

DIN 38452-1



ICS 03.220.30; 17.140.30

**Langzeitmessung von Schienenverkehrsgeräuschen –
Teil 1: Emissionen;
Text Deutsch und Englisch**

Long-term measurement of railway traffic noise –
Part 1: Emissions;
Text in German and English

Mesure à long terme du bruit du trafic ferroviaire –
Partie 1: Emissions;
Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 80 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
3.1 Schienenverkehr	8
3.2 Messort	9
3.3 Geräusche	10
3.4 Zeitbegriffe	10
3.5 Schallpegelkenngößen	12
3.6 Ereignisauswertung	14
3.7 Geräte	14
4 Anforderung an Messgeräte und die Messungen	14
4.1 Allgemeine Erläuterung der drei Qualitätsstufen	14
4.1.1 Qualitätsstufe 1	14
4.1.2 Qualitätsstufe 2	14
4.1.3 Qualitätsstufe 3	15
4.1.4 Mindestanforderungen der Qualitätsstufen	15
4.2 Akustische Messgeräte	16
4.2.1 Messgerätegüte	16
4.2.2 Mikrofonbaugruppe	17
4.2.3 Schallkalibrator	17
4.3 Überprüfung der Messgeräte	17
4.3.1 Kalibrierung und Kalibrierintervalle	17
4.3.2 Zwischenprüfung	17
4.4 Nicht-akustische Messgeräte	18
4.4.1 Allgemeines	18
4.4.2 Zeiterfassung	18
4.4.3 Zugdatenerfassung	18
4.4.4 Wetterdatenerfassung	19
4.5 Aufstellungsort	19
4.6 Messungen	22
4.6.1 Allgemeines	22
4.6.2 Erfassung von Fremdgeräuschen	22
4.6.3 Wartungsereignisse	22
4.6.4 Erfassung der Gleisparameter	22
4.7 Datenübertragung und Speicherung	23
5 Auswertung	23
5.1 Allgemeines	23
5.2 Auftreten unvollständiger oder fehlerhafter Daten	24
5.2.1 Allgemeines	24
5.2.2 Zwischenprüfung oder Kalibrierung	24
5.2.3 Übersteuerung	24
5.2.4 Datenverlust, Fehlermeldungen	24
5.2.5 Windgeräusche	24
5.2.6 Niederschlag	24
5.2.7 Zugbegegnungen	25
5.2.8 Fahrten mit geringen Geschwindigkeiten	25
5.2.9 Anfahr- und Bremsvorgänge	25
5.2.10 Fremdgeräusche	25
5.3 Umgang mit fehlerhaften Daten und Ausfallzeiten	25

5.3.1	Allgemeines	25
5.3.2	Einzelne Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisse	25
5.3.3	Ausfallzeitraum	26
6	Kenngößen	26
6.1	Vorbemerkung	26
6.2	Akustische Kenngößen für einzelne Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisse	26
6.2.1	Expositionspegel von Schienenverkehrsgeräusch-Ereignissen	26
6.2.2	Vorbeifahrtexpositionspegel	26
6.2.3	Maximalpegel eines Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisses	27
6.2.4	Maximalpegel einer Zugvorbeifahrt	27
6.2.5	Vorbeifahrt- und Maximalpegel einer Fahrzeugeinheit	27
6.3	Kenngößen für Mittelungspegel und gemittelte Expositions- und Maximalpegel	28
6.3.1	Vorbemerkung	28
6.3.2	Mittelungspegel	28
6.3.3	Gemittelte Expositionspegel	29
6.3.4	Gemittelte Maximalpegel	29
6.4	Berücksichtigung von Gleis- und Schienenfahrflächenzustand	29
6.5	Sonstige Kenngößen	30
6.5.1	Verkehr	30
6.5.2	Zuglänge	30
6.5.3	Mittlere Zuglänge	30
6.6	Häufigkeiten	30
6.7	Unsicherheitsbetrachtung	30
7	Messbericht	30
7.1	Allgemeines	30
7.2	Umfang des Messberichts	31
7.2.1	Vorbemerkung	31
7.2.2	Übersicht	31
7.2.3	Monats- und Jahresberichte	33
8	Datenschnittstelle	34
Anhang A	(normativ) Quantifizierung von Messunsicherheiten nach ISO/IEC Guide 98-3:2008	35
A.1	Allgemeines	35
A.2	Mathematisches Modell	36
A.3	Bestimmung der Standardunsicherheiten	36
A.4	Bestimmung der kombinierten Standardunsicherheit	37
A.5	Bestimmung der erweiterten Unsicherheit	37
A.6	Beispiel zu Bestimmung der Messunsicherheit für den Vorbeifahrtpegel $L_{pAeq, Tp}$	38
Anhang B	(informativ) Einzahlindikator $L_{\lambda CA}$	39
Literaturhinweise		40

Bilder

Bild 1	— Darstellung der Zeitbegriffe für eine Zugvorbeifahrt	11
Bild 2	— Schema zur Umgebung der Messposition	20
Bild 3	— Variante I: Aufstellung der Mikrofone relativ zu den jeweiligen nahe liegenden Gleisen	21
Bild 4	— Variante II: Aufstellung der Mikrofone über das nahe liegende Gleis hinweg	21
Bild 5	— Variante III: Aufstellung der Mikrofone einseitig zu der Gleisanlage	22

Tabellen

Tabelle 1	— Mindestanforderungen in den jeweiligen Qualitätsstufen	16
Tabelle 2	— Berichtsinhalte in den jeweiligen Qualitätsstufen	32

Tabelle A.1 — Beispiele möglicher Eingangsgrößen für den äquivalenten Vorbeifahrtpegel	
$L_{pAeq,Tp}$ samt ihrer Unsicherheiten	37
Tabelle A.2 — Unsicherheiten für den Vorbeifahrtpegel $L_{pAeq,Tp}$	38

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 001-01-07 AA „Geräuschemissionsmessungen an spurgebundenen Fahrzeugen einschließlich Messungen im Fahrgastraum und am Arbeitsplatz“ im DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) erarbeitet.

DIN 38452-1 richtet sich auch an europäische Anwender und wird daher zweisprachig auf Deutsch und Englisch veröffentlicht.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Einleitung

Die Normenreihe DIN 38452 „Langzeitmessung von Schienenverkehrsgeräuschen“ befasst sich mit der Definition und der Erhebung von Kenngrößen zur Beschreibung und Bewertung der durch Schienenverkehr verursachten Geräusche. Die Normenreihe beschreibt automatisierte Messverfahren zur Erfassung dieser Geräusche über große Zeiträume, auch Monitoring von Schienenverkehrsgeräuschen genannt, die Anforderungen an Messeinrichtungen (z. B. einzelne Messstationen oder Messnetze) und die Auswertung der Geräuschemessungen.

Der vorliegende Teil 1 „Emissionen“ beschreibt die Erfassung, Auswertung und Darstellung der Schienenverkehrsgeräusche im Nahbereich von Schienenwegen.

Als Geräuschemissionen des Schienenverkehrs im Sinne dieses Dokuments sind die von Schienenfahrzeugen bei der Vorbeifahrt in einem Abstand von 7,5 m zur Gleisachse und einer Höhe von 1,2 m über Schienenoberkante erzeugten Schalldruckpegel zu verstehen.

In Teil 2 „Immissionen“¹ werden entsprechende Verfahren für die Erfassung, Darstellung und Bewertung einer Situation an einem beliebigen Immissionsort sowie ein Verfahren zur Korrelation dieser Immissionsdaten mit den Emissionsdaten aus Teil 1 beschrieben.

¹ Vorgesehene Erarbeitung nach Veröffentlichung von DIN 38452-1.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren für die Ermittlung von Kenngrößen von Schienenverkehrsgeräuschen im Nahbereich auf freier Strecke fest, um die Entwicklung der Verkehrsgeräusch-Emissionen automatisiert und unbeobachtet (in der Regel länger als vier Wochen) zu ermitteln. Diese Messdaten werden an einem festgelegten Ort nahe des Gleises erhoben.

Das Verfahren hat drei verschiedenen Qualitätsstufen zur Erfassung und Charakterisierung von Schallereignissen des Schienenverkehrs. Die Qualitätsstufen unterscheiden sich in Aufwand und Aussagekraft. Der Anwender wählt entsprechend der Aufgabenstellung die geeignete Qualitätsstufe aus.

In allen Qualitätsstufen werden Messeinrichtungen verwendet, die für jedes Schallereignis den Schalldruckpegel und weitere Parameter erfassen können. Die Messdaten werden vor Ort gespeichert und/oder an eine zentrale Datenerfassungsstelle übermittelt. Anhand einer standardisierten Auswertemethode werden aus den Messdaten Kenngrößen ermittelt. Damit werden sowohl die gemessenen Einzel-Schallereignisse an den verschiedenen Messstationen als auch deren zeitliche Entwicklung dokumentiert und nach festgelegten Kriterien einheitlich und nachvollziehbar dargestellt.

ANMERKUNG 1 Die Typprüfung des Außengeräuschs einzelner Fahrzeugeinheiten ist in DIN EN ISO 3095 geregelt.

ANMERKUNG 2 Die Messung von Verkehrsgeräuschen ist in DIN 45642 geregelt [1].

ANMERKUNG 3 Die 16. BImSchV, Anlage 2 (Schall 03), und Richtlinie (EU) 2015/996 (CNOSSOS EU) verwenden für ihre Zwecke jeweils einen eigenen Satz von Emissionsdaten.

In der Qualitätsstufe 1 werden einfache Auflistungen der Mittelungs- und Maximalpegel über lange Zeiträume erzeugt. Neben den akustischen Daten werden die akustischen Umgebungsbedingungen, der Oberbau und das Wetter dokumentiert. Erfasst werden Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisse, Uhrzeiten sowie Fremdgeräusche und außerbetriebliche Ereignisse. Der Abstand des Mikrofons zum befahrenen Gleis ist bei mehrgleisigen Strecken nicht bekannt.

In der Qualitätsstufe 2 wird eine erweiterte Dokumentation und Auswertung der Vorbeifahrten von Zügen erzeugt. Die Qualitätsstufe 2 benötigt zusätzlich eine Erkennung des befahrenen Gleises und der Fahrtrichtung, Identifikation von Zugkategorie, Bestimmung der Geschwindigkeit und Zuglänge. Ab der Qualitätsstufe 2 sind somit Rückschlüsse auf die Schallemissionen des Schienenverkehrs möglich.

In der Qualitätsstufe 3 werden, ergänzend zu den Anforderungen der Qualitätsstufen 1 und 2, Daten zur Beschreibung der akustischen Qualität des Fahrweges, wie z. B. die akustische Schienenrauheit und die Gleisabklingrate erhoben, dokumentiert und mit den Messungen verknüpft. Die Qualitätsstufe 3 bietet die Möglichkeit, die Ergebnisse verschiedener Messstationen zu vergleichen.

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).

DIN 45687, *Akustik — Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschemission im Freien — Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen*

DIN EN 15461:2011-01, *Bahnanwendungen — Schallemission — Charakterisierung der dynamischen Eigenschaften von Gleisabschnitten für Vorbeifahrtgeräuschmessungen*

DIN EN 15610, *Bahnanwendungen — Akustik — Messung der Schienen- und Radrauheit im Hinblick auf die Entstehung von Rollgeräuschen*

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

DIN EN 61672-3, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 3: Periodische Einzelprüfung*

DIN EN IEC 60942, *Elektroakustik — Schallkalibratoren*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurements (GUM:1995)*²

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1 Schienenverkehr

3.1.1

Zug

Einzelfahrzeug oder eine Anzahl von miteinander gekoppelten Fahrzeugen, die auf einem spurgeführten Land-Verkehrssystem verkehren

3.1.2

Zugvorbeifahrt

Durchfahrt eines Zuges durch einen Messquerschnitt

3.1.3

Zugbegegnung

zeitlich überlappende Zugvorbeifahrten durch einen Messquerschnitt, definiert durch die Überlappung ihrer Expositionsauern T_{TEL}

3.1.4

Fahrzeugeinheit

kleinster im Fahrbetrieb nicht zerlegbarer Teil eines Zuges

3.1.5

Zugkategorie

verkehrsbezogene Differenzierung von Zügen

Anmerkung 1 zum Begriff: Sind keine Zugkategorien vorgegeben, wird vorzugsweise eine Einteilung in

- Schienenpersonen-Fernverkehr (SPFV),
- Schienenpersonen-Nahverkehr (SPNV),
- Schienengüterverkehr (SGV) und

2 Eine deutschsprachige Ausgabe ist DIN V ENV 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*. Sie ist zwar zurückgezogen, aber über den Beuth-Verlag weiterhin erhältlich.

— anderer Schienenverkehr

vorgenommen.

3.1.6

Zugart

über die Zugkategorie hinausgehende technische Differenzierung von Zügen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ist keine andere Vorgabe vorhanden, kann eine Einteilung nach der Verkehrslärmschutzverordnung [3], Anlage 2 (Schall 03), Tabelle 4, Spalte A, vorgenommen werden.

3.1.7

Zuglänge

Länge des Fahrzeugverbandes, einschließlich der Zug- und Stoßvorrichtungen bzw. Kupplung am vorderen und hinteren Zugende

3.1.8

Bahnanlage

Grundstücke, Bauwerke und sonstigen Einrichtungen einer Eisenbahn, die unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse zur Abwicklung oder Sicherung des Reise- oder Güterverkehrs auf der Schiene erforderlich sind

3.1.9

freie Strecke

Bereich der Bahnanlagen außerhalb von Bahnhöfen

3.1.10

Gleisinstandhaltung

Arbeiten an Schienen, Schwellen, Schotter und anderen Komponenten des Fahrweges zur Korrektur von Gleisgeometrie oder Schienenfahrfläche, zur dynamischen Gleisstabilisierung oder zur Reinigung

Anmerkung 1 zum Begriff: Typische Arbeiten zur Gleisinstandhaltung umfassen Schienenschleifen, Reprofilierung, Stopfarbeiten, Schotterreinigung, Schweißarbeiten oder Schienen- und Schwellentausch.

3.2 Messort

3.2.1

Messquerschnitt

gedachte vertikale Ebene ausgehend von der Messposition des Mikrofons orthogonal zur Gleisachse

3.2.2

Schienenfahrfläche

glänzende Fläche auf dem Schienenkopf, die alle Bereiche umfasst, in denen die Räder die Schiene unter den üblichen Betriebsbedingungen des Schienenverkehrs berühren

3.2.3

Schienenrauheit

akustisch relevante Rauheit der Schienenfahrfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Überlicherweise wird die Schienenrauheit als Pegel relativ zu 1 µm als Terzspektrum über die Wellenlänge angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Schienenrauheit kann durch direkte und indirekte Messverfahren bestimmt werden. Bei den direkten Messverfahren wird die Oberfläche der Schiene mit einem Aufnehmer direkt abgetastet, um die Rauheit zu messen. Bei den indirekten Verfahren wird die Rauheit als Folge der Rad-Schiene-Wechselwirkung bestimmt.

3.2.4

kombinierte Rauheit

Funktion der akustisch relevanten Rauheit, die das Rollgeräusch anregt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die kombinierte Rauheit besteht aus drei Teilen: Schienenrauheit, Radrauheit und Kontaktfilter.

3.2.5

Gleisabklingrate

TDR, en: track decay rate

Dämpfungsrate der Schwingungsamplitude sowohl der vertikalen als auch der transversalen Biegewelle in der Schiene in Schienenlängsrichtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Gleisabklingrate wird durch ein Terzspektrum in Dezibel je Meter (dB/m) ausgedrückt und dient zur Angabe der Schwingungsminderung in Abhängigkeit von der Entfernung.

[QUELLE: DIN EN 15461:2011-01, 3.6, modifiziert – englische Kurzform mit Erläuterung aufgenommen.]

3.3 Geräusche

3.3.1

Schienenverkehrsgeräusch

von Zügen erzeugtes Geräusch

3.3.2

Schienenverkehrsgeräusch-Ereignis

durch Uhrzeit, Datum und Dauer beschriebenes Schienenverkehrsgeräusch

3.3.3

Vorbeifahrtgeräusch

von einer Zugvorbeifahrt erzeugtes Geräusch

3.4 Zeitbegriffe

3.4.1

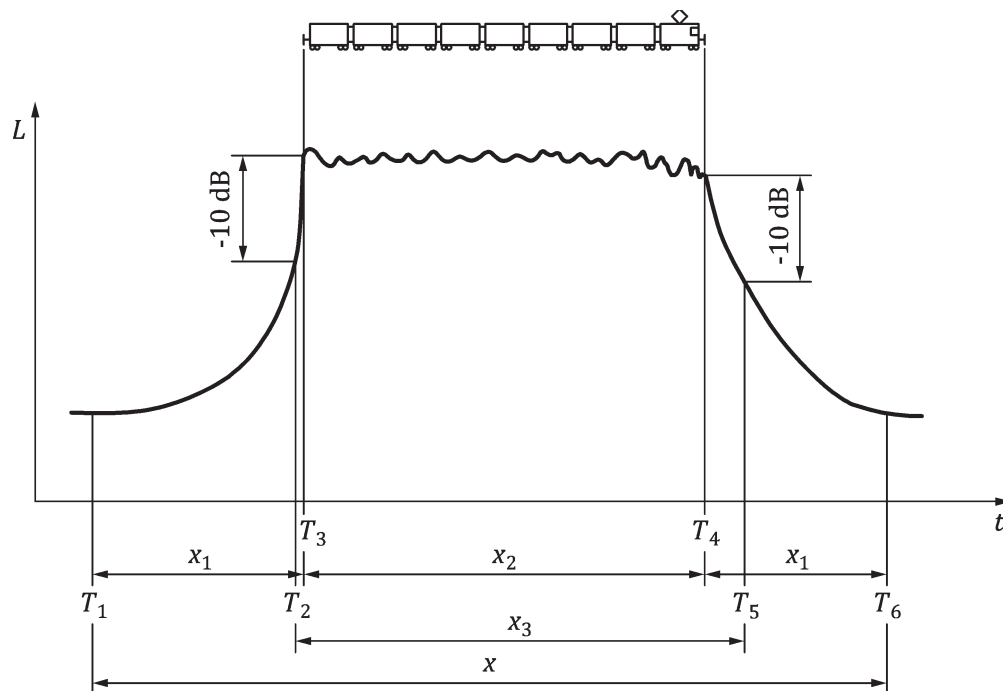
Vorbeifahrtdauer

T_p

Zeitintervall, in dem sich ein Zug oder eine Fahrzeugeinheit einschließlich Zug- und Stoßvorrichtung bzw. Kupplung in dem Messquerschnitt befindet, beginnend mit der Einfahrt in den Messquerschnitt, endend mit der Ausfahrt

Anmerkung 1 zum Begriff: T_p wird in Sekunden (s) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Nach Bild 1 entspricht die Vorbeifahrtdauer der Dauer zwischen den Zeitpunkten T_3 und T_4



Legende

x Aufzeichnungsdauer	T_3 Einfahrt in den Messquerschnitt
$x_1 \geq 10$ s	T_4 Ausfahrt aus dem Messquerschnitt
x_2 Vorbeifahrtzeit	T_5 Expositionsende
x_3 Expositionsdauer	T_6 Aufzeichnungsende
T_1 Aufzeichnungsbeginn	t Zeit
T_2 Expositionsbeginn	L Schalldruckpegel

Bild 1 — Darstellung der Zeitbegriffe für eine Zugvorbeifahrt

3.4.2

Dauer eines Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisses

T_{SE}

Zeitintervall, in dem sich ein oder mehrere Züge in dem Messquerschnitt gleichzeitig befinden, beginnend mit der Einfahrt des ersten Zuges in den Messquerschnitt, endend mit der Ausfahrt des letzten Zuges

Anmerkung 1 zum Begriff: T_{SE} wird in Sekunden (s) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: T_{SE} eines Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisses wird nur in Qualitätsstufe 1 verwendet.

3.4.3

Expositionsdauer

T_{TEL}

Zeitintervall, das beginnt, wenn zum letzten Mal der Schalldruckpegel $L_{pAG}(t)$ 10 dB unter demjenigen zum Zeitpunkt der Einfahrt in den Messquerschnitt liegt, und endet, wenn zum ersten Mal der Schalldruckpegel $L_{pAG}(t)$ 10 dB unter dem zum Zeitpunkt der Ausfahrt aus dem Messquerschnitt liegt

Anmerkung 1 zum Begriff: T_{TEL} wird in Sekunden (s) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Nach Bild 1 entspricht die Expositionsdauer der Dauer zwischen den Zeitpunkten T_2 und T_5 .

3.4.4

Aufzeichnungsdauer

T_{rec}

Zeitintervall, das 10 s vor Beginn der Vorbeifahrtdauer beginnt und 10 s nach Ende der Vorbeifahrtdauer endet

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Aufzeichnungsdauer wird in Sekunden (s) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Nach Bild 1 entspricht die Aufzeichnungsdauer der Dauer zwischen den Zeitpunkten T_1 und T_6 .

3.5 Schallpegelkenngößen

3.5.1

AF-bewerteter Schalldruckpegel

$L_{pAF}(t)$

als Funktion der Zeit mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung F (en: „fast“) bestimmter Schalldruckpegel

Anmerkung 1 zum Begriff: Der AF-bewertete Schalldruckpegel wird in Dezibel (dB) angegeben.

3.5.2

Geglätteter A-bewerteter Schalldruckpegel

$L_{pAG}(t)$

als Funktion der Zeit mit der Frequenzbewertung A und einem geeigneten Verfahren geglätteter Schalldruckpegel

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Glättung kann durch die Zeitbewertung F (en: „fast“) oder eine Mittelung über eine Zeitdauer von z. B. 100 ms erfolgen.

3.5.3

AF-bewerteter maximaler Schalldruckpegel

L_{pAFmax}

Höchstwert des A-bewerteten Schalldruckpegels, der während des Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisses bei Anwendung der Zeitbewertung F bestimmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der AF-bewertete maximaler Schalldruckpegel wird in Dezibel (dB) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Messergebnisse der Qualitätsstufe 1 werden mit $L_{pAFmax,SE}$ bezeichnet.

3.5.4

mittlerer AF-bewerteter maximaler Schalldruckpegel

$L_{pAFmax,m}$

energetisch gemittelter AF-bewerteter maximaler Schalldruckpegel aus mehreren Schienenverkehrsgeräusch-Ereignissen in jeweilig betrachteten Zeitintervallen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der mittlere AF-bewertete maximale Schalldruckpegel wird in Dezibel (dB) angegeben.

3.5.5

A-bewerteter äquivalenter Dauerschalldruckpegel

$L_{pAeq,T}$

A-bewerteter Schalldruckpegel, der innerhalb der Messdauer denselben energetischen Mittelwert aufweist wie das betrachtete zeitlich veränderliche Geräusch

Anmerkung 1 zum Begriff: Der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel in Dezibel (dB) wird folgendermaßen berechnet:

$$L_{pAeq,T} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) \text{ dB}$$

Dabei ist

T die Messdauer in Sekunden (s);

$p_A(t)$ der A-bewertete momentane Schalldruck zum Zeitpunkt t in Pascal (Pa);

p_0 der Bezugsschalldruck $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$.

3.5.6

Vorbeifahrtexpositionspegel

TEL

A-bewerteter Schalldruckpegel einer während der Expositionsdauer $T_{TEL} = T_5 - T_2$ gemessener und über die Vorbeifahrtzeitdauer $T_p = T_4 - T_3$ gemittelter A-bewerteter Schalldruckpegel einer einzelnen Zugvorbeifahrt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der A-bewertete Vorbeifahrtexpositionspegel TEL in Dezibel (dB) wird folgendermaßen berechnet:

$$TEL = 10 \lg \left(\frac{1}{T_p} \int_{T_2}^{T_5} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) \text{ dB}$$

Dabei ist

T_2 Expositionsbeginn in Sekunden (s),

T_5 Expositionsende in Sekunden (s),

T_p die Vorbeifahrtzeitdauer des Zuges in Sekunden (s), die der Gesamtlänge des Zuges, geteilt durch die Zuggeschwindigkeit, entspricht,

$p_A(t)$ der A-bewertete momentane Schalldruck zum Zeitpunkt t in Pascal (Pa),

p_0 der Bezugsschalldruck $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$.

3.5.7

Expositionspegel eines Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisses

TEL_{SE}

A-bewerteter Schalldruckpegel eines während der Expositionsdauer T_{TEL} gemessenen und auf die Schienenverkehrsgeräuschdauer T_{SE} normierten Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisses

Anmerkung 1 zum Begriff: TEL_{SE} wird in Dezibel (dB) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Expositionspegel eines Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisses wird nur in Qualitätsstufe 1 verwendet.

3.6 Ereignisauswertung

3.6.1

nicht-akustische Daten

zusätzliche Angaben, wie Zugvorbeifahrtszeit und -dauer, Zuggeschwindigkeit, Anzahl der Achsen, Informationen zur Zugkategorie, Angaben zum Oberbau, Wetterdaten

3.6.2

Ereignisidentifizierung

Verfahren zur Bestätigung eines eindeutigen Zusammenhangs zwischen einem Schallereignis und einer bestimmten Schienenfahrzeugbewegung durch die Verwendung akustischer oder nicht-akustischer Daten

3.7 Geräte

3.7.1

Messstation

Gesamtheit an einem Messort installierter Messgeräte einer Langzeitmessung von Schallpegeln von Schienenverkehrsgeräuschen, zur Identifizierung von Zugfahrten, Zugkategorien oder Fahrzeugeinheiten und zur Erfassung der Wetterbedingungen

3.7.2

Messzentrale

Geräteeinheit, in der die Messdaten aus Messstationen gesammelt und verarbeitet werden

3.7.3

Messnetz

System bestehend aus einer Messzentrale und mehreren Messstationen

4 Anforderung an Messgeräte und die Messungen

4.1 Allgemeine Erläuterung der drei Qualitätsstufen

4.1.1 Qualitätsstufe 1

In der Qualitätsstufe 1 werden mit geringem technischem Aufwand die Schienenverkehrsgeräusche an einem Messort ermittelt. Eine Gleiszuordnung oder Erfassung der Fahrtrichtung der Zugvorbeifahrt erfolgt nicht, wodurch ggf. nicht eindeutig festgestellt wird, auf welchem Gleis und damit in welchem Abstand zum Mikrofon eine Zugvorbeifahrt erfolgt. Die die Vorbeifahrtgeräusche beeinflussenden Parameter, wie der Gleiszustand, die Zugkategorie und -länge sowie die Geschwindigkeit, werden ebenfalls nicht erfasst.

ANMERKUNG Die Einrichtung der Messgeräte in dieser Qualitätsstufe kommt in ihrer minimalen Anforderung gegebenfalls ohne ein Betreten der Bahnanlage aus.

Alle aus Messungen der Qualitätsstufe 1 erhaltenen Kenngrößen werden durch den Index „SE“ (Schienenverkehrsgeräusch-Ereignis) gekennzeichnet.

4.1.2 Qualitätsstufe 2

In Qualitätsstufe 2 wird der Umfang der zu erfassenden Daten so erweitert, dass mit diesen Datensätzen eine differenzierte Auswertung der Schallsituation am Messort nach Richtungsgleis, Zugkategorie, Zuglänge und Geschwindigkeit möglich wird. Das befahrene Gleis wird ermittelt, wodurch der Abstand zwischen Zug und Mikrofon während einer Vorbeifahrt eindeutig erfasst wird. Auch Zugbegegnungen werden erkannt.

In dieser Qualitätsstufe wird eine präzise Dokumentation der Schallemissionen aus dem Bahnbetrieb für diesen Messort aufgrund der verkehrlichen Situation erstellt.

Die für diese Qualitätsstufe notwendige Erfassung des Schienenfahrflächenzustands wird in 4.6.4.2 näher beschrieben.

Für die Einrichtung und den Betrieb der Messstation ist gegebenenfalls ein Betreten der Bahnanlage notwendig.

4.1.3 Qualitätsstufe 3

In Qualitätsstufe 3 wird der Umfang der zu erhebenden Daten so erweitert, dass die erhobenen akustischen Kenngrößen an unterschiedlichen Messorten miteinander verglichen werden können. Hierzu müssen die akustischen Umgebungsbedingungen, die Schienenrauheiten und die Gleisabklingraten in zeitlichen Abständen an den unterschiedlichen Messorten ermittelt, dokumentiert und berücksichtigt werden.

Die für diese Qualitätsstufe notwendige Erfassung der Schienenrauheit und der Gleisabklingrate wird in 4.6.4.3 und 4.6.4.4 beschrieben.

ANMERKUNG Für die Schienenrauheit kann eine Vergleichbarkeit durch Berücksichtigung des L_{ACA} -Wertes herbeigeführt werden (siehe Anhang B).

Für die Installation und während des Betriebes der Messstation ist ein Betreten der Bahnanlage notwendig.

4.1.4 Mindestanforderungen der Qualitätsstufen

Die Mindestanforderungen der Qualitätsstufen sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Mindestanforderungen in den jeweiligen Qualitätsstufen

Anforderung	Qualitätsstufe 1	Qualitätsstufe 2	Qualitätsstufe 3
Messtechnische Erfassung der Zugfahrten			
Schallaufzeichnung	X	X	X
Automatische Ereignisidentifizierung	X	X	X
Erfassung des Zeitpunktes der Einfahrt in den Messquerschnitt	X	X	X
Zuordnung des befahrenen Gleises bei mehrgleisigen Strecken	—	X	X
Erfassung der Dauer T_{SE} des Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisses	X	—	—
Erfassung der Vorbeifahrtdauer T_p	—	X	X
Erfassung der Geschwindigkeit	—	X	X
Erkennung der Fahrtrichtung	—	X	X
Achserkennung/-zählung	—	—	X
Ermittlung der Zugkategorie	—	X	X
Detektion von Fremdgeräuschen	X	X	X
Erfassung der Zuglänge	—	X	X
Erkennung von Zugbegegnungen	—	X	X
Wartung und Überprüfung der Messgeräte			
Regelmäßige Wartung der Messgeräte	X	X	X
Automatische Überprüfung der Signalempfindlichkeit	X	X	X
Erfassung der lokalen Bedingungen (akustische Umgebung, Oberbau, Gleiszustand, Wetter)			
Oberbaubeschreibung	X	X	X
Gleisabklingrate	—	—	X
Schienenfahrflächenzustand (beschreibend)	—	X	X
Schienenrauheit (messtechnisch)	—	—	X
Wetterdaten	X	X	X
Erkennung und Erfassung außerbetrieblicher Ereignisse (z. B. Wartungsereignisse)	—	X	X
Dokumentation der akustischen Umgebungsbedingungen	X	X	X

4.2 Akustische Messgeräte

4.2.1 Messgerätegüte

Das Gesamtsystem zur Geräuscherfassung muss die Anforderungen an ein Messgerät der Klasse 1 nach DIN EN 61672-1 erfüllen. Es muss entsprechend den Anforderungen von DIN EN ISO/IEC 17025 nachgewiesen werden, dass die elektroakustischen Leistungsparameter die Anforderungen der Klasse 1 nach DIN EN 61672-1 erfüllen. Bei der Überprüfung der elektroakustischen Leistungsparameter sind die Eigenschaften nach DIN EN 61672-3 zu prüfen und in einem Bericht zu dokumentieren.

4.2.2 Mikrofonbaugruppe

Die gesamte Mikrofonbaugruppe besteht aus Mikrofon, Vorverstärker, Regenschutz, Windschirm, Mikrofonhalterung sowie Vogelabweiser und muss für den dauerhaften Außeneinsatz geeignet sein. Zu verwenden sind Mikrofone mit Freifeldcharakteristik.

Die Einheit aus Mikrofon und Windschirm darf bei einer Windgeschwindigkeit bis 10 m/s keinen signifikanten Einfluss auf die akustischen Messgrößen haben.

4.2.3 Schallkalibrator

Der Schallkalibrator muss den Anforderungen an ein Gerät der Klasse 1 nach DIN EN IEC 60942 erfüllen. Die Übereinstimmung des Kalibrators mit den Anforderungen nach diesem Dokument muss mindestens einmal jährlich entsprechend den Anforderungen von DIN EN ISO/IEC 17025 überprüft werden.

4.3 Überprüfung der Messgeräte

4.3.1 Kalibrierung und Kalibrierintervalle

Kalibrierungen der Mikrofoneinheit (Mikrofon und Vorverstärker) erfolgen in festgelegten Kalibrierintervallen und müssen entsprechend den Anforderungen von DIN EN ISO/IEC 17025 durchgeführt werden. Die Kalibrierung beinhaltet die Prüfung des Frequenzganges in einem Frequenzbereich von 31,5 Hz bis 10 kHz.

Das Zeitintervall für die Kalibrierung beträgt höchstens 12 Monate. Enthalten die diesbezüglichen Angaben des Herstellers geringere Zeitintervalle, gilt die jeweilige Festlegung des Herstellers.

Nach erfolgter Kalibrierung der Mikrofoneinheiten ist die Messkette entsprechend dem Kalibrierschein zu justieren.

4.3.2 Zwischenprüfung

4.3.2.1 Allgemeines

Zwischenprüfungen erfolgen zusätzlich zur regelmäßigen Kalibrierung.

Die Zwischenprüfungen umfassen manuell durchgeführte akustische sowie zusätzliche Prüfungen.

Die zusätzlichen Prüfungen können über automatische Prüfungen (siehe 4.3.2.3) oder durch Prüfung der Signalqualität durch redundante Messungen (siehe 4.3.2.4) erfolgen.

Übersteigt die Abweichung einer Prüfung die in 4.3.2.2, 4.3.2.3 und 4.3.2.4 genannten Maximalwerte, müssen die Daten bis zur letzten zurückliegenden Prüfung als potentiell fehlerhaft markiert werden. Eine Justierung ist nicht zulässig.

4.3.2.2 Manuelle akustische Prüfung

Am Messort muss die Möglichkeit gegeben sein, den gemessenen Wert des Schalldruckpegels mittels eines Schallkalibrators zu überprüfen.

Die maximale Abweichung des gemessenen Schalldruckpegels vom Sollwert darf nicht mehr als $\pm 1,1$ dB betragen.

Eine manuelle akustische Prüfung ist an jedem Schallpegelmessgerät mindestens einmal jährlich durchzuführen.

Kürzere Intervalle (z. B. vierteljährlich) werden jedoch empfohlen.

4.3.2.3 Automatische Prüfung

Eine automatische Prüfung kann sowohl am Messort als auch von der Zentrale ausgelöst werden. Hierbei wird die Funktion der Schallpegelmessers und des akustischen Systems durch Einspeisen eines bekannten elektrischen Signals geprüft.

Diese automatische Prüfung ist mindestens einmal täglich durchzuführen, vorzugsweise während einer Zeit mit geringem Schienenverkehrsanteil. Die Prüfdaten müssen in der Datensammlung gespeichert werden. Wenn die Prüfsignale Schienenverkehrsgeräusche überlagern, müssen die Schienenverkehrsgeräusche als solche markiert werden.

Die maximale Abweichung des gemessenen Schalldruckpegels vom Sollwert darf nicht mehr als $\pm 1,1$ dB betragen.

Verfahren zur automatischen Prüfung sind u. a. eingebaute Akustikquellen in der Mikrofoneinheit (das Signal am Mikrofonausgang muss einem Schalldruckpegel von mindestens 80 dB entsprechen), eine CIC-Kalibrierung (en: charge injection calibration), eine elektrostatische Kalibrierung oder weitere gleichwertige Verfahren.

Es wird empfohlen, dass der Start der automatischen Prüfung gesperrt wird, wenn gerade ein Schallereignis erfasst wird; der Start ist zu verschieben, bis das Ereignis beendet ist.

4.3.2.4 Prüfung durch redundante Messungen

Hierzu wird ein zweiter Messquerschnitt eingerichtet. Ein Mikrofon wird als Messmikrofon, das andere als redundantes Mikrofon zur Überprüfung verwendet (Referenzmikrofon). Eine Prüfung findet mindestens einmal täglich statt.

Die Messwerterfassung ist als gültig anzusehen, wenn sich der am Messmikrofon gemessene äquivalente Vorbeifahrtpegel $L_{pAeq,Tp}$ bei der Prüfung von dem am Referenzmikrofon gemessenen um nicht mehr als $\pm 1,5$ dB unterscheidet und das Messmikrofon einen plausiblen Wert liefert.

4.4 Nicht-akustische Messgeräte

4.4.1 Allgemeines

Einflüsse der nicht-akustischen Messgeräte auf die akustischen Messungen und die daraus abgeleiteten Mess- und Kenngrößen sind auszuschließen.

4.4.2 Zeiterfassung

Eine Messstation muss eine Uhr enthalten, um alle gemessenen Ereignisse eindeutig mit Datum und Uhrzeit zu kennzeichnen. Die Uhrzeit muss synchronisiert werden. Dazu können z. B. die öffentlich zur Verfügung stehenden Funkdienste oder NTP-Server genutzt werden. Eine Unterbrechung der Zeitnahme ist deutlich anzuzeigen. Die Zeitauflösung jeder Uhr muss mindestens 1 s betragen. Die Zeit ist als Ortszeit anzugeben.

4.4.3 Zugdatenerfassung

4.4.3.1 Geschwindigkeit, Gleis und Fahrtrichtung des Zuges

Ab der Qualitätsstufe 2 ist die Geschwindigkeit des Zuges kontinuierlich während der Zugvorbeifahrt zu bestimmen, sodass Brems- und Beschleunigungsvorgänge erfasst werden können.

Die Genauigkeiten bei der Bestimmung der Geschwindigkeiten müssen

- bis 100 km/h ± 3 km/h,
- über 100 km/h ± 3 % des Messwertes

einhalten.

In den Qualitätsstufen 2 und 3 ist mittels geeigneter Sensorik für jede Zugvorbeifahrt das jeweils befahrene Gleis sowie die Fahrtrichtung zu erfassen.

4.4.3.2 Messsysteme zur Bestimmung der Vorbeifahrtdauer T_p

Die Vorbeifahrtdauer T_p ist mit einer Messabweichung $\Delta T_p \leq 0,3$ s zu bestimmen.

4.4.3.3 Messsysteme zur Bestimmung der Schienenverkehrsgeräusche-Ereignisdauer T_{SE}

Für Qualitätsstufe 1 ist die Schienenverkehrsgeräusche-Ereignisdauer mit einer Messabweichung von $\Delta T_{SE} \leq 1$ s zu bestimmen.

4.4.4 Wetterdatenerfassung

Folgende Wetterdaten sind zu erfassen:

- Niederschlagsart Schnee: ja/nein,
- Windgeschwindigkeit,
- Windrichtung,
- Regenmengen.

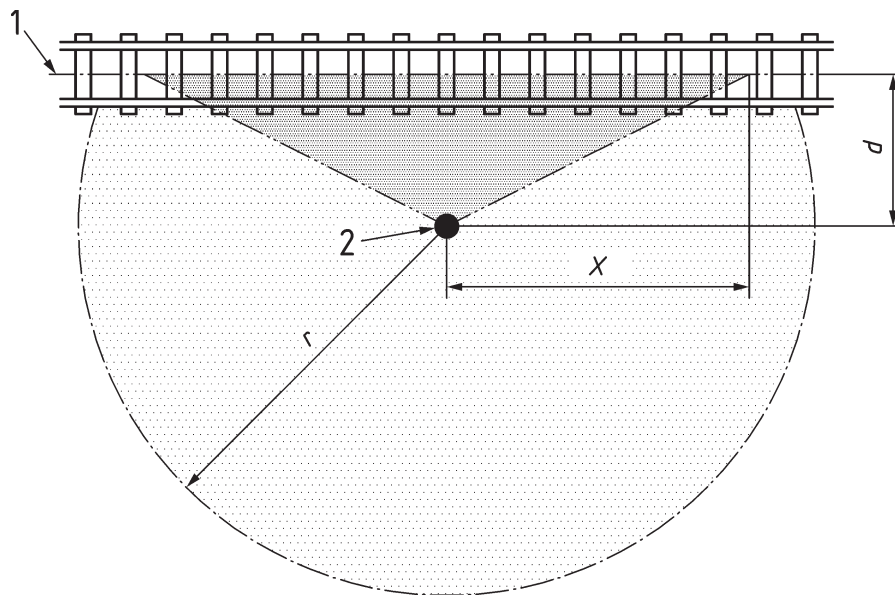
Für Qualitätsstufe 1 können die Wetterdaten der nächstgelegenen Wetterstation herangezogen werden.

Messstationen der Qualitätsstufen 2 und 3 müssen Wetterstationen beinhalten, mit denen folgende weitere Wetterdaten zu erfassen sind:

- Temperatur;
- Luftfeuchte;
- Luftdruck.

4.5 Aufstellungsort

Der Bereich des Dreiecks zwischen Gleis und Mikrofon, welches sich entlang des Gleises zu jeder Seite bis zum mindestens zweifachen Mikrofonabstand erstreckt, muss so beschaffen sein, dass freie Schallausbreitung besteht, siehe Bild 2. Um dieses Ergebnis zu erzielen, muss das Niveau der Bodenoberfläche in diesem Bereich innerhalb 0,2 m bis –3 m liegen, bezogen auf die Schienenoberkante. Dieser Bereich muss frei sein von schallabsorbierenden Flächen, wie hohem Bewuchs, sowie von schallreflektierenden Oberflächen, wie Wasser, Asphalt oder Beton.



Legende

- 1 Gleisachse
- 2 Messposition
- d Abstand zwischen Messposition und Gleisachse
- r Radius für alle Qualitätsstufen $r \geq 3d$
- X für Qualitätsstufe 1: $X = 2d$, für Qualitätsstufen 2 und 3: $X = 3d$

Bild 2 — Schema zur Umgebung der Messposition

Es ist nachzuweisen, dass das Messergebnis nicht durch Reflexionen beeinflusst wird. Dies ist der Fall, wenn der Bereich um die Mikrofone mit einem Radius von mindestens dem dreifachen des Messabstands frei von großen reflektierenden Strukturen, wie z. B. Hügel, Felsen, Schallschutzwände, Brücken oder Gebäuden ist.

Bei der Wahl des Standortes ist im besonderen Maße darauf zu achten, dass Störungen oder Beeinflussungen durch Fremdgeräusche minimiert werden. Die Messstation sollte in der Regel im Bereich gerader Strecken außerhalb von Brems- und Beschleunigungsbereichen liegen. Es ist nachzuweisen, dass das Messergebnis nicht durch Tunnel und Brücken beeinflusst wird; dies ist der Fall, wenn ein Abstand von mindestens 200 m zu Tunneln und Brücken eingehalten wird.

Auf Schutz gegen Wettereinflüsse und Vandalismus sollte geachtet werden. Die Messstation sollte gegen Stromausfall geschützt werden, um Messwertverluste zu minimieren.

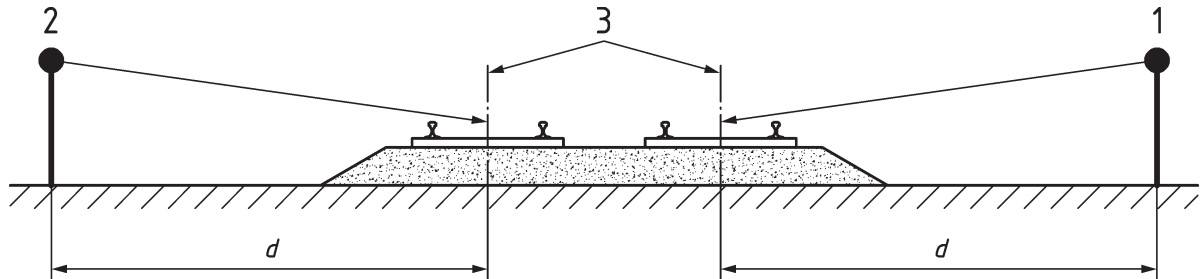
Soll die Messstation mit nur einem Mikrofon an einer mehrgleisigen Strecke betrieben werden, müssen bei Qualitätsstufe 2 und 3 alle Messdaten verworfen werden, die Zugvorbeifahrten in einem anderen Abstand als $7,5 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ zum Mikrofon beinhalten. D. h. Messungen von Vorbeifahrten sind nur dann gültig, wenn diese auf dem Gleis stattfinden, das einen Abstand von $7,5 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ zum Mikrofon besitzt. Bei Qualitätsstufe 1 und an eingleisigen Strecken reicht ein Aufbau an einer Seite der Strecke aus. Bei Bahnanlagen mit mehr als zwei Gleisen sind Mikrofoneinheiten neben oder zwischen den Gleisen so anzuordnen, dass der Abstand von $7,5 \text{ m}$ zu dem jeweils betrachteten Gleis eingehalten wird.

Die Messposition für das Mikrofon muss im senkrechten Abstand von $7,5 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ von der Mittellinie des zu messenden Gleises (Gleisachse) und in einer Höhe von $1,2 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ über Schienenoberkante liegen.

Wird in Qualitätsstufe 1 bei Bahnanlagen mit mehreren Gleisen mit nur einem Messmikrofon gearbeitet, so ist dieses im Abstand von $7,5 \text{ m}$ zur nächstgelegenen Gleisachse aufzustellen.

Die Aufstellung der Mikrofone relativ zu den Gleisen kann in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Aufstellfläche im Streckenabschnitt nach drei Varianten gewählt werden.

In der Variante I wird das Mikrofon dem jeweils nahe liegenden Gleis zugeordnet, siehe Bild 3.

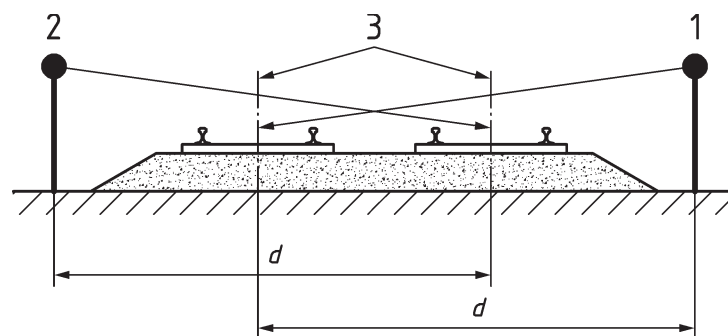


Legende

- 1 Mikrofon 1
- 2 Mikrofon 2
- 3 Gleisachse
- d Abstand

Bild 3 — Variante I: Aufstellung der Mikrofone relativ zu den jeweiligen nahe liegenden Gleisen

In der Variante II wird das jeweilige Mikrofon dem entfernter liegenden Gleis zugeordnet, siehe Bild 4. In dieser Variante wird weniger Platz seitlich zur Trasse benötigt.

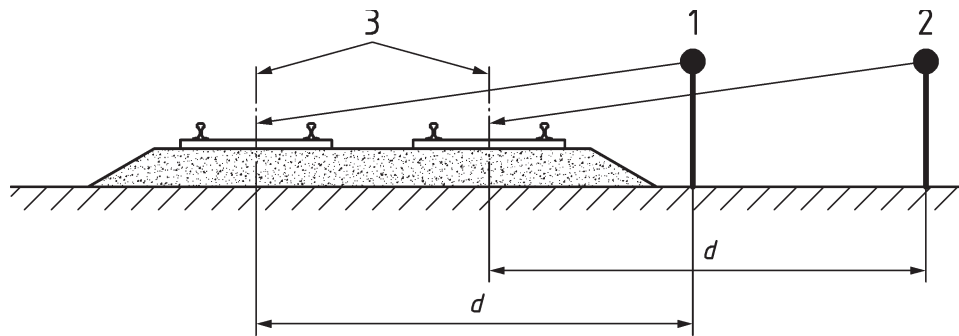


Legende

- 1 Mikrofon 1
- 2 Mikrofon 2
- 3 Gleisachse
- d Abstand

Bild 4 — Variante II: Aufstellung der Mikrofone über das nahe liegende Gleis hinweg

In der Variante III werden die Mikrofone auf nur einer Seite einer zweigleisigen Strecke angeordnet, siehe Bild 5.



Legende

- 1 Mikrofon 1
- 2 Mikrofon 2
- 3 Gleisachse
- d Abstand

Bild 5 — Variante III: Aufstellung der Mikrofone einseitig zu der Gleisanlage

ANMERKUNG In allen Qualitätsstufen können die akustischen Ergebnisse präziser erfasst werden, wenn mehrere Messquerschnitte in Abständen von 10 m oder mehr entlang der Strecke eingerichtet werden

Messquerschnitte, in denen häufig Zugbegegnungen auftreten, sollten möglichst vermieden werden.

In der Regel wird die Wetterstation nahe zum Messquerschnitt aufgestellt.

4.6 Messungen

4.6.1 Allgemeines

Mit der Messung müssen fortlaufend einzelne Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisse identifiziert werden. Die Messdaten sind aufzuzeichnen.

4.6.2 Erfassung von Fremdgeräuschen

Der Fremdgeräuschpegel wird unmittelbar vor Beginn und nach Ende der Aufzeichnungsdauer ermittelt.

4.6.3 Wartungsereignisse

Wartungsereignisse (wie z. B. Schienenschleifen oder Stopfen) an der Strecke müssen für die Qualitätsstufen 2 und 3 erfasst und zusammen mit den Messergebnissen nach Abschnitt 7 dokumentiert werden, um Auswirkungen auf die ermittelten akustischen Kenngrößen nachvollziehen zu können.

4.6.4 Erfassung der Gleisparameter

4.6.4.1 Allgemeines

Im Folgenden wird die Erfassung der Gleisparameter Schienenfahrflächenzustand, Schienenrauheit und Gleisabklingrate beschrieben.

ANMERKUNG Neben den nachfolgend beschriebenen direkten Verfahren existieren indirekte Verfahren zur Bestimmung der akustischen Qualität des Streckenabschnitts, die entsprechend der Aufgabenstellung herangezogen werden können. Zur Bestimmung des Oberbaueinflusses können die Messdaten eines fahrzeuggestützten Systems verwendet werden. Die Gleisabklingrate TDR und die kombinierte Rauheit von Schiene und Rad kann nach DIN CEN/TR 16891 ermittelt werden.

4.6.4.2 Erfassung des Schienenfahrflächenzustandes

Für die Qualitätsstufen 2 und 3 ist eine Beschreibung des visuell erfassten Schienenfahrflächenzustandes zu Beginn und am Ende der Erhebungszeit, mindestens einmal im Jahr, erforderlich. Als wesentliche Kennzeichen sind hier z. B. erkennbare Verriffelungen der Schienenfahrfläche und Schienenfahrflächenfehler zu erwähnen. Der Schienenfahrflächenzustand ist fotografisch zu dokumentieren.

4.6.4.3 Erfassung der Schienenrauheit

In der Qualitätsstufe 3 sind die Schienenrauheiten der Schienen nach DIN EN 15610 zu Beginn der Erhebungszeit zu erfassen, mindestens einmal im Jahr, sofern in diesem Zeitraum keine Instandhaltungsarbeiten an der Schienenfahrfläche oder andere Ereignisse stattfinden, welche die akustisch relevante Schienenrauheit beeinflussen. Nach dem Instandhaltungsschleifen (nicht-akustisches Schleifen) sollte auf ein zeitnahes Messen der Schienenrauheit verzichtet werden. Ergebnisse von Schienenrauheitssmessungen innerhalb der ersten 8 Wochen nach dem Instandhaltungsschleifen sind nicht für die Auswertung heranzuziehen.

ANMERKUNG Wird in den akustischen Daten eine sprunghafte Schallpegelerhöhung von vergleichbaren Tagesmittelwerten von mindestens 2 dB festgestellt, die nicht auf die Fahrzeuge oder eine Veränderung der Gleisabklingrate zurückzuführen ist, kann eine Beeinflussung der akustisch relevante Schienenrauheit durch Instandhaltungsschleifen vorliegen.

4.6.4.4 Bestimmung der Gleisabklingrate

In der Qualitätsstufe 3 ist die Gleisabklingrate nach DIN EN 15461 zu Beginn der Erhebungszeit, mindestens alle zwei Jahre und nach Instandsetzung- und Erhaltungsarbeiten am Oberbau (ohne Schienenfahrflächenbearbeitung) zu bestimmen.

Die Messung der Gleisabklingrate muss im Bereich des Messquerschnittes der Messstation erfolgen.

4.7 Datenübertragung und Speicherung

Die Messstation muss alle relevanten Daten korrekt und vollständig übertragen.

Akustische Daten und nicht-akustische Daten einer Messstation müssen so gespeichert werden, dass sie zeit-synchron sind.

5 Auswertung

5.1 Allgemeines

Grundsätzlich wird für jedes zu erfassende Schienenverkehrsgeräusch-Ereignis ein Satz aus Messdaten, bestehend aus akustischen und nicht-akustischen Daten, erfasst.

Die erfassten Messdaten lassen sich in folgende Fälle unterscheiden:

- a) gültige Daten von einzelnen Zugvorbeifahrten;
- b) gültige Daten von Zugbegegnungen (nur Qualitätsstufe 1);
- c) unvollständige oder fehlerhafte Daten.

ANMERKUNG Bei Qualitätsstufe 1 ist nicht feststellbar, ob eine Zugbegegnung oder eine einzelne Zugvorbeifahrt stattfindet. Die Daten sind im Sinne des Konzeptes der Qualitätsstufe 1 gültig.

Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisse werden durch Auswertung der durch die Messstation erfassten Daten identifiziert. Unvollständige oder fehlerhafte Daten werden substituiert, sofern dies möglich und erforderlich

ist. Kenngrößen werden für die einzelnen Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisse und über definierte Betrachtungszeiträume nach Abschnitt 6 ermittelt.

5.2 Auftreten unvollständiger oder fehlerhafter Daten

5.2.1 Allgemeines

Gestörte, beeinflusste oder veränderte Messdaten werden auf Basis der Messdaten identifiziert und erfordern eine gesonderte Auswertung.

In den folgenden Unterabschnitten sind mögliche Auslöser für die unzulässige Beeinflussung von Messdaten aufgeführt.

5.2.2 Zwischenprüfung oder Kalibrierung

Bei einer nicht erfolgreichen Zwischenprüfung sind die akustischen Messdaten seit der letzten erfolgreichen Überprüfung nicht in die Ermittlung der Kenngrößen einzubeziehen. Diese Zeiten werden wie Ausfallzeiten nach 5.3.3 behandelt.

Bei einer nicht erfolgreichen Kalibrierung sind die akustischen Messdaten seit der letzten erfolgreichen Kalibrierung auf Validität zu prüfen. Nicht valide Daten sind nicht in die Ermittlung der Kenngrößen einzubeziehen. Bei nicht erfolgreicher Kalibrierung sind akustische Messdaten bis zu dem Zeitpunkt einer Zwischenprüfung als valide anzusehen, zu dem der bei der Kalibrierung entdeckte Fehler ausgeschlossen werden konnte. Das Ergebnis der Prüfung ist zu dokumentieren.

Wenn die Prüfsignale einer automatischen Überprüfung die Schienenverkehrsgeräusche überlagern, werden die akustischen Messdaten des betroffenen Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisses verworfen. Diese Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisse werden nach 5.3.2 behandelt.

5.2.3 Übersteuerung

Beim Auftreten einer Übersteuerung sind die akustischen Messdaten nicht in die Ermittlung der Kenngrößen einzubeziehen. Die betroffenen Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisse werden nach 5.3.2 behandelt.

5.2.4 Datenverlust, Fehlermeldungen

Bei Ausfallzeiten mit Datenverlust (z. B. durch vollen Speicher, Ausfall der Energieversorgung oder Gerätefunktionsstörungen) oder Zeiten, in denen für die Ermittlung der Messgrößen relevante Fehler im System bestehen, sind die akustischen Messdaten nicht in die Ermittlung der Kenngrößen einzubeziehen. Die Zeiten werden wie Ausfallzeiten nach 5.3.3 behandelt.

5.2.5 Windgeräusche

Die akustischen Daten der bei Windgeschwindigkeiten über 10 m/s erfassten Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisse gehen nicht in die Berechnung von Kenngrößen ein. Diese Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisse werden nach 5.3 behandelt.

5.2.6 Niederschlag

Tritt Schneefall oder starker Regen ($\geq 0,17$ mm/min, sofern eine Niederschlagsmesseinrichtung Bestandteil der Messstation ist, bzw. ≥ 10 mm/h bei Verwendung von Daten der nächstgelegenen Wetterstation) auf, sind die akustischen Messdaten nicht in die Ermittlung der Kenngrößen einzubeziehen. Die hiervon betroffenen Schienenverkehrsgeräusch-Ereignisse werden nach 5.3 behandelt.