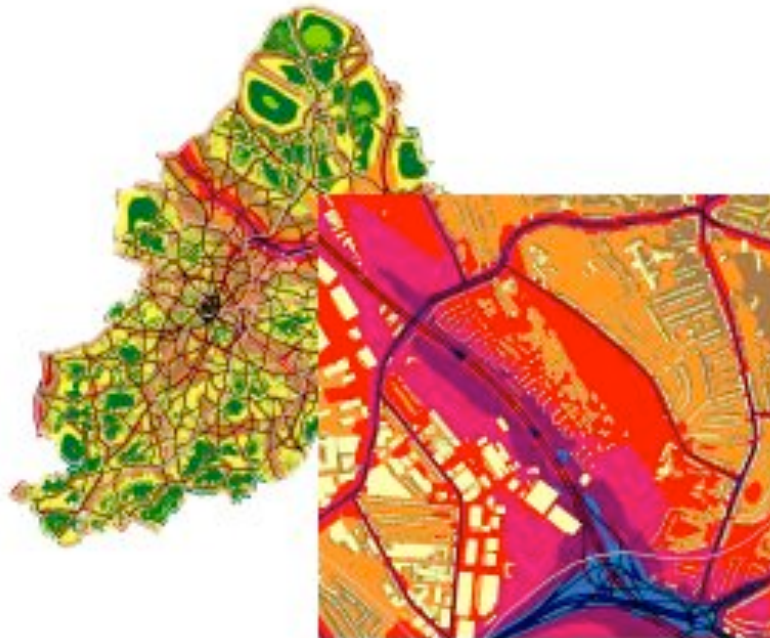


Arbeitsgruppe der Europäischen Kommission  
für die Bewertung von Lärmbelastungen  
(WG-AEN)



**Positionspapier**

***Endgültiger Entwurf***

**Leitfaden zu den Best Practices für die  
strategische Lärmkartierung und die  
Zusammenstellung entsprechender  
Daten zur Lärmexposition**

***Version 2***

***13. Januar 2006***

| <b>Inhalt</b>                                                                                                                                   | <b>Seite</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Kapitel 1.</b> Einleitung                                                                                                                    | 5            |
| <b>Kapitel 2.</b> Fragen im Zusammenhang mit der END                                                                                            | 8            |
| <b><u>Allgemeines</u></b>                                                                                                                       |              |
| 2.01 Strategische Lärmkarten (und Kartierung)                                                                                                   | 8            |
| 2.02 Bewertungsmethoden                                                                                                                         | 9            |
| 2.03 Die Rolle der Lärmmessung                                                                                                                  | 10           |
| 2.04 In den Karten darzustellende Gebiete ( <b>siehe auch Toolkit 1</b> )                                                                       | 10           |
| 2.05 In Karten darzustellende Lärmquellen außerhalb der erfassten Ballungsräume (Umkreis, in dem weitere Lärmquellen zu erfassen sind)          | 11           |
| 2.06 Maßgebliches Jahr für die Lärmemission                                                                                                     | 12           |
| 2.07 Hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Jahr                                                                             | 13           |
| 2.08 Überprüfung strategischer Lärmkarten                                                                                                       | 14           |
| 2.09 Besondere Schalldämmung                                                                                                                    | 15           |
| <b><u>Lärmquellenbezogene Aspekte</u></b>                                                                                                       |              |
| 2.10 Straßenverkehrsmodelle: Verkehrsaufkommen und Verkehrsgeschwindigkeiten ( <b>siehe auch Toolkits 2, 3 und 4</b> )                          | 16           |
| 2.11 Hauptverkehrsstraßen mit einem Aufkommen von weniger als 6 Millionen Fahrzeugen jährlich auf bestimmten Streckenabschnitten                | 17           |
| 2.12 Straßen mit geringem Verkehrsaufkommen in Ballungsräumen                                                                                   | 18           |
| 2.13 Geschwindigkeiten auf Straßen mit niedrigem Verkehrsaufkommen in Ballungsräumen                                                            | 19           |
| 2.14 Geographische Fehler bei der Darstellung von Straßenverläufen                                                                              | 21           |
| 2.15 Straßendeckentyp ( <b>siehe auch Toolkit 5</b> )                                                                                           | 22           |
| 2.16 Geschwindigkeitsänderungen an Straßenkreuzungen ( <b>siehe auch Toolkit 6</b> )                                                            | 22           |
| 2.17 Steigungen/Gefälle ( <b>siehe auch Toolkit 7</b> )                                                                                         | 23           |
| 2.18 Bestimmung der Anzahl der Spuren einer Straße                                                                                              | 23           |
| 2.19 Zuweisung von Verkehrsströmen und Verkehrsgeschwindigkeiten zu einzelnen Spuren mehrspuriger Straßen                                       | 24           |
| 2.20 Berechnung der Lärmemission durch Züge                                                                                                     | 25           |
| 2.21 Rauheit der Gleise                                                                                                                         | 29           |
| 2.22 Straßenbahnen und die Schalleistungspegel von Straßenbahnen und leichten Schienenfahrzeuge ( <b>siehe auch Toolkit 8</b> )                 | 30           |
| 2.23 Geschwindigkeiten von Zügen (und Straßenbahnen) ( <b>siehe auch Toolkit 9</b> )                                                            | 31           |
| 2.24 Haupteisenbahnstrecken mit weniger als 60 000 Zügen pro Jahr auf gewissen Streckenabschnitten                                              | 32           |
| 2.25 Lärm von in Bahnhöfen haltenden Zügen                                                                                                      | 33           |
| 2.26 Geographische Fehler bei der Darstellung von Schienenverläufen                                                                             | 34           |
| 2.27 Zuweisung von Zugbewegungen auf verschiedenen Gleisen in einem aus mehreren Gleisen bestehenden Schienekorridor                            | 34           |
| 2.28 Hubschrauberlärm                                                                                                                           | 35           |
| 2.29 Lärm bei Abläufen in Verbindung mit Luftfahrzeugen ohne den Lärm aufgrund von Flugbewegungen und Lärm aus anderen Lärmquellen an Flughäfen | 37           |
| 2.30 Schalleistungspegel von Lärmquellen in der Industrie ( <b>siehe auch Toolkit 10</b> )                                                      | 38           |

### **Ausbreitungsbezogene Aspekte**

|             |                                                                                                                                           |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>2.31</b> | Geländehöhen ( <b>siehe auch Toolkits 11 und 12</b> )                                                                                     | 39 |
| <b>2.32</b> | Geländetyp ( <b>siehe auch Toolkit 13</b> )                                                                                               | 39 |
| <b>2.33</b> | Lärmschutzobjekte ( <b>siehe auch Toolkit 14</b> )                                                                                        | 40 |
| <b>2.34</b> | Gebäudehöhen ( <b>siehe auch Toolkit 15</b> )                                                                                             | 41 |
| <b>2.35</b> | Vereinfachte Erfassung von Gebäudekonturen                                                                                                | 42 |
| <b>2.36</b> | Zusammenfassung der Höhen verschiedener Gebäude<br>sowie von Gebäuden mit ähnlicher Höhe                                                  | 42 |
| <b>2.37</b> | Tunnelöffnungen im Modell                                                                                                                 | 43 |
| <b>2.38</b> | Schallabsorption von Gebäudefassaden und von Lärmschutzobjekten<br>( <b>siehe auch Toolkit 16</b> )                                       | 44 |
| <b>2.39</b> | Berücksichtigung von Witterungseinflüssen<br>und die Schallausbreitung fördernden Bedingungen<br>( <b>siehe auch Toolkits 17 und 18</b> ) | 44 |

### **Empfängerbezogene Aspekte**

|             |                                                                                                      |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>2.40</b> | Berechnungshöhe                                                                                      | 47 |
| <b>2.41</b> | Am stärksten lärmbelastete Fassade                                                                   | 48 |
| <b>2.42</b> | Ruhige Fassade                                                                                       | 48 |
| <b>2.43</b> | Ermittlungspunkt (Rasterabstand,<br>Darstellung von Konturen und Reflexionen)                        | 49 |
| <b>2.44</b> | Zuweisung von Lärmpegeln zu Wohneinheiten                                                            | 52 |
| <b>2.45</b> | Zuweisung von Bewohnern zu Wohneinheiten in Wohngebäuden<br>( <b>siehe auch Toolkits 19 und 20</b> ) | 54 |
| <b>2.46</b> | Der Begriff „dwelling“ in der englischen Fassung der END                                             | 55 |
| <b>2.47</b> | Bestimmung der Anzahl der Wohneinheiten pro Wohngebäude<br>(siehe auch Toolkits 20 und 21)           | 55 |
| <b>2.48</b> | Ruhige Gebiete in Ballungsräumen                                                                     | 56 |
| <b>2.49</b> | Ruhige Gebiete auf dem Land                                                                          | 57 |

### **Kapitel 3.** Auswirkungen der Verwendung einiger der in Kapitel 4 genannten Toolkits auf die Genauigkeit der Daten

|             |                                                                  |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------|----|
| <b>3.01</b> | Hintergrund                                                      | 59 |
| <b>3.02</b> | Anforderungen der END an die Genauigkeit                         | 59 |
| <b>3.03</b> | Erzielung einer für die Umsetzung der END geeigneten Genauigkeit | 60 |

### **Kapitel 4.** Toolkits mit Lösungen für spezifische Herausforderungen

|             |                                                                   |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|----|
| <b>4.01</b> | <b>Neue Toolkits und Legende zu sämtlichen Toolkits und Tools</b> | 63 |
| <b>4.02</b> | <b>Toolkits – allgemeine Aspekte</b>                              |    |
| Toolkit 1.  | Zu erfassendes Gebiet                                             | 64 |
| <b>4.03</b> | <b>Toolkits - lärmquellenbezogene Aspekte</b>                     |    |
| Toolkit 2.  | Verkehrsaufkommen im Straßenverkehr                               | 65 |
| Toolkit 3.  | Durchschnittliche Straßenverkehrsgeschwindigkeit                  | 68 |
| Toolkit 4.  | Zusammensetzung des Straßenverkehrs                               | 70 |
| Toolkit 5.  | Straßendeckentyp                                                  | 74 |
| Toolkit 6.  | Geschwindigkeitsänderungen an Straßenkreuzungen                   | 77 |
| Toolkit 7.  | Steigungen/Gefälle                                                | 78 |
| Toolkit 8.  | Schalleistungspegel von Straßenbahnen und LRV                     | 80 |
| Toolkit 9.  | Geschwindigkeiten von Zügen (und Straßenbahnen)                   | 83 |
| Toolkit 10. | Schalleistungspegel von Lärmquellen in der Industrie              | 84 |
| <b>4.04</b> | <b>Toolkits – ausbreitungsbezogene Aspekte</b>                    |    |
| Toolkit 11. | Geländehöhe in der Nähe von Lärmquellen                           | 88 |

|                  |                                                                                                                      |     |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Toolkit 12.      | Einschnitte und Böschungen                                                                                           | 90  |
| Toolkit 13.      | Geländetyp                                                                                                           | 92  |
| Toolkit 14.      | Höhe von Lärmschutzobjekten an Straßen                                                                               | 93  |
| Toolkit 15.      | Gebäudehöhen                                                                                                         | 94  |
| Toolkit 16.      | Schallabsorptionskoeffizienten $\alpha_r$ für Gebäude und Lärmschutzobjekte                                          | 95  |
| Toolkit 17.      | Günstige Bedingungen für die Schallausbreitung                                                                       | 96  |
| Toolkit 18.      | Feuchte und Temperatur                                                                                               | 97  |
| <b>4.05</b>      | <b>Toolkits – Empfängerbezogene Aspekte</b>                                                                          |     |
| Toolkit 19.      | Zuweisung von Bewohnerzahlen zu Wohngebäuden                                                                         | 99  |
| Toolkit 20.      | Bestimmung der Anzahl der Wohneinheiten pro Wohngebäude und Bewohner pro Wohneinheit                                 | 101 |
| Toolkit 21.      | Zuweisung von Lärmpegeln zu Wohneinheiten in Gebäuden mit mehreren Wohneinheiten                                     | 102 |
| <b>Literatur</b> |                                                                                                                      | 104 |
| <b>Anhang 1</b>  | <b>Mitglieder der WG-AEN</b>                                                                                         | 106 |
| <b>Anhang 2</b>  | <b>Einführung in die Verwendung geographischer Informationssysteme (GIS) bei der Erstellung von Lärmkarten</b>       | 108 |
| <b>Anhang 3</b>  | <b>Vorschlag zu einem Forschungsprojekt betreffend „ruhige Gebiete“</b>                                              | 116 |
| <b>Anhang 4</b>  | <b>Unsicherheitsfaktoren beim Erstellen von Lärmmodellen</b>                                                         | 118 |
| <b>Anhang 5</b>  | <b>Die Bedeutung von Daten für die Erstellung strategischer Lärmkarten (zur Darstellung von Straßenverkehrslärm)</b> | 124 |
| <b>Anhang 6</b>  | <b>Termine und Fristen für die Umsetzung der END</b>                                                                 | 138 |
| <b>Anhang 7</b>  | <b>Bestimmungen aus der END, die für die Erstellung von Lärmkarten von besonderer Bedeutung sind</b>                 | 140 |

## Kapitel 1. Einleitung

- 1.1** Das vorliegende Dokument ist Version 2 eines von der Arbeitsgruppe der Europäischen Kommission für die Bewertung von Lärmbelastungen (WG-AEN) erstellten Positionspapiers, das die am 5. Dezember 2003 als Gegenstand eines paneuropäischen Konsultationsprozesses veröffentlichte Version 1 (Ref. 1) ersetzt. Version 1 wurde unter Berücksichtigung der im Konsultationsprozess eingegangenen Rückmeldungen sowie der neuesten Entwicklungen einschließlich der Ergebnisse eines von der Regierung des Vereinigten Königreichs geförderten Forschungsprojekts (siehe Abschnitt 1.6) überarbeitet, geändert und verbessert. **Die Leser dieser Version 2 (nachstehend „Positionspapier“ genannt) sollten beachten, dass dieses Positionspapier wesentliche Änderungen gegenüber Version 1 enthält.** (Dies gilt z.B. für die Zuordnung von Lärmpegeln zu Gebäuden als eine der wichtigsten Änderungen infolge des Konsultationsprozesses.)
- 1.2** Dieses Positionspapier soll den Mitgliedstaaten und den jeweils zuständigen Behörden bei der gemäß Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vorgeschriebenen Ausarbeitung von Lärmkarten und der Zusammenstellung der betreffenden Daten helfen; diese Richtlinie ist allgemein als „Richtlinie über Umgebungslärm“ bekannt und wird im Folgenden als „END“ („*Environmental Noise Directive*“) bezeichnet. **Besonders hilfreich dürfte dieses Positionspapier in der bis zum 30. Juni 2007 abzuschließenden ersten Runde der Ausarbeitung strategischer Lärmkarten sein.** Das Papier versteht sich nicht als Handbuch zur strategischen Lärmkartierung, beinhaltet aber Erläuterungen zu spezifischen Aspekten, auf die die Mitgliedstaaten hingewiesen haben und die in letzter Zeit auch in den Konsultationen über Version 1 des Positionspapiers erörtert wurden. Einige dieser Aspekte sind verhältnismäßig komplex und wurden entsprechend eingehend behandelt. Andere Aspekte sind weniger komplex und wurden weniger detailliert berücksichtigt.
- 1.3** Dieses Positionspapier beinhaltet keine Empfehlungen für die gemäß der END vorgesehenen Maßnahmen. Der Leser sollte jedoch berücksichtigen, dass Aktionspläne gemäß der END auf den Ergebnissen strategischer Lärmkarten beruhen und sich auf die wichtigsten in den strategischen Lärmkarten dargestellten Gebiete beziehen müssen. Die WG-AEN ist der Ansicht, dass detailliertere Lärmmodelle/Lärmkarten ausgearbeitet werden müssen und die jeweilige Lärmexposition umfassender bewertet werden muss, um differenzierte lokale Aktionspläne entwickeln zu können.
- 1.4** Ziel dieses Positionspapiers ist nicht die Unterstützung von Programmierern bei der Entwicklung von Software zur Erstellung von Lärmkarten und Systemen gemäß den Anforderungen der END. Das Positionspapier soll auch nicht näher auf die Rolle von geographischen

Informationssystemen (GIS) bei der Ausarbeitung von Lärmkarten und bei der Zusammenstellung der entsprechenden Daten eingehen; die WG-AEN anerkennt jedoch die Bedeutung von GIS in der Datenverarbeitung und im Datenmanagement. Daher enthält dieses Positionspapier in Anhang 2 eine Einführung zum Thema GIS.

**1.5** Eine besondere Herausforderung für die WG-AEN bei der Erstellung dieses Positionspapiers bestand in der Festlegung des Umfangs der Anleitungen. Die WG-AEN hat versucht, eine geeignete Balance zwischen der Notwendigkeit eines konsistenten Ansatzes für ganz Europa und der von den Mitgliedstaaten geforderten Flexibilität bei der Entwicklung von Programmen zur Erstellung von Lärmkarten zu finden, welche die jeweiligen einzelstaatlichen Anforderungen erfüllen.

**1.6** Das Positionspapier ist wie folgt gegliedert:

- **Kapitel 2** erläutert die geführten Diskussionen und enthält einige Empfehlungen zu allgemeinen Themen sowie zu nach Maßgabe der END aufgegriffenen Aspekten im Zusammenhang mit Lärmquellen, mit der Ausbreitung von Lärm und mit Empfängern (siehe auch Kapitel 4).
- In **Kapitel 3** werden die Auswirkungen der Verfahrensweisen der in Kapitel 4 beschriebenen Toolkits auf die Genauigkeit der Bewertungen einfürend beschrieben und diskutiert. Diese Einführung beruht auf den Ergebnissen des in Abschnitt 1.1 genannten und von der Regierung des Vereinigten Königreichs unterstützten Forschungsprojekts mit dem Titel „WG-AEN’s Good Practice Guide And The Implications For Acoustic Accuracy“ (Ref. 2)<sup>1</sup>, (nachstehend allgemein die „Genauigkeitsstudie“ genannt).
- In **Kapitel 4** werden ergänzend zu den in Kapitel 2 genannten Empfehlungen 21 Toolkits vorgestellt. Sechs dieser Toolkits wurden aufgrund der Genauigkeitsstudie neu entwickelt.<sup>1</sup>
- Einige Anhänge, insbesondere die Anhänge 4 und 5, erläutern ausgehend von den Ergebnissen der Genauigkeitsstudie<sup>1</sup> verschiedene Unsicherheitsfaktoren bei Lärmmodellen und beschäftigen sich mit der Bedeutung von Daten bei der Ausarbeitung strategischer Lärmkarten.

**1.7 Die WG-AEN möchte betonen, dass die in Kapitel 4 beschriebenen Toolkits nur als Beispiele für die Behandlung von Fragen zu verstehen sind, die sich aus der END und insbesondere aus der mangelnden Verfügbarkeit und Qualität des Datenmaterials ergeben.**

---

<sup>1</sup> Eine umfassende Darstellung der Ergebnisse der Genauigkeitsstudie ist den verschiedenen Berichten zu dieser Studie zu entnehmen (Ref. 2). **Achtung:** Die Genauigkeitsstudie hat sich auf die empfohlene in Frankreich eingesetzte vorläufige Methode zur Berechnung des Straßenverkehrslärms (Ref. 3) und auf die im Vereinigten Königreich übliche Methode zur Berechnung des Straßenverkehrslärms (CRTN, Ref. 4) konzentriert. Unter Umständen sind die Ergebnisse auf andere Methoden nicht übertragbar.

**1.8 Die WG-AEN empfiehlt nachdrücklich, sich nach Kräften um die Ermittlung genauer und realer Daten zu Lärmquellen zu bemühen.** Wenn Daten allerdings geschätzt werden müssen, weil genaue reale Daten nicht zu beschaffen sind, kann entsprechend den in Kapitel 4 genannten Methoden und Lösungen („Tools“) verfahren werden.

**1.9 Auf dem Postweg sind Anfragen zur END an die folgende Anschrift zu richten:**

EUROPÄISCHE KOMMISSION  
GD Umwelt Informationszentrum  
BU-9 01/11  
B - 1049 Brüssel  
Belgien

Sie können Ihre Anfragen aber auch per E-Mail an folgende Adresse senden: [env-europa@cec.eu.int](mailto:env-europa@cec.eu.int).

**Mit Anfragen zu diesem Positionspapier wenden Sie sich bitte per E-Mail an die folgende Adresse:**

[goodpracticeguide2@dsl.pipex.com](mailto:goodpracticeguide2@dsl.pipex.com).

**Weitere Informationen zu Umgebungslärm im Allgemeinen finden Sie auf der folgenden Website:**

<http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/noisedir/library>.

#### **WICHTIGER HINWEIS**

**Dieses Positionspapier soll den Mitgliedstaaten helfen, die Anforderungen der Richtlinie 2002/49/EG (END = Environmental Noise Directive) zu verstehen und zu erfüllen; das Positionspapier enthält technische Empfehlungen zur Ausarbeitung strategischer Lärmkarten und erinnert an einige der wichtigsten Bestimmungen der Richtlinie über Umgebungslärm.**

**Das Positionspapier ist jedoch nicht als offizielle Position der Europäischen Kommission auszulegen.**

**Rechtsverbindlich ist nur der Text der Richtlinie. Wenn die Empfehlungen in diesem Leitfaden von der Richtlinie abzuweichen scheinen, ist der Wortlaut der Richtlinie maßgebend.**

## **Kapitel 2. Fragen im Zusammenhang mit der END**

### **Allgemeines**

#### **2.01 Strategische Lärmkarten (und Kartierung)**

##### **Formale Definition der END:**

Artikel 3 Buchstabe r

„Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck [...] ‚strategische Lärmkarte‘ eine Karte zur Gesamtbewertung der auf verschiedene Lärmquellen zurückzuführenden Lärmbelastung in einem bestimmten Gebiet oder für die Gesamtprognosen für ein solches Gebiet“.

##### **Diskussion 1**

*Die Beschaffung von Eingabedaten (insbesondere zu den Lärmquellen sowie geographische Daten), die für die Ausarbeitung strategischer Lärmkarten und zur Erstellung von Expositionsdaten benötigt werden, sind eine wichtige Aufgabe für die Mitgliedstaaten. Unter Umständen ist die Beschaffung realer Daten (d.h. die Beschaffung von Daten, die unmittelbar gemessen oder mit Modellverfahren geschätzt wurden) für einen Mitgliedstaat nicht praktikabel.*

##### **Empfehlungen der WG-AEN 1**

Die WG-AEN empfiehlt den Mitgliedstaaten die Berücksichtigung der folgenden Hinweise in diesem Kapitel und in den Toolkits sowie der Hinweise in Kapitel 4 im Zusammenhang mit Fragen zur ersten Runde der Ausarbeitung strategischer Lärmkarten.

##### **Diskussion 2**

*Mit strategischen Lärmkarten werden dreierlei Ziele verfolgt: die Versorgung der Europäischen Kommission (EC) mit strategischen Schätzungen der Lärmexposition in ganz Europa, um die Entwicklung einer europäischen Lärmschutzpolitik zu unterstützen, die Bereitstellung von Informationen für die Öffentlichkeit sowie für Entscheidungsträger im Bereich des Lärmschutzes auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene und schließlich die Entwicklung von Aktionsplänen. Die Begriffe „strategische Lärmkarten“ und „globale Bewertung“ in der formalen Begriffsbestimmung sollen zum Ausdruck bringen, dass bei der Erstellung dieser Karten und der Zusammenstellung der entsprechenden Daten zur Lärmexposition in gewissem Umfang Näherungswerte angenommen werden können. Bei allgemeinen Bewertungen der Lärmexposition durch die Europäische Kommission und bei der Bereitstellung geeigneter Daten in Form von Karten oder Tabellen für die Öffentlichkeit dürfte dies kaum problematisch sein. Bei der Entwicklung der detaillierten und lokal begrenzten Aspekte der Aktionspläne könnten hingegen Schwierigkeiten auftreten.*



## Empfehlungen der WG-AEN 2

Die WG-AEN empfiehlt, im Zusammenhang mit der Ausarbeitung strategischer Lärmkarten bei der Zuordnung von Lärmpegeln zu Wohngebäuden, bei der Zuordnung von Bewohnern zu Wohngebäuden und bei der Ermittlung der Lärmexposition der in diesen Wohngebäuden lebenden Menschen in gewissem Umfang die Verwendung von Näherungswerten zuzugestehen. Einige Beispiele für gute Verfahrensweisen sind etwa den Abschnitten 2.44, 2.45 und 2.47 sowie den entsprechenden Toolkits 19, 20 und 21 zu entnehmen.

### 2.02 Bewertungsmethoden

#### Gegenstand

Gemäß Anhang II Absatz 1 der END können die Werte für  $L_{den}$  und  $L_{night}$  durch Berechnungs- oder durch Messverfahren (am Ermittlungspunkt) bestimmt werden.

#### Diskussion

*Die in der END vorgesehene Messung der jährlichen durchschnittlichen Lärmpegel an sämtlichen Ermittlungspunkten oder an einer repräsentativen Anzahl von Ermittlungspunkten setzt eine eher unpraktikabel hohe Anzahl an Langzeit-Lärmmessungen voraus. Bei der Prognose der Auswirkungen vorgeschlagener Maßnahmen zur Senkung der Lärmpegel kommen – wie in Anhang II Absatz 1 der END erläutert – ausschließlich Berechnungen in Betracht. Wenn Lärmkarten also aufgrund von Messungen erstellt werden sollen, wird die umfassende Bewertung der Auswirkungen vorgeschlagener Aktionspläne oder neuer Entwicklungen problematisch.*

#### Empfehlungen der WG-AEN

Die END lässt Lärmmessungen zur Ausarbeitung strategischer Lärmkarten zu; entsprechend wäre unangemessen, wenn die WG-AEN empfehlen würde, in diesem Zusammenhang von Lärmmessungen abzusehen. Trotzdem ermutigt die WG-AEN die Mitgliedstaaten, bei der Erstellung strategischer Lärmkarten gemäß der END nach Möglichkeit Berechnungsmethoden einzusetzen. Die WG-AEN anerkennt, dass gewisse Lärmmessungen entscheidende Voraussetzung für die Entwicklung und die Validierung von Berechnungsmethoden sind. Außerdem spielen Lärmmessungen auch im Zusammenhang mit anderen Aspekten der END eine Rolle (siehe Abschnitt 2.03).

## 2.03 Die Rolle der Lärmmessung

### Gegenstand

In Anhang II Absatz 1 heißt es, Werte für  $L_{den}$  und  $L_{night}$  könnten (für die Ausarbeitung strategischer Lärmkarten) entweder durch Berechnung oder durch Messung (an den Ermittlungspunkten) bestimmt werden; für Prognosen kommen ausschließlich Berechnungen in Frage.

### Diskussion

*Die in der END vorgesehene Erstellung strategischer Lärmkarten aufgrund von Messungen ist problematisch, da es im Allgemeinen nicht praktikabel ist, Messungen an einer hinreichenden Anzahl an Ermittlungspunkten über einen hinreichend langen Zeitraum vorzunehmen, um repräsentative Werte für ein durchschnittliches Jahr bezogen auf die zu berücksichtigenden ausgedehnten Gebiete mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen. Außerdem können die so ermittelten Ergebnisse nicht zur Prognose der Auswirkungen vorgeschlagener Aktionspläne verwendet werden (siehe Abschnitt 2.02). Lärmmessungen können jedoch zur Validierung von Lärmkarten an ausgewählten Standorten, zur Förderung des Vertrauens der Öffentlichkeit auf die Karten, zur Unterstützung bei der Entwicklung detaillierter Aktionspläne und zur Veranschaulichung der tatsächlichen Auswirkungen von Aktionsplänen nach Einführung der Pläne genutzt werden. Lärmmessungen können auch zur Bestimmung von Emissionspegeln oder Grundpegeln durch Extrapolierung aufgrund von Berechnungen z.B. aus Industrieprozessen benötigt werden.*

### Empfehlungen der WG-AEN

Die WG-AEN empfiehlt, strategische Lärmkarten möglichst grundsätzlich aufgrund von Berechnungen zu erstellen. Es wird jedoch anerkannt, dass Lärmmessungen viele ergänzende Funktionen bei der wirksamen Umsetzung der END zukommen.

## 2.04 In den Karten darzustellende Gebiete

### Gegenstand

Bei Ballungsräumen besteht das in den Lärmkarten darzustellende Gebiet in dem vom jeweiligen Mitgliedstaat definierten Ballungsraum. Bei Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen ist die Situation weniger eindeutig, da Artikel 8 Absatz 1 vorsieht, dass für Orte **in der Nähe** der Hauptverkehrsstraßen der Haupteisenbahnstrecken und der Großflughäfen Aktionspläne (und entsprechend strategische Lärmkarten) erstellt werden.

## Diskussion

*Die Definition des Begriffs **in der Nähe** richtet sich nach den Anforderungen an das an die Kommission zu übermittelnde Datenmaterial (siehe Anhang VI Abschnitte 1.5, 1.6, 2.5 und 2.6 der END). Bei Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen innerhalb und außerhalb von Ballungsräumen sind daher strategische Lärmkarten mindestens für alle Gebiete zu erstellen, in denen bei Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen der  $L_{den}$ -Wert mindestens 55 dB und  $L_{night}$  mindestens 50 dB beträgt.*

## WG-AEN-Empfehlung

Die WG-AEN empfiehlt, das in den Karten zu erfassende Gebiet in der Nähe von Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen gemäß Toolkit 1 zu bestimmen.

## 2.05 In Karten darzustellende Lärmquellen außerhalb von Ballungsräumen (Umkreis, in dem weitere Lärmquellen zu erfassen sind)

### Gegenstand

Bei der Erstellung von Lärmkarten zu einem Ballungsraum ist zwar nur der eigentliche Ballungsraum darzustellen; allerdings können auch gewisse Lärmquellen außerhalb der Grenzen des Ballungsraums erhebliche Auswirkungen auf die Lärmbelastung des Ballungsraums haben.

### Diskussion

*Manche Verkehrsstraßen, Eisenbahnstrecken und Flughäfen mit Start- oder Landebahnen außerhalb der Grenzen eines Ballungsraums können erheblich zum Lärmpegel in einem Ballungsraum beitragen. Diese Lärmquellen sind zu berücksichtigen und bei der Erstellung von Lärmkarten zu einem Ballungsraum im Modell nachzubilden. Wegen der Vielzahl an jeweils unterschiedlich zu behandelnden Situationen kann sich dies allerdings kompliziert gestalten. Außerdem sind die Kosten für die Erstellung strategischer Lärmkarten in hohem Maße von der Größe des zu modellierenden Gebiets abhängig.*

*Die wesentliche Frage lautet: „Trägt der auf die betreffende Quelle zurückzuführende Lärm wahrscheinlich dazu bei, den Lärmpegel im Ballungsraum zu erhöhen?“ Um diese Frage zu beantworten, müssen der durch die Lärmquelle verursachte Schalleistungs- oder Schalldruckpegel, die jeweilige kumulative Auswirkung, die Witterungsbedingungen, die Topographie, die Entfernung zwischen den Lärmquellen und dem Ballungsraum und der durch sonstige Lärmquellen bedingte Lärmpegel innerhalb des Ballungsraums berücksichtigt werden.*

## Empfehlungen der WG-AEN

Die WG-AEN kann keine endgültigen Empfehlungen zu diesem komplexen Sachverhalt formulieren, da die Empfehlungen nicht sämtliche Situationen berücksichtigen könnten, die sich in der Praxis ergeben; bei angemessener Berücksichtigung der diskutierten Aspekte sollte allerdings grob abgeschätzt werden können, welche Faktoren für einen Ballungsraum von Bedeutung sein könnten. In Erwägung gezogen werden könnten auch Annäherungen der Lärmkonturen für die Pegel 55 dB ( $L_{den}$ ) und 50 dB ( $L_{night}$ ) einzelner Lärmquellen außerhalb von Ballungsräumen. Wenn diese Konturen offensichtlich für einen Ballungsraum von Bedeutung sind, sollten die betreffenden Lärmquellen im Allgemeinen bei der Erstellung der Lärmkarten berücksichtigt werden.

### 2.06 Maßgebliches Jahr für die Lärmemission

#### Gegenstand 1

Gemäß Anhang I Absatz 1 der END gilt für die Bewertung von  $L_{den}$  und  $L_{night}$  „**ein Jahr ist das für die Lärmemission ausschlaggebende** und ein hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Jahr“.

#### Diskussion 1

*Die vorstehende Bestimmung der END bedeutet, dass bei der Bewertung der Lärmemissionen und der Witterungsbedingungen unterschiedliche zeitbezogene Durchschnitte zu verwenden sind (siehe Abschnitt 2.07), um die für die Erstellung strategischer Lärmkarten benötigten Indikatoren  $L_{den}$  und  $L_{night}$  zu berechnen.*

#### Empfehlungen der WG-AEN 1

Die WG-AEN empfiehlt, dass die zur Bewertung von Lärmemissionen verwendeten und bei der Erstellung strategischer Lärmkarten berücksichtigten Daten (für die Lärmbelastung durch den Verkehr vorwiegend Daten zu Volumen und Geschwindigkeit des Verkehrs sowie zur Zusammensetzung des Verkehrsaufkommens) den über einen kontinuierlichen Zeitraum von 12 Monaten des jeweils maßgeblichen *Kalenderjahres* (Januar bis Dezember) berechneten Durchschnitt widerspiegeln sollten.

Die WG-AEN ist der Ansicht, dass diese Daten reale (während des maßgeblichen *Kalenderjahres* gemessene) Daten oder Daten sein können, die mit Prognose- oder Modellierungsverfahren ermittelt wurden, wenn diese Daten Durchschnittswerte für die Situation im jeweiligen *Kalenderjahr* darstellen.

#### Gegenstand 2

Nach Artikel 7 Absatz 1 der END ist in den strategischen Lärmkarten jeweils die Situation im vorangegangenen Kalenderjahr darzustellen. Gemäß Anhang

IV Absatz 1 können strategische Lärmkarten allerdings auch Daten zu einer aktuellen, früheren oder vorhersehbaren Lärmsituation enthalten.

## **Diskussion 2**

*Angesichts der beschriebenen Anforderungen können weitere Hinweise zu den maßgeblichen Situationen (Jahren) bezüglich der Erstellung strategischer Lärmkarten nach Maßgabe der END hilfreich sein.*

## **Empfehlungen der WG-AEN 2**

Die WG-AEN ist der Ansicht, dass gemäß den in Artikel 7 Absatz 1 beschriebenen Anforderungen in der ersten Runde der Ausarbeitung strategischer Lärmkarten zumindest die Situation im Jahre 2006 abgebildet werden muss (während in der zweiten Runde mindestens die Situation des Jahres 2011 dargestellt wird usw.).

Die WG-AEN anerkennt jedoch, dass gemäß Anhang IV Absatz 1 auch sonstige Situationen (Jahre) – vergangene oder künftige – dargestellt werden können und dass den Mitgliedstaaten diesbezüglich eine gewisse Flexibilität zugestanden wird.

Die WG-AEN ist der Ansicht, dass dieser Ansatz zur Bereitstellung besserer Informationen für die Öffentlichkeit führen und somit die Einbeziehung der Öffentlichkeit sicherstellen könnte, da die Öffentlichkeit zu Vorschlägen für Aktionspläne angehört werden muss. In dieser Hinsicht könnte die Prognose künftiger Situationen sowie die Darstellung von Unterschieden zwischen aktuellen und künftigen Situationen etwa bezüglich der Auswirkungen unterschiedlicher Vorschläge für Aktionspläne von Bedeutung sein, bei denen die Öffentlichkeit zur Stellungnahme aufgefordert wird.

## **2.07 Hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Jahr**

### **Gegenstand**

Gemäß Anhang I Absatz 1 der END gilt für die Bewertung von  $L_{den}$  und  $L_{night}$  „ein Jahr ist das für die Lärmemission ausschlaggebende und **ein hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Jahr**“.

### **Diskussion**

*Als meteorologisches Jahr wird ein kontinuierlicher Zeitraum von 12 Monaten (von Anfang Januar bis Ende Dezember) bezeichnet, der alle vier Jahreszeiten beinhaltet; ausgeschlossen werden allerdings Zeiträume mit als besonders extrem eingestuften Witterungsbedingungen in einem bestimmten Teil des berücksichtigten Gebiets. Ein **durchschnittliches Jahr** ist durch Ermittlung des Durchschnitts mehrerer meteorologischer Jahre zu bilden. Fraglich ist, wie viele Jahre berücksichtigt werden sollten.*

## Empfehlungen der WG-AEN

Die WG-AEN empfiehlt, die erforderlichen meteorologischen Daten möglichst durch Messungen z.B. in Ballungsräumen oder in der Nähe der abzubildenden Hauptlärmquellen zu ermitteln. Wenn dies nicht möglich ist, können Messungen an einem in der Nähe gelegenen Standort vorgenommen werden, der hinsichtlich der Witterungsbedingungen als repräsentativ<sup>2</sup> für den eigentlich zu untersuchenden Standort betrachtet wird. Um die Auswirkungen vorübergehender extremer Witterungsverhältnisse zu minimieren, wird empfohlen, das typische meteorologische Jahr aus dem 10-jährigen Durchschnitt der verschiedenen Witterungstypen zu bilden. Um den langfristigen Geräuschpegel zu ermitteln, sollten meteorologische Daten gemäß ISO 1996-2:1987 (Ref. 5) gemessen werden.

Toolkit 18 sind vorgeschlagene Standardwerte für bestimmte Witterungsbedingungen zu entnehmen. Die **WG-AEN empfiehlt jedoch nachdrücklich**, sich nach Kräften um die Ermittlung lokal repräsentativer meteorologischer Daten zu bemühen.

## 2.08 Überprüfung strategischer Lärmkarten

### Gegenstand

Gemäß Artikel 7 Absatz 5 der END sind Lärmkarten mindestens alle fünf Jahre nach dem Zeitpunkt ihrer Ausarbeitung zu überprüfen und bei Bedarf zu überarbeiten.

### Diskussion

*Abgesehen von der Vorgabe „mindestens alle fünf Jahre“ sieht die END nicht vor, wann genau eine Überprüfung sowie möglicherweise eine Überarbeitung strategischer Lärmkarten erforderlich ist. Wenn sich jedoch während dieses Zeitraums von fünf Jahren eine wichtige Entwicklung vollzieht, müssen unter Umständen gewisse Karten oder Teile von Karten (und die entsprechenden Aktionspläne) überprüft und überarbeitet werden.*

## Empfehlungen der WG-AEN

Die WG-AEN empfiehlt, dass die Mitgliedstaaten ihre eigenen Kriterien für die Überprüfung und Überarbeitung strategischer Lärmkarten über das ausdrücklich von der END vorgegebene Kriterium (alle fünf Jahre) hinaus entwickeln.

---

<sup>2</sup> Die Bezeichnung „repräsentativ“ wurde verwendet, weil hinsichtlich der Witterungsbedingungen möglicherweise nicht jeder in der Nähe gelegene Standort repräsentativ ist. In diesem Zusammenhang wird betont, dass der Begriff „repräsentativ“ ein wesentlich strikteres Kriterium darstellt als der Ausdruck „in der Nähe gelegen“: Eine Messung kann an einem „in der Nähe gelegenen“ Standort durchgeführt werden, ohne zwangsläufig repräsentativ zu sein. (Meteorologische Messungen auf dem Gipfel eines Hügels z.B. sind nicht unbedingt repräsentativ für die Bedingungen in einem in der Nähe gelegenen Tal.)

## 2.09 Besondere Schalldämmung

### Gegenstand

Nach Anhang VI Absatz 1.5 bedeutet der Begriff besondere Schalldämmung die „spezielle Schallisolierung [eines Gebäudes] gegen eine oder mehrere Arten von Umgebungslärm, kombiniert mit einer Belüftungs- oder Klimaanlage, so dass ein hoher Lärmschutz gegen Umgebungslärm beibehalten werden kann“.

### Diskussion

*Angaben zur Anzahl der in Wohngebäuden mit besonderer Schalldämmung lebenden Personen sieht die END nicht verpflichtend vor. In Anhang VI Absatz 1.5 fordert die END entsprechende Angaben „... gegebenenfalls und soweit Daten verfügbar sind“. Allerdings muss definiert werden, was als „besondere Dämmung“ gilt, da dies in den einzelnen Mitgliedstaaten unterschiedlich ausgelegt werden kann.*

### Empfehlungen der WG-AEN

Die WG-AEN empfiehlt, dass die Mitgliedstaaten Wohneinheiten nur dann als mit besonderer Schalldämmung ausgeführt erfassen, wenn die Fassaden und/oder Dächer ausdrücklich so ausgerüstet wurden, dass die Dämmung gegenüber von außen einwirkendem Lärm verbessert und schallisolierte Klima- und Belüftungsanlagen eingebaut wurden. Die entsprechenden Arbeiten sollten ausgeführt worden sein,

- um eine mit dem Bauantrag für eine Wohneinheit verbundene Auflage (bezüglich der Dämmung gegen von außen einwirkenden Schall) zu erfüllen oder
- als Bestandteil eines speziellen Schalldämmungsprogramms/-plans mit dem Ziel, die Auswirkungen des von außen auf bestehende Wohneinheiten einwirkenden Lärms zu reduzieren.

Außerdem wird empfohlen, dass Wohneinheiten, die ausdrücklich so konstruiert werden, dass lärmempfindliche Räume grundsätzlich nicht einer in der Nähe befindlichen Lärmquelle zugewandt sind, bei der Erfassung gemäß der END als Wohneinheiten mit besonderer Dämmung berücksichtigt werden.



## Lärmquellenbezogene Aspekte

### 2.10 Straßenverkehrsmodelle: Verkehrsaufkommen und Verkehrsgeschwindigkeiten

#### **Gegenstand**

In Artikel 5 Absatz 1 der END heißt es: „Die Mitgliedstaaten verwenden die Lärmindizes  $L_{den}$  und  $L_{night}$ , nach Anhang I zur Ausarbeitung und Überprüfung strategischer Lärmkarten gemäß Artikel 7.“

#### **Diskussion**

*Im Allgemeinen wird die Messung des Verkehrsaufkommens sowie der Zusammensetzung und der Geschwindigkeit des Verkehrs für sämtliche in der END berücksichtigten Straßen für die Mitgliedstaaten nicht praktikabel sein. Daher werden die meisten Mitgliedstaaten Verkehrsmodelle als Grundlage für die Ermittlung zahlreicher Daten für die genannten Parameter zur Ausarbeitung strategischer Lärmkarten verwenden (insbesondere bei Ballungsräumen). Diese Modelle beinhalten Daten häufig nur zum Verkehrsaufkommen sowie zur Zusammensetzung und zur Geschwindigkeit des Verkehrs in Stoßzeiten.<sup>3</sup> Diese Daten können nicht unmittelbar zur Berechnung der Indizes  $L_{den}$  und  $L_{night}$  verwendet werden und müssen daher mit Umrechnungsfaktoren multipliziert werden, um zu langfristigen Daten für die Situation bei Tag, am Abend und bei Nacht zu gelangen. Dazu bestehen verschiedene Möglichkeiten (z.B. die Nutzung von Verkehrsdaten, die zur Entwicklung, Validierung oder Verwaltung eines Verkehrsmodells gemessen wurden). Aufgrund dieser Messungen können unter Umständen Umrechnungsfaktoren für die verschiedenen Straßenkategorien ermittelt werden, mit denen dann das Verkehrsaufkommen bei Tag, am Abend und bei Nacht auf diesen Straßen geschätzt werden kann. Alternativ könnten diese Umrechnungsfaktoren auch aus in Langzeitstudien durchgeführten Messungen des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsgeschwindigkeiten entwickelt werden.*

#### **Empfehlungen der WG-AEN**

Die WG-AEN empfiehlt die Durchführung von Langzeitmessungen zum Verkehrsaufkommen sowie zur Zusammensetzung und zur Geschwindigkeit des Verkehrs zur Ermittlung realer Daten oder die Entwicklung von Umrechnungsfaktoren für die Berechnung von Langzeitdaten zur Situation bei Tag, am Abend und bei Nacht. Bei Ballungsräumen müssen unter Umständen jeweils eigene Faktoren für die verschiedenen Straßentypen abgeleitet werden. Im Folgenden wird exemplarisch die Ermittlung von Daten zum

---

<sup>3</sup> Aufgrund von Straßenverkehrsmodellen können Verkehrsgeschwindigkeiten häufig ausgehend von den Fahrzeiten ermittelt werden. Dabei werden die Verzögerungen an Kreuzungen, Ampeln usw. berücksichtigt. Für strategische Lärmkarten wird allerdings im Allgemeinen die durchschnittliche Geschwindigkeit auf Streckenabschnitten mit fließendem Verkehr benötigt.



Verkehrsaufkommen bei Tag ( $Q_d$ ), am Abend ( $Q_e$ ) und bei Nacht ( $Q_n$ ) aus dem Verkehrsaufkommen zur Stoßzeit ( $Q_{peak}$ ) dargestellt:

| Verkehrsaufkommen im Straßenverkehr             | Straßen in Großstädten / Hauptverkehrsstraßen | Verbindungsstraßen in Ballungsräumen |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| $Q_d$ - Verkehrsaufkommen bei Tag (12 Stunden)  | $= Q_{peak} * 12$                             | $= Q_{peak} * 0,7 * 12$              |
| $Q_e$ - Verkehrsaufkommen bei Abend (4 Stunden) | $= Q_{peak} * 0,7 * 4$                        | $= Q_{peak} * 0,5 * 4$               |
| $Q_n$ - Verkehrsaufkommen bei Nacht (8 Stunden) | $= Q_{peak} * 0,2 * 8$                        | $= Q_{peak} * 0,1 * 8$               |

(Dies ist nur ein Beispiel aus Material des französischen *Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques*; möglicherweise ist dieses Beispiel ausschließlich auf Großstädte übertragbar.)

Weitere Hinweise zur Ermittlung von Daten zum Verkehrsaufkommen sowie zur Zusammensetzung und zur Geschwindigkeit des Straßenverkehrs sind den Toolkits 2, 3 und 4 zu entnehmen.

Siehe auch Anhang 5, Abschnitt „Geometrische Aspekte“ (Seite 111).

## 2.11 Hauptverkehrsstraßen mit einem Aufkommen von weniger als 6 Millionen Fahrzeugen jährlich auf bestimmten Abschnitten

### Gegenstand

Die END schreibt in der ersten Runde die Ausarbeitung strategischer Lärmkarten für alle Straßen mit einem Aufkommen von mehr als 6 Millionen Fahrzeugen jährlich vor. Allerdings wird nicht näher erläutert, wie zu verfahren ist, wenn das Verkehrsaufkommen auf einigen (häufig kleinen) Abschnitten dieser Straßen unter die Anzahl von 6 Millionen Fahrzeugen fällt.

### Diskussion

Zur Behandlung dieser Situationen bestehen offenbar drei Möglichkeiten:

*Möglichkeit 1: Es kann die gesamte Straße einschließlich **aller** Abschnitte mit einem Aufkommen von weniger als 6 Millionen Fahrzeugen pro Jahr unter Berücksichtigung des tatsächlichen Verkehrsaufkommens in den einzelnen Abschnitten dargestellt werden. Dies wäre die kohärenteste Möglichkeit, da die betreffende Straße als Ganzes berücksichtigt wird; dies kann bei der Entwicklung von Aktionsplänen und bei der Bewertung dieser Pläne hilfreich sein. Allerdings kann diese Möglichkeit mit einem höheren Arbeitsaufwand verbunden sein als die Möglichkeiten 2 und 3.*

*Möglichkeit 2: Es werden ausschließlich die Straßenabschnitte dargestellt, in denen ein Aufkommen von über 6 Millionen Fahrzeugen jährlich besteht;*

dabei wird ebenfalls jeweils das tatsächliche Verkehrsaufkommen in den einzelnen Abschnitten berücksichtigt. Diese Möglichkeit ist vielleicht weniger arbeitsaufwändig als Möglichkeit 1, bedeutet jedoch, dass zahlreiche separate Lärmkarten erstellt werden müssen und dass die entsprechenden Daten für eine abgestimmte Aktionsplanung schwieriger zu verwenden sind.

**Möglichkeit 3:** Es werden die Straßenabschnitte erfasst, auf denen das Aufkommen bei mehr als 6 Millionen Fahrzeugen pro Jahr liegt, und wenn **kleine** Abschnitte mit einem Aufkommen von weniger als 6 Millionen Fahrzeugen jährlich enthalten sind, werden diese Abschnitte aufgrund des tatsächlichen Verkehrsaufkommens in allen Abschnitten berücksichtigt (siehe folgendes Beispiel). Diese Möglichkeit grenzt den in den Karten darstellbaren Bereich ein, verhindert dafür aber auch kleinere Unstimmigkeiten in den Karten.

Im Folgenden wird Möglichkeit 3 exemplarisch an der in Frankreich üblichen Vorgehensweise dargestellt:

- Bei Hauptverkehrsstraßen in Ballungsräumen beträgt die maximale Länge der noch zu berücksichtigenden Abschnitte mit einem Aufkommen von weniger als 6 Millionen Fahrzeugen jährlich 100 m.<sup>4</sup>
- Bei Hauptverkehrsstraßen außerhalb von Ballungsräumen beträgt die Länge der zu berücksichtigenden Abschnitte mit einem Aufkommen von weniger als 6 Millionen Fahrzeugen pro Jahr maximal 500 m.
- Bei Autobahnen und sonstigen Straßen von nationaler Bedeutung außerhalb von Ballungsräumen beträgt die Länge der zu berücksichtigenden Abschnitte mit einem Aufkommen von weniger als 6 Millionen Fahrzeugen pro Jahr 1 Kilometer.

## Empfehlungen der WG-AEN

Die WG-AEN empfiehlt Möglichkeit 3. Die Mitgliedstaaten sollten jedoch ihre eigenen Kriterien für die Bestimmung zu berücksichtigender kürzerer Straßenabschnitte entwickeln.

Siehe auch Anhang 5, Abschnitt „Segmentierung von Straßen“ (Seite 117).

## 2.12 Straßen mit geringem Verkehrsaufkommen in Ballungsräumen

### Gegenstand

Nach Anhang IV Absatz 3 der END muss bei der Erstellung von Lärmkarten der Straßenverkehr in Ballungsräumen in besonderer Weise berücksichtigt werden. Eine strenge Auslegung der END könnte bedeuten, dass in den

---

<sup>4</sup> Dies gilt nur für die Erstellung von Karten zu Hauptverkehrsstraßen außerhalb von Ballungsräumen. Bei Karten zu Ballungsräumen muss die Verkehrssituation auf allen Straßen berücksichtigt werden.

Karten alle Straßen in Ballungsräumen darzustellen sind. Allerdings wird nicht im Einzelnen erläutert, wie im Falle von Straßen mit geringem Verkehrsaufkommen zu verfahren ist, für die keine zuverlässigen Daten zum Verkehrsaufkommen verfügbar sind, oder welche Straßen mit geringem Verkehrsaufkommen denn überhaupt in den Karten darzustellen sind.

## **Diskussion**

*Daten zum Verkehrsaufkommen liegen wahrscheinlich nicht für alle Straßen in einem Ballungsraum vor, insbesondere nicht für Straßen mit geringem Verkehrsaufkommen; gemäß der END sind in diesen Gebieten jedoch alle Straßen zu berücksichtigen und in den Karten darzustellen.*

*Für dieses Problem bestehen offenbar drei mögliche Lösungen jeweils mit unterschiedlicher Komplexität und Genauigkeit und jeweils unterschiedlichem Kostenaufwand:*

*1. Aus einem Verkehrsstrommodell und/oder aus Verkehrszählungen für alle Straßen (einschließlich der Straßen mit geringem Verkehrsaufkommen) können exakte Daten zum Verkehrsaufkommen ermittelt und verwendet werden. Diese Möglichkeit stellt die beste Lösung dar.*

*2. Straßen, auf denen die Verkehrsströme bekanntermaßen bzw. wahrscheinlich ein gewisses Aufkommen pro Tag (oder pro Jahr) unterschreiten, können Standardwerte für die betreffenden Verkehrsströme zugewiesen werden. Bei dieser Lösung werden im Einklang mit der END alle Straßen berücksichtigt.*

*3. In den Karten werden ausschließlich Straßen dargestellt, auf denen ein gewisses Aufkommen überschritten wird. Diese Lösung ist am einfachsten, könnte aber dazu führen, dass die Lärmexposition unterschätzt wird.*

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Wenn keine exakten Daten zum Verkehrsaufkommen auf allen Straßen verfügbar sind, empfiehlt die WG-AEN Lösung 2 (siehe auch Toolkit 2 Tool 2.5 und Toolkit 4 Tool 4.5).

### **2.13 Geschwindigkeiten auf Straßen mit niedrigem Verkehrsaufkommen in Ballungsräumen**

#### **Gegenstand**

Nach Anhang IV Absatz 3 der END muss bei der Erstellung von Lärmkarten der Straßenverkehr in Ballungsräumen in besonderer Weise berücksichtigt werden. Eine strenge Auslegung der END könnte bedeuten, dass in den Karten alle Straßen in Ballungsräumen darzustellen sind. Allerdings wird nicht im Einzelnen erläutert, wie im Hinblick auf Geschwindigkeiten bei Straßen mit niedrigem Verkehrsaufkommen zu verfahren sei, für die keine zuverlässigen Daten zu den Verkehrsströmen verfügbar sind, oder welche Straßen mit

geringem Verkehrsaufkommen denn überhaupt in den Karten darzustellen sind.

### **Diskussion**

*Exakte Daten zur Verkehrsgeschwindigkeit liegen wahrscheinlich nicht für alle Straßen in einem Ballungsraum vor, insbesondere nicht für Straßen mit geringem Verkehrsaufkommen; gemäß der END sind in diesen Gebieten jedoch alle Straßen zu berücksichtigen und entsprechend auch in den Karten darzustellen. Die Bedeutung dieses Aspekts hängt von dem Ansatz ab, der für die Behandlung von Straßen mit geringem Verkehrsaufkommen angenommen wurde (siehe Abschnitt 2.12).*

### **Empfehlungen der WG-AEN**

Die WG-AEN empfiehlt, gemäß Toolkit 3 Tool 3.5 zu verfahren, wenn in Ballungsräumen keine Daten zu Straßen mit niedrigem Verkehrsaufkommen verfügbar sind.<sup>5</sup>

## **2.14 Geographische Fehler bei der Darstellung von Straßenverläufen**

### **Gegenstand**

Daten zum Verkehrsaufkommen sowie zu Zusammensetzung und Geschwindigkeit des Verkehrs, die aus Verkehrsmodellen gewonnen wurden, werden häufig Straßenabschnitten zwischen Knoten eines digitalen Straßennetzmodells zugewiesen, das geographisch gesehen für die Erstellung strategischer Lärmkarten als verhältnismäßig ungenau zu bewerten ist.

### **Diskussion**

*Das Problem wird in der folgenden Abbildung 1 veranschaulicht. Ein geographisch exaktes digitales Straßennetzmodell ist in der Abbildung braun dargestellt. Das digitale Straßennetzmodell, dem Verkehrsdaten zugewiesen/zugeordnet wurden, wird grün dargestellt und ist geographisch ungenau.*

*Zur Lösung dieses Problems bestehen zwei Möglichkeiten:*

*Möglichkeit 1: Die geographische Genauigkeit des ungenauen digitalen Straßennetzmodells kann z.B. durch manuelle oder automatische Verfahren in Verbindung mit einem GIS verbessert werden.*

---

<sup>5</sup> Bei geringem Verkehrsaufkommen müssen möglicherweise durch die Berechnungsmethode gegebene Einschränkungen berücksichtigt werden. Die empfohlene vorläufige Methode zur Berechnung von Verkehrslärm (NMPB-XP S 31-133, Ref. 3) z.B. enthält Emissionswerte ausschließlich für Geschwindigkeiten über 20 km/h. Bei niedrigeren Geschwindigkeiten sollte weiterhin von 20 km/h ausgegangen werden.

*Möglichkeit 2: Die zugeordneten/zugewiesenen Daten aus dem ungenauen digitalen Straßennetzmodell werden z.B. mit manuellen oder automatischen Tools in Verbindung mit einem GIS auf das genauere Netzmodell übertragen. (Allerdings ist zu berücksichtigen, dass auch das genauere Modell für die Erstellung strategischer Lärmkarten möglicherweise noch nicht genau genug ist.)*



Abbildung 1: Beispiel eines genauen digitalen Netzmodells (braun) und eines ungenauen Straßennetzmodells (grün)

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Die Formulierung spezifischer Empfehlungen zu den Methoden für die Verbesserung eines vorhandenen digitalen Straßennetzmodells oder für die Übertragung von Verkehrsdaten von einem verhältnismäßig ungenauen Straßennetzmodell auf ein genaueres Modell ist zwar nicht Aufgabe der WG-AEN; die Übertragung kann im Allgemeinen jedoch weitgehend mit den in der Software zur Erstellung von Lärmkarten enthaltenen Tools oder mit GIS-Tools erfolgen. Beim Datentransfer auf ein exakteres Modell ist jedoch unvermeidlich, dass die Übertragung teilweise auch manuell vorgenommen wird; dies ist zeitaufwändig und setzt eine hohe fachliche Kompetenz voraus.

Aufgabe der WG-AEN ist jedoch die Erörterung der Endgenauigkeit des für die Erstellung strategischer Lärmkarten verwendeten Modells. Wenn ein hinreichend genaues digitales Netzmodell nicht verfügbar ist, empfiehlt die WG-AEN, durch Verbesserung der Geometrie des besten verfügbaren Modells ein geeignetes Modell herzustellen. Denjenigen, die die betreffenden Lärmkarten erstellen, bleibt die Entscheidung überlassen, was unter diesen Umständen als „hinreichend genau“ zu betrachten ist; als Minimum empfiehlt die WG-AEN jedoch, dass die im Modell nachgebildete Straße (bzw. die in den Abschnitten 2.18 und 2.19 beschriebenen Mittellinien von Fahrspuren, wenn diese verwendet werden) im Allgemeinen nicht außerhalb der Begrenzung des Straßenkorridors liegen.

## 2.15 Straßendeckentyp

### Gegenstand

Der Straßendeckentyp wird im Allgemeinen als Parameter für die Berechnung der Grundlärmmemission von Lärmquellen im Straßenverkehr benötigt.

### Diskussion

*Die meisten in der EU eingesetzten Berechnungsmethoden verwenden zur Beschreibung von Straßenbelägen das Deckmaterial als einziges Attribut.<sup>6</sup> Wenn das Deckmaterial nicht bekannt ist, muss ein Kompromissparameter gefunden werden. Entsprechende Vorschläge sind Toolkit 5 zu entnehmen.*

### Empfehlungen der WG-AEN

Wenn der Straßendeckentyp nicht bekannt ist, empfiehlt die WG-AEN die Anwendung der in Toolkit 5 beschriebenen Verfahren.

## 2.16 Geschwindigkeitsänderungen an Straßenkreuzungen

### Gegenstand

Fahrzeuge, die mit konstanter Geschwindigkeit gefahren werden, erzeugen einen verhältnismäßig konstanten Lärmpegel. Die Lärmsituation in der Umgebung von Straßenkreuzungen, an denen Fahrzeuge langsamer werden, bremsen und dann wieder beschleunigen, kann sehr unterschiedlich sei.

### Diskussion

*Manche Methoden zur Berechnung des Straßenverkehrslärms beinhalten keinerlei Möglichkeiten zur Behandlung der Verkehrssituationen in der Umgebung von Straßenkreuzungen; dies gilt jedoch nicht für die in der END empfohlene vorläufige Methode zur Berechnung des Straßenverkehrslärms (Ref. 3). Daher müssen unter Umständen die Straßenabschnitte in der Nähe von Kreuzungen erfasst werden, auf denen die Fahrzeuge abgebremst und beschleunigt werden.*

### Empfehlungen der WG-AEN

Wenn keine Informationen zur Verlangsamung und zum Beschleunigen des Verkehrs an Straßenkreuzungen vorliegen, diese Informationen jedoch benötigt werden, empfiehlt die WG-AEN, gemäß Toolkit 6 zu verfahren.

---

<sup>6</sup> Die im Vereinigten Königreich eingesetzte Berechnungsmethode CRTN (Ref. 4) verwendet zwei Variablen: das Deckmaterial und die Texturtiefe. Die Genauigkeitsstudie (Ref. 2) enthält ein Toolkit zur Ermittlung der Texturtiefe gemäß der CRTN-Methode.



## 2.17 Steigungen/Gefälle

### Gegenstand

Die Steigung bzw. das Gefälle wird im Allgemeinen als Parameter für die Berechnung der Grundlärmemission von Lärmquellen im Straßenverkehr benötigt.

### Diskussion

*Für die meisten in der EU eingesetzten Berechnungsmethoden werden Informationen zur Steigung bzw. zum Gefälle der Straßen benötigt. Bei der Erstellung von Lärmkarten werden Informationen zur Steigung bzw. zum Gefälle von Straßen im Allgemeinen abgeleitet, indem die Straßenabschnitte auf ein unterlegtes Geländemodell übertragen werden, um daraus zunächst die Höhe der Straße und dann die entsprechende Steigung bzw. das entsprechende Gefälle zu ermitteln. Häufig sind umfassende und detaillierte Geländemodelle nicht verfügbar, insbesondere nicht bei Einschnitten und Böschungen. Manchmal liegen vielleicht keinerlei geeignete Daten zu Geländemodellen vor.*

### Empfehlungen der WG-AEN

Wenn die Steigung bzw. das Gefälle von Straßenabschnitten nicht bekannt ist, empfiehlt die WG-AEN, gemäß Toolkit 7 zu verfahren.

## 2.18 Bestimmung der Anzahl der Spuren einer Straße

### Gegenstand

Straßenkorridore haben unterschiedlich viele Fahrspuren von einer einzigen Spur (Einbahnstraßen) bis zu mehreren Parallelspuren (z.B. Autobahnen und Umgehungen). Häufig muss die Lärmbelastung durch den Straßenverkehr berechnet werden, indem einzelne Spuren als getrennte Lärmquellen modelliert werden; in diesen Fällen muss die Anzahl der Spuren bestimmt werden.

### Diskussion

*Für die Erstellung strategischer Lärmkarten braucht die Anzahl der Spuren eines Straßenkorridors nicht immer bekannt zu sein. Dies gilt z.B. für folgende Fälle: Der Straßenkorridor ist verhältnismäßig eng; die Messköpfe sind weit entfernt von der Straße angebracht; die unmittelbare Umgebung der Straße hat keine große Bedeutung auf die Lärmausbreitung; auf allen Spuren besteht ein homogener Verkehrsfluss.*

*Selbst für die Erstellung strategischer Lärmkarten müssen jedoch häufig die Anzahl der Spuren bestimmt und den einzelnen Spuren Verkehrsdaten zugewiesen werden, um eine annehmbare Genauigkeit zu erzielen.*

*(Erläuterungen zur Zuweisung von Verkehrsdaten sind Abschnitt 2.19 zu entnehmen.)*

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Wenn die Anzahl der Fahrspuren in einem Straßenkorridor nicht bekannt ist und entschieden wurde, dass Daten benötigt werden (siehe vorstehende Erläuterung), empfiehlt die WG-AEN, die Anzahl der Spuren in Ortsbesichtigungen zu ermitteln. Bei diesen Ortsbesichtigungen sollte auch festgestellt werden können, ob Fahrspuren nur als Parkstreifen genutzt und daher nicht als Lärmquellen berücksichtigt werden sollten und ob „Sonderspuren“ z.B. für Busse oder für Leichtfahrzeuge vorhanden sind, die ebenfalls erfasst werden müssen. Wenn eine Ortsbesichtigung nicht möglich ist, sollte die Anzahl der Spuren anhand von Karten, Luftfiltern oder der Kenntnis der Breite des Straßenkorridors bzw. der Fahrbahn ausgehend von einer angenommenen Nennbreite der Fahrspuren von z.B. 3,5 m ermittelt werden.

## **2.19 Zuweisung von Verkehrsströmen und Verkehrsgeschwindigkeiten zu einzelnen Spuren mehrspuriger Straßen**

### **Gegenstand**

Um die Lärmbelastung durch in beide Fahrrichtungen befahrbare mehrspurige Straßenkorridore zu bewerten, müssen den Fahrrichtungen häufig jeweils verschiedene Verkehrsströme und Geschwindigkeiten zugewiesen werden. Außerdem ist häufig erforderlich oder zumindest wünschenswert, dass den einzelnen Fahrspuren dieser Straßenkorridore unterschiedliche Verkehrsströme und Geschwindigkeiten zugewiesen werden (siehe Diskussion in Abschnitt 2.18), wenn die verwendete Berechnungsmethode dies zulässt.

### **Diskussion**

*Verkehrsaufkommen und Verkehrsgeschwindigkeiten sind häufig nicht für alle Fahrspuren mehrspuriger Straßenkorridore verfügbar und verschiedentlich vielleicht nicht einmal für die beiden Fahrrichtungen zu beschaffen.*

*Im Folgenden werden daher alternative Möglichkeiten zur Zuweisung von Verkehrsströmen und Geschwindigkeiten in diesen Fällen beschrieben:*

#### *Zuweisung nach Spuren*

*Wenn für alle Spuren eines mehrspurigen Korridors Daten verfügbar sind und aus diesen Daten hervorgeht, dass ein erheblicher Unterschied zwischen den Verkehrsdaten für die einzelnen Spuren besteht, kann die Zuweisung unterschiedlicher Daten zu den betreffenden Spuren angemessen sein. Dies kann dann wichtig sein, wenn die Messpunkte nahe an der Straße liegen oder wenn sich die unmittelbare Umgebung der Straße erheblich auf die*



Lärmausbreitung auswirken kann (z.B. bei Straßen in Einschnitten oder auf Böschungen).

#### *Zuweisung nach Fahrrichtungen*

*Eine Zuweisung nach Spuren ist im Allgemeinen grundsätzlich erforderlich, insbesondere, wenn bekannt ist, dass die Daten für die beiden Fahrrichtungen sehr unterschiedlich sind oder wenn sich die Steigung bzw. das Gefälle gemäß dem verwendeten Modell bzw. typischerweise auch bei Steigungen/Gefällen von mehr als 3 % voraussichtlich deutlich auf die Lärmemission auswirkt.*

#### *Zuweisung nach Straßen*

*In diesem Fall wird der in beide Richtungen fließende Verkehr einer mehrspurigen Straße zugewiesen (in der Regel bezogen auf die Mittellinie des Straßenkorridors). Im Allgemeinen ist dies für strategische Bewertungen nur dann annehmbar, wenn die Steigung bzw. das Gefälle gemäß dem verwendeten Modell bzw. typischerweise auch bei Steigungen/Gefällen von mehr als 3 % voraussichtlich keine wesentliche Rolle spielt.*

### **Empfehlungen der WG-AEN**

Die WG-AEN empfiehlt, für die Erstellung strategischer Lärmkarten bei mehrspurigen Straßen entweder Daten für jeweils alle Spuren oder für beide Fahrrichtungen zu verwenden, sofern entsprechende Daten verfügbar sind. Wenn keine Daten vorliegen, kann es angemessen sein, das Gesamtverkehrsaufkommen gleichmäßig auf alle Spuren einer mehrspurigen Straße zu verteilen.

## **2.20 Berechnung der Lärmemission durch Züge**

### **Gegenstand**

Die END empfiehlt, dass Mitgliedstaaten, die keine einzelstaatliche Methode zur Berechnung von Eisenbahnlärm einsetzen, oder Mitgliedstaaten, die ihre Berechnungsmethode ändern möchten, Eisenbahnlärm mit der einzelstaatlichen Methode der Niederlande berechnen. Diese Methode wurde am 20. November 1996 in der „*Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer*“ (RMVR 1996) veröffentlicht (Ref. 6).

### **Diskussion 1**

*Die RMVR 1996 wurde insbesondere bezogen auf typische Züge in den Niederlanden entwickelt, wobei für das Rollgeräusch die Werte typischer Gleise in den Niederlanden ohne offensichtliche Beschädigungen der Lauffläche zugrunde gelegt wurden. Die RMVR enthält eine Datenbank mit zehn Lärmemissionskategorien von Zügen im niederländischen Schienennetz. Damit andere Mitgliedstaaten die empfohlene vorläufige*

*Methode verwenden können, müssen diese Mitgliedstaaten Verfahren einrichten, mit denen sie ihre Züge den Kategorien in dieser Datenbank zuordnen können. Diese Verfahren wurden entwickelt, sind in der RMVR 1996 aber nicht enthalten und werden dort auch nicht genannt. Entsprechend sind diese Verfahren nicht Bestandteil der empfohlenen vorläufigen Methode. Ein erster förmlicher Hinweis auf diese Verfahren erfolgte erst mit der Veröffentlichung der RMVR 2004 (Ref. 7).*

## **Empfehlungen der WG-AEN 1**

Die WG-AEN empfiehlt, dass die Mitgliedstaaten, die sich entscheiden, die in der END vorgesehene Berechnung von Eisenbahnlärm gemäß der RMVR 1996 vorzunehmen, anhand der in der RMVR 2004 genannten Begriffe (unter Berücksichtigung der im Folgenden beschriebenen Änderungen) ihre Züge entweder den zehn Lärmemissionskategorien der RMVR 1996 zuordnen, oder wenn die Züge nicht in diese Kategorien passen, die Züge ergänzenden Kategorien zuweisen.

## **Diskussion 2**

*Wenn andere Mitgliedstaaten als die Niederlande die RMVR 1996 verwenden möchten, muss geprüft werden, ob sich die eingesetzten Züge und Gleise hinsichtlich ihrer akustischen Eigenschaften von der Situation in den Niederlanden unterscheiden sowie ob dies ggf. berücksichtigt werden soll.*

*Die folgende Diskussion konzentriert sich auf das Rollgeräusch, soll aber nicht im Einzelnen vorschreiben, wie die Berücksichtigung zu erfolgen hat. Vielmehr werden eine Reihe von Möglichkeiten genannt, mit denen die maßgeblichen Referenzbedingungen für die verschiedenen Züge als Eingabedaten für RMVR-Modelle ermittelt werden können. Diese Möglichkeiten werden geordnet nach ihrer Komplexität in aufsteigender Folge vorgestellt, wobei sich mit steigender Komplexität in der Regel auch die Genauigkeit erhöht; entsprechend sollte möglichst die Methode ausgewählt werden, mit der angesichts der bestehenden praktischen Einschränkungen die genauesten Ergebnisse erzielt werden.*

*Die Möglichkeiten 1-3 beruhen auf den Begriffen der Methode (des Verfahrens) A der RMVR 2004, wobei das Rollgeräusch durch einen einzigen Lärmpegel ausgedrückt wird, der sowohl den von den Fahrzeugen als auch den von den Gleisen verursachten Lärm beinhaltet. Die Möglichkeiten 4-9 werden in Verbindung mit den Begriffen der Methode (des Verfahrens) B der RMVR eingesetzt, wobei die Anteile der Gleise und der Fahrzeuge an der Lärmbelastung getrennt erfasst und den Lärmquellenhöhen 0,0 m und 0,5 m zugeordnet werden.*

*Alle Möglichkeiten gehen vom gesamten Rollgeräusch aus; wenn jedoch eine Aufschlüsselung dieser Gesamtbelastung auf die durch die Gleise und durch die Fahrzeuge hervorgerufene Lärmbelastung erforderlich ist (wie bei den Möglichkeiten 4-9), erfolgt diese Aufschlüsselung durch Subtraktion des berechneten Anteils der Fahrzeuge bzw. der Gleise von der Gesamtbelastung.*

*Möglichkeit 1: Die Züge werden nach ihren physikalischen Merkmalen (z.B. Bremsklötze aus Gusseisen oder Scheibenbremsen) einer passenden niederländischen Bahnkategorie (1-10) der RMVR zugeordnet.*

*(Diese Möglichkeit ist vielleicht am wenigsten genau, da sie darauf beruht, dass die betreffenden Züge als einer niederländischen Kategorie vergleichbar eingestuft werden. Eine Korrektur für die Rauheit erfolgt nicht; entsprechend wird vorausgesetzt, dass die Rauheit von Rädern und Gleisen ähnlich ist wie in den Niederlanden.)*

*Möglichkeit 2 Diese Möglichkeit beruht auf Möglichkeit 1, wobei jedoch eine Korrektur unter Berücksichtigung der typischen angenommenen Rauheit der Gleise des jeweiligen Mitgliedstaats erfolgt, wie in Messmethode (Verfahren) A der RMVR 2004 beschrieben.*

*(Bei dieser Möglichkeit wird vorausgesetzt, dass die Rauheit der Räder bei Klotzbremsen und bei Scheibenbremsen in den Mitgliedstaaten ähnlich wie in den Niederlanden ist. Dabei sind für alle Bremstypen jeweils eigene Korrekturfaktoren für die Rauheit der Gleise erforderlich.)*

*Möglichkeit 3 Bei dieser Möglichkeit wird das Vorbeifahrtgeräusch der Züge gemessen, wobei davon ausgegangen wird, dass die Gleise typisch für den jeweiligen Mitgliedstaat sind und das Vorbeifahrtgeräusch eines Fahrzeugs mit Scheibenbremsen und bekannten akustischen Merkmalen gemessen wird (Ref. 8). Diese Methode kann auch zur Ermittlung des Anteils der Aerodynamik an der durch Hochgeschwindigkeitsbahnen hervorgerufenen Lärmbelastung verwendet werden.*

*Möglichkeit 4 Wie Möglichkeit 3, jedoch unter Zuordnung von Nennanteilen an der Schallenergieemission auf zwei verschiedenen Höhen (0,0 m und 0,5 m über dem Schienenkopf) entsprechend dem Anteil der Gleise und der Fahrzeuge an der Lärmbelastung, wobei bestimmte Standardwerte angenommen werden (Ref. 9).*

*Möglichkeit 5 Wie Möglichkeit 3, jedoch mit Standard-Nennwerten für die tatsächliche kombinierte Rauheit von Rädern und Gleisen sowie mit Standard-Nennwerten für die Übertragungsfunktionen zwischen der kombinierten Rauheit und dem jeweiligen Anteil von Fahrzeugen und Gleisen an der Schallenergie. **(Hinweis: Der Begriff „tatsächlich“ wird verwendet, weil die***

### **Kontaktfilterwirkungen der Rad-Schienen-Schnittstelle berücksichtigt werden.)**

- Möglichkeit 6* Wie Möglichkeit 3, wobei jedoch die kombinierte tatsächliche Rauheit durch indirekte Messverfahren (z.B. PBA-Software (PBA = Pass By-Analyse) ermittelt wird und Standard-Nennwerte für die Übertragungsfunktionen zwischen der kombinierten Rauheit und dem jeweiligen Anteil von Fahrzeugen und Gleisen an der Schallenergie verwendet werden (Ref. 10).
- Möglichkeit 7* Wie Möglichkeit 3, wobei jedoch die Rauheit von Rädern und/oder Gleisen direkt gemessen wird (ggf. unter Annahme von Standardwerten, wenn einer dieser Parameter nicht verfügbar ist) und unter Berücksichtigung von Kontaktfilterwirkungen; außerdem werden Standard-Nennwerte für die Übertragungsfunktionen zwischen der kombinierten Rauheit und dem jeweiligen Anteil von Fahrzeugen und Gleisen an der Schallenergie verwendet (Ref. 10).
- Möglichkeit 8* Wie Möglichkeit 3, wobei jedoch mindestens eines der folgenden Werkzeuge (bzw. ein ähnliches Werkzeug) zur Ermittlung der kombinierten effektiven Rauheit und der Übertragung aufgrund dieser Rauheit sowie jeweils des Anteils von Fahrzeugen und Gleisen an der Schallenergie zur Anwendung kommt: PBA-Software/VTN-Software (VTN = vibroakustische Messung des Gleislärms)/MISO-Software (MISO = Multiple in Single Out) (Ref. 10).
- Möglichkeit 9* Wie Möglichkeit 3, wobei jedoch die Rauheit der Räder und/oder Gleise direkt bestimmt und mit mindestens einem Verfahren wie z.B. PBA die kombinierte effektive Rauheit gemessen wird (wenn auf direktem Wege nur entweder die Rauheit der Räder oder die Rauheit der Gleise ermittelt werden konnte, eine direkte Messung beider Parameter aber nicht möglich war); anschließend ist mit mit einer VTN-/MISO-Software (Ref. 10) die Übertragung aufgrund dieser Rauheit sowie jeweils des Anteils von Fahrzeugen und Gleisen an der Schallenergie zu messen. (Insbesondere dann, wenn die Rauheit sowohl der Räder als auch der Gleise direkt gemessen werden kann, werden auf diese Weise die Ursachen von Rollgeräuschen wahrscheinlich am genauesten bestimmt.)

### **Empfehlungen der WG-AEN 2**

WG-AEN empfiehlt, dass die Mitgliedstaaten, die bei der Erstellung strategischer Lärmkarten von RMVR 1996 ausgehen möchten, ihre Züge

anhand einer der ersten drei im vorstehenden Abschnitt Diskussion dargestellten Möglichkeiten beschreiben. Im Interesse der Konsistenz mit den übrigen Empfehlungen in diesem Positionspapier wird Möglichkeit 3 bevorzugt. Mit diesem Verfahren wird für jede Eisenbahn eines Mitgliedstaats auf den Gleisen dieses Mitgliedstaats eine einzige Lärmpegelbeschreibung verwendet; außerdem stellt dieses Verfahren unter den ersten drei Möglichkeiten die genaueste dar. Zweite Wahl wäre Möglichkeit 2. Wenn jedoch die Ermittlung getrennter Daten zur Lärmemission von Fahrzeugen und Gleisen für erforderlich gehalten wird, muss eine der Möglichkeiten 4 bis 9 (ausgehend von Verfahren B) verwendet werden.

## 2.21 Rauheit der Gleise

### Gegenstand

Die wichtigste Lärmquelle beim rollenden Material ist der an der Rad-Schiene-Schnittstelle entstehende Lärm. Die Reduzierung dieses Lärms ist teilweise Gegenstand von Richtlinien wie z.B. 96/48/EG (Ref. 11) und 2001/16/EG (Ref. 12) betreffend die Interoperabilität des rollenden Materials im transeuropäischen Bahnsystem. Die Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) für neue Fahrzeuge geben strengere Grenzwerte für die Schallemission vor, enthalten geeignete Vorschriften für die Wartung des Materials und berücksichtigen sogar die Möglichkeit der Nachrüstung von Bremsklötzen.

### Diskussion

*Die Schallemission gut gewarteter Gleise und Räder kann um 10 oder mehr dB geringer sein als bei ähnlichem mangelhaft gewartetem Material. Entsprechend ist von entscheidender Bedeutung, dass die richtigen Daten zur Beschaffenheit der Gleise erfasst und verwendet werden. Bevor eine Methode zur Berechnung des durch Züge hervorgerufenen Verkehrslärms verwendet wird, muss geprüft werden, wie die Methode die Rauheit der Schienen berücksichtigt. Eine Berücksichtigung der Rauheit sollte im Idealfall für sämtliche Gleisabschnitte erfolgen.<sup>7</sup>*

### Empfehlungen der WG-AEN

Die WG-AEN empfiehlt, vorhandene Daten zur Rauheit der Gleise bei der Berechnung von Lärmkarten zu verwenden, wenn die jeweils ausgewählte Berechnungsmethode dies zulässt. Wenn keine Daten verfügbar sind, sollten gewisse einzelstaatliche Durchschnittswerte festgelegt werden. Sind Daten vorhanden, kann von den jeweiligen einzelstaatlichen Leitlinien zur Rauheit der Gleise ausgegangen werden.

---

<sup>7</sup> Das lokal begrenzte Nachschleifen der Gleise kann sehr wirksam zur Reduzierung der Rollgeräusche beitragen, wenn die Räder der eingesetzten Züge glatt sind und die Gleise starke Riefen aufweisen. Die Umsetzung von Strategien zum Schleifen von Gleisen mit der typischen Rauheit des gesamten Schienennetzes hingegen wird allgemein weitaus weniger hilfreich sein.

## 2.22 Straßenbahnen und die Schalleistungspegel von Straßenbahnen und leichten Schienenfahrzeugen

### Gegenstand

In Stadtgebieten in ganz Europa sind zahlreiche unterschiedliche LRT-Systeme (LRT = *Light Rail Transport*) im Einsatz; häufig ist jedoch schwer zu entscheiden, was als LRT-System und was als „normales Eisenbahnsystem“ einzustufen ist.

Der von LRT-Systemen verursachte Lärm besteht vorwiegend aus Rollgeräuschen, die mit Standardmethoden berechnet werden können. Quietschgeräusche, die bei LRT-Systemen ein gravierendes Problem darstellen können, sind schwieriger zu bestimmen.

### Diskussion

*Bei LRT-Systemen ist grob zwischen Fällen zu unterscheiden, in denen LRV (Light Rail Vehicles = leichte Schienenfahrzeuge) auf eigenen Gleisen betrieben werden, und Fällen, in denen LRV Strecken mit sonstigen Straßenfahrzeugen gemeinsam nutzen. Manchmal werden dieselben LRV in Stadtzentren als U-Bahnen (auf Schotter oder auf Fahrbahnplatten), unmittelbar außerhalb der Stadtzentren als Straßenbahn (mit in der Straßendecke geführten Gleisen) und im Umland (wieder auf Schotter) eingesetzt.*

Zwei Fragen sind zu klären:

1. Wie werden die Lärmemissionen von LRT-Systemen berechnet?
2. Wie werden Lärmkarten zu LRT-Systemen erstellt?

#### 1. Berechnung der Lärmemission

*Zur Erstellung strategischer Lärmkarten werden Schalleistungspegel für LRT benötigt. Da in Europa viele unterschiedliche LRV-Typen eingesetzt werden, sind die entsprechenden Daten vielleicht nicht immer verfügbar. Bei LRV auf Schotter werden die Daten mit Standardverfahren berechnet, und verschiedene Daten zur Lärmemission sind bereits verfügbar: Für in der Straßendecke geführte Bahnen („Straßenbahnen“) sind diese Daten weniger verbreitet, und unter Umständen müssen durch Messungen zusätzliche Daten beschafft werden.*

*Quietschgeräusche stellen häufig ein Problem dar, insbesondere bei Straßenbahnen und bei LRT-Systemen; bei einigen Systemen wurden allerdings erfolgreich verschiedene Lösungsansätze kombiniert. Zurzeit ist die Wirksamkeit dieser Lösungen schwer prognostizierbar, und Erfolge bei der Eindämmung von Quietschgeräuschen bereits im Entwicklungsstadium sind nicht immer garantiert. Meist sind Quietschprobleme auf enge Kurven zurückzuführen; in vielen Städten und insbesondere in historischen Stadtkernen können enge Kurven aber nicht immer vermieden werden; in*

*diesen Fällen sind bei der Entwicklung als vorbildliche Verfahren zu berücksichtigen.*

## **2. Erstellung von Lärmkarten**

*LRV auf eigenen Gleisen können in den Karten wie sonstiger Eisenbahnlärm dargestellt werden. LRV auf in der Straßendecke geführten Gleisen könnten in den Karten entweder zusammen mit dem Straßenverkehr oder als eigene Quelle von Eisenbahnlärm erfasst werden. Wenn die LRV zusammen mit dem Eisenbahnlärm erfasst werden, müssen die Ergebnisse unter Umständen aufgeschlüsselt werden, um entsprechende Aktionspläne entwickeln zu können. Bei der Darstellung als eigene Lärmquelle kann sich eine komplexe Doppelexposition ergeben.*

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Die WG-AEN empfiehlt, dass in Stadtgebieten auf eigenen Gleisen betriebene LRT-Systeme als „normale Züge“ erfasst werden. Bei straßenbahnartigen Fahrzeugen, die gemeinsam mit dem Straßenverkehr auf Straßen geführt werden (häufig auf in die Straßendecke eingelassenen Schienen), bleibt den Mitgliedstaaten überlassen, ob sie diese Fahrzeuge zusammen mit dem Straßenverkehr oder getrennt darstellen möchten. In beiden Fällen sollte die entstehende Lärmexposition getrennt erfasst werden, um geeignete Aktionspläne entwickeln zu können.

Informationen zu den durch Straßenbahnen und LRT hervorgerufenen Lärmpegeln sind häufig bei den Betreibern der Systeme erhältlich; wenn die Schalleistungspegel in den Daten nicht bereits enthalten sind, können die entsprechenden Werte im Allgemeinen leicht umgerechnet werden. Sind diese Informationen jedoch nicht verfügbar, empfiehlt die WG-AEN, gemäß Toolkit 8 zu verfahren. Die Schallausbreitung sollte bei LRT auf Schotter nach den für den Eisenbahnverkehr beschriebenen Verfahren berechnet werden; bei in der Straßendecke geführten Straßenbahnen sollte die Schallausbreitung wie beim Straßenverkehr ermittelt werden.

### **2.23 Geschwindigkeiten von Zügen (und Straßenbahnen)**

#### **Gegenstand**

Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge ist ein wichtiger Parameter bei der Berechnung der Lärmemissionen von Eisenbahnen und Straßenbahnen.

#### **Diskussion**

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf einem Gleisabschnitt kann auf einem Eisenbahnkorridor abhängig von den örtlichen Gegebenheiten sowie von Gleis zu Gleis sehr unterschiedlich sein. Außerdem fahren nicht alle Eisenbahnen/Straßenbahnen mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Die vorgesehenen Geschwindigkeiten beinhalten häufig eine gewisse Toleranz, um gegebenenfalls kleinere Verspätungen aufholen zu können. Güterzüge fahren auf denselben Gleisen im Allgemeinen langsamer als Personenzüge.



Häufig sind zuverlässige Daten zur Geschwindigkeit der Züge nur schwer zu beschaffen; dies gilt insbesondere für Güterzüge.

Die Leitlinien für die bei der Erstellung strategischer Lärmkarten zu verwendende Berechnungsmethode sollten dahingehend überprüft werden, ob für die Methode die Geschwindigkeit auf den einzelnen Gleisabschnitten oder die Durchschnittsgeschwindigkeit der Gesamtstrecken berücksichtigt werden muss.

### **WG-AEN-Empfehlung**

Die WG-AEN empfiehlt, gemäß Toolkit 9 zu verfahren, wenn keine zuverlässigen Daten zur Geschwindigkeit von Zügen und Straßenbahnen verfügbar sind.

## **2.24 Haupteisenbahnstrecken mit weniger als 60 000 Zügen pro Jahr auf gewissen Streckenabschnitten**

### **Gegenstand**

Gemäß der END sind in der ersten Runde für alle Eisenbahnstrecken mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 60 000 Zügen pro Jahr Lärmkarten zu erstellen. Allerdings wird nicht näher erläutert, wie zu verfahren ist, wenn das Verkehrsaufkommen auf einigen (häufig kleinen) Abschnitten dieser Eisenbahnstrecken unter die Anzahl von 60 000 fällt.

### **Diskussion**

Fraglich ist, wie verfahren werden soll, wenn eine Haupteisenbahnstrecke mit im Allgemeinen mehr als 60 000 Zügen pro Jahr einige (häufig kürzere) Streckenabschnitte enthält, auf denen weniger als 60 000 Züge pro Jahr fahren.

Zur Behandlung dieser Situationen bestehen offenbar drei Möglichkeiten:

*Möglichkeit 1: Es kann die gesamte Eisenbahnstrecke einschließlich **aller** Abschnitte mit einem Aufkommen von weniger als 60 000 Zügen pro Jahr unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anzahl der Züge in den einzelnen Abschnitten dargestellt werden. Diese Möglichkeit wäre die kohärenteste Verfahrensweise, da die Eisenbahnstrecke vollständig erfasst und bei der Bewertung der Pläne berücksichtigt werden kann. Allerdings kann diese Möglichkeit mit einem höheren Arbeitsaufwand verbunden sein als die Möglichkeiten 2 und 3.*

*Möglichkeit 2: Es werden ausschließlich die Abschnitte der Eisenbahnstrecke abgebildet, in denen ein Aufkommen von über 60 000 Zügen jährlich besteht; dabei wird ebenfalls jeweils die tatsächliche Anzahl der Züge in den einzelnen Abschnitten berücksichtigt. Diese Möglichkeit ist vielleicht weniger arbeitsaufwändig als Möglichkeit 1; wenn jedoch die betreffenden Streckenabschnitte sehr kurz sind, müssen bei dieser Möglichkeit zahlreiche*



separate Lärmkarten erstellt werden, die für ein koordiniertes Vorgehen weniger geeignet sind.

*Möglichkeit 3: Eisenbahnstreckenabschnitte mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 60 000 Zügen pro Jahr, die kürzere Zwischenabschnitte mit einem Aufkommen von unter 60 000 Zügen pro Jahr beinhalten, werden unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anzahl der Züge auf den einzelnen Abschnitten erfasst. Diese Möglichkeit grenzt den in den Karten darzustellenden Bereich ein, verhindert dafür aber auch kleine Unstimmigkeiten in den Karten. Ein Beispiel für den entsprechenden Ansatz bei Hauptverkehrsstraßen ist Abschnitt 2.11 zu entnehmen.*

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Die WG-AEN empfiehlt, Möglichkeit 3 zu verwenden; die Mitgliedstaaten sollten jedoch ihre eigenen Methoden für die Bestimmung zu berücksichtigender kürzerer Streckenabschnitte entwickeln.

## **2.25 Lärm von in Bahnhöfen haltenden Zügen**

### **Gegenstand**

Personenzüge, die in einem Bahnhof halten, können eine beträchtliche Lärmbelastung darstellen, während sie in den Bahnhof einfahren, auf dem Bahnhof halten und den Bahnhof wieder verlassen. Mit den üblichen Methoden zur Berechnung des Eisenbahnlärms kann dieser Lärm nicht immer ermittelt werden. Dies kann dazu führen, dass auf strategischen Lärmkarten in der Nähe von Bahnhöfen unrealistisch niedrige Lärmpegel ausgewiesen werden, insbesondere in der Umgebung von Bahnhöfen, in denen die meisten Personenzüge anhalten.

### **Diskussion**

*Wenn die von einem Mitgliedstaat verwendete Berechnungsmethode die Berechnung des von haltenden Zügen ausgehenden Lärms nicht zulässt, könnte der betreffende Mitgliedstaat bei verschiedenen Eisenbahntypen Lärmmessungen sowohl auf offener Strecke als auch beim Anhalten in Bahnhöfen vornehmen, um dann eine typische Geschwindigkeit abzuleiten, mit der sich bei Anwendung der eingesetzten Berechnungsmethode ähnliche Lärmpegel ergeben würden wie die Lärmpegel, die von einer Eisenbahn des jeweiligen Typs beim Anhalten in einem Bahnhof erzeugt werden. Alternativ könnte ein Mitgliedstaat auch die zu verwendende Geschwindigkeit für alle anhaltenden Züge ableiten oder schätzen. Offenbar ist ein Geschwindigkeitsäquivalent von 40 km/h geeignet; dieser Wert wurde allerdings noch nicht durch genauere Forschungsarbeiten bestätigt.*

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Wenn ein Mitgliedstaat Lärmkarten für die Situation in der Umgebung von Bahnhöfen erstellen möchte und die gewählte Berechnungsmethode die

Berechnung des durch in Bahnhöfen haltende Züge verursachten Lärms nicht vorsieht, kann für diese Züge außerhalb von Bahnhöfen ein Geschwindigkeitsäquivalent von 40 km/h angenommen werden. In diesem Fall wäre allerdings zu entscheiden, für welchen Gleisabschnitt dieses Geschwindigkeitsäquivalent angenommen werden sollte.

## 2.26 Geographische Fehler bei der Darstellung von Schienenverläufen

### Gegenstand

Die im Besitz der für Eisenbahnen zuständigen Stellen befindlichen Daten zum Verkehrsaufkommen, zur Zusammensetzung und zur Geschwindigkeit des Eisenbahnverkehrs, die zur Erstellung von Lärmkarten mit Hilfe von Berechnungen benötigt werden, müssen einem digitalen Schienennetzmodell zugeordnet/zugewiesen werden, das für die Erstellung strategischer Lärmkarten hinreichend genau ist.

### Diskussion

*Die im Besitz der für Eisenbahnen zuständigen Stellen befindlichen Daten zum Verkehrsaufkommen, zur Zusammensetzung und zur Geschwindigkeit des Verkehrs können nicht immer auf ein digitales Schienennetzmodell übertragen werden. Selbst wenn eine Übertragung möglich ist, muss das Modell unter Umständen für die Erstellung strategischer Lärmkarten angepasst werden. Wenn keine Daten auf ein entsprechendes Modell übertragen werden, muss z.B. durch manuelle Digitalisierung ein Modell geschaffen werden. Zu klären bleibt, wie genau ein zur Erstellung strategischer Lärmkarten genutztes Schienennetzmodell sein muss.*

### Empfehlungen der WG-AEN

Nach Ansicht der WG-AEN sollte das digitale Schienennetz für die Erstellung strategischer Lärmkarten die ungefähre Mittellinie sämtlicher genutzter Gleise des Schienenkorridors enthalten; keine dieser Mittellinien sollte außerhalb des Schienenkorridors liegen.

## 2.27 Zuweisung von Zugbewegungen auf verschiedenen Gleisen in einem aus mehreren Gleisen bestehenden Schienenkorridor

### Gegenstand

Zur Erstellung strategischer Lärmkarten werden im Allgemeinen weitere Informationen zur Anzahl der Gleise in einem mehrspurigen Schienenkorridor benötigt. Glücklicherweise sind diese Informationen im Allgemeinen verhältnismäßig einfach von den für die Eisenbahnen zuständigen Stellen zu beschaffen, aus Karten oder Luftaufnahmen zu entnehmen oder in Ortsbesichtigungen zu bestimmen. Bei der Bewertung der Lärmexposition müssen die Züge gewöhnlich insbesondere dann, wenn Wohneinheiten nahe an Schienenkorridoren mit mehreren Gleisen liegen, bestimmten Gleisen zugeordnet werden. Die meisten in den einzelnen Staaten verwendeten

Berechnungsmethoden sowie die empfohlene vorläufige Methode zur Berechnung von Eisenbahnlärm (Ref. 6) sehen diese Informationen vor bzw. können diese Informationen einbeziehen; die entsprechenden Daten sind unter Umständen aber nicht immer ohne weiteres erhältlich.

### **Diskussion**

*Meist müssten die für Eisenbahnen zuständigen Stellen in der Lage sein, Daten zu den Zugbewegungen so zur Verfügung zu stellen, dass die Zugbewegungen unterschiedlichen Gleisen zugeordnet werden können.*

*Wenn die Verteilung der Züge auf die verschiedenen Gleise nicht bekannt ist, könnten die Züge entweder mit einer statistischen Methode oder unter Berücksichtigung der jeweiligen lokalen Gegebenheiten zugewiesen oder gleichmäßig auf alle Gleise verteilt werden.*

*Alternativ könnten auch alle Züge bzw. die Mehrheit der Züge dem Gleis zugeordnet werden, das sich möglichst nahe an den jeweiligen Messköpfen befindet. Auf diese Weise würde das Worst-Case-Szenario erfasst.*

### **Empfehlungen der WG-AEN**

Wenn Daten bezüglich der Verteilung auf die verschiedenen Gleise verfügbar sind, empfiehlt die WG-AEN, diese Daten auch zur Erstellung strategischer Lärmkarten zu verwenden.

Sind keine Daten verfügbar, sollte die Anzahl der Züge unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten bzw. im ungünstigsten Fall zu gleichen Teilen (d.h. jeweils mit derselben Anzahl an Zügen) den verschiedenen Gleisen zugewiesen werden.

## **2.28 Hubschrauberlärm**

### **Gegenstand**

Hubschrauberlärm wird in der END nicht ausdrücklich genannt, kann jedoch sehr erheblich zur Lärmkulisse in Gebieten beitragen, in denen regelmäßig Hubschrauber eingesetzt werden, insbesondere in Ballungsräumen mit Hubschrauberlandeplätzen. Daher ist bei der Erstellung strategischer Lärmkarten in Ballungsräumen auch diese Lärmquelle in gewissem Umfang zu berücksichtigen.

### **Diskussion**

*Hubschrauberlärm kann vorwiegend aus „Bodenlärm“ bestehen (d.h. dem Lärm, der von Hubschraubern bei Abläufen im Terminal bzw. am Boden erzeugt wird).*

*Zu diesen Abläufen zählen Schweb- und Rollbetrieb sowie der Leerlauf mit drehenden Rotorblättern als Abläufe, die im Vergleich zu den eigentlichen*

*Fluglärm verursachenden Situationen nicht nur einige Sekunden, sondern über Minuten und somit sehr lange andauern. Da der Betrieb am Boden stärkere Lärmbelastungen darstellen kann als der Lärm im Flugbetrieb, kann der Anteil dieser Lärmexposition (an  $L_{den}/L_{night}$ ) erheblich sein.*

*Problematisch ist, dass der durch einen schwebenden Hubschrauber verursachte Lärm von der Höhe über dem Boden, von der Zuladung und vom Azimutwinkel des Hubschraubers sowie von den jeweiligen Windverhältnissen abhängen kann. (Bereits geringe Änderungen der Windverhältnisse können sich erheblich auf die für die Lärmentwicklung entscheidenden Strömungsverhältnisse an den Rotorblättern auswirken.) Außerdem hängt die Lärmausbreitung zwischen zwei Punkten am Boden von Geschwindigkeit und Richtung des Windes, von der Lufttemperatur und von der Feuchtigkeit ab (sowie davon, wie sich diese Parameter über dem Boden ändern). Maßgeblich sind ferner die lokale Topographie und die Bodenbeschaffenheit sowie ggf. vorhandene Gebäude oder sonstige Hindernisse.*

*Entsprechend wurden bei der Entwicklung zuverlässiger Methoden zur Modellierung von Lärmbelastungen nicht die gleichen Fortschritte erzielt wie bei Luftfahrzeugen mit starren Flügeln. Die empfohlene vorläufige Methode zur Berechnung von Fluglärm sieht keine Möglichkeit zur Einbeziehung von Hubschrauberlärm bei der Bewertung der Lärmemissionen in der Umgebung von Flughäfen vor.*

*Zur Berechnung von Hubschrauberlärm existiert allerdings das HNM (Helicopter Noise Model) Version 2.2 (Ref. 13); dieses Modell ist in einer Software der US-amerikanischen Flugbehörde (FAA = US Federal Aviation Authority) verfügbar. Diese Software kann bei der Bewertung von Hubschrauberlärm in der Umgebung von Hubschrauberlandeplätzen hilfreich sein. Die Software beruht auf dem INM (Integrated Noise Model) zur Ermittlung von Fluglärm (Ref. 14), unterscheidet sich aber dahingehend vom INM, dass es die komplexeren Abläufe bei Hubschrauberflügen berücksichtigen kann.*

*Außerdem hat die NASA in Zusammenarbeit mit dem US-amerikanischen Verteidigungsministerium das RNM (Rotorcraft Noise Model) (Ref. 15) entwickelt.*

*RNM Version 1.0 wurde für die Modellierung der Verhältnisse bei Schwenkrotoren entwickelt, die mit dem HNM nicht dargestellt werden können. Das HNM und RNM entsprechen zurzeit dem Stand der Technik bei der Modellierung von Hubschrauberlärm.*

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Zurzeit ist die WG-AEN nicht der Ansicht, dass ein einfaches Verfahren zur Berechnung von Hubschrauberlärm bei der Erstellung strategischer Lärmkarten empfohlen werden könnte. Wenn Mitgliedstaaten allerdings

Hubschrauberlärm in ihren Lärmkarten erfassen möchten, sollten das HNM eingesetzt oder vor Ort Lärmmessungen durchgeführt werden.

## 2.29 Lärm bei Abläufen in Verbindung mit Luftfahrzeugen ohne den Lärm aufgrund von Flugbewegungen und Lärm aus anderen Lärmquellen an Flughäfen<sup>8</sup>

### Gegenstand

Die END sieht Anforderungen für die Erstellung von Lärmkarten für alle Flughäfen in Ballungsräumen sowie für Großflughäfen außerhalb von Ballungsräumen vor. Außerdem wird in der END die Erstellung von Lärmkarten für industrielle Tätigkeiten in Ballungsräumen gefordert; dies bleibt allerdings in gewissem Umfang dem Ermessen der Mitgliedstaaten überlassen, da die END industrielle Tätigkeiten nicht klar definiert (siehe Artikel 3 Buchstabe a der END).

Damit stellen sich zwei Fragen: Welche Lärmquellen sollten für Flughafen in Ballungsräumen in den Karten dargestellt werden? Und: Welche Lärmquellen sollten für Flughäfen außerhalb von Ballungsräumen dargestellt werden?

### Diskussion 1

*Bei Flughäfen in Ballungsräumen sieht die END unmissverständlich vor, dass Straßen und Eisenbahnstrecken darzustellen sind [zumindest, wenn der jeweilige Beitrag zur Lärmbelastung mehr als 55  $L_{den}$  bzw. 50  $L_{night}$  beträgt] und dass diese Lärmquellen getrennt voneinander sowie getrennt von Lärmbelastungen durch Flugbewegungen (d.h. durch beim Starten, Fliegen und Landen entstehenden Lärm) abzubilden sind, die ebenfalls in den Karten ausgewiesen werden müssen. Das eigentliche Problem liegt in der Entscheidung, ob Lärm aufgrund von Abläufen an diesen Flughäfen, die nicht unmittelbar mit Flugbewegungen in Zusammenhang stehen oder durch den Verkehr auf Straßen und Eisenbahnstrecken verursacht werden, als Lärmquellen in der Industrie zu betrachten und in den Karten entsprechend darzustellen sind. Dies könnte z.B. die folgenden Lärmquellen betreffen: Rollbetrieb von Luftfahrzeugen, Hilfsaggregate und am Boden installierte Stromversorgungen, Tests zur Prüfung von Flugzeugmotoren, innerhalb der Sicherheitszone von Flughäfen betriebene Anlagen und Fahrzeuge und Fuhrparks (Kraffahrzeuge). Welche dieser Lärmquellen berücksichtigt werden, bleibt den Mitgliedstaaten überlassen.*

### Empfehlungen der WG-AEN 1

Die WG-AEN empfiehlt, Lärm in Verbindung mit sämtlichen Abläufen an allen Flughäfen in Ballungsräumen in den Lärmkarten darzustellen, insbesondere wenn der Beitrag zur Lärmbelastung mehr als 55  $L_{den}$  oder 50  $L_{night}$  beträgt. Lärm der nicht mit Flugbewegungen verbunden ist und nicht als Straßen- oder

---

<sup>8</sup> Für die Zwecke dieses Positionspapiers beinhaltet der Begriff Lärm in Verbindung mit Flugbewegungen Lärm, den Flugzeuge beim Starten, Fliegen und Landen erzeugen.

Eisenbahnverkehrslärm dargestellt wird, sollte als Industrielärm berücksichtigt und entsprechend so dargestellt werden, dass die vollständigen Auswirkungen sämtlicher Lärmquellen an den Flughäfen bewertet werden können.

## **Diskussion 2**

*Bei Großflughäfen außerhalb von Ballungsräumen sieht die END eindeutig vor, dass ergänzend zum durch Flugbewegungen bedingten Lärm (d.h. zu dem beim Starten, Fliegen und Laden erzeugten Lärm) ausschließlich **Hauptverkehrsstraßen** und **Haupteisenbahnstrecken** darzustellen sind und dass die entsprechenden Daten getrennt voneinander sowie getrennt vom durch Flugbewegungen verursachten Lärm abgebildet werden. Die Mitgliedstaaten sind jedoch nicht ausdrücklich verpflichtet, die Darstellung von Lärm aufgrund sonstiger Abläufe an diesen Flughäfen in Erwägung zu ziehen, die nicht unmittelbar mit Flugbewegungen bzw. Hauptverkehrsstraßen oder Haupteisenbahnstrecken in Verbindung stehen.*

## **Empfehlungen der WG-AEN 2**

Zumindest Lärm in Verbindung mit Flugbewegungen sowie von Hauptverkehrsstraßen und von Haupteisenbahnstrecken ausgehender Lärm ist für alle Großflughäfen außerhalb von Ballungsräumen darzustellen. Die WG-AEN empfiehlt jedoch, dass die Mitgliedstaaten die Möglichkeit in Erwägung ziehen, auch Lärm aufgrund sonstiger Abläufe darzustellen (Lärm im Rollbetrieb, Lärm aufgrund von Hilfsaggregaten und am Boden installierten Stromversorgungen, Lärm bei Tests zur Prüfung von Flugzeugmotoren, Lärm von innerhalb der Sicherheitszone von Flughäfen betriebenen Anlagen und Fahrzeugen, Fuhrparklärm usw.), insbesondere wenn der Anteil der betreffenden Lärmquellen an der Gesamtbelastung mehr als 55  $L_{den}$  bzw. 50  $L_{night}$  beträgt, damit die Auswirkungen dieser Flughäfen in vollem Umfang bewertet werden können.

## **2.30 Schalleistungspegel von Lärmquellen in der Industrie**

### **Gegenstand**

Die Schalleistungspegel von Lärmquellen in der Industrie werden benötigt, um die Lärmpegel und die Lärmexposition durch industrielle Tätigkeiten berechnen zu können.

### **Diskussion**

*Der Schalleistungspegel von Lärmquellen in der Industrie schwankt je nach Zeitpunkt häufig beträchtlich (z.B. je nach Uhrzeit, Tag und Jahreszeit). Außerdem sind die Schalleistungspegel vielleicht nicht bekannt.*

## Empfehlungen der WG-AEN

Die WG-AEN empfiehlt, gemäß Toolkit 10 zu verfahren, wenn die regelmäßigen Schwankungen des Schalleistungspegels einer Lärmquelle in der Industrie und/oder die eigentlichen Schalleistungspegel nicht bekannt sind.

### Ausbreitungsbezogene Aspekte

#### 2.31 Geländehöhen

##### Gegenstand

Häufig werden bei der Erstellung strategischer Lärmkarten Höhenkonturen mit einer vertikalen Auflösung von 5 oder 10 m berücksichtigt. Diese Auflösung ist jedoch nicht in jedem Fall hinreichend zur genauen Bestimmung der Schallausbreitung in der Nähe gewisser Lärmquellen wie z.B. Straßen oder Eisenbahnstrecken in Einschnitten oder auf Böschungen. In diesen Fällen muss u.U. die Geländehöhe in der Nähe der Lärmquelle mit einer Genauigkeit von 1 m angegeben werden.

##### Diskussion

*Die einfachste Methode zur Ermittlung besserer Informationen zur Geländehöhe besteht darin, dass Geländehöhen aus einem digitalen Geländemodell übernommen und aus diesen Daten ein exaktes akustisches Modell der Situation in der Nähe von auf Erhebungen oder in Einschnitten befindlichen Lärmquellen hergestellt wird.*

*Denkbar wären auch Methoden unter Einsatz von GPS oder LIDAR sowie Bestimmungen durch Photogrammetrie, manuelle Vermessung oder Sichtprüfung.*

## Empfehlungen der WG-AEN

Die WG-AEN empfiehlt, für die Erstellung strategischer Lärmkarten die genauesten verfügbaren oder zu beschaffenden Daten zu verwenden und gemäß Toolkit 11 zu verfahren. Weitere Hinweise, insbesondere zu Einschnitten und Böschungen, siehe Toolkit 12.

*Siehe auch Anhang 5 – Abschnitt „Höhe der Lärmquellen“ (Seite 111), Abschnitt „Geländehöhe“ (Seite 112) und Abschnitt „Geländemodellierung“ (Seite 118).*

#### 2.32 Geländetyp

##### Gegenstand

Die meisten Methoden zur Berechnung der Lärmexposition, die wahrscheinlich in der ersten Runde der Ausarbeitung strategischer Lärmkarten gemäß der END eingesetzt werden, enthalten gewisse Vorgaben



zur Berücksichtigung der durch die Beschaffenheit des Geländes bewirkten Dämpfung bei der Bewertung der Lärmausbreitung. Allerdings sind keine Hinweise betreffend die relative Bedeutung der Berücksichtigung des richtigen Geländetyps oder dahingehend verfügbar, wie bei unvollständigen oder völlig fehlenden Informationen zum Geländetyp zu verfahren ist. Außerdem wird nicht beschrieben, welche Mindestfläche der verschiedenen Geländetypen bei der in der END vorgesehenen ersten Runde der Ausarbeitung strategischer Lärmkarten zu berücksichtigen ist.

## **Diskussion**

*Bei vielen Prozessen zur Erstellung von Lärmkarten wurden bislang einheitliche Geländebeschaffenheiten jeweils für das gesamte Lärmmodell derart angenommen, dass die Ergebnisse auf dem „Worst-Case-Szenario für die Lärmausbreitung beruhen. Der Geländetyp ist jedoch ein wichtiger Faktor und kann erhebliche Auswirkungen auf den Lärmpegel haben. Allgemein müssen weitere Anstrengungen unternommen werden, um den Geländetyp in den Berechnungen der Lärmkarten zutreffender zu berücksichtigen. Wenn umfassende Daten zum Geländetyp fehlen, scheint die Verwendung von Standardwerten sinnvoll (z.B. harte Untergründe in Stadtgebieten und weiche Untergründe auf dem Land). Außerdem wäre wohl angemessen, kleinere Flächen mit abweichenden Merkmalen innerhalb größerer Flächen zu vernachlässigen.*

## **WG-AEN-Empfehlung**

Die WG-AEN empfiehlt, den Geländetyp gemäß Toolkit 13 zu ermitteln. Bei kleinen Flächen mit abweichenden Geländemerkmalen innerhalb größerer Flächen oder mit von angrenzenden größeren Flächen abweichenden Merkmalen wird empfohlen, Flächen erst ab einer Größe von 250 m<sup>2</sup> zu berücksichtigen. Außerdem könnte angemessen sein, lange, schmale Flächen (z.B. Randstreifen in Ballungsräumen) mit einer typischen Breite von weniger als 3 m oder schmale Straßen auf dem Land zu vernachlässigen.

*Siehe auch Anhang 5 – Abschnitt „ Geländetyp“ (Seite 112), Abschnitt „Modellierung akustischer Geländetypen“ (Seite 119) und Abschnitt „Geländemodellierung“ (Seite 118).*

## **2.33 Lärmschutzobjekte**

### **Gegenstand**

Eigens konstruierte Lärmschutzobjekte befinden sich im Allgemeinen verhältnismäßig nahe an der Lärmquelle und haben erhebliche Auswirkungen auf die Lärmausbreitung.

### **Diskussion**

*Eine geringe Änderung der Höhe oder des Abstandes eines Lärmschutzobjekts zu einer in der Nähe befindlichen Lärmquelle kann*



*erhebliche Auswirkungen auf den Lärmpegel haben. Daher sollte die Höhe der Lärmschutzobjekte grundsätzlich mit einer Genauigkeit von 0,5 m bestimmt werden. Der Verlauf eines Lärmschutzobjekts sollte mit einer Genauigkeit von 1 m ermittelt werden. Bei der Erstellung strategischer Lärmkarten können diese Anforderungen unter Umständen allerdings nicht erfüllt werden.*

### **Empfehlungen der WG-AEN**

Die WG-AEN empfiehlt nachdrücklich, dass sich die Mitgliedstaaten nach Kräften um die Beschaffung aktueller ortsspezifischer Daten bemühen, die typisch für die im Modell nachzubildende Fläche sind. Wenn keine genauen Informationen zum Verlauf und zur Höhe eigens gegen eine bestimmte Lärmquelle errichteter Lärmschutzobjekte bekannt sind, sollte gemäß Toolkit 14 verfahren werden.

Außerdem hält die WG-AEN bei der Erstellung strategischer Lärmkarten gemäß der END (die sich auf eine Höhe von 5 m beziehen müssen) im Allgemeinen für annehmbar, dass nicht eigens errichtete Hindernisse für die Schallausbreitung (z.B. kleine Gartenmauern, Zäune und Erdhügel) nicht berücksichtigt werden.

### **2.34 Gebäudehöhen**

#### **Gegenstand**

Die Höhe von Gebäuden kann sich insbesondere bei dichter Bebauung erheblich auf die Lärmausbreitung auswirken.

#### **Diskussion**

*Wenn irgend möglich, muss die genaue Höhe von Gebäuden ermittelt werden; die Beschaffung der entsprechenden Daten kann allerdings teuer sein, und die Methoden zur Ermittlung der Daten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Genauigkeit beträchtlich. Im Allgemeinen sind jedoch Informationen zur Anzahl der Geschosse (Etagen) der Gebäude verfügbar bzw. verhältnismäßig kostengünstig zu beschaffen.*

### **Empfehlungen der WG-AEN**

Die WG-AEN empfiehlt, gemäß Toolkit 15 zu verfahren, wenn keine genauen und zuverlässigen Daten zur Höhe von Gebäuden vorliegen oder beschafft werden können.

*Siehe auch Anhang 5 – Abschnitt „Gebäudehöhen“ (Seite 112) und Abschnitt „Informationen zur Gebäudehöhe“ (Seite 119).*

## 2.35 Vereinfachte Erfassung von Gebäudekonturen

### Gegenstand

Die Modellierung von Gebäudekonturen ist ein wichtiges Element bei der rechnergestützten Bestimmung der Lärmausbreitung; bei der rechnergestützten Bestimmung werden Gebäudekonturen als Vektorstrukturen dargestellt, welche die Schallausbreitung behindern, aber auch den Schall reflektieren oder absorbieren können.

### Diskussion

*Zur Ermittlung der Auswirkungen von Gebäudestrukturen und von Lärmschutzobjekten auf die Schallausbreitung sind komplexe Berechnungen erforderlich. Erschwert werden die Berechnungen noch durch die Tatsache, dass bei der digitalen Erfassung der Gebäudekonturen häufig äußerst vielfältige Details berücksichtigt werden. Im Interesse einer schnellen Ermittlung der benötigten Informationen muss daher im Allgemeinen das „digitale Gebäudemodell“ optimiert werden. Dies bedeutet, dass der Datensatz zur Beschreibung der Gebäudestrukturen (der Gebäudekonturen) vereinfacht werden muss. Eine zu starke Vereinfachung hat jedoch auch eine Einschränkung der Genauigkeit zur Folge. Insbesondere kann eine übermäßige Vereinfachung auch zu erheblichen Veränderungen bei der Erfassung der Gebäudekonturen führen.*

### Empfehlungen der WG-AEN

Die WG-AEN empfiehlt, bei der Erstellung strategischer Lärmkarten gemäß der END die allgemein verfügbaren Tools im GIS (sowie einige verfügbare Software-Programme zur Erstellung von Lärmkarten) zu nutzen, welche die Reduzierung von Gebäudekonturen und sonstigen Objekten vereinfachen, die sich auf die Schallausbreitung auswirken können (z.B. Lärmschutzobjekte). Die entsprechenden Funktionen könnten z.B. verwendet werden, um sämtliche Elemente einer Gebäudekontur zu entfernen, die weniger als 1 m hoch sind. Vor der Auswahl des endgültigen Modells sollte aufgrund von Testflächen bewertet werden, wie sich die verfügbaren Reduzierungsoptionen auf die endgültig berechneten Lärmpegel auswirken.

## 2.36 Zusammenfassung der Höhen verschiedener Gebäude sowie von Gebäuden mit ähnlicher Höhe

### Gegenstand

Häufig werden Gebäudehöhen zusammengefasst, um den Berechnungsaufwand bei der Erstellung von Lärmkarten zu reduzieren.

### Diskussion

*Gelegentlich muss einem Gebäude, das unterschiedlich hohe Elemente aufweist, eine einzige Höhe zugewiesen werden, um die Komplexität des*

*Lärmmodells und entsprechend die Berechnungszeit zu reduzieren. Zu demselben Zweck kann es auch angemessen sein, benachbarten Gebäuden mit ähnlicher Höhe eine einzige Höhe zuzuweisen.<sup>9</sup> Zur automatischen Ausführung beider Funktionen können im Allgemeinen die in den GIS enthaltenen Tools verwendet werden.*

### **Empfehlungen der WG-AEN**

Die WG-AEN ist der Ansicht, dass bei der Erstellung strategischer Lärmkarten einem Gebäude mit unterschiedlich hohen Elementen die Höhe des größten Gebäudeelements zugewiesen werden kann, wenn die Differenz zwischen den verschiedenen Höhen einen bestimmten Wert (z.B. 2 m) nicht überschreitet. Und bei allen benachbarten (miteinander verbundenen) Gebäuden mit ähnlicher Höhe (z.B. innerhalb einer Bandbreite von 2 m) kann allen Gebäuden die niedrigere Höhe zugewiesen werden. Um beurteilen zu können, wie sich die Zusammenführung mehrerer Gebäudegruppen vor der Freigabe für das Endmodell auf die endgültig berechneten Lärmpegel auswirken, wird die Ermittlung aufgrund von Testflächen empfohlen.

### **2.37 Tunnelöffnungen im Modell**

#### **Gegenstand**

Lärm in Verbindung mit dem Straßenverkehr, mit dem Eisenbahnverkehr und mit LRT-Systemen (LRT = *Light Rail Transit*) in Tunnels ist häufig auch außerhalb des Tunnels wahrnehmbar.

#### **Diskussion**

*Tunnelöffnungen könnten als Lärmquellen betrachtet werden. In praktisch allen Fällen entsteht der Lärm, der von in der Nähe befindlichen Messköpfen erfasst wird, jedoch vorwiegend außerhalb der Tunnels.*

### **Empfehlungen der WG-AEN**

Bei der Erstellung strategischer Lärmkarten braucht aus dem Inneren eines Tunnels ausgehender Lärm nicht berücksichtigt zu werden, und Tunnelöffnungen sollten im Modell als reflektierende Oberfläche dargestellt werden.

---

<sup>9</sup> Nach diesem Ansatz können auch Abstände zwischen Gebäuden vernachlässigt werden. Bei Wohngebäuden müssen diese Abstände wieder in das Modell aufgenommen werden, bevor den Gebäuden Menschen zugeordnet werden, um die entsprechende Lärmbelastung zu ermitteln.

## 2.38 Schallabsorption von Gebäudefassaden und von Lärmschutzobjekten

### Gegenstand

Schall breitet sich sowohl unmittelbar als auch durch Reflexion von Gebäuden und sonstigen Hindernissen aus. Der Anteil von Reflexionen an der Schallausbreitung hängt von Lage und Größe der Reflexionsfläche sowie vom Reflexionskoeffizienten der jeweiligen Fläche ab.

### Diskussion

*Die meisten Software-Programme zur Erstellung von Lärmkarten können Reflexionen erster oder zweiter Ordnung verarbeiten. Häufig sind allerdings die Absorptionskoeffizienten der reflektierenden Oberflächen nicht bekannt.*

### Empfehlungen der WG-AEN

Wenn keine spezifischen Daten zur Schallabsorption einer reflektierenden Fläche vorliegen, die gewählte Berechnungsmethode entsprechende Daten aber verarbeiten könnte, empfiehlt die WG-AEN, gemäß Toolkit 16 zu verfahren.

## 2.39 Berücksichtigung von Witterungseinflüssen und die Schallausbreitung fördernden Bedingungen

### Gegenstand

Gewisse Witterungsbedingungen (z.B. bestimmte Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten, Windturbulenzen, Feuchtwerte, Temperaturinversionen und Bewölkungsverhältnisse) können erhebliche Auswirkungen auf die Schallausbreitung haben. In Ballungsräumen wirken sich diese Bedingungen im Allgemeinen geringer aus als außerhalb von Stadtgebieten. Auch die Geländebeschaffenheit sowie Dämpfungen durch Hindernisse wirken sich bei gewissen Witterungsbedingungen unterschiedlich aus, und der Standort der Lärmquelle/des Messkopfs kann maßgeblich dafür sein, wie sich die Witterungsbedingungen auswirken (z.B. wenn sich die Lärmquelle/der Messkopf an einem freien, exponierten oder erhöhten Standort befindet). Zudem können sich die Witterungsbedingungen im Laufe eines Tages beträchtlich ändern. Tagsüber sind die Windgeschwindigkeiten z.B. gewöhnlich höher, und Temperaturinversionen treten häufiger bei Nacht auf. Im Allgemeinen schwankt der Umfang der Dämpfung einer Lärmbelastung abhängig von komplexen Zusammenhängen in Verbindung mit der Schallfrequenz, der Feuchte und der Temperatur.

### Diskussion

*Der Einfluss der Witterungsbedingungen auf die Schallausbreitung hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Einige dieser Einflüsse können einerseits dazu führen, dass der Schall absorbiert und vom Empfänger wegelenkt wird, und*

andererseits bewirken, dass die Schallübertragung zum Empfänger durch günstige Bedingungen sogar noch verstärkt wird. Da sich die Witterungsbedingungen im Laufe der Zeit erheblich ändern können, wirken sich diese Bedingungen unter Umständen von einem Tag zum anderen oder sogar von einer Stunde zur nächsten sehr unterschiedlich aus. Das Ausmaß, in dem die durchschnittlichen jährlichen Geräuschpegel beeinflusst werden, hängt zu einem großen Teil von den jeweils vorherrschenden Bedingungen ab. Die Schallausbreitung über Schneeflächen ist z.B. in Finnland von Bedeutung, kann in Sizilien aber vernachlässigt werden. Die END geht hauptsächlich vom jährlichen Durchschnitt der Einflussgrößen aus, und in den meisten Modellen werden auf Jahre, Tage oder Stunden bezogene Durchschnittswerte verwendet.

Bei gewissen Berechnungsmethoden können meteorologische Daten unter Umständen vernachlässigt werden. Für die künftig von allen Mitgliedstaaten anzuwendende harmonisierte Methode werden diese Informationen benötigt; entsprechend muss nun mit der Erfassung dieser Daten begonnen werden. Wenn nach Maßgabe der END Bewertungen bezogen auf Tage, Abend- oder Nachstunden vorzunehmen sind, müssen meteorologische Daten für diese Zeiträume jeweils getrennt ermittelt werden. Gewisse Witterungsbedingungen können tagsüber und nachts sehr unterschiedlich sein (z.B. höhere Windgeschwindigkeiten bei Tag und Temperaturinversionen bei Nacht). In diesen Fällen sind Durchschnittswerte für einen Zeitraum von 24 Stunden unter Umständen nicht angemessen.

In dicht besiedelten Stadtgebieten haben die Witterungsbedingungen wegen der dichten Bebauung, der unterschiedlich breiten Straßen usw. im Vergleich zu anderen Variablen keine überwiegende Bedeutung für die Schalldruckpegel und können meist außer Acht gelassen werden. Ausnahmen bilden allerdings große Freiflächen, Fluglärm und erhöhte Lärmquellen/Empfängerpositionen. Die meisten für die Schallausbreitung wesentlichen Witterungsbedingungen können verschiedenen „Stabilitätsklassen“ zugeordnet werden. Diese Stabilitätsklassen können in einigen Berechnungsmethoden als Kategorien verwendet werden. Im Folgenden werden kurz die für die Schallausbreitung maßgeblichen Witterungsbedingungen zusammengefasst. Allerdings sollte berücksichtigt werden, dass zurzeit ausschließlich günstige (d.h. für die Schallausbreitung von der Schallquelle zum Empfänger vorteilhafte) und neutrale Bedingungen im Modell dargestellt werden können. Ungünstige Bedingungen werden als neutrale Bedingungen dargestellt (Ref. 5).

### **Ausbreitungsbezogene Aspekte**

- **Feuchte und Temperatur**

Die Absorption in der Atmosphäre hängt von der Schallfrequenz, der relativen Feuchte, der Temperatur und dem Luftdruck ab, steigt mit zunehmendem Abstand linear und ist umso wichtiger, je größer die Entfernung ist, über die sich der Schall ausbreitet. Bei niedriger relativer Feuchte und Temperatur erfolgt nur eine sehr geringe Dämpfung. Monatliche und tägliche Schwankungen der relativen Feuchte und der Temperatur haben erhebliche

Veränderungen der Absorption in der Atmosphäre zur Folge. In der Regel erreicht die relative Feuchte den Höchstwert kurz nach Sonnenaufgang und den Mindestwert am Nachmittag (bei der höchsten Tagestemperatur). Die Schwankungen im Laufe eines Tages sind im Sommer am ausgeprägtesten. Gelegentlich werden in den Prognosen Durchschnittswerte für die verschiedenen Feuchte- und Temperaturbedingungen zugrunde gelegt. Da sich allerdings für zwei durchaus unterschiedliche Konstellationen identische Durchschnittswerte ergeben können, sind fehlerhafte Berechnungen nicht auszuschließen. Entsprechend müssen langfristige Durchschnittswerte für verschiedene Zeiträume innerhalb eines Zeitraums von 24 Stunden (d.h. für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht) verwendet werden.

- **Windgeschwindigkeit/Windrichtung**

Die Richtung und die Geschwindigkeit, mit der sich Schallwellen ausbreiten, kann von den Witterungsbedingungen abhängen; daher können sich an denselben Standorten zu unterschiedlichen Zeitpunkten verschiedene Lärmpegel ergeben. Bei windigem Wetter werden Schallwellen im Allgemeinen in Windrichtung abgelenkt. Abwärtswinde sind günstiger für die Schallausbreitung, und die Lärmpegel sind bei Abwärtswinden im Allgemeinen beträchtlich höher als bei Querwinden oder bei Aufwärtswinden. Aus diesem Grund müssen die meteorologischen Daten repräsentativ für die durchschnittliche Langzeitsituation sein. Beim Ableiten der durchschnittlichen Bedingungen für die verschiedenen Windrichtungen sollte für jede Windrichtung eine eigene Statistik angegeben werden. Entsprechend müssen langfristige Durchschnittswerte für verschiedene Zeiträume innerhalb eines Zeitraums von 24 Stunden (d.h. für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht) verwendet werden.

- **Turbulenzen**

Turbulenzen können sich in zweierlei Hinsicht auf die Schallausbreitung auswirken. Erstens beeinflussen Temperaturschwankungen die Geschwindigkeit der Schallausbreitung. Und zweitens entstehen durch turbulente Geschwindigkeitsänderungen zusätzliche zufällige Verzerrungen der Schallwellenfront. Turbulenzen streuen den Schall in Schallschattenzonen und verursachen Schwankungen der Phase und der Amplitude von Schallwellen; dabei werden die normalerweise auftretenden Interferenzen zwischen mehreren beim Empfänger ankommenden Schallwellen neutralisiert. Entsprechend ergeben sich in den Fällen, in denen Frequenzen auf hartem Untergrund vollständig reflektiert werden, höhere Geräuschpegel. Bei niedrigen Frequenzen und Entfernungen von nur einigen Hundert Metern in einem freien Schallfeld können die Auswirkungen der Turbulenzen vernachlässigt werden.

- **Inversionen**

Temperaturinversionen begünstigen die Schallausbreitung und sind möglicherweise der wichtigste meteorologische Faktor für den Pegel des sich auf freien Flächen und über mittlere bis große Entfernungen ausbreitenden Schalls. Inversionen, bei denen die Temperatur mit zunehmender Höhe nicht zurückgeht, sondern sogar noch ansteigt, haben auf die Schallausbreitung die

*gleiche Wirkung wie „flache Wolkendecken“. (Wolkendecken bewirken z.B. häufig, dass die Schallwellen zum Untergrund hin abgelenkt werden.)*

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Die WG-AEN empfiehlt, gemäß Toolkit 17 zu verfahren, wenn für ein Verfahren zur Lärmberechnung Daten zu etwaigen die Schallausbreitung begünstigenden Bedingungen (z.B. Temperaturinversionen oder Abwärtswinde) benötigt werden.

Eine Vorgehensweise gemäß Toolkit 18 wird empfohlen, wenn für ein Verfahren zur Lärmberechnung Daten zur Feuchte und zur Temperatur benötigt werden.

**Die WG-AEN empfiehlt jedoch nachdrücklich, dass sich die Mitgliedstaaten nach Kräften um die Beschaffung aktueller ortsspezifischer Daten bemühen, die typisch für die im Modell nachzubildende Fläche sind.** Außerdem wird vorgeschlagen, Datensätze für die jährlichen Durchschnittsbedingungen bei Tag, am Abend und in der Nacht zu entwickeln.

## **Empfängerbezogene Aspekte**

### **2.40 Berechnungshöhe**

#### **Gegenstand**

In den Anhängen I und IV der END ist für die Erstellung strategischer Lärmkarten eine Berechnungshöhe (Ermittlungshöhe) von 4 m über dem Boden vorgesehen. Gegebenenfalls kommen noch weitere Ermittlungshöhen in Betracht.

#### **Diskussion**

*Unter gewissen Umständen führt eine Ermittlungshöhe von 4 m bei der Erstellung strategischer Lärmkarten zu erheblichen Ungenauigkeiten bei der Bewertung der Lärmexposition. Wenn z.B. hohe Wohngebäude in der Nähe befindlichen erhöhten Lärmquellen ausgesetzt sind, wird die Exposition wahrscheinlich unterschätzt, und wenn einstöckige Wohngebäude (die in den nordischen Ländern weit verbreitet sind) in der Nähe von Lärmquellen im Landverkehr errichtet wurden, wird die Belastung wahrscheinlich überschätzt, insbesondere, da die lärmmindernde Wirkung von Lärmschutzobjekten oder die durch den Untergrund gegebene Dämpfungswirkung zu gering eingeschätzt wird.*

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Die WG-AEN ist der Ansicht, dass für die Erstellung von Lärmkarten für einzelstaatliche Zwecke weitere Darstellungen ausgewählter Gebiete bei



unterschiedlichen Ermittlungshöhen benötigt werden könnten. Dies könnte auch für die Entwicklung von Aktionsplänen erforderlich sein.

## 2.41 Am stärksten lärmbelastete Fassade

### Gegenstand

Gemäß Anhang I Absatz 1 der END müssen sich die Ermittlungspunkte für die Erstellung strategischer Lärmkarten an der am stärksten lärmbelasteten Fassade befinden; für diesen Zweck ist dies die Außenwand, die der jeweiligen Lärmquelle zugewandt ist und sich am nächsten an der Lärmquelle befindet.

### Diskussion

*Im genannten Text wird die am stärksten lärmbelastete Fassade nicht nach dem Lärmpegel, sondern unter geometrischen Aspekten definiert. Wenn dies allerdings wörtlich genommen wird, ist die am stärksten lärmbelastete Fassade manchmal **nicht** identisch mit der durch eine Lärmquelle einer bestimmten Kategorie am stärksten belastete Fassade. Dies gilt z.B. dann, wenn ein Gebäude Straßenverkehrslärm von mehreren Straßen ausgesetzt ist.*

### Empfehlungen der WG-AEN

Als am stärksten lärmbelastete Fassade sollte die Fassade angenommen werden, die am stärksten durch den von der jeweils berücksichtigten Kategorie (z.B. dem Straßenverkehr) ausgehenden Lärm belastet ist.

## 2.42 Ruhige Fassade

### Gegenstand

Nach Anhang VI Absätze 1.5 und 1.6 der END ist eine Fassade dann als „ruhig“ einzustufen, wenn  $L_{den}$  mehr als 20 dB unter dem Wert der Fassade mit dem höchsten Wert für  $L_{den}$  derselben Wohneinheit liegt.

### Diskussion

*Nach der vorstehenden Definition könnte eine ruhige Fassade verhältnismäßig hohen Lärmpegeln ausgesetzt sein. Eine Fassade, die z.B. einem  $L_{den}$  von 60 dB ausgesetzt ist, könnte als ruhig betrachtet werden, wenn für die am stärksten lärmbelastete Fassade derselben Wohneinheit ein  $L_{den}$ -Wert von 81 dB ermittelt wurde. Daher wäre angemessen, eine obere Lärmgrenze für ruhige Fassaden festzulegen.*

### Empfehlungen der WG-AEN

Bei „ruhigen“ Fassaden sollte  $L_{den}$  maximal 55 dB betragen.

## 2.43 Ermittlungspunkt (Rasterabstand, Darstellung von Konturen und Reflexionen)

### Gegenstand

Als Ermittlungspunkt wird ein physikalischer Standort bezeichnet, an dem Lärmpegel berechnet oder gemessen werden müssen, um Daten gemäß den Anforderungen der END zu erstellen.

### Diskussion

*Einige Begriffe in der END müssen sorgfältig berücksichtigt werden, um die erforderliche Konsistenz bei der Berechnung der Lärmpegel unter den jeweiligen Gegebenheiten sicherzustellen:*

*In Anhang I Absatz 1 der END heißt es, die Ermittlungspunkte müssen sich „an [im Englischen „on“, im Deutschen auch als „auf“ zu übersetzen] der am stärksten lärmbelasteten Fassade“ befinden, und für die Bestimmung der Lärmpegel (an den Ermittlungspunkten anhand der Parameter  $L_{den}$  und  $L_{night}$  dürfe nur der einfallende Schall berücksichtigt werden. Dabei ist nicht genau klar, was die Präposition „an“ [im Englischen „on“] bedeutet. In Anhang VI Absatz 1.5 der END wird der Begriff „an [im Englischen „at“] der am stärksten lärmbelastete Fassade“ verwendet.*

*Eine andere Beschreibung ist in Anhang VI den Absätzen 1.5 und 2.5 zu entnehmen; dort wird der Begriff der „ruhigen Fassade“ erläutert.<sup>10</sup> Eine ruhige Gebäudefassade ist eine Fassade, an der  $L_{den}$  (oder  $L_{night}$ ) gemessen „in einem Abstand [...] von 2 m von der Fassade für den Lärm aus einer bestimmten Lärmquelle, um mehr als 20 dB unter dem Wert liegt, der an der Fassade mit dem höchsten  $L_{den}$ -Wert (bzw. mit dem höchsten  $L_{night}$ -Wert) gemessen wurde.“*

*Eine weitere Komplikation ergibt sich aus der Tatsache, dass die Lärmpegel an Rasterpunkten ermittelt werden müssen, um zu bestimmten in der END geforderten Daten zu gelangen (z.B. zum Erstellen von Lärmkonturen („Linien“) gemäß Anhang VI Absatz 2.7 der END).*

*Nach dem Wortlaut der genannten Abschnitte müssten die Lärmpegel  $L_{den}$  und  $L_{night}$  offenbar in drei Datensätzen berechnet werden, um die Anforderungen der END zu erfüllen:*

- *Datensatz 1: Berechnung der Lärmpegel an [at] bzw. auf [on] den Ermittlungspunkten an Gebäudefassaden zur Bestimmung der Lärmpegel auf der am stärksten lärmbelastete Fassade; dabei werden Reflexionen von der betreffenden Fassade nicht berücksichtigt.*

---

<sup>10</sup> Es wird darauf hingewiesen, dass die Bereitstellung von Daten für die Europäische Kommission betreffend die Anzahl der in Wohneinheiten mit ruhiger Fassade lebenden Personen keine verbindliche Anforderung der END ist.

- *Datensatz 2: Berechnung der Lärmpegel an Rasterpunkten, die nicht mit Fassaden verbunden sind und die daher auch wahlweise sämtliche Reflexionen (abhängig von der verfügbaren Rechenleistung und dem verfügbaren Zeitrahmen) oder keinerlei Reflexionen beinhalten können; diese rasterbezogenen Lärmpegel können dann zur Erstellung der an die Europäische Kommission zu übermittelnden Lärmkonturen (siehe Anhang VI Absatz 2.7 der END) verwendet werden. Auch diese Karten oder sonstige Kartentypen, die aus den Konturkarten abgeleitet wurden (z.B. Konfliktkarten), können die Mitgliedstaaten verwenden, um der einzelstaatlichen Öffentlichkeit und den einzelstaatlichen Entscheidungsträgern Informationen zur Verfügung zu stellen; und schließlich*
- *Datensatz 3: Berechnung der Lärmpegel an Bewertungspunkten im Abstand von 2 m von Gebäudefassaden zur Ermittlung ruhiger Fassaden; diesbezüglich geht aus der END nicht hervor, ob diese Berechnungen Reflexionen von der betreffenden Fassade beinhalten sollten.*

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Als pragmatische Orientierungshilfe schlägt die WG-AEN in Anerkennung der Tatsache, dass die Mitgliedstaaten verschiedene Software-Programme mit unterschiedlichen Berechnungsoptionen einsetzen werden, um die geforderten Lärmpegel zu berechnen, folgende Möglichkeiten vor:

Die WG-AEN empfiehlt, dass die **Mitgliedstaaten nach Möglichkeit zwei Datensätze berechnen:**

(i) Ein Datensatz zur Zuweisung von Lärmpegeln zu Gebäuden

Für die Zuweisung von Lärmpegeln zu Gebäuden (und somit auch zu Menschen z.B. – in der Praxis – im Abstand von 0,1 m von der betreffenden Fassade) sollte der erste Datensatz (wenn die Software dies zulässt) Berechnungen der Lärmpegel an den Gebäudefassaden beinhalten. Bei diesen Berechnungen müssen Reflexionen von der betreffenden Fassade ausgeklammert werden, da die END fordert, dass sich die Pegel auf einfallenden Schall (auf einem „freien Schallfeld“) beziehen. Es wird empfohlen, zumindest Reflexionen erster Ordnung von anderen Fassaden oder sonstigen Objekten zu berücksichtigen. Ein Abstand von 3 m zwischen den Ermittlungspunkten dürfte angemessen sein.

Wenn diese Ermittlungspunkte in der verwendeten Software nicht automatisch erzeugt werden können (z.B. bei der Erstellung strategischer Lärmkarten umfangreicher Gebiete mit zahlreichen Gebäuden), sollten Lärmpegel an Rasterpunkten wie im Folgenden beschrieben verwendet werden, um Näherungswerte der Lärmpegel an den Fassaden zu erhalten. In diesem Fall sollte wegen der vorhandenen Gebäude und der dort lebenden Bewohner bei Ermittlung der Lärmexposition für alle rasterbezogenen Lärmpegel eine

Korrektur um minus 3 dB vorgenommen werden. Diese Anpassung um -3 dB stellt zwar einen Kompromiss dar und kann gewisse Ungenauigkeiten zur Folge haben; die WG-AEN hält diesen Ansatz in der ersten Runde der in der END vorgesehenen Ausarbeitung strategischer Lärmkarten jedoch für gerechtfertigt. Der Abzug 3 dB wurde entsprechend dem Hinweis in Anhang I der END betreffend Situationen festgesetzt, in denen die Lärmpegel in Gebäuden durch Messungen ermittelt werden.

## (ii) Ein Datensatz zur Erstellung von Lärmkonturen

Der zweite Datensatz enthält Berechnungen zur Erstellung von Lärmkonturen und zur Ermittlung von Bereichen, die von bestimmten Lärmereichen betroffen sind und rasterbezogen berechnet werden müssen. Diese Berechnungen sollten zumindest Reflexionen erster Ordnung beinhalten. Im Allgemeinen sollte der Rasterabstand in Ballungsräumen höchstens 10 m betragen. In offenen Gebieten außerhalb von Ballungsräumen können auch mit größeren Abständen annehmbare Genauigkeiten erzielt werden; in der Regel sollte auch dann ein Abstand von 20 m jedoch nicht überschritten werden. Bei der Messung von Fluglärm können Rasterabstände von bis zu 100 m annehmbar sein (da die Bedingungen über größere Flächen konstant bleiben und im Allgemeinen nur durch bedeutendere topographische Merkmale wie z.B. Berge beeinflusst werden).

An manchen Standorten, insbesondere in Stadtgebieten, kann die Verwendung von Rastern mit Abständen unter 10 m wünschenswert sein. Die Notwendigkeit der Verwendung engerer Raster kann insbesondere bei gegenüberliegenden Gebäuden an schmalen Straßen entstehen. Je nach Software-Optionen sollte dann entweder ein feineres Raster (gelegentlich u.U. bis zu einem Abstand von 2 m) oder ein von der Software erzeugter variabler Rasterabstand sinnvoll sein. Zwischen Rasterpunkten im Abstand von 10 m sollten feinere Raster **nicht** durch Interpolationen erzeugt werden, da akustische Aspekte bei den Interpolationen in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Ruhige Fassaden (für die Angaben nicht verbindlich vorgeschrieben sind) sind im Allgemeinen nicht unmittelbar größeren Lärmquellen zugewandt. Daher hält die WG-AEN es für hinreichend, Lärmpegel an diesen Fassaden<sup>11</sup> (nach einer der genannten Methoden) bezogen auf den in der END geforderten Abstand von 2 m von der Fassade zu berechnen. Auf diese Weise wird die Anzahl der zu berechnenden Werte von drei auf zwei reduziert und außerdem die Verwechslungsgefahr insbesondere für Nicht-Fachleute gemindert (siehe auch Abschnitt 2.42 „Ruhige Fassaden“).

Abschnitt 2.44 enthält Empfehlungen dahingehend, wie auf eine Fassade oder auf ein Raster bezogene Lärmpegel Wohngebäuden und den jeweiligen Bewohnern zugewiesen werden können.

---

<sup>11</sup> Der Ermittlungspunkt sollte etwas vor der Fassade liegen (z.B. 0,1 m), um sicherzustellen, dass der Ermittlungspunkt tatsächlich außerhalb des Gebäudes liegt.

## 2.44 Zuweisung von Lärmpegeln zu Wohneinheiten

### Gegenstand

Um die Lärmexposition von Gebäuden und entsprechend die Lärmexposition der Bewohner zu ermitteln, müssen Lärmpegel in den Wohneinheiten oder in der Nähe der Wohneinheiten berechnet werden.

### Diskussion

*Die Berechnung von Lärmpegeln an unterschiedlichen Ermittlungspunkten wurde in Abschnitt 2.43 erörtert; dort hat die WG-AEN empfohlen, dass die Zuweisung von Lärmpegeln zu Wohngebäuden oder zu Wohneinheiten aufgrund der entweder entlang der betreffenden Fassaden oder an einheitlichen Rasterpunkten berechneten Lärmpegel erfolgt.*

*Wenn Informationen zur Lage einzelner Wohneinheiten innerhalb eines Gebäudekomplexes mit mehreren Wohngebäuden verfügbar sind, sollte jede Wohneinheit als eigenes „Gebäude“ behandelt werden, und die entsprechenden Lärmpegel sollten den einzelnen Wohneinheiten zugewiesen werden. Sind derartige Informationen nicht verfügbar, müssen zunächst die Lärmpegel um das gesamte Gebäude bestimmt werden; anschließend wird der höchste Lärmpegel geschätzt, der sämtlichen Wohneinheiten im jeweiligen Gebäudekomplex zuzuweisen ist.*

### Empfehlungen der WG-AEN

#### *(i) Aus einer einzigen Wohneinheit bestehende Gebäude*

Wenn Lärmpegel in bestimmten Abständen um die Fassaden eines Gebäudes berechnet wurden<sup>11</sup> (in Abschnitt 2.43 genannte bevorzugte Möglichkeit), ist der höchste Gesamtlärmpegel zu bestimmen und der Wohneinheit gemäß der Empfehlung in Abschnitt 2.43 als Wert für die „am stärksten belastete Fassade“ zuzuweisen. Wenn gewünscht, wird der niedrigste Gesamtlärmpegel an einer anderen Fassade des jeweiligen Gebäudes bestimmt, um die optional anzugebende „ruhige Fassade“ zu ermitteln (sofern das Kriterium „um mehr als 20 dB unter dem Wert [...], der an der Fassade mit dem höchsten  $L_{den}$ -Wert gemessen wurde“ erfüllt ist).

Wenn Daten nur zu Rasterpunkten verfügbar sind, werden zunächst 3 dB wegen der Reflexion von der betreffenden Fassade abgezogen. Anschließend werden in ähnlicher Weise alle umgebenden Rasterpunkte in Beziehung zur Fassade gesetzt, wenn sich die Fläche um die betreffenden Rasterpunkte (d.h. ein Quadrat mit gleicher Seitenlänge wie der auf dem jeweiligen Rasterpunkt zentrierte Rasterabstand) mit der Fassade schneidet. Auch in diesem Fall wird wieder der höchste an den erfassten Rasterpunkten ermittelte Lärmpegel der Wohneinheit zugewiesen. Bei ruhigen Fassaden kann entsprechend der niedrigste Lärmpegel angenommen werden.

*(ii) Gebäude mit mehreren Wohneinheiten mit bekannter Lage innerhalb des Gebäudes*

Wenn Lärmpegel in bestimmten Abständen um eine Gebäudefassade berechnet wurden<sup>11</sup> (in Abschnitt 2.43 genannte bevorzugte Möglichkeit), ist der für sämtliche Punkte anzunehmende höchste Gesamtlärmpegel entlang allen Außenfassaden zu ermitteln und der Wohneinheit gemäß der Empfehlung in Abschnitt 2.43 als Wert für die „am stärksten belastete Fassade“ zuzuweisen. Wenn gewünscht, kann in ähnlicher Weise der niedrigste Gesamtpegel an einer anderen Fassade der Wohneinheit bestimmt werden; ist dann das Kriterium „L<sub>den</sub> mehr als 20 dB unter dem Wert der Fassade mit dem höchsten Wert für L<sub>den</sub> desselben Wohngebäudes“ erfüllt, kann die Fassade als „ruhige Fassade“ erfasst werden.<sup>12</sup>

Wenn Rasterpunkte berechnet wurden, ist auf die gleiche Weise zu verfahren (nachdem 3 dB für die Reflexion von der betreffenden Fassade abgezogen wurden), d.h. alle umgebenden Rasterpunkte werden zu allen Außenfassaden jeder einzelnen Wohneinheit in Beziehung gesetzt, wenn sich die Fläche um die betreffenden Rasterpunkte (d.h. ein Quadrat mit gleicher Seitenlänge wie der auf dem jeweiligen Rasterpunkt zentrierte Rasterabstand) mit der Fassade schneidet. Auch in diesem Fall ist der höchste Gesamtlärmpegel für alle Rasterpunkte an allen Fassaden der jeweiligen Wohneinheit zuzuweisen. Wenn gewünscht, wird auf ähnliche Weise der niedrigste Gesamtlärmpegel an einer anderen Fassade der jeweiligen Wohneinheit bestimmt, um die optional anzugebende „ruhige Fassade“ zu ermitteln (sofern das Kriterium „um mehr als 20 dB unter dem Wert [...], der an der Fassade mit dem höchsten L<sub>den</sub>-Wert gemessen wurde“ erfüllt ist).

*(iii) Gebäude mit mehreren Wohneinheiten mit unbekannter Lage innerhalb des Gebäudes*

In diesem Fall führen fehlende Daten zur Lage der einzelnen Wohneinheiten innerhalb eines Gebäudes unvermeidlich zu Problemen bei der genauen Ermittlung der Lärmexposition der einzelnen Wohneinheiten (und entsprechend der Bewohner).

Daher wird einer der im vorstehenden Absatz i) beschriebenen Ansätze für einzelne Wohneinheiten empfohlen (abhängig davon, ob die Lärmpegel der Fassaden<sup>11</sup> oder nur Rasterpunktberechnungen verfügbar sind), um entsprechend den höchsten Gesamtlärmpegel an sämtlichen Punkten um das gesamte Gebäude zu berechnen. Dieser höchste Lärmpegel des gesamten Gebäudes sollte dann sämtlichen Wohneinheiten im Gebäude als Wert für die „am stärksten belastete Fassade“ zugewiesen werden. Es wird anerkannt, dass diese Vorgehensweise unter gewissen Umständen zu einer Überschätzung des Lärmpegels der Wohneinheiten innerhalb des Gebäudes

---

<sup>12</sup> Dazu muss allerdings auf allen Fassaden sämtlicher Wohneinheiten mindestens ein Berechnungspunkt liegen. Unter gewissen Umständen muss dazu der Abstand zwischen Berechnungspunkten modifiziert werden; in der Regel sollte jedoch ein Abstand von 3 m angemessen sein.

führen wird, z.B. wenn einige Wohneinheiten so gelegen sind, dass keine ihrer Außenwände zur am stärksten belasteten Fassade des Gesamtgebäudes zählt.

Alternative Ansätze, mit denen versucht wird, den für die Fassaden des betreffenden Gesamtgebäudes maßgeblichen Lärmpegelbereich auf die einzelnen Wohneinheiten innerhalb des Gebäudes zu übertragen (wie in Version 1 des GPG (*Good Practice Guide* = Leitfaden zu den Best Practices) (Ref. 1) vorgeschlagen), können unter gewissen Umständen zu erheblichen Unterschätzungen von Wohneinheiten und somit der Exposition der Bewohner führen. Diese Unterschätzung könnte z.B. vorkommen, wenn alle Wohnungen innerhalb des Gebäudes quer zur Breite des jeweiligen Gebäudes liegen und somit Außenwände haben, die sowohl dem höchsten auf das Gebäude einwirkenden Gesamtlärmpegel als auch niedrigeren Pegeln (z.B. in Hinterhöfen) ausgesetzt sind. In diesen Fällen würden einem Teil der Wohneinheiten die Lärmpegel der Hofseite als Lärmpegel der „am stärksten belasteten Fassade“ zugewiesen. Daher wurde bei dem hier empfohlenen Verfahren der „Grundsatz der Einbeziehung eines Sicherheitszuschlags“ zugrunde gelegt.<sup>13</sup>

## 2.45 Zuweisung von Bewohnern zu Wohneinheiten in Wohngebäuden

### Gegenstand

Gemäß Anhang VI der END sind der Kommission Schätzungen der Anzahl der Bewohner in den Wohneinheiten zu übermitteln, bei denen bestimmte Lärmexpositionen gegeben sind.

### Diskussion

*Manche Mitgliedstaaten besitzen vielleicht keine detaillierten Daten zur Bevölkerungsverteilung. Wenn verfügbar, stammen die Daten zur Verteilung der Bevölkerung gewöhnlich aus unterschiedlichen Quellen und aus verschiedenen Jahren; die Daten sind meist unterschiedlich detailliert und erstrecken sich unter Umständen nicht auf alle Bevölkerungsgruppen. Möglicherweise müssen die Daten für die Gesamtbevölkerung angepasst (normalisiert) werden.*

*Dabei ist zu berücksichtigen, dass für die Zwecke der END strategische Lärmkarten, von denen Daten zur Lärmbelastung abgeleitet werden, bezogen ausschließlich auf eine Höhe von 4 m erstellt werden, und dass die Bewohner in vielen Gebäuden in unterschiedlichen Geschosshöhen leben. Dieser Aspekt wurde in Abschnitt 2.40 eingehender erörtert.*

---

<sup>13</sup> Wegen der mit dieser Methode verbundenen potenziellen Ungenauigkeiten wird nicht empfohlen, den niedrigsten Gesamtlärmpegel am Gebäude als Grundlage für die Ermittlung „ruhiger Fassaden“ anzunehmen; ruhige Fassaden sind jeweils gesondert für die einzelne Wohneinheiten zu bestimmen und sollten nur dann ermittelt werden, wenn die Lage einer Wohneinheit innerhalb eines Gebäudes bekannt ist.



## Empfehlungen der WG-AEN

Wenn ein Mitgliedstaat keine Daten besitzt, die zur befriedigenden Schätzung der Anzahl der in den einzelnen Wohneinheiten in Wohngebäuden lebenden Personen geeignet sind, kann gemäß den Toolkits 19 und 20 verfahren werden. Diese Toolkits enthalten eine Reihe von Optionen, mit denen diese Schätzungen vorgenommen werden können.

### 2.46 Der Begriff „dwelling“ in der englischen Fassung der END

#### Gegenstand

In der englischen Fassung der END wird der Begriff „dwelling“ nicht definiert, obwohl der Begriff dort verhältnismäßig häufig vorkommt (Artikel 3 Buchstabe q, Anhang I Absatz 1, Anhang III, Anhang IV Absatz 1 und Anhang VI Absätze 1.5 und 1.6).

#### Diskussion

*Leider sind gewisse Verunsicherungen aufgetreten, da der englische Begriff „dwelling“ in manchen Übersetzungen der END als „Gebäude“ (DE bzw. FR „bâtiment“) und in anderen Übersetzungen als „Wohneinheit“ verstanden wurde.*

## Empfehlungen der WG-AEN

Im Falle von Gebäuden ist die englische Fassung der END maßgeblich. Überall, wo in der englischen Fassung der END der Begriff „dwelling“ verwendet wird, sollte dieser Begriff als „Wohneinheit“ (oder „Wohnung“) verstanden werden, d.h. **soweit praktikabel sollten Berechnungen und Schätzungen für einzelne Wohneinheiten vorgenommen werden.**

### 2.47 Bestimmung der Anzahl der Wohneinheiten pro Wohngebäude und Bewohner pro Wohneinheit

#### Gegenstand

Gemäß Anhang VI der END übermitteln die Mitgliedstaaten für Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen in Gebieten, in denen die Werte für  $L_{den}$  über 55, 65 und 75 dB liegen, der Kommission Informationen bezüglich der geschätzten Anzahl der Wohneinheiten und der in diesen Wohneinheiten lebenden Personen.

#### Diskussion

*Wenn das von der WG-AEN empfohlene Verfahren für die Zuweisung von Lärmexpositionspegeln zu Bewohnern von Gebäuden mit mehreren Wohneinheiten verwendet wird (siehe Abschnitt 2.45 Toolkit 21 und Toolkit 20), braucht die Anzahl der Bewohner pro Wohneinheit nicht geschätzt zu*

werden. Die Anzahl der Wohneinheiten wird jedoch entsprechend den Berichtsanforderungen gemäß Anhang VI der END benötigt.

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Zur Schätzung der Anzahl der Wohneinheiten sowie wenn erforderlich auch der Bewohner pro Wohneinheit ist gemäß Toolkit 20 zu verfahren.

### **2.48 Ruhige Gebiete in Ballungsräumen**

#### **Formale Begriffsbestimmungen der END:**

Artikel 3 Absatz I

[Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck ...] „ruhiges Gebiet in einem Ballungsraum“ ein von der zuständigen Behörde festgelegtes Gebiet, in dem beispielsweise der  $L_{den}$ -Index oder ein anderer geeigneter Lärmindex für sämtliche Schallquellen einen bestimmten, von dem Mitgliedstaat festgelegten Wert nicht übersteigt[.]

#### **Diskussion**

*Es wird vorgeschlagen, den Begriff „ruhig“ in Ballungsräumen anhand des  $L_{den}$ -Wertes (oder eines sonstigen geeigneten Lärmindikator) zu definieren, der von den einzelnen Mitgliedstaaten festgelegt wird. Dies wäre eine mehr oder weniger quantitative akustische Definition.*

*Allgemein ist anerkannt, dass ruhige Gebiete in Ballungsräumen wegen der vorhandenen größeren Lärmquellen und des Lärms durch die normale menschliche Aktivität in diesen dicht besiedelten Gebieten nur verhältnismäßig ruhig sein können. Wenn diese „verhältnismäßig ruhigen“ Gebiete bestimmt wurden, sieht die END vor, dass für diese Gebiete in Ballungsräumen mit Bevölkerungszahlen von über 250 000 spätestens bis zum 18. Juli 2008 Aktionspläne zum Schutz der Gebiete entwickelt werden.*

*Ferner ist allgemein anerkannt, dass diese Gebiete mit Hilfe von Lärmkarten bestimmt werden können. Abgesehen von dem Hinweis in Artikel 3 Absatz 1, wo nur  $L_{den}$  als möglicher Indikator genannt wird, aber keine Grenzwerte vorgeschlagen werden, erklärt die END jedoch nicht, wie diese Bestimmung mit Lärmkarten erfolgen sollte. Es scheinen keine gewichtigen Anhaltspunkte dafür zu bestehen, dass ein anderer Indikator als  $L_{den}$  verwendet werden sollte, und Erfahrungen bezüglich geeigneter Pegel für verhältnismäßig ruhige Gebiete scheinen bei allen Indikatoren zu fehlen. Außerdem werden die  $L_{den}$ -Werte in Ballungsräumen häufig vom gewichteten Lärmpegel bei Nacht bestimmt und können entsprechend irreführend sein. Daher kann  $L_{den}$  kein geeigneter Indikator für die Festlegung von Zielen für den Schutz oder die Förderung der Ruhe in diesen Gebieten durch entsprechende Aktionspläne sein. Für Aktionspläne kann die Festlegung von Standards unter Verwendung von  $L_d$  und  $L_e$  angemessen sein. In manchen Gebieten kommt zur Entwicklung wirksamer Aktionspläne auch der Einsatz von Kurzzeitindikatoren zur Erfassung vorübergehender Lärmexpositionen in Betracht. Weitere*

*Informationen siehe von der Europäischen Kommission geförderte Studie zur Definition, Bestimmung und Bewahrung ruhiger Gebiete in Städten und im ländlichen Raum (Ref. 16).*

## **Empfehlungen der WG-AEN**

Zwar ist anerkannt, dass ruhige Gebiete in Ballungsräumen nur mit einem Indikator wie z.B.  $L_{den}$  ermittelt werden können; die WG-AEN ist jedoch der Ansicht, dass möglicherweise andere Kriterien zugrunde gelegt werden müssen. Außerdem könnte die Verwendung absoluter Pegel – bei allen Indikatoren – zur Eingrenzung dieser Gebiete ungeeignet sein. Eher geeignet ist möglicherweise ein relativer Ansatz wie der in der END in Anhang VI in Absatz 1.5 genannte Ansatz zur Ermittlung ruhiger Fassaden.

Außerdem wird anerkannt, dass ein ruhiges Gebiet in einem Ballungsraum zwar z.B. ein privater Garten oder ein großes Privatgrundstück sein könnte; es wird jedoch empfohlen, einen besonderen Schwerpunkt auf Freizeit- und Erholungsgebiete zu setzen, die regelmäßig für die breite Öffentlichkeit zugänglich sind und die Erholung von den häufig hohen Lärmpegeln in der geschäftigen Umgebung der Städte bieten können.

**Es wird nachdrücklich empfohlen, den Schutz ruhiger Gebiete als wesentlichen Bestandteil der Entwicklung von Aktionsplänen für Ballungsräume zu betrachten und den Schutz ruhiger Gebiete nicht nur als „Randaspekt“ zu behandeln, der erst dann Beachtung findet, wenn andere Probleme gelöst wurden.**

## **2.49 Ruhige Gebiete auf dem Land**

### **Formale Begriffsbestimmungen der END:**

Artikel 3 Absatz m

[Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck ...] „ruhiges Gebiet auf dem Land“ ein von der zuständigen Behörde festgelegtes Gebiet, das keinem Verkehrs-, Industrie- und Gewerbe- oder Freizeitlärm ausgesetzt ist;

### **Diskussion**

*Wenn eine zuständige Behörde beschließt, ein ruhiges Gebiet auf dem Land auszuweisen, bedeutet der Begriff „ruhig“ „nicht durch Verkehrs- oder Industrielärm oder durch Lärm in Verbindung mit Freizeitaktivitäten gestört“. Dies ist eine mehr oder weniger qualitative akustische Definition; daher verzichtet die WG-AEN zurzeit auf die Empfehlung, formale Kriterien zu verwenden.*

*Ergänzend wird darauf hingewiesen, dass die END nicht die Beschaffung von Daten zu durch Freizeitaktivitäten bedingten Lärm vorsieht, der auf dem Land verhältnismäßig beträchtlich sein kann. Außerdem wird nicht gefordert, dass auf dem Land Daten zu Industrielärm und zum Lärm in Verbindung mit*

*kleineren Straßen, Eisenbahnstrecken und Flughäfen beschafft werden. Gemäß der END muss die Europäische Kommission dem Europäischen Parlament und dem Rat spätestens am 18. Juli 2009 einen Bericht zur Umsetzung der END vorlegen; dieser Bericht kann Vorschläge zum Schutz ruhiger Gebiete auf dem Land enthalten.*

### **Empfehlungen der WG-AEN**

Die WG-AEN empfiehlt, dass die Mitgliedstaaten im Übergangszeitraum bis zur Erstellung des Berichts der Europäischen Kommission betreffend die Umsetzung der END im Jahre 2009 die von der Europäischen Kommission geförderte Studie zur Definition, Ermittlung und Bewahrung von ruhigen Gebieten in Städten und im ländlichen Raum (Ref. 16) berücksichtigen und als Ausgangspunkt für die Beschreibung ruhiger Gebiete auf dem Land verwenden.

Auf europäischer Ebene sind weitere Untersuchungen im Zusammenhang mit ruhigen Gebieten (sowohl in Städten als auch im ländlichen Raum) vorzunehmen. Die WG-AEN hat Empfehlungen für diese Untersuchungen formuliert (siehe Anhang 3).

## Kapitel 3 – Auswirkungen der Verwendung einiger der in Kapitel 4 genannten Toolkits auf die Genauigkeit der Daten

### 3.01 Hintergrund

In diesem Positionspapier wird in Kapitel 4 ergänzend zu den bereits in Version 1 genannten Toolkits (Ref. 1) eine Reihe neuer Toolkits genannt, die quantifizierte Angaben zur Genauigkeit der Daten beinhalten. Diese Angaben zur Genauigkeit sind Ergebnis von Untersuchungen, die mit Unterstützung durch die WG-AEN für die Regierung des Vereinigten Königreichs durchgeführt und unter dem Titel „WG-AEN’s Good Practice Guide And The Implications For Acoustic Accuracy“ (Ref. 2) veröffentlicht wurden.

Die in diesen Toolkits enthaltenen quantifizierten Angaben zur Genauigkeit geben Aufschluss über das Ausmaß der wahrscheinlichen akustischen Ungenauigkeit der Ergebnisse, die mit der betreffenden Toolkit-Funktion erzielt wurden; das Vertrauensintervall beträgt 95 %. Dieses Vertrauensintervall beschreibt die Unsicherheit sämtlicher Ergebnisse allerdings nur für den Fall, dass alle sonstigen Eingabedaten genau waren. Wenn die sonstigen Eingabe-Datensätze teilweise oder alle ungenau sind, ist die Gesamtunsicherheit des Messkopfergebnisses der Studie zufolge größer als die Ungenauigkeit der einzelnen Eingabedaten.

Die überarbeiteten Toolkits sind unter Berücksichtigung der genannten Einschränkungen hinsichtlich der Genauigkeit mit Vorsicht zu verwenden; dabei ist zu bedenken, dass im Toolkit definierte Angaben zur Ungenauigkeit nicht an sich als Maß für die Gesamtgenauigkeit der Endergebnisse zu verstehen sind, sondern nur dazu beitragen, einen der unsicheren Bereiche im Gesamtprozess der Erstellung von Lärmkarten zu erläutern, zu dokumentieren und zu kategorisieren.<sup>14</sup>

### 3.02 Anforderungen der END an die Genauigkeit

Die absolute Genauigkeit der maßgeblichen Werte eines Prozesses ist im Allgemeinen weniger wichtig, wenn nur Vergleichsstudien durchgeführt werden oder wenn nur Veränderungen deutlich gemacht werden sollen, sowie wenn keine Ziele, Grenzwerte oder sonstigen absoluten Vorgaben benötigt werden.

Wichtig ist die absolute Genauigkeit dagegen, wenn die vorzunehmende Bewertung mit Zielen verknüpft ist, wenn Vergleiche unter Berücksichtigung von Grenzwerten durchzuführen sind und wenn Ergebnisse nachträglich

---

<sup>14</sup> Dieses Kapitel beschränkt sich auf einen kurzen Überblick über Hintergrund, Zweck und Kontext der in den Toolkits enthaltenen Angaben zur Genauigkeit. Eine umfassende Erläuterung der Ergebnisse der Genauigkeitsstudie (Ref. 2) ist den Berichten zu dieser Studie zu entnehmen; die Berichte sind über die Website <http://www.defra.gov.uk/environment/noise/research/index.htm> zugänglich.

**Achtung:** Die Genauigkeitsstudie hat sich auf die empfohlene in Frankreich eingesetzte vorläufige Methode zur Berechnung des Straßenverkehrslärms (Ref. 3) und auf die im Vereinigten Königreich übliche Methode zur Berechnung des Straßenverkehrslärms (Ref. 4) konzentriert. Unter Umständen sind die Ergebnisse auf andere Methoden nicht übertragbar.

analysiert werden sollen, um Ergebnisse auf andere Anwendungen übertragen zu können. Der Prozess der Erstellung von Berichten über Lärmpegelbereiche (gemäß der END) lässt sich statistisch als an exakten Grenzwerten orientierte Zuordnung der ermittelten Lärmpegel zu Datensätzen beschreiben.

Bei der Beantwortung der Frage, ob die END eine absolute Genauigkeit fordert, wurden folgende Anforderungen erkannt:

- Meldung von Grenzwerten und absoluten Vorgaben;
- Meldung der Anzahl der Personen nach diskreten 5-dB-Bereichen;
- Erstellung von Lärmkarten mit Angaben zur Entwicklung von Aktionsplänen zur Lärmreduzierung;
- Verarbeitung der Ergebnisse aufgrund von Lärmkarten und Zuordnung der Ergebnisse zur jeweiligen Anzahl der Personen.

Die künftige Verwendung der Karten und der ermittelten Ergebnisse beinhaltet folgende Punkte:

- Entwicklung von Maßnahmen zur Lärminderung (mit Unterstützung durch die Öffentliche Hand);
- Nachbearbeitung der Ergebnisse zur Bewertung der Lärmexposition für verschiedene ökonomische, soziale und ethnische Gruppen zur Bewertung potenzieller Fragen eines sozialen Ausschlusses.

Diese vorgeschriebenen oder potenziellen Verwendungen setzen voraus, dass die erstellten Lärmkarten absolut gesehen (und nicht nur verhältnismäßig) genau sind. Aus diesem Grund ist das Verständnis der Quellen und der Größenordnung der potenziellen Fehler bei der Erstellung von Lärmkarten ein Schlüsselfaktor für die Entwicklung einer Strategie zur Umsetzung der END, mit der sichergestellt werden kann, dass die gestellten Anforderungen (d.h. die Eignung für den vorgesehenen Zweck) erfüllt werden.

### **3.03 Erzielung einer für die Umsetzung der END geeigneten Genauigkeit**

In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Faktoren zusammengefasst, die sich auf den Grad der Genauigkeit auswirken, der als geeignet für die Ergebnisse des Prozesses der Verarbeitung der Lärmkarten nach Maßgabe der END betrachtet werden könnte. Diese Faktoren sind die technische Genauigkeit, die wirtschaftlichen Auswirkungen und die Wahrnehmung in der Öffentlichkeit.

#### **Technische Genauigkeit**

Vereinfachend formuliert, geht es darum, ob die Ergebnisse so genau sind, dass die Zuordnung zu exakt definierten (diskreten) Datensätzen mit Bereichen von jeweils 5 dB(A) als geeigneter Prozess betrachtet werden

könnte. Diese Verwendung der Ergebnisse setzt wohl eine absolute Genauigkeit mit einer Toleranz von 2 dB(A) voraus.

Die Ungenauigkeit könnte auf zwei Wirkungen zurückzuführen sein, die unterschiedliche Folgen für den anschließenden Prozess haben.

- systematische Fehler: Alle Ergebnisse sind eher zu hoch oder zu niedrig.
  - Die Lärmkonturen werden zu weit oder zu eng dargestellt.
  - Die anschließende Aktionsplanung wird angemessen und wirksam sein, da die Problembereiche (mit verhältnismäßig hohen Lärmpegeln) richtig bestimmt wurden.
  - Ist der betriebene Aufwand allerdings zu hoch oder zu niedrig, werden zu viele oder zu wenige Problembereiche ermittelt.
- konkrete Fehler: Bei Ballungsräumen treten Unsicherheiten in den Ergebnissen auf.
  - Lärmkonturen werden falsch zugeordnet.
  - Die anschließenden Aktionspläne werden unwirksam sein, da die Problembereiche möglicherweise nicht zutreffend bestimmt werden.

## **Wirtschaftliche Auswirkungen**

In den letzten Jahren wurden die Kosten-Nutzen-Relation von Lärmpegeln und Maßnahmen zur Lärminderung untersucht. Die entsprechenden Untersuchungen können dazu beitragen, das Verständnis der potenziellen Kosten einer Bewertung und Analyse mit genauen Ergebnissen für die Gesellschaft zu fördern.

Im Positionspapier der Arbeitsgruppe Gesundheit und sozioökonomische Aspekte (WG-HSEA) der Europäischen Kommission mit dem Titel „*Valuation of Noise*“ (Bewertung der Lärmbelastung) vom 21. November 2003 (Ref. 17) heißt es:

„Im Straßenverkehr [beträgt] der (vorläufige) Nutzen einer Änderung des Mittelwerts der von den Haushalten wahrgenommenen Lärmexposition 25 € pro dB ( $L_{den}$ ) pro Haushalt und Jahr. Dieser vorläufige Wert gilt für den Bereich zwischen 50/55  $L_{den}$  und 70/75  $L_{den}$  und sollte angepasst werden, sobald die Ergebnisse neuer Untersuchungen zur Bedeutung des Lärms als Wertfaktor vorliegen.“

Diese Kosten beziehen sich jeweils auf den anfänglichen Lärmpegel und gelten unabhängig vom Umfang der herbeigeführten Änderung.

Die Dänische Umweltschutzbehörde (Miljøstyrelsen) (Ref. 18) stellt bei Häusern mit einer Exposition von über 55 dB folgende Konsequenzen für den Preis der Häuser fest:

- In der Nähe „normaler“ Straßen sind Preisminderungen von 1,2 %/dB zu verzeichnen;
- in der Nähe von Autobahnen beträgt die Preisminderung pro dB 1,6 %.



Außerdem erscheinen genaue und zuverlässige Ergebnisse wünschenswert, weil die europäische Gemeinschaft in erheblichem Umfang in den Prozess der Erstellung von Lärmkarten, Lärm-Aktionsplänen und Maßnahmen zur Lärminderung investieren wird. Bei 450 Millionen Bürgern, von denen etwa 60 % in Ballungsräumen leben, können sich die anfänglichen Kosten für die Erstellung von Lärmkarten auf 0,2 bis 1 € pro Person belaufen; hinzu kommen weitere Aufwendungen für anschließende Arbeiten.

### **Wahrnehmung in der Öffentlichkeit**

Wenngleich dies eher nicht der offenkundigste Anlass für das Bemühen um Genauigkeit ist, muss doch zur Kenntnis genommen werden, dass die Öffentlichkeit die Ausarbeitung von Lärmkarten gemäß der END und die anschließende Entwicklung von Aktionsplänen wahrscheinlich als die vornehmlichste Leistung der Fachleute in den Bereichen Akustik und Lärmkontrolle betrachtet.









Nach bisherigen Erfahrungen dürften die Ergebnisse in den Medien behandelt werden, und in den entsprechenden Artikeln werden vermutlich Vergleiche auf kommunaler, nationaler und internationaler Ebene angestellt.

Um die Glaubwürdigkeit der Industrie zu erhalten, sollten gute Ergebnisse und zuverlässige Empfehlungen der zu treffenden Maßnahmen angestrebt werden.













## Kapitel 4. Toolkits mit Lösungen für spezifische Herausforderungen

### 4.01 Neue Toolkits und Legende zu sämtlichen Toolkits und Tools

Mit der Genauigkeitsstudie (Ref. 2) wurden sechs neue Toolkits (5, 6, 7, 11, 13 und 14) für dieses Positionspapier zur Verfügung gestellt. Außerdem ist Toolkit 8 hinzugekommen. Den ersten sechs neuen Toolkits sind Informationen zu Fragen der Genauigkeit der verschiedenen enthaltenen Tools zu entnehmen, die jeweiligen Werte werden immer in dB angegeben. Darüber hinaus enthält die Genauigkeitsstudie quantifizierte Angaben zu den Auswirkungen der Tools aus den Toolkits 2, 3, 4, 12, 15 und 16, die bereits in Fassung 1 dieses Dokuments enthalten waren (Ref. 1); dort wurden diese Toolkits als Toolkits 1, 2, 3, 8, 6 und 9 bezeichnet. Bei allen Toolkits mit in dB quantifizierten Auswirkungen der Tools auf die Genauigkeit der Ergebnisse wurden folgende Codes verwendet:

| Farbkode zur Bewertung der Tools |                                                                                     |             |          |                |                                                                                       |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Komplexität                      | Farbkode                                                                            | Genauigkeit | Farbkode | Kosten         | Farbkode                                                                              |
| Einfach                          |    | Gering      | > 5 dB   | Kostengünstig  |    |
| -                                |                                                                                     | -           | 4 dB     | -              |                                                                                       |
| -                                |  | -           | 3 dB     | -              |  |
| -                                |  | -           | 2 dB     | -              |  |
| -                                |                                                                                     | -           | 1 dB     | -              |                                                                                       |
| Leistungsfähig                   |  | Hoch        | < 0,5 dB | Kostenintensiv |  |

Wenn die Toolkits nicht Bestandteil der Genauigkeitsstudie waren, wurden wie bereits in Version 1 dieses Dokuments die im Folgenden genannten Farbkodes (Genauigkeitssymbole) verwendet. **Diese Farbkodes (Genauigkeitssymbole) sollten ausschließlich mit anderen Farbkodes (Genauigkeitssymbolen) jeweils desselben Toolkit verglichen werden. Die Bewertungen unterschiedlicher Toolkits sollten also nicht in Beziehung zueinander gesetzt werden.**

| Farbkode zur Bewertung der Tools |                                                                                     |             |                                                                                     |                |                                                                                       |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Komplexität                      | Farbkode                                                                            | Genauigkeit | Farbkode                                                                            | Kosten         | Farbkode                                                                              |
| Einfach                          |  | Gering      |  | Kostengünstig  |  |
| .                                |  | .           |  | .              |  |
| .                                |  | .           |  | .              |  |
| Leistungsfähig                   |  | Hoch        |  | Kostenintensiv |  |

## 4.02 Toolkits – allgemeine Aspekte

| Toolkit 1: Zu erfassendes Gebiet |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| Berechnungstyp                   | Geeignetes Tool |
| Ballungsräume                    | ja<br>Tool 1.1  |
| Hauptverkehrsstraßen             | ja<br>Tool 1.2  |
| Haupteisenbahnstrecken           | ja<br>Tool 1.2  |
| Großflughäfen                    | ja<br>Tool 1.3  |

### Tool 1.1: Ballungsräume

Im Sinne der END bezeichnet der Ausdruck „*Ballungsraum*“ einen durch den Mitgliedstaat festgelegten Teil seines Gebiets mit einer Einwohnerzahl von über 100000 und einer solchen Bevölkerungsdichte, dass der Mitgliedstaat den Teil als Gebiet mit städtischem Charakter betrachtet“.

Entsprechend sind in den Lärmkarten die Gebiete dieser Ballungsräume darzustellen.

### Tool 1.2: Hauptverkehrsstraßen und Haupteisenbahnstrecken

#### Ansatz

Schätzen Sie

- die Entfernungen<sup>15</sup> der Lärmkonturen für  $L_{den} = 55$  dB und  $L_{night} = 50$  dB von der Lärmquelle.
- Nehmen Sie die Entfernung  $d$  an und berechnen Sie  $d_1 = 1,5 * d$ .
- Stellen Sie das Gebiet bis zur berechneten Entfernung ( $d_1$ ) in der Karte dar.

#### Achtung:

Bei manchen Berechnungsmethoden beschränkt sich die Gültigkeit auf eine bestimmte maximale Entfernung (bei XP S 31-133 z.B. auf 800 m).

### Tool 1.3: Großflughäfen

Stellen Sie das Gebiet außerhalb des Flughafengeländes dar; außerdem ist das Gebiet für die Lärmkonturen  $L_{den} = 55$  dB und  $L_{night} = 50$  dB darzustellen, wenn die von den Flugzeugen verursachten Lärmpegel die Pegel an den Grenzen des Flughafengeländes überschreiten.

<sup>15</sup> Vorschlag: Unter Freifeldbedingungen wird eine Tabelle oder ein Diagramm erstellt, die bzw. das aufgrund der Lärmemission der Lärmquelle Aufschluss über die Entfernung gibt. Da auf diese Weise die Entfernung überschätzt wird, ergibt sich ein gewisser Sicherheitszuschlag.

## 4.03 Toolkits – lärmquellenbezogene Aspekte



| Toolkit 2: Verkehrsaufkommen im Straßenverkehr                         |  |                          |
|------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|
| Verfügbare Informationen                                               |  | Geeignetes Tool          |
| Daten zum Verkehrsaufkommen, jeweils getrennt Tag, Abend und Nacht     |  | keine weiteren Maßnahmen |
| Daten zum Verkehrsaufkommen pro Stunde                                 |  | Tool 2.1                 |
| Daten zum Verkehrsaufkommen für die Zeiträume Tag und Nacht            |  | Tool 2.2                 |
| Daten zum Verkehrsaufkommen nur für Werktage                           |  | Tool 2.3                 |
| Daten zum Verkehrsaufkommen jeweils für einen 24-Stunden-Tag           |  | Tool 2.2                 |
| Daten zum Verkehrsaufkommen über 7 Tage (oder einen längeren Zeitraum) |  | Tool 2.4                 |
| Keine Daten zum Verkehrsaufkommen verfügbar                            |  | Tool 2.5                 |











| Tool 2.1: Daten zum Verkehrsaufkommen pro Stunde                                                                              |             |             |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                       | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| <b>Addieren Sie die Werte jeweils für Zeiträume von einer Stunde</b> für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht jeweils getrennt. |             | < 0.5 dB    |        |



| Tool 2.2: Verkehrsaufkommen für zwei Zeiträume (Tag und Nacht) oder für einen 24-Stunden-Tag                                                                                                                               |             |             |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                    | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Wenn Daten zur Verteilung (amtliche Statistiken) verfügbar sind                                                                                                                                                            |             |             |        |
| <b>Übernehmen Sie die Verteilung</b> , um Daten für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht zu erzeugen.                                                                                                                        |             | 1 dB<br>16  |        |
| Wenn keine Daten zur Verteilung (amtliche Statistiken) verfügbar sind:                                                                                                                                                     |             |             |        |
| <b>Übertragen Sie die Verteilung entsprechend den Linien der folgenden Beispiele:</b>                                                                                                                                      |             | 1 dB<br>17  |        |
| <b>Beispiele</b><br>Für die in der END definierte Standarddauer:<br>Tag (12 h: 7 <sup>00</sup> - 19 <sup>00</sup> ), Abend (4 h: 19 <sup>00</sup> - 23 <sup>00</sup> ), Nacht (8 h: 23 <sup>00</sup> - 7 <sup>00</sup> )   |             |             |        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Werte für 16 h Tag und 8 h Nacht:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tag = 12/16 Tag</li> <li>○ Abend = 4/16 Tag</li> <li>○ Nacht = 8/8 Nacht</li> </ul> </li> </ul> |             |             |        |

<sup>16</sup> Die Genauigkeit hängt davon ab, wie genau die tatsächlichen Werte für die Zeiträume Tag/Abend geschätzt wurden; hier wurde eine statistische Fehlerquote von 30 % angenommen.











<sup>17</sup> Die Genauigkeit hängt erheblich von der Verteilung ab: Die Methode ist sehr genau, wenn der Erfassungszeitraum mit dem geforderten Bewertungszeitraum übereinstimmt. Wesentlich ungenauer ist die Methode für aus den Daten für die Zeiträume Nacht und Tag zusammengesetzte Werte.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |      |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Werte für den Zeitraum 14 h Tag und 10 h Nacht</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tag = 12/14 Tag</li> <li>○ Abend = (2/14 Tag) + (2/10 Nacht)</li> <li>○ Nacht = 8/10 Nacht</li> </ul> </li> </ul>                                              |                                                                                     |      |                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>12 h Tag und 12 h Nacht</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tag = 12/12 Tag</li> <li>○ Abend = 4/12 Nacht</li> <li>○ Nacht = 8/12 Nacht</li> </ul> </li> </ul>                                                                                    |                                                                                     |      |                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>24-h-Werte (Wichtig: Siehe Fußnote<sup>18</sup>)</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tag = 70 % des erfassten Aufkommens</li> <li>○ Abend = 20 % des erfassten Aufkommens</li> <li>○ Nacht = 10 % des erfassten Aufkommens</li> </ul> </li> </ul> |  | 1 dB |  |

| Tool 2.3: Verkehrsaufkommen nur an Werktagen                                                                                                                                                                                         |                                                                                       |             |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                              | Komplexität                                                                           | Genauigkeit | Kosten                                                                                |
| Führen Sie <b>Verkehrszählungen</b> für die drei Zeiträume Tag, Abend und Nacht an Wochenenden durch.                                                                                                                                |    | < 0.5 dB    |    |
| <b>Wählen Sie dort Beispielstraßen</b> aus, an denen die <b>Verkehrszählungen durchgeführt werden sollen. Extrapolieren Sie die Verteilung</b> (Wochenende bis Wochenende) <b>für andere Straßen</b> desselben Typs.                 |    | < 0.5 dB    |    |
| <b>Extrapolieren Sie für andere Straßen die Verteilung</b> (Werktag und Wochenenden) <b>aufgrund der von anerkannten Stellen oder Behörden veröffentlichten amtlichen Statistiken zum Verkehrsaufkommen</b> für andere Straßentypen. |  | < 0.5 dB    |  |
| <b>Extrapolieren Sie für andere Straßen die Verteilung</b> (Werktag und Wochenenden) <b>aufgrund sonstiger Statistiken zum Verkehrsaufkommen</b> für andere Straßentypen.                                                            |  | < 0.5 dB    |  |
| Verwenden Sie die Werte für Werktag auch für die Wochenenden.                                                                                                                                                                        |  | 1 dB        |  |

| Tool 2.4: Verkehrsaufkommen über 7 Tage (oder einen längeren Zeitraum)                                                                                                                                 |                                                                                       |             |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                | Komplexität                                                                           | Genauigkeit | Kosten                                                                                |
| Stellen Sie eine <b>gleichmäßige Verteilung</b> her, indem Sie das Verkehrsaufkommen durch die Anzahl der Tage im erfassten Zeitraum teilen; anschließend verfahren Sie, wie für Tool 2.2 beschrieben. |  | 1 dB        |  |

<sup>18</sup> Diese Werte beruhen auf einer Analyse von Verkehrsdaten, die über einen Zeitraum von mehreren Jahren von einem ständig aktiven automatischen Verkehrszählungssystem in Abständen von jeweils einer Stunde an einer Hauptverkehrsstraße in Berlin erfasst wurden (hier nur als **Beispiel** genannt). Wie bei vielen anderen Beispielen in diesem Positionspapier ist die Situation von Land zu Land sehr unterschiedlich; in diesem Fall könnten Unterschiede auch aufgrund unterschiedlicher Straßentypen bestehen. In Dänemark ergibt sich aus Verkehrszählungen auf kleineren Straßen eine Verteilung von 80 % Tag, 10-12 % Abend und 8-10 % Nacht.

| Tool 2.5: Keine Daten zum Verkehrsaufkommen verfügbar                                                                                                                                     |                                                                                                                   |              |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                   | Komplexität                                                                                                       | Genauigkeit  | Kosten                                                                                |
| Führen Sie <b>Verkehrszählungen</b> für die drei Zeiträume Tag, Abend und Nacht durch.                                                                                                    |                                | < 0.5 dB     |    |
| Wählen Sie dort <b>Beispielstraßen</b> aus, an denen die <b>Verkehrszählungen durchgeführt werden sollen</b> . <b>Extrapolieren Sie dann die Werte für andere Straßen</b> desselben Typs. |                                | 2 dB         |    |
| Verwenden Sie die Daten amtlicher Statistiken zum <b>Verkehrsaufkommen zu typischen Straßentypen</b> .                                                                                    |                                | 4 dB         |    |
| Verwenden Sie die Daten sonstiger Statistiken zum <b>Verkehrsaufkommen zu typischen Straßentypen</b> .                                                                                    |                                | 4 dB         |    |
| Verwenden Sie <b>Standardwerte</b> wie z.B.                                                                                                                                               |                                                                                                                   |              |                                                                                       |
| <b>Straßentyp</b>                                                                                                                                                                         | <b>Verkehr<sup>19</sup></b>                                                                                       |              |                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                           | <b>Tag</b>                                                                                                        | <b>Abend</b> | <b>Nacht</b>                                                                          |
| Sackgassen                                                                                                                                                                                | 175                                                                                                               | 50           | 25                                                                                    |
| Zufahrtsstraßen vorwiegend von der dort ansässigen Bevölkerung genutzt.                                                                                                                   | 350                                                                                                               | 100          | 50                                                                                    |
| Auffahrten und Abfahrten (über die der Verkehr von Zufahrtsstraßen auf Hauptverkehrsstraßen geleitet und von diesen abgeleitet wird)                                                      | 700                                                                                                               | 200          | 100                                                                                   |
| Kleinere Hauptverkehrsstraßen                                                                                                                                                             | 1400                                                                                                              | 400          | 200                                                                                   |
| Hauptverkehrsstraßen                                                                                                                                                                      |                              | < 0.5 dB     |  |
|                                                                                                                                                                                           | <b>Werte sind in Verkehrszählungen zu erfassen oder mit Verkehrsmodellen zu ermitteln (siehe Abschnitt 2.10).</b> |              |                                                                                       |

<sup>19</sup> Anzahl der Fahrzeuge pro Zeitraum (keine stündlich ermittelten Daten).

| Toolkit 3: Durchschnittliche Straßenverkehrsgeschwindigkeit                                                        |  |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|
| Verfügbare Informationen                                                                                           |  | Geeignetes Tool          |
| Geschwindigkeit Tag, Abend und Nacht                                                                               |  | keine weiteren Maßnahmen |
| Geschwindigkeit für jede einzelne Stunde des Tages                                                                 |  | Tool 3.1                 |
| Geschwindigkeit Tag und Nacht                                                                                      |  | Tool 3.2                 |
| Verkehrsgeschwindigkeit bei einem 18-Stunden-Tag oder bei einem 24-Stunden-Tag (bzw. bei noch längeren Zeiträumen) |  | Tool 3.3                 |
| Geschwindigkeit an Werktagen                                                                                       |  | Tool 3.4                 |
| Keine Daten zur Verkehrsgeschwindigkeit verfügbar                                                                  |  | Tool 3.5                 |











| Tool 3.1: Geschwindigkeit für jede einzelne Stunde des Tages                                                      |             |             |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                           | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Berechnen Sie die arithmetische Durchschnittsgeschwindigkeit für die verschiedenen Zeiträume (Tag, Abend, Nacht). |             | < 0.5 dB    |        |







| Tool 3.2: Geschwindigkeit Tag und Nacht                                                                              |             |             |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                              | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Nehmen Sie Tag und Abend den Wert des Zeitraums Tag an.<br>Nehmen Sie für die Nacht den Wert des Zeitraums Nacht an. |             | < 0.5 dB    |        |



| Tool 3.3: Geschwindigkeit bei einem 18-Stunden-Tag oder bei einem 24-Stunden-Tag (bzw. bei noch längeren Zeiträumen) |             |             |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                              | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Nehmen Sie den Wert für Tag und Abend an.<br>Nehmen Sie die Höchstgeschwindigkeit bei Nacht an.                      |             | 1 dB        |        |

| Tool 3.4: Geschwindigkeit an Werktagen                            |                              |             |        |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------|--------|
| Methode                                                           | Komplexität                  | Genauigkeit | Kosten |
| Verwenden Sie Tool 3.5, um die Daten für Wochenenden zu erfassen. | Je nach eingesetzter Methode |             |        |
| Die Daten für Werktage sind auch für Wochenenden anzunehmen.      |                              | < 0.5 dB    |        |









| Tool 3.5: Keine Daten zur Verkehrsgeschwindigkeit verfügbar                                                                                                                                   |                                                                                     |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                       | Komplexität                                                                         | Genauigkeit | Kosten                                                                              |
| Messen Sie die <b>Fahrzeuggeschwindigkeiten</b> mit Radar oder mit einer sonstigen geeigneten Technik.                                                                                        |  | < 0.5 dB    |  |
| Messen Sie die <b>Zeit, die die Fahrzeuge für die Zurücklegung eines Streckenabschnitts bekannter Länge benötigen und berechnen Sie danach die durchschnittliche Verkehrsgeschwindigkeit.</b> |  | < 0.5 dB    |  |
| Bestimmen Sie die durchschnittliche Verkehrsgeschwindigkeit, <b>indem Sie im Verkehrsstrom mitfahren.</b>                                                                                     |  | 1 dB        |  |
| Nehmen Sie die <b>zulässige Höchstgeschwindigkeit</b> an (die z.B. auf Verkehrsschildern angegeben ist).                                                                                      |  | 2 dB        |  |
| <b>Nehmen Sie</b> eine durchschnittliche Verkehrsgeschwindigkeit aufgrund von Erfahrungen mit ähnlichen Straßentypen <b>an.</b>                                                               |  | 2 dB        |  |

| Toolkit 4: Zusammensetzung des Straßenverkehrs                                                        |                                                                                     |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Verfügbare Informationen <sup>20</sup>                                                                |                                                                                     | Geeignetes Tool          |
| Prozentanteil an Schwerfahrzeugen – getrennt nach Tag, Abend und Nacht                                |  | keine weiteren Maßnahmen |
| Prozentanteil an Schwerfahrzeugen jeweils stündlich in einem Zeitraum von 24 Stunden                  |  | Tool 4.1                 |
| Prozentanteil an Schwerfahrzeugen in zwei Zeiträumen (Tag und Nacht)                                  |  | Tool 4.2                 |
| Prozentanteil an Schwerfahrzeugen an einem 24-Stunden-Tag (oder binnen eines noch längeren Zeitraums) |  | Tool 4.3                 |
| Prozentanteil an Schwerfahrzeugen nur an Werktagen                                                    |  | Tool 4.4                 |
| Keine Daten zu Schwerfahrzeugen verfügbar                                                             |  | Tool 4.5                 |

| Tool 4.1: Prozentanteil an Daten zu Schwerfahrzeugen jeweils stündlich in einem Zeitraum von 24 Stunden                                                                                                                                                                                          |                                                                                       |             |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Komplexität                                                                           | Genauigkeit | Kosten                                                                                |
| Leiten Sie die Zahlen für Schwerfahrzeuge aus den Prozentanteilen ab; addieren Sie dann die jeweiligen Zahlen für den Schwerlastverkehr für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht und leiten Sie aus dem Gesamtverkehrsaufkommen die Prozentanteile des Schwerlastverkehrs in diesen Zeiträumen ab. |  | < 0.5 dB    |  |











<sup>20</sup> Dieses Toolkit bezieht sich nur auf zwei Fahrzeugkategorien. In manchen Berechnungsmethoden werden vielleicht weitere Kategorien verwendet.











| Tool 4.2: Prozentanteil an Daten zu Schwerfahrzeugen bei Tag und bei Nacht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     |                |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Komplexität                                                                         | Genauigkeit    | Kosten                                                                              |
| Nehmen Sie für die Zeiträume Tag und Abend den Wert des Zeitraums Tag an.<br>Nehmen Sie für die Nacht den Wert des Zeitraums Nacht an.<br>Wenn amtliche Zahlen zur Verteilung verfügbar sind                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | < 0.5 dB       |  |
| <b>Übernehmen Sie die Verteilung</b> , um Daten für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht zu erzeugen.<br>Wenn Daten zur Verteilung verfügbar sind:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | < 0.5 dB<br>21 |  |
| <b>Nehmen Sie eine Verteilung ähnlich wie in den folgenden Beispielen an.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | < 0.5 dB<br>22 |  |
| <b>Beispiele<sup>23</sup>:</b><br>In der END vorgesehene Standarddauer:<br>Tag (12 h: 7 <sup>00</sup> - 19 <sup>00</sup> ), Abend (4 h: 19 <sup>00</sup> - 23 <sup>00</sup> ), Nacht (8 h: 23 <sup>00</sup> - 7 <sup>00</sup> )<br>Der Schwerlastverkehr wird als Prozentanteil angegeben; dieser Prozentanteil ist zunächst in absolute Zahlen umzurechnen und dann erneut als Prozentanteil auszudrücken, nachdem die betreffenden Zahlen unter Berücksichtigung der folgenden Definitionen zugewiesen wurden: |                                                                                     |                |                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Werte für 16 h Tag und 8 h Nacht:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tag = 12/16 Tag</li> <li>○ Abend = 4/16 Tag</li> <li>○ Nacht = 8/8 Nacht</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     |                |                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Werte für den Zeitraum 14 h Tag und 10 h Nacht</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tag = 12/14 Tag</li> <li>○ Abend = (2/14 Tag) + (2/10 Nacht)</li> <li>○ Nacht = 8/10 Nacht</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                |                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>12 h Tag und 12 h Nacht</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tag = 12/12 Tag</li> <li>○ Abend = 4/12 Nacht</li> <li>○ Nacht = 8/12 Nacht</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |                |                                                                                     |











<sup>21</sup> Die Genauigkeit hängt von der Genauigkeit der Schätzung der tatsächlichen Werte für die Zeiträume Tag und Abend ab; hier wurde eine statistische Fehlerquote von 25 % angenommen.

<sup>22</sup> Die Genauigkeit hängt erheblich von der Verteilung ab: Die Methode ist sehr genau, wenn der Erfassungszeitraum mit dem geforderten Bewertungszeitraum übereinstimmt. Wesentlich ungenauer ist die Methode für aus den Daten für die Zeiträume Nacht und Tag zusammengesetzte Werte.

<sup>23</sup> Die folgenden Daten sind nur als **Beispiele** zu verstehen. Je nach Land wird sich die Situation unterschiedlich darstellen.

| Tool 4.3: Prozentanteil an Daten zu Schwerfahrzeugen an einem 24-Stunden-Tag (oder binnen eines noch längeren Zeitraums)                                                                               |                                                                                     |             |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                | Komplexität                                                                         | Genauigkeit | Kosten                                                                              |
| Wenn Daten zur Verteilung (amtliche Statistiken) verfügbar sind:                                                                                                                                       |                                                                                     |             |                                                                                     |
| <b>Übernehmen Sie die Verteilung</b> , um Daten für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht zu erzeugen.                                                                                                    |  | < 0.5 dB    |  |
| Wenn keine Daten zur Verteilung (amtliche Statistiken) verfügbar sind:                                                                                                                                 |                                                                                     |             |                                                                                     |
| <b>Führen Sie Verkehrszählungen auf allen Straßen durch.</b>                                                                                                                                           |  | < 0.5 dB    |  |
| <b>Führen Sie Beispielverkehrszählungen</b> durch und erzeugen Sie eine Verteilung. Anschließend <b>übertragen Sie diese Verteilung</b> , um Daten für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht zu erzeugen. |  | < 0.5 dB    |  |
| <b>Erzeugen Sie z.B. mit den für Tool 4.5 genannten Standardwerten Verteilungen und übertragen Sie die Verteilungen</b> , um Daten für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht zu erstellen.                |  | 1 dB        |  |
| <b>Verwenden Sie die Werte</b> für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht.                                                                                                                                 |  | 1 dB        |  |

| Tool 4.4: Prozentanteil an Daten zu Schwerfahrzeugen nur für Werktage                                                                                                                                                                   |                                                                                       |             |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                 | Komplexität                                                                           | Genauigkeit | Kosten                                                                                |
| Führen Sie <b>Verkehrszählungen</b> für die drei Zeiträume Tag, Abend und Nacht durch.                                                                                                                                                  |  | < 0.5 dB    |  |
| <b>Wählen Sie dort Beispielstraßen</b> aus, an denen die <b>Verkehrszählungen durchgeführt werden sollen. Extrapolieren Sie die Verteilung</b> (Wochenende bis Wochenende) für <b>andere Straßen</b> desselben Typs.                    |  | < 0.5 dB    |  |
| <b>Extrapolieren Sie</b> aus den von anerkannten Stellen oder Behörden in den amtlichen Statistiken veröffentlichten Werten zu Schwerfahrzeugen für verschiedene Straßentypen <b>die Verkehrsverteilung</b> (Werktage und Wochenenden). |  | < 0.5 dB    |  |
| <b>Extrapolieren Sie mit sonstigen statistischen Werten zu Schwerfahrzeugen die Verteilung</b> für verschiedene Straßentypen (Werktage und Wochenenden).                                                                                |  | < 0.5 dB    |  |
| Nehmen Sie die Daten für Werktage auch für Wochenenden an.                                                                                                                                                                              |  | < 0.5 dB    |  |

| Tool 4.5: Keine Daten zu Schwerfahrzeugen verfügbar                                                                                                                                       |                                                                                     |              |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                   | Komplexität                                                                         | Genauigkeit  | Kosten                                                                              |
| Führen Sie <b>Verkehrszählungen</b> für die drei Zeiträume Tag, Abend und Nacht durch.                                                                                                    |  | < 0.5 dB     |  |
| <b>Wählen Sie dort Beispielstraßen</b> aus, an denen die <b>Verkehrszählungen durchgeführt werden sollen</b> . <b>Extrapolieren Sie</b> dann die Werte für andere Straßen desselben Typs. |  | < 0.5 dB     |  |
| <b>Verwenden Sie die von anerkannten Stellen oder Behörden veröffentlichten amtlichen Statistiken zu Schwerfahrzeugen</b> für verschiedene Straßentypen.                                  |  | 1 dB         |  |
| <b>Verwenden Sie andere statistische Daten zu Schwerfahrzeugen</b> für verschiedene Straßentypen.                                                                                         |  | 1 dB         |  |
| Verwenden Sie <b>Standardwerte</b> wie z.B.: <sup>24</sup>                                                                                                                                |                                                                                     |              |                                                                                     |
| <b>Straßentyp</b>                                                                                                                                                                         | <b>Verkehr</b>                                                                      |              |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                           | <b>Tag</b>                                                                          | <b>Abend</b> | <b>Nacht</b>                                                                        |
| Sackgassen                                                                                                                                                                                | 2 %                                                                                 | 1 %          | 0 %                                                                                 |
| Zufahrtsstraßen (vorwiegend von der ortsansässigen Bevölkerung genutzt)                                                                                                                   | 5 %                                                                                 | 2 %          | 1 %                                                                                 |
| Auffahrten und Abfahrten (über die der Verkehr von Zufahrtsstraßen auf Hauptverkehrsstraßen geleitet und von diesen abgeleitet wird)                                                      | 10 %                                                                                | 6 %          | 3 %                                                                                 |
| Kleinere Hauptverkehrsstraßen                                                                                                                                                             | 15 %                                                                                | 10 %         | 5 %                                                                                 |
| Hauptverkehrsstraßen                                                                                                                                                                      | 20 %                                                                                | 15 %         | 10 %                                                                                |
| Größere Hauptverkehrsstraßen                                                                                                                                                              | 20 %                                                                                | 15 %         | 10 %                                                                                |
| Fernstraßen                                                                                                                                                                               | 20 %                                                                                | 20 %         | 20 %                                                                                |
| Autobahnen                                                                                                                                                                                | 25 %                                                                                | 35 %         | 45 %                                                                                |
|                                                                                                                                                                                           |  | 2 dB         |  |

<sup>24</sup> Die folgenden Daten sind nur als **Beispiele** zu verstehen. Je nach Land wird sich die Situation unterschiedlich darstellen.

| Toolkit 5: Straßendeckentyp <sup>25</sup>                                    |  |                          |
|------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|
| Verfügbare Informationen                                                     |  | Geeignetes Tool          |
| Akustische Parameter der jeweiligen Straßendecke sind aus Messungen bekannt. |  | keine weiteren Maßnahmen |
| Akustische Messungen der Straßendecke                                        |  | Tool 5.1                 |
| Oberflächentyp bei Streckenabschnitten nach physikalischen Merkmalen         |  | Tool 5.2                 |
| Straßendeckentyp nach Sichtprüfung                                           |  | Tool 5.3                 |
| Straßendeckentyp nach Straßentyp                                             |  | Tool 5.4                 |
| Keine Daten zur Straßendecke bekannt                                         |  | Tool 5.5                 |

| Tool 5.1: Akustische Messungen der Straßendecke                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |             |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| CPX-Messung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |             |        |
| Bestimmen Sie durch eine CPX-Messung (CPX = <i>Close Proximity Measurement</i> ) die akustischen Parameter der Straßendecke. Der Hauptvorteil von CPX-Messungen besteht darin, dass unterschiedliche Qualitäten auf einer Strecke gemessen werden können. Außerdem können die Auswirkungen der Alterung der Straßendecke berücksichtigt werden (ISO/CD 11819-2). |             | < 0.5 dB    |        |
| SPB-Messung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |             |        |
| Bestimmen Sie mit einer SPB-Messung (SPB = <i>Statistical Pass-By</i> ) die akustischen Parameter der Straßendecke. Die ermittelten Werte der gemessenen Straßendecke werden als repräsentativ für die gesamte Straße angenommen (bzw. für das gesamte Straßennetz, wenn diese Kategorie vorhanden ist) (ISO 11819-1).                                           |             | < 0.5 dB    |        |

<sup>25</sup> Bei den meisten in der EU eingesetzten Berechnungsmethoden wird ein Attribut für die Straßendecke berücksichtigt. Die im Vereinigten Königreich übliche Berechnungsmethode CRTN (Ref. 4) beinhaltet sogar zwei Variablen: das Deckmaterial und die Texturtiefe. Die Genauigkeitsstudie (Ref. 2) enthält ein Toolkit zur Ermittlung der Texturtiefe gemäß der CRTN-Methode.




## Tool 5.2: Oberflächentyp bei Streckenabschnitten nach physikalischen Merkmalen




| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Komplexität                                                                       | Genauigkeit | Kosten |                        |           |     |                      |         |     |                                                                                                                                                                                                               |                                                        |     |                                                                                                                         |                                                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                 |             |  |                                                                                                       |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|------------------------|-----------|-----|----------------------|---------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Kategorisierung nach physikalischen Parametern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                   |             |        |                        |           |     |                      |         |     |                                                                                                                                                                                                               |                                                        |     |                                                                                                                         |                                                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                 |             |  |                                                                                                       |  |
| <p>Diese Kategorisierung beruht auf Splittgröße, Porosität und Deckentyp (Asphalt, Beton, Pflastersteine/Verbundpflaster). Die korrigierten Werte werden den einzelnen Straßensegmenten nach der folgenden Tabelle zugewiesen:<sup>26</sup></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #ffcc00;"> <th style="width: 35%;">Oberflächentyp</th> <th style="width: 20%;">Code</th> <th style="width: 45%;">Wert</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #ffcc00;"> <td>Unebene Pflastersteine</td> <td>PS uneven</td> <td>4,8</td> </tr> <tr style="background-color: #ffcc00;"> <td>Ebene Pflastersteine</td> <td>PS even</td> <td>3,1</td> </tr> <tr style="background-color: #ffcc99;"> <td>Zementbeton, Besenstrich quer<br/>Zementbeton, Besenstrich längs<br/>Waschbeton<br/>Zementbeton mit Jutetuchlängsstrich<br/>Oberflächenbehandlung 0/11<br/>Oberflächen mit verbesserter Griffigkeit<br/>Heißasphalt</td> <td>CCB tr<br/>CCB lo<br/>EA<br/>CC burlap<br/>SD<br/>GR<br/>HRA</td> <td>1,1</td> </tr> <tr style="background-color: #ffff00;"> <td>Gussasphalt<br/>Asphaltbeton 0/16<br/>Asphaltbeton 0/11<br/>Drainasphalt, mehr als 5 Jahre alt<br/>Splittmastixasphalt 0/11</td> <td>GA<br/>AC 0/16<br/>AC 0/11<br/>DA 0/11 g5<br/>SMA 0/11</td> <td>0,0</td> </tr> <tr style="background-color: #ccffcc;"> <td>Drainasphalt 0/16, 3-5 Jahre alt<br/>Drainasphalt 0/11, 3-5 Jahre alt<br/>Drainasphalt 0/8, 3-5 Jahre alt<br/>Drainasphalt 0/16, weniger als 3 Jahre alt<br/>Drainasphalt 0/11, weniger als 3 Jahre alt<br/>Drainasphalt 0/8, weniger als 3 Jahre alt</td> <td>DA 0/16 3-5<br/>DA 0/11 3-5<br/>DA 0/8 3-5<br/>DA 0/16 k3<br/>DA 0/11 k3<br/>DA 0/8 k3</td> <td>-2,7 (-1,7)</td> </tr> <tr style="background-color: #00ff00;"> <td>Zweischichtiger Dainasphalt, mehr als 5 Jahre alt<br/>Zweischichtiger Dainasphalt, 3-5 Jahre alt<br/>Zweischichtiger Dainasphalt, weniger als 3 Jahre alt<br/>Offenporig, Dünnenschicht 0/8<br/>Offenporig, Dünnenschicht 0/6</td> <td>DA twin g5<br/>DA twin 3-5<br/>DA twin k3<br/>Thin 0/8<br/>Thin 0/6</td> <td>-3,5 (-2,5)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Anmerkung: Mit höchstens 50km/h zu befahrende Straßen mit Drain- oder Flüsterasphalt -1,7 u. -2,5 dB</p> | Oberflächentyp                                                                    | Code        | Wert   | Unebene Pflastersteine | PS uneven | 4,8 | Ebene Pflastersteine | PS even | 3,1 | Zementbeton, Besenstrich quer<br>Zementbeton, Besenstrich längs<br>Waschbeton<br>Zementbeton mit Jutetuchlängsstrich<br>Oberflächenbehandlung 0/11<br>Oberflächen mit verbesserter Griffigkeit<br>Heißasphalt | CCB tr<br>CCB lo<br>EA<br>CC burlap<br>SD<br>GR<br>HRA | 1,1 | Gussasphalt<br>Asphaltbeton 0/16<br>Asphaltbeton 0/11<br>Drainasphalt, mehr als 5 Jahre alt<br>Splittmastixasphalt 0/11 | GA<br>AC 0/16<br>AC 0/11<br>DA 0/11 g5<br>SMA 0/11 | 0,0 | Drainasphalt 0/16, 3-5 Jahre alt<br>Drainasphalt 0/11, 3-5 Jahre alt<br>Drainasphalt 0/8, 3-5 Jahre alt<br>Drainasphalt 0/16, weniger als 3 Jahre alt<br>Drainasphalt 0/11, weniger als 3 Jahre alt<br>Drainasphalt 0/8, weniger als 3 Jahre alt | DA 0/16 3-5<br>DA 0/11 3-5<br>DA 0/8 3-5<br>DA 0/16 k3<br>DA 0/11 k3<br>DA 0/8 k3 | -2,7 (-1,7) | Zweischichtiger Dainasphalt, mehr als 5 Jahre alt<br>Zweischichtiger Dainasphalt, 3-5 Jahre alt<br>Zweischichtiger Dainasphalt, weniger als 3 Jahre alt<br>Offenporig, Dünnenschicht 0/8<br>Offenporig, Dünnenschicht 0/6 | DA twin g5<br>DA twin 3-5<br>DA twin k3<br>Thin 0/8<br>Thin 0/6 | -3,5 (-2,5) |  | <div style="background-color: #008000; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">1 dB</div> |  |
| Oberflächentyp                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Code                                                                              | Wert        |        |                        |           |     |                      |         |     |                                                                                                                                                                                                               |                                                        |     |                                                                                                                         |                                                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                 |             |  |                                                                                                       |  |
| Unebene Pflastersteine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | PS uneven                                                                         | 4,8         |        |                        |           |     |                      |         |     |                                                                                                                                                                                                               |                                                        |     |                                                                                                                         |                                                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                 |             |  |                                                                                                       |  |
| Ebene Pflastersteine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PS even                                                                           | 3,1         |        |                        |           |     |                      |         |     |                                                                                                                                                                                                               |                                                        |     |                                                                                                                         |                                                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                 |             |  |                                                                                                       |  |
| Zementbeton, Besenstrich quer<br>Zementbeton, Besenstrich längs<br>Waschbeton<br>Zementbeton mit Jutetuchlängsstrich<br>Oberflächenbehandlung 0/11<br>Oberflächen mit verbesserter Griffigkeit<br>Heißasphalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CCB tr<br>CCB lo<br>EA<br>CC burlap<br>SD<br>GR<br>HRA                            | 1,1         |        |                        |           |     |                      |         |     |                                                                                                                                                                                                               |                                                        |     |                                                                                                                         |                                                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                 |             |  |                                                                                                       |  |
| Gussasphalt<br>Asphaltbeton 0/16<br>Asphaltbeton 0/11<br>Drainasphalt, mehr als 5 Jahre alt<br>Splittmastixasphalt 0/11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | GA<br>AC 0/16<br>AC 0/11<br>DA 0/11 g5<br>SMA 0/11                                | 0,0         |        |                        |           |     |                      |         |     |                                                                                                                                                                                                               |                                                        |     |                                                                                                                         |                                                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                 |             |  |                                                                                                       |  |
| Drainasphalt 0/16, 3-5 Jahre alt<br>Drainasphalt 0/11, 3-5 Jahre alt<br>Drainasphalt 0/8, 3-5 Jahre alt<br>Drainasphalt 0/16, weniger als 3 Jahre alt<br>Drainasphalt 0/11, weniger als 3 Jahre alt<br>Drainasphalt 0/8, weniger als 3 Jahre alt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DA 0/16 3-5<br>DA 0/11 3-5<br>DA 0/8 3-5<br>DA 0/16 k3<br>DA 0/11 k3<br>DA 0/8 k3 | -2,7 (-1,7) |        |                        |           |     |                      |         |     |                                                                                                                                                                                                               |                                                        |     |                                                                                                                         |                                                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                 |             |  |                                                                                                       |  |
| Zweischichtiger Dainasphalt, mehr als 5 Jahre alt<br>Zweischichtiger Dainasphalt, 3-5 Jahre alt<br>Zweischichtiger Dainasphalt, weniger als 3 Jahre alt<br>Offenporig, Dünnenschicht 0/8<br>Offenporig, Dünnenschicht 0/6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | DA twin g5<br>DA twin 3-5<br>DA twin k3<br>Thin 0/8<br>Thin 0/6                   | -3,5 (-2,5) |        |                        |           |     |                      |         |     |                                                                                                                                                                                                               |                                                        |     |                                                                                                                         |                                                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                 |             |  |                                                                                                       |  |

## Tool 5.3: Straßendeckentyp nach Sichtprüfung

| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Komplexität    | Genauigkeit | Kosten |                        |           |     |                      |         |     |                           |           |     |                         |     |     |                        |    |             |                             |      |             |  |                                                                                                       |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------|------------------------|-----------|-----|----------------------|---------|-----|---------------------------|-----------|-----|-------------------------|-----|-----|------------------------|----|-------------|-----------------------------|------|-------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>Übertragen Sie die korrigierten Werte gemäß der Sichtprüfung der Straßendecke (Asphalt/Beton/offenporige Decke oder Pflaster).</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #ffcc00;"> <th style="width: 35%;">Oberflächentyp</th> <th style="width: 20%;">Code</th> <th style="width: 45%;">Wert</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #ffcc00;"> <td>Unebene Pflastersteine</td> <td>PS uneven</td> <td>4,8</td> </tr> <tr style="background-color: #ffcc00;"> <td>Ebene Pflastersteine</td> <td>PS even</td> <td>3,1</td> </tr> <tr style="background-color: #ffcc99;"> <td>Zementbeton / Rauhasphalt</td> <td>Con / Ror</td> <td>1,1</td> </tr> <tr style="background-color: #ffff00;"> <td>Glattasphalt (Referenz)</td> <td>Ref</td> <td>0,0</td> </tr> <tr style="background-color: #ccffcc;"> <td>Drainasphalt &lt; 5 Jahre</td> <td>DA</td> <td>-2,7 (-1,7)</td> </tr> <tr style="background-color: #00ff00;"> <td>Offenporiger Flüsterasphalt</td> <td>LN P</td> <td>-3,5 (-2,5)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Anmerkung: Mit höchstens 50km/h zu befahrende Straßen.<br/>Drain- oder Flüsterasphalt -1,7 und -2,5 dB</p> | Oberflächentyp | Code        | Wert   | Unebene Pflastersteine | PS uneven | 4,8 | Ebene Pflastersteine | PS even | 3,1 | Zementbeton / Rauhasphalt | Con / Ror | 1,1 | Glattasphalt (Referenz) | Ref | 0,0 | Drainasphalt < 5 Jahre | DA | -2,7 (-1,7) | Offenporiger Flüsterasphalt | LN P | -3,5 (-2,5) |  | <div style="background-color: #008000; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">1 dB</div> |  |
| Oberflächentyp                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Code           | Wert        |        |                        |           |     |                      |         |     |                           |           |     |                         |     |     |                        |    |             |                             |      |             |  |                                                                                                       |  |
| Unebene Pflastersteine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PS uneven      | 4,8         |        |                        |           |     |                      |         |     |                           |           |     |                         |     |     |                        |    |             |                             |      |             |  |                                                                                                       |  |
| Ebene Pflastersteine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | PS even        | 3,1         |        |                        |           |     |                      |         |     |                           |           |     |                         |     |     |                        |    |             |                             |      |             |  |                                                                                                       |  |
| Zementbeton / Rauhasphalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Con / Ror      | 1,1         |        |                        |           |     |                      |         |     |                           |           |     |                         |     |     |                        |    |             |                             |      |             |  |                                                                                                       |  |
| Glattasphalt (Referenz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ref            | 0,0         |        |                        |           |     |                      |         |     |                           |           |     |                         |     |     |                        |    |             |                             |      |             |  |                                                                                                       |  |
| Drainasphalt < 5 Jahre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DA             | -2,7 (-1,7) |        |                        |           |     |                      |         |     |                           |           |     |                         |     |     |                        |    |             |                             |      |             |  |                                                                                                       |  |
| Offenporiger Flüsterasphalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | LN P           | -3,5 (-2,5) |        |                        |           |     |                      |         |     |                           |           |     |                         |     |     |                        |    |             |                             |      |             |  |                                                                                                       |  |

<sup>26</sup> In der Schreibweise „0/11“ steht die Zahl 11 für die maximale Splittgröße in mm.

| Tool 5.4: Straßendeckentyp nach Straßentyp                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Komplexität                                                                         | Genauigkeit                                                                         | Kosten                                                                              |
| <p>Ordnen Sie alle Straßen unterschiedlichen Kategorien zu und nehmen Sie für jeden Straßentyp das jeweils wahrscheinlichste Deckmaterial an.</p> <p style="text-align: center;"><b>Nur Beispiel</b></p> <p><b>Standard-Deckmaterialtyp</b><br/>           Sackgassen – Stein<br/>           Zufahrtsstraßen – Stein<br/>           Auffahrten und Abfahrten – Asphalt<br/>           Kleine Hauptverkehrsstraßen – Asphalt<br/>           Hauptverkehrsstraßen – Asphalt<br/>           Große Hauptverkehrsstraßen – Beton/offenporig/Asphalt<br/>           Fernstraßen – Beton/offenporig/Asphalt<br/>           Autobahnen – Beton/offenporig/Asphalt</p> <p>Die Regionen oder Mitgliedstaaten sollten jeweils ihre eigene Systematik erstellen.</p> <p>Verwenden Sie Tool 5.2 oder Tool 5.3.</p> |  |  |  |

| Tool 5.5: Keine Daten zur Straßendecke bekannt                   |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                          | Komplexität                                                                           | Genauigkeit                                                                           | Kosten                                                                                |
| Nehmen Sie für alle Straßen dichten Asphalt an (Korrektur 0 dB). |  |  |  |



| Toolkit 6: Geschwindigkeitsänderungen an Kreuzungen                     |  |                          |
|-------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|
| Verfügbare Informationen                                                |  | Geeignetes Tool          |
| Straßenabschnitte mit sich verlangsamendem und beschleunigendem Verkehr |  | keine weiteren Maßnahmen |
| Die Lage der Ampelkreuzungen ist bekannt.                               |  | Tool 6.1                 |
| Keine Daten verfügbar                                                   |  | Tool 6.2                 |




| Tool 6.1: Die Lage der Ampelkreuzungen ist bekannt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |             |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Wenn getrennte Fahrrichtungen gegeben und bekannt sind                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |             |        |
| Teilen Sie die Straßen nach Abschnitten mit beschleunigendem, sich verlangsamendem und kontinuierlich fließendem Verkehr auf. Die Länge eines Straßenabschnitts mit beschleunigendem/sich verlangsamendem Verkehr beträgt:<br>Sich verlangsamend: $3 * V$ (in m, vor der Mitte der Kreuzung)<br>Beschleunigend: $2 * V$ (in m, vor der Mitte der Kreuzung), wobei $V$ für die zulässige Höchstgeschwindigkeit in km/h steht. |             | < 0,5 dB    |        |
| Wenn keine getrennten Fahrrichtungen gegeben oder bekannt sind:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |             |        |
| Keine Unterscheidung zwischen beschleunigendem, sich verlangsamendem und kontinuierlich fließendem Verkehr (Der Verkehr wird also als kontinuierlich fließend betrachtet.)                                                                                                                                                                                                                                                   |             | 1 dB        |        |







| Tool 6.2: Keine Daten verfügbar                                                                                                                                                                                             |             |             |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                     | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Ermitteln Sie Ampelkreuzungen durch <b>Befahren der betreffenden Straßen</b> ; anschließend verfahren Sie gemäß Tool 6.1                                                                                                    |             | < 0.5 dB    |        |
| Ermitteln Sie Ampelkreuzungen anhand von <b>Luftbildern</b> ; anschließend verfahren Sie gemäß Tool 6.1                                                                                                                     |             | < 0.5 dB    |        |
| Ermitteln Sie mit Rechneralgorithmen <b>automatisch</b> die Lage von Straßenkreuzungen, an denen ein Verkehrsaufkommen von mindestens 2500 Fahrzeugen binnen 24 Stunden besteht. Anschließend verfahren Sie gemäß Tool 6.1. |             | < 0.5 dB    |        |
| Keine Unterscheidung zwischen beschleunigendem, sich verlangsamendem und kontinuierlich fließendem Verkehr (Der Verkehr wird als kontinuierlich fließend betrachtet.)                                                       |             | 1 dB        |        |

| Toolkit 7: Steigungen/Gefälle                    |  |                          |
|--------------------------------------------------|--|--------------------------|
| Verfügbare Informationen                         |  | Geeignetes Tool          |
| Steigung/Gefälle der einzelnen Straßenabschnitte |  | keine weiteren Maßnahmen |
| Höhenlinienmodell                                |  | Tool 7.1                 |
| Lage von Hügeln, Tunnels und Talbrücken          |  | Tool 7.2                 |
| Keine Daten verfügbar                            |  | Tool 7.3                 |

| Tool 7.1: Höhenlinienmodell                                                           |             |             |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                               | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Wenn ein Höhenlinienmodell bekannt ist:                                               |             |             |        |
| Die Steigung bzw. das Gefälle kann direkt aus dem Höhenlinienmodell ermittelt werden. |             | < 0.5 dB    |        |
| Wenn ein dreidimensionales Straßenprofil verfügbar ist:                               |             |             |        |
| Die Steigung bzw. das Gefälle kann aus dem Straßenprofil berechnet werden.            |             | < 0.5 dB    |        |






| Tool 7.2: Lage von Hügeln, Tunnels und Talbrücken                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |                         |                                           |     |                                 |      |                                 |      |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|-----|---------------------------------|------|---------------------------------|------|--|--|--|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Komplexität             | Genauigkeit             | Kosten                                    |     |                                 |      |                                 |      |  |  |  |
| Unter gewissen Umständen ist möglicherweise eine geringere Anzahl an Höhenwerten auf einer Strecke bzw. zur umgebenden Landschaft verfügbar; die Daten sind aber nicht hinreichend zur Erstellung eines vollständigen Höhenlinienmodells. Messen oder schätzen Sie dann aufgrund dieser Informationen die Höhenunterschiede auf einer bekannten Strecke und berechnen Sie das entsprechende Verhältnis, um die Steigung bzw. das Gefälle zu ermitteln. Bei Straßen und Auffahrten zu Brücken/Talbrücken und Tunnels kann dies auch anhand von zwei Querschnitten am Anfang und am Ende der Steigung bzw. des Gefälles erfolgen. |                         | < 0.5 dB                |                                           |     |                                 |      |                                 |      |  |  |  |
| Wenn nur die Lage von Hügeln, Auffahrten, Brücken/Talbrücken und Tunnels bekannt ist, sollte die Steigung bzw. das Gefälle der Straße geschätzt werden. Standardwerte für Hügel und Talbrücken sind 5 bis 15 %.<br>Nach Sichtprüfung sollte einer der folgenden Werte für die Höhe einer Straße angenommen werden:                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         | < 0.5 dB                |                                           |     |                                 |      |                                 |      |  |  |  |
| <table border="0"> <tr> <td><b>Sichtprüfung</b></td> <td><b>Steigung/Gefälle</b></td> </tr> <tr> <td>allmähliche Steigung/allmähliches Gefälle</td> <td>5 %</td> </tr> <tr> <td>mäßige Steigung/mäßiges Gefälle</td> <td>10 %</td> </tr> <tr> <td>starke Steigung/starkes Gefälle</td> <td>15 %</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Sichtprüfung</b>     | <b>Steigung/Gefälle</b> | allmähliche Steigung/allmähliches Gefälle | 5 % | mäßige Steigung/mäßiges Gefälle | 10 % | starke Steigung/starkes Gefälle | 15 % |  |  |  |
| <b>Sichtprüfung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Steigung/Gefälle</b> |                         |                                           |     |                                 |      |                                 |      |  |  |  |
| allmähliche Steigung/allmähliches Gefälle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5 %                     |                         |                                           |     |                                 |      |                                 |      |  |  |  |
| mäßige Steigung/mäßiges Gefälle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 10 %                    |                         |                                           |     |                                 |      |                                 |      |  |  |  |
| starke Steigung/starkes Gefälle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 15 %                    |                         |                                           |     |                                 |      |                                 |      |  |  |  |







|                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Die Steigung bzw. das Gefälle kann gemessen werden. <sup>27</sup> Um die Kosten der Messungen zu senken, kann die Steigung bzw. das Gefälle auch mit einer allgemeinen Messung zur Ermittlung der Höhe einer Straße bestimmt werden. |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

| Tool 7.3: Keine Daten verfügbar                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                              | Komplexität                                                                         | Genauigkeit                                                                         | Kosten                                                                              |
| Die Steigung bzw. das Gefälle kann gemessen werden. <sup>28</sup> Um die Kosten der Messungen zu senken, kann die Steigung bzw. das Gefälle auch mit einer allgemeinen Messung zur Ermittlung der Höhe einer Straße bestimmt werden. |  |  |  |
| Wenn keine Daten verfügbar sind, wird der Standardparameter 0 % angenommen.                                                                                                                                                          |  |  |  |

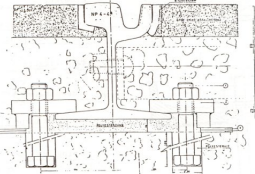
<sup>27</sup> Methoden wie z.B. Schallwegprüfungen mit GPS, Lasermessungen aus der Luft (LIDAR), Fernmessungen und Photogrammetrie kommen in Betracht.

<sup>28</sup> Methoden wie z.B. Schallwegprüfungen mit GPS, Lasermessungen aus der Luft (LIDAR), Fernmessungen und Photogrammetrie kommen in Betracht.

| Toolkit 8: Schalleistungspegel von Straßenbahnen und LRV                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verfügbare Informationen<br>(Hinweis: Möglicherweise müssen mehrere Tools kombiniert werden.)                                                                                                                                                                                                                                          | Geeignetes Tool                                                                                              |
| Akustischer Schalleistungspegel pro Fahrzeug für Rollgeräusche, Quietschgeräusche und Impulsschall im betreffenden Schienenverkehrsnetz in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und von der jeweiligen Gleiskonstruktion sowie von der jeweiligen Rauheit der Gleise                                                                   |  keine weiteren Maßnahmen |
| Der akustische Schalleistungspegel pro Fahrzeug für das Rollgeräusch im betreffenden Schienenverkehrsnetz in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und von der jeweiligen Gleiskonstruktion sowie von der jeweiligen Rauheit der Gleise ist bekannt. Für Quietschgeräusche und Impulsschall sind entsprechende Korrekturen vorzunehmen. |  Tool 8.1                 |
| Akustischer Schalleistungspegel pro Fahrzeug für das geschwindigkeitsabhängige Rollgeräusch im jeweiligen Schienenverkehrsnetz; entsprechende Korrekturen sind für den Typ und die Gleiskonstruktion vorzunehmen.                                                                                                                      |  Tool 8.2                 |
| Akustischer Schalleistungspegel pro Fahrzeug für das Rollgeräusch bei einer bestimmten Geschwindigkeit im jeweiligen Schienenverkehrsnetz                                                                                                                                                                                              |  Tool 8.3                 |
| Keine Daten bekannt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  Tool 8.4                 |

| Tool 8.1: Korrekturen für Quietschgeräusche und Impulsschall (möglich, wenn diese Korrekturen nicht ohnehin bereits gemäß der jeweiligen Berechnungsmethode vorgenommen werden)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Komplexität                                                                           | Genauigkeit                                                                           | Kosten                                                                                |
| <p>Während eines repräsentativen trockenen Zeitraums sind Beobachtungen an Kurven mit einem Radius von &lt; 100 m vorzunehmen.</p> <p>Wenn keine Quietschgeräusche festgestellt werden, ist eine Korrektur nicht erforderlich.</p> <p>Werden Quietschgeräusche beobachtet, erfolgt eine Korrektur um bis zu +12 dB(A), wenn die Geräusche bei allen Fahrzeugen auftreten. (Bei seltenerem Auftreten sind geringere Korrekturen vorzunehmen.) Diese (auf Erfahrungswerten beruhende) Korrektur sollte bei allen normalen Lärmemissionspegeln vorgenommen werden. Die Korrektur bezieht sich auf den Kurvenabschnitt, in dem die Quietschgeräusche auftreten.</p> |  |  |  |
| <p>An Schienenstößen</p> <p>Wenn kein Impulsschall auftritt, ist eine Korrektur nicht erforderlich. Tritt Impulsschall auf, ist eine Korrektur um +3 dB(A) vorzunehmen. Diese (auf Erfahrungswerten beruhende) Korrektur sollte bei allen normalen Lärmemissionspegeln vorgenommen werden. Die Korrektur sollte für die lineare Lärmquelle 30 m vor und hinter den Schienenstößen vorgenommen werden.</p>                                                                                                                                                                                                                                                       |  |  |  |










## Tool 8.2: Korrekturen für Gleistypen und Gleiskonstruktionen
















| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
|  <p>Bei normalen Gleisen im Schotterbett ist eine Korrektur nicht erforderlich.<br/>           Bei Gleisen mit Riefen im Schotterbett erfolgt eine Korrektur um +2 dB(A).<br/>           Bei Gleisen in Asphalt oder Beton (s.u.) sind die Werte um +3 dB(A) zu korrigieren. (Hinweis: Unter Umständen müssen Berechnungen zur Lärmausbreitung vorgenommen werden, um die Auswirkungen der reflektierenden Oberfläche einzubeziehen, in der die Gleise verlegt sind.)</p> | △           | ◇           | △      |

## Tool 8.3: Auswirkungen der Fahrgeschwindigkeit

| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| <p>Für die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit auf verschiedenen Gleisabschnitten sind entsprechende Korrekturen vorzunehmen.<br/>           Bei der Berechnung des Schalleistungspegels ist von <math>30 \cdot \text{Log} (v_{\text{actual}}/v_{\text{ref}})</math> auszugehen.<br/>           Bei der Berechnung der entsprechenden Emission/Immission ist <math>20 \cdot \text{Log} (v_{\text{actual}}/v_{\text{ref}})</math> anzunehmen.<sup>29</sup></p> | △           | ◇           | △      |

<sup>29</sup> Die verschiedenen Formeln  $30 \cdot \text{Log} (v_{\text{actual}}/v_{\text{ref}})$  und  $20 \cdot \text{Log} (v_{\text{actual}}/v_{\text{ref}})$  werden in Anbetracht der jeweiligen Expositionsdauer verwendet. Hinsichtlich des Schalleistungspegels besteht ein empirischer Zusammenhang mit der dritten Potenz der Geschwindigkeit ( $v^3$ ). Der Hörer nimmt ein mit höherer Geschwindigkeit vorbeifahrendes Fahrzeug für kürzere Zeit wahr. Das Verhältnis beträgt  $-10 \cdot \text{Log} (T)$ , wobei T für die Expositionsdauer steht. Eine kürzere Expositionsdauer führt zu einem (verhältnismäßig) geringeren Lärmpegeläquivalent. Dieser (geringere) Wert steht in empirischem Zusammenhang mit der Geschwindigkeit  $(30-10) \cdot \text{Log} (v_{\text{actual}}/v_{\text{ref}})$ .

| Tool 8.4: Keine Daten bekannt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Komplexität                                                                         | Genauigkeit                                                                         | Kosten                                                                              |
| Messen Sie den akustischen Schalleistungspegel pro Fahrzeug für das Rollgeräusch in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit sowie von der Gleiskonstruktion und der repräsentativen Rauheit der Gleise.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |
| Messen Sie den akustischen Schalleistungspegel pro Fahrzeug für die Quietschgeräusche und den Impulsschall im Schienenverkehrsnetz in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit sowie von der jeweiligen Gleiskonstruktion. (Die Messung von Quietschgeräuschen ist sehr kompliziert und langwierig.)                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |  |
| Für normale Gleise in einem Schotterbett ist für eine Entfernung von 25 m ein Lärmemissionspegel von 70 dB pro Drehgestell (2 Achsen) anzunehmen.<br>Bei Gleisen mit Riefen in Asphalt oder Beton beträgt der Lärmemissionspegel in einem Abstand von 25 m unabhängig von der Gleiskonstruktion 70 dB pro Drehgestell (2 Achsen); dabei ist die für Tool 8.2 genannte Korrektur vorzunehmen.<br><br>Für beide Gleiskonstruktionen sowie wenn die Gleise nicht regelmäßig geschliffen werden, ist eine Korrektur um +2 dB vorzunehmen. |  |  |  |

| Toolkit 9: Fahrgeschwindigkeit der Züge (oder Straßenbahnen)                                                                                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                         | Komplexität                                                                         | Genauigkeit                                                                         | Kosten                                                                              |
| Zuverlässige Daten zur Geschwindigkeit der Züge <b>sind vom Eigentümer des Schienennetzes zu erhalten.</b>                                                                                                      |  |  |  |
| Zuverlässige Daten zur Geschwindigkeit der Züge <b>sind von den Betreibern der Züge zu erhalten.</b>                                                                                                            |  |  |  |
| <b>Messung der Fahrgeschwindigkeit</b> der Züge                                                                                                                                                                 |  |  |  |
| Berechnen Sie die Durchschnittsgeschwindigkeiten aufgrund von Fahrplänen und Entfernungen. (Bei Güterzügen ist dies u.U. nicht möglich.)                                                                        |  |  |  |
| Ermitteln Sie mindestens die beiden folgenden Werte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Höchstgeschwindigkeit der Züge</li> <li>• Maximal zulässige Geschwindigkeit auf den jeweiligen Gleisen</li> </ul> |  |  |  |

| Toolkit 10: Schalleistungspegel von Lärmquellen in der Industrie                               |  |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|
| Verfügbare Informationen                                                                       |  | Geeignetes Tool          |
| Unterschiedliche Schalleistungspegel für Tag, Abend und Nacht                                  |  | keine weiteren Maßnahmen |
| Unterschiedliche Schalleistungspegel je nach Betriebsstunde                                    |  | Tool 10.1                |
| Schalleistungspegel für zwei Zeiträume (Tag und Nacht)                                         |  | Tool 10.2                |
| Schalleistungspegel für einen vollständigen 24-Stunden-Tag (oder einen noch längeren Zeitraum) |  | Tool 10.3                |
| Schalleistungspegel bekannt; maßgebliche Betriebszeiten nicht bekannt                          |  | Tool 10.4                |
| Schalleistungspegel nicht bekannt                                                              |  | Tool 10.5                |

| Tool 10.1: Unterschiedliche Schalleistungspegel je nach Betriebsstunde                                                             |             |             |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                            | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Für die verschiedenen Zeiträume (Tag, Abend und Nacht) sind die durchschnittlichen Schalleistungspegel logarithmisch zu berechnen. |             |             |        |

| Tool 10.2: Schalleistungspegel für zwei Zeiträume (Tag und Nacht)                                                                                                                                                                                                             |             |             |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                       | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Prüfen Sie die Betriebszeiten und nehmen Sie die entsprechenden Schalleistungspegel für die Zeiten an, in denen die betreffenden Anlagen in Betrieb sind.                                                                                                                     |             |             |        |
| Für Tage ist der Schalleistungspegel des Zeitraums Tag anzunehmen. Nachts wird der Schalleistungspegel des Zeitraums Nacht angenommen. Wenn die betreffende Anlage auch abends (bzw. in einzelnen Abendstunden) in Betrieb ist, wird der Wert für den Zeitraum Tag verwendet. |             |             |        |

| Tool 10.3: Schalleistungspegel für einen vollständigen 24-Stunden-Tag                                            |             |             |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                          | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Ermitteln Sie die Betriebszeiten und nehmen Sie für diese Zeiten den Wert der in Betrieb befindlichen Anlage an. |             |             |        |
| Nehmen Sie für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht den Schalleistungspegel für einen 24-Stunden-Tag an.           |             |             |        |



| Tool 10.4: Schalleistungspegel bekannt; maßgebliche Betriebszeiten nicht bekannt                                 |             |             |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                          | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Ermitteln Sie die Betriebszeiten und nehmen Sie für diese Zeiten den Wert der in Betrieb befindlichen Anlage an. |             |             |        |
| Nehmen Sie für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht die verfügbaren Schalleistungspegel an.                        |             |             |        |

| Tool 10.5: Schalleistungspegel nicht bekannt                                                                                                                                                    |             |             |          |                                                          |              |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|----------|----------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| Methode                                                                                                                                                                                         | Komplexität | Genauigkeit | Kosten   |                                                          |              |              |
| Beschaffen Sie sich die Schalleistungspegel vom <b>Betreiber der Anlagen</b> .                                                                                                                  |             |             |          |                                                          |              |              |
| <b>Ermitteln Sie die Schalleistungspegel</b> nach ISO 8297.                                                                                                                                     |             |             |          |                                                          |              |              |
| Verwenden Sie die einer <b>Umweltverträglichkeitsprüfung</b> zu entnehmenden Daten.                                                                                                             |             |             |          |                                                          |              |              |
| Verwenden Sie die im jeweiligen Mitgliedstaat festgelegten <b>Standard-Schalleistungspegel</b> .                                                                                                |             |             |          |                                                          |              |              |
| Verwenden Sie die im jeweiligen Mitgliedstaat definierten <b>maximal zulässigen Schalleistungspegel pro Flächeneinheit</b> .                                                                    |             |             |          |                                                          |              |              |
| Wenn in Richtlinie 2000/14/EG Grenzwerte für die betreffende Lärmquelle genannt werden, sind diese Werte zu berücksichtigen.                                                                    |             |             |          |                                                          |              |              |
| Berücksichtigen Sie <b>öffentliche Datenbanken</b> (Beispiele siehe Tabellen 1 und 2). Zu berücksichtigen ist auch die Datenbank, die im Rahmen des Projekts IMAGINE (Ref. 19) entwickelt wird. |             |             |          |                                                          |              |              |
| Verwenden Sie die folgenden <b>Standardwerte</b> :                                                                                                                                              |             |             |          |                                                          |              |              |
| <b>Branchentyp</b>                                                                                                                                                                              |             |             |          | <b>Standardwert für L<sub>w</sub>'' (/m<sup>2</sup>)</b> |              |              |
|                                                                                                                                                                                                 |             |             |          | <b>Tag</b>                                               | <b>Abend</b> | <b>Nacht</b> |
| Gebiete mit Schwerindustrie                                                                                                                                                                     |             |             |          | 65 dB(A)                                                 | 65 dB(A)     | 65 dB(A)     |
| Gebiete mit Leichtindustrie                                                                                                                                                                     |             |             |          | 60 dB(A)                                                 | 60 dB(A)     | 60 dB(A)     |
| Gewerbegebiete                                                                                                                                                                                  | 60 dB(A)    | 60 dB(A)    | 45 dB(A) |                                                          |              |              |
| Häfen                                                                                                                                                                                           | 65 dB(A)    | 65 dB(A)    | 65 dB(A) |                                                          |              |              |

| Tabelle 1: Beispieldatenbanken für einzelne Lärmquellen in der Industrie jeweils mit Schalleistungspegeln für das gesamte Unternehmen: |                                                                                                                        |                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Datenbank                                                                                                                              | Beschreibung                                                                                                           | Herausgeber/Website                                                                                   |
| Richtlinie 2000/14/EG                                                                                                                  | Richtlinie zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur | <a href="http://europa.eu.int/comm/environment/noise">http://europa.eu.int/comm/environment/noise</a> |

|                                             |                                                                                                                        |                                              |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                             | Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen: Artikel 12, Grenzwerte für verschiedene Geräte und Maschinen. |                                              |
| Report UBA-94-102                           | Geräuschemissionen<br>Messung - Grenzwerte -<br>Stand der Technik<br><br>Kapitel 2.2.1                                 | Umweltbundesamt<br><br>Österreich            |
| Lärm Bekämpfung 88                          | Tendenzen – Probleme –<br>Lösungen                                                                                     | Umweltbundesamt<br><br>Deutschland           |
| Britische Norm 5228 Teil 1 –<br>1997        | Noise and vibration control<br>on construction and open<br>sites.                                                      | British Standards Institution<br>UK          |
| Eurovent Directory of<br>Certified products | Zertifizierte Lw-Werte für<br>Klimaanlagen und<br>Kühlaggregate                                                        | Eurovent Certification Company<br>Frankreich |

**Tabelle 2: Verzeichnis verfügbarer Datenbanken mit Schalleistungspegeln jeweils für ein ganzes Unternehmen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)**

| <b>Datenbank</b>      | <b>Beschreibung</b>                                                                                                   | <b>Herausgeber/Website</b>                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kentallen Industrie   | Mittelwert für Lw" unter Berücksichtigung zahlreicher Situationen                                                     | i-kwadraat<br>c/o DCMR Milieudienst Rijnmond<br>Niederlande<br>E-Mail: <a href="mailto:si2@DCMR.nl">si2@DCMR.nl</a><br><a href="http://www.xs4all.nl/~riqolett">http://www.xs4all.nl/~riqolett</a> |
| DGMK-Projekt 209      | Flächenbezogene A-Schalleistungspegel von Raffinerien und petrochemischen Werken                                      | DGMK<br>Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V<br>Deutschland                                                                                                     |
| DGMK-Projekt 308      | Bestimmung des immissionswirksamen A-Schalleistungspegels einer Freianlage durch Schallmessungen innerhalb der Anlage |                                                                                                                                                                                                    |
| DGMK-Projekt 446      | Schallimmissionspegel in der Nachbarschaft bestehender Raffinerien und petrochemischer Werke                          |                                                                                                                                                                                                    |
| Report UBA-94-102     | Geräuschemissionen<br>Messung - Grenzwerte -<br>Stand der Technik<br>Kapitel 2.2.2                                    | Umweltbundesamt<br><br>Österreich                                                                                                                                                                  |
| Monographien Band 154 | Schallemission von Betriebstypen und Flächenwidmung                                                                   |                                                                                                                                                                                                    |
| DIN18005-1            | Schallschutz im Städtebau,<br>Teil 1: Grundlagen und<br>Hinweise für die Planung                                      | <a href="http://www2.din.de/">http://www2.din.de/</a>                                                                                                                                              |

|             |                                                                                                                  |                                                                 |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|             | Beiblatt 1,<br>Berechnungsverfahren                                                                              |                                                                 |
| AV-Ecosafer | L <sub>w</sub> -Messungen vor Ort für<br>verschiedene Typen offener<br>chemischer und<br>petrochemischer Anlagen | AV-Ecosafer nv<br>Belgien                                       |
| Defra       | Aktualisierung der<br>Lärmdatenbank zur<br>Lärmprognose für Baustellen<br>und offene Standorte (HMSO<br>2005)    | <a href="http://www.defra.gov.uk/">http://www.defra.gov.uk/</a> |




## 4.04 Toolkits – Ausbreitungsbezogene Aspekte




| Toolkit 11: Geländehöhe in der Nähe von Lärmquellen         |  |                          |
|-------------------------------------------------------------|--|--------------------------|
| Verfügbare Informationen                                    |  | Geeignetes Tool          |
| Digitales Höhenlinienmodell mit Einschnitten und Böschungen |  | keine weiteren Maßnahmen |
| GPS-Höhe einer Straße                                       |  | Tool 11.1                |
| Querschnitte                                                |  | Tool 11.2                |
| Standardhöhe einer Böschung                                 |  | Tool 11.3                |
| Keine Daten verfügbar                                       |  | Tool 11.4                |




| Tool 11.1: GPS-Höhe einer Straße                                                                                                                                                                                         |             |             |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                  | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Die Straßenhöhe kann durch Messungen ermittelt werden. <sup>30</sup> Die ermittelte Höhe kann mit der geschätzten allgemeinen Geländehöhe kombiniert werden, um die Höhe der Böschung bzw. des Einschnitts zu bestimmen. |             | < 0.5 dB    |        |
| Die Höhe von Objekten, welche die Lärmausbreitung eindämmen könnten, kann ebenfalls durch Messungen <sup>30</sup> oder nach Einschätzung der Höhe über der örtlichen Bezugsebene durch Sichtprüfung bestimmt werden.     |             | < 0.5 dB    |        |




| Tool 11.2: Querschnitte                                                                                                |             |             |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Wenn zu einer Straße Querschnitte verfügbar sind, kann die Höhe der Straße anhand dieser Querschnitte bestimmt werden. |             | 1 dB        |        |







<sup>30</sup> Methoden wie z.B. Schallwegprüfungen mit GPS, Lasermessungen aus der Luft (LIDAR), Fernmessungen und Photogrammetrie kommen in Betracht.













| Tool 11.3: Standardhöhe einer Böschung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |             |                  |       |                     |       |                |       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|------------------|-------|---------------------|-------|----------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Komplexität                       | Genauigkeit | Kosten           |       |                     |       |                |       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| <p>Auf mehr oder weniger ebenem Gelände ist der wichtigste Parameter die Höhe der Straße über oder unter dem jeweiligen örtlichen Gelände; diese Höhe wird als Höhe der Böschung oder des Einschnitts bezeichnet und kann durch Sichtprüfung ermittelt werden. Die Standardhöhe einer quer zu einer Straße oder einer Eisenbahnstrecke verlaufenden Böschung ist der folgenden Tabelle zu entnehmen:</p> <table border="0" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Quer verlaufendes Element<br/>Höhe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eisenbahnstrecke</td> <td style="text-align: right;">8,0 m</td> </tr> <tr> <td>Hauptverkehrsstraße</td> <td style="text-align: right;">6,0 m</td> </tr> <tr> <td>Regionalstraße</td> <td style="text-align: right;">4,0 m</td> </tr> </tbody> </table> | Quer verlaufendes Element<br>Höhe |             | Eisenbahnstrecke | 8,0 m | Hauptverkehrsstraße | 6,0 m | Regionalstraße | 4,0 m |  |  |  |
| Quer verlaufendes Element<br>Höhe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |             |                  |       |                     |       |                |       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Eisenbahnstrecke                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8,0 m                             |             |                  |       |                     |       |                |       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Hauptverkehrsstraße                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6,0 m                             |             |                  |       |                     |       |                |       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Regionalstraße                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4,0 m                             |             |                  |       |                     |       |                |       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |

| Tool 11.4: Keine Daten verfügbar                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                              | Komplexität                                                                         | Genauigkeit                                                                         | Kosten                                                                              |
| <p>Die Lärmquellen befinden sich auf eine Böschung mit einer Standardhöhe von z.B. 1,5 m. Die Standardwerte können von den Mitgliedstaaten selbst festgelegt werden. Das umgebende Gelände wird als (annähernd) eben betrachtet.</p> |  |  |  |

| Toolkit 12: Einschnitte und Böschungen                                                                            |                                                                                     |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Verfügbare Informationen                                                                                          |                                                                                     | Geeignetes Tool |
| Digitale Informationen zu Einschnitten und Böschungen                                                             |  | Tool 12.1       |
| Lage und Höhe von Einschnitten und Böschungen; diese Daten sind im digitalen Standortmodell aber nicht enthalten. |  | Tool 12.2       |
| Lage und Höhe von Einschnitten und Böschungen sind nicht bekannt.                                                 |  | Tool 12.3       |

| Tool 12.1: Digitale Informationen zu Einschnitten und Böschungen                                                                                                                                                        |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                 | Komplexität                                                                         | Genauigkeit                                                                         | Kosten                                                                              |
| Beziehen Sie Informationen zu Einschnitten und Böschungen in das digitale Standortmodell ein, um dann mit Tools zur 3-D-Visualisierung sorgfältig zu prüfen, ob Inkonsistenzen oder Unstimmigkeiten festzustellen sind. |  |  |  |

| Tool 12.2: Lage und Höhe von Einschnitten und Böschungen sind im digitalen Standortmodell aber nicht enthalten.                                                                                                                                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Komplexität                                                                           | Genauigkeit                                                                           | Kosten                                                                                |
| <b>Ansatz für Einschnitte:</b><br>Digitalisieren Sie die Konturlinien entlang der Oberkante des Einschnitts auf beiden Seiten, um das umgebende Gebiet zu modellieren. Digitalisieren Sie die Konturlinien an der Unterkante des Einschnitts auf beiden Seiten, um die Eisenbahnstrecke bzw. die Straße zu modellieren. |  |  |  |
| <b>Ansatz bei Böschungen</b><br>Digitalisieren Sie die Konturlinien entlang der Oberkante der Böschung auf beiden Seiten, um die Eisenbahnstrecke bzw. die Straße zu modellieren. Digitalisieren Sie die Konturlinien an der Unterkante der Böschung auf beiden Seiten, um das umgebende Gebiet zu modellieren.         |  |  |  |

| Tool 12.3: Lage und Höhe von Einschnitten und Böschungen sind nicht bekannt.                                                                                                                                            |                                                                                     |             |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                 | Komplexität                                                                         | Genauigkeit | Kosten                                                                              |
| Grundsätzlich                                                                                                                                                                                                           |                                                                                     |             |                                                                                     |
| <b>Führen Sie Messungen durch</b> , um die Lage von Böschungen und Einschnitten zu bestimmen.                                                                                                                           |  | < 0.5 dB    |  |
| Anschließend haben Sie folgende Möglichkeiten:                                                                                                                                                                          |                                                                                     |             |                                                                                     |
| Sie können mit Vermessungsverfahren die erforderlichen Daten zu Lage und Höhe ermitteln.                                                                                                                                |  | < 0.5 dB    |  |
| <b>Sie können über amtliche Stellen klären</b> , ob <b>Kartenmaterial</b> zu Böschungen und Einschnitten zur Verfügung gestellt werden kann. Anschließend ist wie für Tool 12.2 beschrieben zu verfahren.               |  | < 0.5 dB    |  |
| <b>Schätzen Sie die Höhe</b> aufgrund einer Ortsbesichtigung; <b>anschließend digitalisieren Sie</b> die betreffende <b>Lage</b> aufgrund von <b>Luftbildern</b> . Danach verfahren Sie, wie für Tool 12.2 beschrieben. |  | 1 dB        |  |
| <b>Schätzen Sie Lage und Höhe</b> aufgrund einer Ortsbesichtigung. Danach verfahren Sie, wie für Tool 12.2 beschrieben.                                                                                                 |  | 1 dB        |  |
| <b>Einschnitte sind zu vernachlässigen</b> , wenn sich in den Einschnitten keine maßgeblichen Lärmquellen befinden.                                                                                                     |  | 1 dB        |  |




| Toolkit 13: Geländetyp                                            |  |                          |
|-------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|
| Verfügbare Informationen                                          |  | Geeignetes Tool          |
| Detaillierte Geometrie reflektierender und absorbierender Flächen |  | keine weiteren Maßnahmen |
| Systematik der Flächennutzung                                     |  | Tool 13.1                |
| Einstufung als städtisch/vorstädtisch und ländlich                |  | Tool 13.2                |
| Keine Daten verfügbar                                             |  | Tool 13.3                |





| Tool 13.1: Systematik der Flächennutzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |             |           |     |      |     |       |     |        |     |       |     |           |     |        |     |             |     |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-----------|-----|------|-----|-------|-----|--------|-----|-------|-----|-----------|-----|--------|-----|-------------|-----|--|--|--|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Komplexität | Genauigkeit | Kosten    |     |      |     |       |     |        |     |       |     |           |     |        |     |             |     |  |  |  |
| <p>Anhand von Flächennutzungskarten des GIS lassen sich Gelände verschiedenen Kategorien zuordnen. Jeder dieser Flächennutzungskategorien kann ein Standard-Flächenfaktor zugewiesen werden (z.B. 1,0 für absorbierende Flächen).</p> <p><b>Nutzungsrelevante Flächenfaktoren</b></p> <table border="0"> <tr><td>Wald</td><td>1,0</td></tr> <tr><td>Agrarland</td><td>1,0</td></tr> <tr><td>Park</td><td>1,0</td></tr> <tr><td>Heide</td><td>1,0</td></tr> <tr><td>Straße</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>Stadt</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>Industrie</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>Wasser</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>Wohngebiete</td><td>0,5</td></tr> </table> | Wald        | 1,0         | Agrarland | 1,0 | Park | 1,0 | Heide | 1,0 | Straße | 0,0 | Stadt | 0,0 | Industrie | 0,0 | Wasser | 0,0 | Wohngebiete | 0,5 |  |  |  |
| Wald                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,0         |             |           |     |      |     |       |     |        |     |       |     |           |     |        |     |             |     |  |  |  |
| Agrarland                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1,0         |             |           |     |      |     |       |     |        |     |       |     |           |     |        |     |             |     |  |  |  |
| Park                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,0         |             |           |     |      |     |       |     |        |     |       |     |           |     |        |     |             |     |  |  |  |
| Heide                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,0         |             |           |     |      |     |       |     |        |     |       |     |           |     |        |     |             |     |  |  |  |
| Straße                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,0         |             |           |     |      |     |       |     |        |     |       |     |           |     |        |     |             |     |  |  |  |
| Stadt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,0         |             |           |     |      |     |       |     |        |     |       |     |           |     |        |     |             |     |  |  |  |
| Industrie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,0         |             |           |     |      |     |       |     |        |     |       |     |           |     |        |     |             |     |  |  |  |
| Wasser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,0         |             |           |     |      |     |       |     |        |     |       |     |           |     |        |     |             |     |  |  |  |
| Wohngebiete                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,5         |             |           |     |      |     |       |     |        |     |       |     |           |     |        |     |             |     |  |  |  |





| Tool 13.2: Einstufung als städtisch/vorstädtisch und ländlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |             |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| <p>Gelände in Stadtgebieten werden regelmäßig als schallreflektierend angenommen; für Gelände in Vorstadtgebieten wird eine Schallreflexion von 50% angenommen, und Gelände in ländlichen Gebieten werden als schallabsorbierend betrachtet. Diese Standardannahmen können um zusätzliche Informationen ergänzt werden (z.B. Wasser in ländlichen Gebieten oder Wälder/Parks und Sportplätze in Stadtgebieten).</p> |             |             |        |

| Tool 13.3: Keine Daten verfügbar                                                           |             |             |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                    | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| <p>Als ungünstigster Fall ist grundsätzlich ein reflektierender Untergrund anzunehmen.</p> |             |             |        |



| Toolkit 14: Höhe von Lärmschutzobjekten an Straßen                    |                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verfügbare Informationen                                              | Geeignetes Tool                                                                                              |
| Höhe des Lärmschutzobjekts über der Straße                            |  keine weiteren Maßnahmen |
| Höhe des Lärmschutzobjekts über dem Bodenniveau des Lärmschutzobjekts |  Tool 14.1                |
| Einschätzung der Höhe von Lärmschutzobjekten nach Sichtprüfung        |  Tool 14.2                |

| Tool 14.1 Höhe bezogen auf das Straßenniveau                                                                                                                                      |                                                                                     |             |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                           | Komplexität                                                                         | Genauigkeit | Kosten                                                                              |
| Ziehen Sie die Höhe einer Straße über der Unterkante des Lärmschutzobjekts von der Höhe des Lärmschutzobjekts ab, um die Höhe des Lärmschutzobjekts über der Straße zu ermitteln. |  | < 0.5 dB    |  |
| Ermitteln Sie die Höhe eines Lärmschutzobjekts aus einem Querprofil.                                                                                                              |  | < 0.5 dB    |  |

| Tool 14.2: Höhenermittlung durch Sichtprüfung                                                                                                                                                                    |                                                                                       |             |                                                                                       |       |        |       |      |       |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------|------|-------|--|--|--|
| Methode                                                                                                                                                                                                          | Komplexität                                                                           | Genauigkeit | Kosten                                                                                |       |        |       |      |       |  |  |  |
| Ermitteln Sie die Höhe eines Lärmschutzobjekts bezogen auf die Straßenoberfläche durch Sichtprüfung (vorzugsweise von der Straße aus).                                                                           |  | 1 dB        |  |       |        |       |      |       |  |  |  |
| Teilen Sie die Lärmschutzobjekte nach Kategorien ein und nehmen Sie die Standardhöhen der jeweiligen Kategorien an.<br><b>Beispiel:</b>                                                                          |  | 2 dB        |  |       |        |       |      |       |  |  |  |
| <table border="0"> <tr> <td><b>Höhe der Kategorie</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Niedrig</td> <td>1,5 m</td> </tr> <tr> <td>Mittel</td> <td>3,0 m</td> </tr> <tr> <td>Hoch</td> <td>6,0 m</td> </tr> </table> | <b>Höhe der Kategorie</b>                                                             |             | Niedrig                                                                               | 1,5 m | Mittel | 3,0 m | Hoch | 6,0 m |  |  |  |
| <b>Höhe der Kategorie</b>                                                                                                                                                                                        |                                                                                       |             |                                                                                       |       |        |       |      |       |  |  |  |
| Niedrig                                                                                                                                                                                                          | 1,5 m                                                                                 |             |                                                                                       |       |        |       |      |       |  |  |  |
| Mittel                                                                                                                                                                                                           | 3,0 m                                                                                 |             |                                                                                       |       |        |       |      |       |  |  |  |
| Hoch                                                                                                                                                                                                             | 6,0 m                                                                                 |             |                                                                                       |       |        |       |      |       |  |  |  |









| Toolkit 15: Gebäudehöhen |  |                 |
|--------------------------|--|-----------------|
| Verfügbare Informationen |  | Geeignetes Tool |
| Gebäudehöhen             |  | Höhen annehmen. |
| Anzahl der Geschosse     |  | Tool 15.1       |
| Keine Informationen      |  | Tool 15.2       |










| Tool 15.1: Anzahl der verfügbaren Geschosse                                                     |             |             |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                         | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Multiplizieren Sie die Anzahl der Geschosse mit der durchschnittlichen Geschosshöhe (z.B. 3 m). |             | 1 dB        |        |










| Tool 15.2: Keine Informationen verfügbar                                                                          |             |             |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                           | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| <b>Schätzen Sie die Höhe anhand von Luftbildern.</b>                                                              |             | < 0.5 dB    |        |
| Ermitteln Sie die Anzahl der Geschosse in <b>Ortsbesichtigungen</b> ; anschließend verfahren Sie gemäß Tool 15.1  |             | 1 dB        |        |
| Schätzen Sie die Anzahl der Geschosse anhand von <b>Luftbildern</b> ; anschließend verfahren Sie gemäß Tool 15.1. |             | 1 dB        |        |
| Verwenden Sie <b>Standardhöhen</b> für verschiedene Gebäudetypen. <sup>31</sup>                                   |             | 2 dB        |        |
| Nehmen Sie für alle Gebäude eine <b>Standardhöhe</b> an (z.B. 8 m).                                               |             | 3 dB        |        |

<sup>31</sup> Bestimmen Sie verschiedene Gebäudetypen entsprechend der Grundfläche der Gebäude und der Grundstücksgrenzen oder informieren Sie sich in Ortsbesichtigungen.

## Toolkit 16: Schallabsorptionskoeffizienten $\alpha_r$ für Gebäude und Lärmschutzobjekte

| <b>Methode</b>                                                                                 |                                                            | <b>Komplexität</b>                                                                  | <b>Genauigkeit</b>                                                                      | <b>Kosten</b>                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Verwenden Sie ggf. die verfügbaren Absorptionskoeffizienten.                                   |                                                            |  | <span style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px;">&lt; 0.5 dB</span> |  |
| Messen Sie die Absorptionskoeffizienten.                                                       |                                                            |  | <span style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px;">&lt; 0.5 dB</span> |  |
| Verwenden Sie die vom jeweiligen Mitgliedstaat festgelegten Standard-Absorptionskoeffizienten. |                                                            |  | <span style="background-color: #90EE90; padding: 2px;">2 dB</span>                      |  |
| Verwenden Sie die folgenden Standardwerte:                                                     |                                                            |  | <span style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px;">1 dB</span>        |  |
| <b>Struktur</b>                                                                                | <b>Empfohlener <math>\alpha_r</math></b>                   |                                                                                     |                                                                                         |                                                                                     |
| Vollständig reflektierend<br>(z.B. Glas oder Stahl)                                            | 0,0                                                        |                                                                                     |                                                                                         |                                                                                     |
| Glatte Mauerfläche, reflektierendes<br>Lärmschutzobjekt                                        | 0,2                                                        |                                                                                     |                                                                                         |                                                                                     |
| Strukturierte Mauerfläche (z.B. Gebäude mit<br>Balkonen und Erkern)                            | 0,4                                                        |                                                                                     |                                                                                         |                                                                                     |
| Absorbierende Wand oder Lärmschutzobjekt                                                       | Siehe<br>Herstellerdaten;<br>wenn nicht<br>verfügbar: 0,6. |                                                                                     |                                                                                         |                                                                                     |

| Toolkit 17: Günstige Bedingungen für die Schallausbreitung                                                                                                  |                                                                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                     |                                                                      | Komplexität                                                                         | Genauigkeit                                                                         | Kosten                                                                              |
| Nutzen Sie die für den betreffenden Standort verfügbaren meteorologischen Daten.                                                                            |                                                                      |  |  |  |
| Berücksichtigen Sie einzelstaatliche Rechtsvorschriften/Normen. (Die Berechnungsmethode NMPB z.B. definiert Werte für verschiedene Regionen in Frankreich.) |                                                                      | Je nach geltenden Rechtsvorschriften.                                               |                                                                                     |                                                                                     |
| Verwenden Sie die einzelstaatlichen meteorologischen Standardwerte.                                                                                         |                                                                      |  |  |  |
| Verwenden Sie die folgenden <b>Standardwerte</b> :                                                                                                          |                                                                      |  |  |  |
| Zeitraum                                                                                                                                                    | Durchschnittliche Eintrittswahrscheinlichkeit im Laufe eines Jahres. |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Tag                                                                                                                                                         | Zu 50 % günstige Ausbreitungsbedingungen                             |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Abend                                                                                                                                                       | Zu 75 % günstige Ausbreitungsbedingungen                             |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Nacht                                                                                                                                                       | Zu 100 % günstige Ausbreitungsbedingungen                            |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |

| Toolkit 18: Feuchte und Temperatur <sup>32</sup>                                                                                                                                       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                | Komplexität                                                                         | Genauigkeit                                                                         | Kosten                                                                              |
| Nehmen Sie soweit verfügbar die tatsächlichen Feuchte- und Temperaturwerte an.                                                                                                         |  |  |  |
| Beschaffen Sie sich Feuchte- und Temperaturdaten.                                                                                                                                      |  |  |  |
| Verwenden Sie die einzelstaatlichen Standardwerte. (In Frankreich z.B. können nach der Norm XP S 31-133 die Werte 15 °C und 70 % relative Feuchte als Standardwerte verwendet werden.) |  |  |  |




<sup>32</sup> Feuchte und Temperatur haben im Vergleich zu anderen Parametern (z.B. vorherrschender Wind, Temperaturinversionen und Qualität der Daten zu den Lärmquellen) nur geringe Auswirkungen auf die Lärmpegel.







## 4.05 Toolkits - Empfängerbezogene Aspekte

| Toolkit 19: Zuweisung von Bewohnerzahlen zu Wohngebäuden <sup>33</sup>                 |  |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------|
| Verfügbare Informationen                                                               |  | Geeignetes Tool |
| Anzahl der Bewohner pro Gebäude                                                        |  | Tool 19.4       |
| Anzahl der Bewohner im darzustellenden Gebiet bzw. in den darzustellenden Teilgebieten |  | Tool 19.1       |
| Keine Informationen verfügbar                                                          |  | Tool 19.2       |

| Tool 19.1: Anzahl der Bewohner im darzustellenden Gebiet bzw. in den darzustellenden Teilgebieten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |             |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Ermitteln Sie die Anzahl der Bewohner in den einzelnen Wohngebäuden.</li> <li>Vergleichen Sie die Summe mit den einzelstaatlichen oder regionalen Bevölkerungsstatistiken und gleichen Sie die Zahlen für die Bewohner ggf. gemäß Tool 19.4 erneut mit der Gesamtbevölkerungszahl ab.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |             |        |
| Wenn die gesamte Wohnfläche im darzustellenden Gebiet oder in den darzustellenden Teilgebieten bekannt ist, verfahren Sie wie folgt:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |             |        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilen Sie die gesamte Wohnfläche im darzustellenden Gebiet oder in den darzustellenden Teilgebieten durch die Anzahl der Bewohner<br/>= <b><u>Wohnfläche/Bewohner</u></b></li> <li>Ermitteln Sie die Gebäudefläche aus einem GIS und multiplizieren Sie die Fläche mit der Anzahl der Geschosse, <b>um die Wohnfläche der Gebäude zu bestimmen</b>. Wenn der benötigte Wert nicht bekannt ist, verfahren Sie gemäß Tool 19.3.</li> <li>Teilen Sie die <b><u>Wohnfläche des Gebäudes</u></b> durch die <b><u>Wohnfläche/Bewohner</u></b>.<br/><br/>= <b><u>Anzahl der Bewohner des Gebäudes</u></b></li> <li>Vergleichen Sie Ihre Werte mit der einzelstaatlichen oder regionalen Bevölkerungsstatistik und gleichen Sie die Zahlen für die Bewohner der einzelnen Wohneinheiten wenn erforderlich wieder mit den Gesamtbevölkerungszahlen ab (gemäß Tool 19.4).</li> </ul> |             |             |        |
| Wenn die gesamte Wohnfläche im darzustellenden Gebiet oder in den darzustellenden Teilgebieten nicht bekannt ist, verfahren Sie wie folgt:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |             |        |










<sup>33</sup> Wie die Bewohner pro Wohneinheit zu schätzen sind, wird im Abschnitt zu Toolkit 20 beschrieben.


|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Ermitteln Sie die <b>Wohnfläche/Bewohner</b> aus den einzelstaatlichen Statistiken (wenn nicht bekannt, gemäß Tool 19.2).</li> <li>Ermitteln Sie die Gebäudefläche aus einem GIS und multiplizieren Sie die Fläche mit der Anzahl der Geschosse, <b>um die Wohnfläche der Gebäude zu bestimmen.</b><sup>34</sup> (Wenn der benötigte Wert nicht bekannt ist, verfahren Sie, wie für Tool 19.3 beschrieben.)</li> <li>Teilen Sie die <b>Wohnfläche des Gebäudes</b> durch die <b>Wohnfläche/Bewohner</b><br/><br/>= <b>Anzahl der Bewohner des Gebäudes</b></li> <li>Vergleichen Sie Ihre Werte mit der einzelstaatlichen oder regionalen Bevölkerungsstatistik und gleichen Sie die Zahlen für die Bewohner der einzelnen Wohneinheiten wenn erforderlich wieder mit den Gesamtbevölkerungszahlen ab (gemäß Tool 19.4).</li> </ul> |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

| Tool 19.2: Keine Informationen verfügbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Komplexität                                                                           | Genauigkeit                                                                           | Kosten                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Anzahl der Bewohner pro Gebäude</li> <li>Vergleichen Sie Ihre Werte mit der einzelstaatlichen oder regionalen Bevölkerungsstatistik und gleichen Sie die Zahlen für die Bewohner der einzelnen Wohneinheiten wenn erforderlich wieder mit den Gesamtbevölkerungszahlen ab (gemäß Tool 19.4).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Schätzen Sie die durchschnittliche Anzahl der Bewohner in verschiedenen Gebäudetypen<sup>35</sup> (z.B. in frei stehenden Häusern, Wohnblocks mit unterschiedlich vielen Geschossen usw.).</li> <li>Führen Sie in begrenztem Umfang Erhebungen durch und erstellen Sie ein Verzeichnis der Gebäudetypen und der geschätzten Anzahl der Bewohner.</li> <li>Vergleichen Sie Ihre Werte mit der einzelstaatlichen oder regionalen Bevölkerungsstatistik und gleichen Sie die Zahlen für die Bewohner der einzelnen Wohneinheiten wenn erforderlich wieder mit den Gesamtbevölkerungszahlen ab (gemäß Tool 19.4).</li> </ul> |  |  |  |

<sup>34</sup> Mehrgeschossige Gebäude werden möglicherweise gemischt (gewerblich und zu Wohnzwecken) genutzt (z.B., wenn im Erdgeschoss Läden untergebracht und die oberen Geschosse bewohnt sind). Unter Umständen kann die Berücksichtigung dieser Tatsache sinnvoll sein, wenn die Bevölkerung einzelnen Wohneinheiten zugewiesen werden soll.

<sup>35</sup> Die verschiedenen Gebäudetypen sind anhand der Grundfläche der Gebäude und der Grundstücksgrenzen zu unterscheiden oder aufgrund von Ortsbesichtigungen zu bestimmen.

| Tool 19.3: Anzahl der Geschosse pro Gebäude                                                                                                                                               |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                   | Komplexität                                                                         | Genauigkeit                                                                         | Kosten                                                                              |
| Ermitteln Sie die Anzahl der Geschosse pro Wohngebäude aus GIS-Daten.                                                                                                                     |  |  |  |
| Bestimmen Sie die Anzahl der Geschosse durch eine Vermessung vor Ort.                                                                                                                     |  |  |  |
| Ermitteln Sie die Anzahl der Geschosse durch Schätzung aufgrund der Gebäudehöhe. Die Höhe eines Gebäudes könnte z.B. durch 3 m geteilt werden, um die Anzahl der Geschosse festzustellen. |  |  |  |

| Tool 19.4: Abgleich einzelner Zahlen zur Wohnbevölkerung mit den Zahlen der Gesamtbevölkerung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Komplexität                                                                           | Genauigkeit                                                                           | Kosten                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Bestimmen Sie aus den einzelstaatlichen Statistiken die <b><u>richtige Gesamtbevölkerung</u></b> in den darzustellenden Gebieten.</li> <li>Ermitteln Sie die <b><u>insgesamt registrierte Bevölkerung</u></b> <p>= <b><u>Anzahl der Bewohner im Gebäude * Anzahl der Gebäude</u></b></p> </li> <li>Ermitteln Sie den <b><u>Normalisierungsfaktor</u></b>, um die insgesamt registrierte Bevölkerung mit der richtigen Gesamtbevölkerung abzugleichen. <p>= <b><u>Insgesamt registrierte Bevölkerung/richtige Gesamtbevölkerung</u></b></p> </li> <li>Ermitteln Sie die <b><u>tatsächliche Anzahl der Bewohner eines Gebäudes</u></b>, indem Sie die Anzahl der Bewohner des Gebäudes mit dem Normalisierungsfaktor anpassen.<sup>36</sup> <p>= <b><u>Anzahl der Bewohner pro Gebäude * Normalisierungsfaktor</u></b></p> </li> </ul> |  |  |  |

<sup>36</sup> Wenn der Normalisierungsfaktor nicht wesentlich von 1,0 abweicht, kann auf diesen letzten Schritt verzichtet werden, da die zu erwartenden Fehler nur gering sein werden.



| Toolkit 20: Bestimmung der Anzahl der Wohneinheiten pro Wohngebäude und Bevölkerung pro Wohneinheit |  |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------|
| <b>Benötigte Informationen</b>                                                                      |  | <b>Geeignetes Tool</b> |
| Anzahl der Wohneinheiten pro Wohngebäude                                                            |  | Tool 20.1              |
| Bewohner pro Wohneinheit                                                                            |  | Tool 20.2              |

| Tool 20.1: Anzahl der Wohneinheiten pro Wohngebäude                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |             |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Zählen Sie alle Wohneinheiten in allen Gebäuden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |             |        |
| Verwenden Sie die vorhandenen digitalen Register.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |             |        |
| Nehmen Sie Schätzungen aufgrund der folgenden Informationen vor:<br><u>Größe und Lage</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gebäudehöhe,</li> <li>Anzahl der Geschosse,</li> <li>Grundfläche,</li> <li>Flächennutzung.</li> </ul> <u>Gebäudetyp</u> <sup>37</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>frei stehende Häuser,</li> <li>Doppelhäuser,</li> <li>Reihenhäuser,</li> <li>Gebäude mit mehreren Stockwerken.</li> </ul> |             |             |        |
| Extrapolieren Sie die benötigten Daten aus Beispielen verschiedener Gebäudetypen. <sup>37</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |             |        |
| Schätzen Sie die Wohneinheiten pro Gebäude anhand statistischer Daten unter Berücksichtigung der folgenden Informationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnfläche pro Bewohner,</li> <li>Wohnfläche pro Wohneinheit,</li> <li>Anzahl der Bewohner pro Fläche,</li> <li>Anzahl der Bewohner pro Fläche.</li> </ul>                                                                                                             |             |             |        |

| Tool 20.2: Bevölkerung pro Wohngebäude           |             |             |        |
|--------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| Methode                                          | Komplexität | Genauigkeit | Kosten |
| Zählen Sie alle Bewohner in allen Wohneinheiten. |             |             |        |



<sup>37</sup> Bestimmen Sie verschiedene Gebäudetypen entsprechend der Grundfläche der Gebäude und der Grundstücksgrenzen oder informieren Sie sich in Ortsbesichtigungen.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |    |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermitteln Sie die Anzahl der Wohneinheiten pro Gebäude gemäß Tool 20.1.</li> <li>• Bestimmen Sie die Anzahl der Bewohner pro Gebäude gemäß Toolkit 19.</li> <li>• Verteilen Sie die Bewohner gleichmäßig auf alle Wohneinheiten (indem Sie die Anzahl der Bewohner durch die Wohneinheiten teilen).</li> </ul> | 38 | 38 | 38 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|







---

<sup>38</sup> Komplexität, Genauigkeit und Kosten hängen von den in Verbindung mit Tool 20.1 und Toolkit 19 eingesetzten Methoden ab.







**Toolkit 21: Zuweisung von Lärmpegeln zu Wohneinheiten in Gebäuden mit mehreren Wohneinheiten**

| <b>Benötigte Informationen</b>                                                                          | <b>Geeignetes Tool</b>                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Die Lage der Wohneinheiten innerhalb eines Wohngebäudes ist bekannt (siehe Abschnitt 2.44 (ii)).        |  Tool 21.1 |
| Die Lage von Wohneinheiten innerhalb eines Wohngebäudes ist nicht bekannt (siehe Abschnitt 2.44 (iii)). |  Tool 21.2 |

**Tool 21.1: Die Lage der Wohneinheiten innerhalb eines Wohngebäudes ist bekannt.**

| <b>Methode</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Komplexität</b>                                                                   | <b>Genauigkeit</b>                                                                   | <b>Kosten</b>                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Ermitteln Sie aufgrund der an den Fassaden eines Gebäudes bestimmten Lärmpegel die Lärmpegel an den Außenwänden der einzelnen Wohneinheiten. Weisen Sie jeder Außenwand einer Wohneinheit den Gesamtpegel der betreffenden Fassade als Pegel der „am stärksten belasteten Fassade“ zu. |   |   |   |
| Ermitteln Sie aufgrund der für die Gebäudefassaden bestimmten Lärmpegel die Lärmpegel an Rasterpunkten um die einzelnen Wohneinheiten. Weisen Sie jeder Außenwand einer Wohneinheit den Gesamtpegel der betreffenden Fassade als Pegel der „am stärksten belasteten Fassade“ zu.       |  |  |  |

**Tool 21.2: Die Lage von Wohneinheiten innerhalb eines Wohngebäudes ist nicht bekannt.**

| <b>Methode</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Komplexität</b>                                                                    | <b>Genauigkeit</b>                                                                    | <b>Kosten</b>                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Bestimmen Sie anhand der an den Fassaden eines Gebäudes bestimmten Lärmpegel die Pegel an den einzelnen Außenwänden. Weisen Sie den einzelnen Wohneinheiten innerhalb des Gebäudes den höchsten Gesamtpegel aller Fassaden des Gebäudes als Pegel der „am stärksten belasteten Fassade“ zu.  |  |  |  |
| Ermitteln Sie aufgrund der für Rasterpunkte um das Gebäude berechneten Lärmpegel die Pegel an den einzelnen Fassaden. Weisen Sie den einzelnen Wohneinheiten innerhalb des Gebäudes den höchsten Gesamtpegel aller Fassaden des Gebäudes als Pegel der „am stärksten belasteten Fassade“ zu. |  |  |  |

## Literatur

1. Positionspapier der Arbeitsgruppe der Europäischen Kommission für die Bewertung von Lärmbelastungen (WG-AEN) „*Good Practice Guide for Strategic noise mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure Version 1*“, 5. Dezember 2003, zugänglich unter <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/noisedir/library>.
2. Forschungsprojekt NAWR 93 des Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra): „WG-AEN's Good Practice Guide And The Implications For Acoustic Accuracy“. Mai 2005; in Kürze zugänglich unter <http://www.defra.gov.uk/environment/noise/research/index.htm>.
3. NMPB (einzelstaatliche französische Berechnungsmethode „NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPCSTB)“, genannt im „Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières“, Amtsblatt vom 10. Mai 1995, und in der französischen Norm XPS 31-133; zu emissionsbezogenen Daten verweisen diese Dokumente auf den „Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores“ (CETUR1980).
4. CRTN (Calculation of Road Traffic Noise, Department of Transport/Welsh Office HMSO (UK) 1988 (ISBN 0 11 550847 3
5. ISO 1996-2:1987 Akustik – Beschreibung und Messung von Umweltlärm – Teil 2: Datenerfassung zur Flächennutzung
6. RMVR 1996 (niederländische Standard-Berechnungsmethode; veröffentlicht in der „Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer“ vom 20. November 1996)
7. RMVR 2004. „Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï 2004“ Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer Versie: 7. Dezember 2004
8. CRN, Calculation of Railway Noise, Verkehrsministerium, HMSO (UK) 1995 (ISBN 0 11 551754 5)
9. „STAIRRS Final Technical Report“, STR40TR181203ERRI, B Hemsworth, European Rail Research Institute, 18. Dezember 2003
10. Harmonoise; Practical Data Collection for the Harmonoise source model: measurement guideline and analysis (<http://www.imagine-project.org/>).
11. Richtlinie 96/48/EG des Rates vom 23. Juli 1996 über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems, zugänglich unter <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31996L0048:DE:HTML>.
12. Richtlinie 2001/16/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. März 2001 über die Interoperabilität des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems; zugänglich unter [http://europa.eu.int/eur-lex/pri/de/oj/dat/2001/l\\_110/l\\_11020010420de00010027.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/pri/de/oj/dat/2001/l_110/l_11020010420de00010027.pdf).
13. HNM „Heliport Noise Model Version 2.2 User's Guide“, FAA-AEE-94-01, Volpe Center, Februar 1994. DOT/FAA/EE/94-01, DOT-VNTSC-FAA-94-3, HNM - Heliport Noise Model, V2.2 User's Guide, Februar 1994; zugänglich unter <http://www.volpe.dot.gov/acoustics/pubs1.html>.
14. INM „Integrated Noise Model Version 6.0 User's Guide“, FAA-AEE-99-03, ATAC and Volpe Center, September 1999;

zugänglich unter <http://www.volpe.dot.gov/acoustics/pubs1.html>.

15. RNM „Rotorcraft Noise Model“ Manual, WR-98-21, Wyle Laboratories, September 1998 (Lucas, M.J., „Rotorcraft Noise Model Manual“, Wyle Research Report WR 98-21, September 1998.)
16. Definition, Identification and Preservation of Urban & Rural Quiet Areas. Abschlussbericht Juli 2003; zugänglich unter <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/noisedir/library>.
17. Positionspapier der Arbeitsgruppe der Europäischen Kommission zum Thema „Gesundheit und sozioökonomische Aspekte des Lärms“ (WG-HSEA) mit dem Titel „*Valuation of Noise*“ vom 21. November 2003“; zugänglich unter <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/noisedir/library>.
18. Miljøprojekt nr. 795, 2003 „Hvad koster støj? - værdisætning af vejstøj ved brug af husprismetoden“ (Lärbewertung? – Eine Studie zur Beziehung zwischen den tatsächlichen Verkaufspreisen frei stehender Häuser und Lärmpegeln des Straßenverkehrs) (<http://www.mst.dk>).
19. Projekt Imagine; zugänglich unter <http://www.imagine-project.org/>.

**Weitere Informationen zu Umgebungslärm im Allgemeinen finden Sie auf der folgenden Website:** <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/noisedir/library>.

## Anhang 1

### MITGLIEDER DER WG-AEN

| <b>Name</b>                     | <b>Organisation</b>                                    | <b>Land</b>  |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------|
| HINTON, John (Vorsitz)          | Birmingham City Council                                | UK           |
| IRMER, Volker (Stellv. Vorsitz) | Umweltbundesamt                                        | Deutschland  |
| ALSINA DONADEU, Ricardo         | Ayuntamiento de Barcelona                              | Spanien      |
| BLOOMFIELD, Alan                | Greater London Authority                               | UK           |
| BOURBON, Christine              | Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement | Belgien      |
| COELHO, J L Bento               | Universidade Tècnica de Lisboa - CAPS                  | Portugal     |
| McMANUS, Brian                  | Dublin City Council                                    | Irland       |
| FÜRST, Nathalie                 | CERTU - Lyon                                           | Frankreich   |
| PSYCHAS, Kyriakos               | Minsterium für Umwelt                                  | Griechenland |
| RASMUSSEN, Søren                | COWI - Odense                                          | Dänemark     |
| VAN DEN BERG, Martin            | VROM – Amsterdam                                       | Niederlande  |
| GERVASIO, Sandro                | AISICO                                                 | Italien      |
| <b>Beobachter</b>               |                                                        |              |
| DELCAMPE, David                 | Europäische Kommission<br>GD Umwelt                    | EU           |
| BACKMAN, Anna                   | Europ. Umweltagentur                                   | Dänemark     |

## **Danksagungen**

Die Mitglieder der WG-AEN danken den folgenden Personen und den Mitgliedstaaten für ihre Hilfe und Unterstützung bei der Erstellung dieses Dokuments:

dem Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA, UK) für die ständige Unterstützung und insbesondere für die Finanzierung der „Genauigkeitsstudie“ (Ref. 2);

den mit dem Projekt IMAGE (Ref. 19) befassten Kollegen und insbesondere den Herren Brian Hemsworth (Projektkoordinator) und Rick Jones of AEA Technology - Rail (UK);

Herrn Douglas Manvell von der B&K Prediction Partnership;

Hans van Leeuwen von der Beratungsgesellschaft DGMR (Industrie, Handel und Umwelt) (Niederlande) und

Herrn Simon Shilton von Acustica Ltd (UK) sowie

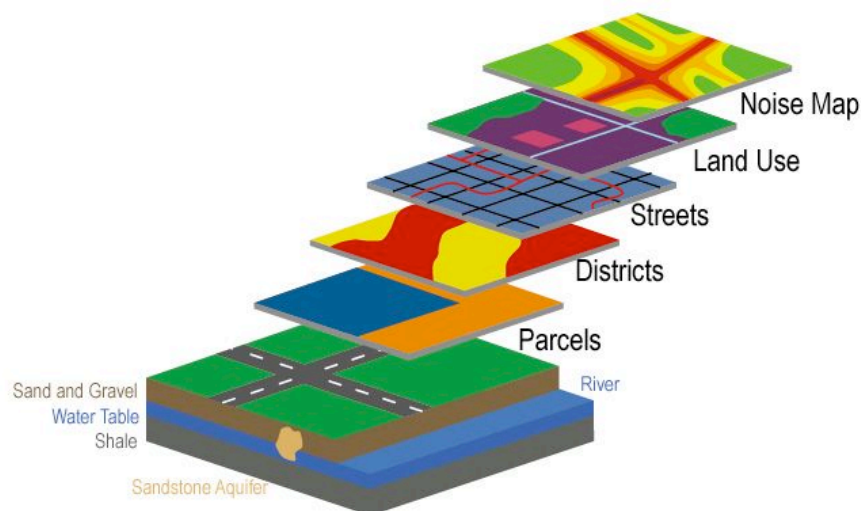
allen Einzelpersonen und Mitgliedstaaten, die zu Version 1 dieses Dokuments (Ref. 1) Stellung genommen haben.

## Anhang 2

### Einführung in die Verwendung geographischer Informationssysteme (GIS) bei der Erstellung von Lärmkarten

Ein GIS könnte als System bezeichnet werden, das außer Software, Hardware und Daten auch das für die Bearbeitung, Analyse und Aufbereitung der geographisch kodierten (d.h. auf bestimmte Standorte bezogenen) Informationen zuständige Personal umfasst:

- **System** Verbindet Software, Hardware und Daten.
- **Personal** Motivierte Fachkräfte sind der wichtigste Faktor für die Leistungsfähigkeit eines GIS.
- **Informationen** Die Daten werden zur Visualisierung bzw. Analyse miteinander verknüpft.
- **Standorte** Die Daten werden jeweils einem bestimmten Standort zugeordnet.



**Abbildung 1 – Grundstruktur eines GIS**

#### **Legende:**

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| Sand and Gravel   | Sand und Kies      |
| Water table       | Grundwasserspiegel |
| Shale             | Schiefer           |
| Sandstone Aquifer | Sandsteinspeicher  |
| River             | Fluss              |
| Parcels           | Parzellen          |
| Districts         | Bezirke            |
| Streets           | Straßen            |
| Land Use          | Flächennutzung     |
| Noise Map         | Lärmkarte          |



## **Fünf Grundschritte beim Einsatz von GIS zur Erstellung von Lärmkarten**

GIS-Daten können beim Erstellen akustischer Modelle helfen. Allerdings werden GIS-Daten in der Regel völlig unabhängig von den Anforderungen bei akustischen Berechnungen erfasst. Daher kommt einer effizienten Verarbeitung der Geometrie- und Attributdaten wesentliche Bedeutung zu.

Verschiedene Aspekte sind zu berücksichtigen:

- Aufbereitung der Daten in einer angemessenen Form (Erzeugen von Gebäudepolygonen aus einzelnen Eckpunkten usw.),
- Geländemodelle: Konturlinien/Kantenmodelle; Nachbildung einer bestehenden Topographie mit dem Ziel, geplante Situationen zu definieren (z.B. Einpassen einer neuen Schnellstraße in eine Landschaft),
- Methoden zur Konvertierung von 2-D-Modellen in 3-D-Modelle (Auswerten von Höhendaten, Laserscan-Daten, Verwendung von Informationen zu Texturhöhen usw.),
- Prüfen der geometrischen Integrität (Auffinden von doppelten Objekten sowie Feststellen doppelt erfasster Emissionen durch vor- und rückdigitalisierte Ausgangspolygone usw.),
- Zusammenführen von Geometriedaten unterschiedlicher Qualität und Übernehmen bereits vorhandener Attribute,
- Vereinfachen von Geometrien.

Wenn die ausschließliche Nutzung kommerzieller GIS-Tools zur Vorverarbeitung der Daten angestrebt wird, sind Einschränkungen bei den jeweiligen Light-Versionen zu berücksichtigen.

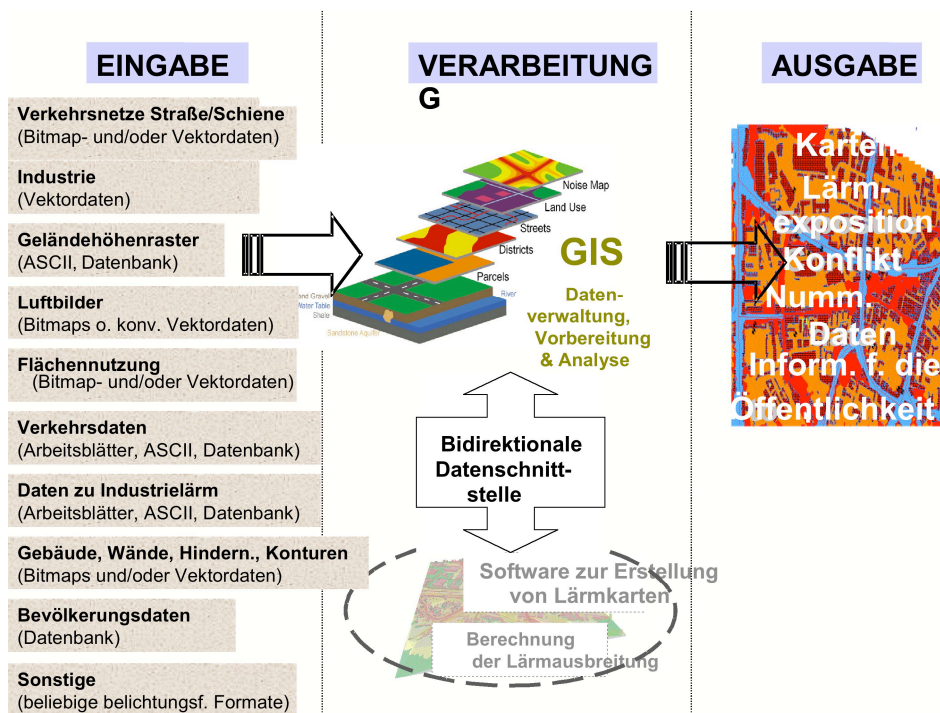
Die genaue Aufgabenteilung zwischen GIS und Berechnungs-Software hängt davon ab, wie leistungsfähig die Funktionen der jeweiligen Software sind. Manche Aufgaben können je nach Software-Typ auf unterschiedliche Weise ausgeführt werden. Entweder das GIS oder die Berechnungs-Software sollte jedoch mindestens ein leistungsfähiges Tool beinhalten. Mit manchen kommerziellen Berechnungsprogrammen etwa können die Anforderungen der END auch dann erfüllt werden, wenn die Programme nicht in Verbindung mit einem GIS eingesetzt werden; trotzdem können auch diese Programme teilweise zu Endergebnissen in GIS-kompatiblen Formaten führen. Anfänglich lautet die wichtigste Frage jedoch: „Wie werden die berechneten Daten verwendet und präsentiert?“ Die Antwort auf diese Frage ist entscheidend für das Format der zu erfassenden Daten (d.h. entscheidend dafür, ob die Daten kompatibel zur GIS-Software und/oder zum Berechnungsmodell sind). Die im Folgenden beschriebenen Schritte sind als Beispiel eines möglichen Ansatzes zu verstehen.

Tabelle 1 – GIS bei der Erstellung von Lärmkarten

| ... erforderliche Schritte                                                                              | ... Auswahl der zu berücksichtigenden Aspekte                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Datenerfassung</b>                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Beschaffung der Basisdaten aus unterschiedlichen Quellen und Aufnahme dieser Daten in das GIS</b>    | Standortkarten, Straßen- und Schienenverkehrsnetze, topographische Karten, Bevölkerungsdaten usw. häufig in unterschiedlichen Formaten (DXF, Raster, proprietäre GIS-Formate usw.) werden mit den Importfunktionen des jeweils gewählten GIS übernommen.                                                                                |
| <b>Qualitätssicherung, Verwaltung und Pflege der Daten im GIS</b>                                       | Prüfen auf Aktualität, Genauigkeit und Verwendbarkeit der Daten; Datenverwaltung im Datenbank-Managementsystem des GIS.                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>2. Erstellen eines Plans</b>                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Bestimmen und Zusammenstellen von für die Erstellung von Lärmkarten wichtigen Datenelementen</b>     | Lärmquellen, Hindernisse, Bevölkerung usw. (Daten die zur Erstellung von Lärmkarten erforderlich sind, werden aus den größeren Ausgangsdatensätzen extrahiert, die in Stufe 1 erfasst wurden.)                                                                                                                                          |
| <b>Vereinfachen der Daten bis zur mindestens erforderlichen Genauigkeit</b>                             | Zusammenfassen differenzierter Strukturen in größeren Einheiten, um den Berechnungsplan zu vereinfachen (Doppelhäuser ähnlicher Höhe etwa werden zu einem durchgehenden Wohnblock zusammengefasst. )<br>Aufschlüsseln von Straßenkurven in eine Reihe verbundener Polylinien.                                                           |
| <b>Behandlung doppelt erfasster Daten</b>                                                               | Prüfen der geometrischen Integrität (Auffinden von doppelten Objekten sowie Feststellen doppelt erfasster Emissionen durch vor- und rückdigitalisierte Ausgangspolygone usw.),                                                                                                                                                          |
| <b>Hinzufügen weiterer für die Erstellung von Lärmkarten benötigter Informationen</b>                   | Gebäudehöhen, Absorption durch Fassaden und Wände, Verkehrsdaten, Auswirkungen des jeweiligen Untergrunds usw.                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>3. Verknüpfen mit der Software zur Erstellung von Lärmkarten, um EU-Lärmindikatoren zu berechnen</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Exportieren der vorbereiteten Daten in die Software zur Erstellung von Lärmkarten</b>                | Die GIS-Schnittstelle der Software zur Erstellung von Lärmkarten wird benötigt, um alle erforderlichen Geometriedaten sowie die nötigen Daten zu den Lärmquellen zu importieren.<br>Sicherstellen, dass die benötigte Schnittstelle in der jeweils ausgewählten Software zur Erstellung von Lärmkarten vorhanden ist.                   |
| <b>Anpassen des Berechnungsmodells und Optimieren der Berechnungsparameter</b>                          | Sicherstellen der Konformität des Plans mit der Software zur Erstellung von Lärmkarten sowie Definieren der spezifischen Einstellungen für die jeweilige Software und die gewählte Berechnungsmethode;<br>Einstellen der erforderlichen Effizienzparameter, damit die Berechnungen schneller ausgeführt werden können (wenn gewünscht). |
| <b>Durchführen der Berechnungen zur Lärmausbreitung</b>                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Exportieren der berechneten Ergebnisse in das GIS</b>                                                     | Raster mit in Zahlen ausgedrückten Lärmpegeln, Isokonturen, Bitmap-Grafiken, Lärmpegeln an Fassaden usw.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>4. Analysieren von Lärmdaten im GIS</b>                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Kreuzkorrelierung der berechneten Lärmpegel mit anderen geographisch kodierten Daten im GIS</b>           | Karten, aus denen das Überschreiten von Grenzwerten hervorgeht; (wegen der engen Verbindung mit Aspekten der Flächennutzung werden Grenzwerte häufig geographisch kodiert.) Berechnung von Lärmexpositionspegeln (Kopplung von Lärmpegeln an geographisch kodierte Bevölkerungsdaten), Berechnung der folgenden in der END geforderten geographisch kodierten Informationen: Gebiet, Anzahl der Wohneinheiten, Anzahl der Personen in einem bestimmten Lärmbereich. |
| <b>Kombinieren partieller/örtlicher Daten zur Erstellung von Lärmkarten zu umfassenderen Karten</b>          | Lärmkarten für größere Gebiete müssen häufig durch Kombinieren der Ergebnisse kleinerer Lärmkarten erstellt werden, die von unterschiedlichen Stellen ausgearbeitet wurden.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>5. Präsentieren von Daten und Informationen bei der Europäischen Kommission und in der Öffentlichkeit</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Präsentieren der Ergebnisse in der GIS-Umgebung</b>                                                       | Verwenden der im GIS enthaltenen Funktionen zur Präsentation der Daten gemeinsam mit Luftbildern und sonstigen geographisch kodierten Informationen zur Verbesserung der gedruckten oder mündlich vorgetragenen Präsentation.                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Informationen für die Europäische Kommission</b>                                                          | Übermitteln der strategischen Lärmkarten und entsprechender Informationen an die Europäische Kommission.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Informationen für die Öffentlichkeit</b>                                                                  | Das GIS stellt eine bequeme Umgebung zur Präsentation von Lärmkarten entweder auf Websites im Internet oder auf Papier bzw. auf Folien dar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>6. Dokumentieren des Prozesses und der getroffenen Entscheidungen</b>                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Erfassen und Verwalten von Metadaten</b>                                                                  | Das GIS stellt eine Umgebung zum Katalogisieren von Daten und zur Verwaltung von Metadaten dar, mit denen Manipulationen in den einzelnen Prozessstufen festgestellt werden können: Änderungen der Ausgangsdaten, Vereinfachungen des Datenmaterials, Berechnungsmethoden, Berechnungseinstellungen, Interpolationsmethoden, Annahmen und sonstige Faktoren, die sich auf die Genauigkeit der erzeugten Ergebnisse auswirken könnten.                               |

## Zusammenführen des GIS und der Software zur Erstellung von Lärmkarten



**Abbildung 2 – Zusammenführen des GIS und der Software zur Erstellung von Lärmkarten**

Das GIS ist das zentrale System zur Datenbankverwaltung.

Die Daten werden in das GIS importiert; nach einer Qualitätsprüfung im GIS werden die Daten verwaltet, gepflegt und für den Export in die Software zur Erstellung von Lärmkarten vorbereitet.

Das GIS und die Software zur Erstellung von Lärmkarten haben eine gemeinsame Datenschnittstelle, d.h. die Software zur Erstellung von Lärmkarten muss in der Lage sein, Datenformate zu lesen und zu schreiben, die mit dem GIS kompatibel sind.

Alle endgültigen Karten und alle Informationen für die Europäische Kommission und für die Öffentlichkeit werden in der GIS-Umgebung erstellt (einschließlich der webbasierten Dienste, mit denen die Daten über das Internet zugänglich gemacht und verbreitet werden).

### Kostenerhebliche Faktoren

Der wichtigste Faktor für die Kosten der Erstellung von Lärmkarten sind die Beschaffung der Basisdaten und für die Digitalisierung der Karten.

Die endgültigen Kosten hängen in erheblichem Maße vom Typ der bereits vorhandenen Daten und der Bereitschaft der Beteiligten ab, zur Erstellung der Datenbank beizutragen. Bitmap-Datenformate können für Abbildungen vorteilhaft sein; für die Erstellung strategischer Lärmkarten in großem Maßstab sind diese Formate hingegen von begrenztem Nutzen.

Die Erschließungsdichte und die Geländestruktur beispielsweise sind ebenfalls erhebliche Kostenfaktoren bei der Beschaffung geographischer Daten.

Ebenso spielt die erforderliche Genauigkeit der Endergebnisse eine wichtige Rolle bei der Kostenabschätzung.

Eine von der GD XI, Referat D.3, Städtische Umwelt, im Jahre 1999<sup>39</sup> in Auftrag gegebene Studie stellt fest, dass hinsichtlich der Kostenabschätzungen beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Mitgliedstaaten der EU bestehen: Am niedrigsten sind die Kosten in Deutschland; die höchsten Kosten entstehen in Spanien, Portugal und Italien. Die breite

<sup>39</sup> **COWI:** Cost Study on Noise Mapping and Action Planning, Europäische Kommission, GD XI, Referat D.3, Städtische Entwicklung, 1999

Kostenspanne ist durch die offensichtlichen Unterschiede im jeweiligen Erfahrungsstand und in der Verfügbarkeit geeigneter Daten zwischen den verschiedenen Mitgliedstaaten sowie durch die Größenunterschiede der Mitgliedstaaten bzw. der „Ballungsräume“ in den Mitgliedstaaten im Sinne der Richtlinie 2002/49/EG zu erklären.

### **Gemeinsame Nutzung der Daten**

Bei allen Datenbanktypen sollten die Daten in einer Form verfügbar sein, die eine flexible gemeinsame Nutzung ermöglicht. Die anfänglichen hohen Kosten der Datenbeschaffung für die Erstverwendung der Daten sind einfacher zu rechtfertigen, wenn die Daten später gemeinsam mit anderen Nutzern verwendet werden können.

Um eine gemeinsame Nutzung in möglichst großem Umfang sicherzustellen, sollten Analysten und Datenbank-Programmierer möglichst frühzeitig eingebunden werden. Die Daten können in vielen verschiedenen Formaten zugänglich gemacht und gespeichert werden. Am besten geeignet sind flexible Datenformate, die von unterschiedlichen Software-Anwendungen unterstützt werden. Unter dem Aspekt der Anforderung einer gemeinsamen Nutzung der Daten sind isolierte Datendateien und Dateiverwaltungsprogramme durch ein DMS (Datenbank-Managementsystem) zu ersetzen, in dem die entsprechenden Daten als Datenbanken aufbereitet werden. Dies gewährleistet die Integrität und die Konsistenz der Daten sowie die Reduzierung redundanter Informationen. Mehrere Nutzer können zu unterschiedlichen Zwecken auf die Datenbanken zugreifen. Dieses Konzept wurde in den vergangenen Jahren um die Ebene der Erstellung von Karten erweitert, um den Informationsgehalt von geographisch kodierten Daten zu verbessern. Die entsprechenden Software-Tools werden als Geographische Informationssysteme (GIS) bezeichnet. Daten zur Erstellung strategischer Lärmkarten sind in das jeweilige GIS einzubinden, damit die Daten möglichst effizient genutzt werden können. Je einfacher sich der Prozess der Dateneinbindung in das GIS gestaltet, desto geringer sind die Hindernisse, die einer Nutzung der Daten zur Erstellung strategischer Lärmkarten entgegenstehen. Die Straffung des Prozesses der Einbindung der zur Erstellung von Lärmkarten aufbereiteten Ergebnisse in das GIS gewährleistet die aktive Nutzung der Ergebnisse und fördert somit die Entwicklung von Aktionsplänen und letztlich die Umsetzung der Aktionspläne.

Sowohl die Lärmkarten als auch die entsprechenden Basisdaten müssen in allgemein verbreiteten digitalen Formaten zugänglich gemacht werden. Karten und Basisdaten müssen in demselben Koordinatensystem geographisch kodiert sein. Hinweis: Gemäß Richtlinie 2002/49/EG sind benachbarte Mitgliedstaaten verpflichtet, sowohl bei der Erstellung strategischer Lärmkarten in Grenzgebieten (Artikel 7 Absatz 4) als auch bei der Entwicklung von Aktionsplänen für Grenzgebiete (Artikel 8 Absatz 6) zusammenzuarbeiten; diese Anforderung erweitert die Komplexität um eine weitere Ebene, nämlich um die Ebene der Konvertierung unterschiedlicher einzelstaatlicher Koordinatensysteme.

### **Merkmale und Vorteile der Nutzung von GIS zur Erstellung strategischer Lärmkarten:**

Zentrale Zusammenfassung großer Bestände an akustisch relevanten Daten von unterschiedlichen und auf verschiedenen Entscheidungsebenen tätigen Verwaltungsstellen und Behörden in einer einzigen geographisch kodierten Datenbank,  
verbesserte Kontrolle und besseres Verständnis der Qualität des Datenmaterials (Genauigkeit, Vollständigkeit usw.),  
Schaffung einer einzigen einheitlichen und standardisierten Datenquelle durch Datenverwaltung in einer GIS-Umgebung,  
Verbesserung der Kontinuität der Datenverwaltung durch gute Organisation des Daten- und Informationsflusses infolge der zentralen Verwaltung,  
bessere Verwendbarkeit der Daten aufgrund der geographischen Kodierung aller Datenelemente im GIS,  
Skalierbarkeit als Systemmerkmal,  
Möglichkeit der schnellen und zuverlässigen Bewertung der Umweltverträglichkeit von Lärmexpositionen dank der Verbindung des GIS mit der Software zur Erstellung von Lärmkarten,

Schaffung eines Planungs- und Informationssystems zur Entscheidungsfindung bei Fragen der Lärmexposition durch Kopplung des GIS und der Software zur Erstellung von Lärmkarten, Möglichkeit der äußerst effizienten Bereitstellung von Informationen für die Öffentlichkeit dank der Präsentationsfunktionen eines GIS.

## **GIS – auf dem Wege zu einer europäischen Dimension<sup>40</sup>**

### Die Initiative *INSPIRE*

Die allgemeine Situation im Zusammenhang mit Raumdaten in Europa ist durch die Zersplitterung von Datensätzen und Datenquellen, Verfügbarkeitslücken, mangelnde Harmonisierung der Datensätze mit unterschiedlichen geographischen Maßstäben und mehrfache Erfassung gekennzeichnet. Aufgrund dieser Probleme sind die verfügbaren Daten schwer zu ermitteln, zu beschaffen und zu verwenden. Glücklicherweise wächst das Bewusstsein für die Notwendigkeit hochwertiger geographisch kodierter Informationen auf einzelstaatlicher Ebene und auf Gemeinschaftsebene; dies fördert das Verständnis für die Komplexität der Zusammenhänge zwischen menschlichen Aktivitäten einerseits und den Anforderungen des Umweltschutzes sowie den Auswirkungen auf die Umwelt andererseits.

Die Notwendigkeit, eine noch größere Anzahl an Datenbanken mit geographisch kodierten Daten zu handhaben und grenzüberschreitend zu verknüpfen (siehe in diesem Zusammenhang Richtlinie 2002/49/EC, Artikel 7 Absatz 4), hat die Europäische Union dazu veranlasst, die Initiative *INSPIRE*<sup>41</sup> zu entwickeln. *INSPIRE* soll ermöglichen, dass geographisch kodierte Daten in allen Mitgliedstaaten der Europäischen Union gemeinsam genutzt und zusammengeführt werden; dazu soll „ein verteiltes Datenbanknetz [genutzt werden], das über gemeinsame Standards und Protokolle verbunden ist“. Dieses Datenbanknetz soll über interoperable Dienste zugänglich sein, welche die Erstellung und Veröffentlichung, die Suche und die Übermittlung und schließlich die Nutzung und das Verständnis geographischer Informationen über das Internet in der gesamten Europäischen Union und in den Beitrittsländern unterstützen bzw. fördern sollen.

Die Initiative soll den Anstoß zur Schaffung einer europäischen Raumdaten-Infrastruktur geben, mit der den Nutzern integrierte Dienste zur Verarbeitung von Raumdaten angeboten werden können. Diese Dienste sollen den Nutzern das Auffinden von Raumdaten oder geographischen Informationen und entsprechende Zugriffe in einem umfassenden Quellenbestand von der örtlichen Ebene bis zum Weltmaßstab in interoperabler Weise und für vielfältige Anwendungen ermöglichen. Zielnutzer von *INSPIRE* sind Entscheidungsträger in der Politik, Planer und Führungskräfte auf

---

<sup>40</sup> Sämtliche Informationen in diesem Kapitel stammen aus dem Positionspapier „*INSPIRE Architecture and Standards*“ der Arbeitsgruppe „*INSPIRE Architecture and Standards*“ des JRC-Institute for Environment and Sustainability, ISPRA, vom 10.3.2002.

<sup>41</sup> *INSPIRE*: INFrastructure for SPatial InfoRmation in Europe <http://inspire.jrc.it/>

europäischer, nationaler und örtlicher Ebene sowie die Bürger und die Bürgerorganisationen. Mögliche Dienste wären etwa die Visualisierung von Informationsebenen und die Überlagerung von Informationen aus unterschiedlichen Quellen sowie raum- und zeitbezogene Analysen.

Weitere Informationen zum Projekt INSPIRE PROJECT sind zugänglich unter <http://inspire.jrc.it/>.

## **Anhang 3**

### **ARBEITSGRUPPE DER EUROPÄISCHEN KOMMISSION FÜR DIE BEWERTUNG VON LÄRMBELASTUNGEN (WG-AEN)**

#### **Vorschlag zu einem Forschungsprojekt betreffend „ruhige Gebiete“**

*Die WG-AEN hält das im Folgenden beschriebene Projekt für förderungsfähig nach Maßgabe des 6. Rahmenprogramms und empfiehlt, dass dieses Projekt dem CALM-Netz zur Prüfung vorgelegt wird.*

#### **Beweggründe**

Zurzeit sind mehrere Länder in Europa bestrebt, „ruhige Gebiete“ in der regionalen und kommunalen Planung zu berücksichtigen. Außerdem sind die Mitgliedstaaten gemäß der EU-Richtlinie 2002/49/EC (END) verpflichtet, spätestens bis zum 18. Juli 2008 Aktionspläne zum Schutz ruhiger Gebiete in Ballungsräumen vor höheren Lärmbelastungen vorzulegen.

Die END überlässt die Abgrenzung dieser Gebiete den Mitgliedstaaten und erklärt nur, dass die Mitgliedstaaten zu diesem Zweck  $L_{den}$  oder einen sonstigen geeigneten Lärmindikator auswählen **können**. Dies ermöglicht den Mitgliedstaaten natürlich die Verwendung unterschiedlicher Ansätze bei der Definition ruhiger Gebiete in Ballungsräumen. Und selbst wenn ein Mitgliedstaat beschließt, einen geeigneten Lärmindikator anzunehmen, stellt die END den Mitgliedstaaten frei, selbst geeignete Grenzwerte festzulegen.

Ruhige Gebiete auf dem Land definiert die END nur als Gebiete, die keinem Verkehrs-, Industrie- und Gewerbe- oder Freizeitlärm ausgesetzt sind. Maßnahmen zum Schutz ruhiger Gebiete auf dem Land sind in der ersten Runde der Erstellung von Aktionsplänen (bis Juli 2008) nicht vorgesehen. Die Kommission muss jedoch die Notwendigkeit eines Schutzes dieser Gebiete in einem Bericht bewerten, den die Kommission am 19. Juli 2009 vorlegen wird.

Die meisten Mitgliedstaaten besitzen somit keinerlei Leitlinien zur Abgrenzung ruhiger Gebiete in Ballungsräumen oder auf dem Land.

#### **Verfügbare Daten und Informationen**

In letzter Zeit wurden mehrere Desktop-Studien zu ruhigen Gebieten durchgeführt, darunter eine von der GD Umwelt<sup>42</sup> geförderte Studie; diese Studie beruhte auf Studien, die zuvor in den USA, in Norwegen, Schweden, Irland, im Vereinigten Königreich und in Neuseeland durchgeführt wurden.

**Diese Desktop-Studien sind zwar äußerst hilfreich, haben aber nicht zu konsistenten und endgültigen Empfehlungen für Indikatoren und geeignete Grenzwerte für ruhige Gebiete geführt.**

---

<sup>42</sup> Report on the Definition, Identification and Preservation of Urban and Rural Quiet Areas, Abschlussbericht Juli 2003; Symonds Group Ltd.



## **Umfang des vorgeschlagenen Forschungsprojekts**

Um die Mitgliedstaaten bei der Umsetzung der END zu unterstützen und Hilfestellung bei den Planungen zur Abgrenzung ruhiger Gebiete anzubieten, wird vorgeschlagen, eine Studie durchzuführen.

Neueren Studien zufolge hängt die Reaktion von Menschen auf Lärm in verhältnismäßig ruhigen Gebieten von der gerade ausgeführten Tätigkeit der betreffenden Personen, vom Hintergrund- und Umweltlärm im betreffenden Gebiet und möglicherweise auch von den Aktivitäten anderer ab, die im betreffenden Gebiet Freizeitaktivitäten nachgehen.

Daher wird empfohlen, einen Fragebogen und eine entsprechende Studie zur Lärmmessung zu entwickeln, die dann als europaweite Erhebung durchgeführt wird; zu berücksichtigen sind folgende Aspekte:

1. am besten geeignete Indikatoren zur Ermittlung der Reaktion der Öffentlichkeit auf die Lärmexposition in ruhigen Gebieten,
2. am besten geeignete Grenzwerte für eine Abgrenzung ruhiger Gebiete,
3. weitere Parameter in Verbindung mit der Wahrnehmung ruhiger Gebiete durch die Öffentlichkeit (z.B. ausgeübte Tätigkeiten und Art der Umgebung),
4. weitere Begriffsbestimmungen auf europäischer Ebene, die mit der Definition ruhiger Gebiete verknüpft werden könnten (z.B. Natura 2000-Gebiete auf dem Land und öffentliche Räume bzw. Grünflächen in Ballungsräumen).

Die Analysen der Ergebnisse des Fragebogens können dazu führen, dass zwischen den einzelnen Mitgliedstaaten gewisse erhebliche Diskrepanzen hinsichtlich der Erwartungen an ruhige Gebiete festgestellt werden. Für den Fragebogen und die entsprechende Lärmpegelstudie wird jedoch ein gemeinsamer europäischer Ansatz von Vorteil sein.

Vorgesehen ist, dass anhand des Fragebogens in den am Projekt beteiligten Ländern mindestens 1000 Personen aus der breiten Öffentlichkeit befragt werden, während sich diese Personen gerade in verhältnismäßig ruhigen Gebieten aufhalten. Während des Projekts muss klar zwischen den in ruhigen Gebieten auf dem Land und ruhigen Gebieten in Ballungsräumen sowie zwischen den jeweils ermittelten Ergebnissen unterschieden werden.

---

Der Haushalt für dieses Forschungsprojekt wird auf mindestens € 500.000 geschätzt. Positive Antworten auf den Vorschlag dieses Forschungsprojekts sind bereits aus Norwegen, Deutschland und Dänemark eingegangen. Das Vereinigte Königreich und Irland haben Interesse bekundet. Möglicherweise wären auch die Niederlande, Finnland, Schweden und die Region Brüssel-Hauptstadt interessiert.

Version vom 15. März 2004.

Erstellt von J. Hinton und S. Rasmussen für die WG-AEN

## **Anhang 4**

***Dieser Anhang beruht auf der so genannten „Genauigkeitsstudie“ (siehe Ref. 2 dieses Positionspapiers).***

***Informationen zur relativen Bedeutung der Eingabedaten, die zur Erstellung strategischer Lärmkarten von Straßen benötigt werden und die zu einer insgesamt größeren Genauigkeit beitragen könnten, sind Anhang 5 zu entnehmen.***

### **Unsicherheitsfaktoren beim Erstellen von Lärmmodellen**

Bei jedem System zur Nachbildung einer realen Umgebung im Modell (z.B. bei der Erstellung von Lärmkarten) sind vier wichtige Unsicherheitsfaktoren zu berücksichtigen:

1. Einschätzung der Unsicherheit bei Eingabedaten und Parametern (*Beschreibung von Eingabeunsicherheiten*);
2. Einschätzung der Unsicherheit bei den Ausgabedaten der Modelle, die wiederum auf Unsicherheiten bei den Eingabedaten und den Parametern der Modelle zurückzuführen sind (*Übertragung von Unsicherheiten*);
3. Beschreibung der mit bestimmten Modellstrukturen und Modellformeln verbundenen speziellen Unsicherheit (*Beschreibung der modellbedingten Unsicherheit*) und
4. Beschreibung der Unsicherheit bei Modellprognosen aufgrund von Unsicherheiten in den Evaluierungsdaten (*d.h. wenn die Validierung von Berechnungen anhand gemessener Pegel erfolgt, wie unsicher sind dann die jeweils vorgenommenen Umgebungslärmmessungen*).

Für jeden dieser vier potentiellen Unsicherheitsfaktoren können gewisse praktische Maßnahmen und Prozesse diskutiert werden, die bei der Erstellung von Lärmkarten durchgeführt werden könnten, um das Ausmaß der Unsicherheit der Ergebnisse zu verstehen.

### **Eingabeunsicherheit**

Eine Beschreibung der Eingabeunsicherheit würde eine Studie der verschiedenen zur Erstellung einer endgültigen Lärmkarte erforderlichen Datentypen beinhalten. Die Unsicherheiten sind auf verschiedene Quellen zurückzuführen: Messung, Verwaltung, Umrechnung und Assimilation der tatsächlich erfassten Informationen vor dem Erstellen von Berichten. Um das Verständnis für die verschiedenen Eingabe-Datensatztypen zu entwickeln, muss wahrscheinlich in Verbindung mit entsprechenden Fachleuten wie z.B.

den Datenlieferanten, den Besitzern und den Verwaltern des Datenmaterials zu ergründen versucht werden, wie die Unsicherheiten der Eingabewerte verteilt sind. Außerdem bestünde ein Bedarf an einer detaillierten Analyse zur Quantifizierung des Maßstabs und der Verteilung dieser Unsicherheiten im gelieferten Datensatz.

Die Mitgliedstaaten und die für die Erstellung von Lärmkarten zuständigen Personen sollten sich der Notwendigkeit einer Beschreibung der Eingabeunsicherheit bewusst sein; diese Notwendigkeit wird allerdings je nach Land und Datensatz unterschiedlich sein, und die Eigentümer und Verwalter der Datensätze müssen diesbezüglich befragt werden. Wenn bekannt, können diese Informationen in Verbindung mit den im Rahmen des Forschungsprojekts vorgestellten Ergebnissen verwendet werden, um besser zu verstehen, wie sich diese Eingabeunsicherheiten auf das mit dem Modell erzielte Endergebnis auswirken. Hinsichtlich der Eingabeunsicherheit sind zwei Typen zu unterscheiden: Unsicherheiten in Verbindung mit den Ausgangsdaten und Unsicherheiten bei der Handhabung der Daten.

In den durchgeführten Forschungen wurde angenommen, dass bei den Eingabe-Datensätzen jeweils eine Unsicherheit gemäß der Normalverteilung gegeben ist; die Gültigkeit dieser Annahme kann jedoch nur dann bewertet werden, wenn detailliertere Informationen bezüglich der tatsächlichen Unsicherheitsverteilung in den Datensätzen bekannt sind.

Wenn ein Mitgliedstaat diese Unsicherheiten besser verstehen möchte, kann in zwei Schritten verfahren werden:

1. Durch eine Überprüfung der verschiedenen technischen Bereiche, aus denen Eingabedaten stammen, werden in den bereits veröffentlichten Daten ggf. Unsicherheiten bei den Ausgangsdaten festgestellt;
2. wenn keine Informationen gefunden werden, kann eine Untersuchung mit dem Ziel durchgeführt werden, die Unsicherheitsfaktoren und die für das jeweilige Ausmaß maßgeblichen Parameter zu verstehen und zu beschreiben.

### **Übertragung von Unsicherheiten oder Empfindlichkeit des Datenmaterials**

Die Unsicherheitsanalyse (UA) ermöglicht die Bewertung von Unsicherheiten in Modellreaktionen in Verbindung mit Unsicherheiten bei den Eingabedaten der Modelle. Die Empfindlichkeitsanalyse (SA = *Sensitivity Analysis*) untersucht, wie die Unterschiede bei den Ausgabedaten der Modelle proportional verschiedenen Eingabequellen zugeordnet werden können und wie ein vorhandenes Modell von den jeweils eingegebenen Informationen abhängt.

Vereinfacht ausgedrückt: Wenn die Eingabedaten nicht uneingeschränkt richtig sind, um wie viele Dezibel könnte der berechnete Lärmpegel dann vom tatsächlich zutreffenden Ergebnis abweichen?

Das Forschungsprojekt konzentrierte sich auf die Bewertung der Abläufe, durch die Unsicherheiten, Fehler und Annahmen in den Eingabe-Datensätzen zur Erstellung von Lärmkarten durch die Berechnungs-Tools übertragen werden und sich schließlich in Unsicherheiten oder Fehlern in den ermittelten Dezibelwerten niederschlagen. Die Empfehlungen in den Toolkits für den GPG v2 beziehen sich auf die vorläufige Methode XPS 31-133.

Im Rahmen dieser Studie wurden verschiedene spezifische Ergebnisse für den Einsatz der britischen CRTN-Methode für das DEFRA ermittelt. Möglicherweise könnte ein ähnliches Vorgehen auch bezogen auf andere einzelstaatliche Methoden in Erwägung gezogen werden, die nach Maßgabe der END eingesetzt werden sollen (wenn diese Informationen nicht bereits verfügbar sind); vorstellbar wäre dies z.B. für die Methode RLS 90.

### **Modellbedingte Unsicherheiten**

Die Beschreibung der modellbedingten Unsicherheit ist Aufgabe der Eigentümer des Datenmaterials und der Entwickler der eingesetzten Lärmmodelle; und da ebenso wie in der derzeitigen ersten Runde der END vorhandene Berechnungsmethoden zu verwenden sind, müssen die Berechnungsmethoden „wie vorgegeben“ übernommen werden. Die Veröffentlichung vergleichender Studien der einzelstaatlichen Methoden oder die Durchführung von Analysen zur Fehlerübertragung für die verschiedenen Methoden könnte helfen festzustellen, wie die in der END vorgesehene Gleichwertigkeit nachgewiesen werden könnte.

Der zweite Aspekt der modellbedingten Unsicherheit besteht in der Frage, wie der dokumentierte Standard aus einer Papiervorlage in ein Tool zur Berechnung von 3-D-Lärmmodellen überführt werden könnte und wie die mit den Tools gegebenen weiteren Vereinfachungen, effizienzsteigernden Verfahren und Annahmen zu weiteren Unsicherheiten einer an sich bereits unsicheren Methode beitragen, wenn die Berechnung der tatsächlichen Daten mit vertretbarem Zeitaufwand erfolgen soll.

Aus diesem Grund kann es angemessen sein, einige Aspekte der Tools zur Erstellung von Lärmkarten zu diskutieren, die eine Eignung dieser Tools zur Erstellung von Karten für große Ballungsräume begründen und das Risiko des Eintrags weiterer Unsicherheiten reduzieren. In der ersten Runde der Projekte zur Erstellung von Lärmkarten sollten folgende Aspekte geklärt werden.

- Welche Elemente des in gedruckter Form vorliegenden Standards könnten zu unterschiedlichen Auslegungen seitens der Software-Entwickler führen?
- Wie wurden die entsprechenden Probleme in bereits vorhandenen Software-Tools gelöst?
- Könnte eine „Standardauslegung“ entwickelt werden?

- Wie wird die Konformität mit dem Standard geprüft (wenn überhaupt), und wie könnte ein Ansatz zur Beschränkung von Abweichungen entwickelt werden?
- Wie wirken sich Techniken zur Steigerung der Effizienz der Software auf die Genauigkeit der ermittelten Ergebnisse aus?

## Unsicherheit der Evaluierungsdaten

Fragen in Verbindung mit Unsicherheiten bei den Messungen von Umgebungslärm wurden eingehend von Craven & Kerry<sup>43</sup> untersucht; in dieser Untersuchung wurde festgestellt, dass Messergebnisse bei Kurzzeitmessungen annehmbar waren, wenn die Abweichung bei mehrfachen Messungen am selben Standort, für dieselbe Lärmquelle und an verschiedenen Tagen im Bereich von 5 dB(A) lagen.

Entsprechend bilden die Grundlage der gemäß der END zu übermittelnden Daten Langzeitwerte für  $L_{den}$  und  $L_{night}$ , wobei das Attribut „Langzeit-“ im Zusammenhang mit der Berücksichtigung der Auswirkungen von Witterungsbedingungen im Allgemeinen als „Jahresdurchschnitt“ oder sogar als „mehrjähriger Durchschnitt“ zu verstehen ist.

Im Rahmen des Projekts Harmonoise wurden Langzeitüberwachungen durchgeführt und die ermittelten Werte mit Berechnungen nach der Harmonoise-Methode verglichen. Die entsprechenden Arbeiten deuten darauf hin, dass die Unsicherheiten in den gemessenen Pegeln reduziert werden können, wenn sich die Messungen über ein Jahr erstrecken und die Witterungsbedingungen sowie die Faktoren für das Absorptionsverhalten des jeweiligen Untergrunds repräsentativ für einen mehrjährigen Durchschnitt sind.

In diesem Bereich sind weitere Arbeiten erforderlich, um den von Craven & Kerry vorgestellten Ansatz auszuweiten und im Zusammenhang mit Langzeitüberwachungen zu bewerten. Die Bewertung könnte anfänglich durch Neuanalysen vorhandener Langzeitmessungen erfolgen; vorstellbar wäre aber auch eine gründlichere Untersuchung der jeweiligen Einzelaspekte.

Die genannten vier Unsicherheitsfaktoren stehen in Zusammenhang miteinander (siehe folgende Abbildung 4.1). Daher sollten die verschiedenen Typen von Unsicherheitsfaktoren bei der Bewertung der in Lärmkarten enthaltenen Fehler der in Dezibel gemessenen Pegel gemeinsam berücksichtigt werden.

Nur wenn diese Unsicherheitsfaktoren alle uneingeschränkt verstanden und bewertet wurden, können zuverlässige Dezibelwerte ermittelt werden. Es wird davon ausgegangen, dass das Angebot einer Reihe von Toolkits für den GPG v2 in Verbindung mit einer Erklärung zur akustischen Genauigkeit dazu beitragen wird, die potenziellen Unsicherheiten infolge der Verwendung

<sup>43</sup> *A Good Practice Guide on the Sources and Magnitude of Uncertainty Arising in the Practical Measurement of Environmental Noise*. N J Craven, G Kerry, DTI Project: 2.2.1 – National Measurement System Programme for Acoustical Metrology, University of Salford, Oktober 2001 ISBN: 0-9541649-0-3.

ungenauer Eingabedaten verständlich zu machen und weitere Untersuchungen der verschiedenen für die Genauigkeit der Ergebnisse maßgeblichen Aspekte zu fördern.

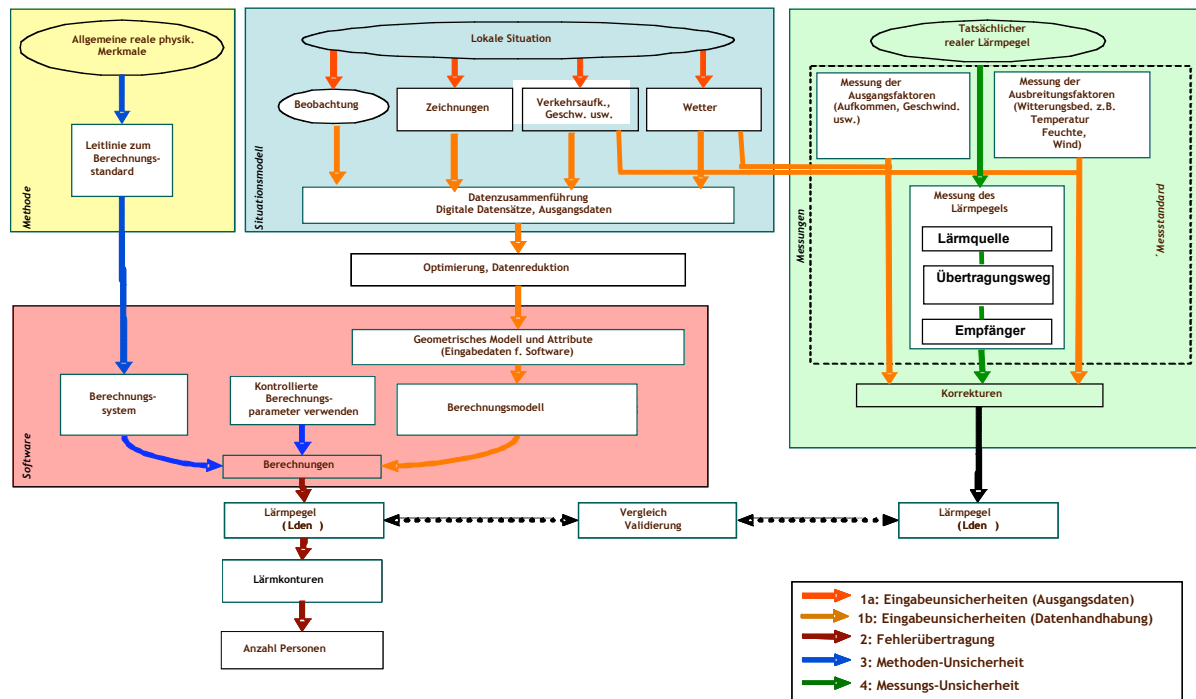


Abbildung 4.1: Zusammenhänge zwischen verschiedenen Typen von Unsicherheitsfaktoren

## **Anhang 5**

***Dieser Anhang beruht auf der so genannten „Genauigkeitsstudie“ (siehe Ref. 2 dieses Positionspapiers).***

### **Die Bedeutung von Daten für die Erstellung strategischer Lärmkarten (zur Darstellung von Straßenverkehrslärm)**

Nach den Arbeiten zur Prüfung der vorläufigen Methode XPS 31-133 mit einzelnen oder mehreren Eingabeparametern können nicht nur Hinweise zu den einzelnen Auswahlritten in den GPG-Toolkits gegeben, sondern auch Vorschläge für eine Datenbankspezifikation für die Erstellung von Lärmkarten zur Unterstützung der weiteren Entwicklung von Ergebnissen der END und künftigen Aktionsplänen im Bereich des Lärmschutzes formuliert werden. Die Empfehlungen werden in den folgenden Abschnitten jeweils bezogen auf verschiedene Aspekte des erforderlichen Datensatzes bzw. möglicherweise auch unterschiedlicher Modellziele vorgestellt.

Ergänzend zu den Definitionen der Datenobjekte werden nach Möglichkeit Empfehlungen zur Genauigkeit der Daten formuliert. Der Ansatz bezüglich der Einschränkungen bei der Datengenauigkeit beruht auf den im Rahmen dieses Forschungsprojekts ausgeführten Empfindlichkeitsprüfungen. Ziel ist die Zuweisung der gelieferten Datensätze zu „Referenzgruppen“, die Rückschlüsse auf potenzielle Fehler in den Berechnungen ermöglichen sollen.

- Gruppe A soll sehr detaillierte Eingabedaten enthalten. Diese Gruppe sollte für detaillierte Berechnungen und für Validierungen verwendet werden.
- In Gruppe B soll die Unsicherheit der Eingabeattribute in einem Toleranzbereich liegen, in dem der jeweils entstehende Fehler unter 1 dB liegt.
- Für Gruppe C sollen Eingabespezifikationen so gehandhabt werden, dass potenzielle Fehler in den einzelnen Elementen jeweils unter 2 dB betragen.
- Für Gruppe D sollen potenzielle Fehler in den einzelnen Elementen gemäß den Eingabespezifikationen jeweils unter 5 dB betragen. Hinweis: In manchen Fällen treten bei der Erstellung von Lärmkarten gemäß der END unter Berücksichtigung der Anweisungen im GPG geringere Fehler auf als bei Verwendung der verfügbaren Daten.
- Eine Zuweisung zu Gruppe E erfolgt, wenn die für die Gruppen A, B und C geforderten Toleranzen nicht mit Sicherheit eingehalten werden können; in diesem Fall wird empfohlen, die Datenqualität möglichst durch Erfassung neuer Daten oder durch Berücksichtigung der Anweisungen im GPG zu verbessern und diese verbesserten Daten anstelle der bereits vorhandenen Daten zu verwenden.

Außerdem wird darauf hingewiesen, dass die durchgeführten Empfindlichkeitsprüfungen mit mehreren Parametern ergeben haben, dass



die kumulierte Wirkung einer Reihe von Parametern jeweils mit einem gewissen Fehler einen kombinierten Fehler höherer Ordnung zur Folge hat. Wenn z.B. alle Eingabe-Datensätze Gruppe C zugeordnet werden können (und die Parametertoleranz also bei unter 2 dB liegt), kann sich eine Gesamtunsicherheit im Bereich von 5 dB ergeben.

## Nicht geometrische Aspekte

1. Der Übertragungsfehler aufgrund von Unsicherheiten der Eingabeparameter bei der Methode XPS 31-133 wird bei gewissen Eingabeparametern und Verkehrsszenarien für unerheblich gehalten. Simulationen zeigen, dass der Übertragungsfehler bei XPS 31-133 vom jeweiligen Szenario abhängt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei der Methode je nach Verkehrsbedingungen und Szenarien unterschiedliche Funktionen zur Anwendung kommen.
2. Unsicherheiten hinsichtlich der Fahrzeuggeschwindigkeit führen zu den größten dB-Fehlern in den berechneten Ergebnissen. Im Allgemeinen nimmt der dB-Fehler proportional zum Wert der Eingabedaten zu. Bei hohen Eingabewerten werden daher genauere Eingabedaten benötigt.
3. Der dB-Fehler infolge mehrfacher gleichzeitiger Unsicherheiten bei den Eingabedaten ist größer als der Fehler bei nur einem unsicheren Eingabewert. Dies bedeutet auch, dass die Anforderungen an die Genauigkeit bei mehreren unsicheren Eingabedaten höher sind als bei nur einem unsicheren Eingabewert.
4. In der folgenden Tabelle 5.1 sind die verschiedenen Parameter nach ihrer Anfälligkeit gegenüber auf Unsicherheiten der Eingabeparameter von Lärmemissionsberechnungen zurückzuführenden dB-Fehlern in den berechneten Ergebnissen in absteigender Folge geordnet. Zwei Szenarien werden vorgestellt, in denen jeweils einmal eine hohe Lärmbelastung (Prozentanteil der Schwerfahrzeuge größer als 30 %) und einmal eine geringe Lärmbelastung (Prozentanteil der Schwerfahrzeuge unter 30 %) angenommen wird.

Tabelle 5.1: Bedeutung von Eingabeparametern für die Berechnung von Lärmemissionen

| Bedeutung | Prozentanteil Schwerfahrzeuge (HV = <i>Heavy Vehicles</i> ) (% HV > 30) | Prozentanteil Schwerfahrzeuge (HV = <i>Heavy Vehicles</i> ) (% HV < 30) |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1.        | Geschwindigkeit Schwerfahrzeuge (HV)                                    | Geschwindigkeit Leichtfahrzeuge ( <i>Light Vehicles</i> ) (LV)          |

|    |                                                             |                                           |
|----|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 2. | Verkehrsaufkommen<br>Schwerfahrzeuge (Hq)                   | Verkehrsaufkommen<br>Leichtfahrzeuge (Lq) |
| 3. | Geschwindigkeit<br>Leichtfahrzeuge (Light<br>Vehicles) (LV) | Geschwindigkeit<br>Schwerfahrzeuge (HV)   |
| 4. | Verkehrsaufkommen<br>Leichtfahrzeuge (Lq)                   | Verkehrsaufkommen<br>Schwerfahrzeuge (Hq) |
| 5. | Steigungen/Gefälle                                          | Steigungen/Gefälle                        |
| 6. | Straßendecke                                                | Straßendecke                              |

## Geometrische Aspekte

### Höhe der Lärmquellen

Da der Untergrund in der Nähe der Lärmquelle grundsätzlich als akustisch reflektierend betrachtet wird, wirkt sich der Untergrund kaum auf die Werte für unterschiedliche Lärmquellenhöhen aus. Wichtiger ist der Untergrund, wenn der von unterschiedlich hohen Lärmquellen ausgehende Schall an Objekten gebrochen wird, die als Lärmschutz fungieren. Ein flacher Einschnitt wirkt sich stärker auf die Lärmpegel aus als eine niedrige Böschung. Wenn jedoch entlang der Straße ein Lärmschutz eingerichtet wird, kann durch eine Erhöhung der Böschung die Wirkung erzielt werden, die auch bei einem Einschnitt gegeben ist.

### Geländetyp

Ein fester Untergrund als Standardgeländetyp kann lokal begrenzte Ungenauigkeiten bis zu einer Höhe von 10 dB(A) zur Folge haben. In den Außenbezirken von Städten mit gemischtem Untergrund liegt der durchschnittliche Fehler bei etwa 2 dB(A).

Die Genauigkeit der Berechnungen kann erheblich verbessert werden, wenn zwischen Städten, Vorstädten und ländlichen Gebieten unterschieden wird oder wenn Polygone unter Berücksichtigung einer Systematik der Flächennutzung verwendet werden. Trotzdem können extreme lokal begrenzte Fehler auftreten; bei festem Untergrund liegt die Genauigkeit bei 95 % aller Lärmpegel im Bereich von +/-1,5 dB(A).

### Geländehöhe

Auf hügeligem Gelände können unterschiedliche Geländehöhen zu verschiedenen Schallbrechungen führen; daraus resultierende erhebliche Ungenauigkeiten im Höhenlinienmodell machen sich in extremen Fehlern bei den Lärmpegeln bemerkbar.

### Höhe von Lärmschutzobjekten

Unngenauigkeiten bei der Erfassung der Höhe von Lärmschutzobjekten wirken sich örtlich begrenzt auf die Lärmpegel aus. In der Nähe von Lärmschutzobjekten treten zwar extreme Fehler auf; wenn die Höhe aber mit einer Genauigkeit von 1 m geschätzt wird, bewegen sich die Fehler der Lärmpegel im Bereich von +/-2 dB(A).

### **Gebäudehöhen**

Wenn für alle Gebäude die Anzahl der Geschosse bekannt ist und die Standardgeschosshöhe einigermaßen repräsentativ für das darzustellende (Teil-)gebiet ist, kann die Gebäudehöhe sehr genau geschätzt werden. Im Allgemeinen liegt entsprechend auch die Genauigkeit der Lärmkarten bei etwa 1,5 dB(A).

Eine hinreichende Genauigkeit der berechneten Lärmpegel kann bei Annahme einer Standardgebäudehöhe für bestimmte Gebäudetypen bezogen auf das gesamte darzustellende Gebiet oder auch auf Teilgebiete nur dann erzielt werden, wenn die durchschnittliche Höhe gut geschätzt wurde.

### **Absorptionskoeffizienten von Gebäuden und Lärmschutzobjekten**

In dicht besiedelten Stadtgebieten wirken sich die Reflexionen von Gebäuden und sonstigen vertikalen Flächen stärker aus als in den Außenbezirken von Städten. Am stärksten machen sich die Auswirkungen hinter der ersten Gebäudereihe bemerkbar, wo die Lärmpegel verhältnismäßig niedrig sind.

### **Leitlinie**

In Tabelle 5.2 auf den beiden folgenden Seiten werden die Empfehlungen für die bei der Bewertung der Qualität eines Eingabe-Datensatzes zur Erstellung von Lärmkarten anzunehmenden Unsicherheitswerte genannt; diese Werte sind auch anzunehmen, wenn Dienstleister mit der Datenerfassung beauftragt werden.

Tabelle 5.2 XPS 31-133 Attribute von Straßenverkehrsdaten

|                                                                | Verkehrsaufkommen              | Gruppe A<br>0,5-1 dB(A) | Gruppe B<br>0,5-1 dB(A) | Gruppe C<br>1-3 dB(A) | Gruppe D<br>3-5 dB(A) | Gruppe E<br>>5 dB(A) |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Verkehrsaufkommen<br>Schwerfahrzeuge<br>(Hq)                   | Kontinuierlicher Verkehrsfluss | 20 % <                  | 20-40 %                 | 40-90 %               | 90-160 %              | >160 %               |
|                                                                | Gleichbleibender Impulsärm     |                         |                         |                       |                       |                      |
|                                                                | Impulsärm, beschleunigend      |                         |                         |                       |                       |                      |
|                                                                | Impulsärm, verlangsamend       |                         |                         |                       |                       |                      |
| Geschwindigkeit<br>Schwerfahrzeuge<br>(HV)                     | Kontinuierlich                 | 10 % <                  | 10-20 %                 | 20-70 %               | 70-130 %              | >130 %               |
|                                                                | Gleichbleibender Impulsärm     |                         |                         |                       |                       |                      |
|                                                                | Impulsärm, beschleunigend      |                         |                         |                       |                       |                      |
|                                                                | Impulsärm, verlangsamend       |                         |                         |                       |                       |                      |
| Verkehrsaufkommen<br>Leichtfahrzeuge<br>(Lq)                   | Kontinuierlich                 | 20 % <                  | 20-45 %                 | 45-100 %              | 100-200 %             | >200 %               |
|                                                                | Gleichbleibender Impulsärm     |                         |                         |                       |                       |                      |
|                                                                | Impulsärm, beschleunigend      |                         |                         |                       |                       |                      |
|                                                                | Impulsärm, verlangsamend       |                         |                         |                       |                       |                      |
| Geschwindigkeit<br>Leichtfahrzeuge<br>(Light Vehicles)<br>(LV) | Kontinuierlich                 | 10 % <                  | 10-20 %                 | 20-65 %               | 65-120 %              | >120 %               |
|                                                                | Gleichbleibender Impulsärm     |                         |                         |                       |                       |                      |
|                                                                | Impulsärm, beschleunigend      |                         |                         |                       |                       |                      |
|                                                                | Impulsärm, verlangsamend       |                         |                         |                       |                       |                      |

Tabelle 5.2 XPS 31-133 Attribute von Straßenverkehrsdaten (Fortsetzung)

|        | <b>Faktor</b>                                    | <b>Gruppe A</b>                     | <b>Gruppe B</b>                      | <b>Gruppe C</b>                                                            | <b>Gruppe D</b>                                | <b>Gruppe E</b>                                |
|--------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Quelle | Steigungs-/Gefälletyp<br>(flach = >+2 % - <-2 %) | Kein Fehler,<br>Abschnitte<br><50 m | Kein Fehler,<br>Abschnitte<br><100 m | Keine<br>Angaben<br>(Steigung<br>oder<br>Gefälle),<br>Abschnitte<br><200 m | Keine<br>Angaben<br>(Steigung oder<br>Gefälle) | Keine<br>Angaben<br>(Steigung<br>oder Gefälle) |
|        | Verkehrstyp                                      | Kein Fehler                         | Innerhalb 1<br>Klasse                | Innerhalb 1<br>Klasse<br>(Fortsetzung)                                     | Keine<br>Angaben<br>(Fortsetzung)              | Keine<br>Angaben<br>(Fortsetzung<br>)          |
|        | Oberflächentyp                                   | Kein Fehler,<br>Abschnitte<br><50 m | Kein Fehler,<br>Klassen<br>verwenden | Differenz ≤ 1<br>Klasse                                                    | Differenz ≤ 2<br>Klassen                       | Keine<br>Angaben<br>(dichter<br>Asphalt)       |
|        | Mittellinie der Straße<br>(vertikal)             | <0,5 m                              | >0,5 m - <1,0<br>m                   | >1,0 m - <2,0<br>m                                                         | >2,0 m - <5,0<br>m                             | >5,0 m                                         |
|        | Mittellinie der Straße<br>(horizontal)           | <1,5 m                              | >1,5 m - <4,0<br>m                   | >4,0 m - <8,0<br>m                                                         | >8,0 m - <15 m                                 | >15 m                                          |

Tabelle 5.2 XPS 31-133 Attribute von Straßenverkehrsdaten (Fortsetzung)

|                               | <b>Faktor</b>                                                                   | <b>Gruppe A</b>   | <b>Gruppe B</b>                        | <b>Gruppe C</b>                         | <b>Gruppe D</b>                         | <b>Gruppe E</b>               |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|
| Gelände-<br>modell            | Geländehöhe, Konturen, TINs (Triangulated Irregular Networks) usw. (vertikal)   | <0,5 m            | >0,5 m - <1,2 m                        | >1,2 m - <2,5 m                         | >2,5 m - <5,0 m                         | >5,0 m                        |
|                               | Geländehöhe, Konturen, TINs (Triangulated Irregular Networks) usw. (horizontal) | <1,5 m            | >1,5 m - <4,0 m                        | >4,0 m - <8,0 m                         | >8,0 m - <15 m                          | >15 m                         |
|                               | Profilkanten (vertikal)                                                         | <0,5 m            | >0,5 m - <1,2 m                        | >1,2 m - <2,5 m                         | >2,5 m - <5,0 m                         | >5,0 m                        |
|                               | Profilkanten (horizontal)                                                       | <1,5 m            | >1,5 m - <4,0 m                        | >4,0 m - <8,0 m                         | >8,0 m - <15 m                          | >15 m                         |
|                               | Abstände bei gleichen Höhenkonturen (vertikal)                                  | <1,0 m            | >1,0 m - <3,0 m                        | >3,0 m - <8,0 m                         | >8,0 m - <15 m                          | >15 m                         |
| Gebäude                       | Gebäude (vertikal)                                                              | <1,5 m            | >1,5 m - <4,0 m                        | >4,0 m - <8,0 m                         | >8,0 m - <15 m                          | >15 m                         |
|                               | Gebäude (horizontal)                                                            | <1,5 m            | >1,5 m - <4,0 m                        | >4,0 m - <8,0 m                         | >8,0 m - <15 m                          | >15 m                         |
|                               | Mindest-Gebäudefläche (m <sup>2</sup> )                                         | <5 m <sup>2</sup> | >5 m <sup>2</sup> - <15 m <sup>2</sup> | >15 m <sup>2</sup> - <30 m <sup>2</sup> | >30 m <sup>2</sup> - <50 m <sup>2</sup> | >50 m <sup>2</sup>            |
|                               | Absorptionskoeffizient                                                          | Kein Fehler       | Absorptionsklassen verwenden           | Absorptionsklassen verwenden            | Keine Angaben (reflektierend)           | Keine Angaben (reflektierend) |
| Lärm-<br>schutz-<br>objekte   | Lärmschutzobjekte (vertikal zur Straßenfläche)                                  | <0,5 m            | >0,5 m - <1,0 m                        | >1,0 m - <2,0 m                         | >2,0 m - <5,0 m                         | >5,0 m                        |
|                               | Lärmschutzobjekte (horizontal zur Straßenfläche)                                | <1,5 m            | >1,5 m - <4,0 m                        | >4,0 m - <8,0 m                         | >8,0 m - <15 m                          | >15 m                         |
|                               | Mindesthöhe der Lärmschutzobjekte (m)                                           | <1,0 m            | >0,5 m - <1,0 m                        | >1,0 m - <2,0 m                         | >2,0 m - <5,0 m                         | >5,0 m                        |
|                               | Mindestlänge der Lärmschutzobjekte (m)                                          | <10 m             | >10 m - <25 m                          | >25 m - <40 m                           | >40 m - <100 m                          | >100 m                        |
|                               | Absorptionskoeffizient                                                          | Kein Fehler       | Absorptionsklassen verwenden           | Absorptionsklassen verwenden            | Keine Angaben (reflektierend)           | Keine Angaben (reflektierend) |
| Boden-<br>beschaffen-<br>heit | Relation Fest / Mittel / Weich                                                  | < 5 %             | >5 % - <10 %                           | >10 % - <25 %                           | >25 % - <50 %                           | >50 %                         |
|                               | Mindestfläche Geländetyp (m <sup>2</sup> )                                      | <5 m <sup>2</sup> | >5 m <sup>2</sup> - <15 m <sup>2</sup> | >15 m <sup>2</sup> - <30 m <sup>2</sup> | >30 m <sup>2</sup> - <50 m <sup>2</sup> | >50 m <sup>2</sup>            |



**Hinweise:**

1. Die genannten Unsicherheitsbereiche beruhen auf der Annahme des jeweils ungünstigsten Falls bei der Prüfung der Empfindlichkeit gegenüber einzelnen Parametern.
2. Die Geschwindigkeit von Schwerfahrzeugen hat sich wegen der Unsicherheit des Verhaltens bei flachen Straßen als Schlüsselfaktor erwiesen; bei Steigungen und Gefällen ergeben sich Werte fast in doppelter Höhe der genannten Bereiche.
3. In den Zeilen mit dem Vermerk „Keine Angaben“ wurden Standardwerte angenommen, um das Fehlerpotenzial zu minimieren.

Gemäß Tabelle 5.3 werden bei mehrfachen Unsicherheiten der Eingabeparameter zur Bewertung der Qualität eines Eingabe-Datensatzes für die Erstellung von Lärmkarten höhere anzunehmende Unsicherheitswerte empfohlen als bei nur einem unsicheren Eingabeparameter.

Tabelle 5.3: XPS 31-133 – Unsicherheiten bei der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Verkehrsaufkommen (Fehler 1 und 5 dB(A) im berechneten Ergebnis für verschiedene Steigungen/Gefälle); Modell mit Impusllärm erzeugendem, sich verlangsamendem Verkehr

|                                         | Hoher Lärmpegel |         |       | Niedriger Lärmpegel |         |       |
|-----------------------------------------|-----------------|---------|-------|---------------------|---------|-------|
|                                         | Steigung        | Gefälle | Eben  | Steigung            | Gefälle | Eben  |
| Hq, Lq, Hv,<br>Lv<br>Fehler ±1<br>dB(A) | ±10%            | ±20%    | ±10%  | ±10%                | ±10%    | ±10%  |
| Hq, Lq, Hv,<br>Lv<br>Fehler ±5<br>dB(A) | ±80 %           | ±90 %   | ±50 % | ±90 %               | ±70 %   | ±60 % |



## **Hinweise zur Bearbeitung von Eingabedaten für die Erstellung von Lärmkarten**

Die am Anfang eines Projekts zur Erstellung von Lärmkarten vorgelegten Eingabe-Datensätze müssen nicht nur hinsichtlich ihrer Qualität analysiert, sondern auch im Hinblick darauf bewertet werden, inwieweit sie bestmöglich für die Berechnungen zur Erstellung der Lärmkarten verwendet werden können. Häufig sind die Eingabe-Datensätze für die Berechnungen bei der Erstellung von Lärmkarten unnötig genau. Dies gilt z.B. für die Häufigkeit, mit der Punkte entlang gleichbleibender Höhenkonturen oder auch auf den Mittellinien von Straßen angegeben werden.

Die vorstehenden Werte können als Orientierung für das Ausmaß dienen, in dem eingehende Datensätze vor der Eingabe in die Software zur Berechnung der Lärmpegel vereinfacht werden können, ohne die Gesamtqualität des Projekts zu beeinträchtigen.

Ergänzend zu den genannten Hinweisen werden im Folgenden weitere Aspekte dargestellt, die bei der Erstellung von Modellen zur Lärmberechnung aufgrund der erhaltenen Informationen berücksichtigt werden sollten.

### **Segmentierung von Straßen**

Straßen werden von leistungsfähigen Software-Tools im Allgemeinen automatisch in Segmente aufgeteilt, wenn die Straßen auf das verwendete Höhenlinienmodell „aufgezogen“ werden. In bestimmten Fällen erfolgt diese Aufteilung möglicherweise nicht (z.B. wenn kein Höhenlinienmodell verfügbar ist oder wenn eine Strecke sehr eben verläuft). Daher wird empfohlen, die auf die Mittellinie der Straßen bezogenen Datensätze so vorzusegmentieren, dass selbst ohne eine Untersegmentierung durch die Software die Segmentierungsregeln des jeweiligen Berechnungsstandards gewahrt werden.

Das folgende Beispiel bezieht sich auf die CRTN; dort wird festgestellt, dass die Segmentierung gemäß Veränderungen von jeweils 2 dB erfolgen sollte. (Die Änderungen der potenziellen Lärmpegel sollten innerhalb eines Segments weniger als 2 dB betragen.) Entsprechend sollten die Mittellinien der Straßen nach den folgenden Regeln segmentiert werden:

- Maximale Veränderung zwischen den Segmenten: 2 dB
  - Maximale Veränderung der Steigung/des Gefälles: 6 %
  - Maximale Steigung/maximales Gefälle: 30 %
  - Abweichung horizontal: Die Mittellinie weicht von der tatsächlichen Mittellinie horizontal um höchstens 1,0 m ab.
  - Abweichung vertikal: Die Mittellinie der Spur weicht von der tatsächlichen Mittellinie vertikal um höchstens 0,5 m ab.
  - Das Verkehrsaufkommen ändert sich um höchstens 10 %
  - Das Aufkommen an Schwerlastfahrzeugen ändert sich um höchstens 40 %.
  - Änderung des Straßendeckentyps
  - Die Texturtiefe ändert sich um höchstens 0,4 mm.

- Die Verkehrsgeschwindigkeit ändert sich um höchstens 10 %; ansonsten ist eine andere Standardklasse für den Straßentyp anzunehmen.
- Die Fahrbahnbreite ändert sich um höchstens 1,0 m.
- Eine zweispurige Straße wird auf einen Fahrstreifen verengt.
- Geteilte Fahrbahnen sollten in folgenden Fällen im Modell mit zwei Mittellinien dargestellt werden:
  - Die Spuren haben mehr als 5,0 m Abstand voneinander.
  - Der Höhenunterschied zwischen den Außenkanten der Spuren beträgt mehr als 1,0 m.
  - Eine oder beide Fahrtrichtungen haben mehr als vier Spuren.
  - (Unter Umständen:) Eine oder beide Fahrtrichtungen haben mehr als drei Spuren.

### **Segmentierung von Lärmschutzobjekten**

- Lärmschutzobjekte sollten in folgenden Fällen in Segmente aufgeteilt werden:
  - Die Höhe der Oberkante des Lärmschutzobjekts ändert sich bezogen auf die Straßenoberfläche um mehr als 0,5 m.
  - Die horizontale Lage verändert sich um mehr als 1,0 m; in diesem Fall sollte versucht werden, eine Beziehung zur Mittelliniensegmentierung herzustellen (bei parallelem Verlauf).

**HINWEIS:** Einen Sonderfall stellen Lärmschutzobjekte am Straßenrand dar, da mit Lärmschutzobjekten am Straßenrand die beste Abschirmungswirkung für den betreffenden Straßenabschnitt erzielt wird. Daher sollte sich die Segmentierung an der Segmentierung der Straßen orientieren (s.o.). Außerdem sollte die „relative“ vertikale und horizontale Unsicherheit (zwischen der Mittellinie der Straße und des Lärmschutzobjekts) auf die oben genannten Werte begrenzt werden. Wenn die Datensätze zum Verlauf und zur Höhe des Lärmschutzobjekts und der Mittellinie der Straße aus verschiedenen Quellen stammen, erhöht sich die potenzielle Unsicherheit und somit auch das Fehlerpotenzial.

### **Geländemodellierung**

Das Geländeprofil muss mit zwei Objektformen dargestellt werden, um die Kompatibilität mit den Tools der Software zur Erstellung von Lärmkarten sicherzustellen und um zur Herstellung von Datensätzen beizutragen, die tatsächlich für den vorgesehenen Zweck verwendet werden können und für Lärmpegelberechnungen optimiert wurden.

- Gleiche Höhenkonturen (*siehe Tabelle 8.6.2 der auf S. 93 genannten Ref. 2*)
- Geländeprofile

Linien (oder Polylinien) mit im horizontalen Verlauf unterschiedlicher Höhe; mit diesen Linien werden z.B. die folgenden Elemente von Geländemodellen definiert:

- Konturen von Gefällestrrecken/Steigungen
- Unterkante und Oberkante von Böschungen

- Unterkante und Oberkante von Erdwällen
- Geländeabbrüche
- Einschnitte
  
- Hinsichtlich der vertikalen Genauigkeit der Punkte an diesen Linien sind die Empfehlungen in Tabelle 8.6.2 zu beachten (*siehe Tabelle 8.6.2 der auf S. 94 genannten Ref. 2*).
- Geländeprofile

### **Informationen zur Gebäudehöhe**

In dicht bebauten Stadtgebieten sind die beiden wichtigsten potenziellen Lärmschutzobjekte, die in den Berechnungen zu berücksichtigen sind, sehr wahrscheinlich jeweils das am nächsten an der betreffenden Lärmquelle liegende Gebäude und das Gebäude, das sich innerhalb des Ausbreitungswegs am nächsten am Messkopf im jeweiligen Raster befindet.

In Wohngebieten und in den Außenbezirken von Städten führt die in Lärmkarten der Städte übliche Annahme einer Standardgebäudehöhe von 8 m nur zu einem geringen potenziellen Fehler bei der Berechnung der Lärmpegel. Im Stadtzentrum sowie in Gebieten mit einem hohen Anteil an zweigeschossigen Gebäuden hingegen dürfte die Annahme von Standardgebäudehöhen beträchtliche Fehler zur Folge haben. Bei Verwendung bestimmter einzelstaatlicher Berechnungsmethoden, bei denen nicht die Möglichkeit besteht, Lärmpegel für die jeweils ruhige Fassade zu berechnen, kann sich die Annahme der tatsächlichen Gebäudehöhen in Gebieten mit hoher Bauweise bei der Berechnung von Lärmpegeln in erheblich größeren Ungenauigkeiten auswirken als die Annahme einer Standardhöhe von 8 m; die ermittelten Pegel werden möglicherweise zu gering berechnet.

In ländlichen Gebieten bestehen die wichtigsten in den Berechnungen zu berücksichtigenden Hindernisse für die Ausbreitung von Lärm eher in Erdwällen oder in Lärmschutzobjekten als in hohen Gebäuden. In diesem Fall ist die Wahrscheinlichkeit von Fehlern aufgrund der Annahme von Standardgebäudehöhen auf dem Land geringer als in Städten.

Aus diesen Gründen wird empfohlen, in Städten und in Stadtgebieten die tatsächlichen Gebäudehöhen anzunehmen (soweit verfügbar); auf dem Land hingegen könnten Standardgebäudehöhen angemessener sein.

### **Einschränkungen hinsichtlich der Datengenauigkeit in einem Datenkorridor**

Mittel zur Bewertung der Breite des Datenkorridors oder der Pufferzone für Ballungsräume sind dem GPG-Toolkit 16 der WG-AEN zu entnehmen.<sup>44</sup> Ergänzend zu diesem Hinweis wird für empfehlenswert gehalten, die Anforderungen an die Datengenauigkeit für den gesamten Datenkorridor zu erörtern.

---

<sup>44</sup> Dieses Toolkit war in Version 1 des GPG enthalten, wurde aus diesem Positionspapier aber gestrichen.

Da die potenzielle Genauigkeit der zu verwendenden Berechnungsmethode im Allgemeinen mit zunehmender Entfernung von der Quelle geringer wird, sollte die spezifizierte Genauigkeit der Eingabedaten des Modells in der Nähe der Lärmquelle am höchsten sein; in größerem Abstand von der Lärmquelle können geringere Genauigkeiten annehmbar sein. Empfohlen wird die Genauigkeit der Gruppe B unmittelbar an den Straßen und unmittelbar an Eisenbahnstrecken sowie möglicherweise auf beiden Seiten bis zu einem Abstand von 50 m; die Genauigkeit gemäß Gruppe C ist bis zu einem Abstand von 600 m annehmbar, und für noch größere Entfernungen in Pufferzonen könnte eine Genauigkeit gemäß Gruppe D hinreichend sein.

### **Modellierung akustischer Geländetypen**

Nach Möglichkeit sollten diese Polygone so zusammengefasst werden, dass sich ein vereinfachter Datensatz mit einer geringeren Anzahl größerer weicher Flächen ergibt.

### **Analyse der Eingabedaten für die Erstellung von Lärmkarten**

Es wird anerkannt, dass die zur Erstellung von Lärmkarten für große Gebiete und in großem Maßstab benötigten Eingabe-Datensätze nicht in allen Mitgliedstaaten verfügbar sind. Daher wird im Folgenden ein vorläufiger Prozess beschrieben, nach dem Daten für die Erstellung von Lärmkarten ausgewählt werden könnten:

- Berücksichtigung der in Studien enthaltenen Daten und des fehlenden Datenmaterials,
  - Bewertung der Unsicherheit der verschiedenen Eingabe-Datensätze,
    - Diesem Bericht sind Leitlinien zu gewissen Aspekten zu entnehmen.
    - Der GPG 2 enthält Leitlinien zur absoluten Genauigkeit einiger Aspekte.
  - Datenlücken sind aufgrund der GPG-Daten zu schließen.
    - Der GPG 2 ermöglicht die Bewertung der absoluten Genauigkeit der einzelnen Toolkits.
    - Die Auswirkungen von Entscheidungen auf den Lärmpegel in dB werden verständlich.
  - Erfassung von Daten für die Kommission
    - Begrenzte Haushalte – Wo können mit dem betriebenen Aufwand die Ergebnisse möglichst weitreichend verbessert werden?
    - Begrenzte Zeit – Welcher Parameter sollte untersucht werden?
    - Begrenzte technische Möglichkeiten – Sollen für Schlüsselaspekte neue technische Verfahren entwickelt werden?

### **Die Empfehlungen in der Übersicht**

Der Schwerpunkt bei der Überwachung der Unsicherheit der Daten zur vertikalen Höhe von Lärmschutzobjekten in der Nähe der Lärmquellen steht

im Einklang mit dem genannten Hinweis auf die im Rahmen von XPS 31-133 durchgeführten Sicherheitstests.

In Bezug auf XPS 31-133 können die vorstehenden Erläuterungen wie folgt zusammengefasst werden:

- Die berechneten Lärmpegel in einem Validierungsbereich von 300 m bewegen sich im Allgemeinen innerhalb einer Toleranz von 1 dB bezogen auf die gemessenen Pegel und führen zu hochwertigeren Eingabedaten (z.B. durch Überwachung ermittelte und gleichzeitig erfasste Daten).
- Bis zu einem Abstand von 600 m dürfte sich dieser Berechnungsfehler auf etwa 3 dB erhöhen.
- Der potenzielle Fehler bei einem Abstand bis zu 2-3 km kann sich durchaus auf mindestens 10 dB belaufen.
- Die Behandlung der Ungenauigkeit bei Modellattributen zur Beschreibung der vertikalen Lage (Z) erheblich wichtiger als die exakte horizontale Lage.
- Da die potenzielle Genauigkeit der zu verwendenden Berechnungsmethode mit zunehmender Entfernung von der Quelle geringer wird, sollte die spezifizierte Genauigkeit der Eingabedaten des Modells in der Nähe der Lärmquelle am höchsten sein; in größerem Abstand von der Lärmquelle können geringere Genauigkeiten annehmbar sein.
- Der für den Datensatz zu verwendende Standardgeländetyp sollte nach akustischen Maßstäben fest sein und weiche Flächen enthalten, die als „geschlossene Polygone“ beschrieben werden.
- Da Ungenauigkeiten bei mehreren Parametern auftreten, wird die Gesamtunsicherheit des Ergebnisses höher sein als die Unsicherheit der einzelnen Eingabe-Datensätze.

### **Schlussfolgerungen**

Aufgrund der Ergebnisse von Forschungen zur Fehlerübertragung bei der Berechnungsmethode XPS 31-133 wurde eine Auslegung der END vor dem Hintergrund der Anforderungen an das Datenmaterial entwickelt; die Ergebnisse wurden anhand einer Reihe gleicher Lärmfehler-Bereiche dargestellt, um die Bedeutung der verschiedenen Datensätze und die jeweils mit den Datensätzen verbundene Unsicherheit zu erläutern.

Die folgenden Tabellen können auf die verschiedenen Eingabe-Datensätze angewendet werden und helfen, zu möglichst aussagekräftigen Ergebnissen bei möglichst geringen Fehlern zu gelangen. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass Prüfungen mit mehreren Parametern gezeigt haben, dass selbst wenn die Unsicherheit der einzelnen Datensätze auf einen Fehler von z.B. 3 dB begrenzt werden, die Gesamtunsicherheit des Endergebnisses wahrscheinlich im nächsthöheren Unsicherheitsbereich (in diesem Fall 5 dB) liegt.

Und schließlich legen Forschungen die Annahme nahe, dass der Fehler in den berechneten Ergebnissen im für die Erstellung von EU-Lärmkarten gemäß der END im Jahre 2007 geforderten Toleranzbereich von 5 dB

erheblich sein kann. Der Grad der für einige Eingabe-Datensätze geforderten Genauigkeit setzt unter Umständen die bestmöglichen Informationen voraus, die zurzeit überhaupt in der EU verfügbar sind; dies sollte als Anzeichen für den Umfang betrachtet werden, in dem mit der Erfassung und der Verwaltung von Daten beschäftigte Organisationen proaktiv mit Fachleuten im Bereich der Akustik zusammenarbeiten müssen, wenn im Jahre 2012 eine höhere Genauigkeit angestrebt wird.

## Anhang 6

### Termine und Fristen für die Umsetzung der END

| <b>Termine</b>                             | <b>Verpflichtungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18. Januar 2004                            | <p><b>Artikel 10-1: Bericht der Europäischen Kommission an das Europäische Parlament und den Rat zu den Quellen von Umgebungslärm</b></p> <p>Die Kommission legt dem Europäischen Parlament und dem Rat einen Bericht vor, der eine Überprüfung der bestehenden Gemeinschaftsmaßnahmen enthält, die sich auf Quellen von Umgebungslärm beziehen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 18. Juli 2004                              | <p><b>Artikel 14: Umsetzung</b></p> <p>Die Mitgliedstaaten setzen die Rechts- und Verwaltungsvorschriften in Kraft, die erforderlich sind, um der END nachzukommen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 30. Juni 2005                              | <p><b>Artikel 7-1: Bericht an die Europäische Kommission zu Gebieten, die in den Lärmkarten und Aktionsplänen der ersten Runde berücksichtigt werden</b></p> <p>Die Mitgliedstaaten teilen der Kommission die Ballungsräume mit mehr als 250000 Einwohnern, die Hauptverkehrsstraßen mit einem Verkehrsaufkommen von über sechs Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr, die Haupteisenbahnstrecken mit einem Verkehrsaufkommen von über 60000 Zügen pro Jahr und die Großflughäfen in ihrem Hoheitsgebiet mit.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 18. Juli 2005                              | <p><b>Artikel 4: Die Mitgliedstaaten benennen der Kommission die zuständigen Behörden und Stellen.</b></p> <p>Die Mitgliedstaaten stellen der Kommission und der Öffentlichkeit Informationen über die für die Ausarbeitung und gegebenenfalls die Genehmigung von Lärmkarten und Aktionsplänen für Ballungsräume, Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen und für die Sammlung der entsprechenden Daten zuständigen Behörden und Stellen zur Verfügung.</p> <p><b>Artikel 5-4: Bericht über Grenzwerte an die Europäische Kommission</b></p> <p>Die Mitgliedstaaten übermitteln der Kommission Informationen über alle relevanten, in ihrem Hoheitsgebiet geltenden oder geplanten Grenzwerte für Straßenverkehrslärm, Eisenbahnlärm, Fluglärm im Umfeld von Flughäfen und Lärm in Industriegebieten sowie Erläuterungen zur Umsetzung der Grenzwerte.</p> |
| 18. Juli 2006                              | <p><b>Artikel 1-2: Vorschläge der Europäischen Kommission an das Europäische Parlament und den Rat betreffend Rechtsvorschriften für Lärmquellen</b></p> <p>Die Kommission legt dem Europäischen Parlament und dem Rat geeignete Vorschläge für Rechtsvorschriften zur Reduzierung des von den Hauptquellen von Umgebungslärm ausgehenden Lärms (Straßen, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr usw.) vor.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 30. Juni 2007                              | <p><b>Artikel 7-1: Erste Runde der Ausarbeitung von Lärmkarten(*)</b></p> <p>Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass für das vorangegangene Kalenderjahr strategische Lärmkarten für sämtliche Ballungsräume mit mehr als 250 000 Einwohnern sowie für sämtliche Hauptverkehrsstraßen mit einem Verkehrsaufkommen von über sechs Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr, Haupteisenbahnstrecken mit einem Verkehrsaufkommen von über 60 000 Zügen pro Jahr und Großflughäfen in ihrem Hoheitsgebiet von den zuständigen Behörden ausgearbeitet und gegebenenfalls genehmigt sind.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 30. Dezember 2007<br>(danach alle 5 Jahre) | <p><b>Artikel 10-2: Bericht an die Europäische Kommission zu den Lärmkarten der ersten Runde</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass die in Anhang VI der END genannten Informationen aus den strategischen Lärmkarten der Kommission übermittelt werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 18. Juli 2008                            | <b>Artikel 8-1: Aktionspläne der ersten Runde (*)</b><br>Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass bis zum 18. Juli 2008 von den zuständigen Behörden Aktionspläne ausgearbeitet werden für<br>a) Orte in der Nähe der Hauptverkehrsstraßen mit einem Verkehrsaufkommen von über sechs Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr, der Haupteisenbahnstrecken mit einem Verkehrsaufkommen von über 60000 Zügen pro Jahr und der Großflughäfen, (b) Ballungsräume mit mehr als 250000 Einwohnern.                                                  |
| 31. Dezember 2008                        | <b>Artikel 7-2: Bericht an die Europäische Kommission über die von der END betroffenen Gebiete</b><br>Die Mitgliedstaaten teilen der Kommission sämtliche Ballungsräume sowie sämtliche Hauptverkehrsstraßen und Haupteisenbahnstrecken in ihrem Hoheitsgebiet mit, auf die die END anzuwenden ist.                                                                                                                                                                                                                                    |
| 18. Januar 2009<br>(danach alle 5 Jahre) | <b>Artikel 10-2: Bericht an die Europäische Kommission über die Aktionspläne der ersten Runde</b><br>Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass die in Anhang VI der END genannten Zusammenfassungen der Aktionspläne der Kommission übermittelt werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 18. Juli 2009<br>(danach alle 5 Jahre)   | <b>Artikel 10-4 und 11: Bericht der Europäischen Kommission an das Europäische Parlament und den Rat betreffend die Umsetzung der END</b><br>Die Kommission übermittelt dem Europäischen Parlament und dem Rat einen Bericht über die Umsetzung der END, indem die gemeldeten Daten aus den strategischen Lärmkarten und Aktionsplänen zusammengefasst werden, die Notwendigkeit weiterer Gemeinschaftsmaßnahmen bewertet wird und gegebenenfalls weitere Strategien und Durchführungsmaßnahmen der Gemeinschaft vorgeschlagen werden. |
| 30. Juni 2012<br>(danach alle 5 Jahre)   | <b>Artikel 7-2: Lärmkarten der zweiten Runde(*)</b><br>Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass für das vorangegangene Kalenderjahr strategische Lärmkarten für sämtliche Ballungsräume sowie für sämtliche Hauptverkehrsstraßen und Haupteisenbahnstrecken in ihrem Hoheitsgebiet von den zuständigen Behörden ausgearbeitet und gegebenenfalls genehmigt sind.                                                                                                                                                                       |
| 18. Juli 2013                            | <b>Artikel 8-2: Aktionspläne der zweiten Runde (*)</b><br>Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass die zuständigen Behörden Aktionspläne für die Ballungsräume sowie für die Hauptverkehrsstraßen und Haupteisenbahnstrecken in ihrem Hoheitsgebiet ausgearbeitet haben.                                                                                                                                                                                                                                                                 |

(\*) Gemäß Artikel 7 Absatz 5 und Artikel 8 Absatz 5 sind strategische Lärmkarten und Aktionspläne alle fünf Jahre zu überprüfen und gegebenenfalls zu überarbeiten.



## Anhang 7

### Bestimmungen aus der END, die für die Erstellung von Lärmkarten von besonderer Bedeutung sind

#### 1) Ziele der Erstellung strategischer Lärmkarten

##### **Artikel 1: Ziele**

(...) werden schrittweise die folgenden Maßnahmen durchgeführt:

- (a) Ermittlung der Belastung durch Umgebungslärm anhand von Lärmkarten nach für die Mitgliedstaaten gemeinsamen Bewertungsmethoden;
- (b) Sicherstellung der Information der Öffentlichkeit über Umgebungslärm und seine Auswirkungen;
- (c) auf der Grundlage der Ergebnisse von Lärmkarten Annahme von Aktionsplänen durch die Mitgliedstaaten mit dem Ziel, den Umgebungslärm so weit erforderlich und insbesondere in Fällen, in denen das Ausmaß der Belastung gesundheitsschädliche Auswirkungen haben kann, zu verhindern und zu mindern und die Umweltqualität in den Fällen zu erhalten, in denen sie zufrieden stellend ist.

##### **Artikel 8: Aktionspläne**

1. (...) Die in den Plänen genannten Maßnahmen sind in das Ermessen der zuständigen Behörden gestellt, sollten aber (...) insbesondere für die wichtigsten Bereiche gelten, wie sie in den strategischen Lärmkarten ausgewiesen wurden. (...)

##### **Artikel 9: Informationen für die Öffentlichkeit**

1. Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass die von ihnen ausgearbeiteten und erforderlichenfalls genehmigten strategischen Lärmkarten (...) in Übereinstimmung mit den einschlägigen Rechtsvorschriften der Gemeinschaft (...) und gemäß den Anhängen IV und V der vorliegenden Richtlinie, auch durch Einsatz der verfügbaren Informationstechnologien, der Öffentlichkeit zugänglich gemacht und an sie verteilt werden.

2. Diese Information muss deutlich, verständlich und zugänglich sein. Eine Zusammenfassung mit den wichtigsten Punkten wird zur Verfügung gestellt.

##### **Anhang IV: Mindestanforderungen für die Ausarbeitung strategischer Lärmkarten**

4. Die Ausarbeitung strategischer Lärmkarten dient folgenden Zwecken:

- zur Aufbereitung der Daten, die der Kommission (...) zu übermitteln sind,
- als Informationsquelle für die Bürger (...),
- als Grundlage für Aktionspläne (...).

Für jeden dieser Zwecke bedarf es einer anderen Art von strategischer Lärmkarte.

#### 2) Präsentation und Inhalt strategischer Lärmkarten

##### **Anhang IV: Mindestanforderungen für die Ausarbeitung strategischer Lärmkarten**

2. Strategische Lärmkarten können der Öffentlichkeit in folgender Form vorgelegt werden:

- als Grafik,
- als Zahlenangaben in Tabellen,
- als Zahlenangaben in elektronischer Form.

5. Die Mindestanforderungen für strategische Lärmkarten hinsichtlich der an die Kommission zu übermittelnden Daten sind in den Absätzen 1.5, 1.6, 2.5, 2.6 und 2.7 von Anhang VI beschrieben.

6. Zur Information der Bürger (...) und für die Ausarbeitung von Aktionsplänen (...) sind zusätzliche und ausführlichere Informationen zu liefern wie:

- eine grafische Darstellung,
- Karten, auf denen die Überschreitung eines Grenzwertes dargestellt ist,
- Differenzkarten, auf denen die aktuelle Lage mit zukünftigen Situationen verglichen wird,

(...)

Die Mitgliedstaaten können Regeln für die Art und das Format dieser Lärmkarten aufstellen.

7. Strategische Lärmkarten mit den Ergebnissen von Ermittlungen, die in einer Höhe von 4 m durchgeführt wurden, und mit einer in 5 dB-Bereiche unterteilten Skala für  $L_{den}$  and  $L_{night}$ , wie in Anhang VI festgelegt, werden zur lokalen oder landesweiten Verwendung erstellt.

### **3) In den Karten darzustellende Gebiete und Lärmquellen**

#### **Erwägungsgrund (10)**

Für bestimmte Gebiete, die von besonderer Bedeutung sind, sollte die Ausarbeitung strategischer Lärmkarten vorgeschrieben werden, da sich hiermit die Daten gewinnen lassen, die für eine Darstellung der in den betreffenden Gebieten wahrgenommenen Lärmpegel erforderlich sind.

#### **Artikel 2: Geltungsbereich**

1. Diese Richtlinie betrifft den Umgebungslärm, dem Menschen insbesondere in bebauten Gebieten, in öffentlichen Parks oder anderen ruhigen Gebieten eines Ballungsraums, in ruhigen Gebieten auf dem Land, in der Umgebung von Schulgebäuden, Krankenhäusern und anderen lärmempfindlichen Gebäuden und Gebieten ausgesetzt sind.

2. Diese Richtlinie gilt weder für Lärm, der von der davon betroffenen Person selbst verursacht wird, noch für Lärm durch Tätigkeiten in Haushalten, Nachbarschaftslärm, Lärm am Arbeitsplatz, in Verkehrsmitteln oder Lärm, der auf militärische Tätigkeiten in militärischen Gebieten zurückzuführen ist.

#### **Artikel 7: Ausarbeitung strategischer Lärmkarten**

1. Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass spätestens bis zum 30. Juni 2007 für das vorangegangene Kalenderjahr strategische Lärmkarten für sämtliche Ballungsräume mit mehr als 250000 Einwohnern sowie für sämtliche Hauptverkehrsstraßen mit einem Verkehrsaufkommen von über sechs Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr, Haupteisenbahnstrecken mit einem Verkehrsaufkommen von über 60000 Zügen pro Jahr und Großflughäfen in ihrem Hoheitsgebiet von den zuständigen Behörden ausgearbeitet (...) sind.

2. Die Mitgliedstaaten ergreifen die erforderlichen Maßnahmen, um sicherzustellen, dass bis zum 30. Juni 2012 und danach alle fünf Jahre für das vorangegangene Kalenderjahr strategische Lärmkarten für sämtliche Ballungsräume sowie für sämtliche Hauptverkehrsstraßen und Haupteisenbahnstrecken in ihrem Hoheitsgebiet von den zuständigen Behörden ausgearbeitet (...) sind.

3. Die strategischen Lärmkarten müssen den Mindestanforderungen nach Anhang IV genügen.

#### **Anhang IV: Mindestanforderungen für die Ausarbeitung strategischer Lärmkarten**

3. Strategische Lärmkarten für Ballungsräume weisen besonders Lärm aus folgenden Quellen aus:

- Straßenverkehr,
- Eisenbahnverkehr,
- Flughäfen,
- Industriegelände, einschließlich Häfen.

8. Für Ballungsräume werden verschiedene strategische Lärmkarten jeweils für den Straßenverkehrslärm, Eisenbahnlärm, Fluglärm und Industrie- und Gewerbelärm getrennt erstellt. Zusätzlich können Karten für andere Lärmquellen erstellt werden.

### **4) Lärmindizes**

#### **Erwägungsgrund (7)**

Das Vertragsziel eines hohen Gesundheits- und Umweltschutzniveaus lässt sich im Einklang mit dem Subsidiaritätsprinzip (...) besser dadurch erreichen, dass die Maßnahmen der Mitgliedstaaten durch Gemeinschaftsmaßnahmen ergänzt werden, durch die sich ein gemeinsames Verständnis in Bezug auf die Lärmproblematik ergibt. Daher sollten Daten über Umgebungslärmpegel nach vergleichbaren Kriterien erfasst, zusammengestellt oder gemeldet werden. Hierfür sind harmonisierte Indizes und Bewertungsmethoden sowie Kriterien für die Angleichung der Erstellung von Lärmkarten erforderlich. Diese Kriterien und Methoden können am besten durch die Gemeinschaft festgelegt werden.

#### **Erwägungsgrund (9)**

Es wurden folgende gemeinsame Lärmindizes ausgewählt:  $L_{den}$  zur Bewertung der Lärmbelästigung und  $L_{night}$  zur Bewertung von Schlafstörungen. Ferner sollte den Mitgliedstaaten die Verwendung ergänzender Indizes zur Verfolgung oder Kontrolle spezieller Lärmsituationen gestattet werden.

#### **Artikel 5: Lärmindizes und ihre Anwendung**

1. Die Mitgliedstaaten verwenden die Lärmindizes  $L_{den}$  und  $L_{night}$  nach Anhang I zur Ausarbeitung und Überprüfung strategischer Lärmkarten gemäß Artikel 7.

Bis die Verwendung gemeinsamer Bewertungsmethoden für die Bestimmung von  $L_{den}$  und  $L_{night}$  verbindlich vorgeschrieben wird<sup>45</sup>), können die bestehenden nationalen Lärmindizes und die zugehörigen Daten von den Mitgliedstaaten zu diesem Zweck verwendet werden, wobei sie in die oben genannten Indikatoren umgesetzt werden sollten. Diese Daten dürfen nicht älter als drei Jahre sein.

2. Die Mitgliedstaaten können für Sonderfälle, wie beispielsweise die in Anhang I Abschnitt 3 genannten Fälle, zusätzliche Lärmindizes verwenden.

## Anhang I

### 1. Definition des Tag-Abend-Nacht-Pegels $L_{den}$

$$(\dots) L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left( 12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

Hierbei gilt:

-  $L_{day}$  ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Tag erfolgen;

-  $L_{evening}$  ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Abend erfolgen;

-  $L_{night}$  ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen in der Nacht erfolgen.

Ferner gilt:

- Der Tag entspricht einem Zeitraum von 12 Stunden, der Abend einem Zeitraum von 4 Stunden und die Nacht einem Zeitraum von 8 Stunden; die Mitgliedstaaten können den Abend um eine oder zwei Stunden kürzen und den Tag und/oder den Nachtzeitraum entsprechend verlängern, sofern dies für sämtliche Lärmquellen einheitlich geregelt ist (...);

- der Tagesanfang (...) ist vom Mitgliedstaat festzulegen (dies ist für sämtliche Lärmquellen einheitlich zu regeln); werden die Zeiten nicht anders festgelegt, gelten die Standardzeiten 7.00-19.00 Uhr, 19.00-23.00 Uhr und 23.00-7.00 Uhr Ortszeit;

- ein Jahr ist das für die Lärmemission ausschlaggebende und ein hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Jahr;

(...)

- Der einfallende Schall wird berücksichtigt, was bedeutet, dass der von der Fassade von Wohngebäuden reflektierte Schall unberücksichtigt bleibt (...).

Die Höhe des Messpunkts zur Ermittlung von  $L_{den}$  hängt vom Zweck der Messung ab:

- Im Fall von Berechnungen zur Ausarbeitung von strategischen Lärmkarten (...) liegen die Ermittlungspunkte in einer Höhe von  $4,0 \pm 0,2$  m (3,8-4,2 m) über dem Boden und an der am stärksten lärmbelasteten Fassade; (...)

- Im Fall von Messungen zur Ausarbeitung strategischer Lärmkarten (...) kann eine andere Höhe gewählt werden, die jedoch nie weniger als 1,5 m über dem Boden betragen darf; die Ergebnisse sind folglich auf eine entsprechende Höhe von 4 m zu korrigieren.

(...)

### 2. Definition des Nachtlärmindex (*Night-time noise indicator, $L_{night}$* )

Der Nachtlärmindex  $L_{night}$  ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987, der anhand der gesamten Nachtwerte eines Jahres ermittelt wird.

Ferner gilt:

- Die Nacht gemäß der Definition in Abschnitt 1 entspricht einem Zeitraum von 8 Stunden;

- ein Jahr gemäß der Definition in [Anhang I] Abschnitt 1 ist das für die Lärmemission ausschlaggebende und ein hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Jahr;

- der einfallende Schall wird gemäß [Anhang I] Abschnitt 1 berücksichtigt;

- der Ermittlungspunkt ist der gleiche wie für  $L_{den}$ .

<sup>45</sup> Daher hat die Kommission die Projekte HARMONOISE und IMAGINE gefördert (siehe [www.imagine-project.org](http://www.imagine-project.org)).

(...)

## **5) Bewertungsmethoden**

### **Erwägungsgrund (7)**

Das Vertragsziel eines hohen Gesundheits- und Umweltschutzniveaus lässt sich im Einklang mit dem Subsidiaritätsprinzip (...) besser dadurch erreichen, dass die Maßnahmen der Mitgliedstaaten durch Gemeinschaftsmaßnahmen ergänzt werden, durch die sich ein gemeinsames Verständnis in Bezug auf die Lärmproblematik ergibt. Daher sollten Daten über Umgebungslärmpegel nach vergleichbaren Kriterien erfasst, zusammengestellt oder gemeldet werden. Hierfür sind harmonisierte Indizes und Bewertungsmethoden sowie Kriterien für die Angleichung der Erstellung von Lärmkarten erforderlich. Diese Kriterien und Methoden können am besten durch die Gemeinschaft festgelegt werden.

### **Erwägungsgrund (8)**

Ebenso erforderlich sind gemeinsame Bewertungsmethoden für „Umgebungslärm“ und eine Begriffsbestimmung für „Grenzwerte“ unter Verwendung harmonisierter Indizes für die Bestimmung der Lärmpegel. Die konkreten Zahlen für die Grenzwerte sind von den Mitgliedstaaten festzulegen, wobei unter anderem nach dem Grundsatz der Vorbeugung ruhige Gebiete in Ballungsräumen zu schützen sind.

### **Erwägungsgrund (15)**

Die technischen Bestimmungen über die Bewertungsmethoden sollten bei Bedarf ergänzt und an den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt und an die Weiterentwicklung des europäischen Normenwerks angepasst werden.

## **Artikel 6: Bewertungsmethoden**

1. Die  $L_{den}$ - und  $L_{night}$ -Werte werden mit den in Anhang II beschriebenen Bewertungsmethoden bestimmt.
2. Gemeinsame Bewertungsmethoden für die Bestimmung der  $L_{den}$ - und  $L_{night}$ -Werte werden von der Kommission (...) im Wege einer Überprüfung des Anhangs II festgelegt.<sup>46</sup> Bis zur Annahme dieser Methoden können die Mitgliedstaaten Bewertungsmethoden anwenden, die gemäß Anhang II angepasst wurden und auf den in ihren nationalen Rechtsvorschriften vorgesehenen Methoden basieren. In diesem Fall weisen sie nach, dass diese Methoden zu Ergebnissen führen, die denen gleichwertig sind, die mit den Methoden nach Abschnitt 2.2 des Anhangs II erzielt werden.
3. Die gesundheitsschädlichen Auswirkungen können mit den Dosis-Wirkung-Relationen nach Anhang III bewertet werden.<sup>46</sup>

## **ANHANG II**

### **1. Einführung**

Die  $L_{den}$ - und  $L_{night}$ -Werte können entweder durch Berechnung oder durch Messung (am Messpunkt) bestimmt werden. Bei Prognosen kommen nur Berechnungen in Frage. Vorläufige Berechnungs- und Messmethoden sind in den Abschnitten 2 und 3 dargelegt.

### **2. Vorläufige Berechnungsmethoden für $L_{den}$ und $L_{night}$**

#### **2.1. Anpassung der bestehenden einzelstaatlichen Berechnungsmethoden**

Sind in einem Mitgliedstaat einzelstaatliche Methoden zur Bestimmung von Langzeitschallindizes vorgesehen, so können diese Methoden angewandt werden, sofern sie an die in Anhang I definierten Indizes angepasst werden. Für die meisten einzelstaatlichen Methoden bedeutet dies die Einführung eines getrennten Abendzeitraums und eines für das Jahr berechneten Mittelwerts. Einige bestehende Methoden sind darüber hinaus so zu ändern, dass die Reflexion an Fassaden nicht mehr berücksichtigt und dafür der Nachtzeitraum und/oder der Ermittlungspunkt einbezogen wird. Der Berechnung des Jahresmittelwerts gebührt besondere Aufmerksamkeit. Fluktuationen während des Jahres können auf Geräuschemissions- und -übertragungsschwankungen zurückzuführen sein.

#### **2.2. Empfohlene vorläufige Berechnungsmethoden**

Den Mitgliedstaaten, die bisher keine einzelstaatlichen Berechnungsmethoden festgelegt haben oder eine andere Berechnungsmethode einführen möchten, werden folgende Methoden empfohlen:

#### **Für Industrie- und Gewerbelärm:**

ISO 9613-2, Teil 2 (...)  
ISO 8297:1994 (...)  
EN ISO 3744: 1995 (...)  
EN ISO 3746: 1995 (...)

---

<sup>46</sup> Siehe von den Arbeitsgruppen der Kommission erstellte Positionspapiere zu den Dosis-Wirkung-Relationen zwischen Verkehrslärm und empfundener Störung sowie zu den Dosis-Wirkung-Relationen für den Lärm bei Nacht (<http://europa.eu.int/comm/environment/noise>).

*Für Fluglärm:*

ECAC.CEAC Doc. 29, 1997 (...) zur Modellierung (...) ist die in Abschnitt 7.5 von ECAC.CEAC Doc. 29 beschriebene Segmentierungstechnik zu verwenden.

*Für Straßenverkehrslärm:*

NMPB-Routes-96 (...)

XP S 31-133 (...)

Hinsichtlich der Eingabedaten für Emissionsberechnungen (...) „Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CETUR 1980“.

*Für Eisenbahnlärm:*

RMR 96, (...) 20. November 1996

Diese Methoden sind an die Definition von  $L_{den}$  und  $L_{night}$  anzupassen. (...) die Kommission [wird] Leitlinien<sup>(47)</sup> zu den geänderten Methoden veröffentlichen und auf der Grundlage vorhandener Daten Emissionsdaten für Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Eisenbahnlärm zur Verfügung stellen.

**3. Vorläufige Messmethoden für  $L_{den}$  und  $L_{night}$**

Möchte ein Mitgliedstaat seine eigene offizielle Messmethode anwenden, so wird diese Methode an die in Anhang I definierten Indizes und gemäß den Grundsätzen für die zeitlich gemittelten Messungen nach ISO 1996-2: 1987 und ISO 1996: 1982 angepasst.

Gibt es in einem Mitgliedstaat keine Messmethode oder zieht der Mitgliedstaat es vor, eine andere Methode anzuwenden, so kann auf der Grundlage der Definition des Indexes und der Grundsätze in ISO 1996-2: 1987 und ISO 1996-1: 1982 eine Methode festgelegt werden.

Messwerte an einer Fassade oder einem anderen reflektierenden Objekt sind um den Anteil des Wertes, der aufgrund der Reflexion durch diese Fassade oder dieses Objekt gemessen wird, zu korrigieren (in der Regel bedeutet dies im Fall einer Messung eine Korrektur um 3 dB).

## **6) Ausarbeitung von Berichten und Erfassung der Daten**

### **Erwägungsgrund (13)**

Die Erfassung von Daten und die Ausarbeitung entsprechender zusammenfassender Berichte für die gesamte Gemeinschaft sind als Grundlage für die künftige Gemeinschaftspolitik und für die weiter gehende Information der Öffentlichkeit erforderlich.

### **Artikel 10: Sammlung von Daten (...)**

2. Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass die in Anhang VI genannten Informationen aus den strategischen Lärmkarten und die dort genannten Zusammenfassungen der Aktionspläne binnen sechs Monaten nach den in Artikel 7 bzw. Artikel 8 genannten Zeitpunkten der Kommission übermittelt werden.

### **Anhang VI: Der Kommission zu übermittelnde Angaben**

#### **1. Zu Ballungsräumen**

1.5. Die geschätzte Zahl der Menschen (...), die in Gebäuden wohnen, an denen der in 4 m Höhe gemessene  $L_{den}$  in dB auf der am stärksten lärmbelasteten Fassade in folgenden Bereichen liegt: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75, wobei die Angaben für Straßenverkehrslärm, Eisenbahnlärm, Fluglärm und Industrie- und Gewerbelärm getrennt aufzuführen sind.

Zusätzlich sollte - gegebenenfalls und soweit Daten verfügbar sind - angegeben werden, wie viele Personen innerhalb der oben angeführten Lärmpegelkategorien in Gebäuden wohnen mit  
- besonderer Schalldämmung für bestimmten Lärm (...),  
- einer ruhigen Fassade (...).

Daneben ist anzugeben, welchen Einfluss Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen (...) auf den Lärmpegel haben.

1.6. Die geschätzte Gesamtzahl der Menschen (...), die in Gebäuden wohnen, an denen der in 4 m Höhe gemessene  $L_{night}$  in dB auf der am stärksten lärmbelasteten Fassade in folgenden Bereichen liegt: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, > 70, wobei die Angaben für Straßenverkehrslärm, Eisenbahnlärm, Fluglärm und Industrie- und Gewerbelärm getrennt aufzuführen sind.

Zusätzlich sollte - gegebenenfalls und soweit Daten verfügbar sind - angegeben werden, wie viele Personen innerhalb der oben angeführten Lärmpegelkategorien in Gebäuden wohnen mit

---

<sup>47</sup> Siehe Empfehlungen der Kommission C(2003) 2607 ([http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l\\_212/l\\_21220030822en00490064.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l_212/l_21220030822en00490064.pdf)).

- besonderer Schalldämmung für bestimmten Lärm (...),
- einer ruhigen Fassade (...).

Daneben ist anzugeben, welchen Einfluss Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen auf den Lärmpegel haben.

## 2. Zu Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen

2.5. Die geschätzte Gesamtzahl der Menschen (...), die außerhalb von Ballungsräumen in Gebäuden wohnen, an denen der in 4 m Höhe auf der am stärksten lärmbelasteten Fassade gemessene  $L_{den}$  in dB in folgenden Bereichen liegt: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75.

Zusätzlich sollte - gegebenenfalls und soweit Daten verfügbar sind - angegeben werden, wie viele Personen innerhalb der oben angeführten Lärmpegelkategorien in Gebäuden wohnen mit

- besonderer Schalldämmung für bestimmten Lärm (...),
- einer ruhigen Fassade (...).

2.6. Die geschätzte Gesamtzahl der Menschen (...), die außerhalb von Ballungsräumen in Gebäuden wohnen, an denen der in 4 m Höhe auf der am stärksten lärmbelasteten Fassade gemessene  $L_{night}$  in dB in folgenden Bereichen liegt: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, > 70. (...)

Zusätzlich sollte - gegebenenfalls und soweit Daten verfügbar sind - angegeben werden, wie viele Personen innerhalb der oben angeführten Lärmpegelkategorien in Gebäuden wohnen mit

- besonderer Schalldämmung für bestimmten Lärm (...),
- einer ruhigen Fassade (...).

2.7. Die Gesamtfläche (in  $km^2$ ), mit  $L_{den}$ -Werten von über 55, 65 bzw. 75 dB. Außerdem ist die geschätzte Gesamtzahl der Wohnungen in jedem dieser Gebiete (...) und die geschätzte Gesamtzahl der dort lebenden Menschen (...) anzugeben. Dabei sind die Ballungsräume mit einzubeziehen.

Die 55 und 65 dB-Linien sind auch auf einer oder mehreren Karten einzuzeichnen, in denen der Standort von Dörfern, Städten und Ballungsräumen innerhalb der Linien angegeben ist.

## 7) Begriffsbestimmungen (Artikel 3)

[Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck] (a) „Umgebungs­lärm“ unerwünschte oder gesundheitsschädliche Geräusche im Freien, die durch Aktivitäten von Menschen verursacht werden, einschließlich des Lärms, der von Verkehrsmitteln, Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr sowie Geländen für industrielle Tätigkeiten (...) ausgeht;

(d) „Lärmindex“ eine physikalische Größe für die Beschreibung des Umgebungs­lärms, der mit gesundheitsschädlichen Auswirkungen in Verbindung steht;

(e) „Bewertung“ jede Methode zur Berechnung, Vorhersage, Einschätzung oder Messung des Wertes des Lärmindex oder der damit verbundenen gesundheitsschädlichen Auswirkungen;

(j) „Dosis-Wirkung-Relation“ den Zusammenhang zwischen dem Wert eines Lärmindex und einer gesundheitsschädlichen Auswirkung;

(k) „Ballungsraum“ einen durch den Mitgliedstaat festgelegten Teil seines Gebiets mit einer Einwohnerzahl von über 100000 und einer solchen Bevölkerungsdichte, dass der Mitgliedstaat den Teil als Gebiet mit städtischem Charakter betrachtet;

(l) „ruhiges Gebiet in einem Ballungsraum“ ein von der zuständigen Behörde festgelegtes Gebiet, in dem beispielsweise der  $L_{den}$ -Index oder ein anderer geeigneter Lärmindex für sämtliche Schallquellen einen bestimmten, von dem Mitgliedstaat festgelegten Wert nicht übersteigt;

(m) „ruhiges Gebiet auf dem Land“ ein von der zuständigen Behörde festgelegtes Gebiet, das keinem Verkehrs-, Industrie- und Gewerbe- oder Freizeitlärm ausgesetzt ist;

(n) „Hauptverkehrsstraße“ eine vom Mitgliedstaat angegebene regionale, nationale oder grenzüberschreitende Straße mit einem Verkehrsaufkommen von über drei Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr;

(o) „Haupteisenbahnstrecke“ eine vom Mitgliedstaat angegebene Eisenbahnstrecke mit einem Verkehrsaufkommen von über 30000 Zügen pro Jahr;

(p) „Großflughafen“ einen vom Mitgliedstaat angegebenen Verkehrsflughafen mit einem Verkehrsaufkommen von über 50000 Bewegungen pro Jahr (wobei mit „Bewegung“ der Start oder die Landung bezeichnet wird); hiervon sind ausschließlich der Ausbildung dienende Bewegungen mit Leichtflugzeugen ausgenommen;

(r) „strategische Lärmkarte“ eine Karte zur Gesamtbewertung der auf verschiedene Lärmquellen zurückzuführenden Lärmbelastung in einem bestimmten Gebiet oder für die Gesamtprognosen für ein solches Gebiet;

(s) „Grenzwert“ einen von dem Mitgliedstaat festgelegten Wert für  $L_{den}$  oder  $L_{night}$  und gegebenenfalls  $L_{day}$  oder  $L_{evening}$ , bei dessen Überschreitung die zuständigen Behörden Lärmschutzmaßnahmen in Erwägung ziehen oder einführen.  
(...)