

QS nach DIN 45687

Michael Gillé¹, Bernd Kunzmann²

¹ SoundPLAN GmbH, 71522 Backnang, E-Mail: Michael.gille@soundplan.de

² DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10787 Berlin, E-Mail: bernd.kunzmann@din.de

Einleitung

Seit vielen Jahren bemühen sich Expert*innen im Beirats-Sonderausschuss NA 001 BR-02 SO um die Normung von Qualitätsanforderungen und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionsschutz. Autor*innen von Regelwerken, Vertreter*innen von Softwareherstellern und Anwender*innen arbeiten gemeinsam daran, dass Regelwerke qualitätsgesichert in Softwareprodukte implementiert werden können. Das Ergebnis dieser Arbeit spiegelt sich in der DIN 45687 [1] wider. Ganz aktuell wurde ein neuer Entwurf der DIN 45687 veröffentlicht. Dieser Entwurf baut auf die ISO 17534-1 [2] auf, welche für diesen Zweck in eine DIN ISO 17534-1 [3] überführt wurde.

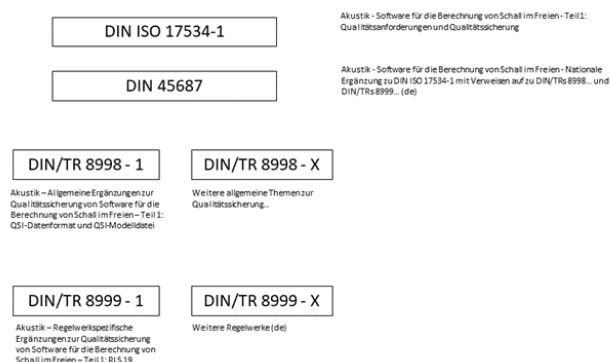


Abbildung 1: Ordnungsschema der DIN 45687

Die DIN 45687 wird durch die Normungsreihen DIN/TR 8998 und DIN/TR 8999 ergänzt. Während in DIN ISO 17534-1 und DIN 45687 die Grundlagen der Qualitätssicherung beschrieben werden, beinhalten die Dokumente der Normungsreihe DIN/TR 8998 allgemeine Ergänzungen zur Qualitätssicherung von Software und die Dokumente der DIN/TR 8999 Reihe regelwerksspezifische Ergänzungen zur Qualitätssicherung von Software. Konkret sind dies die regelwerkspezifischen Testaufgaben und Konformitätserklärungen. Diese wichtigen Werkzeuge der Qualitätssicherung werden im Folgenden beschrieben.

In der Normungsarbeit im NA 001 BR-02 SO wurde in der Vergangenheit in zunehmendem Maße Zeit und Energie investiert, um neben "richtigen" Ergebnissen bei den Testaufgaben auch möglichst "präzise" Ergebnisse in der Praxis zu gewährleisten. Bei den Round-Robin-Tests für die RLS-90 mit dem realistischen Testzenario „Musterstadt QSDO“ wurden "präzise" Ergebnisse aber erst dann erreicht, als mit einem "optimierten" Datenmodell gearbeitet wurde. Die Praxis zeigte, dass schon in der Modellierung, in den Modelldaten selbst, noch jede Menge Potential steckt, welches in der Konsequenz zu Unsicherheiten in den

Berechnungsergebnissen führen kann. Im zweiten Teil dieses Manuskripts wird dies exemplarisch anhand zweier Beispiele aufgezeigt.

Werkzeuge der QS

Konformitätserklärung

Der Entwurf der neuen DIN 45687 beschreibt die Konformitätserklärung als Formular, mit dem der Hersteller des jeweiligen Softwareprodukts bestätigt, dass seine Software:

- ein spezielles Regelwerk auch in Detailspekten regelwerkskonform umgesetzt hat,
- alle auf ein Regelwerk bezogenen Testaufgaben innerhalb der zulässigen Toleranzgrenzen richtig berechnet.

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja ^a	eingeschränkt ^a	nein ^a
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Straßenbahnen für eine Fahrzeugeinheit nach Gl. 1 und Beiblatt 1 und 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Straßenbahnen für mehrere Fahrzeugeinheiten nach Gl. 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für punkt-, linien- und flächenförmige Quellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 3, Gl. 4 bzw. Gl. 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Bildung von Teilstücken so, dass bei Halbierung aller Teilstücke bzw. Teilflächen der Immissionsanteil nach Gl. 29 für alle Beiträge am jeweiligen Immissionsort sich um weniger als 0,1 dB verändert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Schalleistungspegels für Teilstücke K_S bzw. Teilflächen K_F nach Gl. 6 bzw. Gl. 7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 2: Beispiel Konformitätserklärung: Auszug aus Tabelle 1 - QSI-Formblatt zur Schall03

Aus Sicht der Softwareentwickler*innen sind solche Konformitätserklärungen auch das „Pflichtenheft“ zur Implementierung eines Regelwerkes.

Konformitätserklärungen sind Bestandteil eines regelwerkspezifischen Dokuments der DIN/TR 8999 Reihe.

Testaufgaben

Nach E DIN ISO 17534-1 dienen Testaufgaben den Softwareentwickler*innen und Anwender*innen zur Überprüfung der korrekten Implementierung eines Regelwerkes. Dabei werden Testaufgaben so konstruiert, dass die korrekte Implementierung von Gleichungen und Routinen in Bezug auf verschiedene Bereiche der Implementation wie Emissions- und Ausbreitungsberechnung geprüft und nachgewiesen werden kann.

Testaufgaben sind Bestandteil eines regelwerkspezifischen Dokuments der DIN/TR 8999 Reihe.

Testaufgaben gibt es in unterschiedlicher Komplexität. Es wird hier in einfache, komplexe Testaufgaben sowie ganze Testszenarien, welche eine realistische Situation beschreiben, unterschieden.

	Randbedingungen	„korrektes“ Ergebnis	Referenzergebnis	Bemerkungen
Einfache Testaufgabe	bekannt	bekannt	Exakter Wert	Hilfsmittel Excel, „Taschenrechner“
Komplexe Testaufgabe	bekannt	(un)bekannt	Exakter Wert, Ergebnisintervall	
Realistisches Testszenario	teilweise unbekannt	unbekannt	Ergebnisintervall	Statistische Auswertung; Werkzeug zur Beurteilung der Wirkung von Beschleunigungsschaltern

Abbildung 3: Gegenüberstellung der unterschiedlichen Arten von Testaufgaben

Gerade die realistischen Testszenarien, mit ihren oft auch unbekanntem Randbedingungen, sind ein wertvolles Mittel, um zu prüfen, ob die Implementierung eines Regelwerkes auch über verschiedene Softwareprodukte hinweg zu vergleichbaren Ergebnissen führt.

Ergebnisintervall, „richtige“ Ergebnisse

Bei einfachen Testaufgaben ist das richtige Ergebnis bekannt. Die Aufgabe kann mit Excel oder oft sogar „von Hand“ gelöst werden. Das Referenzergebnis ist ein exakter Wert. Die Testaufgabe gilt als richtig gelöst, wenn exakt dieses Ergebnis ermittelt wird.

Bei komplexen Testaufgaben und vor allem bei den realistischen Testszenarien ist die Frage nach einer richtig gelösten Testaufgabe schwieriger. Oft kann hier eine Aufgabe nicht exakt gelöst werden und eine Aufgabe gilt dann als richtig gelöst, wenn ein berechnetes Ergebnis innerhalb eines vorgegebenen Ergebnisintervalls liegt. Zur Bestimmung eines solchen Ergebnisintervalls werden Vergleichsberechnungen mit unterschiedlichen Softwareprodukten durchgeführt. Liegen alle Ergebnisse dicht beieinander (Fall A) kann dieses Intervall als Referenzergebnis festgelegt werden. Liegen die Ergebnisse der unterschiedlichen Produkte weiter auseinander (Fall B) wird in Kleinarbeit nach Unterschieden in der Berechnung gesucht. Dabei gibt es Fälle, in denen festgestellt wird, dass es in Regelwerken und deren Umsetzung, einen gewissen Interpretationsspielraum gibt. Durch gemeinsam abgesprochene regelwerksspezifische Ergänzungen wird versucht, den Interpretationsspielraum zu beseitigen und dadurch das Intervall der berechneten Ergebnisse so zu präzisieren, dass es als Referenzergebnis festgelegt werden kann.

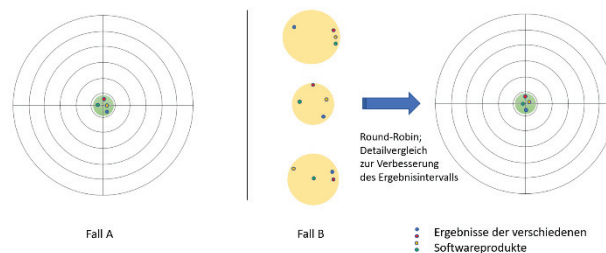


Abbildung 4: Ergebnisintervall und richtige Ergebnisse

Zwischenfazit

Durch die komplexen Testaufgaben und die realistischen Testszenarien konnten in den letzten Jahren im NA 001 BR-02 SO die Präzision der Regelwerke insbesondere in Bezug auf deren Implementation in Softwareprodukte vorangebracht werden.

Für Situationen, wie sie in der Praxis vorkommen, die in den Regelwerken aber nicht explizit behandelt werden, wie z.B. Brücken oder abgeknickte Lärmschutzwände, haben die Expert*innen gemeinsam nach Lösungen gesucht, diese erarbeitet und abgestimmt. Diese Resultate sollen zukünftig entweder als Ergänzung im entsprechenden regelwerksspezifischen Dokument der DIN/TR 8999 Reihe aufgenommen oder als eigenes Dokument in der DIN/TR 8998 Reihe geführt werden.

Das Arbeiten mit realistischen Testszenarien zeigt aber auch, dass die Qualität der Ergebnisse stark von der Qualität der Modelldaten bzw. deren Aufbereitung abhängt.

Modelldaten und ihre Unsicherheiten

Bei Projekten wie z.B. einer großflächigen Lärmkartierung beginnt der Prozess einer Schallausbreitungsberechnung mit dem Import von teilweise großen Datenmengen und deren Aufbereitung zu einem geeigneten Rechenmodell.

Geländemodell

Geländedaten liegen oft als hochaufgelöste Laserscan-Punktwolken vor. Sie beschreiben dabei das Gelände in einem Detailierungsgrad, wie es für eine Schallausbreitungsberechnung nicht geeignet ist. Diese Punktwolken müssen deshalb für ihre Weiterverwendung in den Berechnungsprogrammen reduziert werden. Es gibt hierfür unterschiedliche Verfahren oder Herangehensweisen. In SoundPLAN beispielsweise, werden diese Punktwolken unter Einhaltung einer vorgegebenen Höhentoleranz „ausgedünnt“. D.h. die Punkte werden über einen Algorithmus so ausgefiltert, dass keiner der Originalpunkte einen größeren Abstand als dem Vorgabewert von dem aus den gefilterten Punkten entstanden Geländemodell hat.

Originaldatensatz 1 m Raster	Filterwert, zul. Höhentoleranz 20 cm	Filterwert, zul. Höhentoleranz 40 cm
~ 21 Mio. Punkte	~ 4,3 Mio. Punkte	~ 1,0 Mio. Punkte
100%	20,5 %	5 %

Abbildung 5: Wirkung unterschiedlicher Filtereinstellungen

Unterschiedliche Verfahren und unterschiedliche Parameter können letztendlich auch zu unterschiedlichen Ergebnissen der Schallausbreitungsberechnung führen.

Für belastbare bzw. vergleichbare Ergebnisse in der Praxis benötigt es hierfür zusätzliche regelwerksübergreifende Empfehlungen.

Geländemodell und Lärmquellen

Betrachtet man die Geländemodelle im Zusammenhang mit Lärmquellen wie z.B. Straßen und Schienen stößt man auf einen weiteren kritischen Punkt.

Verfahrensbedingt gibt es bei Laserscan Daten, beispielsweise im Trassenbereich einer Schiene oder im Bereich von Straßen, „Unebenheiten“, die selbst bei einer Quellhöhe von 0,5 m über Gelände Einfluss auf die Schallausbreitungsberechnung nehmen können. Es ist deshalb sinnvoll solche Unebenheiten aus dem DGM zu entfernen.

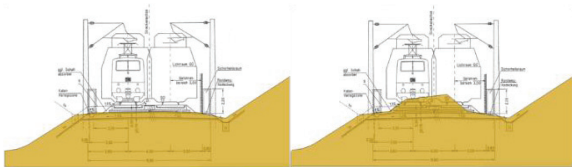


Abbildung 6: Schienenstrasse mit und ohne Trassenreinigung

Noch extremer ist die Situation bei der Berechnung von Straßenverkehrslärm nach der Richtlinie BUB-Straße [4].

Hier liegt die Quellhöhe nur 0,05 m über dem Gelände. Man kann sich unschwer vorstellen wie sich hier störende Geländekanten im Bereich der Straßenfläche bzw. der Quelle auswirken und letztendlich auch ergebnisrelevant sein können.

Fazit

Die Qualitätssicherung bei der Implementierung der Rechenvorschriften von Regelwerken ist mittlerweile auf einem hohen Niveau. Für die Anwendung eines Regelwerks in der Praxis benötigt man qualitätsgesicherte Modelldaten. Für diese Modelldaten gibt es indirekt sowohl regelwerksübergreifende (z.B. DGM) als auch regelwerksspezifische Anforderungen. Die Auslegung dieser Anforderungen ist dabei oft den Softwareentwickler*innen oder den Anwender*innen überlassen. Es fehlen Modellierungshinweise im Allgemeinen (z.B. Anforderungen und Empfehlungen für ein DGM zur Schallausbreitungsberechnung), oder auch in den Regelwerken selbst (z.B. für BUB-Straße: Es sind Straßenränder ins Gelände einzurechnen).

Die Dokumente der DIN/TR 8998 und 8999 Reihe bieten hierfür die Möglichkeit.

Literatur

- [1] E DIN 45687 (kurz vor der Veröffentlichung)
Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien - Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen
- [2] ISO 17534-1:2015-05
Acoustics - Software for the calculation of sound outdoors - Part 1: Quality requirements and quality assurance
- [3] E DIN ISO 17534-1 (kurz vor der Veröffentlichung)
Akustik — Software für die Berechnung von Schall im Freien — Teil 1: Qualitätsanforderungen und Qualitätssicherung
- [4] Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straße, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB)