

E DIN 38457:2024-06 (D)

Erscheinungsdatum: 2024-05-03

Akustik - Software für die Berechnung von Schall in Arbeitsräumen - Qualitätssicherung der implementierten Verfahren

Inhalt	Seite
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Berechnungsverfahren.....	9
4.1 Allgemeines.....	9
4.2 Reflexionsberechnung mit geometrischen Verfahren	9
4.3 Deterministische und stochastische Verfahren	10
4.4 Schallquellen.....	13
4.5 Berücksichtigung von Absorption, Transmission und Reflexion	13
4.6 Beugung von Schall und Pegelminderung durch Abschirmung	14
5 Prognoseberechnung für Arbeitsstätten	15
5.1 Schallquellen-Modellierung.....	15
5.2 Kalibrierung auf der Basis von vorgegebenen Emissionswerten oder von Messwerten.....	15
5.2.1 Die Verwendung von L_{WA} und L_{pA} - die kennzeichnenden Emissionswerte nach Maschinenrichtlinie.....	15
5.2.2 Die Verwendung von bereinigten Messwerten im Umfeld der Maschine	16
5.2.3 Die Simulation des Hüllflächen-Verfahrens zur Kontrolle der effektiven Emission	17
5.2.4 Die Simulation des Hallraumverfahrens zur Kontrolle des Schalleistungspegels.....	17
5.3 Berechnung des Beurteilungspegels an Arbeitsplätzen	17
5.4 Berechnung der energiebezogenen Impulsantwort und abgeleiteter Kenngrößen	18
5.5 Berechnung der Nachhallzeit	18
5.6 Berechnung des STI	18
6 Testaufgaben	19
6.1 Allgemeines.....	19
6.2 T01 - Freie Schallausbreitung.....	20
6.3 T02 - Freie Schallausbreitung - Prüfung Isotropie auf Kugel­fläche.....	22
6.4 T03 - Freie Schallausbreitung über reflektierendem Boden.....	24
6.5 T04 - Pegel im Hallraum (diffuses Schallfeld)	26
6.6 T05 - Nachhallzeit im leeren Hallraum.....	28
6.7 T06 - Nachhallzeit mit absorbierender Prüffläche im Hallraum	29
6.8 T07 - Bestimmung der Absorption einer Kulissenanordnung im Hallraum	30
6.9 T08 - Schallübertragung zwischen gekoppelten Räumen	33
6.10 T09 - Schallausbreitung mit Abschirmung im Freifeld.....	37
6.11 T10 - Schallausbreitung in dicht mit Objekten belegten Räumen	38
6.12 T11 - Schallausbreitung mit Abschirmung im Raum-Schallfeld.....	42
6.13 T12 - Berechnung des Speech Transmission Index STI mit Raumeinfluss für Diffusfeld- Bedingungen	43
6.14 T13 - Berechnung des Speech Transmission Index STI mit Raumeinfluss bei nicht diffusem Schallfeld.....	48
6.15 T14 - Berechnung des Speech Transmission Index STI mit Abschirmung.....	50
6.16 T15 - Berechnung des Speech Transmission Index STI mit Abschirmung und Fremdgeräuschen	51

7	Dokumentation der Ergebnisse und Zuordnung zum Anwendungsbereich.....	52
	Literaturhinweise.....	54
Bilder		
Bild 1	— Spiegelnde Reflexion (a) und diffuse Reflexion (b) am Flächenelement F.....	9
Bild 2	— Konstruktion der Strahlwege mit Spiegelquellen	10
Bild 3	— Spiegelung des Originalraums an seinen Begrenzungsflächen nach VDI 3760	11
Bild 4	— Strahlweg von der Punktschallquelle zum Immissionsort beim Radiosity-Verfahren, hier exemplarisch für eine Reflexion an zwei Wandelementen dargestellt	12
Bild 5	— Das stochastisches Teilchenverfahren mit zufallsgesteuerter Aussendung von Teilchen oder Strahlen s durch eine Punktschallquelle S und Zählung der im Kontrollvolumen V um den Immissionsort R ankommenden Teilchen.....	12
Bild 6	— Absorption, Transmission und Reflexion des auf das Bauteil mit Leistung P auftreffenden Schalls.....	14
Bild 7	— Anordnung von Quelle S und Immissionsorten R (Abstände bis 20 m).....	21
Bild 8	— Auf einer Achtel-Kugeloberfläche um die Quelle angeordnete Immissionspunkte	23
Bild 9	— Direkter und am Boden spiegelnd reflektierter Strahl	24
Bild 10	— Simulationsmodell eines Hallraums.....	27
Bild 11	— Modellhallraum mit einer Prüffläche.....	29
Bild 12	— Bestimmung des Schallabsorptionsgrads einer Kulissenanordnung im Hallraum	31
Bild 13	— Die kennzeichnenden geometrischen Parameter der Kulissenkonstruktion	31
Bild 14	— Die aneinandergrenzenden Räume T_1 (Senderraum) und T_2 mit Trennwand und Prüföffnung in Aufsicht.....	34
Bild 15	— Ansicht der über die Prüföffnung gekoppelten Räume.....	34
Bild 16	— Modellraum mit Schallschirm, Quelle und Immissionspunkten	37
Bild 17	— Flachraum dicht belegt mit schallstreuenden Objekten.....	39
Bild 18	— Die frequenznormierte Schallausbreitungskurve nach VDI 3760.....	40
Bild 19	— Quelle und Immissionspunkte sowie Schallschirm im Raum	42
Bild 20	— Ansicht mit den beiden durch den rechtwinkelig verlaufenden Schirm gebildeten Bereich	48
Bild 21	— Aus der Impulsantwort berechnete Abklingkurven für die 7 Frequenzbänder im absorbierend begrenzten Teilbereich.....	49
Bild 22	— Die für den Hauptraum bestimmten Abklingkurven für die 7 Frequenzbänder	49

Bild 23 — Raum mit Schirm, Quelle und Empfängerpositionen.....	50
Tabellen	
Tabelle 1 — Anwendungsbereiche für die verschiedenen Testaufgaben.....	19
Tabelle 2 — Luftschalldämpfung bei Normalbedingungen für die Oktavband-Mittenfrequenzen.....	21
Tabelle 3 — Die Schalldruckpegel im Freifeld (die Pegel in Oktav-Frequenzbändern sind linear, die Summenpegel sind A-bewertet)	22
Tabelle 4 — Koordinaten der Immissionspunkte R_n und A-bewertete Gesamtschalldruckpegel.....	23
Tabelle 5 — Absorptionsgrad der reflektierenden Bodenplatte	25
Tabelle 6 — Die Schalldruckpegel in Abhängigkeit vom Abstand (die Pegel in Oktav-Frequenzbändern sind linear, die Gesamtschalldruckpegel sind A-bewertet).....	25
Tabelle 7 — Pegel im diffusen Schallfeld — Sollwerte und Simulationsergebnis.....	28
Tabelle 8 — Ermittlung der Nachhallzeiten — Sollwerte und Simulationsergebnis.....	29
Tabelle 9 — Lage der Prüffläche (achsenparallel).....	30
Tabelle 10 — Ermittelte Nachhallzeiten und Absorptionsgrade — Sollwerte und Simulationsergebnis.....	30
Tabelle 11 — Bestimmung der Absorptionsgrade α für die Kulissenanordnung.....	33
Tabelle 12 — Analytische Berechnung nach Gleichung (11) bis Gleichung (15) für die beiden gekoppelten Modell-Hallräume	35
Tabelle 13 — Schalldruckpegel in Raum 1 (Trennwand ohne Öffnung) in dB	36
Tabelle 14 — Schalldruckpegel in Raum 1 (Trennwand mit Öffnung) in dB.....	36
Tabelle 15 — Schalldruckpegel in Raum 2 (Trennwand mit Öffnung) in dB.....	36
Tabelle 16 — Differenz der Schalldruckpegel	36
Tabelle 17 — Schalleistungspegel der Quelle (bandbezogene Pegel und Gesamtpegel A-bewertet).....	37
Tabelle 18 — Pegelminderungen dL_A (Differenz der A-bewerteten Gesamtpegel ohne und mit Schirm).....	38
Tabelle 19 — Frequenzabhängige Eingabeparameter	39
Tabelle 20 — Bezugsspektrum zur Bildung der auf den Gesamtpegel bezogenen Schallausbreitungskurve SAK (A-bewertetes-Rosa-Rauschen entsprechend VDI 3760, Tabelle 1)	40
Tabelle 21 — Berechnung der Kennwerte $DLf(nah)$ und $DLf(mittel)$ für die SAK des Modellraums (gilt für konstante Streukörperdichte im gesamten Raum)	41

Tabelle 22 — Schalleistungspegel der Quelle (bandbezogene Pegel und Gesamtpegel A-bewertet).....	43
Tabelle 23 — Pegelminderung dL_A bezogen auf den A-bewerteten Gesamtpegel.....	43
Tabelle 24 — Nachhallzeiten, MTF-Werte und STI für Hallraum leer (von TA 05).....	44
Tabelle 25 — Nachhallzeiten, MTF-Werte und STI für Hallraum mit Prüffläche (TA 06).....	45
Tabelle 26 — Nachhallzeiten, MTF-Werte und STI für Hallraum mit Kulissen (TA 07)	46
Tabelle 27 — Die für diese drei Hallraumkonfigurationen mit dem zu prüfenden Verfahren ermittelten STI-Werte.....	47
Tabelle 28 — Die zulässigen Ergebnisintervalle für den jeweils ermittelten Signalpegel und den STI.....	50
Tabelle 29 — Die zulässigen Ergebnisintervalle für den jeweils ermittelten Signalpegel und den STI.....	51
Tabelle 30 — Zuordnung der linearen Schalldruckpegel in dB in Oktav-Frequenzbändern zum Gesamtpegel in dB(A) für Sprachgeräusche	52
Tabelle 31 — Die für den berechneten Wert des STI (mit Hintergrundgeräusch) geltenden Ergebnisintervalle.....	52
Tabelle 32 — Angaben zur Bearbeitung der Testaufgaben (ankreuzen).....	52
Tabelle 33 — Anwendungsbereiche, für die der Nachweis mit den Testaufgaben erbracht wurde.....	53