

DIN EN ISO 9612



ICS 13.140

Einsprüche bis 2023-03-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 9612:2009-09

Entwurf

**Akustik –
Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz –
Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (Ingenieurverfahren)
(ISO/DIS 9612:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 9612:2023**

Acoustics –
Determination of occupational noise exposure –
Methodology (ISO/DIS 9612:2023);
German and English version prEN ISO 9612:2023

Acoustique –
Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail –
Méthode d'expertise (ISO/DIS 9612:2023);
Version allemande et anglaise prEN ISO 9612:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-01-27 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 nals@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/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 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 116 Seiten

DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 9612:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 211 „Akustik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 001-01-02 AA „Geräuschimmission – Grundlagen, Ermittlung, Beurteilung“ im DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS).

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:

IEC 60804:2000	siehe	DIN EN 60804:2002-01
IEC 60942:2017	siehe	DIN EN IEC 60942:2018-07
IEC 61252:2017	siehe	DIN EN 61252:2018-01
IEC 61672-1:2013	siehe	DIN EN 61672-1:2014-07
ISO 4869-2	siehe	DIN EN ISO 4869-2
ISO 11200	siehe	DIN EN ISO 11200
ISO 11201	siehe	DIN EN ISO 11201
ISO 11202	siehe	DIN EN ISO 11202
ISO 11203	siehe	DIN EN ISO 11203
ISO 11205	siehe	DIN EN ISO 11205
ISO 11904-1	siehe	DIN EN ISO 11904-1
ISO 11904-2	siehe	DIN EN ISO 11904-2

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 9612:2009-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) Umgestaltung der Anleitung zur Messung von $L_{p,A,eqT,m}$ für die tätigkeitsbezogene Strategie (9.3);
- c) Überarbeitung des Messplans für die berufsbildbezogene Strategie (10.2);
- d) Ergänzung von Messanforderungen innerhalb einer HEG für die Ganztags-Messstrategie (11.2);
- e) einige Präzisierungen und Klarstellungen zum Abschnitt über die Messgeräte;
- f) einige Ergänzungen im Abschnitt zum Ergebnisbericht: Anzahl der Spitzenereignisse, $L_{EX,8h,95\%}$ usw.;
- g) Ergänzung von Abschnitt C.7 mit Gleichungen zur Berechnung der Messunsicherheit bei Berücksichtigung mehrerer repräsentativer Arbeitstage;
- h) Ergänzung von Abschnitt C.8, zur Klärung der Unsicherheit von Spitzenmessungen;

- i) Aufnahme eines neuen Anhangs G „Beispiel für die Berechnung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels für Beschäftigte mit wechselnden Tätigkeiten“
- j) Dokument redaktionell überarbeitet;
- k) vollständige Überarbeitung der der Norm beigefügten Excel-Berechnungsdatei.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60804:2002-01, *Integrierende mittelwertbildende Schallpegelmesser (IEC 60804:2000); Deutsche Fassung EN 60804:2000*

DIN EN 61252:2018-01, *Elektroakustik — Anforderungen an Personenschall-exposimeter (IEC 61252:1993 + AMD1:2000 + AMD2:2017); Deutsche Fassung EN 61252:1995 + A1:2001 + A2:2017*

DIN EN 61672-1:2014-07, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1:2013); Deutsche Fassung EN 61672-1:2013*

DIN EN IEC 60942:2018-07, *Elektroakustik — Schallkalibratoren (IEC 60942:2017); Deutsche Fassung EN IEC 60942:2018*

DIN EN ISO 4869-2, *Akustik — Gehörschützer — Teil 2: Abschätzung der beim Tragen von Gehörschützern wirksamen A-bewerteten Schalldruckpegel*

DIN EN ISO 11200, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen zur Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten*

DIN EN ISO 11201, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten in einem im Wesentlichen freien Schallfeld über einer reflektierenden Ebene mit vernachlässigbaren Umgebungskorrekturen*

DIN EN ISO 11202, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten unter Anwendung angenäherter Umgebungskorrekturen*

DIN EN ISO 11203, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten aus dem Schallleistungspegel*

DIN EN ISO 11205, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 zur Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten unter Einsatzbedingungen aus Schallintensitätsmessungen*

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

DIN EN ISO 11904-2, *Akustik — Bestimmung der Schallimmission von ohrnahen Schallquellen — Teil 2: Verfahren unter Verwendung eines Kopf- und Rumpfsimulators*

Akustik – Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz – Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (Ingenieurverfahren) (ISO/DIS 9612:2023)

Acoustics – Determination of occupational noise exposure – Methodology (ISO/DIS 9612:2023)

Acoustique – Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail – Méthode d'expertise (ISO/DIS 9612:2023)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Vorwort	7
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Symbole	13
5 Messgeräte	15
5.1 Schallpegelmesser und Personenschallexposimeter	15
5.2 Kalibrator	16
5.3 Regelmäßige Überprüfung	16
6 Vorgehensweise – Chronologische Schritte	16
6.1 Schritt 1: Arbeitsanalyse	16
6.2 Schritt 2: Auswahl der Messstrategie	16
6.3 Schritt 3: Messungen	16
6.4 Schritt 4: Fehlerbetrachtung und Unsicherheiten	16
6.5 Schritt 5: Berechnung und Darstellung der Ergebnisse und der Unsicherheit	16
7 Arbeitsanalyse	17
7.1 Einleitung	17
7.2 Festlegung von Gruppen mit gleicher Geräuschexposition (HEG)	17
7.3 Ermittlung eines repräsentativen Arbeitstages	18
8 Auswahl der Messstrategien	18
8.1 Allgemeines	18
8.2 Messstrategien	18
9 Strategie 1 – Tätigkeitsbezogene Messung	19
9.1 Aufteilung des repräsentativen Arbeitstages in Tätigkeiten	19
9.2 Zeitdauer der Tätigkeiten	19
9.3 Messung von $L_{p,A,eqT,m}$ für die Tätigkeiten	20
9.3.1 Allgemeines	20
9.3.2 Anzahl der Messungen	20
9.3.3 Zeitpunkt und Dauer der Messungen	21
9.3.4 Berechnung des A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegels	21
9.4 Berechnung des Anteiles jeder einzelnen Tätigkeit am A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspiegel	21
9.5 Ermittlung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspiegels	22
10 Strategie 2 – Berufsbildbezogene Messung	22
10.1 Allgemeines	22
10.2 Messplan – Anzahl, Zeitdauer und Verteilung der Messungen	23
10.3 Messungen	23
10.4 Ermittlung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspiegels für Beschäftigte einer Gruppe mit gleichartiger Geräuschexposition	24
11 Strategie 3 – Ganztagsmessung	24
11.1 Allgemeines	24
11.2 Beobachtung der Arbeiten und Kontrolle der Messungen	25
11.3 Messungen	25
11.4 Ermittlung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspiegels	26
12 Messungen	26
12.1 Auswahl der Messgeräte	26
12.2 Vor-Ort-Kalibrierung	26
12.3 Vom Beschäftigten getragenes Messgerät	26
12.4 Integrierender Schallpegelmesser	27

13	Unsicherheitsquellen	28
13.1	Allgemeines	28
13.2	Mechanische Schläge auf das Mikrofon	29
13.3	Wind und Luftströmungen	29
13.4	Relevanz der Geräuschanteile	30
14	Berechnung der Messunsicherheiten und Darstellung der Endergebnisse	30
15	Angaben im Ergebnisbericht	30
Anhang A (informativ) Beispiel für eine Checkliste, um sicherzustellen, dass bedeutende Schallereignisse durch die Arbeitsanalyse erfasst werden		33
Anhang B (informativ) Leitfaden für die Auswahl der Messstrategie		34
B.1	Allgemeines	34
B.2	Strategie 1 — Tätigkeitsbezogene Messung	34
B.3	Strategie 2 — Berufsbildbezogene Messung	34
B.4	Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen tätigkeitsbezogenen und berufsbildbezogenen Messungen	35
B.5	Strategie 3 — Ganztagsmessung	35
B.6	Verwendung von mehr als einer Messstrategie	36
B.7	Auswahl der Messstrategie für unterschiedliche Arbeitssituationen	36
Anhang C (normativ) Bewertung von Messunsicherheiten		37
C.1	Allgemeines	37
C.2	Ermittlung der erweiterten kombinierten Unsicherheit für die tätigkeitsbezogene Messung	38
C.2.1	Funktionale Beziehung für die tätigkeitsbezogene Messung	38
C.2.2	Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit u und der erweiterten Unsicherheit U	39
C.2.3	Beiträge zur Messunsicherheit und Unsicherheitsbilanz	40
C.3	Bestimmung der erweiterten Unsicherheit bei berufsbildbezogener Messung	41
C.3.1	Funktionale Beziehung für die berufsbildbezogene Messung	41
C.3.2	Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit u und der erweiterten Unsicherheit U	41
C.3.3	Beiträge zur Messunsicherheit und Unsicherheitsbilanz	42
C.4	Berechnung der Unsicherheit bei Ganztagsmessung	44
C.5	Standardunsicherheit u_2 aufgrund der verwendeten Messgeräte	44
C.6	Standardunsicherheit u_3 aufgrund der Mikrofonposition	44
C.7	Messunsicherheit für mehrere repräsentative Arbeitstage	45
C.8	Unsicherheitsberechnung für Spitzenschallpegel	45
Anhang D (informativ) Beispiel für die Berechnung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels mithilfe tätigkeitsbezogener Messungen		46
D.1	Schritt 1: Arbeitsanalyse	46
D.2	Schritt 2: Auswahl der Messstrategie	47
D.3	Schritt 3: Messungen	47
D.4	Schritt 4: Fehlerbetrachtung	47
D.5	Schritt 5: Berechnung und Darstellung der Ergebnisse und der Unsicherheit	47
D.5.1	Berechnung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels	47
D.5.2	Berechnung der Unsicherheit	48
D.5.2	Schlussfolgerungen	49
Anhang E (informativ) Beispiel für die Berechnung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels mithilfe berufsbildbezogener Messungen		50
E.1	Allgemeines	50
E.2	Schritt 1: Arbeitsanalyse	50
E.3	Schritt 2: Auswahl der Messstrategie	50
E.4	Schritt 3: Messungen	50
E.5	Schritt 4: Fehlerbetrachtung	51
E.6	Schritt 5: Berechnung und Darstellung der Ergebnisse und der Unsicherheit	51
E.6.1	Berechnung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels und der Unsicherheit	51
E.6.2	Endergebnis	52
E.6.3	Schlussfolgerungen	52

Anhang F (informativ) Beispiel für die Berechnung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels mithilfe von Ganztagsmessungen	53
F.1 Allgemeines	53
F.2 Schritt 1: Arbeitsanalyse	53
F.3 Schritt 2: Auswahl der Messstrategie	53
F.4 Schritt 3: Messungen	53
F.4.1 Messplan	53
F.4.2 Beobachtung der Arbeiten und Kontrolle der Messungen	54
F.5 Schritt 4: Fehlerbetrachtung	54
F.6 Schritt 5: Berechnung und Darstellung der Ergebnisse und der Unsicherheit	54
F.6.1 Messergebnisse	54
F.6.2 Berechnung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels	54
F.6.3 Berechnung der Unsicherheit	55
F.6.4 Schlussfolgerungen	55
Anhang G (informativ) Beispiel für die Berechnung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels für Beschäftigte mit wechselnden Tätigkeiten	56
G.1 Allgemeines	56
G.2 Beispiel Nr. 1: Beschäftigter mit wechselnden Tätigkeiten, der spezifische Tätigkeiten am Vormittag und allgemeinere Arbeiten am Nachmittag ausführt	56
G.3 Beispiel Nr. 2: Beschäftigter mit wechselnden Tätigkeiten, der von einem Tag auf den anderen unterschiedliche Berufsbilder abdeckt	57
G.3.1 Berechnung der Geräuschexposition für einen Gabelstaplerfahrer	57
G.3.2 Berechnung der Geräuschexposition für eine Bedienerperson der Produktionslinie	57
G.3.3 Berechnung der Geräuschexposition für eine Bedienerperson einer bestimmten Maschine	58
G.4 Kombinierte Tages-Lärmexposition eines Beschäftigten mit wechselnden Tätigkeiten	58
Literaturhinweise	59

Bilder

Bild 1 — Beispiel zur Veranschaulichung der Hierarchie von Berufsbildern und Tätigkeiten	13
---	-----------

Tabellen

Tabelle 1 — Empfohlene Mindestanzahl an Beschäftigten ($n_{\min}$), mit denen die Messungen als Funktion der Größe der HEG (n_G) durchgeführt werden können	20
Tabelle 2 — Mindestanzahl der Personen $n_{\min}$, an denen Messwerte aufzuzeichnen sind	23
Tabelle 3 — Minimale Gesamtzeitdauer der Messungen verteilt über die HEG	23
Tabelle 4 — Mindestanzahl der Personen $n_{\min}$ in einer HEG der Größe n_G zur Durchführung von Schallpegelmessungen	25
Tabelle B.1 — Auswahl der grundlegenden Messstrategie	36
Tabelle C.1 — Unsicherheitsquellen bei Bestimmung der erweiterten Unsicherheit für den A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegel oder des Lärmexpositionspegels bezogen auf einen 8-h-Arbeitstag	37
Tabelle C.2 — Unsicherheitsbilanz bei Bestimmung der Lärmexpositionspegel bei der tätigkeitsbezogenen Messung	40
Tabelle C.3 — Unsicherheitsbilanz für die Bestimmung des Lärmexpositionspegels für berufsbildbezogene Messungen	42
Tabelle C.4 — Unsicherheitsbeitrag $c_1 u_1$, in Dezibel, von berufsbildbezogenen Ganztags-Geräuschpegelmessungen, anwendbar für eine Reihe von N Messwerten $L_{p,A,eq,Tn}$ mit der Standardunsicherheit u_1	43
Tabelle C.5 — Standardunsicherheit u_2 aufgrund der Messgeräte	44
Tabelle D.1 — Repräsentativer Arbeitstag eines Schweißers	46
Tabelle F.1 — Messergebnisse	54

Tabelle G.1	56
-----------------------	----

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 9612:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 211 „Akustik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 9612:2009 ersetzen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 9612:2023 wurde von CEN als prEN ISO 9612:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43, *Acoustics*, Unterkomitee SC 1, *Noise*, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 9612:2009), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- eine Umgestaltung der Anleitung zur Messung von $L_{p,A,eqT,m}$ für die tätigkeitsbezogene Strategie (9.3);
- eine Überarbeitung des Messplans für die berufsbildbezogene Strategie (10.2);
- die Ergänzung von Messanforderungen innerhalb einer HEG für die Ganztags-Messstrategie (11.2);
- einige Präzisierungen und Klarstellungen zum Abschnitt über die Messgeräte;
- einige Ergänzungen im Abschnitt zum Ergebnisbericht: Anzahl der Spitzenereignisse, $L_{EX,8h,95\%} \dots$;
- die Ergänzung von Abschnitt 7 in Anhang C, der die Gleichungen für die Berechnung der Messunsicherheit für den Fall enthält, dass mehrere repräsentative Arbeitstage berücksichtigt werden. Abschnitt 8 wurde ebenfalls aufgenommen, um die Unsicherheit von Spitzenwertmessungen zu klären;
- die Aufnahme eines neuen Anhangs G: *Beispiel für die Berechnung des Tages-Lärmexpositionspegels für Beschäftigte mit wechselnden Tätigkeiten*;
- eine vollständige Überarbeitung der Excel-Kalkulationsdatei, die dieser Norm beigelegt ist.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt einen schrittweisen Ansatz zur Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz durch Lärmpegelmessungen. Die Vorgehensweise enthält die folgenden wesentlichen Schritte: Arbeitsanalyse, Auswahl der Messstrategie, Durchführung der Messungen, Behandlung von Fehlern und Unsicherheitsbetrachtungen, Berechnungen und Darstellung von Ergebnissen. Dieses Dokument legt drei verschiedene Messstrategien fest: die tätigkeitsbezogene Messung, die berufsbildbezogene Messung und die Ganztagsmessung. Dieses Dokument gibt eine Anleitung für die Auswahl einer geeigneten Messstrategie für eine bestimmte Arbeitssituation und einen bestimmten Messzweck an. Dieses Dokument bietet außerdem als Hilfe ein Tabellen-Kalkulationsprogramm an, um damit die Messergebnisse und Unsicherheiten berechnen zu können. ISO ist jedoch nicht für Fehler verantwortlich, die sich bei Anwendung des Tabellen-Kalkulationsprogramms ergeben können.

Dieses Dokument zieht die Verwendung von handgehaltenen Schallpegelmessern wie auch von Personenschallexposimetern in Betracht. Mit den festgelegten Verfahren wird der Aufwand optimiert, der benötigt wird, um eine bestimmte Genauigkeit zu erreichen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren fest, um die Lärmbelastung von Beschäftigten am Arbeitsplatz zu erfassen und den Lärmexpositionspegel zu berechnen. Dieses Dokument behandelt die Messung von A-bewerteten Pegeln, ist aber ebenso auf C-bewertete Pegel anwendbar. Es werden drei verschiedene Messstrategien festgelegt. Die Anwendung dieses Verfahrens ist zweckmäßig, wenn die Ermittlung der Lärmexposition entsprechend der Genauigkeitsklasse 2 gefordert ist, z. B. für genaue Lärmbelastungsstudien oder epidemiologische Studien im Zusammenhang mit der Entstehung von Gehörschäden oder anderen negativen Lärmwirkungen.

Die Durchführung der Messung erfordert die Beobachtung und Analyse der Lärmbelastungsbedingungen, so dass die Qualität der Messungen überprüft werden kann. Dieses Dokument beschreibt Verfahren zur Abschätzung der Unsicherheit der Ergebnisse.

Dieses Dokument ist nicht dafür vorgesehen, die Verdeckung von Sprache zu untersuchen oder Infraschall, Ultraschall und extraaurale Wirkungen von Lärm zu beurteilen. Es ist nicht geeignet, um die Lärmbelastung des durch Gehörschutz geschützten Ohres zu messen.

Die Ergebnisse der Messungen, die in Übereinstimmung mit diesem Dokument durchgeführt wurden, können nützliche Informationen für die Festlegung von Prioritäten bei Lärminderungsmaßnahmen liefern.

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).

ISO 1999:1990, *Acoustics — Estimation of noise-induced hearing loss*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

IEC 60942:2017, *Electroacoustics — Sound calibrators*

IEC 61252:2017, *Electroacoustics — Specifications for personal sound exposure meters*

IEC 61672-1:2013, *Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications*

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 <https://www.electropedia.org/>

3.1

A-bewerteter zeitlich gemittelter Schalldruckpegel

$L_{p,A,T}$

A-bewerteter äquivalenter Dauerschalldruckpegel

$L_{p,A,eqT}$

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses des über die Zeit gemittelten Quadrates des A-bewerteten Schalldruckes p_A innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls T (von t_1 bis t_2), zum Quadrat des Bezugsschalldruckes p_0 , angegeben in Dezibel

$$L_{p,A,T} = L_{p,A,eqT} = 10 \lg \left[\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ dB} \quad (1)$$

wobei der Bezugsschalldruck p_0 20 µPa beträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Übernommen aus ISO/TR 25417:2007 [9].

3.2

A-bewerteter Lärmexpositionspegel bezogen auf einen 8-h-Arbeitstag

A-bewerteter Tages-Lärmexpositionspegel

$L_{EX,8h}$

<beruflicher Lärm> Pegel, in Dezibel, beschrieben durch die Gleichung:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left[\frac{T_e}{T_0} \right] \text{ dB} \quad (2)$$

Dabei ist

L_{p,A,eqT_e} der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel für T_e ;

T_e die tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages, in Stunden;

T_0 die Bezugszeitdauer $t_0 = 8$ h.

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages T_e 8 h beträgt, stimmen $L_{EX,8h}$ und $L_{p,A,eq,8h}$ überein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn die über eine Anzahl von Tagen gemittelte oder bezogene Exposition abgelaufen ist, kann Gleichung (3) angewendet werden:

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\frac{1}{X} \sum_{x=1}^X 10^{0,1 \cdot L_{EX,8h,x}} \right] \text{ dB} \quad (3)$$

Dabei ist $L_{EX,8h,x}$ der A-bewertete Tages-Lärmexpositionspegel für Tag x .

Der Wert von X wird entsprechend dem Zweck des Mittelungsprozesses ausgewählt. So führt beispielsweise der Wert $X = 5$ zu einem A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegel bezogen auf eine repräsentative Arbeitswoche mit fünf 8-h-Arbeitstagen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Diese Definition unterscheidet sich von der in ISO/TR 25417:2007 [9].

3.3

repräsentativer Arbeitstag

Arbeitstag, der zur Erfassung der Lärmexposition ausgewählt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der repräsentative Arbeitstag wird über die Arbeitsanalyse bestimmt und hängt von der Zielsetzung der Messungen ab. Er darf z. B. ein typischer Tag sein, der die über mehrere Tage ausgeübte Tätigkeit repräsentiert oder der Tag mit der höchsten Lärmexposition. Siehe auch 7.3.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Lärmexpositionspegel wird üblicherweise für einen Tag berechnet, aber es kann Bedingungen geben, unter denen die Anwendung einer wöchentlichen oder längeren Lärmexpositionszeit sinnvoll ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der repräsentative Arbeitstag kann ein synthetischer Arbeitstag sein, der Fragmente verschiedener realer Arbeitstage einer Woche oder mehrerer aufeinanderfolgender Wochen enthalten darf.

3.4

C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel

$L_{p,Cpeak}$

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses des Quadrates des C-bewerteten Spitzenschalldrucks p_{Cpeak} zum Quadrat des Bezugsschalldruckes p_0 , angegeben in Dezibel

$$L_{p,Cpeak} = 10 \lg \frac{p_{Cpeak}^2}{p_0^2} \text{ dB} \quad (4)$$

wobei der Bezugsschalldruck p_0 20 µPa beträgt

3.5

Tätigkeit

<beruflicher Lärm> bestimmter Teil der beruflichen Arbeit eines Beschäftigten

Anmerkung 1 zum Begriff: Bild 1 zeigt die Hierarchie von Berufsbildern und Tätigkeiten.

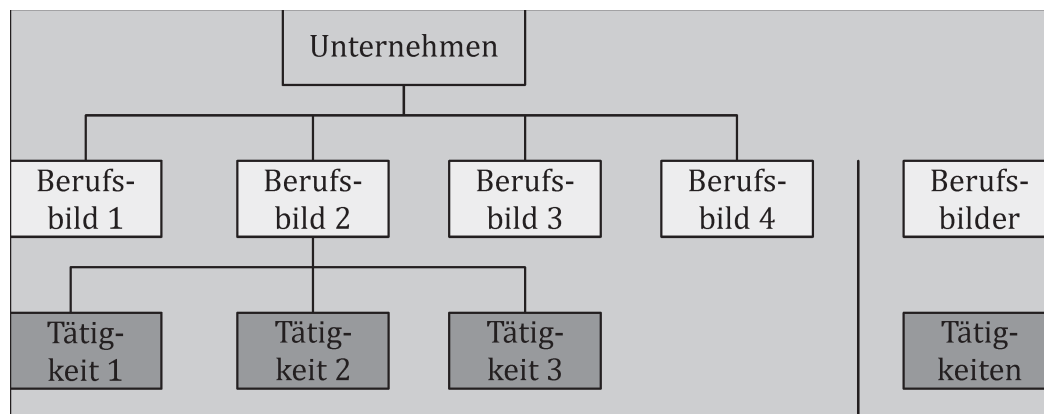
3.6

Berufsbild

<beruflicher Lärm> Gesamtheit der beruflichen Arbeiten, die sich aus allen von dem Beschäftigten während des gesamten Arbeitstages oder der Arbeitsschicht ausgeführten Tätigkeiten zusammensetzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beschäftigter hat üblicherweise eine Berufsbezeichnung, die sein Berufsbild beschreibt, manchmal ergänzt durch eine zusätzliche Angabe, die eine eindeutige Identifikation erlaubt, z. B. „Schweißer – Produktionslinie A“.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bild 1 zeigt die Hierarchie von Berufsbildern und Tätigkeiten.



Legende

Berufsbild 1 Gerüstbauer
 Berufsbild 2 Schweißer
 Berufsbild 3 Maler
 Berufsbild 4 Lagerverwalter

Tätigkeit 1 Planen
 Tätigkeit 2 Schleifen
 Tätigkeit 3 Schweißen

Bild 1 — Beispiel zur Veranschaulichung der Hierarchie von Berufsbildern und Tätigkeiten

4 Symbole

Symbol	Beschreibung	Einheit
c_i	Empfindlichkeitskoeffizient bezogen auf die jeweilige Eingangsgröße	
c_1	Empfindlichkeitskoeffizient verbunden mit der berufsbildbezogenen Schallpegelmessung	
$c_{1a,m}$	Empfindlichkeitskoeffizient verbunden mit der Schallpegelmessung für die Tätigkeit m	
$c_{1b,m}$	Empfindlichkeitskoeffizient verbunden mit der Abschätzung der Zeitdauer von Tätigkeit m	dB h ⁻¹
c_2	Empfindlichkeitskoeffizient verbunden mit der Messgerätetechnik	
c_3	Empfindlichkeitskoeffizient verbunden mit der Mikrofonposition	
i	Nummer der tätigkeitsbezogenen Messung	
I	Gesamtanzahl tätigkeitsbezogenen Messungen	
j	Nummer der Beobachtungen (ermittelter Werte) in der Zeitdauer einer Tätigkeit	
J	Gesamtanzahl von Beobachtungen (ermittelter Werte) in der Zeitdauer einer Tätigkeit	
k	Erweiterungsfaktor bezogen auf einen Vertrauensbereich	
K_N	Nennwert entsprechend C.3.3, Anmerkung 2	
$L_{EX,8h}$	A-bewerteter Tages-Lärmexpositionspegel bezogen auf einen repräsentativen 8-h-Arbeitstag	dB
$\bar{L}_{EX,8h}$	A-bewerteter Tages-Lärmexpositionspegel bezogen auf einen repräsentativen 8-h-Arbeitstag und gemittelt über mehrere Tage	dB

Symbol	Beschreibung	Einheit
$L_{EX,8h,95\%}$	A-bewerteter Lärmexpositionspegel einschließlich seiner zugehörigen Unsicherheit – einseitige 95 %-Vertrauensgrenze ANMERKUNG Unter der Annahme einer Normalverteilung der Geräuschexposition werden statistisch gesehen 95 % der Beschäftigten mit diesem Pegel oder unterhalb dieses Pegels beansprucht.	S
$L_{EX,8h,m}$	Anteil des A-bewerteten Lärmexpositionspegels der Tätigkeit m am A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegel	dB
$L_{p,A,eqT,m}^*$	Schätzwert des wahren A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegels der Tätigkeit m	dB
$L_{p,A,T} = L_{p,A,eqT}$	A-bewerteter äquivalenter Dauerschalldruckpegel für die Zeitdauer T	dB
$L_{p,A,eqT,m}$	A-bewerteter äquivalenter Dauerschalldruckpegel für die Tätigkeit m	dB
$\bar{L}_{p,A,eqT,m}$	arithmetischer Mittelwert aus mehreren Messwerten des A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegels für die Tätigkeit m	dB
$L_{p,A,eqT,n}$	A-bewerteter äquivalenter Dauerschalldruckpegel der berufsbildbezogenen Messung n	dB
L_{p,A,eqT_e}	A-bewerteter äquivalenter Dauerschalldruckpegel für die tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages	dB
$L_{p,C,peak}$	C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel	dB
m	Nummer der Tätigkeit	
M	Gesamtanzahl an Tätigkeiten	
n	Nummer der berufsbildbezogenen Messung	
N	Gesamtanzahl berufsbildbezogenen Messungen	
n_G	Anzahl der Beschäftigten in einer Gruppe mit gleichartiger Geräuschexposition	
p_0	Bezugsschalldruck; $p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Pa	Pa
p_A	A-bewerteter Schalldruck	Pa
$p_{C,peak}$	C-bewerteter Spitzenschalldruck	Pa
Q_2	Korrekturwert zur Berücksichtigung der Unsicherheit der Messgeräte	dB
Q_3	Korrekturwert zur Berücksichtigung der Unsicherheit der Mikrofonposition	dB
T	Zeitdauer, über die die Mittelung erfolgt	h
T_0	Bezugszeitdauer; $T_0 = 8$ h	h
T_e	tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages	h
T_m	Zeitdauer der Tätigkeit m	h
$T_{m,j}$	Zeitdauer der Messung j der Tätigkeit m	h
T_n	Zeitdauer der berufsbildbezogenen Messung n	h
U	erweiterte Messunsicherheit	dB
u	kombinierte Standardunsicherheit	dB
u_i	Standardunsicherheit der einzelnen Eingangsgrößen	dB
u_1	Standardunsicherheit des energetischen Mittelwertes einer Anzahl von ermittelten A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegeln	dB

Symbol	Beschreibung	Einheit
u_1^*	geschätzte Standardunsicherheit für eine Anzahl von Messwerten des A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegels	dB
$u_{1a,m}$	Standardunsicherheit aufgrund der Geräuschpegelmessung für die Tätigkeit m	dB
$u_{1b,m}$	Standardunsicherheit aufgrund der Abschätzung der Zeitdauer für die Tätigkeit m	h
u_2	Standardunsicherheit aufgrund der Messgeräte	dB
$u_{2,m}$	Standardunsicherheit aufgrund der Messgeräte bei tätigkeitsbezogenen Messungen	dB
u_3	Standardunsicherheit aufgrund der Mikrofonposition	dB
$\bar{U}$	erweiterte Messunsicherheit für mehrere repräsentative Arbeitstage	dB
x	Tagesnummer	
X	Gesamtanzahl von Tagen	

5 Messgeräte

5.1 Schallpegelmesser und Personenschallexposimeter

Die Messungen können mit Hilfe von integrierenden mittelwertbildenden Schallpegelmessern oder Personenschallexposimetern durchgeführt werden.

Schallpegelmesser, einschließlich Mikrofon und Mikrofonkabel, müssen die Anforderungen an Geräte der Klasse 1 oder Klasse 2 nach IEC 61672-1:2013 erfüllen. Messgeräte der Klasse 1 werden bevorzugt eingesetzt und sollten benutzt werden, falls Messungen bei sehr niedrigen Temperaturen stattfinden oder Lärm mit dominierenden hohen Frequenzen gemessen wird (siehe auch Anmerkung 3 und Anmerkung 5).

Personenschallexposimeter, einschließlich Mikrofon und Mikrofonkabel, müssen den Anforderungen von IEC 61252:2017 entsprechen. Personenschallexposimeter, die ebenfalls die Anforderungen der Klasse 1 nach IEC 61672-1:2013 erfüllen, werden bevorzugt eingesetzt, falls Messungen bei sehr niedrigen Temperaturen stattfinden oder das Geräusch mit dominierenden hohen Frequenzen gemessen wird (siehe auch Anmerkung 3 und Anmerkung 5).

ANMERKUNG 1 Personenschallexposimeter werden oft als „Lärmdosimeter“ bezeichnet (Nordamerika).

ANMERKUNG 2 Für Messgeräte der Klasse 1 nach IEC 61672-1:2013 werden die Grenzabweichungen für den Temperaturbereich von -10 °C bis $+50\text{ °C}$ angegeben. Für Messgeräte der Klasse 2 nach IEC 61672-1:2013 und für Personenschallexposimeter nach IEC 61252:2017 ist der Einfluss der Lufttemperaturschwankungen auf den gemessenen Signalpegel für den Temperaturbereich von 0 °C bis $+40\text{ °C}$ angegeben. Um die erforderliche Genauigkeit bei Messungen außerhalb dieses Temperaturbereiches sicherzustellen, kann es notwendig sein, ein Messgerät einzusetzen, für das der Hersteller einen größeren Temperaturbereich als Einsatzbereich angibt. Alternativ kann ein Schallpegelmesser der Klasse 1 nach IEC 61672-1:2013 ausgewählt werden. Bei Einsatz in kalter Umgebung kann das Messgerät z. B. unter der Kleidung warmgehalten werden, so dass nur das Mikrofon den niedrigen Temperaturen ausgesetzt ist.

ANMERKUNG 3 Die Auswahl des Messgerätes beeinflusst die Unsicherheit der Messungen.

ANMERKUNG 4 Für Personenschallexposimeter lässt die IEC 61252 relativ große Grenzabweichungen für Frequenzen oberhalb von 4 000 Hz zu, was zu einer ungenauen Erfassung von hochfrequenten Geräuschen, z. B. verursacht von Druckluftdüsen, führen kann. Um die Unsicherheit bei der Messung eines Geräusches mit dominierenden hochfrequenten Anteilen zu reduzieren, kann es notwendig sein, ein Messgerät einzusetzen, für das der Hersteller bei hohen Frequenzen einen engeren Toleranzbereich angibt. Alternativ kann ein Schallpegelmesser der Klasse 1 oder 2 nach IEC 61672-1:2013 wie folgt ausgewählt werden: wegen der in IEC 61672-1:2013 festgelegten Toleranzen können Schallpegelmesser der Klasse 2 für Messungen bis 8 kHz geeignet sein. Messungen bis 16 kHz können nur mit einem Schallpegelmesser durchgeführt wer-

den, der die Anforderungen an Geräte der Klasse 1 erfüllt. Die Bewertung von Luftschall jenseits von 16 kHz kann selbst bei Verwendung von Schallpegelmessern der Klasse 1 zu unzuverlässigen Ergebnissen führen (siehe auch Anwendungsbereich der Norm).

Personenschall-exposimeter können eine Messbereichsschwelle bei rund 70 dB haben. Dies kann den Wert des gemessenen Lärmexpositionspegels beeinflussen, allerdings nur bei niedrigen Expositionspegeln.

5.2 Kalibrator

Für Schallpegelmesser der Klasse 1 muss der Schallkalibrator den Festlegungen für die Klasse 1 nach IEC 60942 entsprechen. Für Schallpegelmesser der Klasse 2 muss der Schallkalibrator den Festlegungen für die Klasse 1 oder für die Klasse 2 nach IEC 60942 entsprechen.

5.3 Regelmäßige Überprüfung

Die Kalibrierung des Schallkalibrators und die Übereinstimmung des gesamten Messsystems mit IEC 61672-1, IEC 61252 oder anderen zutreffenden Normen ist in bestimmten Zeitabständen durch ein Laboratorium zu überprüfen, das die Rückführung von Kalibrierungen auf geeignete Normale sicherstellt.

Sofern nationale Bestimmungen nichts anderes vorschreiben, wird empfohlen, den Schallkalibrator und die Übereinstimmung des Messsystems mit den Anforderungen von IEC 61672-1 in Zeitabständen von nicht mehr als 2 Jahren überprüfen zu lassen.

Das Datum der letzten regelmäßigen Überprüfung und der Name des ausführenden Laboratoriums sind zu erfassen und im Ergebnisbericht anzugeben.

6 Vorgehensweise – Chronologische Schritte

6.1 Schritt 1: Arbeitsanalyse

Die Arbeitsanalyse muss ausreichende Informationen über die Arbeitssituation und die in die Betrachtung eingeschlossenen Beschäftigten liefern, so dass die am besten geeignete Messstrategie ausgewählt und die Messungen entsprechend geplant werden können. Die Arbeitsanalyse ist entsprechend Abschnitt 7 durchzuführen.

6.2 Schritt 2: Auswahl der Messstrategie

Als Messstrategie ist entsprechend der Festlegung in Abschnitt 8 die tätigkeitsbezogene Messung, die berufsbildbezogene Messung oder die Ganztagsmessung auszuwählen. Falls zutreffend, darf mehr als eine Messstrategie eingesetzt werden (siehe Abschnitt B.6).

6.3 Schritt 3: Messungen

Die wesentliche Messgröße muss $L_{p,A,eqT}$ sein. Zusätzlich ist $L_{p,Cpeak}$ zu messen, falls maßgebend. Die Messungen müssen entsprechend der ausgewählten Strategie, wie in Abschnitt 9, Abschnitt 10 oder Abschnitt 11 festgelegt, durchgeführt werden und die Anforderungen von Abschnitt 12 erfüllen.

6.4 Schritt 4: Fehlerbetrachtung und Unsicherheiten

Die Fehlerquellen und Unsicherheiten, die das Ergebnis beeinflussen können, sind in Übereinstimmung mit Abschnitt 13 und Abschnitt 14 zu bewerten.

6.5 Schritt 5: Berechnung und Darstellung der Ergebnisse und der Unsicherheit

$L_{EX,8h}$ wird entsprechend den Festlegungen für die jeweils gewählte Strategie (siehe Abschnitt 9, Abschnitt 10 und Abschnitt 11) berechnet und die Unsicherheit wird entsprechend den Festlegungen in Anhang C berechnet. Die Ergebnisse und Unsicherheiten können mithilfe des unter <https://standards.iso.org/iso/9612/ed-3/en> zur Verfügung gestellten Tabellen-Kalkulationsprogramms berechnet werden.

Die Ergebnisse sind entsprechend den Angaben in Abschnitt 15 darzustellen. Anhang D, Anhang E und Anhang F zeigen praktische Beispiele für die tätigkeitsbezogenen Messungen, die berufsbildbezogenen Messungen bzw. für die Ganztagsmessungen.

7 Arbeitsanalyse

7.1 Einleitung

Eine Arbeitsanalyse ist in jedem Falle erforderlich. Sie muss die Informationen liefern, die notwendig sind, um:

- a) den Tätigkeitsbereich des Unternehmens und die Berufsbilder der betrachteten Beschäftigten zu beschreiben;
- b) die Gruppen mit gleicher Geräuschexposition festzulegen (siehe 7.2), sofern maßgebend;
- c) für jeden Beschäftigten bzw. jede Gruppe einen repräsentativen Arbeitstag festzulegen;
- d) die einzelnen Tätigkeiten zu ermitteln, die zu den Berufsbildern gehören, sofern maßgebend;
- e) mögliche bedeutende Geräuschereignisse zu ermitteln;
- f) die Strategie der Messung auszuwählen;
- g) den Plan zur Durchführung der Messungen festzulegen.

Die Arbeit ist unter besonderer Berücksichtigung der Produktion, der Arbeitsprozesse, der Organisation, der Beschäftigten und deren Tätigkeiten zu analysieren.

Die Messungen dürfen nach der tätigkeitsbezogenen, berufsbildbezogenen oder der Ganztags-Messstrategie durchgeführt werden. Unabhängig davon, welche Strategie benutzt wird, ist es wichtig, alle Einzelereignisse zu ermitteln, die hinsichtlich Lärmexposition bedeutend sind, und sicherzustellen, dass der Messplan diese berücksichtigt. Siehe dazu Anhang A mit einem Beispiel einer Checkliste.

ANMERKUNG Die Reihenfolge, in der die oben genannten Arbeitsschritte durchgeführt werden, kann von der Komplexität der gegebenen Situation abhängen. Die Arbeitsschritte hängen eng zusammen, und die Bearbeitung kann deshalb in komplexen Situationen schrittweise erfolgen, d. h. zunehmende Kenntnisse in einem der Arbeitsschritte können zu einer neuen Beschreibung oder Definition von anderen Arbeitsschritten führen.

7.2 Festlegung von Gruppen mit gleicher Geräuschexposition (HEG)

Der Messaufwand lässt sich reduzieren, indem Gruppen mit gleicher Geräuschexposition (HEG, en: homogeneous noise exposure groups) definiert werden. Das sind Gruppen von Beschäftigten, die denselben Beruf ausüben und von der Geräuschbelastung her als gleichartig lärmexponiert über den Arbeitstag angenommen werden können. In diesem Fall muss die Gruppe mit gleichartiger Geräuschexposition genau ausgewiesen werden. Sie kann aus einem oder mehreren Beschäftigten bestehen.

ANMERKUNG Anstelle der Benennung „Gruppe mit gleichartiger Geräuschexposition“ wird manchmal die Benennung „Gruppe mit ähnlicher Geräuschexposition“ verwendet.

Gruppen mit gleicher Geräuschexposition können auf unterschiedliche Art beschrieben werden. So ist es z. B. möglich, solche Gruppen durch die Arbeitsbezeichnung, den Aufgabenbereich, den Arbeitsort oder den Beruf zu beschreiben. Alternativ lassen sich die Gruppen durch die Analyse der Arbeit hinsichtlich der Produktion, der Arbeitsprozesse oder Leistungskriterien festlegen.

Unabhängig davon, auf welchem Wege die Gruppen gebildet wurden, sollten sie durch Abstimmung mit den Beschäftigten und dem Vorgesetzten abgesichert werden und letztlich auch durch die Auswertung der Messergebnisse, siehe 10.4.

7.3 Ermittlung eines repräsentativen Arbeitstages

Ein repräsentativer Arbeitstag einschließlich aller Arbeitsphasen und Pausen muss in Abstimmung mit den Beschäftigten und der obersten Leitung ermittelt werden. Dabei ist die Arbeit so zu analysieren, dass alle Faktoren, die die Geräuschbelastung beeinflussen können, erfasst und als solche verstanden werden. Anhang A enthält weitere Details.

Zu benennende Inhalte sind:

- a) Tätigkeiten (Inhalt und Zeitdauer) und Abweichungen innerhalb der Tätigkeiten;
- b) Hauptlärmquellen und laute Arbeitsbereiche;
- c) Arbeitsablauf und alle bedeutenden Schallereignisse, die eine Änderung des Schallpegels bewirken oder die zu Spitzenpegeln führen können, die regionale Grenzwerte überschreiten;
- d) Anzahl und Zeitdauer von Pausen, Besprechungen usw., und ob diese als Teil des repräsentativen Arbeitstages betrachtet werden sollten.

Die Messungen sind so zu planen, dass alle bedeutenden Schallereignisse miterfasst werden. Für jedes Ereignis muss aufgezeichnet werden, wann es auftrat, und dessen Art, Zeitdauer und Häufigkeit am Tag müssen beschrieben werden. In Anhang A wird ein Beispiel für eine Checkliste gegeben, um damit sicherzustellen, dass die bedeutenden Schallereignisse im Rahmen der Arbeitsanalyse erfasst werden.

In einigen Fällen schwankt die Tätigkeit und folglich die Geräuschexposition von einem Tag zum anderen, so dass sich keine typische tägliche Exposition ergibt, wie z. B. für Beschäftigte, die je nach Tag an unterschiedlichen Orten oder in unterschiedlichen Berufsbildern arbeiten. In diesen Fällen kann der repräsentative Arbeitstag durch die Arbeitssituationen über mehrere Tage, z. B. 1 Woche, definiert werden. Siehe hierzu auch Anmerkungen in 3.2 und 3.3.

Alle Merkmale, die die Arbeit bezüglich der Geräuschexposition kennzeichnen, müssen ermittelt, quantifiziert und dokumentiert werden. Beispiele für solche Merkmale sind: Art der laufenden Fertigung, Materialien, Mengen, Dicke des Werkstücks, Einstellung, Geschwindigkeit und Anzahl der betroffenen Beschäftigten.

Wenn es das Ziel der Messungen ist, das Langzeitrisiko für eine Hörminderung der Beschäftigten in Übereinstimmung mit ISO 1999 abzuschätzen, muss der repräsentative Arbeitstag so gewählt werden, dass er repräsentativ für die mittlere Belastung über die betrachtete Zeitspanne ist.

8 Auswahl der Messstrategien

8.1 Allgemeines

Die Auswahl der geeigneten Messstrategie wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst, wie z. B. die Zielsetzung der Messungen, die Komplexität der Arbeitssituation, die Anzahl der betroffenen Beschäftigten, die tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages, die für die Messung und Analyse verfügbare Zeit und der Umfang der erforderlichen detaillierten Informationen.

8.2 Messstrategien

Durch diese Internationale Norm werden drei Messstrategien zur Bestimmung der Geräuschexposition am Arbeitsplatz angeboten. Das sind:

- a) tätigkeitsbezogene Messung: die über den Tag ausgeführte Arbeit wird analysiert und in eine Anzahl von repräsentativen Tätigkeiten unterteilt. Für jede Tätigkeit werden separate Schalldruckpegelmessungen durchgeführt (siehe Abschnitt 9);

- b) berufsbildbezogene Messung: während der Arbeit nach einem bestimmten Berufsbild wird eine Anzahl an zufälligen Messungen des Schalldruckpegels vorgenommen (siehe Abschnitt 10);
- c) Ganztagsmessung: der Schalldruckpegel wird kontinuierlich über vollständige Arbeitstage aufgenommen (siehe Abschnitt 11).

Detaillierte Hinweise zur Auswahl der Messstrategie sind in Anhang B angegeben.

Ein Leitfaden für die Bewertung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels, dem die Beschäftigten ausgesetzt sind, die verschiedene Arten von Arbeit am selben Tag oder an verschiedenen Tagen verrichten, ist in Anhang G angegeben.

9 Strategie 1 – Tätigkeitsbezogene Messung

9.1 Aufteilung des repräsentativen Arbeitstages in Tätigkeiten

Für die betrachteten Beschäftigten oder die Gruppe mit gleichartiger Geräuschexposition ist der repräsentative Arbeitstag in einzelne Tätigkeiten aufzuteilen. Jede Tätigkeit ist so festzulegen, dass $L_{p,A,eqT}$ als reproduzierbar angenommen werden kann. Es ist darauf zu achten, dass alle relevanten Geräuschanteile miterfasst werden. Insbesondere für Geräuschquellen mit hohen Schallpegeln ist eine genaue Information bezüglich der Zeitdauer der entsprechenden Tätigkeiten von Bedeutung.

Die Identifikation der Geräuschquellen und Tätigkeiten mit den höchsten Spitzenwertpegeln ist wichtig für die korrekte Ermittlung von beiden Größen $L_{p,A,eqT}$ und $L_{p,Cpeak}$.

Die Verwendung von handgehaltenen Werkzeugen darf als separate Tätigkeit angesehen werden.

9.2 Zeitdauer der Tätigkeiten

Die Zeitdauer der einzelnen Tätigkeiten T_m ist zu ermitteln. Dies kann realisiert werden durch:

- a) Befragungen der Beschäftigten und des Vorgesetzten;
- b) Beobachtung und Messung der Zeitdauern während der Geräuschmessungen;
- c) Sammlung von Informationen bezüglich des Betriebs der üblichen Geräuschquellen (z. B. Arbeitsprozesse, Maschinen, Tätigkeiten an dem Arbeitsplatz und in seiner Umgebung).

Optional kann die Zeitdauer einer Tätigkeit als variabel betrachtet werden. Um mögliche Schwankungen in der Zeitdauer zu erfassen, kann die Tätigkeit beobachtet und deren Zeitdauer gemessen werden, z. B. dreimal. Alternativ dürfen mehrere Beschäftigte und Vorgesetzte befragt werden, um so die sinnvollste Zeitdauer zu ermitteln.

Falls J Beobachtungen (Werte) für die Zeitdauer von Tätigkeiten $T_{m,j}$ vorliegen, wird der arithmetische Mittelwert der Tätigkeitszeitdauer $\overline{T_m}$ nach Gleichung (5) bestimmt:

$$\overline{T_m} = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j} \quad (5)$$

Die Summe der individuellen Zeitdauern der Tätigkeiten T_m , welche einen repräsentativen Tag darstellt, muss der tatsächlichen Zeitdauer eines Arbeitstages entsprechen. Die tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages T_e ergibt sich aus:

$$T_e = \sum_{m=1}^M \overline{T_m} \quad (6)$$

Dabei ist

$\overline{T_m}$ der arithmetische Mittelwert der Zeitdauer der Tätigkeit m ;

m die Nummer einer Tätigkeit;

M die Gesamtanzahl an Tätigkeiten.

ANMERKUNG Tätigkeitsbezogene Messungen können mit Ganztagsmessungen verbunden werden, um zu bestätigen, dass alle bedeutenden Geräuschquellen miterfasst wurden.

9.3 Messung von $L_{p,A,eqT,m}$ für die Tätigkeiten

9.3.1 Allgemeines

Für jede Tätigkeit ist der für die Geräuschexposition der Beschäftigten repräsentative Messwert $L_{p,A,eqT,m}$ in Übereinstimmung mit Abschnitt 12 zu ermitteln. Die Messungen müssen innerhalb einer Tätigkeit alle Schwankungen des Schallpegels aufgrund von Zeit, Raum und Betriebszustand miterfassen.

Der Messtechniker muss sicherstellen, dass die Arbeitssituation repräsentativ ist. Sofern möglich, ist der betrachtete Beschäftigte während der Messungen zu beobachten. Falls die Betriebsbedingungen oder Arbeitsbedingungen von der üblichen Situation abweichen, ist dies aufzuzeichnen und im Bericht zu dokumentieren. Die Verwendung von handgehaltenen Werkzeugen darf beispielsweise als separate Tätigkeit angesehen werden.

Falls es für den Messtechniker schwierig ist, die Arbeiten des Beschäftigten zu verfolgen, ohne diese zu behindern, müssen die Arbeiten während der Messungen durch andere Maßnahmen erfasst und dokumentiert werden, z. B. durch Befragungen und/oder durch Auswertung der von den Beschäftigten ausgefüllten Arbeitsberichte.

9.3.2 Anzahl der Messungen

Um die auftretenden Schallpegelschwankungen weitestgehend zu erfassen, wird empfohlen, Messungen mit verschiedenen Beschäftigten innerhalb einer Gruppe durchzuführen.

In diesem Fall müssen mindestens 5 Messungen durchgeführt werden. Anderenfalls müssen für jede Tätigkeit 3 Messungen durchgeführt werden, wenn Messungen für nur einen Beschäftigten durchgeführt werden. Nachstehend ist die empfohlene Anzahl der Beschäftigten angegeben, mit denen die Tätigkeitsmessungen als Funktion der HEG-Größe durchgeführt werden können.

Tabelle 1 — Empfohlene Mindestanzahl an Beschäftigten ($n_{\min}$), mit denen die Messungen als Funktion der Größe der HEG (n_G) durchgeführt werden können

n_G	1 bis 2	3 bis 5	6 bis 11	12 bis 15	16 bis 20	über 21
$n_{\min}$	1	2	3	4	5	6

Wenn die Ergebnisse ergeben, dass der Max-Min-Bereich größer als 5 dB (wenn eine Gruppe von Beschäftigten gemessen wird) oder größer als 3 dB (wenn nur ein Beschäftigter gemessen wird) ist, dann wird eine der beiden folgenden Optionen gewählt:

- die Tätigkeit wird in zwei Tätigkeiten unterteilt und für beide Tätigkeiten werden zusätzliche Messungen durchgeführt, bis die oben angegebene Mindestanzahl erreicht ist;
- die Messungen dieses Unterabschnittes werden mit jeweils längeren Messzeitdauern wiederholt.

9.3.3 Zeitpunkt und Dauer der Messungen

Um die auftretenden Schallpegelschwankungen weitestgehend zu erfassen, wird empfohlen, Messungen zu verschiedenen Zeitpunkten während der Tätigkeit durchzuführen. Die Messzeitpunkte müssen nach sorgfältiger Untersuchung der Arbeitssituation gewählt werden, so dass alle Messungen (siehe 9.3.2) für den Geräuschpegel der gesamten Tätigkeit repräsentativ sind. Es ist daher nicht zulässig, eine lange Einzelmessung in mehrere kurze Messungen aufzuteilen, um die berechnete Unsicherheit zu verringern. Damit wäre die Repräsentativität des tätigkeitsbezogenen Schallpegels nicht sichergestellt und es würde eine unrealistisch niedrige Abtastunsicherheit ermittelt werden (siehe C.2.3).

Als allgemeine Regel gilt, dass die Dauer jeder Messung mindestens 5 min betragen muss, wenn die Dauer der Aufgabe länger als 5 min ist, oder sie muss der Dauer der Tätigkeit entsprechen, wenn diese kürzer als 5 min ist. Die Dauer jeder Messung darf jedoch verkürzt werden, wenn sich der Schalldruckpegel als stabil erweist oder wenn der von der Tätigkeit ausgehende Lärm als geringer Beitrag zur Gesamtlärmbelastung angesehen wird.

ANMERKUNG Der Schalldruckpegel gilt als stabil, wenn sich der Gesamtpegel nicht mehr als 0,2 dB bei Erhöhung der Integrationszeit um 30 s ändert.

Ist das tätigkeitsbezogene Geräusch zyklisch, muss die Dauer jeder Messung der Dauer einer ganzzahligen Anzahl (≥ 3) voller Zyklen entsprechen und darf nicht kürzer als 3 min sein.

9.3.4 Berechnung des A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegels

Der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel wird für die Tätigkeit m aus I einzelnen Messwerten $L_{p,A,eqT,mi}$ wie folgt berechnet:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \cdot L_{p,A,eqT,mi}} \right) \text{ dB} \quad (7)$$

Dabei ist

$L_{p,A,eqT,mi}$ der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel einer Tätigkeit, gemessen über die Zeitdauer T_m ;

i die i -te Messung, die für Tätigkeit m durchgeführt wurde;

I die für die Tätigkeit m durchgeführte Gesamtzahl an Messungen.

Die Unsicherheit wird in Übereinstimmung mit Abschnitt C.2 berechnet.

9.4 Berechnung des Anteiles jeder einzelnen Tätigkeit am A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegel

Die in diesem Unterabschnitt festgelegte Berechnung darf vorgenommen werden, wenn ein Wert für den relativen Beitrag jeder Tätigkeit zum A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegel erforderlich ist. Anderenfalls wird mit 9.5 fortgefahren.

Der Geräuschanteil der Tätigkeit m am A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h,m}$ kann wie folgt berechnet werden:

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left(\frac{\bar{T}_m}{T_0} \right) \text{ dB} \quad (8)$$

Dabei ist

$L_{p,A,eqT,mi}$ der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel für die Tätigkeit m nach Gleichung (7);

$\bar{T}_m$ der arithmetische Mittelwert der Zeitdauer der Tätigkeit m in Stunden nach Gleichung (5);

T_0 die Bezugszeitdauer des Arbeitstages, in Stunden, $T_0 = 8$ h.

Dieses Zwischenergebnis kann dabei helfen festzustellen, welche Tätigkeiten den größten Beitrag für $L_{EX,8h}$ liefern und kann Entscheidungen bezüglich der tatsächlichen Verringerung der Geräuschexposition unterstützen.

9.5 Ermittlung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels

Der A-bewertete Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ wird nach Gleichung (9) oder Gleichung (10) berechnet.

Gleichung (9) ermöglicht die Berechnung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels aus $L_{p,A,eqT,m}$ und der Zeitdauer jeder einzelnen Tätigkeit. Sie basiert auf dem nach Gleichung (7) berechneten Schalldruckpegel und der Zeitdauer in Übereinstimmung mit 9.2.

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 \cdot L_{p,A,eqT,m}} \right) \text{ dB} \quad (9)$$

Dabei ist

$L_{p,A,eqT,m}$ der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel für die Tätigkeit m nach Gleichung (7);

$\bar{T}_m$ der arithmetische Mittelwert der Zeitdauer der Tätigkeit m , in Stunden, nach Gleichung (5);

T_0 die Bezugszeitdauer des Arbeitstages, in Stunden, $T_0 = 8$ h;

m die Nummer der Tätigkeit;

M die Gesamtanzahl an Tätigkeiten m , die zum A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegel beitragen.

Gleichung (10) ermöglicht die Berechnung des A-bewerteten Lärmexpositionspegels aus den Schallbeiträgen jeder einzelnen Tätigkeit. Sie darf benutzt werden, falls der relative Beitrag jeder einzelnen Tätigkeit m in Übereinstimmung mit 9.4 unter Verwendung von Gleichung (8) berechnet wurde:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \cdot L_{EX,8h,m}} \right) \text{ dB} \quad (10)$$

Dabei ist

$L_{EX,8h}$ der Beitrag des A-bewerteten Schallexpositionspegels der Tätigkeit m zum A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegel;

m die Nummer der Tätigkeit;

M die Gesamtanzahl an Tätigkeiten m , die zum A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegel beitragen.

10 Strategie 2 – Berufsbildbezogene Messung

10.1 Allgemeines

Das Prinzip dieser Messstrategie ist es, zufällige Messwerte für die Geräuschexposition aufzunehmen, indem $L_{p,A,eqT}$ bei der Arbeit entsprechend dem im Rahmen der Arbeitsanalyse ermittelten Berufsbild gemessen wird.

10.2 Messplan – Anzahl, Zeitdauer und Verteilung der Messungen

Der Messplan muss wie folgt aufgestellt werden. Aus den ermittelten Berufsbildern sind Gruppen mit gleicher Exposition zu bilden (siehe auch 7.2). Für jede Gruppe mit gleichartiger Geräuschexposition gilt:

- a) Aus Tabelle 2 wird entsprechend der Größe n_G der HEG die Mindestanzahl der Personen $n_{\min}$ bestimmt, an denen Messwerte aufzuzeichnen sind:

Tabelle 2 — Mindestanzahl der Personen $n_{\min}$, an denen Messwerte aufzuzeichnen sind

n_G	1 bis 2	3 bis 5	6 bis 11	12 bis 15	16 bis 20	21 bis 30	31 bis 50	51 bis 75	76 bis 100	über 100
$n_{\min}$	1	2	3	4	5	7	9	12	15	20

- b) Aus Tabelle 3 wird die minimale Gesamtzeitdauer der Messungen ermittelt, die sich aus der Anzahl n_G der Beschäftigten in der Gruppe mit gleichartiger Geräuschexposition ergibt:

Tabelle 3 — Minimale Gesamtzeitdauer der Messungen verteilt über die HEG

Anzahl der Beschäftigten innerhalb der HEG	Minimale Gesamtzeitdauer der Messungen
$n_G \leq 15$	6 h + $(n_G - 1) \times 1$ h
$15 < n_G \leq 40$	20 h + $(n_G - 15) \times 45'$
$n_G > 40$	40 h oder Aufteilung der Gruppe

- c) Es wird die Zeitdauer für die einzelnen Schallpegelmessungen gewählt. Die empfohlene Zeitdauer für die Schallpegelmessung beträgt 45 min. Die Zeitdauer muss mindestens 15 min und darf nicht mehr als 1 h betragen.

Alle Schallpegelmessungen müssen von gleicher Dauer sein und müssen zufällig über die Personen in der Gruppe und über die Zeitdauer des Arbeitstages verteilt sein.

BEISPIEL Es war ein Messplan für eine Gruppe von sechs Beschäftigten mit gleicher Exposition aufzustellen. Die Messplan lautete wie folgt:

- 1) unter den sechs Beschäftigten wurden drei Beschäftigte nach Zufallsgesichtspunkten ausgewählt (nach Tabelle 2);
- 2) die minimale Gesamtmesszeitdauer für die Schallpegelmessungen wurde mit 11 h ermittelt (nach Tabelle 3);
- 3) die Anzahl der einzelnen Schallpegelmessungen wurde mit 15 gewählt, woraus sich eine Zeitdauer von 45 min je Schallpegelmessung ergab;
- 4) weil die Arbeitsanalyse ergeben hatte, dass die Zeiten am Anfang und am Ende des Arbeitstages wesentlich zur Geräuschexposition beitragen, wurde die erste Schallpegelmessung an den Anfang des Arbeitstages und die letzte an das Ende des Arbeitstages gelegt;
- 5) die dreizehn anderen Schallpegelmessungen wurden zufällig über den Arbeitstag verteilt.

10.3 Messungen

Die Messungen sind in Übereinstimmung mit Abschnitt 12 durchzuführen.

10.4 Ermittlung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels für Beschäftigte einer Gruppe mit gleichartiger Geräuschexposition

Der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel L_{p,A,eqT_e} für die tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages T_e wird nach der Gleichung (11) berechnet:

$$L_{p,A,eqT_e} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \cdot L_{p,A,eqT,n}} \right) \text{ dB} \quad (11)$$

Dabei ist

$L_{p,A,eqT,n}$ der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel der n -ten Schallpegelmessung;

n die Nummer der berufsbildbezogenen Schallpegelmessung;

N die Gesamtanzahl berufsbildbezogenen Schallpegelmessungen.

Der A-bewertete Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ der Beschäftigten in einer Gruppe mit gleichartiger Geräuschexposition wird nach Gleichung (12) berechnet:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left(\frac{T_e}{T_0} \right) \text{ dB} \quad (12)$$

Dabei ist

L_{p,A,eqT_e} der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel für die tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages;

T_e die tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages;

T_0 die Bezugszeitdauer, $T_0 = 8 \text{ h}$.

Die Unsicherheit wird in Übereinstimmung mit Abschnitt C.3 berechnet.

Falls sich ein Unsicherheitsbeitrag $c_1 u_1$ aufgrund der Schallpegelmessung (entsprechend Tabelle C.4) von mehr als 3,5 dB ergibt, sollte die Gruppe mit gleichartiger Geräuschexposition verändert oder die Anzahl an Schallpegelmessungen erhöht werden, um die Unsicherheit zu verringern.

11 Strategie 3 – Ganztagsmessung

11.1 Allgemeines

Mit der Ganztagsmessung sind alle mit der Arbeit zusammenhängenden Geräuschbeiträge und vorhandene ruhige Phasen des Arbeitstages zu erfassen (siehe Anmerkung 1). Es ist zweckmäßig, diese Langzeitmessungen unter der Verwendung von Personenschall-exposimetern durchzuführen.

Bei Einsatz dieser Messstrategie ist sicherzustellen, dass die ausgewählten Tage repräsentativ für die als maßgebend definierte Arbeitssituation sind (siehe Anmerkung 2).

In der Praxis kann es vorkommen, dass eine Messung über einen ganzen Arbeitstag nicht möglich ist. In diesen Fällen sollten die Messungen über möglichst große Abschnitte des Tages durchgeführt und dabei alle bedeutenden Phasen der Geräuschbelastung erfasst werden. Die Messungen müssen mindestens 75 % der repräsentativen täglichen Arbeitszeit abdecken und müssen repräsentativ für die Geräuschexposition während der gesamten Arbeitsschicht sein.

ANMERKUNG 1 Die geräuschintensivsten Ereignisse beeinflussen das Ergebnis erheblich. Auch ist wichtig, die ruhigen Phasen zu berücksichtigen, da so eine Überbewertung der Geräuschexposition verhindert wird. Beispielsweise kann ein

8-Stunden-Tag mit einer Besprechung beginnen und mit dem Aufräumen und Umziehen enden. In diesem Fall umfasst der Arbeitstag 2 h ohne maßgebende Exposition. Falls die verbleibenden 6 h in geräuschintensiver Umgebung verbracht werden (85 dB durch Schleifen, Fräsen, Trennen, Bohren usw.), führt die Berücksichtigung von nur diesen 6 h zu einer täglichen Exposition von 85 dB; unter Berücksichtigung der ruhigen Phasen jedoch von 83,8 dB.

ANMERKUNG 2 Da bei dieser Messstrategie alle Beiträge miterfasst werden, besteht dabei auch die größte Gefahr, Störgeräusche mit aufzunehmen (siehe Abschnitt 13). Diese Gefahr lässt sich dadurch reduzieren, dass die Beschäftigten während der Messungen genau beobachtet werden, dass parallele Schallpegelmessungen durchgeführt werden und/oder dass die Beschäftigten am Ende der Arbeitsschicht zu den ausgeführten Aufgaben oder zu den Aufenthaltsbereichen bei der Arbeit befragt werden.

11.2 Beobachtung der Arbeiten und Kontrolle der Messungen

Die Beschäftigten sollten während der Messungen beobachtet werden. Falls dies nicht möglich ist, sollte die Qualität der Messungen durch eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen geprüft werden:

- a) Befragung der Vorgesetzten und der Beschäftigten;
- b) Durchführung von Stichprobenmessungen zur Bestätigung gemessener Pegel bei Anwendung von Personenschall-exposimetern;
- c) Beurteilung der Exposition für die ausgewählten Beschäftigten mithilfe der in Abschnitt 9 festgelegten tätigkeitsbezogenen Messungen;
- d) gemeinsame Überprüfung der zeitlichen Pegelaufzeichnung des Personenschall-exposimeters durch den Beschäftigten und den Messtechniker am Ende der Arbeitsschicht, um damit die verschiedenen Tätigkeiten und Ereignisse den entsprechenden Pegeln zuzuordnen. Aus diesem Grunde ist die Benutzung von aufzeichnenden Personenschall-exposimetern dringend empfohlen.

11.3 Messungen

Die Anzahl der Personen in der HEG für die Schallpegelmessungen wird nach Tabelle 4 bestimmt.

Tabelle 4 — Mindestanzahl der Personen $n_{\min}$ in einer HEG der Größe n_G zur Durchführung von Schallpegelmessungen

n_G	1 bis 2	3 bis 5	6 bis 11	12 bis 15	16 bis 20	21 bis 30	31 bis 50	51 bis 75	76 bis 100	über 100
$n_{\min}$	1	2	3	4	5	7	9	12	15	20

Die Messungen sind in Übereinstimmung mit Abschnitt 12 durchzuführen. Zu Anfang sind drei Ganztagsmesswerte $L_{p,A,eqT}$ aufzunehmen, die die Geräuschexposition der Beschäftigten repräsentieren. Falls die Ergebnisse der drei Messungen um weniger als 3 dB voneinander abweichen, wird der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel für den repräsentativen Arbeitstag als der energetische Mittelwert der drei Messwerte berechnet. Für die Berechnung siehe Gleichung (11).

Wenn sich die Ergebnisse der drei Messungen um 3 dB oder mehr unterscheiden, werden mindestens zwei weitere Ganztagsmessungen vorgenommen und der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel für den repräsentativen Arbeitstag wird dann als der energetische Mittelwert aus allen Messwerten berechnet.

Falls sich ein Unsicherheitsbeitrag $c_1 u_1$ aufgrund der Schallpegelmessung (entsprechend Tabelle C.4) von mehr als 3,5 dB ergibt, sollte die Gruppe mit gleichartiger Geräuschexposition verändert oder die Anzahl an Schallpegelmessungen erhöht werden, um die Unsicherheit zu verringern.

11.4 Ermittlung des A-bewerteten Tages-Lärmexpositionspegels

Der A-bewertete Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ wird nach Gleichung (13) berechnet:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left(\frac{T_e}{T_0} \right) \text{ dB} \quad (13)$$

Dabei ist

L_{p,A,eqT_e} der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel für die tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages;

T_e die tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages;

T_0 die Bezugszeitdauer, $T_0 = 8 \text{ h}$.

Die Unsicherheit wird in Übereinstimmung mit Abschnitt C.4 berechnet.

12 Messungen

12.1 Auswahl der Messgeräte

Für die Messungen sind die folgenden Arten von Messgeräten zu verwenden (siehe auch 5.1):

- Personenschallexposimeter, das von dem Beschäftigten getragen wird, dessen Geräuschexposition ermittelt wird;
- integrierender Schallpegelmesser nach 12.4.

Personenschallexposimeter dürfen für Messungen in allen Arbeitssituationen eingesetzt werden. Dies ist die bevorzugte Methode, um Langzeitmessungen für einen ortsveränderlich eingesetzten Beschäftigten durchzuführen, der komplexe oder unvorhersehbare Tätigkeiten oder eine große Anzahl von Einzeltätigkeiten ausübt.

Für die Messung von einzelnen oder vielfältigen Aufgaben an festen Arbeitsstationen dürfen in der Hand gehaltene oder fest aufgebaute Schallpegelmesser eingesetzt werden.

12.2 Vor-Ort-Kalibrierung

Die Vor-Ort-Kalibrierung ist eine akustische Kalibrierung des gesamten Messsystems, einschließlich Mikrofon, und ist als eine spezielle Kontrollprüfung von der Prüfung im Labor zu unterscheiden. Eine Vor-Ort-Kalibrierung muss aus der Anwendung eines Schallkalibrators für jedes Mikrofon bestehen, der den Anforderungen von 5.2 entspricht, sowie aus der Erfassung des gemessenen Pegels für eine oder mehrere Frequenzen innerhalb des interessierenden Frequenzbereiches. Die Vor-Ort-Kalibrierung ist in einer ruhigen Umgebung durchzuführen.

Vor jeder Messreihe und zu Beginn jedes Messtages ist eine Vor-Ort-Kalibrierung mit dem entsprechenden Abgleich der Anzeige durchzuführen. Am Ende jeder Messreihe und am Ende jedes Messtages ist eine Vor-Ort-Kalibrierung ohne einen Abgleich der Anzeige durchzuführen. Falls die Anzeige am Ende einer Messreihe bei einer beliebigen Frequenz von der entsprechenden Anzeige zu Beginn der Messreihe um mehr als 0,5 dB abweicht, sind alle Ergebnisse der Messreihe ungültig.

12.3 Vom Beschäftigten getragenes Messgerät

Das vom Beschäftigten getragene Messgerät darf ein Personenschallexposimeter oder ein integrierender Schallpegelmesser mit einem Verlängerungskabel für das Mikrofon sein.

Das Messgerät muss in Übereinstimmung mit den Anleitungen des Herstellers eingeschaltet werden. Dies ist nach der Kalibrierung, der Anbringung des Messgerätes am Körper und der Befestigung des Mikrofons durchzuführen, um damit sicherzustellen, dass durch die Befestigung des Messgerätes keine Störgeräusche verursacht werden. Die Startzeit der Messung ist zu notieren. Wenn die Messungen beendet sind, muss das Messgerät entsprechend der Anleitung des Herstellers ausgeschaltet werden, bevor das Messgerät und das Mikrofon abgenommen werden. Der Zeitpunkt des Endes der Messungen ist aufzuzeichnen.

Das Mikrofon ist an der höchsten Stelle der Schulter und in einem Abstand von mindestens 0,1 m vom Eingang des äußeren Gehörganges auf der Seite des höher belasteten Ohres anzubringen und sollte dabei in rund 0,04 m Abstand über der Schulter fixiert werden. Das Mikrofon und das Kabel, sofern vorhanden, sind so zu befestigen, dass die Ergebnisse nicht durch mechanische Einflüsse oder eine Abdeckung durch Kleidungsstücke verfälscht werden.

Es ist darauf zu achten, dass die ausgeübte Tätigkeit nicht behindert wird und besonders darauf, dass keine Sicherheitsrisiken entstehen. Ebenso ist darauf zu achten, dass Störeinflüsse vermieden werden. Siehe auch 13.2.

ANMERKUNG Bei Verwendung von Messgeräten, die vom Beschäftigten am Körper getragen werden, oder in anderen Fällen eines sehr dicht am Körper des Beschäftigten positionierten Mikrofons werden die Messergebnisse durch Abschirmeffekte und Reflexionen am Körper beeinflusst. Das ist insbesondere für hochfrequente Geräusche und für kleine Geräuschquellen in geringem Abstand zum Ohr von Bedeutung. In diesen Fällen können die Messungen mit an beiden Seiten des Kopfes positionierten Mikrofonen durchgeführt werden, um damit die Exposition des höher belasteten Ohres zu erfassen.

Der untersuchte Beschäftigte muss über die Zielsetzung der Messung informiert werden. Die Beschäftigten sind anzuweisen, das Messgerät während der gesamten Messzeitdauer nicht abzunehmen und ihre Arbeit in üblicher Weise auszuführen.

Das Personenschallexposimeter ist entsprechend der Anleitung des Herstellers zurückzusetzen und zu starten. Dies ist nach der Kalibrierung, der Anbringung des Messgerätes am Körper und der Befestigung des Mikrofons durchzuführen, um damit sicherzustellen, dass durch die Befestigung des Personenschallexposimeters keine Störgeräusche verursacht werden. Die Startzeit der Messung ist zu notieren. Wenn die Messungen beendet sind, muss das Messgerät entsprechend der Anleitung des Herstellers ausgeschaltet werden, bevor das Messgerät und das Mikrofon abgenommen werden. Das Ende der Messungen ist zeitlich festzuhalten.

Vom Messgerät registrierte hohe Spitzenschallpegel, die bei Beobachtung nicht zugeordnet werden können, müssen genauer untersucht und im Bericht kommentiert werden.

12.4 Integrierender Schallpegelmesser

Die gemessenen Schallpegel müssen repräsentativ für Schallpegel am Ohr des Beschäftigten sein. Die Auswahl einer präzisen Messposition ist im Falle eines einheitlichen Schallfeldes weniger kritisch.

Bei den Messungen sollte das Mikrofon jeweils in Höhe des Kopfes des Beschäftigten gehalten werden, während dieser seinen üblichen beruflichen Tätigkeiten nachgeht. Vorzugsweise ist das Mikrofon in Abwesenheit des Beschäftigten auf der Mittelebene seines Kopfes, in Höhe der Augen und mit Ausrichtung entsprechend der Blickrichtung des Beschäftigten anzuordnen. Verschiedene mögliche Kopfpositionen des Beschäftigten sind dabei zu berücksichtigen. Der mittlere Schalldruckpegel an der Arbeitsstation darf auch dadurch ermittelt werden, dass der Schallpegelmesser in dem interessierenden Bereich bewegt wird (abstreifende Abtastung). Diese Abtastung darf durch eine Mikrofonbewegung mit konstanter Geschwindigkeit auf einem dem Formelzeichen für „unendlich“ ähnlichen Messpfad durchgeführt werden: ∞ .

Falls sich der Beschäftigte an seiner Arbeitsstation aufhalten muss, ist das Mikrofon in einem Abstand zwischen 0,1 m und 0,4 m vom Eingang des äußeren Gehörganges und an der Seite des höher belasteten Ohres anzubringen oder zu halten.

Falls die Tätigkeit des Beschäftigten oder die besonderen Bedingungen an der Arbeitsstation es nicht erlauben, den Abstand von 0,4 m zum Ohr einzuhalten, wird empfohlen, ein durch den Beschäftigten zu tragendes Messgerät einzusetzen.

Falls sich der Beschäftigte in sehr geringem Abstand zu der Geräuschquelle aufhält, sollte das Schallfeld sorgfältig untersucht werden, und es sind die gewählte Position und Ausrichtung des Mikrofons im Ergebnisbericht genau festzuhalten.

Falls die Position des Kopfes an der Arbeitsstation nicht eindeutig definiert ist, dürfen die folgenden Mikrofonhöhen benutzt werden (siehe ISO 11200 [2], ISO 11201 [3], ISO 11202 [4], ISO 11203 [5] und ISO 11205 [6]):

- a) stehender Beschäftigter: $1,55\text{ m} \pm 0,075\text{ m}$ über dem Boden, auf dem der Beschäftigte steht;
- b) sitzender Beschäftigter: $0,8\text{ m} \pm 0,05\text{ m}$ über der Mitte der Sitzfläche, wobei der Sitz auf oder so nah wie möglich auf die Mitte seines horizontalen und vertikalen Verstellbereiches einzustellen ist.

Auch wenn der Beschäftigte an einer festen Arbeitsstation eingesetzt ist, kann die Messung mit einer festen Mikrofonposition zu einer Über- oder Unterschätzung der tatsächlichen Exposition führen, falls sich der Beschäftigte im Bereich der Maschine bewegt. In diesen Fällen sollte ein Personenschallexposimeter eingesetzt werden.

In geringem Abstand zu einer Geräuschquelle können schon geringe Änderungen der Mikrofonposition zu signifikanten Abweichungen des Schalldruckpegels führen. Wenn an dem Arbeitsplatz Einzeltöne deutlich hörbar sind, können sich stehende Schallwellen ergeben. Um die örtlichen Schwankungen des Schalldruckpegels zu erfassen, sollte das Mikrofon in dem entsprechenden Arbeitsbereich in der Nähe der Geräuschquelle bewegt werden. Die Schwankungen des Schalldruckpegels bei der Bewegung des Mikrofons werden wie zeitlich schwankende Pegel behandelt und entsprechend gemittelt. Falls für die Untersuchung der Schwankungen eine Aufzeichnung gemacht wird, sollte der Schallpegel $L(t)$ als Funktion der Zeit mit einer geeigneten zeitlichen Auflösung aufgenommen werden. Ergänzende Messungen mit einem am Beschäftigten befestigten Messgerät in Übereinstimmung mit 12.3 verringern die mit der Geräuschexposition durch diese Quelle verbundene Unsicherheit.

Für die Messung der Geräuschexposition unter Kopfhörern (z. B. für Sekretärinnen, Telefonisten, Piloten, Fluglotsen) oder unter Helmen (z. B. Piloten- und Motorradhelme) sind spezielle Messverfahren erforderlich. Für ohрнаhe Schallquellen dürfen die Messungen im Gehörgang entsprechend ISO 11904-1 [7] oder ISO 11904-2 [8] durchgeführt werden.

13 Unsicherheitsquellen

13.1 Allgemeines

Einige Unsicherheitsquellen erfordern eine genauere Betrachtung, um damit ihren Einfluss soweit wie möglich zu verringern. Die Unsicherheiten können sowohl durch Fehler als auch durch natürliche Schwankungen der Arbeitssituation verursacht werden.

Die wesentlichen das Messergebnis beeinflussenden Unsicherheitsquellen sind:

- a) Schwankungen der täglichen Arbeiten, Betriebsbedingungen, Unsicherheit der Schallpegelmessung usw.;
- b) Messgeräte und Kalibrierung;
- c) Mikrofonposition;
- d) Störeinflüsse, z. B. durch Wind, Luftströmungen, Anschlagimpulse am Mikrofon oder an der Kleidung reibendes Mikrofon;
- e) mangelhafte oder fehlerhafte Arbeitsanalyse;

- f) Beiträge durch untypische Geräuschquellen, Sprache, Musik (Radio), akustische Gefahrensignale und untypisches Verhalten.

Der Punkt a) hängt von der Komplexität der Arbeitssituation ab. Es wird davon ausgegangen, dass diese Schwankungen für einen mobil eingesetzten Beschäftigten bei Einwirkung von im Pegel schwankenden Geräuschquellen am höchsten ist. Der Punkt b) hängt davon ab, wo das Mikrofon befestigt wird und welcher Klasse das Messgerät und der Kalibrator entsprechen. Die Punkte c), d) und e) sollten sich durch die in dieser Internationalen Norm beschriebene, wohl erprobte Vorgehensweise reduzieren lassen. Die in Punkt f) betrachteten möglichen Fehlerquellen müssen durch die Arbeitsanalyse identifiziert werden, und es ist zu entscheiden, ob sie bei der Messung mit zu erfassen oder auszuschließen sind.

Die für die Lärmbelastung bedeutenden Geräuschanteile sind durch die Arbeitsanalyse und die Messungen zu identifizieren. Falls signifikante Anteile von Fehlerquellen festgestellt werden, müssen die Messungen beanstandet oder korrigiert werden.

Der ermittelte Lärmexpositionspegel und die damit verbundene Unsicherheit des Ergebnisses hängen vom eingesetzten Messverfahren ab. Eine Messung mit einem vom Beschäftigten getragenen Messgerät kann Beiträge aus nicht repräsentativen Schallquellen enthalten, die den gemessenen Lärmexpositionspegel erhöhen können. Die Benutzung eines handgehaltenen Schallpegelmessers stellt sicher, dass solche Quellen ausgeschlossen werden, z. B. durch Unterbrechung der Messung. Messungen mit ortsfester Mikrofonposition können aufgrund der Schwierigkeit bei der Erfassung der Geräuscheinwirkung durch ohrnahe Schallquellen, z. B. handgehaltene Werkzeuge, zu einer Unterschätzung der Geräuschexposition des Beschäftigten führen.

13.2 Mechanische Schläge auf das Mikrofon

Fehler durch mechanische Schläge auf das Mikrofon sind zu vermeiden, indem darauf geachtet wird, dass das Mikrofon oder der Windschirm nicht berührt oder angeschlagen werden. Dies kann bei Verwendung eines Personenschallexposimeters schwieriger sein. Viele Messgeräte zeichnen hohe Schalldruckpegel auf, falls das Mikrofon und/oder damit verbundene Bauteile berührt oder gerieben werden oder in anderer Weise mit Objekten in Kontakt kommen.

Die Messungen müssen hinsichtlich dieser Unsicherheit überprüft werden, indem die aufgenommenen Einzelmessergebnisse (Pegelaufzeichnungen), sofern verfügbar, mit den Beobachtungen während der Messungen verglichen werden (z. B. Notizen in einem handschriftlichen Protokoll). Falls unerklärliche Spitzenpegel festgestellt werden, muss deren Einfluss auf das Ergebnis geprüft werden. Die Messung ist zu wiederholen, falls das Ergebnis dadurch maßgeblich beeinflusst wird. Falls keine aufzeichnenden Messgeräte benutzt werden und unerklärlich hohe Spitzenpegel im Endergebnis festgestellt werden, muss die Messung wiederholt werden.

13.3 Wind und Luftströmungen

Messungen in Luftströmungen mit hohen Geschwindigkeiten, z. B. Wind, sind zu vermeiden. Falls dies nicht möglich ist, muss darauf geachtet werden, die dadurch verursachten Störgeräusche zu minimieren. Falls möglich, sollte der Einfluss von Strömungsgeräuschen durch Messungen in ähnlichen Arbeitssituationen ohne Luftströmungen untersucht werden. Wenn dies nicht möglich ist, können die durch Luftströmungen verursachten Störgeräusche dadurch ermittelt werden, dass Messungen in Bereichen ohne Arbeitslärm, aber mit einer vergleichbaren Luftströmung vorgenommen werden.

Durch Luftströmungen verursachte Störgeräusche sind durch die Benutzung eines auf das Mikrofon gesetzten Windschirms zu reduzieren. Für Personenschallexposimeter ist die Größe des Windschirms in der Regel begrenzt. Die möglichen Auswirkungen von strömungsbedingten Störgeräuschen lassen sich durch die Benutzung eines handgehaltenen Schallpegelmessers mit einem größeren Windschirm überprüfen.

Handgehaltene Schallpegelmesser sollten mit Windschirmen von mindestens 60 mm Durchmesser ausgerüstet werden, um die Auswirkung von Luftströmungen oder Wind zu verringern.

ANMERKUNG Die von Wind oder Luftströmungen verursachten Störeinflüsse hängen von der Windgeschwindigkeit und der Größe des Windschirmes ab. A-bewertete Schalldruckpegel von etwa 80 dB werden gewöhnlich durch Wind-

geschwindigkeiten bis 10 m/s nur unwesentlich beeinflusst, wenn der Windschirm einen Durchmesser von 60 mm oder mehr hat.

13.4 Relevanz der Geräuschanteile

Es ist besonders auf die Definition der Geräusche zu achten, die bei der Lärmexposition zu berücksichtigen sind. Geräusche von Quellen wie Radios, Sprache und akustische Alarmsignale sind in die Lärmexposition mit einzubeziehen, wenn die Arbeitsanalyse gezeigt hat, dass sie ein Teil der üblichen Arbeitsbedingungen sind. Falls die die Messung ausführende Person jedoch gute Gründe hat, diese Beiträge nicht zu berücksichtigen, darf sie diese aus den aufgenommenen Messdaten ausschließen, sofern im Ergebnisbericht darauf hingewiesen wird.

Falls bei der Messung an dem Arbeitsplatz untypische Verhaltensweisen beobachtet werden, ist der mögliche Einfluss auf das Messergebnis zu beurteilen. Falls der Einfluss als bedeutend angesehen wird, sind neue Messungen durchzuführen.

14 Berechnung der Messunsicherheiten und Darstellung der Endergebnisse

Die mit der Ermittlung der Lärmexposition am Arbeitsplatz verbundenen Unsicherheiten sind nach Anhang C zu ermitteln.

Das Endergebnis ist mit dem Messwert und der Unsicherheit anzugeben.

Die erweiterte Messunsicherheit ist zusammen mit dem entsprechenden Erweiterungsfaktor für einen einseitigen Vertrauensbereich von 95 % anzugeben.

15 Angaben im Ergebnisbericht

Der Ergebnisbericht zur Ermittlung der Lärmexposition in Übereinstimmung mit dieser Internationalen Norm muss die folgenden Angaben enthalten:

a) allgemeine Informationen:

- 1) Name des Auftraggebers der Untersuchung (Unternehmen, Abteilung usw.);
- 2) Bezeichnung des (der) Beschäftigten oder der Gruppe(n) von Beschäftigten (wie Name oder Personalnummer), deren Exposition ermittelt wurde;
- 3) Name der Person(en) und des Unternehmens oder der Institution, die die Messungen und Berechnungen ausgeführt haben;
- 4) Zweck der Ermittlung;
- 5) Verweisung auf diese Internationale Norm und die angewendete Messstrategie;

b) Arbeitsanalyse:

- 1) Beschreibung der untersuchten Arbeitsvorgänge;
- 2) Größe und Zusammensetzung der Gruppen mit gleichartiger Geräuschexposition, sofern relevant;
- 3) Beschreibung der untersuchten Tage, einschließlich der Tätigkeiten, aus denen sich der repräsentative Arbeitstag zusammensetzt, falls tätigkeitsbezogene Messungen durchgeführt wurden;
- 4) Messstrategie/angewendete Strategien mit Bezug auf den benutzten statistischen Ansatz;

c) Messgeräte:

- 1) Bezeichnung und Klasse der eingesetzten Geräte (Hersteller, Modell, Seriennummer);
 - 2) Konfiguration des Messsystems, z. B. Windschirm, Verlängerungskabel usw.;
 - 3) Rückverfolgbarkeit der Kalibrierung (Datum und Ergebnis der letzten Überprüfung der Bestandteile des Messsystems);
 - 4) Dokumentation der vor und nach jeder Messung durchgeführten Kalibrierungsprüfungen;
- d) Messungen:
- 1) Benennung des/der Beschäftigten, der/die den Geräuschemessungen unterzogen wurde(n);
 - 2) Datum und Uhrzeit der Messungen;
 - 3) die für die einzelnen Messungen eingesetzten Messgeräte (falls mehrere Geräte benutzt wurden);
 - 4) Beschreibung der von den Beschäftigten bei den Messungen ausgeführten Arbeiten, einschließlich Zeitdauer der Arbeiten und, sofern relevant, Zeitdauer von in den Arbeiten enthaltenen periodischen Vorgängen;
 - 5) Bericht über im Laufe der Messungen festgestellte Abweichungen von den üblichen Arbeitsbedingungen oder der üblichen Arbeitsweise;
 - 6) Kennwerte für die Produktion bei den ausgeübten Arbeiten, sofern maßgebend;
 - 7) Beschreibung der Geräuschquellen, die zur Lärmexposition beitragen;
 - 8) Beschreibung von nicht zu berücksichtigenden Geräuschen, die in die Messergebnisse eingeflossen sind oder die ausgeschlossen wurden;
 - 9) Beschreibung von allen beobachteten Ereignissen, die die Messungen beeinflusst haben könnten (z. B. Luftströmungen, Anschlagimpulse am Mikrofon, Impusllärm);
 - 10) bedeutende Informationen zu meteorologischen Bedingungen (z. B. Wind, Regen, Temperatur);
 - 11) Position und Ausrichtung des Mikrofons (der Mikrofone);
 - 12) Anzahl der an jeder Position durchgeführten Messungen;
 - 13) Zeitdauer jeder Messung;
 - 14) Zeitdauer jeder Tätigkeit innerhalb des repräsentativen Arbeitstages und die damit verbundene Unsicherheit, falls der tätigkeitsbezogene Ansatz angewendet wurde;
 - 15) Ergebnisse von jeder Messung, zumindest von $L_{p,A,eqT}$ und, optional, des höchsten Wertes von $L_{p,Cpeak}$;
- e) Ergebnisse und Schlussfolgerungen:
- 1) A-bewerteter äquivalenter Dauerschalldruckpegel $L_{p,A,eqT}$ und optional C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel $L_{p,Cpeak}$ für jede Tätigkeit/jedes Berufsbild;
 - 2) die Anzahl der Spitzenschallereignisse, die die regionalen Grenzwerte für $L_{p,Cpeak}$ überschreiten, und die Beschreibung dieser spezifischen Spitzenschallereignisse;