

DIN EN ISO 7731

DIN

ICS 13.180; 13.320

Ersatz für
DIN EN ISO 7731:2005-12 und
DIN EN ISO 7731
Berichtigung 1:2006-07
Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Ergonomie –
Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten –
Akustische Gefahrensignale (ISO 7731:2003);
Deutsche Fassung EN ISO 7731:2008**

Ergonomics –
Danger signals for public and work areas –
Auditory danger signals (ISO 7731:2003);
German version EN ISO 7731:2008

Ergonomie –
Signaux de danger pour lieux publics et lieux de travail –
Signaux de danger auditifs (ISO 7731:2003);
Version allemande EN ISO 7731:2008

Gesamtumfang 25 Seiten

Normenausschuss Ergonomie (NAErg) im DIN
Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN



Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 2008-12-01.

Daneben darf DIN EN ISO 7731:2005-12 noch bis zum 28. Dezember 2009 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne des Gesetzes über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG)) und steht im Zusammenhang mit dem Europäischen Recht (EG-Maschinenrichtlinie), das in nationales Recht überführt wurde.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitees CEN/TC 122 "Ergonomie" (Sekretariat: DIN (Deutschland)) im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in Zusammenhang mit der Novellierung der EG-Maschinenrichtlinie erarbeiteten EN ISO 7731:2008.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung dieser Änderung wurden vom Gemeinschaftsarbeitsausschuss "Ergonomie der physikalischen Umgebung" der Normenausschüsse Ergonomie (NAErg) und Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen.

Diese Europäische Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EG-Maschinenrichtlinie 98/37/EG (gültig bis 28. Dezember 2009) sowie mit Wirkung vom 29. Dezember 2009 der neuen EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im EWR in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Ab dem Zeitpunkt ihrer Bezeichnung als Harmonisierte Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften kann der Hersteller bei ihrer Anwendung davon ausgehen, dass er die von der Norm behandelten Anforderungen der Maschinenrichtlinie eingehalten hat (so genannte Vermutungswirkung).

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 7731:2005-12 und DIN EN ISO 7731 Berichtigung 1:2006-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme eines informativen Anhangs ZB über den Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 7731: 2005-12
DIN EN 7731 Berichtigung 1: 2006-07
DIN EN 457: 1992-04

Deutsche Fassung

**Ergonomie —
Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten —
Akustische Gefahrensignale
(ISO 7731:2003)**

Ergonomics —
Danger signals for public and work areas —
Auditory danger signals
(ISO 7731:2003)

Ergonomie —
Signaux de danger pour lieux publics et lieux de travail —
Signaux de danger auditifs
(ISO 7731:2003)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 25. August 2008 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe und Formelzeichen	5
4 Sicherheitstechnische Anforderungen	7
4.1 Allgemeines.....	7
4.2 Erkennbarkeit.....	7
4.2.1 Einleitung.....	7
4.2.2 Hörbarkeit.....	7
4.2.3 Unterscheidbarkeit	7
4.2.4 Eindeutigkeit	7
4.2.5 Ortsbewegliche Signalquellen.....	8
4.3 Überprüfung des Signals	8
4.4 Empfohlene Höchstintensität des Gefahrensignals	8
5 Prüfverfahren	8
5.1 Messeinrichtungen	8
5.2 Objektive akustische Messungen	8
5.2.1 Allgemeines.....	8
5.2.2 Bewertete Messungen.....	8
5.2.3 Messungen in einem Frequenzbereich.....	8
5.2.4 Messung des akustischen Signals bei vorhandenem Störschall.....	9
5.3 Subjektive Prüfverfahren	9
6 Gestaltungskriterien akustischer Gefahrensignale	9
6.1 Allgemeines.....	9
6.2 Schalldruckpegel	10
6.3 Frequenzmerkmale	10
6.4 Zeitliche Merkmale.....	10
6.4.1 Zeitverlauf des Gefahrensignals	10
6.4.2 Zeitverlauf der Frequenzen.....	11
6.4.3 Dauer der Gefahrensignale.....	11
6.5 Von den Lieferanten bereitzustellende Informationen.....	11
Anhang A (normativ) Definitionen der Formelzeichen.....	12
Anhang B (normativ) Berechnung der effektiven Mithörschwelle.....	13
Anhang C (normativ) Hörprobe	14
Anhang D (informativ) Beispiele von Gefahrensignalen.....	15
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG	21
Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG	22
Literaturhinweise	23

Vorwort

Der Text von ISO 7731:2003 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 7731:2008 durch das Technische Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ übernommen, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2009 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 7731:2005.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA und ZB, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 7731:2003 wurde vom CEN als EN ISO 7731:2008 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm legt Kriterien für die Erkennbarkeit von akustischen Gefahrensignalen fest, insbesondere für Fälle, bei denen ein starker Störschall besteht. Sie behandelt akustische Gefahrensignale, die im Text dieser Norm als „Gefahrensignale“ bezeichnet werden und zu denen Notsignale und Warnsignale gehören (siehe Tabelle 1).

Akustische Gefahrensignale sind auch in folgenden Internationalen Normen zu finden:

- ISO 8201, in der Notsignale für die Räumung behandelt werden;
- ISO 11429, die sich mit akustischen und optischen Gefahrensignalen beschäftigt.

In Tabelle 1 sind verschiedene Arten von Gefahrensignalen und die erforderlichen Reaktionen beschrieben.

Es sollte beachtet werden, dass dieses Thema in ISO 11429 detaillierter behandelt wird.

Tabelle 1 — Unterschiedliche Arten von Gefahrensignalen

Art des Gefahrensignals	Erforderliche Reaktion
Akustisches Notsignal für Räumung	Sofortiges Verlassen des Gefahrenbereichs
Akustisches Notsignal	Dringliche Rettungs- oder Schutzmaßnahmen
Akustisches Warnsignal	Vorbeugende oder vorbereitende Handlungen

Ordnungsgemäß gestaltete Signale können, ohne eine Schreckreaktion hervorzurufen, die Aufmerksamkeit zuverlässig auf eine Gefährdung oder eine gefährliche Situation lenken, auch wenn Gehörschützer getragen werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die physikalischen Grundsätze der Gestaltung, ergonomische Anforderungen und die entsprechenden Prüfverfahren für Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten im Signalempfangsbereich fest und enthält Anleitungen für die Gestaltung der Signale. Sie kann auch auf weitere geeignete Situationen angewendet werden.

Die in den Definitionen angegebenen Unterschiede zwischen einem akustischen Notsignal, einem akustischen Notsignal für Räumung und einem akustischen Warnsignal sind zu beachten. Das Notsignal für Räumung wird in ISO 8201 behandelt.

Diese Internationale Norm gilt nicht für Gefahrenhinweise im Rahmen sprachlicher Verständigung (z. B. Zurufe, Lautsprecherdurchsagen). Mündlich gegebene Gefahrensignale werden in ISO 9921 behandelt.

Besondere Regelungen wie für den öffentlichen Katastrophenschutz und öffentlichen Verkehr bleiben von dieser Internationalen Norm unberührt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

IEC 61260, *Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters*

3 Begriffe und Formelzeichen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Anhang A enthält Definitionen der Formelzeichen, auf die in dieser Internationalen Norm Bezug genommen wird.

3.1

Störschall

jeder Schall im Signalempfangsbereich, der nicht vom Gefahrensignalgeber erzeugt wird

3.2

Gefahrensignale

in Abhängigkeit vom Dringlichkeitsgrad und von der möglichen Auswirkung der Gefahr auf Personen wird zwischen drei Arten akustischer Gefahrensignale unterschieden: akustisches Notsignal, akustisches Notsignal für Räumung und akustisches Warnsignal

3.2.1

akustisches Notsignal

Signal, das den Beginn und, falls erforderlich, die Dauer und das Ende der gefährlichen Situation anzeigt

3.2.2

akustisches Notsignal für Räumung

Signal, das den Beginn oder das tatsächliche Vorhandensein eines Notzustandes mit unmittelbarer Schädigungsmöglichkeit anzeigt und die Person(en) auffordert, den Gefahrenbereich in der festgelegten Weise zu verlassen

ANMERKUNG Das akustische Notsignal für Räumung wird in ISO 8201 behandelt.

3.2.3

akustisches Warnsignal

Signal, das die Möglichkeit oder das tatsächliche Vorhandensein einer gefährlichen Situation anzeigt, bei der geeignete Maßnahmen für die Beseitigung oder Eindämmung der Gefahr erforderlich sind

ANMERKUNG Das akustische Warnsignal kann auch Angaben über die Durchführung und die Abläufe der zu ergreifenden Maßnahmen vermitteln.

3.3

effektive Mithörschwelle

Intensität des neben vorhandenem Störschall gerade noch hörbaren akustischen Gefahrensignals unter Berücksichtigung der akustischen Parameter sowohl des im Signalempfangsbereich vorhandenen Störschalls als auch der eingeschränkten Hörfähigkeit Betroffener (Gehörschutz, Hörverlust und sonstige verdeckende Wirkungen)

3.4

Oktave

Bandbreite eines Filters, das einen Frequenzbereich mit dem Faktor zwei hat

ANMERKUNG Das heißt, die Grenzfrequenz f_2 beträgt das Doppelte der niedrigeren Frequenz f_1 , wie in IEC 61260 festgelegt; z. B. ist für ein auf 500 Hz zentriertes Oktavband die untere Frequenz 353 Hz ($500/\sqrt{2}$), die obere Frequenz 707 Hz ($500\sqrt{2}$).

3.5

Terz

fraktioniertes Oktavbandfilter

Bandbreite eines Filters, das einen Frequenzbereich mit dem Faktor $\sqrt[3]{2}$ hat

ANMERKUNG 1 Das heißt, die Grenzfrequenz f_2 beträgt das $\sqrt[3]{2}$ fache der unteren Frequenz f_1 (d. h. $f_2 = \sqrt[3]{2} f_1$, wie in IEC 61260 festgelegt).

ANMERKUNG 2 Ein Bandpassfilter besitzt einen schmaleren Frequenzbereich als ein Oktavfilter. Das Oktavfilter kann in drei Terzbänder eingeteilt werden.

3.6

Nachhallzeit

Zeitraum, in dem der Schalldruckpegel um 60 dB abnimmt, beginnend nach dem Abschalten der Schallemission der Schallquelle

3.7

Signalempfangsbereich

räumlicher Bereich, in dem Personen das Signal erkennen und auf dieses reagieren sollen

ANMERKUNG Diese Internationale Norm behandelt keine Fragen, die auftreten können, wenn die Gefahrensignale außerhalb des Signalempfangsbereichs gehört werden.

3.8

Spektralbereich

Gesamtfrequenzbereich eines Signals oder des Störschalls

4 Sicherheitstechnische Anforderungen

4.1 Allgemeines

Das Gefahrensignal muss so beschaffen sein, dass jede Person im Empfangsbereich das Signal hören und auf dieses in der vorgesehenen Weise reagieren kann. Es sollte besonders sorgfältig vorgegangen werden, wenn es wahrscheinlich ist, dass dort schwerhörige (taube) Personen oder Personen, die Gehörschutz (Schutzhelme, Gehörschutzstöpsel usw.) tragen, anwesend sind. Die Eigenschaften des akustischen Signals sind so anzupassen, dass die für die gegebene Situation bedeutsamen Merkmale berücksichtigt werden.

4.2 Erkennbarkeit

4.2.1 Einleitung

Die zuverlässige Erkennbarkeit eines Gefahrensignals erfordert, dass das Signal deutlich hörbar ist, sich von anderen Geräuschen der Umgebung ausreichend unterscheidet und eindeutig ist.

Hinsichtlich der Priorität muss jedes akustische Notsignal für Räumung Vorrang vor allen anderen Gefahrensignalen haben, und Gefahrensignale müssen Vorrang vor allen anderen akustischen Signalen haben.

4.2.2 Hörbarkeit

4.2.2.1 Das Gefahrensignal muss deutlich hörbar sein. Die effektive Mithörschwelle muss deutlich überschritten werden. Falls zutreffend, kann die Wahrscheinlichkeit von Hörverlusten innerhalb des betroffenen Personenkreises beurteilt und berücksichtigt werden. Wird Gehörschutz getragen, so muss dessen Schalldämmung bekannt sein und in die Beurteilung mit einbezogen werden.

Um die Hörbarkeit sicherzustellen, darf der A-bewertete Schalldruckpegel des Gefahrensignals an jedem Ort innerhalb des Signalempfangsbereichs nicht niedriger als 65 dB sein.

Zusätzlich muss mindestens eines der Kriterien in 4.2.2.2 bis 4.2.2.4 erfüllt sein.

4.2.2.2 Bei den Messungen des A-bewerteten Schalldruckpegels [Verfahren a) in 5.2.2.1] muss die Differenz zwischen den beiden A-bewerteten Schalldruckpegeln des Signals und des Störschalls größer als 15 dB sein ($L_{S,A} - L_{N,A} > 15$ dB).

4.2.2.3 Bei den Messungen des Oktavband-Schalldruckpegels [Verfahren b) in 5.2.3.1] muss der Schalldruckpegel des Signals in einem oder mehreren Oktavbändern die effektive Mithörschwelle in dem betreffenden Oktavband um mindestens 10 dB überschreiten ($L_{Si, \text{oct}} - L_{Ti, \text{oct}} > 10$ dB).

4.2.2.4 Bei den Messungen des Terzband-Schalldruckpegels [Verfahren c) in 5.2.3.2] muss der Schalldruckpegel des Signals in einem oder mehreren Terzbändern die effektive Mithörschwelle in dem betreffenden Terzband um mindestens 13 dB überschreiten ($L_{Si, 1/3\text{oct}} - L_{Ti, 1/3\text{oct}} > 13$ dB).

4.2.3 Unterscheidbarkeit

Die Parameter des Gefahrensignals (Schallpegel, Frequenzspektrum, Zeitverlauf usw.) müssen so gestaltet sein, dass sie aus allen anderen Geräuschen im Empfangsbereich herauszuhören sind, und sie müssen sich eindeutig von allen anderen Signalen unterscheiden (siehe Abschnitt 6).

4.2.4 Eindeutigkeit

Die Bedeutung des Gefahrensignals muss eindeutig sein.

4.2.5 Ortsbewegliche Signalquellen

Die Merkmale eines Gefahrensignals einer ortsbeweglichen Signalquelle müssen unabhängig von der Geschwindigkeit und der Bewegungsrichtung der Signalquelle sein.

4.3 Überprüfung des Signals

Die Wirksamkeit des Gefahrensignals muss sowohl in regelmäßigen Abständen als auch bei Einführung eines neuen Signals (unabhängig davon, ob dies ein Gefahrensignal ist) oder bei einer Änderung des Störschalls oder sonstigen relevanten Veränderungen überprüft werden.

4.4 Empfohlene Höchstintensität des Gefahrensignals

Wenn der A-bewertete Schalldruckpegel des Störschalls im Signalempfangsbereich 100 dB übersteigt, wird zusätzlich zu den akustischen Gefahrensignalen die Verwendung optischer empfohlen (z. B. optischer Gefahrensignale nach ISO 11428 und ISO 11429). In jedem Fall sollte die Höchstintensität des Signals im Signalempfangsbereich 118 dB(A) nicht überschreiten.

5 Prüfverfahren

5.1 Messeinrichtungen

Die Messungen sollten mit Einrichtungen erfolgen, die IEC 61672 und IEC 61260 entsprechen.

Für die Messung des Störschalls und des Signals muss der höchste Ablesewert mit der Zeitbewertung „Langsam“ angewendet werden. Grundlage der Berechnungen müssen die Messproben sein, die aus einer repräsentativen Anzahl von Messungen entnommen werden.

5.2 Objektive akustische Messungen

5.2.1 Allgemeines

Das akustische Gefahrensignal muss die folgenden Anforderungen erfüllen (siehe 4.2.2).

5.2.2 Bewertete Messungen

5.2.2.1 A-bewertete Messungen [Verfahren a)]

Der A-bewertete Schalldruckpegel des Störschalls ist zu messen ($L_{N, A}$).

Der A-bewertete Schalldruckpegel des Gefahrensignals ist zu messen ($L_{S, A}$).

$(L_{S, A} - L_{N, A})$ ist zu berechnen und die Übereinstimmung mit den in 4.2.2.2 angegebenen Anforderungen zu prüfen.

5.2.3 Messungen in einem Frequenzbereich

5.2.3.1 Oktavbandmessungen [Verfahren b)]

Die Oktavband-Schalldruckpegel des Störschalls sind zu messen ($L_{Ni, oct}$).

Die effektive Mithörschwelle ($L_{Ti, oct}$) ist nach Anhang B zu bestimmen.

Die Oktavband-Schalldruckpegel des Gefahrensignals sind zu messen ($L_{Si, \text{oct}}$).

($L_{Si, \text{oct}} - L_{Ti, \text{oct}}$) ist zu berechnen und die Übereinstimmung mit den in 4.2.2.3 angegebenen Anforderungen zu prüfen.

5.2.3.2 Terzbandmessungen [Verfahren c)]

Die Terzband-Schalldruckpegel des Störschalls sind zu messen ($L_{Ni, 1/3\text{oct}}$).

Die effektive Mithörschwelle ($L_{Ti, 1/3\text{oct}}$) ist nach Anhang B zu berechnen.

Die Terzband-Schalldruckpegel des Gefahrensignals sind zu messen ($L_{Si, 1/3\text{oct}}$).

($L_{Si, 1/3\text{oct}} - L_{Ti, 1/3\text{oct}}$) ist zu berechnen und die Übereinstimmung mit den in 4.2.2.4 angegebenen Anforderungen zu prüfen.

ANMERKUNG 1 Bei Anwendung der Verfahren b) oder c) kann die Differenz zwischen den Signal-Geräusch-Verhältnissen kleiner als in 5.2.2.1, Verfahren a), sein.

ANMERKUNG 2 Verfahren b) und c) stellen höhere Ansprüche an den Messaufwand.

ANMERKUNG 3 Alle anderen Kriterien nach Abschnitt 6 gelten auch für die Messverfahren.

5.2.4 Messung des akustischen Signals bei vorhandenem Störschall

Im Allgemeinen wird das akustische Signal gemessen, wenn kein Störschall vorhanden ist, d. h., die Schallquelle des Störschalls (z. B. Maschinen) muss während der Messung ausgeschaltet sein. Wenn das nicht möglich ist (bei ständigem Störschall, der zusammen mit dem akustischen Signal gemessen wird), sollten unter Berücksichtigung der verminderten Genauigkeit alternative Messverfahren angewendet werden.

5.3 Subjektive Prüfverfahren

Die Durchführung objektiver akustischer Messungen ist vorzuziehen. Sind diese nicht vorhanden, so darf eine subjektive Hörprobe angewendet werden.

Die Einzelheiten des Verfahrens für eine Hörprobe müssen mit Anhang C übereinstimmen.

6 Gestaltungskriterien akustischer Gefahrensignale

6.1 Allgemeines

Bei der Gestaltung akustischer Gefahrensignale ist Folgendes wesentlich:

- der Schalldruckpegel;
- die Frequenzmerkmale;
- die zeitlichen Merkmale.

6.2 Schalldruckpegel

Gefahrensignale werden als im Signalempfangsbereich deutlich hörbar angenommen, wenn ihre A-bewerteten Schalldruckpegel den Störschallpegel um 15 dB oder mehr überschreiten (4.2.2.2) und wenn der A-bewertete Schalldruckpegel des Signals nicht niedriger als 65 dB ist (4.2.2.1). Diese beiden Anforderungen zusammen sind hinreichend, aber für die sichere Erkennbarkeit nicht immer notwendig. Falls sich Frequenz und/oder Zeitverlauf des Gefahrensignals deutlich von den entsprechenden Merkmalen des Störschalls unterscheiden, kann ein geringerer Schalldruckpegel des Signals ausreichend sein. Dieser Wert muss dem in 4.2.2 festgelegten entsprechen.

Der maximale Schalldruckpegel des Gefahrensignals sollte so ausgelegt sein, dass das Signal deutlich hörbar ist. Durch einen zu hohen Schalldruckpegel (z. B. mehr als 30 dB in 0,5 s) können Schreckreaktionen ausgelöst werden. Ein Erschrecken ist auch bei einem unerwartet steilen Anstieg des Schalldruckpegels zu erwarten.

6.3 Frequenzmerkmale

Das Gefahrensignal sollte Frequenzkomponenten im Frequenzbereich zwischen 500 Hz und 2 500 Hz enthalten. Es werden jedoch allgemein zwei Hauptkomponenten im Bereich zwischen 500 Hz und 1 500 Hz empfohlen.

ANMERKUNG 1 Je stärker sich die Mittenfrequenz des Oktavbandes, in dem das Gefahrensignal am höchsten ist, von der Mittenfrequenz des Oktavbandes, in dem der Störschall am höchsten ist, unterscheidet, umso leichter ist das Gefahrensignal erkennbar.

Wenn Personen betroffen sind, die einen Gehörschutz tragen oder einen Hörverlust aufweisen, sollte das Signal im Frequenzbereich unterhalb 1 500 Hz genügend Energie aufweisen (siehe Beispiel D.6 in Anhang D).

ANMERKUNG 2 Infolge der inneren Verdeckung im Hörorgan können niedrigfrequente Komponenten des Störschalls höherfrequente Komponenten des Gefahrensignals verdecken (siehe Bild D.5). Auch Hörverluste können sich ähnlich auswirken, was zu der Verdeckungswirkung hinzutreten kann.

6.4 Zeitliche Merkmale

6.4.1 Zeitverlauf des Gefahrensignals

Im Allgemeinen sollten pulsierende Gefahrensignale gegenüber zeitlich gleich bleibenden Signalen bevorzugt werden. Die Pulsfrequenzen müssen im Bereich von 0,5 Hz bis 4 Hz liegen. Die Pulsdauer und die Pulsfrequenz des Gefahrensignals dürfen im Signalempfangsbereich nicht mit der Pulsdauer und Pulsfrequenz eines sich periodisch ändernden Störschalls übereinstimmen.

Wenn höhere Pulsfrequenzen mit einer langen Nachhallzeit im Signalempfangsbereich zusammenfallen, wird die Pulsation geglättet. Folglich nimmt die Unterscheidbarkeit zwischen Signalen mit ähnlicher Frequenz, aber unterschiedlicher Pulsfrequenz, ab.

In Tabelle 2 sind die geeigneten maximalen Pulsfrequenzen im Signalempfangsbereich für unterschiedliche Nachhallzeiten angegeben.

Tabelle 2 — Maximale Pulsfrequenz für vier unterschiedliche Nachhallzeiten t

Maximale Pulsfrequenz Hz	t s
0,5	8
1	4
2	2
4	1

Das akustische Notsignal für Räumung (ISO 8201) ist ein besonderes Gefahrensignal. Alle anderen akustischen Gefahrensignale sollten sich in ihren Zeitverläufen deutlich vom akustischen Notsignal für Räumung unterscheiden.

6.4.2 Zeitverlauf der Frequenzen

Im Allgemeinen sollten Gefahrensignale mit sich verändernden Grundfrequenzen gewählt werden.

So ergeben zum Beispiel Gefahrensignale mit einem Durchlauf der Grundfrequenzen im Bereich zwischen 500 Hz und 1 000 Hz, bestehend aus vier Tonhöhen, eine ausreichende Hörbarkeit des Signals.

6.4.3 Dauer der Gefahrensignale

Eine vorübergehende Verdeckung des Gefahrensignals durch Störschall kann in bestimmten Fällen zulässig sein, zum Beispiel wenn kurzzeitige Schwankungen des Störschalls vorliegen. In solchen Fällen muss jedoch sorgfältig sichergestellt werden, dass das Gefahrensignal spätestens 1 s nach seinem Beginn über eine Zeitdauer von mindestens 2 s mit den Anforderungen nach 4.1 und 4.2 übereinstimmt. Die zeitlichen Merkmale des Gefahrensignals sollten abhängig von der Dauer und Art der Gefahr gewählt sein.

6.5 Von den Lieferanten bereitzustellende Informationen

Hersteller und Vertreiber von Schallquellen für Gefahrensignale müssen in ihren Datenblättern mindestens Folgendes angeben:

- den kleinsten und größten Wert des A-bewerteten Schall-Leistungspegels ($L_{W, A}$) oder, falls nicht verfügbar, den A-bewerteten Schalldruckpegel ($L_{S, A}$), gemessen im freien Feld im Abstand von 1 m von der Schallquelle in der Hauptabstrahlrichtung;
- die Oktavband- oder Terzband-Schalldruckpegel bei den Mittenfrequenzen von 125 Hz bis 8 000 Hz, gemessen im Abstand von 1 m von der Schallquelle in der Hauptabstrahlrichtung;
- den zeitlichen Ablauf des Gefahrensignals über einen repräsentativen Zeitraum.

Anhang A (normativ)

Definitionen der Formelzeichen

d_i	Schalldämmung durch den Gehörschutz, in Dezibel (dB), im Oktavband i
f	Mittenfrequenz eines Frequenzbandes (z. B. eines Oktavbandes)
$L_{Ni, \text{oct}}$	Oktavbandpegel i des Störschalls, in Dezibel (dB) (Bezugswert: 20 μPa)
$L_{Ni, 1/3\text{oct}}$	Terzbandpegel i des Störschalls, in Dezibel (dB) (Bezugswert: 20 μPa)
$L_{N, A}$	A-bewerteter Störschallpegel, in Dezibel (dB) (Bezugswert: 20 μPa)
$L_{S, A}$	A-bewerteter Schallpegel des akustischen Gefahrensignals, in Dezibel (dB) (Bezugswert: 20 μPa)
$L_{Si, \text{oct}}$	Oktavbandpegel i des akustischen Gefahrensignals, in Dezibel (dB) (Bezugswert: 20 μPa)
$L_{Ti, \text{oct}}$	Oktavbandpegel i der Mithörschwelle, in Dezibel (dB) (Bezugswert: 20 μPa)
$L_{Si, 1/3\text{oct}}$	Terzbandpegel i des akustischen Gefahrensignals, in Dezibel (dB) (Bezugswert: 20 μPa)
$L_{Ti, 1/3\text{oct}}$	Terzbandpegel i der Mithörschwelle, in Dezibel (dB) (Bezugswert: 20 μPa)
$L_{W, A}$	A-bewerteter Schall-Leistungspegel des akustischen Gefahrensignals, in Dezibel (dB) (Bezugswert: 1 pW)

Anhang B (normativ)

Berechnung der effektiven Mithörschwelle

B.1 Einleitung

Die effektive Mithörschwelle kann näherungsweise entweder aus den Oktavbandpegeln oder den Terzbandpegeln des Störschalls ermittelt werden.

B.2 Oktavbandanalyse

Die effektive Mithörschwelle $L_{Ti, \text{oct}}$ wird für die Oktavbandanalyse nach folgendem Verfahren berechnet:

Schritt 1: Im untersten Oktavband, $i = 1$.

$$L_{T1, \text{oct}} = L_{N1, \text{oct}}$$

Schritt i : ($i > 1$)

$$L_{Ti, \text{oct}} = \max. (L_{Ni, \text{oct}}, L_{T(i-1) \text{ oct}} - 7,5 \text{ dB})$$

Schritt i ist für $i = 2 \dots$ bis zum höchsten Oktavband zu wiederholen.

B.3 Terzbandanalyse

Die effektive Mithörschwelle $L_{Ti, 1/3\text{oct}}$ wird für die Terzbandanalyse nach folgendem Verfahren berechnet:

Schritt 1: Im untersten Terzband, $i = 1$.

$$L_{Ti, 1/3\text{oct}} = L_{Ni, 1/3\text{oct}}$$

Schritt i : ($i > 1$)

$$L_{Ti, 1/3\text{oct}} = \max. (L_{Ni, 1/3\text{oct}}, L_{T(i-1) 1/3\text{oct}} - 2,5 \text{ dB})$$

Schritt i ist für $i = 2 \dots$ bis zum höchsten Terzband zu wiederholen.

ANMERKUNG 1 In dieser Internationalen Norm sind mäßige Grade beeinträchtigtens Hörens wie folgt berücksichtigt:

- a) Einbeziehung einer geeigneten Korrektur für die Verdeckung;
- b) Festlegung eines Mindestmaßes des A-bewerteten Signals oder
- c) Vermeidung von Signalen mit hohen Frequenzen (Tonhöhen).

Dennoch ist es möglich, dass einige Personen mit sehr starker Beeinträchtigung des Hörens das Signal nicht hören.

ANMERKUNG 2 Beim Tragen von Gehörschutz kann dieses Verfahren angewendet werden, wenn in jedem Frequenzband der Geräusch- und Signalpegel um die entsprechende mittlere Schalldämmung des Gehörschutzes vermindert wird (siehe Beispiel D.6). Nach Berechnung der effektiven Mithörschwelle unter dem Gehörschutz dürfen die berechneten Pegel in jedem Frequenzband durch Addition der Schalldämmwerte erhöht werden, um die effektive Mithörschwelle außerhalb des Gehörschutzes zu erhalten.

Anhang C **(normativ)**

Hörprobe

Steht keine objektive akustische Messung zur Überprüfung der Hörbarkeit eines Gefahrensignals zur Verfügung, muss eine Hörprobe durchgeführt werden. Zur Durchführung einer Hörprobe in jedem Signalempfangsbereich muss folgendes Verfahren angewendet werden:

Es ist eine repräsentative Gruppe von mindestens 10 Personen aus dem Signalempfangsbereich zu bilden. Die Probanden müssen ihre eigenen persönlichen Gehörschützer tragen, die im Betriebsablauf verwendet werden.

Falls im Signalempfangsbereich weniger als 10 Personen tätig sind, müssen die Prüfungen unter repräsentativen Bedingungen mit allen diesen Personen durchgeführt werden.

Die Prüfungen müssen ohne vorherige Ankündigung erfolgen. Das Gefahrensignal ist unter den ungünstigsten Hörbedingungen in diesem Signalempfangsbereich (d. h. zur Zeit des größten Störschalls und gegebenenfalls während des Auftretens anderer Signale) darzubieten. Diese Prüfung muss mindestens fünfmal durchgeführt werden. Die Prüfung muss auf der Grundlage des individuellen Einsatzes der Probanden und deren Reaktionen erfolgen, wobei eine Beeinflussung innerhalb der Gruppe nach Möglichkeit auszuschließen ist.

Jeder Proband ist aufzufordern, die Hörbarkeit des Signals nach den beiden folgenden Alternativen einzuschätzen:

- deutlich hörbar;
- nicht deutlich hörbar.

Die Hörbarkeit des Signals wird als ausreichend beurteilt, wenn 100 % der Teilnehmenden bestätigen, dass das Signal bei allen fünf Gelegenheiten deutlich hörbar ist.

Anhang D (informativ)

Beispiele von Gefahrensignalen

D.1 Einleitung

In den nachstehenden Beispielen werden ausgezogene Linien für die Spektren des Gefahrensignals (L_S) verwendet, gestrichelte Linien für Spektren des Störschalls (L_N) und gepunktete Linien für die effektive Mithörschwelle (L_T), wo diese sich vom Störschallspektrum unterscheidet.

D.2 Beispiel 1: Gefahrensignal zur Warnung vor herankommendem Pendelförderer

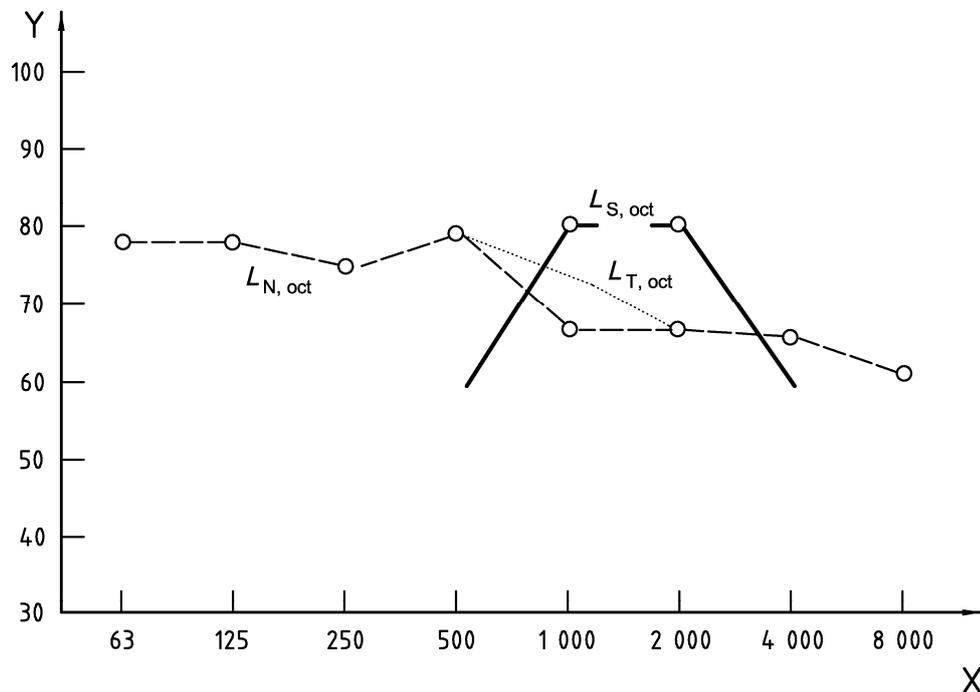
Störschall im Signalempfangsbereich: lärmgeminderter Axiallüfter.

Merkmale des Störschalls: zeitlich konstant.

A-bewerteter Störschallpegel: $L_{N,A} = 78$ dB(A).

Gewähltes akustisches Gefahrensignal: $L_{S,A} = 84$ dB(A).

Merkmale des Gefahrensignals: elektroakustisch erzeugtes, intermittierendes Signal mit der Signaldauer: EIN = 1 s, AUS = 1 s.



Legende

- X Oktavbandmittenfrequenz (Hz)
- Y Oktavbandpegel, L_{oct} (dB)

Bild D.1 — Graphische Darstellung der Oktavbandanalyse des Störschalls, der effektiven Mithörschwelle und des akustischen Gefahrensignals während des Zeitraums „EIN“

Die Frequenzverteilung und der Zeitverlauf des Gefahrensignals und des Störschalls unterscheiden sich deutlich voneinander; das Gefahrensignal liegt in einem Frequenzbereich guter Hörbarkeit. Die effektive Mithörschwelle wird im Oktavband 2 000 Hz um mehr als 10 dB überschritten. Das Gefahrensignal kann somit leicht gehört und erkannt werden.

D.3 Beispiel 2: Gefahrensignal zur Warnung vor Ölmangel in einer Walzstraße

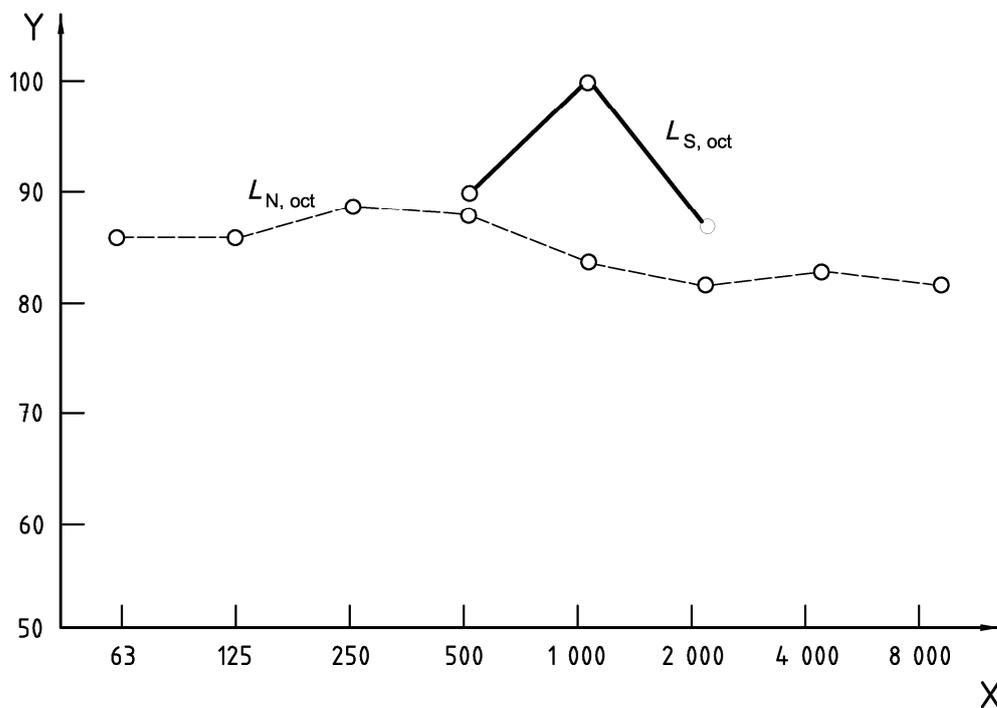
Störschall im Signalempfangsbereich: Glühöfen, Walzstraße, Abblasen von Zunder mit Druckluft.

Merkmale des Störschalls: zeitlich konstant.

Störschallpegel: $L_{N,A} = 89$ dB(A).

Gewähltes akustisches Gefahrensignal: $L_{S,A} = 100$ dB(A).

Merkmale des Gefahrensignals: Sirene (Dauersignal); vergleichbare Signale treten im Signalempfangsbereich nicht auf.



Legende

- X Oktavbandmittenfrequenz (Hz)
- Y Oktavbandpegel, L_{Oct} (dB)

Bild D.2 — Graphische Darstellung der Oktavbandanalyse des Störschalls (der der effektiven Mithörschwelle gleich ist) und des Gefahrensignals

Das Gefahrensignal übersteigt den Störschall in einem Oktavband um mehr als 10 dB; entsprechend dem Oktavbandverfahren (5.2.3.1) kann das Gefahrensignal leicht erkannt werden; aber nach 4.2.2.2 würde das Signal abgelehnt werden, da die Differenz der beiden A-bewerteten Schalldruckpegel weniger als 15 dB(A) beträgt.

D.4 Beispiel 3: Gefahrensignal zur Warnung vor herankommendem Kran

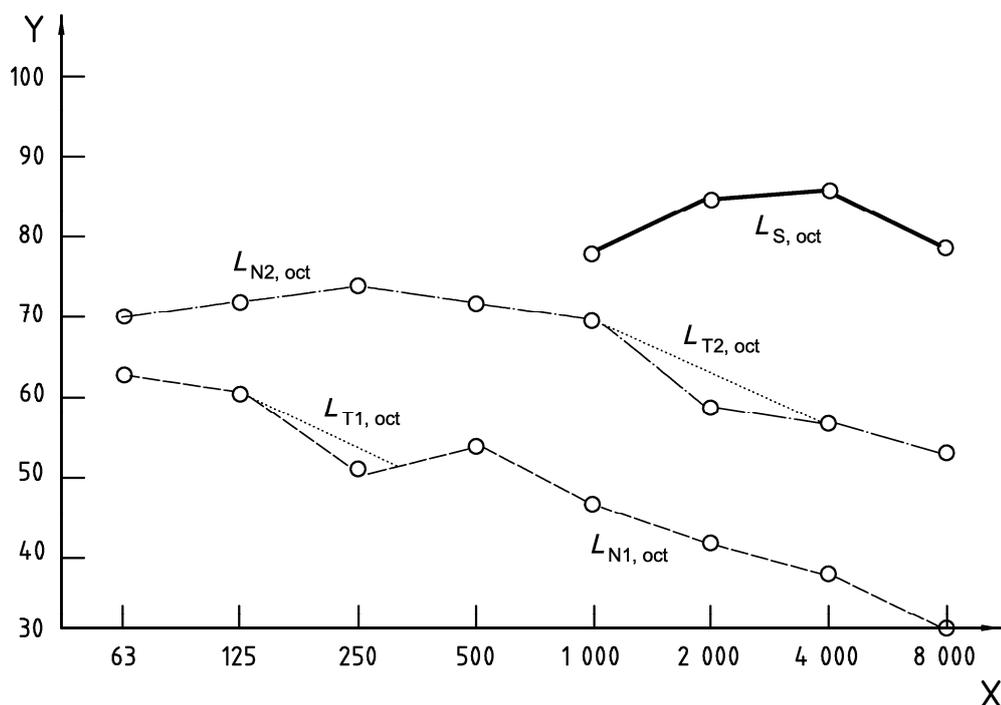
Störschall im Signalempfangsbereich:

- a) Grundgeräusch durch Verkehr: $L_{N1,A} = 54 \text{ dB(A)}$;
- b) Eigengeräusch des Krans: $L_{N2,A} = 74 \text{ dB(A)}$.

Merkmale des Störschalls: beide zeitlich schwankend, deshalb wurden sowohl der A-bewertete Schallpegel als auch der Oktavbandpegel als Höchstwerte eingesetzt und mit der Zeitbewertung „Langsam“ festgelegt.

Gewähltes Gefahrensignal: $L_{S,A} = 90 \text{ dB(A)}$.

Merkmale des Gefahrensignals: Klingelsignal (mit geringer Wiederholfrequenz).



Legende

- X Oktavbandmittenfrequenz (Hz)
- Y Oktavbandpegel, L_{oct} (dB)

Bild D.3 — Graphische Darstellung der Oktavbandanalyse des Grundgeräusches durch Verkehr und des Eigengeräusches des Krans, der effektiven Mithörschwelle und des Gefahrensignals

Das akustische Gefahrensignal übersteigt den A-bewerteten Störschall um mehr als 15 dB und liegt in einem völlig anderen Frequenzbereich. Es kann somit leicht erkannt werden.

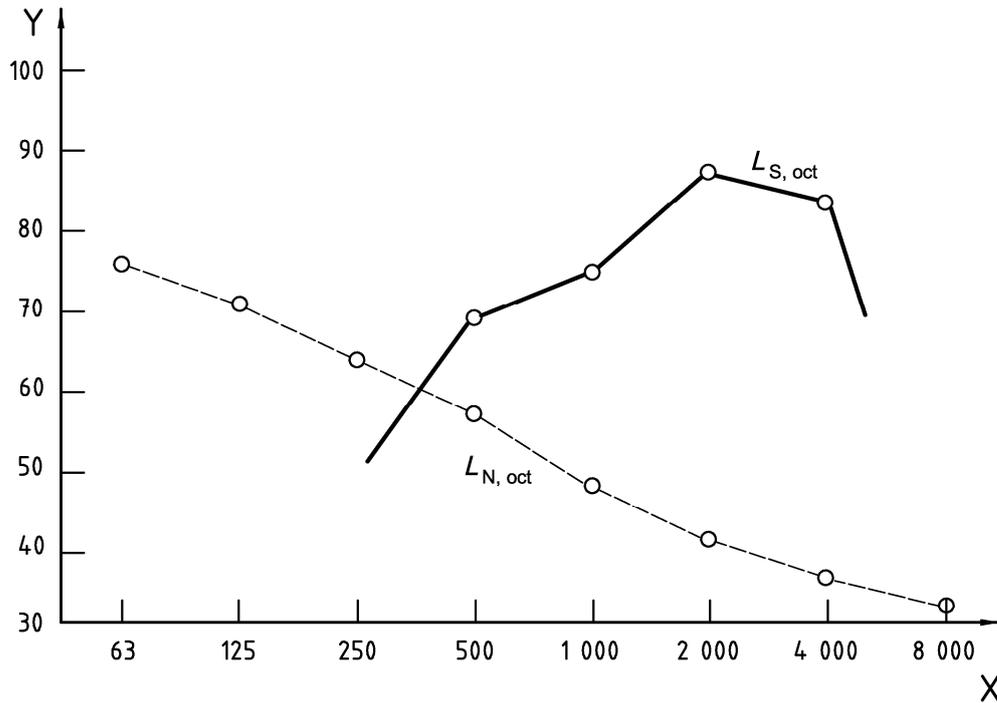
D.5 Beispiel 4: Gefahrensignal im Bereich einer Fördermaschine

Störschall im Signalempfangsbereich (Kabine des Fördermaschinisten): $L_{N,A} = 59 \text{ dB(A)}$.

Merkmale des Störschalls: lediglich geringe Schwankungen während des Betriebes.

Gewähltes Gefahrensignal: $L_{S,A} = 90 \text{ dB(A)}$.

Merkmale des Gefahrensignals: Klingelsignal (mit hoher Wiederholfrequenz).



Legende

- X Oktavbandmittenfrequenz (Hz)
- Y Oktavbandpegel, L_{oct} (dB)

Bild D.4 — Graphische Darstellung der Oktavbandanalyse des Störschalls (der der effektiven Mithörschwelle gleich ist) und des Gefahrensignals

Aufgrund der auftretenden Frequenzen, der unterschiedlichen Schallpegel zwischen dem Gefahrensignal und dem Störschall und deren unterschiedlicher Zeitverläufe kann das Gefahrensignal leicht erkannt werden, sofern keine anderen stärkeren Schallquellen vorhanden sind. Die Differenz zwischen $L_{N,A}$ und $L_{S,A}$ ist größer als in 6.2 empfohlen, demzufolge sollte, um die Möglichkeit des Erschreckens zu verringern, der Schallpegel des Signals um 10 dB reduziert werden.

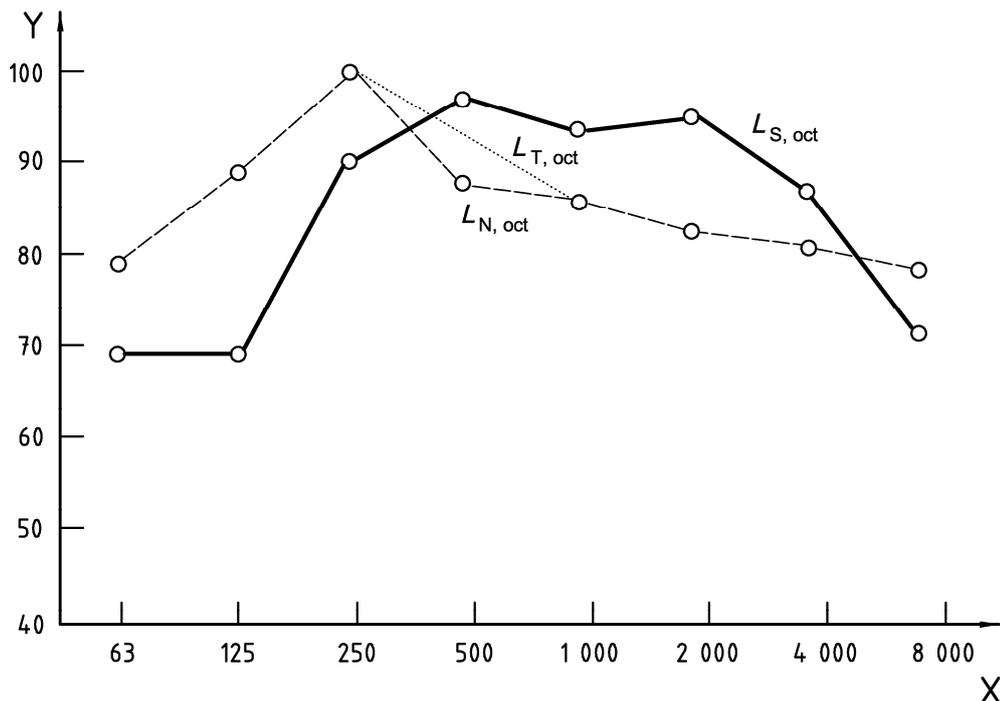
**D.6 Beispiel 5: Gefahrensignal zur Warnung vor nahender Gleisschotter-Reinigungs-
 maschine in einer Industrieanlage**

Störschall im Signalempfangsbereich: $L_{N,A} = 94$ dB(A).

Gewähltes Gefahrensignal: $L_{S,A} = 100$ dB(A).

Merkmale des Gefahrensignals:

- Hupsignal;
- Grundfrequenz im 250-Hz-Band;
- Pulsdauer etwa 2 s.



Legende

X Oktavbandmittenfrequenz (Hz)
Y Oktavbandpegel, L_{oct} (dB)

Bild D.5 — Graphische Darstellung der Oktavbandanalyse des Störschalls, der effektiven Mithörschwelle und des Gefahrensignals während des Zeitraums „EIN“

Die Frequenzverteilung und der Zeitverlauf des Gefahrensignals und des Störschalls unterscheiden sich deutlich voneinander. Die effektive Mithörschwelle wird über zwei Oktaven (1 000 Hz und 2 000 Hz) um mehr als 10 dB überschritten. Das Gefahrensignal kann somit leicht erkannt werden.

D.7 Beispiel 6: Gefahrensignal nach Beispiel 5, wenn Gehörschutz getragen wird

Ein geeigneter Gehörschutz für den gegebenen Störschall und das Hupsignal weist eine flache Schalldämmkurve auf.

Die mittleren Schalldämmwerte d_i sind in Tabelle D.1 angegeben.

Tabelle D.1 — Mittlere Schalldämmwerte

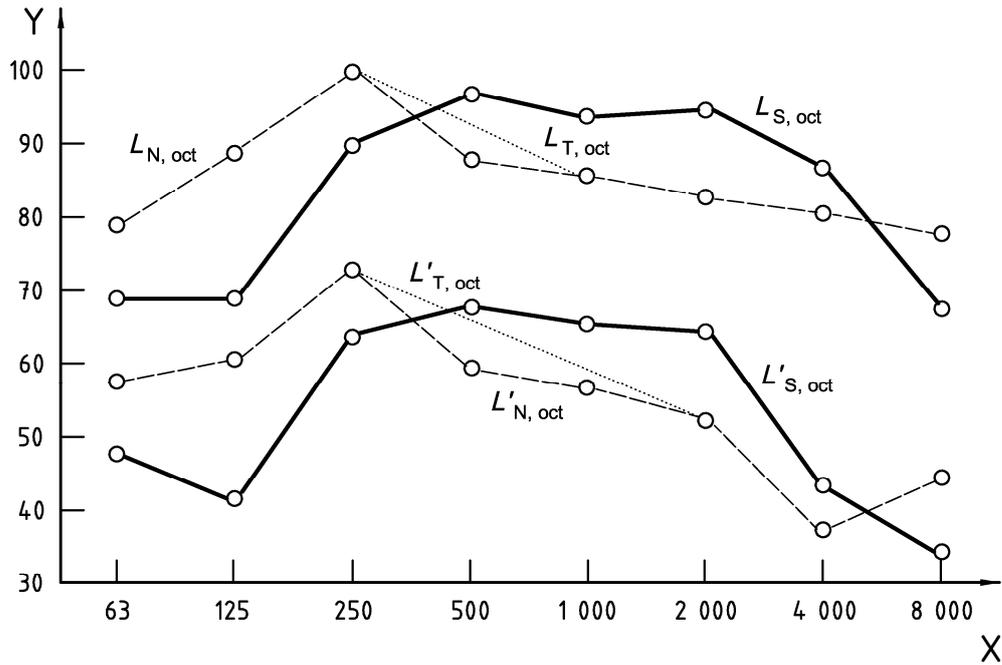
f (Hz) (Oktavband)	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
d_i (dB)	21	27	26	28	29	30	43	33

Berechnung der effektiven Oktavbandpegel unter dem Gehörschutz, wobei

$L'_{N,oct}$ der berechnete effektive Oktavbandpegel des Störschalls $L_{N,oct} - d_i$ ist;

$L'_{S,oct}$ der berechnete effektive Oktavbandpegel des akustischen Gefahrensignals $L_{S,oct} - d_i$ ist;

$L'_{T,oct}$ der Oktavbandpegel der Mithörschwelle unter dem Gehörschutz ist.



Legende

- X Oktavbandmittenfrequenz (Hz)
- Y Oktavbandpegel, L_{oct} (dB)

Bild D.6 — Graphische Darstellung der Oktavbandanalyse des Störschalls, der effektiven Mithörschwelle und des Gefahrensignals (oben) und der effektiven Pegel unter dem Gehörschutz (unten)

Die Mithörschwelle $L_{T, oct}$ wird im 2-kHz-Oktavband um 12 dB überschritten. Das Gefahrensignal kann sogar von Gehörschutz tragenden Personen leicht erkannt werden.

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption für Maschinen 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG, bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie 98/37/EG

Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm	Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 98/37/EG	Erläuterungen/Anmerkungen
Alle Abschnitte	Anhang I, 1.2.2, 1.7.0, 3.6.1	-

WARNHINWEIS — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien anwendbar sein.

Anhang ZB (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption für Maschinen 2006/42/EG bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZB.1 aufgeführten Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

Tabelle ZB.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie 2006/42/EG

Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm	Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Erläuterungen/Anmerkungen
Alle Abschnitte	Anhang I, 1.1.6, 1.2.2, 1.7.1, 1.7.1.2, 1.7.2, 3.6.1	-

WARNHINWEIS — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien anwendbar sein.

Literaturhinweise

- [1] ISO 266, *Acoustics — Preferred frequencies*
- [2] ISO 4869-1, *Acoustics — Hearing protectors — Part 1: Subjective method for the measurement of sound attenuation*
- [3] ISO 8201, *Acoustics — Audible emergency evacuation signal*
- [4] ISO 9921, *Ergonomics — Assessment of speech communication*
- [5] ISO 11428, *Ergonomics — Visual danger signals — General requirements, design and testing*
- [6] ISO 11429, *Ergonomics — System of auditory and visual danger and information signals*
- [7] IEC 60268-16, *Sound system equipment — Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index*
- [8] IEC 61672-1, *Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications*
- [9] IEC 61672-2, *Electroacoustics — Sound level meters — Part 2: Pattern evaluation tests*
- [10] IEC 60849, *Sound systems for emergency purposes*