

## Testaufgaben zur Qualitätssicherung von Schalltechnik-Software

Manfred Liepert<sup>1</sup>, Thomas Maly<sup>2</sup>, Ulrich Möhler<sup>1</sup>, Dr. Johannes Plundrich<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Möhler + Partner, 80336 München, Deutschland, Email: info@mopa.de

<sup>2</sup> Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg, Deutschland, Email: info@muellerbbm.de

### Ausgangssituation

Im März 2004 wurde für die Qualitätssicherung von Software-Erzeugnissen zur Berechnung der Geräuschmissionen im Freien ein Entwurf der DIN 45687 "Akustik-Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschmissionen im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen" verabschiedet.

Mit dem Entwurf wurde u. a. dem Umstand Rechnung getragen, dass die Prüfung von Software-Erzeugnissen mit Testfällen bisher noch nicht hinreichend entwickelt worden ist. Inzwischen sind durch die Anwendung unterschiedlicher Softwareprogramme in der Praxis Erkenntnisse hinzugekommen, die in Ergänzung zu den eingeführten, vorhandenen Testaufgaben (Test-RLS-90, Test-Schall03) einfache Testaufgaben als sinnvoll erscheinen lassen.

Eine komplexe Testaufgabe, wie sie noch im Anhang G des o. g. Normenentwurfs von 2004 skizziert war, konnte außerdem bisher mangels gemeinsamer Schnittstellen der verabschiedeten Software-Erzeugnisse nicht realisiert werden.

Im Auftrag des Umweltbundesamts wurden daher im Zeitraum Januar 2005 bis April 2006 Testaufgaben zur Qualitätssicherung von Schalltechnik-Software entwickelt. Als grobe Unterscheidung diente dabei die Gliederung in Testaufgaben, die noch „händisch“ oder mit übersichtlichen Extraprogrammen nachgerechnet werden können („einfache Testaufgaben“) und solchen, deren Ergebnisse aufgrund der großen Anzahl an Objekten nicht mehr „händisch“ bewertet werden können („komplexe Testaufgaben“). Realisiert wurden insgesamt fünf „einfachen Testaufgaben“ und eine „komplexen Testaufgabe“.

Die Bearbeitung des FuE-Projektes erfolgte durch Müller-BBM als Gesamtverantwortlicher Auftragnehmer in Kooperation mit dem Ingenieurbüro Möhler + Partner als Unterauftragnehmer.

### Anforderungen an Testaufgaben

Um ein aussagekräftiges und verwertbares Ergebnis zu erhalten, wurden bei der Generierung der Testaufgaben u.a. folgende Einschränkungen berücksichtigt:

- Die Testaufgaben dienten ausschließlich dem Zweck, die Korrektheit der Umsetzung eindeutiger Regeln wie Normen und Richtlinien durch die jeweilige Software abzufragen.
- Ungenauigkeiten oder Fehler, die durch den Benutzer bei der Dateneingabe entstehen, werden mit den Testaufgaben nicht abgeprüft.

- Die Untersuchungen beschränkten sich im Wesentlichen auf normative Testaufgaben im Sinne des Entwurfes der DIN 45687 [1], Anhang A.

Für die fünf „einfachen Testaufgaben“ wurden insbesondere folgende Randbedingungen formuliert:

- Die Testaufgaben sollten so einfach gehalten werden, dass eine Nachberechnung mit einem Tabellenkalkulationsprogramm („händisch“) jeder Zeit möglich ist.
- Die Eingabedaten der Testaufgaben waren so eindeutig vorzugeben, dass sie von unterschiedlichen Software-Versionen auf gleiche Weise interpretiert werden und anwenderspezifische Interpretationsspielräume der Eingabedaten nicht auftreten.
- Aufgrund der unterschiedlichen Programmstrategien in Hinblick auf die Zerlegung von Flächen- und Linienschallquellen waren Ergebnisbereiche anzugeben.
- Die Musterlösung sollte eine vollständige und detaillierte Ergebnisdokumentation zur Überprüfung enthalten.

An die „komplexe Testaufgabe“ wurden u. a. folgende Anforderungen gestellt:

- Bei dem Datensatz sollte es sich um ein willkürlich gewähltes Stadtgebiet handeln, dessen Elemente eindeutig beschrieben werden kann.
- Genaue Vorgaben sollten möglichst keinen Interpretationsspielraum in der Aufgabenstellung zulassen.
- Die der Testaufgabe zugrunde liegenden Objekte sollten ohne Ausnahme in den untersuchungsrelevanten Regelwerken (RLS-90, Schall 03) genannt sein.
- Die in der Testaufgabe enthaltenden Objekte sollten möglichst von allen marktgängigen Software-Versionen nachgebildet werden können.

### Realisierung der Testaufgaben

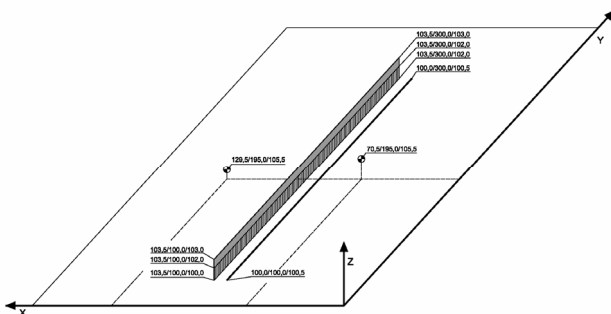
Die Sichtung der vorhandenen Testaufgaben zeigte, dass für Ausbreitungsrechnungen nach DIN ISO 9613-2 [5] keine Testaufgaben vorhanden sind und für häufige Anwendungsfälle der RLS-90 [4] die vorhandenen Testaufgaben nicht ausreichen. Es wurden daher zusätzliche einfache Testaufgaben entwickelt und diskutiert.

Es wurden fünf „einfache“ Testaufgaben aus einer Vorauswahl von Entwürfen umgesetzt. In der folgenden Tabelle sind die Testaufgaben in Kurzform zusammengestellt:

**Tabelle 1:** Übersicht der „einfachen“ Testaufgaben

Lfd.-Nr.	Kurzbezeichnung	Berechnungsrichtlinie
TA 1	Abgeknickte Schallschutzwand	RLS-90
TA 2	Absorbierende Schallschutzwand mit reflektierendem Aufsatz	RLS-90
TA 3	Teileinhausung einer Quelle	DIN ISO 9613-2
TA 4	Quelle auf Gebäude	DIN ISO 9613-2
TA 5	Schallschirm auf Flachdach	DIN ISO 9613-2

Beispielhaft ist aus folgender Abbildung die zeichnerische Darstellung der Testaufgabe TA 2 ersichtlich:



**Abbildung 1:** Testaufgabe TA 2, Absorbierende Schallschutzwand mit reflektierendem Aufsatz

Für die einzelnen Testaufgaben wurden detaillierte Musterlösungen, aus denen alle Parameter der Ausbreitungsrechnung entnommen werden können, angegeben. Für den Fall, dass Zerlegungen der Quellen in Teilstück bzw. -flächen erforderlich wurden, wurden Ergebnisbereiche in folgender Form angegeben:

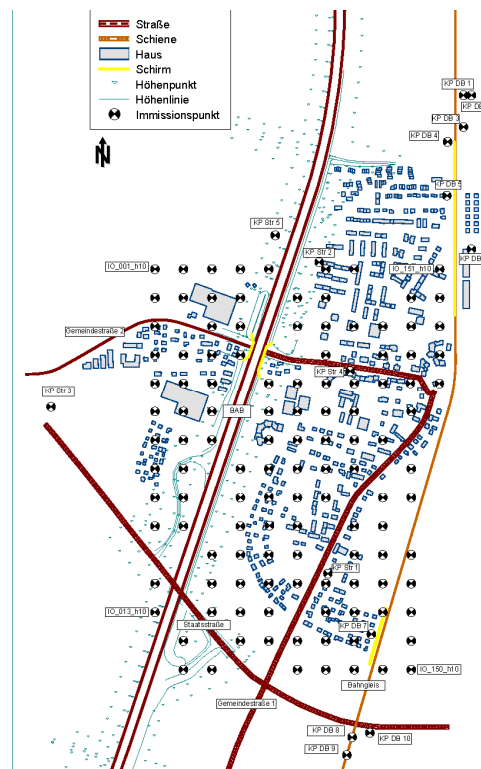
**Tabelle 2:** Ergebnisbereich der Testaufgabe TA 2 in dB(A)

	Originalquelle	Spiegelschallquelle	$L_m$
IO1	55,53 - 55,55	-	55,5
IO2	69,46 - 69,49	67,49 - 67,52	71,6

Die „komplexe Testaufgabe“ wurde auf der Datengrundlage eines vorhandenen schalltechnischen Rechenmodells entsprechend den Anforderungen entwickelt. Zu diesem Zweck wurde der Datensatz entfremdet und an die Aufgabenstellung angepasst. Der Datensatz wurde über die QSI-Schnittstelle nach Beiblatt 1 der DIN 45687 [2] zwischen den unterschiedlichen Software-Programmen getauscht.

Im Detail kam es bei dem Datenaustausch über die QSI-Schnittstelle zu Problemen durch unterschiedliche Interpretationen des einzuhaltenden Datenformats durch die Software-Produkte und methodische Einschränkungen im Datenaustausch bedingt durch die „Leistungsfähigkeit“ der bis dato im Normenbeiblatt dokumentierten Datenschnittstelle. Durch permanenten Kontakt mit den Herstellern konnte zum Jahresende 2005 hin eine weitgehende funktionierende Austauschbarkeit zwischen den Software-Produkten gegeben

werden. Anschließend wurden mittels der vier gängigen Software-Produkte an ca. 250 Einzelpunkten die Beurteilungspegel nach den RLS-90 und der Schall 03 berechnet und mit dem arithmetischen Mittelwert der jeweiligen Berechnungsergebnisse verglichen. An ausgewählten Kontrollpunkten wurden die Ergebnisse zudem ‚händisch‘ geprüft. Die Berechnungen unter Berücksichtigung der Reflexion 1. Ordnung weisen maximale Abweichungen aller ermittelten Beurteilungspegel je Immissionsort von 1,2 dB zum arithmetischen Mittelwert auf. Die berechneten 0,1- und 0,9-Quantile zeigen auf, dass 80 % der ermittelten Pegeldifferenzen zwischen - 0,7 dB und + 0,5 dB von dem Mittelwert der ermittelten Beurteilungspegel an den jeweiligen Immissionsorten abweichen.



**Abbildung 2:** Testaufgabe hoher Komplexität

## Literatur

- [1] DIN 45687: Akustik. Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien. Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen. Mai 2006
- [2] Beiblatt 1 zu DIN 45687 „Akustik – Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmissionen im Freien – QSI-Format und QSI-Modelldatei“; Entwurf April 2006
- [3] Testaufgaben für die Überprüfung von Rechenprogrammen nach den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, Test-94; Ausgaben 1994
- [4] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - RLS-90: Ausgabe 1990. Der Bundesminister für Verkehr. Bonn, den 22. Mai 1990. Berichtigter Nachdruck Februar 1992
- [5] DIN ISO 9613\_2: Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren. Oktober 1999