

Lärmkartierung Stufe IV (2022)

Ballungsraum Ulm

| | |
|--------------|---|
| Bericht Nr. | 160-108/02 |
| Datum | 22.09.2023 |
| Umfang | 28 Seiten und 4 Anlagen |
| Auftraggeber | Stadt Ulm Stadtplanung, Umwelt, Baurecht Münchner Straße 2 89073 Ulm |
| Vertrag vom | 07.12.2022 |
| Bearbeiter | Dipl.-Ing. Univ. Christian Fend |

Zusammenfassung

Die Stadt Ulm ist mit ihren rund 130.000 Einwohnern nach § 47b BImSchG ein Ballungsraum und hat damit alle 5 Jahre eine Lärmkartierung gemäß § 47c BImSchG durchzuführen. Der aktuelle Stichtag war demnach der 30. Juni 2022.

Für den Ballungsraum Ulm müssen Lärmkarten zu folgenden Themen erstellt werden:

- Hauptverkehrsstraßen
(Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen mit mehr als 3 Mio. Kfz pro Jahr)
- Hauptverkehrsstraßen und sonstige Straßen
- Haupteisenbahnstrecken (über 30.000 Züge pro Jahr)
Hinweis: die Erstellung erfolgt durch das Eisenbahnbundesamt.
- Sonstige Schienenwege (hier: Straßenbahn)
- IED-Anlagen

Dazu wurden aus verschiedenen Quellen Geodaten (z. B. Geländedaten, Gebäudeumrisse, Lage-
daten von Straßen und Lärmschutzwänden) in einem Rechenmodell zusammengeführt und mit
allen für die Kartierung relevanten Fachdaten verknüpft wird (z. B. Gebäudehöhen, Verkehrs-
mengen, Geschwindigkeiten, Fahrbahnbeläge).

Mittels dieses Modells wurden dann alle für die Kartierung erforderlichen Lärmberechnungen
und statistischen Auswertungen durchgeführt.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Grundlagen und Ergebnisse der Lärmkartierung.

Die Ergebnisse können der als nächstes anstehenden Aktualisierung der Lärmaktionsplanung
nach § 47d BImSchG zugrunde gelegt werden.

Friedberg, 22.09.2023



Dipl.-Ing. Univ. Christian Fend

Hinweise:

Die auszugsweise Vervielfältigung oder die auszugsweise Veröffentlichung ist nur mit ausdrücklicher schriftlicher
Genehmigung von schall.tech erlaubt.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Zusammenfassung | 2 |
| Inhaltsverzeichnis | 3 |
| 1 Aufgabenstellung | 4 |
| 2 Rechtliche Grundlagen | 5 |
| 2.1 Bundes–Immissionsschutzgesetz | 5 |
| 2.2 Umgebungslärmrichtlinie | 6 |
| 2.3 Vierunddreißigste Verordnung zum Bundes–Immissionsschutzgesetz | 8 |
| 3 Rechenmodell | 10 |
| 3.1 Vorbemerkungen | 10 |
| 3.2 Liegenschaftskataster | 10 |
| 3.3 Orthofotos | 10 |
| 3.4 Topografie | 10 |
| 3.5 Gebäude | 11 |
| 3.6 Brücken | 13 |
| 3.7 Lärmschutzwände | 13 |
| 3.8 Straßen | 13 |
| 3.9 Ampelkreuzungen, Kreisverkehre | 14 |
| 3.10 Straßenbahn | 15 |
| 3.11 IED-Anlagen | 15 |
| 3.12 Berechnungsdateien | 16 |
| 3.13 Berechnungsverfahren | 17 |
| 4 Kartierungsergebnisse | 18 |
| 4.1 Vorbemerkungen | 18 |
| 4.2 Straßenverkehr: Gesamtes Straßennetz | 19 |
| 4.3 Straßenverkehr: Hauptverkehrsstraßen | 20 |
| 4.4 Straßenbahn | 21 |
| 4.5 IED-Anlagen | 22 |
| 5 Ausgabedaten | 23 |
| Grundlagenverzeichnis | 25 |
| Abkürzungsverzeichnis | 27 |
| Anlagenverzeichnis | 28 |

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Ulm ist mit ihren rund 130.000 Einwohnern nach § 47b BImSchG ein Ballungsraum und hat damit alle 5 Jahre eine Lärmkartierung gemäß § 47c BImSchG durchzuführen. Der aktuelle Stichtag war demnach der 30. Juni 2022.

Da mittlerweile die Geodaten im UTM-System zu verarbeiten sind, können mögliche vorliegende Daten aus der letzten Kartierungsrunde (GK-System) nur bedingt verwendet werden. Da sich der Gebäudebestand und die Einwohnerzahlen ganz sicher verändert haben, empfiehlt es sich, das Rechenmodell neu aufzubauen.

Erstmals werden nach den neuen Berechnungsmethoden (BUB) beim Straßenverkehr auch Lichtsignalanlagen und Kreisverkehre mitberücksichtigt. Hier sind entsprechende Grundlagen zu erheben und im Rechenmodell einzuarbeiten.

Die Kartierung der bundeseigenen Eisenbahnstrecken erfolgt wie bisher durch das EBA.

Für den Ballungsraum Ulm müssen Lärmkarten zu folgenden Themen erstellt werden:

- Hauptverkehrsstraßen (A, B, L; über 3 Mio. Kfz pro Jahr) und sonstige Straßen
- Hauptverkehrsstraßen (ausschließlich A, B, L; über 3 Mio. Kfz/Jahr)
- Haupteisenbahnstrecken (über 30.000 Züge pro Jahr)
Hinweis: die Erstellung erfolgt durch das EBA.
- Sonstige Schienenwege (hier: Straßenbahn)
- IED-Anlagen

Dazu werden aus verschiedenen Quellen Geodaten (z. B. Geländedaten, Gebäudeumrisse, Lage-
daten von Straßen und Lärmschutzwänden) in einem Rechenmodell zusammengeführt und mit
allen für die Kartierung relevanten Fachdaten verknüpft wird (z. B. Gebäudehöhen, Verkehrs-
mengen, Geschwindigkeiten, Fahrbahnbeläge). Mittels dieses Modells werden dann alle für die
Kartierung erforderlichen Lärmberechnungen und statistischen Auswertungen durchgeführt.

*Hinweis: Die aktuellen Berechnungsvorschriften BUB und die damit zu Grunde zu legenden
Eingangsdaten weichen maßgeblich von den bisherigen Rechenvorschriften (VBUS, VBUSch)
(und den vormaligen Eingangsdaten) ab. Darüber hinaus weicht die aktuelle Bewertungs-
methode (BEB) besonders stark von der bisherigen (VBEB) ab, so dass eine direkte Vergleichbar-
keit der in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse mit denen früherer Kartierungen nicht
möglich ist.*

2 Rechtliche Grundlagen

2.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz

Die Verpflichtung der Stadt Ulm zur Kartierung des Umgebungslärms ergibt sich aus § 47c Abs. 1 BImSchG [2]:

Die zuständigen Behörden arbeiten bis zum 30. Juni 2007 bezogen auf das vorangegangene Kalenderjahr Lärmkarten für Ballungsräume mit mehr als 250.000 Einwohnern sowie für Hauptverkehrsstraßen mit einem Verkehrsaufkommen von über sechs Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr, Haupteisenbahnstrecken mit einem Verkehrsaufkommen von über 60.000 Zügen pro Jahr und Großflughäfen aus. Gleiches gilt bis zum 30. Juni 2012 und danach alle fünf Jahre für sämtliche Ballungsräume sowie für sämtliche Hauptverkehrsstraßen und Haupteisenbahnstrecken.

Der Begriff "Ballungsraum" ist in § 47b Abs. 2 BImSchG definiert:

"Ballungsraum" ein Gebiet mit einer Einwohnerzahl von über 100.000 und einer Bevölkerungsdichte von mehr als 1.000 Einwohnern pro Quadratkilometer;

Die zuständigen Behörden sind in § 47e Abs. 1 BImSchG definiert:

Zuständige Behörden [...] sind die Gemeinden [...].

Die Stadt Ulm zählt mit ihren rund 130.000 Einwohnern zu den Ballungsräumen und muss demnach bis zum 30. Juni 2012 (und danach alle fünf Jahre) Lärmkarten ausarbeiten.

Der Begriff "Umgebungslärm" ist in § 47b Abs. 1 BImSchG definiert:

"Umgebungslärm" belästigende 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;

§ 47a BImSchG liefert weitere Informationen zum Anwendungsbereich:

Dieser Teil des Gesetzes gilt für 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. Er gilt nicht für Lärm, der von der davon betroffenen Person selbst oder durch Tätigkeiten innerhalb von Wohnungen verursacht wird, für Nachbarschaftslärm, Lärm am Arbeitsplatz, in Verkehrsmitteln oder Lärm, der auf militärische Tätigkeiten in militärischen Gebieten zurückzuführen ist.

Hinsichtlich der Mindestanforderung an die Lärmkarten und der zu übermittelnden Daten verweist § 47c Abs. 2 auf den Anhang IV bzw. Anhang VI der Umgebungslärmrichtlinie [1] (vgl. Kap. 2.2).

2.2 Umgebungslärmrichtlinie

Mindestanforderungen für die Ausarbeitung der Lärmkarten sind im Anhang IV der Umgebungslärmrichtlinie [1] genannt:

1. *Auf einer strategischen Lärmkarte werden Daten zu folgenden Aspekten dargestellt:*
 - *aktuelle, frühere oder vorhersehbare Lärmsituation, ausgedrückt durch einen Lärmindex,*
 - *Überschreitung eines Grenzwerts,*
 - *geschätzte Anzahl an Wohnungen, Schulen und Krankenhäusern in einem bestimmten Gebiet, die bestimmten Werten eines Lärmindex ausgesetzt sind,*
 - *geschätzte Anzahl der Menschen in einem lärmbelasteten Gebiet.*
2. *Strategische Lärmkarten können der Öffentlichkeit in folgender Form vorgelegt werden:*
 - *als Grafik,*
 - *als Zahlenangaben in Tabellen,*
 - *als Zahlenangaben in elektronischer Form.*
3. *Strategische Lärmkarten für Ballungsräume weisen besonders Lärm aus folgenden Quellen aus:*
 - *Straßenverkehr,*
 - *Eisenbahnverkehr,*
 - *Flughäfen,*
 - *Industriegelände, einschließlich Häfen.*
4. *Die Ausarbeitung strategischer Lärmkarten dient folgenden Zwecken:*
 - *zur Aufbereitung der Daten, die der Kommission gemäß Artikel 10 Absatz 2 und Anhang VI zu übermitteln sind,*
 - *als Informationsquelle für die Bürger gemäß Artikel 9,*
 - *als Grundlage für Aktionspläne gemäß Artikel 8.*

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

5. *Die Mindestanforderungen für die strategischen Lärmkarten mit den der Kommission zu übermittelnden Informationen sind in den Abschnitten 1.5, 1.6, 2.5, 2.6 und 2.7 des Anhangs VI enthalten.*

Die von der Stadt Ulm an die LUBW zu übermittelnden Daten sind im Anhang VI der Umgebungslärmrichtlinie [1] genannt:

- 1.1. *Eine kurze Beschreibung des Ballungsraums: Lage, Größe, Einwohnerzahl.*
- 1.2. *Zuständige Behörde.*
- 1.3. *Lärmschutzprogramme, die bisher durchgeführt wurden, und laufende Lärmschutzmaßnahmen.*
- 1.4. *Verwendete Berechnungs- oder Messmethoden.*
- 1.5. *Die geschätzte Zahl der Menschen (auf die nächste Hunderterstelle gerundet), die in Gebäuden wohnen, an denen der in 4 m Höhe gemessene L_{den} in dB an 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. Die Zahlenangaben sind auf die nächste Hunderterstelle auf- oder abzurunden [...].*

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

- besonderer Schalldämmung für bestimmten Lärm, d. h. spezieller Schallisolierung gegen eine oder mehrere Arten von Umgebungslärm, kombiniert mit einer Belüftungs- oder Klimaanlage, so dass ein hoher Lärmschutz gegen Umgebungslärm beibehalten werden kann;*
- einer ruhigen Fassade, d. h. einer Fassade eines Wohnhauses, an der der L_{den} -Wert in einem Abstand von 4 m über dem Boden und 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 gemessen wurde.*

Daneben ist anzugeben, welchen Einfluss Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen gemäß den Definitionen in Artikel 3 auf den Lärmpegel haben.

- 1.6. *Die geschätzte Gesamtzahl der Menschen (auf die nächste Hunderterstelle gerundet), die in Gebäuden wohnen, an denen der in 4 m Höhe gemessene L_{night} in dB an 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. Diese Daten können vor dem in Artikel 11 Absatz 1 vorgesehenen Zeitpunkt auch für den Bereich 45-49 bewertet werden.*

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

- *besonderer Schalldämmung für bestimmten Lärm gemäß Abschnitt 1.5,*
- *einer ruhigen Fassade gemäß Abschnitt 1.5.*

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

2.3 Vierunddreißigste Verordnung zum Bundes–Immissionsschutzgesetz

Die Anforderungen an Lärmkarten nach § 47c BImSchG werden in der 34. BImSchV [3] konkretisiert.

In § 2 werden die *Lärmindizes* definiert, die sich von den sonst in Deutschland üblichen *Beurteilungspegeln* unterscheiden.

(1) Die Lärmindizes L_{Day} , $L_{Evening}$ und L_{Night} sind die A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel in Dezibel [...], wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Tagen in folgenden Zeiträumen erfolgen:

1. *L_{Day} : 12 Stunden, beginnend um 6.00 Uhr,*
2. *$L_{Evening}$: 4 Stunden, beginnend um 18.00 Uhr,*
3. *L_{Night} : 8 Stunden, beginnend um 22.00 Uhr.*

Ein Jahr ist das für die Schallemission ausschlaggebende und ein hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Kalenderjahr.

(2) Der Lärmindex L_{DEN} in Dezibel ist wie folgt definiert:

$$L_{DEN} = 10 \cdot \lg \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{Day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{Evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{Night} + 10}{10}} \right)$$

Der Lärmindex L_{DEN} ergibt sich also aus der Mittelung der Lärmindizes L_{Day} , $L_{Evening}$ und L_{Night} , wobei dem Lärmindex $L_{Evening}$ ein Malus von 5 dB und dem Lärmindex L_{Night} ein Malus von 10 dB aufgeschlagen wird.

Die Inhalte der Lärmkarten für Ballungsräume sind in § 4 Abs. 1 festgelegt:

Lärmkarten für Ballungsräume erstrecken sich auf sämtliche darin gelegene Hauptlärmquellen, sowie ferner auf

1. *sonstige Straßen,*
2. *sonstige Schienenwege von Eisenbahnen nach dem Allgemeinen Eisenbahngesetz,*
3. *Schienenwege von Straßenbahnen im Sinne des § 4 des Personenbeförderungsgesetzes,*
4. *sonstige Flugplätze für den zivilen Luftverkehr,*

5. *Industrie- oder Gewerbegebiete, auf denen sich eine oder mehrere Anlagen gemäß Anhang I der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) [...] in der jeweils geltenden Fassung befinden, einschließlich Häfen für die Binnen- oder Seeschifffahrt mit einer Gesamtumschlagsleistung von mehr als 1,5 Millionen Tonnen pro Jahr, soweit diese sonstigen Lärmquellen erheblichen Umgebungslärm hervorrufen.*

Für die Stadt Ulm ergibt sich daraus die Notwendigkeit der Kartierung des Umgebungslärms der Straßen, der Straßenbahn und der IED-Anlagen.

Hinweis: Die Kartierung der bundeseigenen Eisenbahnstrecken fällt in die Zuständigkeit des Eisenbahn-Bundesamts (EBA).

Weitere Details zur inhaltlichen Ausführung der Lärmkarten sind in § 4 Abs. 2 – 6 festgelegt und werden im Kapitel 4 dieser Untersuchung aufgegriffen.

3 Rechenmodell

3.1 Vorbemerkungen

Das EDV-Rechenmodell für die vorliegende Lärmkartierung wurde aus verschiedenen Datenquellen zusammengefügt.

Es handelt sich zum einen um georeferenzierte EDV-Daten (z. B. Gelände, Gebäude) im Bezugssystem ETRS89 / UTM 32N (EPSG-Code 25832).

Zum anderen liegen ergänzende Informationen vor (z. B. die Emissionsparameter der Straßen, Fahrpläne der Straßenbahn), die wie in den folgenden Kapiteln beschrieben verarbeitet werden.

Aus den in den folgenden Kapiteln näher beschriebenen Eingangsdaten wird ein schalltechnisches Berechnungsmodell erstellt, das für die Aufgabenstellung (strategische Lärmkartierung eines Ballungsraums) hinreichend genau ist, aber mit Blick auf die Handhabbarkeit und spätere Rechenzeiten optimiert ist.

3.2 Liegenschaftskataster

Die Daten aus dem ALKIS [15] dienen lediglich zur Lageinformation und für Plandarstellungen. Im vorliegenden Fall werden vor allem die Flurgrenzen, Straßennamen und weitere Bezeichnungen verwendet.

Die ebenfalls enthaltenen Gebäudeumringe werden nicht verarbeitet, da die Gebäude aus einem eigenen Datensatz erzeugt werden (siehe Kap. 3.5).

3.3 Orthofotos

Die zur Verfügung gestellten Digitalen Orthofotos (DOP) der Stadt Ulm [15] dienen zur Prüfung und fallweisen Nachbearbeitung des Rechenmodells. Es handelt sich um 233 Bilder mit einem Umgriff von je 1.000 m x 1.000 m und einer Bodenauflösung von 10 cm. Die Aufnahmen stammen vom 04.03.2022.

3.4 Topografie

Die topografischen Gegebenheiten werden durch ein Digitales Geländemodell (DGM) nachgebildet. Die Stadt Ulm hat für das Untersuchungsgebiet ein DGM mit einer Gitterweite von 1 m (DGM1) zur Verfügung gestellt [12]. Das DGM liegt in quadratischen Kacheln mit 1 km Kantenlänge vor, die also jeweils 1 Mio. Höhenpunkte umfassen. Insgesamt liegen 371 Kacheln vor, das also insgesamt 371 Mio. Höhenpunkten umfasst.

Zur besseren Handhabung wurde das Geländemodell vereinfacht, indem akustisch nicht relevante Höhenpunkte ausgedünnt wurden. Bei dieser Ausdünnung wurden Höhenpunkte, die weniger als 0,1 m (Höhe) von benachbarten Höhenpunkten abweichen, gelöscht. Bei der Entscheidung welcher Punkt aufgrund des angegebenen Kriteriums zu löschen ist, wird mit dem resultierendem Geländemodell (und nicht mit dem bestehendem Geländemodell) verglichen. Somit verbleiben schließlich rund 10 Mio. Höhenpunkte.

Die tiefste Stelle in Ulm liegt auf ca. 459 m ü NN (Donau an der östlichen Stadtgrenze), die höchste Stelle auf ca. 646 m ü NN (Salenhau an der westlichen Stadtgrenze). Das Ulmer Münster liegt auf 478 m Höhe. Die Donau weist Höhen zwischen 481 m im Süden und 459 m im Osten auf.

Am Bismarckring verläuft die B 10 teilweise in einem Tunnel. Im Bereich der Tunnelrampen wurde das DGM nachbearbeitet, um die Troglage besser nachzubilden.

3.5 Gebäude

Die Stadt Ulm hat für das Untersuchungsgebiet ein LoD1-Gebäudemodell zur Verfügung gestellt [28]. Neben dem Grundriss und der Höhe (mittlere Dachhöhe) der Gebäude sind in diesem Datensatz weitere Fachinformationen wie Adresse, Einwohnerzahl und Nutzung (z. B. Wohngebäude, Schule, Krankenhaus) enthalten.

Der Datensatz umfasst 45.322 Gebäude, wovon 1.485 für die Lärmkartierung irrelevante Gebäude (Überdachung, Kennung 1610) und ein unplausibles Gebäude (ohne Kennung, ohne Adresse, 0 Einwohner, Höhe 0 m) deaktiviert wurden.

7 mittlerweile offensichtlich abgerissene Gebäude (am Bahnhofplatz im Straßen- bzw. Straßenbahnraum) wurden aus dem Datensatz entfernt.

Bei 4 Objekten liegen Duplikate vor (weitere Objekte mit identischer Kubatur, jedoch unterschiedlicher Einwohnerzahl). Die Einwohner der Duplikate wurden dem jeweils ersten Objekt zugeschlagen und die Duplikate danach gelöscht. Es handelte sich um 3 Wohngebäude und eine Überdachung.

Demnach verbleiben 43.826 Gebäude, davon 21.995 Wohngebäude (Kennungen 1010, 1020, 1022, 1121, 1122, 1123, 1131, 1222), 25 Krankenhausgebäude (Kennung 3051) und 115 Schulgebäude (Kennung 3021: allgemeinbildende Schule).

Den Gebäuden sind insgesamt 126.887 Einwohner zugeordnet, davon 124.789 Einwohner den Wohngebäuden (Kennungen 1010, 1020, 1022, 1121, 1122, 1123, 1131, 1222, 1223, 1312, 1313) und 2.098 Einwohner sonstigen Gebäuden.

Die Differenz zwischen den 126.887 Einwohnern im Eingangsdatensatz und den laut Statistik der Stadt Ulm gemeldeten 129.934 Einwohnern wird mit Blick auf die Zwecke der vorliegenden Lärmkartierung als akzeptabel betrachtet [27].

Für 1.478 Wohngebäude (Kennungen 1010, 1020, 1022, 1121, 1122, 1123, 1131, 1222, 1223, 1312, 1313), die keine (0) Einwohner aufweisen, werden mit Blick auf zukünftige Auswertungen dennoch Gebäudelärmkarten berechnet, auch wenn sie für die Auswertung der Betroffenenstatistiken in der Lärmkartierung nicht relevant sind.

Die Einwohnerzahlen wurden auf Plausibilität geprüft, vor allem bei Gebäuden mit besonders hoher Zahl auch mit Blick auf Gebäudehöhe und Grundfläche (Wohnfläche pro Einwohner). Besondere Auffälligkeiten wurden mit der Stadt Ulm diskutiert. Daraufhin wurden die der Römerstraße 149 zugeteilten 136 Einwohner auf die Häusergruppe Römerstraße 137-149 proportional zur Geschossfläche verteilt. Das Gebäude mit den meisten Einwohnern (289) liegt in der Steinhövelstraße 9/3 (Höhe 24,8 m, Grundfläche 3.932 m²).

Die Gebäudehöhen wurden auf Plausibilität geprüft. Besondere Auffälligkeiten konnten nicht festgestellt werden. Die 3 höchsten Gebäude sind ein Schornstein (Fernwärme Ulm, 107 m), der Turm einer Mühle (104 m) und ein Fernmeldeturm (81 m). Das höchste Wohngebäude misst 68 m (Universum-Center; 206 Einwohner).

16.695 Gebäude weisen eine Höhe unter 4,2 m auf, davon 298 bewohnte Gebäude (Einwohner ≥ 1) mit 940 Einwohnern und 224 Wohngebäude (Kennungen 1010, 1020, 1022, 1121, 1122, 1123, 1131, 1222, 1223, 1312, 1313) ohne Einwohner (0): für diese Fälle wird die Berechnungshöhe gesondert bestimmt [10] (siehe unten).

1.589 Gebäude weisen eine Höhe unter 2,2 m auf, davon 4 bewohnte Gebäude mit 11 Einwohnern und 15 Wohngebäude (Kennungen 1010, 1020, 1022, 1121, 1122, 1123, 1131, 1222, 1223, 1312, 1313) ohne Einwohner (0): für diese Fälle (Berechnungshöhe $< 2,0$ m) werden keine Berechnungen durchgeführt [10].

14.719 Gebäude sind als Garagen gekennzeichnet (Kennung 2463), wovon 12 Objekten Einwohner (gesamt 66) zugeordnet sind. Aufgrund der geringen Einwohnerzahl wurde auf eine Korrektur der einzelnen Objekte verzichtet.

Die Gebäudegrundrisse wurden hinsichtlich ihrer Komplexität (Anzahl der Stützpunkte) untersucht. So finden sich im Datensatz 65 Gebäude mit mehr als 99 Stützpunkten, die auf Plausibilität geprüft wurden. Dabei wurden keine für die Kartierung relevanten Auffälligkeiten festgestellt. Es handelt sich meist um große Gebäudekomplexe oder Gebäude mit bogenförmiger Grundfläche oder anderen Rundungen. Auf eine Vereinfachung der Geometrien und damit eine Veränderung der Ursprungsdaten wurde verzichtet.

Der Reflexionsverlust an den Gebäudefassaden wird im Modell einheitlich mit einem Schallabsorptionsgrad von $\alpha_w = 30\%$ (Reflexionsverlust $\Delta L_R = 1,9$ dB) angesetzt, der typisch für gegliederte oder strukturierte Fassaden ist. Für den Schallabsorptionsgrad liegen Oktavbandwerte vor ([10], Tabelle 8).

Zur Berechnung der Gebäudelärmkarten wurden sog. Hausbeurteilungspunkte erzeugt. Die Berechnungshöhe beträgt regulär 4 m. Bei Gebäuden unter 4,2 m Höhe liegt der Berechnungspunkt 0,2 m unter der Gebäudeoberkante (Gebäudehöhe). Berechnungspunkte unter 2 m Höhe werden nicht verwendet [10].

Hausbeurteilungspunkte werden für Wohngebäude, Schulen und Krankenhäuser erzeugt. Das Rechenmodell umfasst demnach 21.998 Hausbeurteilungspunkte für die Wohngebäude (Kennungen 1010, 1020, 1022, 1121, 1122, 1123, 1131, 1222, 1223, 1312, 1313) und 236 für bewohnte sonstige Gebäude, in Summe 22.234 Hausbeurteilungspunkte, sowie 115 für Schulgebäude und 23 für Krankenhausgebäude.

Bei 537 Hausbeurteilungspunkten wurde die allgemeine Berechnungshöhe von 4,0 m reduziert auf eine Höhe von 0,2 m unter der jeweiligen Gebäudeoberkante (Gebäudehöhe). 19 Hausbeurteilungspunkte wurden daraufhin deaktiviert, weil sich Berechnungshöhen unter 2 m ergeben hätten. Davon betroffen sind 11 Einwohner, die in den späteren Statistiken fehlen.

3.6 Brücken

Für die Lärmkartierung sind die Brücken relevant, auf oder unter denen kartierte Verkehrswege verlaufen. Die Umriss der Brücken wurden von der Stadt Ulm zur Verfügung gestellt [14]. Ihre Lage wurde anhand der Orthofotos geprüft.

Kurze Brücken wurden im Rechenprogramm als Objekt *Brücke* modelliert (horizontale Platte). Ihre Höhe wurde aus dem DGM ermittelt (Mittelwert aus der Anfangs- und Endhöhe).

Längere Brücken, deren Anfangs- und Endhöhe deutlich voneinander abweichen, werden im Rechenprogramm als Objekt *Straße mit Eigenabschirmung* bzw. *Schiene mit Eigenabschirmung* modelliert. Anfangs- und Endhöhe ergeben sich demnach aus dem DGM. Die Breite wurde aus den o. g. Umrissen ermittelt.

Insgesamt werden 88 Brücken im Rechenmodell berücksichtigt, davon 17 über Objekte *mit Eigenabschirmung*.

3.7 Lärmschutzwände

Die Geodaten der Lärmschutzwände wurden von der Stadt Ulm zur Verfügung gestellt [20].

Die Lage der Lärmschutzwände wurde anhand der Orthofotos überprüft. Die Höhen und die Absorptionseigenschaften wurden aus den Informationen des Eingangsdatensatzes übernommen.

Insgesamt werden 19 Lärmschutzwände im Rechenmodell berücksichtigt.

Hinweis: Lärmschutzwälle werden durch das verwendete Geländemodell abgebildet (vgl. Kap. 3.4). In Lageplänen können sie daher nicht gesondert dargestellt werden.

Am Bismarckring verläuft die B 10 teilweise in einem Tunnel, im Bereich der Tunnelrampen in Troglage. Die Trogwände wurden mit ihren reflektierenden Eigenschaften mittels Lärmschutzwand-Objekten im Modell nachgebildet.

3.8 Straßen

Die Geodaten der Straßenachsen (innerhalb des Gemeindegebiets) wurden von der Stadt Ulm zur Verfügung gestellt [14]. Für die Kartierung relevante Straßenabschnitte wurden identifiziert und als Objekt *Straße* weiterverarbeitet.

Straßen, die aus dem Gemeindegebiet hinausführen oder diesen nur tangieren, wurden auch außerhalb des Ballungsraums nach akustischem Erfordernis (Überstand) berücksichtigt. Sie wurden auf Grundlage von Luftbildern digitalisiert (z. B. A 8, B 10, B 30).

Standardmäßig wird als Emissionslinie die Straßenachse verwendet. Bei breiten Straßen werden fallweise und nach akustischem Erfordernis die beiden äußeren Fahrbahnachsen verwendet, die z. B. auf Grundlage von Luftbildern (siehe Kap. 3.3) manuell digitalisiert wurden.

Die Verkehrsbelastung der zu kartierenden Straßen wurden vom Büro Bernard ermittelt [22]. Die zur Verfügung stehenden Parameter DTV und p_{24} wurden auf die Straßenabschnitte im Rechenmodell übertragen.

Abstimmungsgemäß erfolgt eine Kartierung von Straßen ab einer Verkehrsbelastung von 4.000 Kfz/24 h.

Bei Straßenabschnitten, für die kein Wert p_{24} vorliegt, wurden die Schwerverkehrsanteile aus benachbarten Straßenabschnitten verwendet (sofern möglich und plausibel), bzw. nach den LAI-Hinweisen [10] angesetzt.

Die Verkehrsbelastung der Autobahn A8 wurde der Straßenverkehrszählung des Bundes entnommen [12].

Die Umrechnung der Verkehrsparameter DTV und p_{24} in die für die Berechnung notwendigen Emissionsparameter Q_1 , Q_2 und Q_3 erfolgte nach den LAI-Hinweisen [10] in Abhängigkeit von Straßengattung und Lkw-Anteil p_{24} .

Als Fahrbahnbelag wird standardmäßig der Referenzbelag der BUB (nicht-geriffelter Gussasphalt) angesetzt, für einige Straßenabschnitte andere Deckschichten nach Angaben der Stadt Ulm [26] (SMA LA 8, SMA 11) .

Für die Fernstraßen, insbesondere die A 8, und die Bundesstraßen (außerhalb der Innenstadt) wären ebenfalls andere Fahrbahnbeläge (SMA 8, SMA 11, AC 11 u. a.) zu erwarten. In Ermangelung entsprechender Angaben musste auch hier der Referenzbelag angesetzt werden.

Die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten wurden von der Stadt Ulm mitgeteilt [25] und daraufhin den Straßen zugewiesen.

Die Straßensteigungen wurden vom Rechenprogramm automatisch aus dem DGM berechnet. Sie wurden auf Plausibilität geprüft.

3.9 Ampelkreuzungen, Kreisverkehre

Im Gegensatz zu früheren Kartierungen werden nun nach BUB [5] erstmals auch Ampelkreuzungen und Kreisverkehre berücksichtigt. Dazu wird vom Rechenprogramm ein Lästigkeitszuschlag in Abhängigkeit vom Abstand des Berechnungspunkts zur Kreuzung bzw. zum Kreisverkehr ermittelt.

Die Lage der Ampelkreuzungen und Kreisverkehre und die Betriebszeiten der Lichtsignalanlagen wurden von der Stadt Ulm mitgeteilt [17]. Die Objekte *Ampelkreuzung* und *Kreisverkehr* wurden im Modell platziert, meist in Kreuzungsmitte bzw. in der Mitte des Kreisverkehrs, bei ausgedehnten Kreuzungen oder Kreisverkehren nach akustischem Erfordernis an mehreren Stellen. Die Position der Objekte in Lageplänen entspricht daher in der Regel nicht der tatsächlichen Lage der Signalanlagen.

Die Zuordnung der Straßenabschnitte zu den jeweiligen Ampelkreuzungen und Kreisverkehren wurde geprüft und fallweise korrigiert, insbesondere bei teil-höhenfreien Kreuzungen (z. B. Blaubeurer Tor, Kreuzung B 28 / K 9915).

3.10 Straßenbahn

Die Geodaten der Straßenbahnachsen wurden von der Stadt Ulm zur Verfügung gestellt [14]. Ihre Lage wurde anhand der Orthofotos überprüft.

Zur Ermittlung der Zugzahlen wurden die Fahrplandaten [23] ausgewertet. Unter Berücksichtigung der Werktage Mo-Fr, der Samstage und der Sonntage wurden die durchschnittlichen täglichen Zugzahlen berechnet.

Auf dem untersuchten Streckennetz verkehren Niederflurfahrzeuge.

Die zulässigen Geschwindigkeiten wurden von den Stadtwerken Ulm mitgeteilt [24].

Impulshaltige Geräusche bei Schienenstößen und Weichen und Bremsgeräusche an Haltestellen werden durch das Ansetzen einer Mindestgeschwindigkeit von 30 km/h berücksichtigt [5]. Im Streckennetz abweichende niedrigere Geschwindigkeiten (z. B. Langsamfahrstellen) wurden demnach auf 30 km/h hochgesetzt.

Die Fahrbahn-Typen wurden von den Stadtwerken Ulm mitgeteilt [24]. Im Untersuchungsgebiet treten die beiden Typen *Straßenbündiger Bahnkörper* und *Begrünter Bahnkörper mit hochliegender Vegetationsebene* auf. Für straßenbündige Abschnitte wird der Bodenfaktor mit $G_s = 0$ angesetzt.

Kurvenfahrgeräusche werden nach BUB bei Straßenbahnen nur für Kurvenradien unter 200 m gesondert berücksichtigt [5]. Der vorliegende Datensatz wurde daraufhin überprüft und die Stellen mit Kurvenradien unter 200 m identifiziert. Die Modellierung der Kurvenfahrgeräusche erfolgt dann durch den Ansatz einer Mindestgeschwindigkeit von 50 km/h (unabhängig von der tatsächlich zulässigen Geschwindigkeit) und eines Zuschlags von $C_{cu} = 4$ dB [5].

Maßnahmen gegen Kurvenquietschen (hier: Gleisschmieranlagen) wurden nach Angaben der Stadtwerke Ulm eingearbeitet [18]. Die Modellierung der Maßnahmen erfolgt dann durch den Ansatz einer Mindestgeschwindigkeit von 50 km/h (unabhängig von der tatsächlich zulässigen Geschwindigkeit), jedoch ohne den Zuschlag von $C_{cu} (= 0$ dB) [5].

Die Zuweisung der Brücken-Typen erfolgte anhand der Orthofotos. Im Untersuchungsgebiet liegt der Typ *Brücke aus Beton mit direkt aufgelagerten Gleisen* vor.

3.11 IED-Anlagen

Eine Liste der zu berücksichtigenden IED-Anlagen und die Geodaten wurden von der Stadt Ulm zur Verfügung gestellt [19] [21].

Es handelt sich um 19 IED-Anlagen, die 16 Flächen zugewiesen sind.

Hinsichtlich der flächenbezogenen Schallleistungspegel wird auf die pauschalen Ansätze der BUB abgestellt ([7], Tabelle C-1).

| Bezeichnung | ID | Typ | Terzspektrum (dB) | | | | | | | | | | Quelle |
|-----------------|--------|-----|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| | | | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | A | lin | |
| Industriegebiet | lw_ind | Lw | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 65 | 67 | BUB-D, Tab. C-1 |
| Gewerbegebiet | lw_gew | Lw | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 60 | 62 | BUB-D, Tab. C-1 |
| Hafen | lw_hfn | Lw | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 65 | 67 | BUB-D, Tab. C-1 |
| Rangierbahnhof | lw_rbf | Lw | 67,0 | 64,9 | 61,5 | 58,0 | 60,0 | 59,1 | 59,1 | 55,6 | 66,0 | 71,2 | BUB-D, Tab. C-1 |
| Umschlagbahnhof | lw_ubf | Lw | 66,4 | 62,9 | 64,3 | 61,5 | 61,8 | 59,0 | 51,2 | 47,6 | 65,9 | 71,1 | BUB-D, Tab. C-1 |

Im vorliegenden Fall wird für alle Anlagen eine 24-stündige Nutzung unterstellt. Die Anlagen im Donautal werden wie Industriegebiete angesetzt, die übrigen Anlagen wie Gewerbegebiete.

3.12 Berechnungsdateien

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Objekte und Bibliotheken wurden in einer Datei zusammengespielt (Modelldatei) und dort letzte Bearbeitungsschritte am Rechenmodell vorgenommen (z. B. Berechnung der Straßensteigungen, Zuordnung von Straßenabschnitten zu Ampelkreuzungen).

Für die verschiedenen Quellengruppen

- Straßen BAB (Unterteilung aus rechentechnischen Gründen: Suchradius)
- Hauptverkehrsstraßen (A/B/L über 3 Mio. Kfz/Jahr) ohne BAB
Hinweis: Für die Quellengruppe Hauptverkehrsstraßen (A/B/L über 3 Mio. Kfz/Jahr) werden die Schallimmissionspläne bzw. Gebäudelärmkarten aus den beiden o. g. Rechenläufen pegelarithmetisch ermittelt.
- Sonstige Straßen (Straßen unter 3 Mio. Kfz/Jahr)
Hinweis: Für die Quellengruppe Straße (alle Straßen) werden die Schallimmissionspläne bzw. Gebäudelärmkarten aus den drei o. g. Rechenläufen pegelarithmetisch ermittelt.
- Straßenbahn
- IED-Anlagen

wurden getrennt nach Berechnungsziel

- Schallimmissionsplan
- Wohngebäude, Schulen und Krankenhäuser (Gebäudelärmkarte)

jeweilige Berechnungsdateien erstellt.

3.13 Berechnungsverfahren

Die Berechnungen erfolgen nach BUB [5] und BUB-D [7], die statistischen Auswertungen nach BEB [6] und die Darstellung in Karten und Tabellen nach 34. BImSchV [3]. Bei Interpretations- oder Ermessensspielräumen in den o. g. Verfahren werden die LAI-Hinweise zur Lärmkartierung herangezogen [10].

Das eingesetzte EDV-Programm CadnaA [29] hat diese Verfahren implementiert und ist im Sinne der DIN 45687 [9] qualitätsgesichert.

Soweit sich Berechnungsparameter nicht aus den o. g. Verfahren ergeben, werden diese nach Erfahrungswerten gewählt. Ziel ist eine für die Aufgabenstellung (strategische Lärmkartierung eines Ballungsraums) hinreichende Rechengenauigkeit innerhalb angemessener Rechenzeiten zu erhalten. Dies betrifft vor allem

- einen maximal zulässigen Fehler (0,5 dB),
- die Unterteilung von Linien- und Flächenquellen (Rasterfaktor 0,5),
- den Suchradius um Quellen (abhängig von der Quellengruppe und den Zielgrößen zwischen 500 m und 3.000 m) und
- den Reflektor-Suchradius (100 m um Quelle und Immissionspunkt).

4 Kartierungsergebnisse

4.1 Vorbemerkungen

Die grafische Darstellung der Lärmsituation erfolgt gem. § 4 Abs. 4 Nr. 1 34. BImSchV [3] in Lärmkarten. Diese sind in Anlage beigefügt.

Die verwendeten Farben sind durch § 4 Abs. 4 Nr. 1 34. BImSchV vorgegeben: im Gegensatz zu früheren Lärmkartierungen ist nun die Farbpalette der DIN 45682 [8] zugrunde zu legen. Daher unterscheiden sich die aktuellen Lärmkarten von früheren schon durch die Farbgebung.

Gem. § 4 Abs. 4 Nr. 2 34. BImSchV soll die Überschreitung eines Wertes, bei dessen Überschreitung Lärmschutzmaßnahmen in Erwägung gezogen oder eingeführt werden, grafisch dargestellt werden. Verbindliche Grenzwerte wurden vom Gesetzgeber jedoch bislang nicht vorgegeben. Das Land Baden-Württemberg hat lediglich für die Aktionsplanung Auslösewerte von $L_{DEN} = 65 \text{ dB(A)}$ und $L_{Night} = 55 \text{ dB(A)}$ vorgeschlagen. Die entsprechenden Isophonen finden sich auch in den hier vorgelegten Lärmkarten in Anlage wieder. Auf einen eigenen Plansatz mit Konfliktkarten wird daher verzichtet.

Neben der grafischen Darstellung sind auch tabellarische Angaben über die Lärmbelastung zu erstellen. Diese Statistiken sind in den folgenden Kapiteln aufgeführt.

Dabei ist die Zahl der belasteten Menschen auf ganze 100 zu runden (§ 4 Abs. 5 34. BImSchV). Die Gesamtzahl der Einwohner von Ulm beträgt 129.789.

Belastete Flächen werden auf ganze km^2 gerundet (§ 4 Abs. 6 34. BImSchV). Die Gesamtfläche von Ulm beträgt 119 km^2 .

Belastete Wohnungen werden auf ganze 100 gerundet (§ 4 Abs. 6 34. BImSchV). Da keine Angaben zur Anzahl der Bewohner pro Wohnung vorliegen, wurde gemäß BEB [6] ein Wert von 2,1 Bewohnern pro Wohnung angenommen. Die Gesamtzahl der Wohnungen in Ulm beträgt in diesem Fall 61.804.

Die Gesamtzahl der Schulgebäude in Ulm beträgt 115, die der Krankenhausgebäude 25.

Weiterhin sind erstmals gesundheitsschädliche Auswirkungen nach Anhang 3 der Umgebungslärmrichtlinie zu bestimmen [1]. Dabei erfolgt die Auswertung für die Fälle ischämischer Herzkrankheiten (IHD) nur für den Straßenverkehrslärm, die starker Belästigungen (HA) und starker Schlafstörungen (HSD) nur für den Straßen- und Schienenverkehrslärm.

4.2 Straßenverkehr: Gesamtes Straßennetz

Grafische Darstellung der Lärmsituation in Gebieten mit Lärmindizes ab $L_{DEN} = 55$ dB(A) oder ab $L_{Night} = 45$ dB(A): siehe Anlage 1.1 (L_{DEN}) und Anlage 1.2 (L_{Night}).

Geschätzte Anzahl der Menschen, die in Gebieten mit Lärmindizes ab $L_{DEN} = 55$ dB(A) oder ab $L_{Night} = 45$ dB(A) wohnen (gerundet auf 100 Einwohner):

| L _{DEN} dB(A) | Einwohner | L _{Night} dB(A) | Einwohner |
|---------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
| 55 bis 59 | 16.300 | 45 bis 49 | 20.400 |
| 60 bis 64 | 9.500 | 50 bis 54 | 11.300 |
| 65 bis 69 | 8.400 | 55 bis 59 | 9.800 |
| 70 bis 74 | 3.800 | 60 bis 64 | 3.000 |
| über 75 | 100 | 65 bis 69 | 0 |
| | | über 70 | 0 |

Tabellarische Angabe der lärmbelasteten Flächen (in km²) sowie die geschätzte Zahl der Wohnungen (gerundet auf 100), Schulgebäude und Krankenhausgebäude in diesen Gebieten:

| L _{DEN} dB(A) | Fläche km ² | L _{DEN} dB(A) | Wohn. | L _{DEN} dB(A) | Schul- gebäude | L _{DEN} dB(A) | Kr'haus- gebäude |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------|---------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| ab 55 | 53 | ab 55 | 18.100 | ab 55 | 51 | ab 55 | 5 |
| ab 65 | 16 | ab 65 | 5.800 | ab 65 | 13 | ab 65 | 1 |
| ab 75 | 3 | ab 75 | 0 | ab 75 | 0 | ab 75 | 0 |

Geschätzte Zahl der Fälle ischämischer Herzkrankheiten (IHD), starker Belästigungen (HA) und starker Schlafstörungen (HSD):

| Gesundheitliche Auswirkungen und Belästigungen | Zahl der Fälle |
|---|-------------------|
| Ischämische Herzkrankheiten (IHD) | 1.434 |
| Starke Belästigung (HA) | 11.447 |
| Starke Schlafstörung (HSD) | 2.997 |

4.3 Straßenverkehr: Hauptverkehrsstraßen

Grafische Darstellung der Lärmsituation in Gebieten mit Lärmindizes ab $L_{DEN} = 55$ dB(A) oder ab $L_{Night} = 45$ dB(A): siehe Anlage 2.1 (L_{DEN}) und Anlage 2.2 (L_{Night}).

Geschätzte Anzahl der Menschen, die in Gebieten mit Lärmindizes ab $L_{DEN} = 55$ dB(A) oder ab $L_{Night} = 45$ dB(A) wohnen (gerundet auf 100 Einwohner):

| L _{DEN} dB(A) | Einwohner | L _{Night} dB(A) | Einwohner |
|---------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
| 55 bis 59 | 9.000 | 45 bis 49 | 12.400 |
| 60 bis 64 | 4.100 | 50 bis 54 | 5.400 |
| 65 bis 69 | 3.000 | 55 bis 59 | 3.600 |
| 70 bis 74 | 900 | 60 bis 64 | 700 |
| über 75 | 0 | 65 bis 69 | 0 |
| | | über 70 | 0 |

Tabellarische Angabe der lärmbelasteten Flächen (in km²) sowie die geschätzte Zahl der Wohnungen (gerundet auf 100), Schulgebäude und Krankenhausgebäude in diesen Gebieten:

| L _{DEN} dB(A) | Fläche km ² | L _{DEN} dB(A) | Wohn. | L _{DEN} dB(A) | Schul- gebäude | L _{DEN} dB(A) | Kr'haus- gebäude |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| ab 55 | 39 | ab 55 | 8.100 | ab 55 | 20 | ab 55 | 0 |
| ab 65 | 11 | ab 65 | 1.900 | ab 65 | 3 | ab 65 | 0 |
| ab 75 | 2 | ab 75 | 0 | ab 75 | 0 | ab 75 | 0 |

Geschätzte Zahl der Fälle ischämischer Herzkrankheiten (IHD), starker Belästigungen (HA) und starker Schlafstörungen (HSD):

| Gesundheitliche Auswirkungen und Belästigungen | Zahl der Fälle |
|---|-------------------|
| Ischämische Herzkrankheiten (IHD) | 583 |
| Starke Belästigung (HA) | 9.867 |
| Starke Schlafstörung (HSD) | 2.326 |

4.4 Straßenbahn

Grafische Darstellung der Lärmsituation in Gebieten mit Lärmindizes ab $L_{DEN} = 55$ dB(A) oder ab $L_{Night} = 45$ dB(A): siehe Anlage 3.1 (L_{DEN}) und Anlage 3.2 (L_{Night}).

Geschätzte Anzahl der Menschen, die in Gebieten mit Lärmindizes ab $L_{DEN} = 55$ dB(A) oder ab $L_{Night} = 45$ dB(A) wohnen (gerundet auf 100 Einwohner):

| L _{DEN} dB(A) | Einwohner | L _{Night} dB(A) | Einwohner |
|---------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
| 55 bis 59 | 1.900 | 45 bis 49 | 2.100 |
| 60 bis 64 | 2.500 | 50 bis 54 | 2.400 |
| 65 bis 69 | 1.300 | 55 bis 59 | 2.000 |
| 70 bis 74 | 0 | 60 bis 64 | 0 |
| über 75 | 0 | 65 bis 69 | 0 |
| | | über 70 | 0 |

Tabellarische Angabe der lärmbelasteten Flächen (in km²) sowie die geschätzte Zahl der Wohnungen (gerundet auf 100), Schulgebäude und Krankenhausgebäude in diesen Gebieten:

| L _{DEN} dB(A) | Fläche km ² | L _{DEN} dB(A) | Wohn. | L _{DEN} dB(A) | Schul- gebäude | L _{DEN} dB(A) | Kr'haus- gebäude |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| ab 55 | 1 | ab 55 | 2.700 | ab 55 | 7 | ab 55 | 1 |
| ab 65 | 0 | ab 65 | 600 | ab 65 | 0 | ab 65 | 0 |
| ab 75 | 0 | ab 75 | 0 | ab 75 | 0 | ab 75 | 0 |

Geschätzte Zahl der Fälle starker Belästigungen (HA) und starker Schlafstörungen (HSD):

| Gesundheitliche Auswirkungen und Belästigungen | Zahl der Fälle |
|---|-------------------|
| Starke Belästigung (HA) | 1.435 |
| Starke Schlafstörung (HSD) | 1.104 |

4.5 IED-Anlagen

Grafische Darstellung der Lärmsituation in Gebieten mit Lärmindizes ab $L_{DEN} = 55$ dB(A) oder ab $L_{Night} = 45$ dB(A): siehe Anlage 4.1 (L_{DEN}) und Anlage 4.2 (L_{Night}).

Geschätzte Anzahl der Menschen, die in Gebieten mit Lärmindizes ab $L_{DEN} = 55$ dB(A) oder ab $L_{Night} = 45$ dB(A) wohnen (gerundet auf 100 Einwohner):

| L _{DEN} dB(A) | Einwohner | L _{Night} dB(A) | Einwohner |
|---------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
| 55 bis 59 | 100 | 45 bis 49 | 300 |
| 60 bis 64 | 0 | 50 bis 54 | 300 |
| 65 bis 69 | 0 | 55 bis 59 | 100 |
| 70 bis 74 | 0 | 60 bis 64 | 0 |
| über 75 | 0 | 65 bis 69 | 0 |
| | | über 70 | 0 |

Tabellarische Angabe der lärmbelasteten Flächen (in km²) sowie die geschätzte Zahl der Wohnungen (gerundet auf 100), Schulgebäude und Krankenhausgebäude in diesen Gebieten:

| L _{DEN} dB(A) | Fläche km ² | L _{DEN} dB(A) | Wohn. | L _{DEN} dB(A) | Schul- gebäude | L _{DEN} dB(A) | Kr'haus- gebäude |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| ab 55 | 4 | ab 55 | 100 | ab 55 | 0 | ab 55 | 0 |
| ab 65 | 1 | ab 65 | 0 | ab 65 | 0 | ab 65 | 0 |
| ab 75 | 1 | ab 75 | 0 | ab 75 | 0 | ab 75 | 0 |

5 Ausgabedaten

5.1 Immissionspunktraster

Die Ergebnisse der Rasterberechnungen liegen getrennt für die Lärmindizes

- L_{DEN}
- L_{Night}

vor.

Sie wurden als Rasterdaten im ESRI Grid-Format ausgegeben (Dateiname *.asc).

Darüber hinaus wurden Flächenpolygone entsprechend den Pegelklassen der 34. BImSchV und zusätzlich für L_{DEN} ab 50 dB(A) und L_{Night} ab 45 dB(A) im Shape-Format ausgegeben (*.shp).

Zusammengefasst liegen folgende Dateien vor.

- AG_DE_BW_7_MRoad_LDEN.asc / .shp
- AG_DE_BW_7_MRoad_LNight.asc / .shp
- AG_DE_BW_7_Road_LDEN.asc / .shp
- AG_DE_BW_7_Road_LNight.asc / .shp
- AG_DE_BW_7_Rail_LDEN.asc / .shp
- AG_DE_BW_7_Rail_LNight.asc / .shp
- AG_DE_BW_7_Ind_LDEN.asc / .shp
- AG_DE_BW_7_Ind_LNight.asc / .shp

Hinweis: Die Dateinamen wurden nach den Vorgaben des UBA [11] gewählt und folgen einer für ganz Deutschland (und die EU) einheitlichen Systematik.

5.2 Statistiken

Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen (vgl. Kap. 4) und weitere für die Meldung an die EU relevante Daten wurden in zwei Dateien zusammengefasst.

- AG_DE_BW_7.xlsx
- DF1_5_AG_DE_BW_7.xlsx

Hinweis: Die Dateinamen wurden nach den Vorgaben des UBA [11] gewählt und folgen einer für ganz Deutschland (und die EU) einheitlichen Systematik.

5.3 Modelldaten

Ein Datensatz der Hauptverkehrsstraßen zur Meldung an die EU wurde aufbereitet und ausgegeben:

- BW_DF1_5_HVS.shp

Hinweis: Die Dateinamen wurden nach den Vorgaben des UBA [11] gewählt und folgen einer für ganz Deutschland (und die EU) einheitlichen Systematik.

Grundlagenverzeichnis

- [1] Richtlinie 2002/49/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (Umgebungslärmrichtlinie, ULR), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 189/12 vom 18.07.2002, zuletzt geändert durch die delegierte Richtlinie (EU) 2021/1226 der Kommission vom 21. Dezember 2020
- [2] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG) vom 15. März 1974 (BGBl. I S. 721, 1193) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 12 Absatz 3 des Gesetzes vom 8. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1726) geändert worden ist
- [3] Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV) vom 6. März 2006 (BGBl. I S. 516), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 28. Mai 2021 (BGBl. I S. 1251) geändert worden ist
- [4] Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung), Amtsblatt der Europäischen Union L 334 vom 17. Dezember 2010
- [5] Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB), Anlage 1 der Bekanntmachung der Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm nach § 5 Absatz 1 der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV) vom 7. September 2021 (BANz AT 05.10.2021 B4) berichtigt am 17.11.2021 (BANz. AT 02.12.2021 B6)
- [6] Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB), Anlage 3 der Bekanntmachung der Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm nach § 5 Absatz 1 der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV) vom 7. September 2021 (BANz AT 05.10.2021 B4)
- [7] Datenbank für die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen (Straßen, Schienenwege, Industrie und Gewerbe) (BUB-D), Anlage 4 der Bekanntmachung der Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm nach § 5 Absatz 1 der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV) vom 7. September 2021 (BANz AT 05.10.2021 B4)
- [8] DIN 45682 "Schallimmissionspläne", April 2020
- [9] DIN 45687 "Akustik – Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen", Mai 2006
- [10] LAI-Hinweise zur Lärmkartierung - Dritte Aktualisierung - in der Fassung vom 27.01.2022, Beschlussfassung durch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) am 29. und 30 März 2022, UMK Umlaufverfahren Nr. 15/2022

- [11] Hinweise Datenberichterstattung Lärmkartierung, Umweltbundesamt, Dessau, 28.02.2022

- [12] Verkehrsmengen der BAB A8 in: Straßenverkehrszählung 2019, Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg, abgerufen auf www.svz-bw.de am 22.02.2022
- [13] Digitales Geländemodell (DGM1), Stadt Ulm, übermittelt am 19.12.2022
- [14] Geodaten: Straßenachsen, Straßenbahnachsen, Brücken, Stadt Ulm, übermittelt am 19.12.2022
- [15] Digitale Orthofotos (DOP), Stand 04.03.2022, übermittelt durch die Stadt Ulm am 19.12.2022, ergänzt am 06.02.2023
- [16] Digitale Flurkarte (ALKIS), Stadt Ulm, übermittelt am 19.12.2022
- [17] Lagepläne Lichtsignalanlagen und Angaben zu Betriebszeiten, übermittelt von der Stadt Ulm am 21.12.2022, ergänzt am 15.02.2023
- [18] Lagepläne Gleisschmieranlagen, Stadtwerke Ulm, übermittelt am 22.12.2022
- [19] Übersicht der IED-Anlagen, übermittelt von der Stadt Ulm am 24.01.2023
- [20] Geodaten Lärmschutzwände, Stadt Ulm, übermittelt am 25.01.2023
- [21] Geodaten IED-Anlagen, Stadt Ulm, übermittelt am 06.02.2023
- [22] Kfz-Verkehrsstärken Bestand 2022, Stand 01.02.2023, Bernard Gruppe ZT GmbH, Aalen, übermittelt am 08.02.2023
- [23] Fahrpläne der Straßenbahn-Linien 1 und 2, Stand 11.12.2022, übermittelt von den Stadtwerken Ulm am 20.02.2023
- [24] Lagepläne mit Kennzeichnung der Geschwindigkeiten der Straßenbahn und des Gleisoberbaus der Straßenbahnstrecken, Stadtwerke Ulm, übermittelt am 20.02.2023
- [25] Informationen zur zulässigen Höchstgeschwindigkeit, übermittelt von der Stadt Ulm am 02.03.2023
- [26] Lageplan zu Straßenabschnitten mit lärmarmen Fahrbahnbelägen, Stadt Ulm, übermittelt am 09.03.2022
- [27] Hinweis zu Einwohnerzahlen, Stadt Ulm, Nachricht vom 25.05.2023
- [28] Digitales Gebäudemodell (LoD1) mit Einwohnerzahlen, Stadt Ulm, übermittelt am 12.06.2023

- [29] CadnaA, EDV-Programm zur Berechnung von Lärmimmissionen im Freien, Version 2023 (build: 195.5312), DataKustik GmbH, Gilching

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-----------------|---|
| A | Bundes-Autobahn |
| AK | Ampelkreuzung |
| ALKIS | Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem |
| B | Bundesstraße |
| BEB | Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm |
| BImSchG | Bundes-Immissionsschutzgesetz |
| BImSchV | Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz |
| BUB | Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von bodennahen Quellen |
| BUB-D | Datenbank für die BUB |
| BW | Baden-Württemberg |
| D | Day (Tag) (Beurteilungszeitraum nach ULR) |
| DOP | Digitales Orthofoto |
| DGM | Digitales Geländemodell |
| DTV | Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke |
| E | Evening (Abend) (Beurteilungszeitraum nach ULR) |
| EBA | Eisenbahn-Bundesamt |
| EPSG | European Petroleum Survey Group Geodesy (bei Koordinatensystemen) |
| ETRS89 | Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989 (Koordinatensystem) |
| GK | Gauß-Krüger (Koordinatensystem) |
| HA | Stark Belästigte (highly annoyed) |
| HSD | Stark Schlafgestörte (highly sleep disturbed) |
| HVS | Hauptverkehrsstraße nach ULR |
| IED | Industrieemissionsrichtlinie (industrial emissions directive) (EU-Richtlinie) |
| IHD | Ischämische Herzkrankheiten (ischemic heart disease) |
| KV | Kreisverkehr |
| L | Landesstraße |
| LAI | Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz |
| LoD1 | Level of Detail 1 (bei digitalen Gebäudemodellen) |
| LSA | Lichtsignalanlage |
| LSE | Lärmschutzeinrichtung (Wall, Wand oder Kombination) |
| N | Night (Nacht) (Beurteilungszeitraum nach ULR) |
| p ₂₄ | Schwerverkehrsanteil |
| Q | Verkehrsfluss (Fahrzeuge pro Stunde) |
| Q ₁ | Verkehrsfluss leichter Fahrzeuge (Pkw, Lieferwagen ≤ 3,5 t) (nach BUB) |
| Q ₂ | Verkehrsfluss mittelschwerer Fahrzeuge (Fahrzeuge > 3,5 t, 2-achsig) (nach BUB) |
| Q ₃ | Verkehrsfluss schwere Fahrzeuge (Fahrzeuge > 3,5 t, >2-achsig) (nach BUB) |
| SK | Schulen und Krankenhäuser |
| ULR | Umgebungslärmrichtlinie |
| UTM | Universal Transverse Mercator (Koordinatensystemen) |
| WG | Wohngebäude |

Anlagenverzeichnis

| | |
|------------|--------------------------------|
| Anlage 1 | Lärmkarte Straße |
| Anlage 1.1 | L _{DEN} |
| Anlage 1.2 | L _{Night} |
| Anlage 2 | Lärmkarte Hauptverkehrsstraßen |
| Anlage 2.1 | L _{DEN} |
| Anlage 2.2 | L _{Night} |
| Anlage 3 | Lärmkarte Straßenbahn |
| Anlage 3.1 | L _{DEN} |
| Anlage 3.2 | L _{Night} |
| Anlage 4 | Lärmkarte IED-Anlagen |
| Anlage 4.1 | L _{DEN} |
| Anlage 4.2 | L _{Night} |