicher auf Einschränkungen der Hand-/Handgelenk-/Armbewegung reagieren, die mit anderen Teilen des PSA-Ensembles als den Handschuhen zusammenhängen. Die von den Prüfpersonen freiwillig abgegebenen Anmerkungen zu Sitz, Komfort und Leistung des PSA-Ensembles bei der Durchführung dieser Prüfungen müssen aufgezeichnet werden.

Obwohl die manuelle Geschicklichkeit in einzelnen Produktnormen für Handschuhe behandelt wird, zeigt die Erfahrung, dass die angewendeten Kriterien für bestimmte Anwendungen zu weit gefasst sein können. Hinzu kommt, dass die Geschicklichkeit ein komplexer Sachverhalt ist, der mit einer einzigen Maßnahme nicht unbedingt angemessen beurteilt werden kann. Aus diesem Grund sind hier die modifizierte Stiftprüfung (EN 420) und weitere Prüfungen enthalten. Das Prüfverfahren wird auf Grundlage der größtmöglichen Ähnlichkeit der Arbeitsaufgaben ausgewählt.

E.2 Modifizierte Prüfung nach EN 420

E.2.1 Kurzbeschreibung

Die kleinste Auswahl an Stiftgrößen, die innerhalb einer definierten Zeitspanne dreimal aufgenommen werden können, wird aufgezeichnet.

E.2.2 Prüfgeräte

(Ein Satz) zylindrischer geschliffener Stifte aus Stahl mit einer Länge ($40 \pm 0,5$) mm und Durchmessern ($\pm 0,05$ mm) von 11 mm, 9,5 mm, 8 mm, 6,5 mm, 5 mm, 3,5 mm und 2 mm.

Stoppuhr, die ($30 \pm 0,1$) s anzeigen kann.

E.2.3 Durchführung

Die Stifte werden auf einer festen horizontalen Fläche in Tischhöhe in absteigender Reihenfolge des Durchmessers vor der sitzenden Prüfperson platziert. Die Prüfperson wird angewiesen, jeden Stift dreimal in absteigender Reihenfolge der Durchmesser mit einer Hand zwischen Daumen und Zeigefinger aufzuheben, wobei die Zeit gemessen wird. Das Verfahren wird getrennt für beide Hände durchgeführt.

E.2.4 Aufgezeichnete Parameter

Für jede Hand wird der kleinste Stiftdurchmesser aufgezeichnet, der bei der stärkeren Hand innerhalb von 30 s dreimal erfolgreich aufgenommen werden kann. Wenn dies nicht erreicht wird, werden der Durchmesser des Stiftes und die Anzahl der erfolgreichen Aufnahmen innerhalb von 30 s aufgezeichnet.

E.3 Minnesota-Blockprüfung

E.3.1 Kurzbeschreibung

Festgelegte zylindrische Blöcke werden mit einer Hand aufgenommen, umgedreht und mit der anderen Hand in eine Schablone eingesetzt. Es wird die Zeit aufgezeichnet, innerhalb der 60 Blöcke aufgenommen und eingesetzt werden.

E.3.2 Prüfgeräte

Eine Minnesota-Block-Prüfvorrichtung [28], [37], die auf einer festen horizontalen Fläche in Tischhöhe vor der stehenden Prüfperson angeordnet wird.

Stoppuhr, mit einer Fehlergrenze von 0,5 s.

E.3.3 Durchführung

Die Prüfperson wird angewiesen, die Blöcke der Reihe nach mit einer Hand aufzunehmen, sie umzudrehen, in die andere Hand zu geben und sie wieder in die gelochte Schablone einzusetzen. Abwechselnde Reihen von Blöcken werden mit wechselnden Händen aufgenommen. Die Prüfung wird fortgesetzt, bis alle Blöcke umgedreht und wieder eingesetzt worden sind.

E.3.4 Aufgezeichnete Parameter

Es wird die Zeit für das Aufnehmen, Umdrehen und Wiedereinsetzen aller Blöcke aufgezeichnet.

E.4 Purdue-Steckbrett-Prüfung

E.4.1 Kurzbeschreibung

Es werden festgelegte Stifte aufgenommen und in vertikale Löcher in einem Steckbrett eingesetzt. Die Anzahl der innerhalb von 30 s eingesetzten Stifte wird aufgezeichnet. Diese Prüfung wird getrennt für jede Hand durchgeführt.

E.4.2 Prüfgeräte

1 Purdue-Steckbrett [38] sowie Stahlstifte (2,5 mm Durchmesser, 20 mm lang), die auf einer festen horizontalen Fläche in Tischhöhe vor der sitzenden Prüfperson angeordnet werden.

Stoppuhr, die $(30 \pm 0,1)$ s anzeigen kann.

E.4.3 Durchführung

Die Prüfperson wird angewiesen, einzelne Stifte aus dem Steckbrett zu nehmen und sie mit nur einer Hand in Löcher im Steckbrett zu stecken. Die Prüfung wird 30 s lang durchgeführt. Anschließend wird die Prüfung mit der anderen Hand wiederholt.

E.4.4 Aufgezeichnete Parameter

Die Anzahl der innerhalb von 30 s mit jeder Hand eingesetzten Stifte wird aufgezeichnet.

E.5 9-Loch-Steckbrett-Prüfung

E.5.1 Kurzbeschreibung

Es werden individuelle Stifte aufgenommen und in neun vertikale Löcher eingesetzt. Es wird die benötigte Zeit zum Einsetzen der 9 Stifte in das Steckbrett aufgezeichnet. Diese Prüfung wird getrennt für jede Hand durchgeführt.

E.5.2 Prüfgeräte

9-Loch-Steckbrett-Prüfung mit Nylon-Stiften (Nenndurchmesser 6,5 mm, 32 mm lang), die auf einer festen horizontalen Fläche in Tischhöhe vor der sitzenden Prüfperson angeordnet werden.

Stoppuhr, mit einer Fehlergrenze von 0,1 s.

E.5.3 Durchführung

Die Prüfperson wird angewiesen, einzelne Stifte aus der Steckbrett-Schale zu nehmen und sie mit nur einer Hand in Löcher im Steckbrett zu stecken, während die Zeit gestoppt wird. Die Prüfung wird so lange durchgeführt, bis alle 9 Stifte eingesetzt wurden. Anschließend wird die Prüfung mit der anderen Hand wiederholt.

E.5.4 Aufgezeichnete Parameter

Es wird für jede Hand die benötigte Zeit zum Einsetzen der 9 Stifte in das Steckbrett aufgezeichnet.

Anhang F (normativ)

Hörvermögen (Schalldämmung)

F.1 Allgemeines

ANMERKUNG 1 Diese Prüfung bestimmt das Ausmaß, in dem ein Ensemble unbeabsichtigterweise Schalldämmung von Umgebungsgeräuschen bewirkt, die zum Ohr gelangen.

Die Schalldämmung muss durch Messung der Einfügungsdämpfung der am Kopf getragenen PSA nach dem in EN ISO 11904-1:2002 festgelegten Verfahren bewertet werden. Die Messungen müssen in einem diffusen Feld von rosa Rauschen durchgeführt werden, wobei ein Miniaturmikrofon am Eingang des Gehörgangs eines Ohres verwendet wird. Wenn ein wesentlicher Unterschied zwischen der linken und der rechten Seite der PSA besteht, müssen die Messungen für beide Ohren wiederholt werden.

Der Schalldruckpegel (L_{eq}) des Mikrofons am Eingang des Gehörgangs muss in den Terzbändern zwischen 125 Hz und 8 kHz mit einem integrierenden Schallpegelmesser oder -analysator, der die Anforderungen von EN 61672-1:2013, Klasse 1 m, erfüllt, und mit Terzbandfiltern, die die Anforderungen von EN 61260-1:2014, Klasse 0, erfüllen, aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnung muss über eine Dauer von mindestens 20 s erfolgen.

ANMERKUNG 2 Durch die gleichzeitige Messung in jedem Frequenzband kann jede Prüfung mit und ohne PSA in weniger als einer Minute abgeschlossen werden, wodurch die Ermüdung der Prüfperson minimiert wird.

Bei Benchmark-Prüfungen gilt als Benchmark-Bedingung, dass die Prüfperson keine PSA mit Kopfbedeckung trägt. Wenn ein Atemschutzgerät Teil des zu prüfenden Ensembles ist, muss die Gesichtsmaske getragen und mit Luft versorgt werden. Zur Vermeidung von Geräuschen, die durch Luftströmung erzeugt werden, muss die Prüfperson angewiesen werden, während der Messung der Schalldruckpegel den Atem anzuhalten.

Die Schalldämmung der PSA muss für jede Prüfperson in Terzbändern angegeben werden, zusammen mit dem Mittelwert und der Standardabweichung für alle Prüfpersonen für jedes geprüfte Ensemble.

Für jedes Ensemble wird Folgendes berechnet:

a) Für jedes Terzband (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz und 8 000 Hz) die mittlere Dämpfung zuzüglich einer Standardabweichung;

b) Die Summe der Schalldämmung für tiefe Frequenzen (A_{LOW}):

$$A_{LOW} = A_{125} + A_{250} + A_{500}$$

c) Die Summe der Schalldämmung für hohe Frequenzen (A_{HIGH}):

$$A_{HIGH} = A_{1\,000} + A_{2\,000} + A_{4\,000} + A_{8\,000}$$

ANMERKUNG 3 Was die Sprache betrifft, so entsprechen hier die tiefen Frequenzen den Vokallauten beim Sprechen und die hohen Frequenzen den Konsonanten. Die differentielle Schalldämmung bei tiefen und hohen Frequenzen könnte die Sprachverständlichkeit verringern, insbesondere, wenn Konsonanten verloren gehen. Unterschiede von weniger als etwa 3 dB sind im Allgemeinen subjektiv nicht wahrnehmbar. Ein Unterschied zwischen der Schalldämmung im Bereich tiefer und hoher Frequenzen kann auch die Verständlichkeit von Warnsignalen, Maschinengeräuschen und anderen Geräuschen, die akustische Informationen übermitteln, beeinflussen.