

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 |