DIN 38457:2025-05 (D)

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 10
4.3 Deterministische und stochastische Verfahren 10
4.4 Schallquellen 13
4.5 Berücksichtigung von Absorption, Transmission und Reflexion 14
4.6 Beugung von Schall und Pegelminderung durch Abschirmung 15

5 Prognoseberechnung für Arbeitsstätten 16
5.1 Schallquellen-Modellierung 16
5.2 Kalibrierung auf der Basis von vorgegebenen Emissionswerten oder von Messwerten 16
5.2.1 Die Verwendung von L_{WA} und L_{pA} – die kennzeichnenden Emissionswerte nach Maschinenrichtlinie 16
5.2.2 Die Verwendung von bereinigten Messwerten im Umfeld der Maschine 17
5.2.3 Die Simulation des Hüllflächen-Verfahrens zur Kontrolle der effektiven Emission 18
5.2.4 Die Simulation des Hallraumverfahrens zur Kontrolle des Schallleistungspegels 18
5.3 Berechnung des Beurteilungspegels an Arbeitsplätzen 18
5.4 Berechnung der energiebezogenen Impulsantwort und abgeleiteter Kenngrößen 19
5.5 Berechnung der Nachhallzeit 19
5.6 Berechnung des STI 19

6 Testaufgaben 20
6.1 Allgemeines 20
6.2 T01 – Freie Schallausbreitung 21
6.3 T02 – Freie Schallausbreitung – Prüfung Isotropie auf Kugelfläche 24
6.4 T03 – Freie Schallausbreitung über reflektierendem Boden 25
6.5 T04 – Pegel im Hallraum (diffuses Schallfeld) 27
6.6 T05 – Nachhallzeit im leeren Hallraum 29
6.7 T06 – Nachhallzeit mit absorbierender Prüffläche im Hallraum 30
6.8 T07 – Bestimmung der Absorption einer Kulissenanordnung im Hallraum 32
6.9 T08 – Schallübertragung zwischen gekoppelten Räumen 34
6.10 T09 – Schallausbreitung mit Abschirmung im Freifeld 38
6.11 T10 – Schallausbreitung in dicht mit Objekten belegten Räumen 39
6.12 T11 – Schallausbreitung mit Abschirmung im Raum-Schallfeld 43
6.13 T12 – Berechnung des Speech Transmission Index STI mit Raumeinfluss für Diffusfeld-Bedingungen 44
6.14 T13 – Berechnung des Speech Transmission Index STI mit Raumeinfluss bei nicht diffusem Schallfeld 49
6.15 T14 – Berechnung des Speech Transmission Index STI mit Abschirmung 51
6.16 T15 – Berechnung des Speech Transmission Index STI mit Abschirmung und Fremdgeräuschen 52

7 Dokumentation der Ergebnisse und Zuordnung zum Anwendungsbereich 53

Literaturhinweise 55

Bilder

Bild 1 — Spiegelnde Reflexion (a) und diffuse Reflexion (b) am Flächenelement F 10

Bild 2 — Konstruktion der Strahlwege mit Spiegelquellen 11

Bild 3 — Spiegelung des Originalraums an seinen Begrenzungsflächen nach VDI 3760 12

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 13

Bild 6 — Absorption, Transmission und Reflexion des auf das Bauteil mit Leistung P auftreffenden Schalls 15

Bild 7 — Anordnung von Quelle S und Immissionsorten R (Abstände bis 20 m) 22

Bild 8 — Auf einer Achtel-Kugeloberfläche um die Quelle angeordnete Immissionspunkte 24

Bild 9 — Direkter und am Boden spiegelnd reflektierter Strahl 25

Bild 10 — Simulationsmodell eines Hallraums 28

Bild 11 — Modellhallraum mit einer Prüffläche 30

Bild 12 — Bestimmung des Schallabsorptionsgrads einer Kulissenanordnung im Hallraum 32

Bild 13 — Die kennzeichnenden geometrischen Parameter der Kulissenkonstruktion 33

Bild 14 — Die aneinandergrenzenden Räume T_1 (Senderaum) und T_2 mit Trennwand und Prüföffnung in Aufsicht 35

Bild 15 —Ansicht der über die Prüföffnung gekoppelten Räume 35

Bild 16 — Modellraum mit Schallschirm, Quelle und Immissionspunkten 38

Bild 17 — Flachraum dicht belegt mit schallstreuenden Objekten 40

Bild 18 — Die frequenznormierte Schallausbreitungskurve nach VDI 3760 42

Bild 19 — Quelle und Immissionspunkte sowie Schallschirm im Raum 43

Bild 20 — Ansicht mit den beiden durch den rechtwinkelig verlaufenden Schirm gebildeten Bereich 49

Bild 21 — Aus der Impulsantwort berechnete Abklingkurven für die 7 Frequenzbänder im absorbierend begrenzten Teilbereich 50

Bild 22 — Die für den Hauptraum bestimmten Abklingkurven für die 7 Frequenzbänder 50

Bild 23 — Raum mit Schirm, Quelle und Empfängerpositionen 52

Tabellen

Tabelle 1 — Anwendungsbereiche für die verschiedenen Testaufgaben 20

Tabelle 2 — Luftschalldämpfung bei Normalbedingungen für die Oktavband-Mittenfrequenzen..... 23

Tabelle 3 — Die Schalldruckpegel in dB bei Oktavmittenfrequenz in Hz im Freifeld (die Pegel in Oktav-Frequenzbändern sind linear, die Summenpegel sind A-bewertet) 23

Tabelle 4 — Koordinaten der Immissionspunkte R_n und A-bewertete Gesamtschalldruckpegel..... 24

Tabelle 5 — Absorptionsgrad der reflektierenden Bodenplatte 26

Tabelle 6 — Die Schalldruckpegel in Abhängigkeit vom Abstand (die Pegel in Oktav-Frequenzbändern sind linear, die Gesamtschalldruckpegel sind A-bewertet)..... 27

Tabelle 7 — Pegel im diffusen Schallfeld — Sollwerte und Simulationsergebnis..... 29

Tabelle 8 — Ermittlung der Nachhallzeiten — Sollwerte und Simulationsergebnis 30

Tabelle 9 — Lage der Prüffläche (achsenparallel)..... 31

Tabelle 10 — Ermittelte Nachhallzeiten und Absorptionsgrade — Sollwerte und Simulationsergebnis..... 31

Tabelle 11 — Bestimmung der Absorptionsgrade α für die Kulissenanordnung..... 34

Tabelle 12 — Analytische Berechnung nach Gleichung (11) bis Gleichung (15) für die beiden gekoppelten Modell-Hallräume 36

Tabelle 13 — Schalldruckpegel in Raum 1 (Trennwand ohne Öffnung) in dB 37

Tabelle 14 — Schalldruckpegel in Raum 1 (Trennwand mit Öffnung) in dB..... 37

Tabelle 15 — Schalldruckpegel in Raum 2 (Trennwand mit Öffnung) in dB..... 37

Tabelle 16 — Differenz der Schalldruckpegel 37

Tabelle 17 — Schallleistungspegel der Quelle (bandbezogene Pegel und Gesamtpegel A-bewertet)..... 38

Tabelle 18 — Pegelminderungen dL_A (Differenz der A-bewerteten Gesamtpegel ohne und mit Schirm)..... 39

Tabelle 19 — Frequenzabhängige Eingabeparameter 41

Tabelle 20 — Bezugsspektrum zur Bildung der auf den Gesamtpegel bezogenen Schallausbreitungskurve SAK..... 41

Tabelle 21 — Berechnung der Kennwerte *DLf*(nah) und *DLf*(mittel) für die SAK des Modellraums (gilt für konstante Streukörperdichte im gesamten Raum) 42

Tabelle 22 — Schallleistungspegel der Quelle (bandbezogene Pegel und Gesamtpegel A-bewertet)..... 44

Tabelle 23 — Pegelminderung dL_A bezogen auf den A-bewerteten Gesamtpegel 44

Tabelle 24 — Nachhallzeiten, MTF-Werte und STI für Hallraum leer (von TA 05) 46

Tabelle 25 — Nachhallzeiten, MTF-Werte und STI für Hallraum mit Prüffläche (TA 06) 46

Tabelle 26 — Nachhallzeiten, MTF-Werte und STI für Hallraum mit Kulissen (TA 07) 47

Tabelle 27 — Die für diese drei Hallraumkonfigurationen mit dem zu prüfenden Verfahren ermittelten STI-Werte 48

Tabelle 28 — Die zulässigen Ergebnisintervalle für den jeweils ermittelten Signalpegel und den STI 51

Tabelle 29 — Die zulässigen Ergebnisintervalle für den jeweils ermittelten Signalpegel und den STI 52

Tabelle 30 — Zuordnung der linearen Schalldruckpegel in dB in Oktav-Frequenzbändern zum Gesamtpegel in dB(A) für Sprachgeräusche 53

Tabelle 31 — Die für den berechneten Wert des STI (mit Hintergrundgeräusch) geltenden Ergebnisintervalle 53

Tabelle 32 — Angaben zur Bearbeitung der Testaufgaben (ankreuzen) 53

Tabelle 33 — Anwendungsbereiche, für die der Nachweis mit den Testaufgaben erbracht wurde 54