

Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen

Teil 2: Geräuschimmissionen am Arbeitsplatz

DIN
45645-2

ICS 17.140.20

Ersatz für
Ausgabe 1980-08Deskriptoren: Beurteilungspegel, Geräuschimmission, Immission,
Arbeitsplatz, GeräuschpegelDetermination of rating levels from measurements —
Part 2: Noise immissions at the work placeDétermination du niveau d'évaluation de mesures —
Partie 2: Immissions de bruit sur le lieu de travail

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	5.5 Spitzenwert-Pegel	5
2 Normative Verweisungen	2	6 Bestimmung des Beurteilungspegels	6
3 Begriffe	2	6.1 Beurteilungspegel am Arbeitsplatz	6
3.1 Formelzeichen	2	6.2 Meßgröße	6
3.2 Genauigkeitsklassen des Meß- und Beurteilungsverfahrens	3	6.3 Äquivalenter Dauerschallpegel	6
4 Anforderungen an Schallmeßgeräte	3	6.4 Bildung der Zuschläge	6
4.1 Schallpegelmesser	3	6.4.1 Impulzzuschlag	6
4.2 Kalibrierung	3	6.4.2 Tonzuschlag	6
4.3 Zusatzeinrichtungen	3	6.5 Beurteilungszeit	6
4.3.1 Pegelschreiber	3	6.6 Bildung des Beurteilungspegels	6
4.3.2 Pegelklassierer	3	7 Genauigkeitsklasse	7
4.3.3 Signalspeichergeräte	3	7.1 Genauigkeitsklasse des ermittelten Beurteilungspegels	7
4.3.4 Frequenzanalysatoren	4	7.2 Anwendung der Genauigkeitsklassen beim Vergleich mit Grenzwerten	7
5 Messung und Beurteilung	4	8 Meßbericht	7
5.1 Allgemeines	4	Anhang A Beispiele	9
5.2 Meßort	4	Anhang B Bestimmung der Genauigkeitsklasse beim Stichprobenverfahren	12
5.3 Meßzeit, Teilzeit, kennzeichnende Geräuschimmission, Stichprobe	5		
5.4 Fremdgeräusche	5		

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuß Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, Arbeitsausschuß A 2 "Geräuschimmissionen — Ermittlung, Bewertung, Beurteilung", erarbeitet.

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe August 1980 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Begriffe und Formelgrößen an DIN 45641 : 1990-06 angeglichen.
- Spitzenwert-Pegel (L_{peak}) aufgenommen.
- Taktmaximal-Pegel (L_{AFT}) entfallen.
- Umrechnung der Arbeitsschichtdauer T auf die Beurteilungszeit $T_r = 8$ h in Gleichung (1) aufgenommen.
- Gleichung (2) für die Bestimmung von L_r aus Teilzeit-Werten aufgenommen.
- Begriff des wöchentlichen Mittelwertes entsprechend der EG-Richtlinie 86/188/EWG, Artikel 2, zum Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Lärm am Arbeitsplatz aufgenommen.
- Beispiele überarbeitet (teilweise neu bzw. entfallen).
- Anhang B über ein vereinfachtes Mittelungsverfahren entfallen.

Frühere Ausgaben

DIN 45645-2: 1980-08

Fortsetzung Seite 2 bis 12

Normenausschuß Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

1 Anwendungsbereich

Diese Norm schafft die Voraussetzung für die einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen an Arbeitsplätzen. Die Geräuschimmissionen werden damit unabhängig von der Art und der Entstehung der Geräusche miteinander vergleichbar.

ANMERKUNG: Der Beurteilungspegel am Arbeitsplatz kann sehr unterschiedlichen Anwendungen dienen, wie z. B. dem Vergleich der Geräuschimmissionen von verschiedenen Arbeitsplätzen, dem Vergleich mit Richt- oder Grenzwerten, z. B. denen des § 15 der Arbeitsstättenverordnung von $L_r = 55 \text{ dB}/70 \text{ dB}/85 \text{ dB}$ (90) dB, der Feststellung von Lärmbereichen nach UVV Lärm (VBG 121).

In dieser Norm werden zur Ermittlung des Beurteilungspegels Verfahren unterschiedlicher Genauigkeitsklassen benutzt. Die Auswahl der angestrebten Genauigkeitsklasse richtet sich nach dem Zweck und der Bedeutung der Geräuschmessung und -beurteilung.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur dann zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

Normen der Reihe

DIN 45635

Geräuschmessung an Maschinen

DIN 45641

Mittelung von Schallpegeln

DIN 45657

Schallpegelmesser — Zusatzanforderungen für besondere Meßaufgaben

E DIN 45681 : 1992-01

Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen

E DIN 45683-1 : 1992-12

Bestimmung der Geräuschimmission durch ohrnahe Schallquellen — Geräuschimmission speziell durch offene Kopfhörer und Einsteckhörer

E DIN 45683-2 : 1992-12

Bestimmung der Geräuschimmission durch ohrnahe Schallquellen — Geräuschimmission speziell durch halboffene und geschlossene Kopfhörer außer Einsteckhörer

DIN 55303-2

Statistische Auswertung von Daten — Testverfahren und Vertrauensbereiche für Erwartungswerte und Varianzen

DIN EN 60651

Schallpegelmesser (IEC 651 : 1979 + A1 : 1993); Deutsche Fassung EN 60651 : 1994 + A1 : 1994

DIN EN 60804

Integrierende mittelwertbildende Schallpegelmesser (IEC 804 : 1985 + A1 : 1989 + A2 : 1993); Deutsche Fassung EN 60804 : 1994 + A2 : 1994

DIN IEC 942

Schallkalibratoren; Identisch mit IEC 942 : 1988

ISO 1996-1 : 1982

Acoustics — Description and measurement of environmental noise — Part 1: Basic quantities and procedures

VBG 121: 01. 01. 1990

Unfallverhütungsvorschrift Lärm ¹⁾

VDI 2058 Blatt 2

Beurteilung von Lärm hinsichtlich Gehörgefährdung

VDI 2058 Blatt 3

Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten

VDI 3723 Blatt 1

Anwendung statistischer Methoden bei der Kennzeichnung schwankender Geräuschimmissionen

Arbeitsstätten-Verordnung vom 20. März 1975 (BGBl. I S. 729)

3 Begriffe

3.1 Formelzeichen

$L_{AF}(t)$	Schalldruckpegel, gemessen mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung "F" ("Schnell", en.: "Fast"), als Funktion der Zeit t
$L_{AS}(t)$	Schalldruckpegel, gemessen mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung "S" ("Langsam", en.: "Slow"), als Funktion der Zeit t
$L_{AI}(t)$	Schalldruckpegel, gemessen mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung "I" ("Impuls"), als Funktion der Zeit t (Impulsschalldruckpegel)
L_{peak}	Pegel des maximalen absoluten Schalldrucks (Spitzenwert-Pegel)
$L_{AFeq,T}$	äquivalenter Dauerschallpegel von $L_{AF}(t)$ nach DIN 45641 für die Mittelungsdauer T
$L_{ASeq,T}$	äquivalenter Dauerschallpegel von $L_{AS}(t)$ nach DIN 45641 für die Mittelungsdauer T
$L_{AIeq,T}$	äquivalenter Dauerschallpegel von $L_{AI}(t)$ nach DIN 45641 für die Mittelungsdauer T
$L_{Aeq,T}$	äquivalenter Dauerschallpegel ²⁾ für die Mittelungsdauer T ($L_{Aeq,T} = L_{AFeq,T} = L_{ASeq,T}$)
L_r, L_{Ar}	Beurteilungspegel ³⁾
L_{rW}, L_{ArW}	wöchentlicher Mittelwert des Beurteilungspegels ³⁾
L_g, L_{Ag}	Grenzwert/Richtwert für den Beurteilungspegel L_r bzw. L_{Ar} ³⁾
T	Zeit über die der äquivalente Dauerschallpegel gebildet wird
T_M	Meßzeit, d. h. Meßdauer von einem angegebenen Zeitpunkt an
T_i	Teilzeit
T_r	Beurteilungszeit

¹⁾ Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln

²⁾ Vollständige Benennung nach ISO 1996-1: äquivalenter A-bewerteter Dauerschalldruckpegel

³⁾ Da im Rahmen dieser Norm die Pegel allgemein A-bewertet sind, wird auf eine Kennzeichnung mit dem Index A verzichtet; soll jedoch ausdrücklich auf die A-Bewertung hingewiesen werden, ist dieser Index anzufügen (L_{Ar} , L_{ArW} bzw. L_{Ag})

- T_s Schwankungszeitintervall; längste Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Pegelmaxima, die die Schwankung des Geräusches um ein mittleres Niveau innerhalb einer Teilzeit besonders kennzeichnet (bei periodisch schwankenden Geräuschen gleich der Zykluszeit)
- K_I Impulzzuschlag
- K_T Tonzuschlag
- ANMERKUNG: Zu den Begriffen Beeinträchtigung, Gehörgefährdung und Gehörschädigung siehe VDI 2058 Blatt 2 und Blatt 3.

3.2 Genauigkeitsklassen des Meß- und Beurteilungsverfahrens

Die Genauigkeitsklasse kennzeichnet die Anforderungen an die Meß- und Beurteilungsverfahren. Man unterscheidet drei Genauigkeitsklassen 1, 2, 3, wobei die höchste Zahl das Verfahren mit der geringsten Genauigkeit kennzeichnet (siehe Tabelle 1):

Tabelle 1: Genauigkeitsklassen des Meß- und Beurteilungsverfahrens

Genauigkeitsklasse	1	2	3
Meß- und Beurteilungsverfahren	Präzisionsmessungen	Betriebsmessungen	Orientierungsmessungen

4 Anforderungen an Schallmeßgeräte

4.1 Schallpegelmesser

Die Meßgrößen $L_{AI}(t)$, $L_{AF}(t)$ und $L_{AS}(t)$ werden mit Schallpegelmessern oder Schallpegelmeßeinrichtungen ermittelt. Die äquivalenten Dauerschallpegel nach DIN 45641 können auch unmittelbar mit Schalldosimetern oder mit integrierenden Schallpegelmessern bestimmt werden. Die Anforderungen an die Meßgeräte sind den in Tabelle 2 genannten Normen zu entnehmen. Für Schallpegelmeßeinrichtungen gelten die Anforderungen entsprechend.

Im Sinne dieser Anforderungen können Geräte einer höheren Klasse (z. B. Klasse 1) auch für Messungen jeweils geringerer Genauigkeitsklasse (z. B. Genauigkeitsklasse 3) verwendet werden.

Von der Zuordnung der Meßgeräteklassen zu den Genauigkeitsklassen der Messung kann abgewichen werden, soweit und solange für besondere Anwendungen (z. B. Verwendung schlagwettergeschützter Meßgeräte) keine Meßgeräte der erforderlichen Klasse zur Verfügung stehen und durch Vergleichsmessungen im Labor mit Meßgeräten, die der geforderten Genauigkeitsklasse entsprechen,

die Richtigkeit und Zuverlässigkeit der Anzeige für die zu messenden Geräuschtypen (Spektrum, Impulshaltigkeit) sichergestellt ist.

4.2 Kalibrierung

Die Meßgeräte sind vor und nach jeder Meßreihe nach den Anleitungen des Herstellers zu überprüfen. Wenn ein akustischer Schallkalibrator verwendet wird, muß er der in Tabelle 2 angegebenen Klasse genügen. Mindestens im Abstand von 2 Jahren ist zu prüfen, ob die Meßgeräte die Bedingungen der in Tabelle 2 genannten Normen erfüllen.

ANMERKUNG: Wenn die Messung unter den Anwendungsbereich des Eichgesetzes fällt, ist eine amtliche Eichung erforderlich.

Bei Meßgeräten der Klasse 3, die keine eigene Kalibrierungseinrichtung besitzen, muß eine regelmäßige Überprüfung durch Vergleich mit einem Meßgerät der Klasse 1 oder 2 erfolgen.

4.3 Zusatzeinrichtungen

4.3.1 Pegelschreiber

Zur fortlaufenden Registrierung des Pegels darf ein Pegelschreiber verwendet werden. Hierbei sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

4.3.2 Pegelklassierer

Zeitlich schwankende Geräusche dürfen vor allem bei längeren Meßzeiten durch stichprobenweises Abfragen der Geräuschpegel und deren Zuordnung zu Pegelklassen erfaßt werden. Die Klassenbreite soll höchstens 5 dB betragen. Die Abfragehäufigkeit soll so gewählt werden, daß eventuelle Periodizitäten des zu erfassenden Geräusches nicht mit dem Abfragetakt zusammenfallen.

Die Pegelklassierer müssen den Anforderungen nach DIN 45657 genügen.

4.3.3 Signalspeichergeräte

Zur fortlaufenden Registrierung dürfen Geräusche z. B. auf Magnetband aufgenommen werden. Zu Beginn und Ende ist ein Kalibriersignal bekannten Pegels aufzunehmen. Die Aussteuerung ist zu prüfen. Insbesondere ist bei impulshaltigen Geräuschen eine ausreichende Pegelreserve vorzusehen, weil die Spitzenwerte des Pegels im allgemeinen von den Aussteuerungsinstrumenten nicht angezeigt werden. Wenn die Pegeländerungen des Geräusches den Dynamikbereich des Magnetbandgerätes übersteigen, ist es zweckmäßig, entweder mehrere Aufnahmen mit verschiedenen Verstärkereinstellungen zu machen oder bei Verwendung eines geeigneten Stereogerätes die beiden Kanäle unterschiedlich auszusteuern. Das Übertragungsmaß des Magnetbandgerätes im Bereich der auszuwertenden Frequenzen soll in regelmäßigen Abständen und bei Wechsel der Bandsorte überprüft werden.

Tabelle 2: Zuordnung der Meßgeräteklassen zu den Genauigkeitsklassen dieser Norm

Meßgerät \ Genauigkeitsklasse nach 3.2	1	2	3
Schallpegelmesser nach DIN EN 60651	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
integrierender Schallpegelmesser nach DIN EN 60804	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Schallkalibrator*) nach DIN IEC 942	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 2
*) Soweit für die Kalibrierung nach 4.2 erforderlich.			

4.3.4 Frequenzanalysatoren

Zur Beschreibung des Geräuschcharakters oder zur Auswahl geeigneter Gehörschützer können Frequenzanalysen z. B. mit Oktav- oder Terzfiltern durchgeführt werden. Schmalbandanalysatoren sind erforderlich, wenn der Tonzuschlag nach DIN 45681 ermittelt werden soll (siehe 6.4.2).

5 Messung und Beurteilung

5.1 Allgemeines

Zur Bestimmung des Beurteilungspegels der Geräuschimmission am Arbeitsplatz werden die dort einwirkenden Geräusche gemessen und beurteilt. Je nach Aufgabenstellung erfolgt die Beurteilung orts- oder personenbezogen. Die Messung kann ortsfest oder personengebunden durchgeführt werden.

Die Geräuschimmission am Arbeitsplatz umfaßt die am Arbeitsplatz erzeugten sowie die aus der Umgebung auf diesen Arbeitsplatz einwirkenden Geräusche (Berücksichtigung von Fremdgeräuschen siehe 5.4).

Bei der Beurteilung der Geräuschimmission muß die für den Arbeitsplatz kennzeichnende Geräuschimmission herangezogen werden. Die kennzeichnende Geräuschimmission liegt dann vor, wenn die Geräusche am Arbeitsplatz der Häufigkeit des Auftretens, der Art und der Entstehung nach längerfristig typisch für den Arbeitsplatz sind. Zur Sicherung dieser Aussage können geeignete Erhebungen angestellt oder ausreichend viele, unabhängige Messungen (Stichproben; siehe 5.3) durchgeführt werden.

In der Regel wird der Beurteilungspegel für einen festen Arbeitsplatz bestimmt. Dabei wird die Messung ortsfest durchgeführt und die Beurteilung ortsbezogen vorgenommen.

Bei Geräuschpegeln im Bereich der Gehörgefährdung kann, wenn sich die Person an mehreren Arbeitsorten aufhält, je nach Aufgabenstellung der Beurteilungspegel entweder für die verschiedenen Arbeitsorte getrennt oder für die Person, d. h. personenbezogen gebildet werden. Zum Beispiel werden bei der Festlegung von Lärmbereichen die Beurteilungspegel an ortsfesten Arbeitsplätzen (ortsbezogen) bestimmt, aber bei der Beurteilung der Geräuschimmission hinsichtlich der individuellen Gehörschädigung die personenbezogene Beurteilung herangezogen.

Bei der Bestimmung der Geräuschimmission am Arbeitsplatz sind vor allem der Meßort (siehe 5.2), die Meßzeit (siehe 5.3), die Beurteilungszeit (siehe 6.5) und das Fremdgeräusch (siehe 5.4) zu beachten und im Meßbericht anzugeben.

5.2 Meßort

An dem betreffenden Arbeitsplatz ist das Mikrofon vorzugsweise bei abwesender Person am Ort des Kopfes, sonst in der Nähe der Ohren der dort in üblicher Weise tätigen Person aufzustellen.

Läßt sich an einem Arbeitsplatz dieser Meßort nicht genau festlegen, sollten folgende Mikrofonhöhen benutzt werden:

- für stehende Personen ab Standfläche: ≈ 160 cm
- für sitzende Personen ab Sitzfläche: ≈ 80 cm

Bei örtlich feststehendem Mikrofon soll die vom Hersteller angegebene Bezugsrichtung des Mikrofons möglichst in Blickrichtung der Person am Arbeitsplatz weisen.

Soweit möglich und für den aktuellen Betrieb zutreffend, soll der in den maschinenspezifischen Normen der Reihe DIN 45635 angegebene Meßort für den Arbeitsplatz maßgebend sein.

Wird an Arbeitsplätzen in unmittelbarer Nähe der Schallquellen gemessen, so ist der Meßort genau anzugeben.

ANMERKUNG 1: In der Nähe der Schallquelle können bereits kleine Änderungen des Mikrofonortes Schalldruckpegeländerungen von mehreren Dezibel hervorrufen. Zur Erfassung der dadurch bedingten örtlichen Schallpegelunterschiede sollte das Mikrofon um etwa 50 cm bewegt werden. Der sich dabei ändernde Schallpegel wird als zeitlich schwankender Schallpegel aufgefaßt und nach 6.3 gemittelt.

Bei personengebundenen Messungen darf das Mikrofon am Körper getragen werden. Dabei soll das Mikrofon in Ohrnähe, d. h. nicht mehr als 30 cm vom Ohr entfernt angebracht werden.

ANMERKUNG 2: Bei der personengebundenen Messung wird das Meßergebnis durch Schallreflexionen und Abschattung durch den Körper der Person beeinflusst. Dies gilt insbesondere für Geräusche mit größeren Anteilen im Bereich höherer Frequenzen und kleine Schallquellen in geringem Abstand vom Ohr. Diese Einflüsse lassen sich dadurch verringern, daß das Mikrofon nicht unmittelbar auf der Körperoberfläche, sondern in mindestens 4 cm Abstand befestigt wird. Zur Befestigung des Mikrofons hat sich in der Praxis die Position auf der Schulter bewährt, z. B. Anklemmen am Kragen. Alternativ kommt auch die Anbringung des Mikrofons am Helm über dem Ohr oder direkt am Ohr in Betracht. Die Mikrofonposition auf der Brust der Person läßt dagegen größere Einflüsse erwarten.

Zur Erfassung und Beurteilung einer über Kopfhörer einwirkenden Geräuschbelastung, z. B. bei Sekretärinnen, Telefonistinnen, Piloten und Fluglotsen, oder der Geräuschbelastung unter einem Helm, z. B. einem belüfteten Atemschutzhelm, einem Strahlerhelm oder einem Motorradschutzhelm sind besondere Meßverfahren erforderlich, wobei der im Ohr gemessene Schalldruckpegel auf den Schalldruckpegel bei abwesender Person umzurechnen ist (siehe DIN 45683-1 und DIN 45683-2).

Um bei der Bestimmung des Beurteilungspegels in Bereichen mit einer großen Anzahl von Arbeitsplätzen den Meßaufwand gering zu halten, kann folgende Vereinfachung benutzt werden.

Es werden Bereiche von Arbeitsplätzen mit gleichartiger Geräuschimmission gebildet und der Beurteilungspegel nur an einer Auswahl von typischen Arbeitsplätzen bestimmt. Der Mittelungspegel nach DIN 45641 aus den dort bestimmten Beurteilungspegeln gilt als Beurteilungspegel für die Arbeitsplätze dieses Bereiches. Eine solche Zusammenfassung ist nur zulässig, wenn sich die an den einzelnen Arbeitsplätzen bestimmten Beurteilungspegel um nicht mehr als 5 dB unterscheiden. Weiterhin ist in Zweifelsfällen die Einhaltung von Grenzwerten an den einzelnen Arbeitsplätzen zusätzlich zu prüfen. Arbeitsplätze mit gleichartiger Geräuschimmission können sein:

- Arbeitsplätze mit gleicher Tätigkeit;
- Arbeitsplätze, deren Geräuschimmission im wesentlichen durch Geräuschquellen bestimmt wird, die von diesen Arbeitsplätzen weit entfernt sind (z. B. in Fabrikhallen über 5 m).

ANMERKUNG 3: In einiger Entfernung von der Schallquelle (etwa 5 m bis 20 m) beträgt die Pegelabnahme je Abstandsverdopplung von der Schallquelle in üblichen Fabrikhallen mit geringer Schallabsorption etwa 2 dB bis 4 dB.

In Fabrikhallen mit starker Schallabsorption und im Freien beträgt die Pegelabnahme etwa 4 dB bis 6 dB je Abstandsverdopplung.