

# 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 Schalleistungspegels.....	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

<b>7</b>	<b>Dokumentation der Ergebnisse und Zuordnung zum Anwendungsbereich.....</b>	<b>53</b>
	<b>Literaturhinweise.....</b>	<b>55</b>
<b>Bilder</b>		
<b>Bild 1</b>	<b>— Spiegelnde Reflexion (a) und diffuse Reflexion (b) am Flächenelement F.....</b>	<b>10</b>
<b>Bild 2</b>	<b>— Konstruktion der Strahlwege mit Spiegelquellen .....</b>	<b>11</b>
<b>Bild 3</b>	<b>— Spiegelung des Originalraums an seinen Begrenzungsflächen nach VDI 3760 .....</b>	<b>12</b>
<b>Bild 4</b>	<b>— Strahlweg von der Punktschallquelle zum Immissionsort beim Radiosity-Verfahren, hier exemplarisch für eine Reflexion an zwei Wandelementen dargestellt .....</b>	<b>12</b>
<b>Bild 5</b>	<b>— Das stochastisches Teilchenverfahren mit zufallsgesteuerter Aussendung von Teilchen oder Strahlen <math>s</math> durch eine Punktschallquelle <math>S</math> und Zählung der im Kontrollvolumen <math>V</math> um den Immissionsort <math>R</math> ankommenden Teilchen.....</b>	<b>13</b>
<b>Bild 6</b>	<b>— Absorption, Transmission und Reflexion des auf das Bauteil mit Leistung <math>P</math> auftreffenden Schalls.....</b>	<b>15</b>
<b>Bild 7</b>	<b>— Anordnung von Quelle <math>S</math> und Immissionsorten <math>R</math> (Abstände bis 20 m).....</b>	<b>22</b>
<b>Bild 8</b>	<b>— Auf einer Achtel-Kugeloberfläche um die Quelle angeordnete Immissionspunkte .....</b>	<b>24</b>
<b>Bild 9</b>	<b>— Direkter und am Boden spiegelnd reflektierter Strahl .....</b>	<b>25</b>
<b>Bild 10</b>	<b>— Simulationsmodell eines Hallraums.....</b>	<b>28</b>
<b>Bild 11</b>	<b>— Modellhallraum mit einer Prüffläche.....</b>	<b>30</b>
<b>Bild 12</b>	<b>— Bestimmung des Schallabsorptionsgrads einer Kulissenanordnung im Hallraum .....</b>	<b>32</b>
<b>Bild 13</b>	<b>— Die kennzeichnenden geometrischen Parameter der Kulissenkonstruktion .....</b>	<b>33</b>
<b>Bild 14</b>	<b>— Die aneinandergrenzenden Räume <math>T_1</math> (Senderraum) und <math>T_2</math> mit Trennwand und Prüföffnung in Aufsicht.....</b>	<b>35</b>
<b>Bild 15</b>	<b>— Ansicht der über die Prüföffnung gekoppelten Räume.....</b>	<b>35</b>
<b>Bild 16</b>	<b>— Modellraum mit Schallschirm, Quelle und Immissionspunkten .....</b>	<b>38</b>
<b>Bild 17</b>	<b>— Flachraum dicht belegt mit schallstreuenden Objekten.....</b>	<b>40</b>
<b>Bild 18</b>	<b>— Die frequenznormierte Schallausbreitungskurve nach VDI 3760.....</b>	<b>42</b>
<b>Bild 19</b>	<b>— Quelle und Immissionspunkte sowie Schallschirm im Raum .....</b>	<b>43</b>
<b>Bild 20</b>	<b>— Ansicht mit den beiden durch den rechtwinkelig verlaufenden Schirm gebildeten Bereich .....</b>	<b>49</b>
<b>Bild 21</b>	<b>— Aus der Impulsantwort berechnete Abklingkurven für die 7 Frequenzbänder im absorbierend begrenzten Teilbereich.....</b>	<b>50</b>
<b>Bild 22</b>	<b>— Die für den Hauptraum bestimmten Abklingkurven für die 7 Frequenzbänder .....</b>	<b>50</b>

<b>Bild 23 — Raum mit Schirm, Quelle und Empfängerpositionen .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabellen</b>	
<b>Tabelle 1 — Anwendungsbereiche für die verschiedenen Testaufgaben .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabelle 2 — Luftschalldämpfung bei Normalbedingungen für die Oktavband-Mittenfrequenzen.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabelle 3 — Die Schalldruckpegel in dB bei Oktavmittenfrequenz in Hz im Freifeld (die Pegel in Oktav-Frequenzbändern sind linear, die Summenpegel sind A-bewertet) .....</b>	<b>23</b>
<b>Tabelle 4 — Koordinaten der Immissionspunkte <math>R_n</math> und A-bewertete Gesamtschalldruckpegel.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabelle 5 — Absorptionsgrad der reflektierenden Bodenplatte .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabelle 6 — Die Schalldruckpegel in Abhängigkeit vom Abstand (die Pegel in Oktav-Frequenzbändern sind linear, die Gesamtschalldruckpegel sind A-bewertet).....</b>	<b>27</b>
<b>Tabelle 7 — Pegel im diffusen Schallfeld — Sollwerte und Simulationsergebnis.....</b>	<b>29</b>
<b>Tabelle 8 — Ermittlung der Nachhallzeiten — Sollwerte und Simulationsergebnis .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabelle 9 — Lage der Prüffläche (achsenparallel).....</b>	<b>31</b>
<b>Tabelle 10 — Ermittelte Nachhallzeiten und Absorptionsgrade — Sollwerte und Simulationsergebnis.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabelle 11 — Bestimmung der Absorptionsgrade <math>\alpha</math> für die Kulissenanordnung.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabelle 12 — Analytische Berechnung nach Gleichung (11) bis Gleichung (15) für die beiden gekoppelten Modell-Hallräume .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabelle 13 — Schalldruckpegel in Raum 1 (Trennwand ohne Öffnung) in dB .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabelle 14 — Schalldruckpegel in Raum 1 (Trennwand mit Öffnung) in dB.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabelle 15 — Schalldruckpegel in Raum 2 (Trennwand mit Öffnung) in dB.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabelle 16 — Differenz der Schalldruckpegel .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabelle 17 — Schalleistungspegel der Quelle (bandbezogene Pegel und Gesamtpegel A-bewertet).....</b>	<b>38</b>
<b>Tabelle 18 — Pegelminderungen <math>dL_A</math> (Differenz der A-bewerteten Gesamtpegel ohne und mit Schirm).....</b>	<b>39</b>
<b>Tabelle 19 — Frequenzabhängige Eingabeparameter .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabelle 20 — Bezugsspektrum zur Bildung der auf den Gesamtpegel bezogenen Schallausbreitungskurve SAK.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabelle 21 — Berechnung der Kennwerte <math>DLf(nah)</math> und <math>DLf(mittel)</math> für die SAK des Modellraums (gilt für konstante Streukörperdichte im gesamten Raum) .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabelle 22 — Schalleistungspegel der Quelle (bandbezogene Pegel und Gesamtpegel A-bewertet).....</b>	<b>44</b>

<b>Tabelle 23 — Pegelminderung <math>dL_A</math> bezogen auf den A-bewerteten Gesamtpegel.....</b>	<b>44</b>
<b>Tabelle 24 — Nachhallzeiten, MTF-Werte und STI für Hallraum leer (von TA 05).....</b>	<b>46</b>
<b>Tabelle 25 — Nachhallzeiten, MTF-Werte und STI für Hallraum mit Prüffläche (TA 06).....</b>	<b>46</b>
<b>Tabelle 26 — Nachhallzeiten, MTF-Werte und STI für Hallraum mit Kulissen (TA 07) .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabelle 27 — Die für diese drei Hallraumkonfigurationen mit dem zu prüfenden Verfahren ermittelten STI-Werte.....</b>	<b>48</b>
<b>Tabelle 28 — Die zulässigen Ergebnisintervalle für den jeweils ermittelten Signalpegel und den STI.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabelle 29 — Die zulässigen Ergebnisintervalle für den jeweils ermittelten Signalpegel und den STI.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabelle 30 — Zuordnung der linearen Schalldruckpegel in dB in Oktav-Frequenzbändern zum Gesamtpegel in dB(A) für Sprachgeräusche .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabelle 31 — Die für den berechneten Wert des STI (mit Hintergrundgeräusch) geltenden Ergebnisintervalle.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabelle 32 — Angaben zur Bearbeitung der Testaufgaben (ankreuzen).....</b>	<b>53</b>
<b>Tabelle 33 — Anwendungsbereiche, für die der Nachweis mit den Testaufgaben erbracht wurde.....</b>	<b>54</b>