

## DIN ISO 17534-1



ICS 17.140.01

Einsprüche bis 2022-07-25

**Entwurf**

**Akustik –  
Software für die Berechnung von Schall im Freien –  
Teil 1: Qualitätsanforderungen und Qualitätssicherung  
(ISO 17534-1:2015);  
Text Deutsch und Englisch**

Acoustics –  
Software for the calculation of sound outdoors –  
Part 1: Quality requirements and quality assurance (ISO 17534-1:2015);  
Text in German and English

Acoustique –  
Logiciels de prévision de bruit dans l'environnement –  
Partie 1: Exigences de qualité et assurance qualité (ISO 17534-1:2015);  
Texte en allemand et anglais

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-03-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter [www.din.de/go/entwuerfe](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [nals@din.de](mailto:nals@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 59 Seiten

DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS)

## Inhalt

|                                                                                                                     | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Nationales Vorwort . . . . .                                                                                        | 4     |
| Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise . . . . .                                                       | 5     |
| Vorwort . . . . .                                                                                                   | 6     |
| Einleitung . . . . .                                                                                                | 7     |
| 1 Anwendungsbereich . . . . .                                                                                       | 8     |
| 2 Begriffe . . . . .                                                                                                | 8     |
| 3 Qualitätssicherung von in Software implementierten Berechnungsverfahren . . . . .                                 | 10    |
| 4 Anforderungen an konsistent implementierbare Berechnungsverfahren . . . . .                                       | 12    |
| 4.1 Dokumentation . . . . .                                                                                         | 12    |
| 4.2 Vollständigkeit . . . . .                                                                                       | 12    |
| 4.3 Eindeutigkeit . . . . .                                                                                         | 13    |
| 4.4 Berücksichtigung von Softwarestrategien . . . . .                                                               | 13    |
| 4.5 Testaufgaben — Überprüfung der korrekten Implementierung . . . . .                                              | 13    |
| 4.5.1 Aufgabenstellung von Testaufgaben . . . . .                                                                   | 13    |
| 4.5.2 Design von Testaufgaben und Testszenarien . . . . .                                                           | 13    |
| 4.5.3 Definition einer Serie von Testaufgaben . . . . .                                                             | 14    |
| 4.5.4 Punkt-zu-Punkt-Berechnungsmodul P2P . . . . .                                                                 | 14    |
| 5 Qualitätsanforderungen für Software-Produkte . . . . .                                                            | 15    |
| 5.1 Produktbeschreibung und Benutzerdokumentation . . . . .                                                         | 15    |
| 5.1.1 Funktionalität . . . . .                                                                                      | 15    |
| 5.1.2 Benutzerführung und Benutzerunterstützung . . . . .                                                           | 15    |
| 5.2 Eigenschaften der Software zur Unterstützung der Qualitätssicherung . . . . .                                   | 16    |
| 5.2.1 Allgemeines . . . . .                                                                                         | 16    |
| 5.2.2 Kontrolle des Modells und der Berechnung . . . . .                                                            | 16    |
| 5.2.3 Bestimmung der Unsicherheit, die durch die Anwendung von Näherungsverfahren<br>verursacht wird . . . . .      | 16    |
| 5.2.4 Qualitätssicherungsschnittstelle (QA) für den Datenaustausch . . . . .                                        | 16    |
| 6 Konformitätserklärung (DoC) . . . . .                                                                             | 17    |
| 7 Überprüfungen durch den Programmbenutzer . . . . .                                                                | 17    |
| 7.1 Anwenden der Software mit Testaufgaben . . . . .                                                                | 17    |
| 7.2 Bestimmung der durch eine modifizierte Einstellung an Immissionsorten verursachten<br>Unsicherheit . . . . .    | 17    |
| Anhang A (normativ) Testaufgaben/-Szenarien . . . . .                                                               | 18    |
| A.1 Allgemeines . . . . .                                                                                           | 18    |
| A.2 Beispiel einer Testaufgabe (T XX) mit detaillierten Schritt-für-Schritt-Ergebnissen für<br>ISO 9613-2 . . . . . | 18    |
| A.3 Beispiel für ein komplexes Testszenario — TestCity . . . . .                                                    | 20    |
| Anhang B (normativ) Konformitätserklärung . . . . .                                                                 | 23    |
| B.1 Testfall-Formular (TRC) zum Ergebnisvergleich . . . . .                                                         | 23    |
| B.2 Formular zum Aufzeigen des Grades der Implementierung (Gol) . . . . .                                           | 25    |
| Anhang C (informativ) Schätzung der Unsicherheit durch statistische Auswertung von<br>Pegeldifferenzen . . . . .    | 26    |
| C.1 Allgemeines . . . . .                                                                                           | 26    |
| C.2 Zuweisung einer Gruppe von einzelnen Punkten . . . . .                                                          | 26    |
| C.3 Betrachtung der Pegelkonturen (Isophonen) . . . . .                                                             | 27    |
| C.4 Bestimmung charakteristischer Kenngrößen . . . . .                                                              | 27    |
| C.5 Bemerkungen zur Bestimmung der Unsicherheit nach ISO/IEC Guide 98-3 . . . . .                                   | 29    |
| C.6 Testkriterien . . . . .                                                                                         | 29    |
| Anhang D (informativ) Qualitätssicherungs-Schnittstelle (QA) . . . . .                                              | 30    |
| Literaturhinweise . . . . .                                                                                         | 31    |

## Bilder

|                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 — Struktur der ISO 17534-Reihe bestehend aus dem Hauptteil 1 und untergegliederten Technischen Reports . . . . .                                                                                                                                          | 7  |
| Bild A.1 — Unterschiedliche Bodeneigenschaften und unterschiedliche Höhen (oberer Teil: Seitenansicht, unterer Teil: Draufsicht) . . . . .                                                                                                                       | 18 |
| Bild A.2 — Teil des Testszenarios "TestCity" mit 400 Empfängerpunkten . . . . .                                                                                                                                                                                  | 21 |
| Bild A.3 — Beispiel für die Verteilung des Maximums des absoluten Wertes der Abweichungen $ dL_n _{\max}$ wird in einem Ringversuch mit vier Teilnehmern ermittelt, die das gleiche Berechnungsverfahren anwenden (nur zur Demonstration des Prinzips) . . . . . | 22 |

## Tabellen

|                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle A.1 — Quell- und Immissionsdaten . . . . .                                                                                                                     | 19 |
| Tabelle A.2 — Schallleistungspegel der Quelle . . . . .                                                                                                                | 19 |
| Tabelle A.3 — Randkoordinaten von rechteckigen Bereichen mit unterschiedlichen Bodeneigenschaften . . . . .                                                            | 19 |
| Tabelle A.4 — Konturlinien mit unterschiedlichen Höhen (Definition des Querschnitts in Bild A.1) . . . . .                                                             | 19 |
| Tabelle A.5 — Frequenzabhängige Schritt-für-Schritt- und Endergebnisse . . . . .                                                                                       | 20 |
| Tabelle B.1 — TRC-Formular, um den Grad der Übereinstimmung zwischen den korrekten Ergebnissen und den in der Referenzeinstellung berechneten Ergebnissen anzuzeigen . | 24 |
| Tabelle B.2 — TRC-Formular mit Daten der Testaufgabe T XX (A.2) . . . . .                                                                                              | 24 |
| Tabelle B.3 — Prinzip des Gol-Formulars . . . . .                                                                                                                      | 25 |
| Tabelle C.1 — Rangplätze $R$ . . . . .                                                                                                                                 | 28 |
| Tabelle D.1 — Objekt: Gebäude . . . . .                                                                                                                                | 30 |

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 17534-1:2015-05, die von Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“, SC 1 „Noise“ erarbeitet wurde, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Beiratssonderausschuss NA 001 BR-02 SO „Qualitätsanforderung und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionsschutz“ im DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| ISO 9613-2:1996 | DIN ISO 9613-2:1999-10 |
| ISO 3534-1      | DIN ISO 3534-1         |

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN ISO 9613-2:1999-10, *Akustik — Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien — Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO 9613-2:1996)*

DIN ISO 3534-1, *Statistik — Begriffe und Formelzeichen — Teil 1: Wahrscheinlichkeit und allgemeine statistische Begriffe; Text Deutsch und Englisch*

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43, *Acoustics*, Unterkomitee SC 1, *Noise*, erarbeitet.

ISO 17534 besteht unter dem allgemeinen Titel *Acoustics — Software for the calculation of sound outdoors* aus den folgenden Teilen:

- *Part 1: Quality requirements and quality assurance*
- *Part 2: General recommendations for test cases and quality assurance interface [Technical Report]*
- *Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1 [Technical Report]*

## Einleitung

Verfahren zur Schallberechnung sind eine mathematische Beschreibung, wie Schalldruckpegel an Immissionsorten aus den Emissionsdaten von Quellen und aus Daten, die die akustisch relevante Umgebung entlang der Ausbreitungswege beschreiben, bestimmt werden. In einigen Fällen beinhalten sie die Bestimmung der Schallemission aus den technischen Parametern der Quellen. Auch wenn das Wissen über die Physik der Schallausbreitung durch Forschung und Erfahrung kontinuierlich wächst, werden die standardisierten Berechnungsverfahren aus Gründen der Planungssicherheit nur schrittweise an diesen zunehmenden Stand der Technik angepasst und bleiben dann einige Jahre unverändert. Können offensichtlich relevante Einflüsse auf die Schallemission und die Schallausbreitung mit vorhandenem Wissen nicht mit hinreichender Genauigkeit aus physikalischen Modellen abgeleitet werden, müssen häufig empirisch konstruierte mathematische Formulierungen als zeitlich befristete Vereinbarung angewendet werden. Ein solcher Kompromiss zwischen Experten erfordert eine sorgfältige Abwägung der Vor- und Nachteile und wird im Allgemeinen von Normungsgremien oder ähnlichen Gruppen vereinbart und regelmäßig überprüft.

In einigen Fällen werden Softwareprogramme entworfen und entwickelt, um ein bestimmtes dokumentiertes Verfahren anzuwenden. Als Softwareplattform für häufig mehr als ein alternativ auswählbares Berechnungsverfahren übernehmen Softwareprodukte oft noch viele andere wichtige Aufgaben, wie die Bereitstellung der Benutzerschnittstelle, der Organisation der Daten-Ein- und -Ausgabe, der Werkzeuge zum Untersuchen und Modifizieren der Eingabedaten und nicht zuletzt der Werkzeuge zur Darstellung und Analyse der Ergebnisdaten.

Die Darstellung in Bild 1 zeigt die Struktur der ISO 17534-Reihe. Eine solche Unterteilung, die durch die Einführung einer Reihe von technischen Reports unterstützt wird, ist notwendig, weil in vielen Fällen bestehende Normen oder alternative Dokumentationen zum Berechnungsverfahren nicht in dem Sinne vollständig sind, dass reale Situationen ausreichend modellierbar wären. Bestehende Spezifikationen sind oft unklar und lassen unterschiedliche Interpretationen zu – in solchen Fällen ist es notwendig, die Freiheitsgrade und die Zahl der möglichen Interpretationen zu reduzieren, indem der bestmögliche Kompromiss als „Zwischenlösung“ festgelegt wird, solange nicht der zuständige Normungsausschuss oder eine andere verantwortliche Stelle die Lücke geschlossen hat.

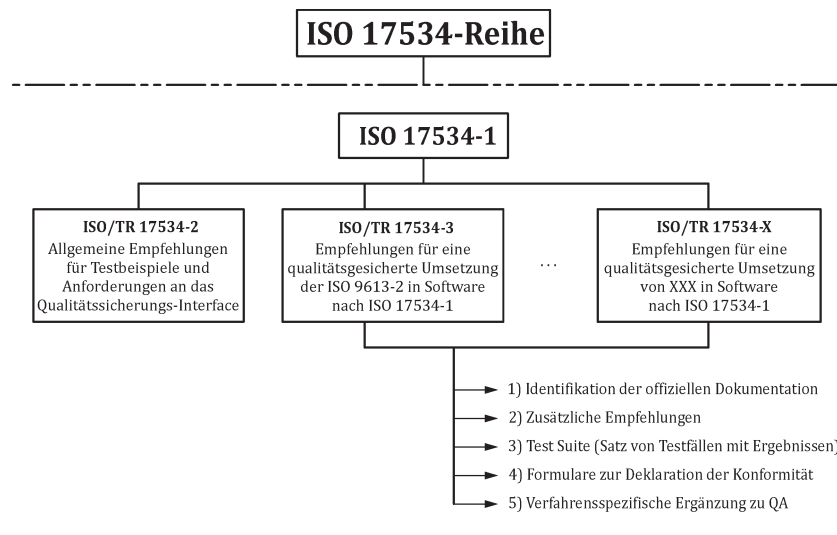


**Bild 1 — Struktur der ISO 17534-Reihe bestehend aus dem Hauptteil 1 und untergegliederten Technischen Reports**

## 1 Anwendungsbereich

ISO 17534-1 beschreibt Qualitätsanforderungen und Maßnahmen, um die Konformität eines Softwareprogramms mit einem konsistent implementierbaren Berechnungsverfahren zu ermöglichen, anzugeben und zu überprüfen.

Das Hauptziel von ISO 17534-1 besteht darin, sicherzustellen, dass die Anwendung eines konsistent implementierbaren Berechnungsverfahrens mit verschiedenen qualitätsgesicherten Softwareprodukten mit einem identischen Satz von Eingabedaten die gleichen Ergebnisse innerhalb eines definierten Bereichs akzeptabler Abweichungen liefert.

ISO 17534-1 ermöglicht es dem Hersteller dieser Art von Software, die korrekte Implementierung eines Berechnungsverfahrens anzugeben und zu überprüfen, und der Softwarebenutzer kann sie ohne die Notwendigkeit einer Zertifizierung durch einen Dritten verifizieren. Es wird berücksichtigt, dass Softwareentwickler und Softwarebenutzer Mitglieder derselben wissenschaftlich-technischen Gemeinschaft sind und es werden Mittel und Maßnahmen für eine transparente und offene Kommunikation zwischen ihnen zur Verfügung gestellt.

Die ISO 17534-1 deckt nicht den Aspekt der Richtigkeit oder Genauigkeit des Berechnungsverfahrens selbst ab, d. h. die Übereinstimmung der berechneten Ergebnisse mit den Ergebnissen von Messungen wird nicht beurteilt.

## 2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

### 2.1

#### **Genauigkeit**

Übereinstimmung der mit einer Software berechneten Ergebnisse mit denen, die durch strikte Anwendung des Berechnungsverfahrens nach seiner offiziellen Dokumentation erzielt werden

### 2.2

#### **Beta Version**

Version einer Software, die noch nicht zur Veröffentlichung freigegeben ist, aber einer ausgewählten Gruppe von Benutzern zum Testen und Kommentieren zur Verfügung gestellt wird

### 2.3

#### **Berechnungsverfahren**

vollständiger Satz von Algorithmen, Simulations- und anderer Routinen, die erforderlich sind, um innerhalb des Anwendungsbereichs ein Ergebnis auf Basis des Verfahrens sowie auf Grundlage eines vollständigen Satzes von Eingabedaten zu bestimmen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Satz von Eingabedaten ist vollständig, wenn die Emission und Position der Lärmquellen, die geometrischen und akustischen Eigenschaften der Umgebung, die die Schallausbreitung beeinflussen, und die Lage der Immissionsorte eindeutig beschrieben werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für die Zwecke von ISO 17534-1 hat „Berechnung“ oder „Prognose“ die gleiche Bedeutung.

### 2.4

#### **Berechnungsstrahl**

Polygonlinie, die den Strahlweg von einer Punktquelle zu einem Empfänger darstellt, der zur Berechnung des entsprechenden Schallbeitrags berücksichtigt wird

## 2.5

### **korrekte Ergebnisse**

Ergebnisse, die mit der *Referenzeinstellung* (2.12) berechnet wurden und mit den veröffentlichten Ergebnissen oder Ergebnisintervallen übereinstimmen

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Sinne ist ein Ergebnis korrekt, wenn es durch exakte/präzise Anwendung des Berechnungsverfahrens entsprechend seiner offiziellen Dokumentation erzielt worden ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Andere Aspekte der Korrektheit gehen über die Grenzen der normativen Definitionen von ISO 17534-1 hinaus. Dies umfasst die Fehlerfortpflanzung mit unsicheren Eingabedaten, Unsicherheiten, die durch Vereinfachungen im Berechnungsmodell verursacht werden, oder andere Einflüsse, die durch Unzulänglichkeiten in der Nachbildung der physikalischen Wirklichkeit durch das Verfahren oder durch die mit dem Verfahren gewählte mathematische Formulierung verursacht werden.

## 2.6

### **Konformitätserklärung**

Formular zur Bestätigung des Grades der Übereinstimmung einer in eine Software implementierten Rechenvorschrift mit der offiziellen Dokumentation dieser Vorschrift sowie zur Bestätigung, dass die mit Hilfe dieser Software berechneten Ergebnisse der Testaufgaben innerhalb der dort vorgegebenen Toleranzen liegen

## 2.7

### **modifizierte Einstellung**

Einstellung der Software, bei der ein oder mehrere Schritte nach der *offiziellen Dokumentation eines konsistent implementierbaren Berechnungsverfahrens* (2.9), die notwendig sind, um ein Ergebnis im Rahmen des Anwendungsbereichs zu erhalten, approximiert, vernachlässigt oder anderweitig vereinfacht werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Grund für die Auswahl solch modifizierter Einstellungen ist häufig, die Berechnung zu beschleunigen und mit weniger Rechenleistung durchzuführen.

## 2.8

### **neue Version**

Version der Software, die Endbenutzern zur Verfügung gestellt wird, deren Versions- oder Release-Nummer oder Datum sich von der zuvor verfügbaren Version unterscheidet

Anmerkung 1 zum Begriff: Beta-Versionen sind damit nicht bezeichnet.

## 2.9

### **offizielle Dokumentation eines konsistent implementierbaren Berechnungsverfahrens**

eine klare und eindeutige Dokumentation, die eine vollständige Berechnung im Rahmen des Anwendungsbereichs des *Berechnungsverfahrens* (2.3) ermöglicht

## 2.10

### **Punkt-zu-Punkt-Berechnung**

P2P

Berechnung des Schallbeitrags oder der Dämpfung für einen direkten oder einen seine Richtung aufgrund von Reflexion ändernden Berechnungsstrahl von der Quelle zum Immissionsort

## 2.11

### **Qualitätssicherung**

Sicherstellung einer vereinbarten akzeptablen Qualität eines softwareimplementierten *Berechnungsverfahrens* (2.3) durch Befolgen von Anforderungen und Empfehlungen

## 2.12

### **Referenzeinstellung**

Einstellung der Software, mit der alle Schritte nach der *offiziellen Dokumentation eines konsistent implementierbaren Berechnungsverfahrens* (2.9) durchgeführt werden, die notwendig sind, um ein korrektes Ergebnis im

Rahmen des Anwendungsbereichs zu erhalten, wobei keiner dieser Schritte angenähert, vernachlässigt oder anderweitig vereinfacht wird

### 2.13

#### Software

Programme und Verfahren, die mit Computern auf der Basis eines konsistent implementierten *Berechnungsverfahrens* (2.3) aus einem Satz von Eingabedaten ein Ergebnis ermitteln

### 2.14

#### Testaufgabe

eindeutige Beschreibung eines Szenarios mit einer oder mehreren Quellen und einem oder mehreren Immissionsorten durch einen vollständigen Satz von Eingabedaten mit Zwischen- und Endergebnissen und Intervallen akzeptabler Abweichungen, die mit der *Referenzeinstellung* (2.12) zu berechnen sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach dieser Definition bezieht sich eine Testaufgabe immer auf ein wohldefiniertes Berechnungsverfahren.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe 4.5 über die Anforderungen für solche Testaufgaben.

### 2.15

#### TestszENARIO

vollständige Beschreibung eines komplexen Szenarios um die Präzision bei der Anwendung eines Berechnungsverfahrens zu untersuchen, das in unterschiedlichen Softwareprodukten implementiert ist und mit einer bestimmten Einstellung ausgeführt wird oder um die Unsicherheit zu untersuchen, die sich aus der Berechnung mit einer *modifizierten Einstellung* (2.7) anstelle der *Referenzeinstellung* (2.12) ergibt

### 2.16

#### Testsuite

Serie von Testaufgaben zur Überprüfung der korrekten Implementierung eines *Berechnungsverfahrens* (2.3) in Software

### 2.17

#### Unsicherheit

statistische Beschreibung der möglichen Streuung berechneter Ergebnisse aufgrund von mehrdeutigen oder unklaren Beschreibungen im *Berechnungsverfahren* (2.3), aufgrund der Anwendung von Beschleunigungstechniken mit Modell-Vereinfachungen oder aufgrund von anderen, Quellen oder Berechnungsschritte vernachlässigenden Softwarestrategien

### 2.18

#### Benutzerdokumentation

Informationen zu Anwendung, Leistungsmerkmalen, Schnittstellen, *Berechnungsverfahren* (2.3) und möglichen Ergebnissen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Benutzerdokumentation kann auch das Lösen von Problemen unterstützen. Die Dokumentation kann als Datei oder in Papierform vorliegen. Beispiele sind Benutzerhandbücher, Referenzhandbücher, Online-Hilfe oder Websites.

### 2.19

#### Verifikation

Prozess zur Berechnung von Testaufgaben einer *Testsuite* (2.16) und des Vergleichens der Berechnungsergebnisse mit veröffentlichten *korrekten Ergebnissen* (2.5)

## 3 Qualitätssicherung von in Software implementierten Berechnungsverfahren

Die Qualitätssicherung nach ISO 17534-1 bezieht sich ausschließlich auf ein in Software implementiertes Berechnungsverfahren. Viele Merkmale und Operationen, die die Modellierung und die Darstellung und Analyse der Ergebnisse unterstützen, sind unabhängig vom angewendeten Berechnungsverfahren und

werden somit von der Norm nicht erfasst. In den letzten Jahrzehnten wurden in progressiv zunehmender Weise Berechnungsverfahren und darauf abgestimmte Softwaretechniken entwickelt und daher basieren fast alle Prognoseberechnungen und Simulationen auf der Anwendung von Software. Die Erfahrung zeigt auch, dass Schwächen oder gar Fehler in einem Berechnungsverfahren häufig am frühesten erkannt wurden, wenn es in Software implementiert worden ist und mit realistischen Szenarien und Eingabedaten angewendet werden konnte. Deshalb muss in solchen Fällen vermieden werden, dass jeder Softwarehersteller seine eigene Lösung erstellt und implementiert, solange diese Probleme nicht gelöst und diese Lösungen in der offiziellen Dokumentation enthalten sind. Hierzu können vereinbarte Lösungen als Zwischenschritt in einem verfahrensspezifischen Technischen Report in Form einer zusätzlichen Empfehlung (nach Bild 1) beschrieben werden.

Berechnungsverfahren müssen innerhalb des spezifizierten Anwendungsbereichs vollständig sein und bedürfen einer klaren und eindeutigen Dokumentation. So ist es aus Sicht der Qualitätssicherung nicht akzeptabel, dass unklare Begriffe und Verfahren bei der Software-Implementierung zu einer zwangsläufig großen Streuung verschiedener Lösungen führen. Der Entwickler, der ein Berechnungsverfahren in Software implementiert, sollte durch Testaufgaben mit korrekten Ergebnissen und vorzugsweise mit Schritt-für-Schritt-Ergebnissen unterstützt werden. Die Dokumentation, das Vorhandensein einer solchen Testsuite mit korrekten Ergebnissen und ein standardisiertes Formular für die Konformitätserklärung für eine bestimmte Implementierung sind eine Mindestanforderung für ein konsistent implementierbares Berechnungsverfahren.

Zu Softwareprodukten nach ISO 17534-1 gehören auch die normativ festgelegten Formulare, mit denen die Konformität der implementierten Berechnungsverfahren mit der zugrundeliegenden Dokumentation in standardisierter Form erklärt wird. Sie unterstützen den Benutzer bei der Ermittlung der Unsicherheit von berechneten Lärmkarten und Lärmkonturen (Isophonen), die durch Näherungen und Interpolationen verursacht werden. Sie erlauben ferner den Austausch von Daten unter Verwendung eines bestimmten Formats.

Dieses Dokument stützt sich auf sechs wesentliche Grundpfeiler:

- 1) allgemeine Anforderungen an konsistent implementierbare Berechnungsverfahren;
- 2) in diesem Rahmen eine Reihe von Testaufgaben mit Intervallen für als korrekt zu betrachtende Ergebnisse;
- 3) allgemeine Anforderungen an Softwareprodukte zur Unterstützung einer qualitätsgesicherten Implementierung;
- 4) ein Verfahren zur Bestimmung der Unsicherheit der ermittelten und über Lärmkarten und Lärmkonturen (Isophonen) dargestellten Pegel aufgrund einer modifizierten Einstellung der verwendeten Software;
- 5) die Definition eines Datenformats, um den Austausch von geometrischen und akustischen Daten zu ermöglichen;
- 6) ein Formular zur Erklärung der Konformität eines implementierten Berechnungsverfahrens mit dessen offizieller Dokumentation.

Die für die offizielle Freigabe eines konsistent implementierbaren Berechnungsverfahrens verantwortliche Organisation (z. B. Normungsgremium, Arbeitsgruppe oder Verwaltung), Gruppe oder Person sollte darauf achten, dass verfahrensspezifische Teile der Werkzeuge nach den oben genannten Grundpfeilern 1, 2, 5, und 6 als Teil des Verfahrens veröffentlicht werden. Wenn dies nicht mit der offiziellen Dokumentation erfolgt, sollten diese Punkte in einem Technischen Report als verfahrensspezifische Ergänzung oder als verfahrensspezifische Zusatzempfehlung von ISO 17534-1 behandelt werden.

Während in diesem Hauptdokument Teil 1 die generell geltenden Anforderungen an die Software und an die Berechnungsverfahren behandelt werden, erfolgt dies für die auf ein bestimmtes Berechnungsverfahren bezogenen Teile in einem verfahrensspezifischen Report.

## 4 Anforderungen an konsistent implementierbare Berechnungsverfahren

### 4.1 Dokumentation

Ein Berechnungsverfahren muss vollständig dokumentiert sein. Sind hierzu mehrere Dokumente erforderlich, muss ein datiertes Hauptdokument einen eindeutigen Verweis auf alle anderen Dokumente enthalten. Die Teile dieser Dokumente, die sich nicht auf Berechnungsschritte beziehen, die für eine vollständige Implementierung des Berechnungsverfahrens erforderlich sind, müssen entsprechend gekennzeichnet werden.

Diese offizielle Dokumentation muss alle mathematischen Routinen, Gleichungen und andere Informationen enthalten, die notwendig sind, um abweichende Interpretationen zu vermeiden, wenn das Verfahren durch unterschiedliche Gruppen in Software implementiert wird. Um die erforderliche Beteiligung und Kontrolle durch eine repräsentative Expertengruppe zu gewährleisten, sollten diese Berechnungsverfahren als Normen oder vergleichbare technische Leitfäden/Richtlinien in englischer Sprache<sup>N1)</sup> veröffentlicht werden. Dies gilt auch für Verfahren, die im Rahmen eines öffentlich oder anderweitig finanzierten Projekts entwickelt worden sind. Das Formular zur Erklärung der Konformität eines in Software implementierten Berechnungsverfahrens ist Bestandteil der Dokumentation oder eines Teils des verfahrensspezifischen Technischen Reports nach ISO 17534-1.

### 4.2 Vollständigkeit

Der Anwendungsbereich des Berechnungsverfahrens muss klar und eindeutig festgelegt werden. Damit wird der Rahmen aufgezeigt, innerhalb dessen das Verfahren so vollständig definiert ist, dass auch bei der Anwendung durch unterschiedliche Personen oder Gruppen unter ausschließlicher Verwendung der offiziellen Dokumentation als Informationsquelle eine akzeptable Genauigkeit erreicht wird.

In vielen Normen, die sich mit Schallausbreitung befassen, werden die relevanten physikalischen Phänomene nacheinander in verschiedenen Abschnitten behandelt. Dabei ist es wichtig, dass mit der beschriebenen Strategie die berücksichtigten Phänomene der Schallausbreitung für alle durch den Anwendungsbereich erlaubten Umgebungen in die Berechnung einbezogen werden können.

So ist ein Abschnitt über die Beugung und die Berechnung der Abschirmung/Schirmwirkung nicht vollständig, wenn die relevanten Gleichungen nur für einen oder zwei parallele Schirme angegeben und praktisch vorkommende allgemeine Anordnungen nicht berücksichtigt werden. Es sollten Informationen darüber gegeben werden, wie mit einer beliebigen Anordnung von abschirmenden Objekten wie Gebäuden umzugehen ist, damit sie in die Berechnung einbezogen werden können.

Wenn das Berechnungsverfahren, das sich auf ein bestimmtes Phänomen bezieht, die Auswirkungen dieses Phänomens in bestimmten Fällen für typische Umgebungsbedingungen nicht behandelt, müssen klare Angaben darüber gemacht werden, wie damit umzugehen ist. Dies ist auch notwendig, wenn in solchen Fällen nichts berechnet werden soll. So muss die Verfahrensbeschreibung für erhöhte Objekte mit einer Lücke zwischen ihrer unteren Kante und dem Boden, durch die sich Schall ausbreiten kann, festlegen, ob solche Lücken vernachlässigt werden oder ob nur geometrisch geradlinige Durchstrahlung oder sogar eine Aufwärtsbeugung in die Berechnung einzubeziehen ist. Für die so vorgegebene Strategie muss dann auch ein eindeutig anwendbares Berechnungsverfahren angegeben werden. Ein anderes häufig vorkommendes Problem ist bei dichter Bebauung mit vielen den Strahlweg blockierenden Objekten die zu wählende Strategie, wie die oben und seitlich um diese Objekte gebeugten Schallanteile berechnet und welche Ausbreitungswege dabei einbezogen werden. Hier sind eindeutige Festlegungen erforderlich, um eine Streuung von Ergebnissen aufgrund unterschiedlicher Interpretationen mit verschiedenen Software-Implementierungen zu vermeiden.

---

N1) Nationale Fußnote: Im nationalen Rahmen ist für ursprünglich deutsche Dokumente die englische Sprache lediglich optional.

### 4.3 Eindeutigkeit

Eindeutige Regeln sind notwendig, um die durch unterschiedliche Interpretationen verursachten Abweichungen zu minimieren. Dies erfordert Kenntnisse im Software-Design – es ist daher notwendig, das Fachwissen von Software-Spezialisten einzubeziehen, wenn physikalische Prinzipien durch implementierbare Gleichungen und numerische Verfahren in automatisierten Routinen realisiert werden. In Bezug auf die Programmierung sind diffuse Ausdrücke wie „nah, fern, parallel, erste Reihe von Gebäuden...“ zu vermeiden, wenn sie nicht unter Berücksichtigung aller praktisch vorkommender Szenarien eindeutig spezifiziert und quantifiziert werden können.

### 4.4 Berücksichtigung von Softwarestrategien

Die meisten ingenieurtechnisch anwendbaren Berechnungsverfahren bestehen aus einer Abfolge von Spezifikationen, Erklärungen und Gleichungen, die von Physikern, Akustikern und anderen Wissenschaftlern oder Technikern entwickelt und vereinbart wurden. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass alle Berechnungsverfahren letztendlich in Software umgewandelt oder implementiert werden, sollte die finale Entwicklung derartiger Verfahren in jedem Fall durch Informatiker oder andere mit Softwarestrategien vertraute Experten unterstützt werden.

### 4.5 Testaufgaben — Überprüfung der korrekten Implementierung

#### 4.5.1 Aufgabenstellung von Testaufgaben

Testaufgaben sind ein wichtiges Werkzeug, um die Korrektheit einer Implementierung zu überprüfen. Ein optimaler Satz von Testaufgaben, der alle wichtigen Teile des Verfahrens abdeckt, ist eine leistungsstarke Unterstützung für den Softwareentwickler bei der schrittweisen Kontrolle der implementierten Prozeduren. Eine derartige Testsuite ist auch ein Werkzeug für den Softwarebenutzer, um die korrekte Berechnung entsprechend dem gewählten Verfahren zu validieren. Diese Testaufgaben für ein bestimmtes Berechnungsverfahren sind keine Überprüfung, sondern eine Unterstützung von Softwareentwicklern und Anwendern. Die Implementierung eines Berechnungsverfahrens ohne Testaufgaben kann nach diesem Teil von ISO 17534 nicht qualitätsgesichert werden. Es liegt in der Verantwortung der Entwickler des Berechnungsverfahrens, der Autoren des Regelwerks oder anderer für diese Festlegungen verantwortlicher Personen oder Gruppen, dafür zu sorgen, dass geeignete Testaufgaben zusammen mit dem Verfahren selbst veröffentlicht werden. Fehlende Testaufgaben können im Rahmen der Qualitätssicherung des Verfahrens nach ISO 17534-1 entwickelt und in einem Technischen Report veröffentlicht werden.

#### 4.5.2 Design von Testaufgaben und Testszenarien

Testaufgaben werden so konstruiert, dass die korrekte Implementierung von Gleichungen und Routinen in Bezug auf verschiedene Phänomene wie Bodeneffekt, Beugung oder Reflexion geprüft und nachgewiesen werden kann.

Diese Testaufgaben müssen möglichst einfache und dabei nur so komplizierte Szenarien umfassen, wie dies zum Nachweis der korrekten Berechnung des zu prüfenden Sachverhalts erforderlich ist. Es ist vorteilhaft, Schritt-für-Schritt-Ergebnisse in die Dokumentation einzubeziehen, damit ein Anwender den Grund für eine eventuell festgestellte Abweichung schnell erkennen kann. Es kann auch hilfreich sein, Tabellenkalkulationen oder individuell für die betreffende Testaufgabe erstellte Software zum Aufzeigen des korrekten Berechnungsganges zu erstellen. Für jede Testaufgabe, mit der Schalldruckpegel zu berechnen sind, werden die Zwischen- und Endergebnisse mit zwei Dezimalstellen und/oder ein Intervall mit unteren und oberen Grenzen mit einer Dezimalstelle angegeben. Wenn bei der Berechnung aufgrund eindeutiger Algorithmen keinerlei Freiheitsgrade bestehen, hängen die untere und obere Grenze des resultierenden Ergebnisintervalls nur von Rundungsaspekten ab (siehe Tabelle A.5). In allen Fällen, selbst wenn die Ergebnisse in Übereinstimmung mit der offiziellen Dokumentation eindeutig berechnet werden können, müssen die Intervalle den möglichen Streubereich abdecken.

Auch wenn nicht jede Gleichung und mathematische Anweisung entsprechend dem Idealfall durch eine darauf zugeschnittene Testaufgabe abgedeckt wird, sollten die Hauptanwendungen und die kompliziertesten Teile

des Verfahrens über geeignete Testaufgaben geprüft werden können. Testszenarien umfassen auch realistische Situationen, die viele in obengenannter Weise nicht exakt beschreibbare Details umfassen.

Bei umfangreichen und komplexen Szenarien können die in Testaufgaben in reiner Form behandelten Effekte in Kombination und sogar in einer Weise vorkommen, die von den Entwicklern des Berechnungsverfahrens nicht bedacht worden ist. Wenn Berechnungsverfahren, die mit derartigen Szenarien angewendet werden, vergleichbare Ergebnisse liefern müssen, auch wenn sie in unterschiedlicher Software implementiert sind, ist es im Rahmen der Qualitätssicherung von grundlegender Bedeutung, ihre Präzision bzw. die damit zu erwartende typische Streuung der Ergebnisse zu untersuchen.

Derartige Testszenarien können sogar angewendet werden, um das zu testende Verfahren zu verbessern, indem der Grund für inakzeptable Abweichungen an den relevanten Punkten genauer untersucht wird. Eine weitere Anwendung besteht darin, die mit der Referenzeinstellung und mit einer modifizierten Einstellung berechneten Ergebnisse zu vergleichen und die durch diese modifizierte Einstellung verursachten Unsicherheiten zu bestimmen. Die Ermittlung der Ergebnisstreuung und somit die Untersuchung der Präzision des Verfahrens mit einem realistischen Test-Szenario erfolgt am besten mit dem auf Vertraulichkeit ausgerichteten und zuverlässigen Design eines Ringversuchs nach ISO 17534. Hierzu sollte eine repräsentative Auswahl der von Softwareprodukten mit implementiertem zu prüfenden Berechnungsverfahren einbezogen werden und es müssen die in ISO 17534-1 festgelegten Anforderungen eingehalten werden. Alle hierzu erforderlichen Berechnungen sollten unter Kontrolle des Herstellers der jeweils verwendeten Software durchgeführt werden. Bei  $M$  Teilnehmern und  $N$  Immissionsorten ist das Ergebnis eines solchen Round-Robin-Tests das Quantil  $q_{0,9}$  nach C.4 der  $N$  maximalen absoluten Differenzen zwischen den berechneten Pegeln und dem arithmetischen Durchschnitt aller  $M$  Pegel.

**ANMERKUNG** Für die Analyse der Daten ist eine neutrale, vertrauenswürdige und von den Teilnehmern unabhängige Person als Teamleiter erforderlich. Jeder Teilnehmer übermittelt ihr die berechneten Daten. Sie berechnet den Mittelwert aller Ergebnisse und die Abweichung jedes berechneten Wertes von diesem Mittelwert. Jeder Teilnehmer wird in anonymisierter Form über den Mittelwert und die Abweichung aller Einzelergebnisse informiert.

#### 4.5.3 Definition einer Serie von Testaufgaben

In Anhang A wird ein Beispiel für eine Testaufgabe (siehe A.2) und ein weiteres Beispiel für ein Testszenario (siehe A.3) gezeigt. Für die Testaufgabe A.2 ist eine Schritt-für-Schritt-Berechnung nach ISO 9613-2 dargestellt. Die wichtigsten Berechnungsschritte, die in der offiziellen Dokumentation eines Verfahrens beschrieben sind, einschließlich der zusätzlichen Empfehlungen im verfahrensspezifischen Technischen Report (falls vorhanden), müssen durch solche Testaufgaben abgedeckt sein.

Das in A.3 gezeigte Beispiel ist ein derartiges Testszenario – ein komplexes Modell, bei dem eine detaillierte Tabellierung von schrittweisen Ergebnissen unmöglich ist. Mit einem Round-Robin-Test unter Verwendung verschiedener qualitätsgesicherter Software-Implementierungen des zu testenden Verfahrens kann die Abweichung jedes berechneten Ergebnisses von dem Mittelwert für jeden Immissionsort bestimmt werden. Dies ermöglicht es, das Verfahren und die enthaltenen Software-Implementierungen in einem iterativen Prozess zu verbessern und die zu erwartende Streuung der Ergebnisse abzuschätzen. Ein derartiges Testszenario kann auch angewendet werden, um Berechnungen in der Referenzeinstellung (siehe 2.12) und in einer modifizierten Einstellung (siehe 2.7) durchzuführen und die Abweichung oder die Streuung der Ergebnisse durch die geänderte Einstellung nach Anhang C zu bestimmen.

#### 4.5.4 Punkt-zu-Punkt-Berechnungsmodul P2P

Die für ein neues Berechnungsverfahren verantwortlichen Personen oder Gruppen können durch die Veröffentlichung des Quellcodes eines auf einen Strahlweg bezogenen Punkt-zu-Punkt-Berechnungsmoduls P2P (siehe 2.10) die korrekte Implementierung in verschiedenen Softwareprogrammen zusätzlich unterstützen. Ein solches Softwaremodul ersetzt aber nicht die vollständige, klare und eindeutige Beschreibung des Verfahrens. Wenn Fälle auftreten, in denen der Quellcode nicht mit der offiziellen Dokumentation übereinstimmt, hat diese Dokumentation Vorrang.

Ein solches P2P-Modul entspricht ISO 17534-1, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Das Modul berechnet die Dämpfung entlang eines geometrisch definierten Pfades von einer Punktquelle zu einem Immissionsort (siehe 2.10). Einzugeben sind die Lage von Quelle und Immissionsort und ein das Geländeprofil mit allen Objekten in einer vertikalen Ebene über dem 2D-Strahlengang darstellendes Polygon mit den relevanten akustischen Attributwerten. Ausgegeben wird die Dämpfung auf diesem Ausbreitungsweg.
- Die Verantwortung für die Entwicklung, Wartung und die Unterstützung der Anwender bei auftretenden Problemen ist klar festgelegt und angegeben.
- Der Quellcode ist offen und kann überprüft werden und unterstützt so das Verstehen der Dokumentation.
- Die Implementierung in ein beliebiges Software-Programm ist kostenlos und die Nutzungsrechte erlauben es dem Anwender der Software, die Ergebnisse mit denen zu vergleichen, die mit der softwarespezifischen Implementierung des Berechnungsverfahrens erhalten werden.

Kompilierte Softwaremodule als „Black Box“-Lösungen ohne Einblick in den Quellcode entsprechen nicht der ISO 17534-1.

## 5 Qualitätsanforderungen für Software-Produkte

### 5.1 Produktbeschreibung und Benutzerdokumentation

#### 5.1.1 Funktionalität

In den mit Softwareprodukten gelieferten Unterlagen müssen die implementierten Berechnungsverfahren mit datierten Referenzen eindeutig angegeben sein. Es ist anzugeben, ob die Implementierung abgeschlossen ist und in Übereinstimmung mit ISO 17534-1 und dem verfahrensspezifischen Technischen Report erfolgt – falls vorhanden. Die vom Softwarehersteller auszufüllenden Formulare, mit denen die Konformität eines implementierten Berechnungsverfahrens mit der offiziellen Dokumentation des Verfahrens (siehe 2.6 und Anhang B) erklärt wird, sind notwendiger Bestandteil der Dokumentation.

Wenn nur Teile eines Berechnungsverfahrens implementiert werden, muss dies in der Dokumentation erklärt werden. Nicht umgesetzte Teile des Verfahrens sind zu benennen.

Für zusätzlich implementierte Strategien und Verfahren, die nicht Teil des standardisierten Berechnungsverfahrens sind, ist zu erläutern, ob sie die dann erzielten Ergebnisse beeinflussen können.

**ANMERKUNG** Beispiele sind das allgemeine Verfahren (Teilchen, Strahlen), die geometrische Konstruktion von Strahlen oder Schallausbreitungswegen (Winkelabtastung oder Strahlverfolgung) oder die Verfahren zur Modellierung von Reflexionen (Spiegelquellen oder statistische Teilchen- oder Strahlverfolgung).

Es ist selbstverständlich, dass alle Funktionalitäten beschrieben werden, die zur Erhöhung der Anwendbarkeit der Software implementiert sind. Dies schließt alle möglichen Operationen ein, die die Eingangsparameter und das Modell modifizieren, das Rechen-Modell vereinfachen und die Berechnung beschleunigen.

#### 5.1.2 Benutzerführung und Benutzerunterstützung

Der Softwareanwender muss über alle Approximationen und Beschleunigungen aufgrund der angewendeten Einstellung informiert werden, die Abweichungen von der vollständigen Berechnung nach dem ausgewählten Berechnungsverfahren (Referenzeinstellung) verursachen können (z. B. durch ein Protokoll).

Wenn das Modell, wie es durch die Eingabedaten definiert ist, vor der Durchführung der Berechnung intern modifiziert wird, ist diese Änderung zu beschreiben. Es ist unbedingt erforderlich, dass ein Softwareanwender alle Informationen erhält, die die berechneten Ergebnisse beeinflussen können.

Wenn bei der Einstellung der Software Alternativen vorhanden sind, muss die Referenzeinstellung dokumentiert werden. Es sollte klar erkennbar sein, wie diese Referenzeinstellung ausgewählt wird.

Wenn die Software im Laufe der Entwicklung modifiziert und aktualisiert wird, müssen alle Änderungen, die das Ergebnis beeinflussen können, deutlich angegeben und erläutert werden.

## 5.2 Eigenschaften der Software zur Unterstützung der Qualitätssicherung

### 5.2.1 Allgemeines

Es liegt im Ermessen des Softwareherstellers, wie mögliche Leistungsmerkmale zu bewerten sind und zu entscheiden, was realisiert wird und wie es realisiert wird.

### 5.2.2 Kontrolle des Modells und der Berechnung

Es müssen Tools zur Verfügung gestellt werden, die es dem Softwareanwender ermöglichen, alle Schritte einer Berechnung zu überprüfen. Dies sind die effektive Quellenemission und alle relevanten Dämpfungs- und Korrekturwerte für einen berechneten Strahlweg von der Quelle bis zum Immissionsort. Dies gibt dem Benutzer die Möglichkeit, alle Strahlwege (siehe 2.4) zu identifizieren, die in der Berechnung berücksichtigt sind. Bei ausgedehnten Quellen müssen die Teilbereiche, die bei der Berechnung wie Punktquellen behandelt werden, identifizierbar sein.

### 5.2.3 Bestimmung der Unsicherheit, die durch die Anwendung von Näherungsverfahren verursacht wird

Software nach ISO 17534-1 muss die Möglichkeit bieten, die Unsicherheit zu ermitteln, die durch die gewählte Einstellung in Abweichung von der Referenzeinstellung verursacht werden, wobei das in Anhang C festgelegte Verfahren anzuwenden ist. Der Anwender hat eine Stichprobe von zufällig verteilten Immissionspunkten im Modell zu generieren, um an diesen die Ergebnispegel erst unter Verwendung der Referenzeinstellung und dann mit der zu prüfenden modifizierten Einstellung zu berechnen. Die durch die Näherungs- und Beschleunigungstechniken der Projekteinstellung verursachte Unsicherheit wird dann durch statistische Analyse der Pegeldifferenzen nach Anhang C ermittelt.

Die im ersten Schritt generierten Immissionspunkte können nach dem Zufallsprinzip verteilt werden

- in einem Bereich, der im Allgemeinen der Berechnungsbereich für eine Lärmkarte ist; die resultierenden Abweichungen können verwendet werden, um die Unsicherheit der mit der zu erstellenden Lärmkarte dargestellten Pegel zu bestimmen, die aufgrund der mit der gewählten Projekteinstellung angewendeten Beschleunigungstechniken verursacht wird;
- entlang einer berechneten Linie gleichen Pegels; die resultierenden Abweichungen können verwendet werden, um die Unsicherheit des mit der zu prüfenden Linie angegebenen Pegels zu bestimmen.

ANMERKUNG Dieses Verfahren überprüft nicht nur die Genauigkeit aufgrund von akustischen Aspekten. Zum Beispiel können nicht standardisierte Verfahren zum Modellieren des Geländes das Ergebnis beeinflussen.

### 5.2.4 Qualitätssicherungsschnittstelle (QA) für den Datenaustausch

Software nach ISO 17534-1 muss in der Lage sein, Daten nach dem QA-Format<sup>N2)</sup> zu lesen und zu schreiben (siehe Anhang D). Dieses QA-Format unterstützt den Austausch der meisten geometrischen und akustischen Daten kompletter Modelle. Verfahrensspezifische Ergänzungen sind vorzugsweise in verfahrensspezifischen Technischen Reports enthalten.

---

N2) Nationale Fußnote: In der nationalen Anwendung der Norm entspricht die Qualitätssicherungs-Schnittstelle (QA) der Qualitätssicherungs-Schnittstelle (QSI).

## 6 Konformitätserklärung (DoC)

Für jedes Berechnungsverfahren, das in einem Softwareprodukt nach ISO 17534-1 implementiert ist, muss eine Konformitätserklärung ähnlich dem Beispiel in Anhang B als Teil der Produktspezifikation erstellt werden. Mit der Unterzeichnung der Erklärung der Konformität eines implementierten Berechnungsverfahrens mit der entsprechenden Dokumentation oder Norm erklärt der Softwarehersteller, dass die Abweichungen durch Berechnung der Testaufgaben in der Referenzeinstellung die in der offiziellen Dokumentation des Verfahrens bzw. im verfahrensspezifischen Technischen Report veröffentlichten zulässigen Grenzen nicht überschreiten.

## 7 Überprüfungen durch den Programmbenutzer

### 7.1 Anwenden der Software mit Testaufgaben

Die Testaufgaben sind als importierbare Dateien zusammen mit der Software bereitzustellen. Der Softwareanwender kann die korrekte Implementierung bei jeder neuen Installation oder Aktualisierung überprüfen, indem er diese Testaufgaben unter Anwendung der verfahrensspezifischen Referenzeinstellung der Software berechnet und die Ergebnisse mit den maximal akzeptierbaren Intervallen vergleicht.

### 7.2 Bestimmung der durch eine modifizierte Einstellung an Immissionsorten verursachten Unsicherheit

Eine Lärmkarte zeigt die 2D-Verteilung von Pegeln, die mit einem Gitter von Immissionspunkten berechnet wurden. Aufgrund der großen Anzahl von erforderlichen Immissionspunkten zur Erzielung einer akzeptablen räumlichen Auflösung ist es oft nicht möglich, die endgültigen Berechnungen für die komplette Karte in der Referenzeinstellung des ausgewählten Berechnungsverfahrens durchzuführen, sondern es müssen durch die Anwendung spezieller Beschleunigungseinstellungen akzeptable Rechenzeiten erreicht werden. Diese Beschleunigungseinstellungen sind je nach dem technischen Standard bei verschiedenen Softwareprodukten unterschiedlich. Die grundsätzliche Strategie ist jedoch stets darauf ausgerichtet, den Beitrag von Quellen und Ausbreitungswegen zu vernachlässigen, der in Bezug auf die akzeptablen Grenzen der Unsicherheit nicht relevant ist. Diese Unsicherheiten hängen jedoch vom jeweiligen Projekt ab und müssen daher in jedem Fall mit der Programmeinstellung überprüft werden, die zur Berechnung der endgültigen Lärmkarte verwendet wird („modifizierte Einstellung“).

Mit der statistischen Analyse von Pegeldifferenzen (siehe Anhang C) kann der Softwareanwender Kennwerte der Unsicherheit, die durch die Abweichungen von der Referenzeinstellung sowie durch Interpolationstechniken verursacht werden, ermitteln und in der Legende zur Lärmkarte und in begleitenden Berichten darstellen.

## Anhang A (normativ)

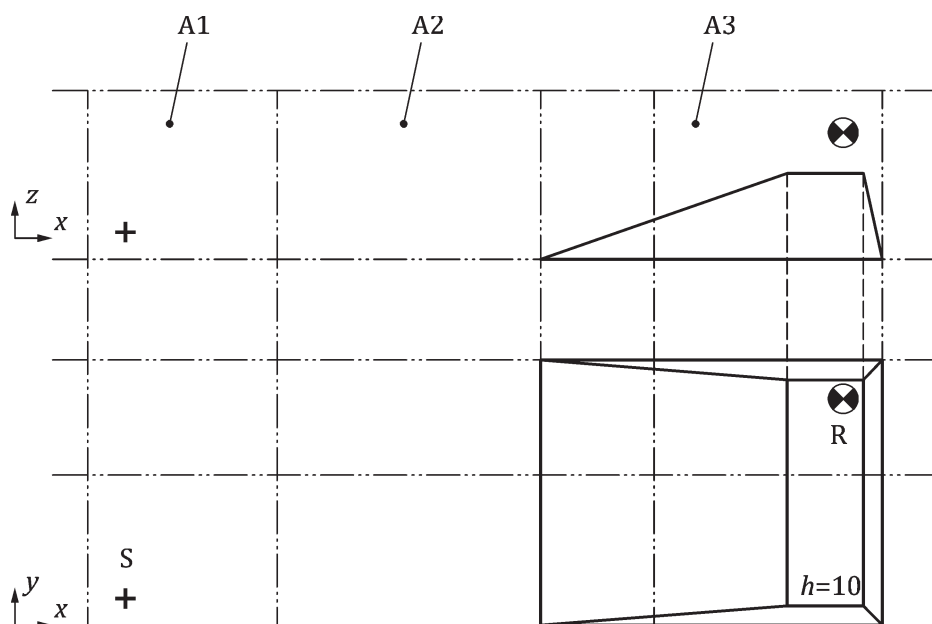
### Testaufgaben/-Szenarien

#### A.1 Allgemeines

Testaufgaben und Testszenarien müssen die relevanten Algorithmen und Verfahren eines Berechnungsverfahrens abdecken, die wichtigsten Endergebnisse und die dabei akzeptablen Toleranzen aufzeigen und eine klare Definition aller zur eindeutigen Lösung erforderlichen Eingabedaten enthalten. Sie enthalten jeweils einen vollständigen Datensatz mit Quellen und Immissionspunkten. Testaufgaben umfassen einfache Szenarien und enthalten Zwischen- und Endergebnisse mit den akzeptablen Toleranzgrenzen, während Testszenarien komplexer sind und Zwischenergebnisse deshalb nicht angegeben werden können. Bei Testszenarien zur Bestimmung der Streuung der Ergebnisse mit einem in verschiedenen Softwareprodukten implementierten Verfahren ist die Angabe von Endergebnissen und akzeptablen Toleranzen nicht erforderlich.

#### A.2 Beispiel einer Testaufgabe (T XX) mit detaillierten Schritt-für-Schritt-Ergebnissen für ISO 9613-2

Das folgende Beispiel zeigt nur das Prinzip.



#### Legende

- A1 Bereich mit porösem Boden
- A2 Bereich mit gemischtem Boden
- A3 Bereich mit reflektierendem Boden
- S Quelle
- R Empfänger
- h Höhe in Metern

**Bild A.1 — Unterschiedliche Bodeneigenschaften und unterschiedliche Höhen (oberer Teil: Seitenansicht, unterer Teil: Draufsicht)**