

PLANUM



# VERKEHRLÄRMKATASTER GRAZ 2016

Bericht



**Auftraggeber:** Magistrat der Stadt Graz  
Umweltamt – Referat für Lärmbekämpfung und Schallschutz  
Schmiedgasse 26  
8011 Graz  
Ansprechpartner: DI(FH) Rudolf Ruthofer

**Verfasser:** PLANUM Fallast Tischler & Partner GmbH  
Wastiangasse 14  
8010 Graz  
T +43 (0) 316 39 33 08  
E office@planum.eu  
W www.planum.eu

**Bearbeitung:** DI Dr. Kurt Fallast, Ass.-Prof. i. R.  
DI Georg Huber

**Status:** Bericht  
**Datum:** Dezember 2016

**Geschäftszahl:** 16-056  
**Projektpfad:** N:\01\_PROJEKTE\01\_GRAZ\16-056 GRAZER LÄRMKATASTER 2016\04\_BERICHT\_ABBILDUNGEN  
**Dateinamen:** 20170713\_VERKEHRSLÄRMKATASTER\_GRAZ\_2016



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG - AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ABGRENZUNG DES UNTERSUCHUNGSRAHMENS</b>	<b>6</b>
2.1	RÄUMLICHE ABGRENZUNG	6
2.2	ZEITLICHE ABGRENZUNG	6
<b>3</b>	<b>ALLGEMEINES ÜBER LÄRM</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>ANALYSE UND AUFBEREITUNG DER DATENGRUNDLAGEN</b>	<b>10</b>
4.1	BERECHNUNGSVORSCHRIFT RVS 04.02.11	10
4.2	LÄRMEMISSIONEN DURCH STRAßENBAHNEN	11
4.3	VERKEHRSNETZ	12
4.4	VERKEHRSERHEBUNGEN	13
4.5	DATEN DES ÖFFENTLICHEN VERKEHRS	14
4.6	SCHWERVERKEHR	16
4.6.1	Anteil lärmarter LKW	16
4.7	EINWOHNERDATEN	17
4.8	STEIGUNG	19
4.9	STRECKENNETZ DER ASFINAG	19
4.10	GANGLINIENTYPEN	19
4.10.1	Radialstraßen	21
4.10.2	Gürtelstraßen	22
4.10.3	Zufahrten von Gürtel- und Radialstraßen	22
4.10.4	Innerstädtische Straßen	22
4.10.5	Standardganglinie	22
4.10.6	Anpassung an den Verkehrslärmkataster	22
4.10.7	Zuweisung der Ganglinientypen	23
4.11	AKTUALISIERUNG DES VERKEHRSMODELLS GRAZ	23
4.11.1	Allgemeine Erläuterungen zu Verkehrsmodellberechnungen	24
4.11.2	Netzmodellerstellung	27
4.11.3	Verkehrsnachfrage	28
4.11.4	Verwendetes Wirkungsmodell	29
4.11.5	Modellergebnisse IST-Zustand 2016	32
<b>5</b>	<b>ERSTELLUNG DES VERKEHRSLÄRMKATASTERS</b>	<b>36</b>
5.1	VORBEREITEN DER BERECHNUNGSDATEI	36
5.1.1	Grundinformationen aus der GIP	36
5.1.2	Attributergänzungen	36

5.2	BERECHNUNG VON GRUNDWERTEN	37
5.2.1	Berechnung der maßgebenden stündlichen Verkehrsstärke	37
5.2.2	Berechnung der maßgebenden Schwerverkehrsanteile	38
5.2.3	Basiswertberechnung	38
5.2.4	Berechnung des energieäquivalenten Dauerschallpegels	40
5.2.5	Übergabe der Ergebnisse	40
<b>6</b>	<b>ERGEBNISSE UND STATISTISCHE AUSWERTUNGEN</b>	<b>42</b>
6.1	GESAMTLÄRMBILANZEN 2016	43
6.2	LÄRMBILANZEN NACH DEM SUBNETZ	48
6.2.1	Subnetz Autobahnen im Stadtgebiet	48
6.2.2	Subnetz Landesstraßen im Stadtgebiet	52
6.2.3	Subnetz Gemeindestraßen	56
6.2.4	Subnetz Straßenbahn- und Bustrassen	61
6.2.5	Subnetz Sonstige Wege	65
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>69</b>
<b>8</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>71</b>
<b>9</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>74</b>
<b>10</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>75</b>
<b>11</b>	<b>ANHANG</b>	<b>76</b>



# 1 Einführung - Aufgabenstellung

Graz war eine der ersten Städte Österreichs, in der eine Lärmkarte für den Verkehrslärm erstellt wurde. Bereits im Jahr 1967 wurde für den Innenstadtbereich die erste Verkehrslärmkarte erarbeitet.

Diese Karten wurden fortgeschrieben und im Laufe der Jahre immer umfangreicher und auch detaillierter. Im Jahr 1994 wurde für das Hauptstraßennetz im Stadtgebiet der Grazer Lärmkataster-Verkehrslärm erstellt, welcher 2000 entsprechend detailliert und verbessert wurde. Grundlage für die Ermittlung der Lärmemissionen waren Verkehrsbelastungen, die als Ergebnis von Umlegungen des Verkehrs, in einem Verkehrsmodell, für das Grazer Hauptstraßennetz ermittelt wurden.

Im Jahr 2003 wurde dieser Lärmkataster aktualisiert. Es wurden die Änderungen aufgrund der allgemeinen Mobilitätsentwicklung der Bevölkerung mit den gesteigerten Verkehrsbelastungen und der veränderten Zusammensetzung des Verkehrs berücksichtigt.

Im Jahr 2005 wurden eine Neukalibrierung des Grazer Verkehrsmodells und die Erstellung einer Datenbank in Angriff genommen. Dazu wurde das gesamte Straßennetz in Abstimmung mit dem Stadtvermessungsamt kompatibel verschlüsselt. Die Parameter der Straßendatenbank wurden gemeinsam mit dem Umweltamt, dem Straßenamt und dem Stadtvermessungsamt erstellt.

Des Weiteren folgte 2007 wiederum eine Aktualisierung des Lärmkatasters. Dazu wurden die Grundlagen des Verkehrsmodells Graz aktualisiert und eine Neukalibrierung durchgeführt.

Für den Verkehrslärmkataster 2011 bot sich eine neue Datengrundlage. Einerseits stand durch die Entwicklung der Geoinformationssysteme eine neue Datenbasis des Streckennetzes zur Verfügung. Andererseits führte die aktuelle Version der Berechnungsvorschrift RVS 04.02.11 zu anderen Ermittlungsgrundlagen für die Berechnung der Lärmemissionen.

Bis zur aktuellen Bearbeitung des Verkehrslärmkatasters 2016 haben sich die verschiedenen Grundlagen der Erstellung wiederum verändert bzw. verbessert. Beispielsweise konnte der aktualisierte Verkehrsgraph der Graphenintegrationsplattform GIP als wesentliche Basis verwendet werden. In Summe berücksichtigt der Verkehrslärmkataster Graz 2016 rund 15.000 Streckenabschnitte.

Bezogen auf die einzelnen Bearbeitungsschritte sind die Straßendaten zu übernehmen und das Verkehrsmodell dementsprechend anzupassen. Außerdem sind die Ergebnisse aktueller Zähl- und Schleifendaten als Kalibrierungsgrundlage zu verwenden.

Als Grundlage für die Verkehrszahlen des öffentlichen Verkehrs kann der aktuelle Fahrplan herangezogen werden. Eine Unterteilung erfolgt in Straßenbahnen, städtische Busse und Regionalbusse.

Nach der aktuell gültigen Berechnungsvorschrift RVS 04.02.11 werden die drei Tageszeiträume Tag, Abend und Nacht beurteilt.

Für Straßenbahnzüge wurden aktuelle Schallemissionswerte durch Messungen ermittelt. Die Ergebnisse der Variobahn, der Cityrunner und der Straßenbahnzüge der Serien 500 und 600 sollen ebenfalls miteinbezogen werden.

Vor Fertigstellung des Verkehrslärmkatasters gilt es die gewonnenen Erkenntnisse auf Plausibilität zu kontrollieren. Die Ergebnisse werden nach Emissionsklassen in 5dB-Schritten zusammengefasst und dargestellt. Alle weiteren Ergebnisse sollen im GIS-kompatiblen Format übergeben werden.

## 2 Abgrenzung des Untersuchungsrahmens

### 2.1 Räumliche Abgrenzung

Für den Straßenverkehrslärmkataster werden jene Straßen berücksichtigt, die durch den motorisierten Individualverkehr oder durch den öffentlichen Verkehr benützt werden. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich dabei auf das gesamte Grazer Stadtgebiet.

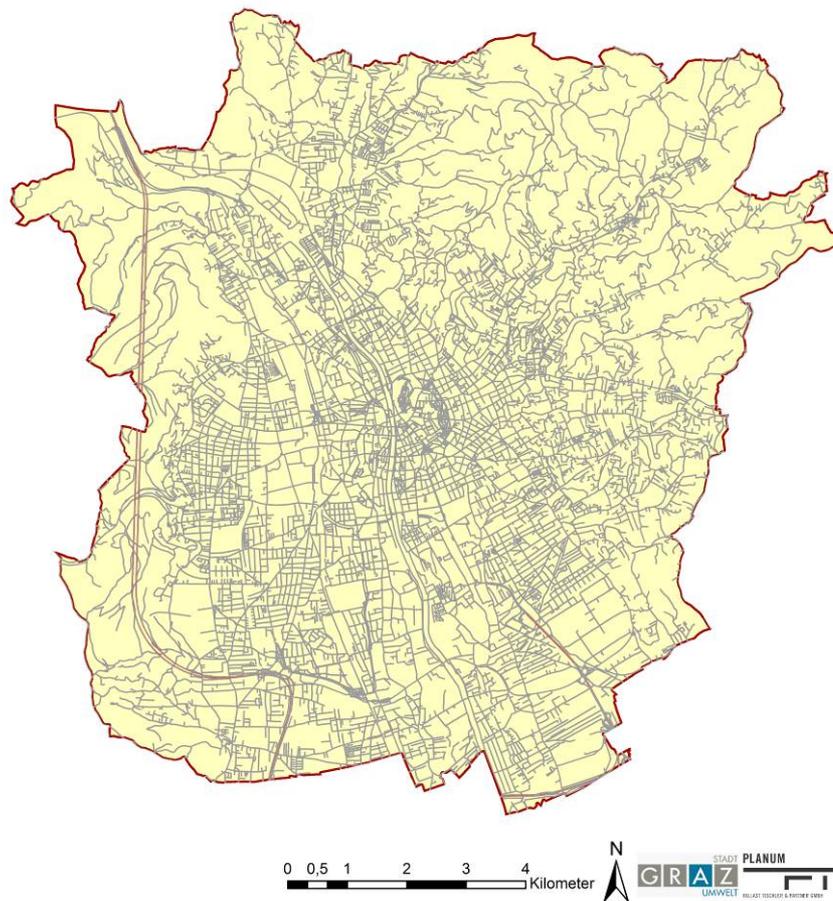


Abbildung 2.1: Übersicht Stadtgebiet Graz (vgl. Stadtvermessungsamt (2016), eigene Darstellung)

### 2.2 Zeitliche Abgrenzung

Der Verkehrslärmkataster wird für das Jahr 2016 erstellt. Die verschiedenen Datengrundlagen (Querschnittszählungen, ÖV-Fahrplan, Datengrundlage GIP,...) weisen eine Aktualität ab dem Jahr 2015 auf.

### 3 Allgemeines über Lärm

Lärm ist eine Umweltbelastung, von der die Bevölkerung durch die direkte Wahrnehmung sehr stark betroffen ist. Nach einer im Jahre 2011 durchgeführten Mikrozensus-Erhebung fühlen sich rund 40 Prozent der Bevölkerung durch Lärm in ihrer Wohnqualität beeinträchtigt (vgl. Statistik Austria (2013)).

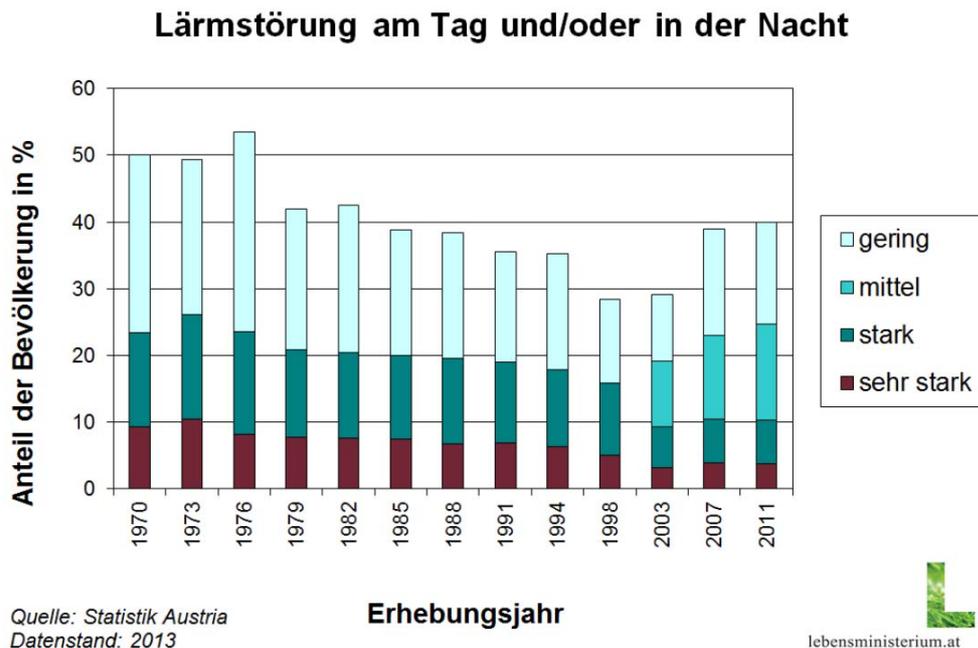
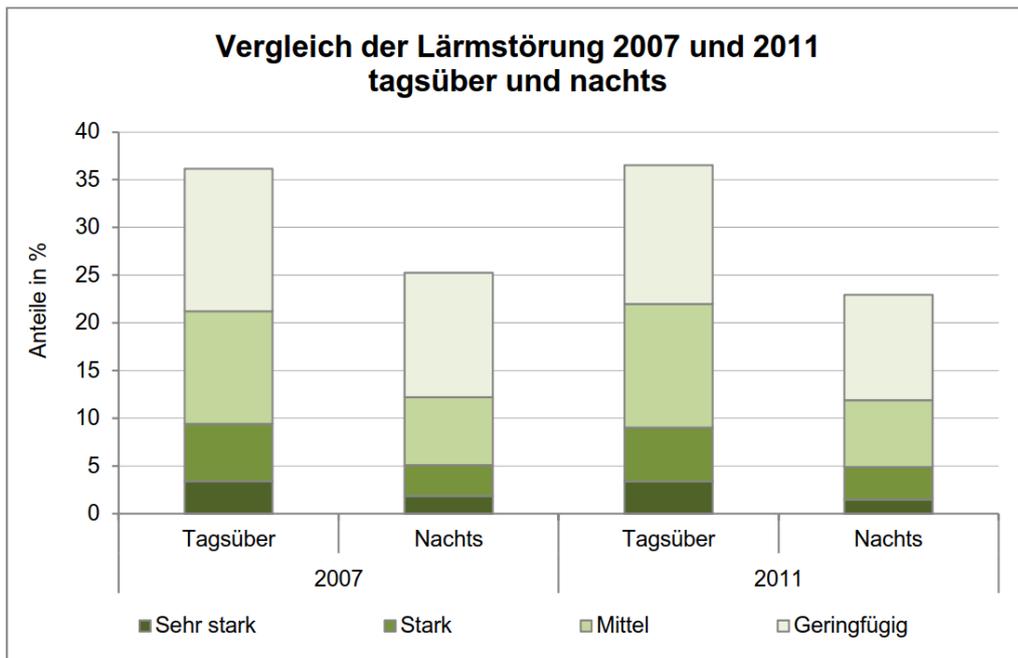


Abbildung 3.1: Lärmstörung am Tag und/oder in der Nacht (Statistik Austria 2013, abgerufen auf Lärminfo.at)

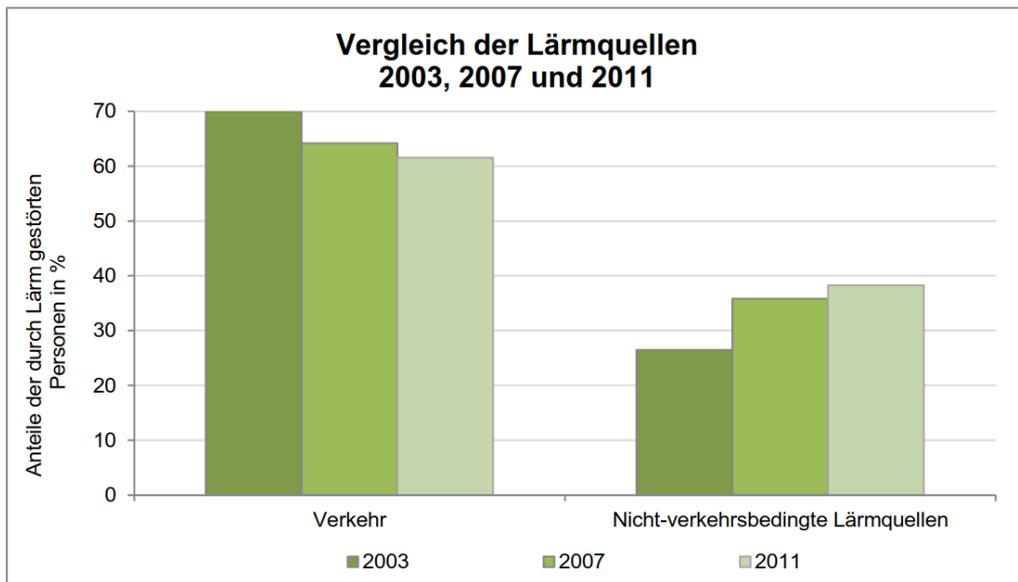
Dabei zeigt sich, dass der Anteil des Empfindens der Lärmstörung am Tag im Beobachtungszeitraum 2007-2011 mit +0,4 Prozentpunkten leicht zugenommen hat und die empfundene Lärmstörung in der Nacht mit -2,3 Prozentpunkten gesunken ist (vgl. Statistik Austria (2013)).



Q.: Mikrozensus 3. Quartal 2011.

Abbildung 3.2: Vergleich der Lärmstörung (Statistik Austria (2013))

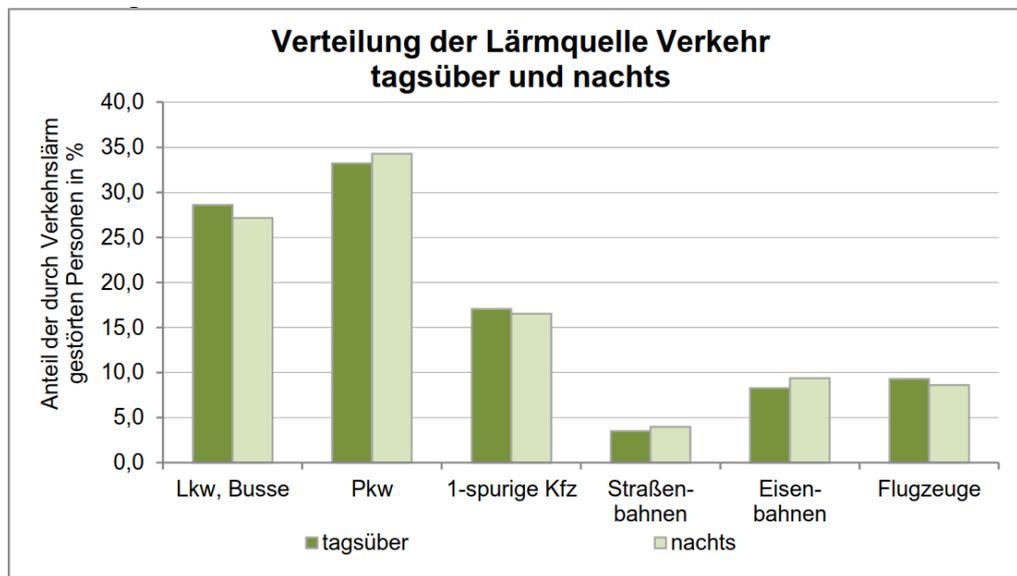
Dabei konnte festgestellt werden, dass die Lärmstörung, hervorgerufen durch Verkehr, seit 2003 abgenommen hat. Somit sind nicht-verkehrsbedingte Lärmquellen hauptsächlich ausschlaggebend für die Erhöhung der Störungswahrnehmung (vgl. Statistik Austria (2013)).



Q.: Mikrozensus 3. Quartal 2011. - Nicht-Verkehrsbedingte Lärmquellen: Lokale, Betriebe, Baustellen, Nachbarwohnungen oder Freizeit- und Tourismuseinrichtungen bzw. -veranstaltungen.

Abbildung 3.3: Vergleich der Lärmquellen (Statistik Austria (2013))

Vergleicht man die Verteilung der Lärmquelle, die durch Verkehr hervorgerufen wird, zeigt sich, dass PKW als am meisten störend von der Bevölkerung wahrgenommen werden. PKW, Straßenbahnen und Eisenbahnen werden nachts als noch störender empfunden, als tagsüber (vgl. Statistik Austria (2013)).



Q.: Mikrozensus 3. Quartal 2011.

Abbildung 3.4: Verteilung der Lärmquellen als Störwirkung (Statistik Austria (2013))

## 4 Analyse und Aufbereitung der Datengrundlagen

### 4.1 Berechnungsvorschrift RVS 04.02.11

Zur Ermittlung der charakteristischen Schallpegelgrößen sind in der RVS 04.02.11 Einflussgrößen festgelegt. Die Schallemission wird dabei als der vom Verkehr auf einer langen, geraden Straße verursachten, A-bewerteten äquivalente Dauerschallpegel beschrieben. Der Abstand zur Emissionslinie beträgt einen Meter.

Der Emissionsschallpegel wird durch folgende Parameter beeinflusst:

- Anzahl der PKW pro Stunde
- Geschwindigkeit der PKW
- Anzahl der leichten LKW pro Stunde
- Anzahl der lärmarmen LKW pro Stunde
- Anzahl der schweren LKW pro Stunde
- Geschwindigkeit der LKW
- Fahrbahndecke
- Fahrbahnlängsneigung

Die Schallemission eines Kraftfahrzeugs setzt sich im Wesentlichen aus dem Antriebsgeräusch und dem Rollgeräusch zusammen. Das Antriebsgeräusch umfasst die Beiträge des Motors einschließlich seiner Nebenaggregate wie z.B. Klimaanlage, Auspuffanlage usw.. Es hängt von der Motordrehzahl, der Motorbelastung und der Bauart des Fahrzeugs ab, nicht aber von der Geschwindigkeit. Die Rollgeräusche hängen von Geschwindigkeit, Fahrbahnoberfläche und Reifentyp ab. Bei niedrigen Geschwindigkeiten (unterhalb ca. 30 bis 50 km/h) überwiegt bei Personenkraftwagen das Antriebsgeräusch gegenüber dem Rollgeräusch. Bei höheren Geschwindigkeiten sind die Reifenrollgeräusche sowie Windgeräusche maßgebend für die Lärmemissionen bei Kfz-Vorbeifahrten. Die Schallpegelabnahme mit der Entfernung beträgt bei freier Schallausbreitung für eine punktförmige Schallquelle (z.B. Ventilator) 6 dB je Entfernungsverdoppelung, für eine linienförmige Schallquelle wie z.B. eine Straße 3 dB je Entfernungsverdoppelung.

Folgende Lärmindizes sind in der RVS 04.02.11 festgelegt:

- $L_{\text{day}}$  Tag-Lärmindex, Beurteilungszeitraum 6 bis 19 Uhr
- $L_{\text{evening}}$  Abend-Lärmindex, Beurteilungszeitraum 19 bis 22 Uhr

- $L_{\text{night}}$  Nacht-Lärmindex, Beurteilungszeitraum 22 bis 6 Uhr
- $L_{\text{den}}$  Tag-Abend-Nacht-Lärmindex

Für allgemeine Beurteilungen ist der  $L_{\text{den}}$  als allgemeiner Lärmindex heranzuziehen. Besonders für den Straßenverkehr hat sich am häufigsten der  $L_{\text{night}}$  als maßgebend herausgestellt.

Für den Verkehrslärmkataster 2016 wird die Berechnungstabelle der vorangegangenen Bearbeitungen aktualisiert eingearbeitet.

## 4.2 Lärmemissionen durch Straßenbahnen

Als Grundlage für die Berechnung der Lärmemissionen von Straßenbahnen stehen Gutachten von K. Fallast et al. (2015) und W. Gollner, M. Katzenbeisser (2011) zur Verfügung.

Mit registrierten Schallpegelanalysatoren wurden Vorbeifahrten der Straßenbahnzüge der Typen 500 und 600, Cityrunner und Variobahn aufgezeichnet W. Gollner, M. Katzenbeisser (2011).

Die nachfolgende Grafik zeigt die ausgewerteten Ereignispegel für die Geschwindigkeiten 20 km/h und 40 km/h.

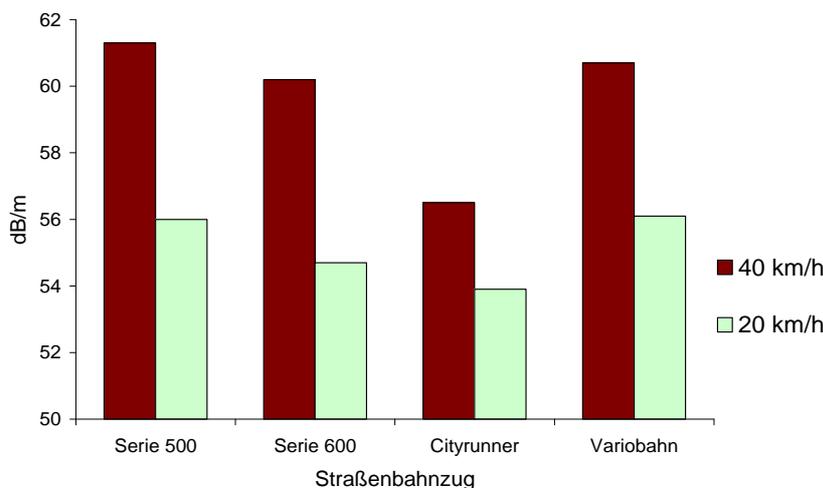


Abbildung 4.1: Längenbezogener Schalleistungspegel (Gollner, Katzenbeisser (2011))

In weiterer Folge wird für das Fahrzeugkollektiv mit einer Fahrgeschwindigkeit von 40 km/h ein längenbezogener Schalleistungspegel von 59,7 dB und bei einer Fahrgeschwindigkeit von 20 km/h ein längenbezogener Schalleistungspegel von 55,2 dB verwendet.

Bei nachfolgenden Straßenzügen wird eine Fahrgeschwindigkeit von 20 km/h angenommen.

- Kaiser-Franz-Josef Kai zwischen Haltestelle Schlossbergbahn und Sackstraße
- Sackstraße

- Hauptplatz
- Herrengasse bis Höhe Eisernes Tor
- Murgasse
- Hauptbrücke
- Südtiroler Platz

Für alle anderen Straßenbahnstrecken werden die Pegel bei Geschwindigkeiten von 40 km/h herangezogen.

### 4.3 Verkehrsnetz

Wie schon im vorangegangenen Lärmkataster dient das Straßennetz der GIP, der **Graphenintegrationsplattform**, als Geometriegrundlage. Ein Auszug des aktuellen Datenstandes wird mehrmals pro Jahr kostenfrei der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt<sup>1</sup>.

Die Graphenintegrationsplattform GIP stellt als Verwaltungsreferenzsystem eine einheitliche Basis für ganz Österreich dar. Die Datenqualität steigt durch kontinuierliche Aktualisierung aus diversen Bearbeitungen verschiedener GIP-Nutzergruppen. Dies bringt für die gegenständliche Bearbeitung zwar den Vorteil, dass verbesserte Grundlagen verwendet werden können, der laufenden Wandel der GIP bedeutet allerdings auch, dass die Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Lärmkatasterbearbeitungen erschwert ist.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber werden im Verkehrslärmkataster 2016, mit Ausnahme des Schienennetzes, sämtliche in der GIP erfassten Abschnitte berücksichtigt.

---

<sup>1</sup> <http://www.gip.gv.at/ogd-228.html>

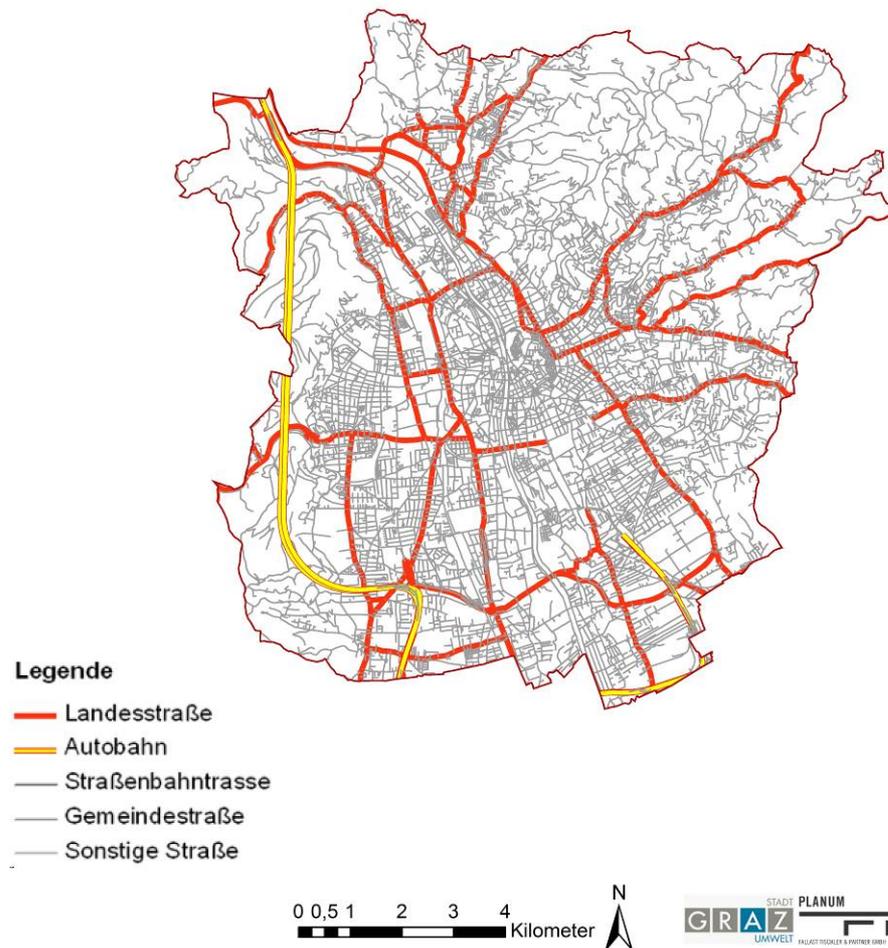


Abbildung 4.2: Überblick Grazer Straßennetz (vgl. Stadtvermessungsamt (2016), eigene Darstellung)

Es wird darauf hingewiesen, dass die GIP auf einen hohen Detaillierungs- bzw. Genauigkeitsgrad verzichtet. Bei Kreisverkehren, Lagen von Brücken und dergleichen besteht das Hauptaugenmerk auf der Beziehung zwischen den einzelnen Verkehrsträgern. Für den Verkehrslärmkataster ist die Genauigkeit ausreichend.

Durch die neue Straßennetzgrundlage beinhaltet der Verkehrslärmkataster 2016 rund 15.000 Streckenabschnitte (12.600 Streckenabschnitte im Verkehrslärmkataster 2011).

Alle Ergebnisse werden am zur Verfügung gestellten Graphen dargestellt.

#### 4.4 Verkehrserhebungen

Zur Kalibrierung des Verkehrsmodells stehen des Weiteren die aktuellen Zähldaten der Zählstellen des Grazer Stadtgebietes, sowie die aktuellen Verkehrserhebungen der Zählstellen des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung zur Verfügung. Die übergebenen Zählwerte des Mo-

nats Oktober 2015 wurden auf Plausibilität überprüft und anhand von gemittelten Jahresganglinien auf den jährlich durchschnittlichen Tagesverkehrsstärke JDTV hochgerechnet.

Für den Verkehrslärmkataster wird die Gesamtverkehrsbelastung eines durchschnittlichen Tages in Teilverkehrsbelastungen in den Zeiträumen Tag, Abend und Nacht unterteilt werden. Für die weitere Beurteilung werden die Durchschnittsbelastungen der jeweiligen Zeiträume verwendet.

## 4.5 Daten des öffentlichen Verkehrs

Der öffentliche Verkehr soll unterteilt nach dem Straßenbahn-, Stadtbus- und Regionalbusverkehr dargestellt werden. Im Unterschied zum Verkehrslärmkataster 2011 wurde die Zuordnung als Stadt- oder Regionalbus mit Überschreitung der Stadtgrenze definiert. Dies erfolgt, damit die Zuordnung auch in weiteren Katastern eindeutig definiert wird.

Für die Abbildung des öffentlichen Verkehrs können mehrere Datengrundlagen angeführt werden. Einerseits stehen Informationen der letzten Verkehrslärmkataster, andererseits die aktuellen Fahr- und Linienpläne zur Verfügung.

Als Ermittlungszeitraum wurde der März des Jahres 2016 gewählt. Dieser Monat liegt außerhalb der Ferienzeit und enthält weder Feier- noch Fenstertage.

Für den Verkehrslärmkataster muss die Verkehrsbelastung in den Zeiträumen Tag, Abend und Nacht unterteilt werden. Für die weitere Beurteilung werden die Durchschnittsbelastungen der jeweiligen Zeiträume verwendet. Die errechneten Mittelwerte wurden aus dem belastungsreichsten Werktag<sub>MO-FR</sub> ermittelt.

Es wird darauf hingewiesen, dass diese Glättung dazu führt, dass speziell in den Nachtstunden ein Verzerrern der berechneten Emissionsergebnisse möglich ist. Als Beispiel kann hier angeführt werden, dass insbesondere in den Stunden vor Mitternacht und in den frühen Morgenstunden größere Abweichungen zum durchschnittlich auftretenden öffentlichen Verkehr im Beurteilungszeitraum Nacht zu erwarten sind. Dies gilt es besonders dort zu beachten, wo Straßenbahnen auf getrennten Gleiskörpern geführt werden, da hier Abweichungen einen höheren Einfluss auf die Verkehrslärmemissionen haben, als bei Straßen im Mischverkehr.

Die Abbildung 4.3 zeigt eine Übersicht über das Liniennetz der Straßenbahnen und die relative Verkehrsbelastung anhand der Strichstärken.



Abbildung 4.3: Überblick Grazer Straßenbahnnetz (vgl. Stadtvermessungsamt (2016), eigene Darstellung)

Die Abbildung 4.4 der Buslinien zeigt die flächenhafte Erschließung des Grazer Stadtgebietes durch die eingesetzten Stadt- und Regionalbusse. Auch hier zeigen die Linienstärken die Belastung der dargestellten Strecken.

Die Belastung aus dem Busverkehr wird im Verkehrslärmkataster durch die Erhöhung des Schwerverkehrsanteils berücksichtigt.

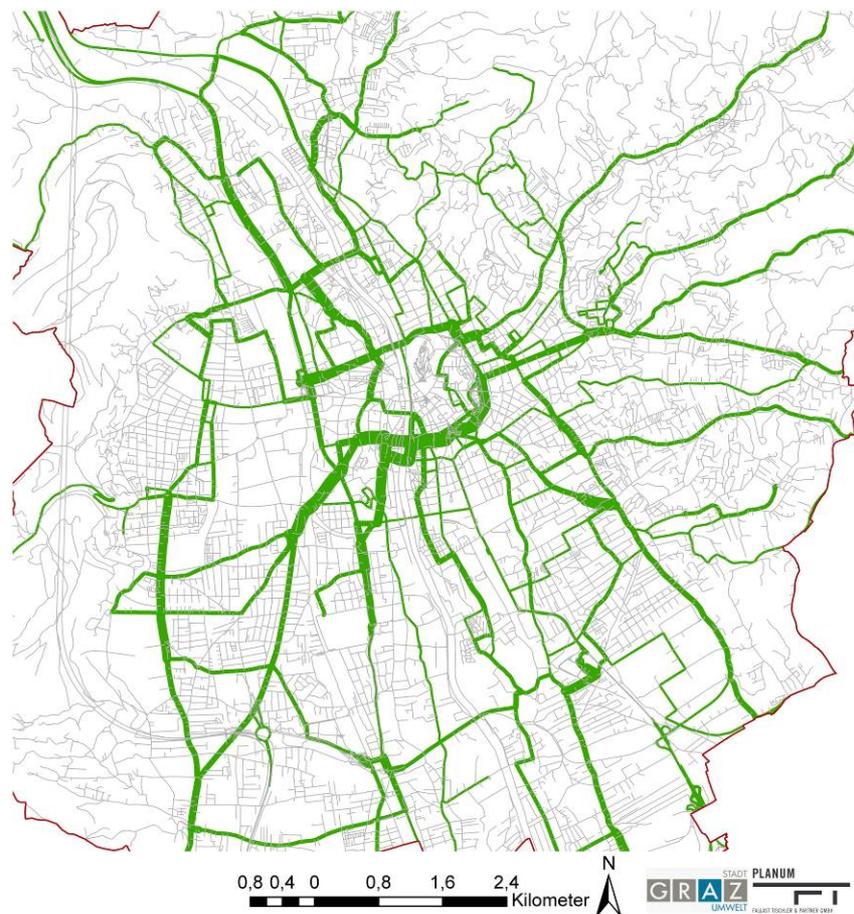


Abbildung 4.4: Überblick Grazer Busnetz (vgl. Stadtvermessungsamt (2016), eigene Darstellung)

## 4.6 Schwerverkehr

Aufgrund fehlender neuer Erkenntnisse über die Zusammensetzung des Schwerverkehrs in Graz wird auf die Ergebnisse der verkehrstechnischen Untersuchung Schwerverkehrsmodell Graz 2010 zurückgegriffen. Damit erfolgt eine Berücksichtigung wie bereits im Verkehrslärmkataster 2011.

### 4.6.1 Anteil lärmarmen LKW

Der Anteil der lärmarmen LKW ist nach RVS 04.02.11 stichprobenartig zu erheben. Ebenfalls aus der Schwerverkehrserhebung abgeleitet, ergibt sich ein Anteil von lärmarmen Schwerverkehrsfahrzeugen von 71 Prozent im Grazer Stadtverkehr.

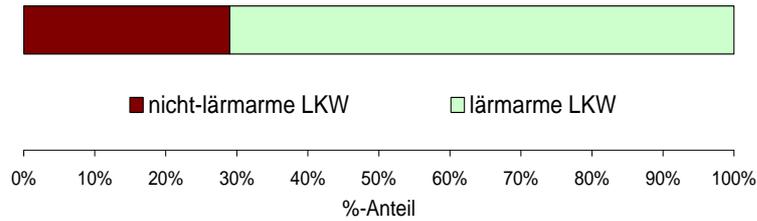


Abbildung 4.5: Anteil lärmarmen LKW (Fallast, Huber (2012))

## 4.7 Einwohnerdaten

Da für das untergeordnete Straßennetz die Verkehrsbelastung nicht im Verkehrsmodell ermittelt werden kann, sondern aufgrund der Einwohner abgeschätzt wird, dient als Grundlage die gemeldeten Einwohner pro Adresse (rund 282.500 gemeldete Hauptwohnsitze im Jahr 2016, rund 263.000 gemeldete Hauptwohnsitze im Jahr 2011) (vgl. Stadtvermessungsamt (2016)).

Die Bevölkerungsstatistik zeigt, aufgeteilt nach Zählsprengeln, in den letzten Jahren deutliche Unterschiede in der Entwicklung der Einwohnerzahlen. Steigt in manchen Zählsprengeln die Bevölkerungsdichte rapide, stagniert bzw. sinkt sie in anderen Sprengeln erheblich.

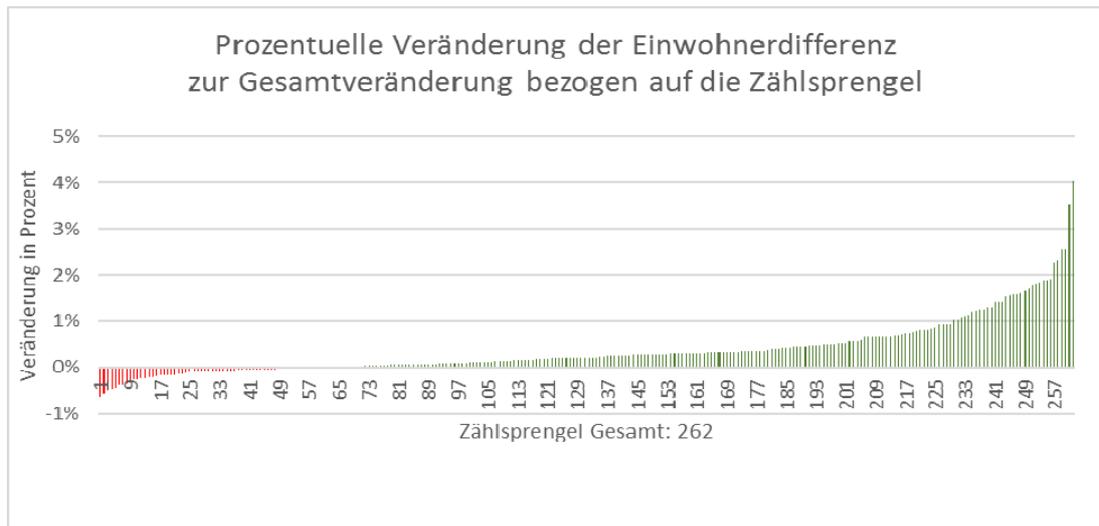


Abbildung 4.6: Prozentuelle Veränderung der Einwohnerdifferenz zur Gesamtveränderung bezogen auf die Zählsprengel (vgl. Stadtvermessungsamt (2016), eigene Darstellung)

Um das tatsächliche Verkehrsaufkommen der Einwohner im untergeordneten Straßennetz abschätzen zu können, werden die Regulierungsrichtlinie der Stadt Graz und das Mobilitätsverhalten der Grazer Wohnbevölkerung in Betracht gezogen.

Nach den Vorgaben der Regulierungsrichtlinie für Anlieger- und Sammelstraßen in Graz gelten folgende Annahmen:

Bebauung: Einfamilienhäuser (Dichte 0,2 bis 0,5)

- 4 Personen pro Einfamilienhaus
- 2 Kraftfahrzeuge pro Einfamilienhaus
- Autofahrten + 20 % Besucher und sonstige Zufahrten pro Tag
- dies entspricht 7,2 Kfz-Fahrten pro Tag und Einfamilienhaus

Bebauung: Geschosswohnbau (Dichte 0,4 bis 0,8)

- 3 Personen pro Wohneinheit
- 1,5 Personenkraftwagen pro Wohneinheit
- 4,5 Autofahrten + 20 % Besucher und sonstige Zufahrten pro Tag,
- dies entspricht 5,4 Autofahrten pro Tag und Wohneinheit

Erkenntnisse des Grazer Mobilitätsverhaltens:

- Anteil mobiler Personen: 85,2 Prozent
- Anteil MIV-Lenker: 37,5 Prozent
- Durchschnittlich 1,5 Ausgänge mobiler Personen pro Werktag
- dies ergibt 1,5 Autofahrten pro Tag und Einwohner

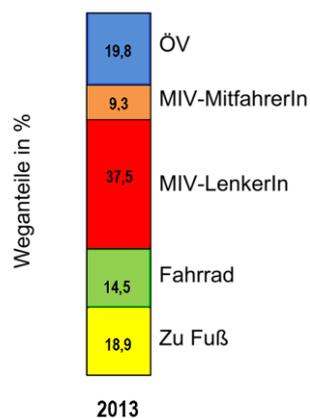


Abbildung 4.7: Modal Split Graz 2013 (Stadt Graz 2016)

Aufgrund der zur Verfügung gestellten aktuellen Einwohnerdaten kommen letztere Annahmen flächig zur Anwendung. Die Informationen der Einwohnerdaten werden automatisiert auf die Abschnitte der GIP übertragen.

## 4.8 Steigung

Die Ableitung der Steigungen erfolgte anhand der Höheninformation im Verkehrsmodell Steiermark und der vom Vermessungsamt der Stadt Graz zur Verfügung gestellten Grundlagen. Die Steigungen wurden dabei über die Höhendifferenz zwischen zweier Knoten und der Abschnittslänge in der GIP abgeleitet. Aufgrund der verbesserten Datengrundlage zum Verkehrslärmkataster 2011 werden Ungenauigkeiten durch die Nichtberücksichtigung von Zwischenpunkten toleriert.

## 4.9 Streckennetz der ASFINAG

Für die Berücksichtigung des ASFINAG-Streckennetzes wurden die Emissionsbänder vom bearbeitenden Büro übergeben. Aufgrund der höherrangigen Funktion sind die berücksichtigten Verkehrsstärken als Randbedingung im Verkehrslärmkataster Graz zu berücksichtigen.

## 4.10 Ganglinientypen

Als Grundlage für die verwendeten Ganglinientypen dienen die verwendeten Erkenntnisse der Bearbeitung des Verkehrslärmkatasters Graz 2011.

Die Stadt Graz beauftragte im Mai 2006 die Untersuchung von Standardganglinien im Stadtgebiet von Graz. Dafür wurden aus 43 Kreuzungen und den 127 zugehörigen Zählschleifen und weiteren 7 Querschnittszählungen Tagesganglinien für 32 Straßenquerschnitte zusammengefasst, um vorhandene Ganglinientypen zu aktualisieren oder neue Ganglinientypen erstellen zu können.

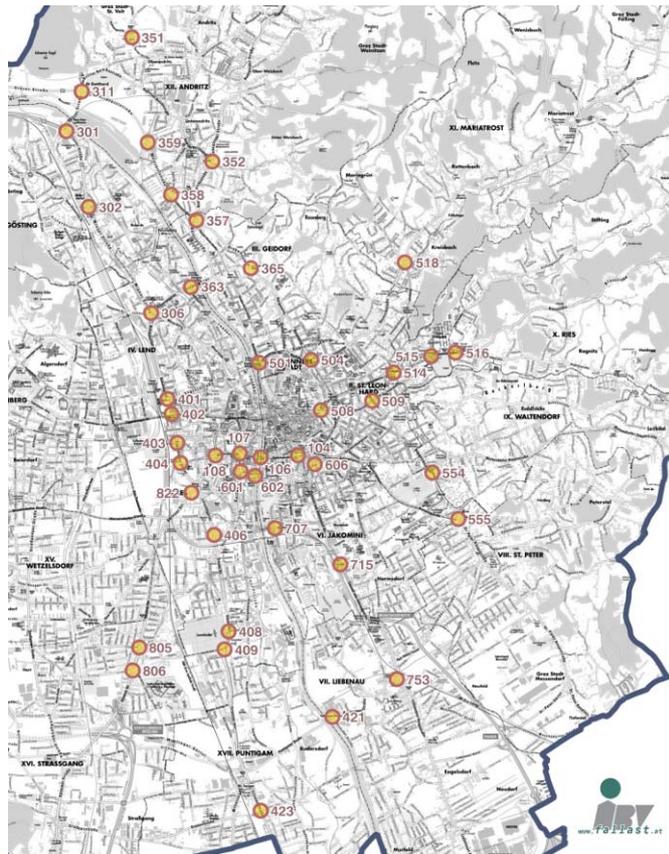


Abbildung 4.8: Übersicht Kreuzungen (eigene Darstellung)

Aus den absoluten Ganglinien wurden jeweils relative Tagesganglinien gebildet, um vergleichbare Datengrundlagen zu erhalten. Beim Vergleich der Daten wurde festgestellt, dass Ganglinien für Radialstraßen, Gürtelstraßen, Zufahrten für Gürtel- und Radialstraßen zu neuen Ganglinientypen zusammengefasst werden können. Die detaillierte Analyse der relativen Tagesganglinien ergab, dass die Ganglinien der Querschnittsbelastung durch zwei Hauptfaktoren beeinflusst werden.

- An Querschnitten, die sehr stark vom Pendlerverkehr beeinflusst werden, erzeugt diese Verkehrsart erkennbare Morgen- und Abendspitzen.
- Bei Querschnitten mit starkem Einfluss des Erledigungsverkehrs sorgen diese Fahrten für ein Auffüllen der Schwachlastzeiten zwischen Morgen- und Abendspitze, sodass eine gleichmäßige Auslastung über den Tagesverlauf feststellbar ist.

Durch die detaillierte Analyse und den Vergleich der relativen Tagesganglinien der zur Verfügung stehenden Querschnitte, konnten sieben Ganglinientypen für das Stadtgebiet Graz als repräsentative relative Tagesganglinien, ermittelt werden.

Die nachfolgende Tabelle zeigt einen Überblick über die Ganglinientypen. Die detaillierten Anteile des stündlichen Verkehrs am Tagesverkehr können dem Anhang entnommen werden.

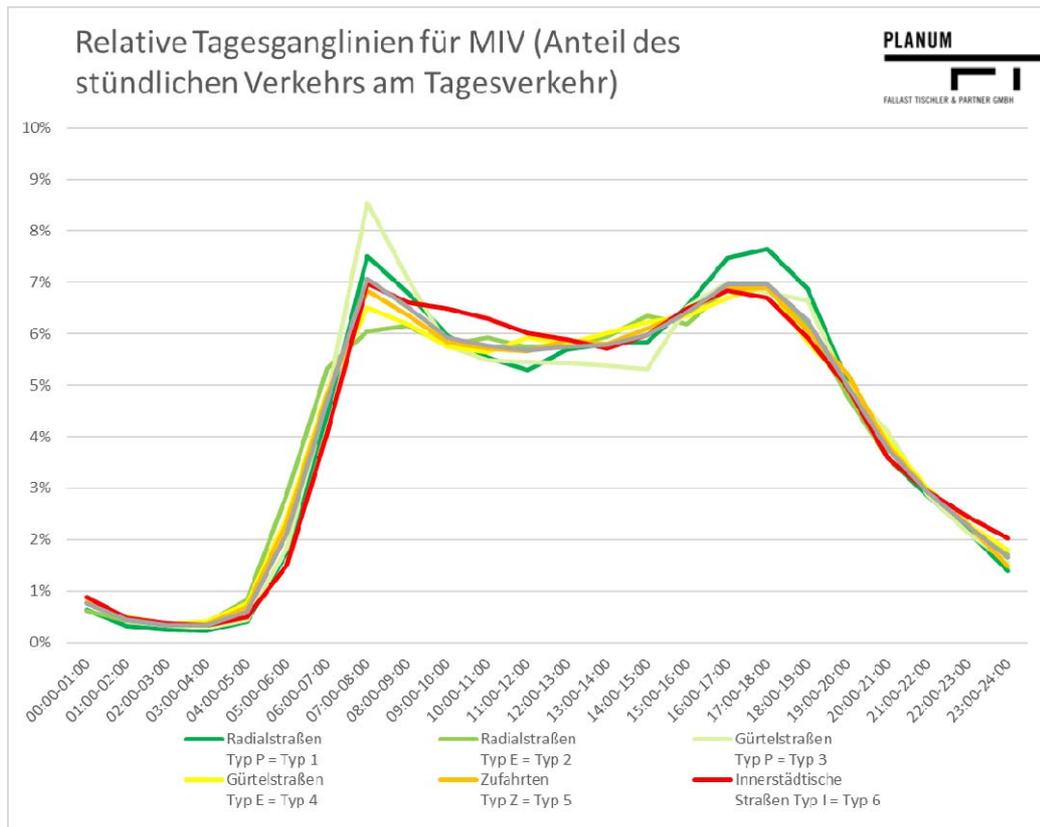


Abbildung 4.2: Ganglinientypen: Relative Tagesganglinien für MIV (Anteile des stündlichen Verkehrs am Tagesverkehr) (Fallast, Huber (2012), eigene Darstellung)

#### 4.10.1 Radialstraßen

Für die Erstellung der Standardganglinien für Radialstraßen wurden acht Querschnitte untersucht und zu zwei Ganglinientypen zusammengefasst, da sich die Tagesganglinien, die überwiegend vom Pendlerverkehr beeinflusst werden, stark von den Tagesganglinien mit zusätzlichem Erledigungsverkehr unterscheiden.

##### Radialstraßen Typ P – Pendler

Radialstraßen, die hauptsächlich vom Pendlerverkehr beeinflusst werden, weisen deutliche Morgen- und Abendspitzenbelastungen auf. Die Spitzenstunden erreichen Anteile von rund 7,5% am Tagesverkehr.

##### Radialstraßen Typ E – Erledigungsverkehr

Bei Radialstraßen, deren Tagesganglinie zusätzlich durch Fahrten des Erledigungsverkehrs beeinflusst wird, ist deutlich festzustellen, dass der Erledigungsverkehr die schwächer belasteten Stunden über den Vormittag und Mittag mit zusätzlichen Fahrten auffüllt. Die Anteile der Spitzenstunden am Tagesverkehr sind bei diesem Ganglinientyp mit 7% damit auch etwas geringer.

#### 4.10.2 Gürtelstraßen

Für die Erstellung der Standardganglinien für Gürtelstraßen wurden sechs Querschnitte untersucht und zu zwei Standardganglinien zusammengefasst, da sich die Tagesganglinien, die überwiegend vom Pendlerverkehr beeinflusst werden, stark von den Tagesganglinien mit zusätzlichem Erledigungsverkehr unterscheiden.

##### Gürtelstraßen Typ P – Pendler

Gürtelstraßen, die hauptsächlich vom Pendlerverkehr beeinflusst werden, weisen deutliche Morgen- und Abendspitzenbelastungen auf. Der Anteil in der Morgenspitze übersteigt 8% am Tagesverkehr.

##### Gürtelstraßen Typ E – Erledigungsverkehr

Bei Gürtelstraßen, deren Tagesganglinie zusätzlich durch Erledigungsfahrten beeinflusst wird, ist deutlich festzustellen, dass der Erledigungsverkehr das Tal über den Vormittag und Mittag auffüllt. Die Anteile der Spitzenstunde am Tagesverkehr sind mit rund 7% deutlich geringer.

#### 4.10.3 Zufahrten von Gürtel- und Radialstraßen

##### Zufahrten von Gürtel- und Radialstraßen Typ Z

Für die Erstellung der Standardganglinien für Zufahrten von Gürtel- und Radialstraßen wurden 13 Querschnitte untersucht und zu einer Standardganglinie zusammengefasst.

#### 4.10.4 Innerstädtische Straßen

##### Innerstädtische Straßen Typ I

Für die Erstellung der Standardganglinien für innerstädtische Straßen wurden 13 Querschnitte untersucht und zu einer Standardganglinie zusammengefasst. Dieser Straßentyp weist auch ziemlich ausgeglichene Stundenanteile am Tagesverkehr auf. Die Spitzenstunde hat einen Anteil von 7% am Tagesverkehr.

#### 4.10.5 Standardganglinie

##### Standardganglinie Typ S - Standard

Für die Erstellung der Standardganglinie wurden die Ganglinientypen der Radial-, Gürtelstraßen, der Zufahrten für Gürtel- und Radialstraßen und der innerstädtischen Straßen zu einem Ganglinientyp zusammengefasst. Der Anteil am Tagesverkehr beträgt in der Spitzenstunde rund 7%.

#### 4.10.6 Anpassung an den Verkehrslärmkataster

Zur leichteren Visualisierung im Verkehrslärmkataster wird die Bezeichnung wie folgt festgelegt.

Tabelle 4.1: Bezeichnung der Ganglinientypen (Fallast, Huber (2012), eigene Darstellung)

Bezeichnung des Ganglinientyps	Bezeichnung im Verkehrslärmkatasters
Radialstraße Typ P	Typ 1

Radialstraße Typ E	Typ 2
Gürtelstraße Typ P	Typ 3
Gürtelstraße Typ E	Typ 4
Zufahrten Typ Z	Typ 5
Innerstädtische Straßen Typ I	Typ 6
Standardganglinie Typ S	Typ 7

#### 4.10.7 Zuweisung der Ganglinientypen

Die Zuweisung der Ganglinientypen erfolgte nach den zuvor beschriebenen Kriterien. Kann einer Strecke kein Ganglinientyp eindeutig zugeordnet werden, so wird die Standardganglinie herangezogen.

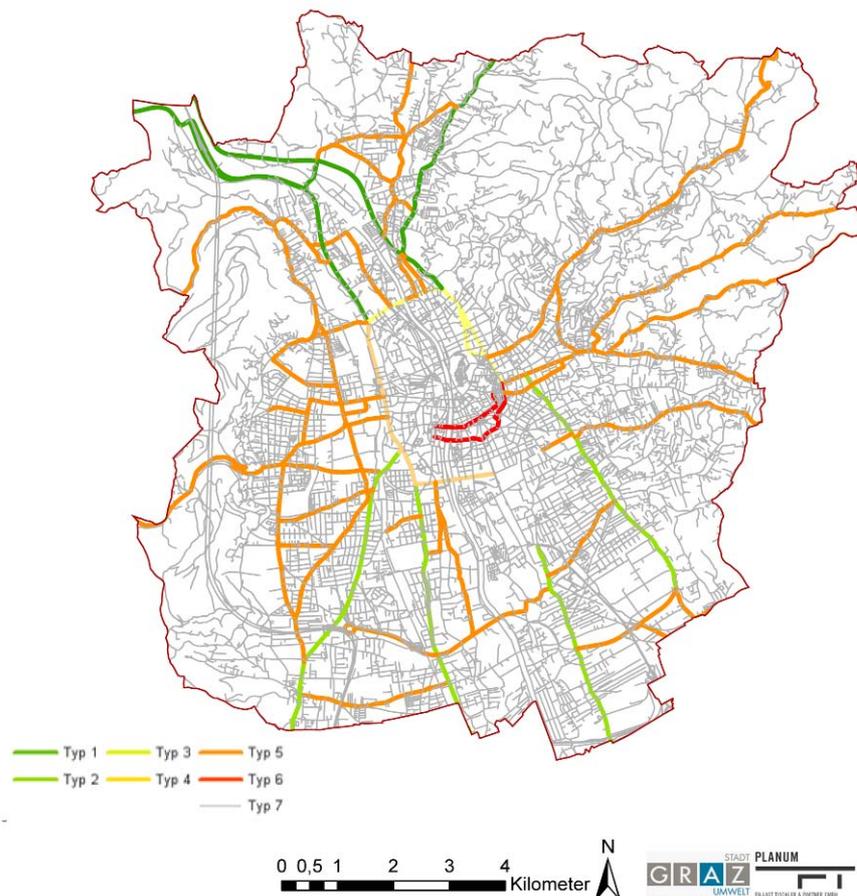


Abbildung 4.9: Übersicht Ganglinientypen (vgl. Stadtvermessungsamt Graz (2016), eigene Darstellung)

#### 4.11 Aktualisierung des Verkehrsmodells Graz

Eine wichtige und wesentliche Eingangsgröße für die Erstellung des Verkehrslärmkatasters Graz 2016 stellen die Verkehrsstärken am Straßennetz dar. Wie schon bei den vorangegangenen Verkehrslärmkatastern wurde die Ermittlung der Verkehrsstärken mit dem Programm VISUM (Verkehr In Städten Umlegungs Modell) durchgeführt. Dieses Programm wurde von der

PTV System Software und Consulting GmbH in Karlsruhe entwickelt und wird als Programm für die rechnerunterstützte Verkehrsplanung, welche der Analyse und der Planung des Systems Verkehr dient, bezeichnet.

Einer allgemeinen Erläuterung zu Verkehrsmodellberechnungen folgt die Netzmodellbeschreibung, die Ableitung der Verkehrsnachfrage, die Beschreibungen des eingesetzten Wirkungsmodells, und die Ergebnisse der Modellrechnung.

#### 4.11.1 Allgemeine Erläuterungen zu Verkehrsmodellberechnungen

VISUM ist ein makroskopisches Verkehrsmodell, das die planungsrelevanten Aspekte des öffentlichen Verkehrs und des Individualverkehrs in einem integrierten Modell abbilden kann. Das Verkehrsmodell besteht aus einem Netzmodell, einem Verkehrsnachfragemodell und verschiedenen Wirkungsmodellen.

Das **Netzmodell** enthält die Daten des Verkehrsangebotes, es besteht aus Verkehrsbezirken, Knoten und den verschiedenen Streckenabschnitten des Straßennetzes.

Das **Verkehrsnachfragemodell** enthält die Daten der Verkehrsnachfrage (Quelle-Ziel-Beziehungen). Die Nachfragematrizen können für verhaltenshomogene Benutzergruppen (z.B. Erwerbstätige mit oder ohne Pkw, Schüler, Studenten) verkehrsmittelspezifisch aus Strukturdaten berechnet und mit Verkehrsbefragungen abgeglichen werden.

Die nachfolgende Abbildung 6.1 erläutert den Aufbau des Rechenprogramms:

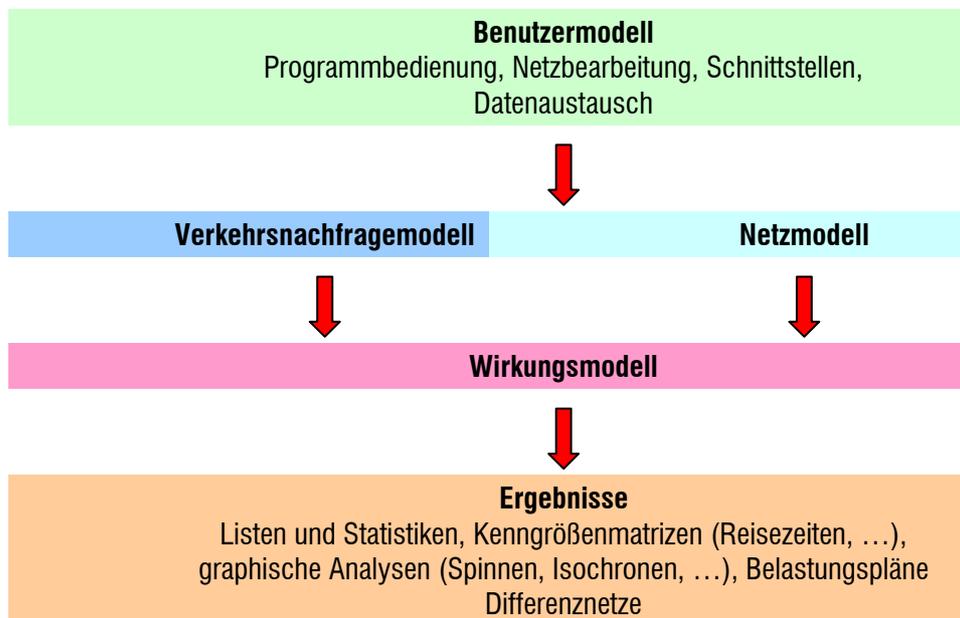


Abbildung 4.10: Aufbau des Rechenprogramms

Die Daten des Netzmodells und des Nachfragemodells sind die Eingangsdaten für die **Wirkungsmodelle**. VISUM stellt verschiedene Wirkungsmodelle zur Analyse und Bewertung eines

Verkehrsangebotes zur Verfügung. Das Wirkungsmodell bildet das Verkehrsverhalten der Kfz-Lenker nach. Es ermittelt so Verkehrsstärken auf einzelnen Straßenabschnitten und benutzerbezogene Kenngrößen (Bestwege für Quelle-Ziel-Beziehungen, Routen, Reisezeiten, etc.).

### **Rechnergestützte Verkehrsplanung mit VISUM**

Bei der rechnerunterstützten Verkehrsplanung mit VISUM kommt es in der Zustandsanalyse und im Entwurfsprozess zu einer Aufgabenteilung zwischen dem Planer und dem Rechner. Während der Planer, ausgehend vom heutigen Zustand, seinen Entwurf (Lösungsvorschlag) schrittweise verbessert, ermittelt der Rechner die Wirkungen der aktuellen Lösung. Für die rechnergestützte Verkehrsplanung wird das System Verkehr dazu in einem Verkehrsmodell abgebildet, das wie alle Modelle eine Abstraktion der realen Verkehrsabläufe darstellt. Ziel der Modellierung ist die modellgestützte Vorbereitung von Entscheidungen, die in der realen Welt getroffen werden.

Bei der Ermittlung der Auswirkungen der einzelnen Planfälle (z.B. Verkehrswirksamkeit der Planfälle) liefert VISUM Werte für die Kenngrößen des Verkehrsangebotes, die dann der Bewertung einer Lösung dienen. Die Kenngrößen lassen sich dabei unterteilen in:

Kenngrößen der Benutzer:	Beschreiben die Verbindungsqualität zwischen Verkehrszellen
Kenngrößen der Betreiber:	Quantifizieren den betrieblichen und finanziellen Aufwand für die Realisierung eines Angebotes
Kenngrößen der Umwelt:	geben die Wirkung des MIV auf die Umwelt an

### **Netzmodell (Datenbasis) von VISUM**

Das Verkehrsmodell in VISUM besteht aus den Daten des Verkehrsangebotes und der Verkehrsnachfrage. Die Daten des Verkehrsangebotes werden in einem Netzmodell abgebildet. Das in VISUM integrierte Netzmodell unterscheidet die Modi IV und ÖV. Durch die Kombination von Verkehrsmittel und Modus kann der Planer verschiedene Verkehrssysteme definieren. IV-Verkehrssysteme sind abhängig von der zulässigen Geschwindigkeit und der Streckenkapazität, ÖV-Verkehrssysteme verkehren nach einem Fahrplan.

Das Netzmodell umfasst die folgenden Netzobjekte, die interaktiv modifiziert werden können:

▪ Knoten:	Straßenknoten oder ÖV-Haltestellen
▪ Bezirke	Einspeisungspunkte der Verkehrsnachfrage
▪ Strecken	Geschwindigkeiten und Kapazität für den IV, Fahrzeiten für den ÖV

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abbiegebeziehungen</li> <br/> <li>▪ Linien</li> </ul> | <p>Abbiegezuschläge für den IV, Wichen und Wendemöglichkeiten für den ÖV</p> <p>Linienname, Linienvariante, Linienweg und Fahrplan</p> |
|--|--|

Zusätzlich können im Netzmodell betriebliche Informationen über ÖV-Fahrzeuge und ÖV-Betreiber verwaltet werden.

### **Analyse des Verkehrsangebotes mit VISUM**

Ein Verkehrsangebot kann unter verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet und ausgegeben werden, z.B. als

- Belastungsdifferenz zweier Netzvarianten
- Spinnen, die diejenigen Routen filtern, die vom Anwender selektierte Netzobjekte (Knoten, Strecken, Bezirke) benutzen
- Auswertung der Belastungen im Netz nach Verkehrsarten (Quell-, Ziel-, Durchgangs-, Außen- und Binnenverkehr)
- Knotenstrompläne, die die IV-Abbiegeströme an Straßenknoten zeigen
- Isochronen zur Klassifizierung der Erreichbarkeit von Netzobjekten und zum Vergleich von Reisezeiten im IV und ÖV
- Graphische Routensuche, die die IV-Routen und die ÖV-Verbindungen zwischen Netzknoten visualisiert

### **Verkehrsnachfrage in VISUM**

Verkehrsstrommatrizen, welche die Verkehrsbeziehungen zwischen einzelnen Orten in Fahrbeziehungen ausdrücken, repräsentieren vereinfacht ausgedrückt die Verkehrsnachfrage. Dabei unterscheidet man zwischen prognosefähigen Verkehrsnachfragemodellen und nicht bzw. bedingt prognosefähiger Verkehrsnachfrage. Ist eine Prognosefähigkeit notwendig, wird versucht, das realisierte Verkehrsverhalten unter einer Vielzahl an Eingangsgrößen nachzubilden, um beispielsweise die verkehrlichen Auswirkungen der soziodemografischen Verschiebung beschreiben zu können. Für ein bestehendes Verkehrsangebot werden Verkehrsverhaltensparameter so lange kalibriert, bis beobachtetes Verkehrsverhalten (beispielsweise gezählte Querschnittsverkehrsstärken) hinreichend nachgebildet werden kann. Ist eine Prognosefähigkeit nicht erforderlich und sind zur Verfügung stehende Ressourcen gering, bedient man sich - oft ausgehend von berechneten Verkehrsstrommatrizen – mathematischer Korrekturfahren. In diesen Verfahren werden einzelne Verkehrsbeziehungen solange auf- bzw. abgewertet, bis das beobachtete Verkehrsverhalten (beispielsweise gezählte Querschnittsverkehrsstärken) hinreichend genau abgebildet werden kann.

### **Einsatzmöglichkeiten von VISUM für Planungsaufgaben im IV**

- Simulation verkehrsplanerischer oder baulicher Maßnahmen zur Prognose der resultierenden Verkehrsbelastung und ihrer Wirkungen
- Prognose der Wirkungen von Straßennutzungsgebühren
- Separate Betrachtung verschiedener IV-Verkehrssysteme (Pkw, Lkw, Rad)
- Abgleich einer Fahrtenmatrix mit aktuellen Zählwerten
- Ermittlung von Lärm- und/oder Schadstoffemissionen
- Datengrundlage für Immissionsberechnungen

#### **4.11.2 Netzmodellerstellung**

In enger Zusammenarbeit mit dem Magistrat der Stadt Graz wurden 2003 aus der Straßendatenbank der Stadt folgende Informationen zur Netzmodellerstellung verwendet:

- Lage der Straße: hier wurde unterschieden zwischen Brücken, Tunnel und im Gelände liegenden Straßen. Es wurden jeweils die Straßenachsen zwischen zwei Knotenpunkten in Form eines DWG-Files zur Verfügung gestellt.
- Knotenpunkte: da jeder Straßenzug oder –abschnitt durch einen eindeutigen Anfangs- bzw. Endpunkt definiert wird, wurden die Knotenpunkte entsprechend der Straßendatenbank ins Verkehrsmodell eingearbeitet.
- Attribute zu den Straßenabschnitten: in den Datensätzen des Informationssystems waren mehrere verkehrlich relevante Informationen enthalten, wie Straßennamen, Straßentypen, Straßenbreiten usw.

Aufgrund dieser Daten entstand 2003 das neue Verkehrsmodell für die Stadt Graz.

Für die Bearbeitung des Lärmkatasters 2005 wurde die Wegedatei des Vermessungsamtes der Stadt Graz neu überarbeitet. Die Graphenkanten wurden so unterteilt, dass an allen Punkten mit Änderungen der lärmrelevanten Eigenschaften der Straße neue Abschnitte eingeführt wurden. So wurden z.B. Straßenabschnitte mit Beschränkungen der zulässigen Geschwindigkeiten, die vom Regelfall abweichen, als eigene Straßenabschnitte eingefügt. Damit sind im verwendeten Verkehrsmodell mehr als 12.200 Streckenabschnitte enthalten.

Für den Verkehrslärmkataster 2011 wurde das Verkehrsnetz erneut überarbeitet und aktualisiert.

Als Datengrundlage für den Verkehrslärmkataster 2016 steht nun der aktuelle Straßengraph der Straßenintegrationsplattform GIP sowie das Netzmodell für die Bearbeitung des Verkehrslärmkatasters 2011 zur Verfügung.

Aufgrund der weiteren Vorhaltung der Ergebnisse des Verkehrslärmkatasters wurde das Netzmodell des Verkehrsmodells auf Basis der GIP aufgebaut. Die Netzbewertung erfolgte durch die aktuell beschreibenden Parameter in der GIP und bei Bedarf durch Übertragung der Erkenntnisse des vorigen Verkehrsmodells.

### **Straßenkategorisierung**

Für die vorhandenen Straßen wurde in Abhängigkeit von deren Funktion im Straßennetz und Verkehrsbelastung eine Einteilung in Straßenkategorien vorgenommen. Diese umfasst die folgenden sechs Kategorien:

#### **Autobahnen**

Sie haben im Netzmodell die Funktion von Hauptverkehrsstraßen, werden jedoch aufgrund ihrer getrennten Linienführung, Anbaufreiheit und Lage im Stadtgebiet getrennt vom übrigen Hauptverkehrsstraßennetz dargestellt und ausgewertet.

#### **Hauptverkehrsstraßen**

Darunter werden vor allem Bundes- und Landesstraßen mit höherrangiger Bedeutung verstanden

#### **Verkehrsstraßen**

Unter Verkehrsstraßen sind Landesstraßen mit geringer Bedeutung bzw. Gemeindestraßen mit einer höherrangigen Funktion zu verstehen.

#### **Sammelstraßen**

Das sind Straßen, welche die Funktion haben den Verkehr aus den Anliegerstraßen aufzunehmen, um ihn in das übergeordnete Netz von Verkehrs- und Hauptverkehrsstraßen zu leiten.

#### **Anliegerstraßen**

Darunter versteht man die Straßen mit erschließender Funktion, Zufahrten zu Siedlungen, Betriebserschließungsstraßen, usw.

#### **Untergeordnetes Netz**

Da im verwendeten Verkehrsmodell das gesamte Streckennetz der GIP enthalten ist, werden die weiteren Strecken dem untergeordneten Netz zugeordnet.

### **4.11.3 Verkehrsnachfrage**

Aufgrund der zur Verfügung stehenden Ressourcen, der zeitlichen Einschränkung der Bearbeitungsdauer und der zu berücksichtigenden weiteren Rahmenbedingungen wird die Verkehrsnachfrage durch Kalibrierung bestehender Verkehrsstrommatrizen abgeleitet. Als Kalibrierungsdaten stehen die Erhebungsdaten der Zählquerschnitte der Stadt Graz, des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung und der ASFINAG zur Verfügung.

In einem interaktiven Prozess wurde die vorgegebene PKW-Matrix und die LKW-Matrix bei der Analyse des Ist-Zustandes durch Vergleich der Umlegungsergebnisse mit den Ergebnissen von Querschnittszählungen im Großraum Graz kalibriert.

Als Ausgangsmatrizen werden die bestehenden Verkehrsstrommatrizen des Verkehrsmodells Steiermark verwendet.

Die auf diesem Weg aktualisierten Matrizen der Verkehrsbeziehungen für den Kfz-Verkehr wurden als Eingangsgröße für die Verkehrsnachfrage zugrunde gelegt.

#### **Genauigkeit der Modellrechnung**

Die Anwendung eines Verkehrsmodells verfolgt das Ziel, die realen (gezählten) Verkehrsstärken auf den unterschiedlichen Streckenabschnitten des Straßennetzes zu reproduzieren. Die Aussagekraft der Ergebnisse für das Straßennetz wird anhand der Übereinstimmung von Modellergebnissen und Zählungen bestimmt, wobei die erreichbaren Ergebnisse sehr stark durch die Qualität der Grundlagen abhängig ist.

#### 4.11.4 Verwendetes Wirkungsmodell

##### Allgemeines zu Wirkungsmodellen

Jedes Verkehrsangebot hat vielfältige Wirkungen, die sich durch Maßnahmen verändern können. Wirkungen auf die Nutzer des Verkehrsangebotes. Wirkungen auf die Betreiber, die das Verkehrsangebot realisieren sollen. Wirkungen auf die Allgemeinheit, der durch das Verkehrsangebot Kosten und Nutzen entstehen. Wirkungen auf die Aufgabenträger des ÖV, die ein eventuelles politisches Defizit verantworten müssen. Wirkungen auf die Umwelt, die durch die Folgen des Verkehrs beeinträchtigt wird.

- Nutzer des Verkehrsangebotes: Nutzer des IV-Verkehrsangebotes sind insbesondere die Kfz-Fahrer und ihre Mitfahrer, aber auch nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer wie Radfahrer und Fußgänger. Nutzer des ÖV-Verkehrsangebotes sind die ÖV-Fahrgäste.
- Betreiber des Verkehrsangebotes: Das Straßennetz wird in der Regel vom Staat, den Ländern oder den Gemeinden angeboten. Diese „Betreiber“ des Straßennetzes müssen über Investitionen für den Ausbau und die Erhaltung der Straßeninfrastruktur entscheiden. Die Betreiber im ÖV sind Verkehrsunternehmen und Verkehrsverbänden, im weiteren Sinne gehören auch die ÖV-Aufgabenträger zu den Betreibern. Um das ÖV-Angebot zu realisieren erstellen die ÖV-Betreiber Liniennetzpläne und Fahrpläne, aus denen der Nutzer dann Fahrtmöglichkeiten auswählt. Um den Fahrer- und Fahrzeugeinsatz zu planen, erstellen die ÖV-Betreiber Fahrzeugumlaufpläne und Dienstpläne.

##### Wirkungsmodelle für die Benutzer im IV

Ziel des Benutzermodells ist es, die Wirkungen eines Verkehrsangebotes auf die Verkehrsteilnehmer zu ermitteln. Wichtige Kenngrößen zur Beurteilung eines Verkehrsangebotes sind die Kenngrößen Reisezeit und Fahrtkosten zwischen zwei Verkehrsbezirken. Um diese benutzerbezogenen Kenngrößen zu ermitteln, werden die Ortsveränderungen der Verkehrsteilnehmer nachgebildet. Ein IV-Benutzer wählt für eine Ortsveränderung eine Route, die ihm günstig erscheint. Eine Route beschreibt den räumlichen Verlauf des Weges innerhalb eines Netzes.

Kern der Verfahren zur Nachbildung von Ortsveränderungen sind Suchalgorithmen, die Routen bzw. Verbindungen zwischen einer Quelle und einem Ziel ermitteln. Als Suchalgorithmen werden so genannte Bestweg-Verfahren eingesetzt, die den „besten“, d.h. den widerstandskürzesten Weg bestimmen. Der Widerstand kann sich dabei aus Zeiten, Entfernungen oder Kosten zusammensetzen. Auf die gefundene Route werden dann die Fahrten einer Quelle-Ziel-Beziehung

aufgeteilt. Diese Kombination von Wegsuche und Fahrtenaufteilung wird als Umlegung bezeichnet.

Für jede Route zwischen zwei Verkehrsbezirken lassen sich Kenngrößen, berechnen, die die Qualität der Verbindung beschreiben. Außerdem erhält man durch die Umlegung Belastungswerte für Strecken und Abbiegebeziehungen. Im Gegensatz zu einer Qualitätskenngröße, wie sie z.B. die Reisezeit darstellt, ist die Kenngröße Belastung nur eine indirekte Kenngröße, die sich allein für die Bewertung eines Verkehrsangebotes nicht eignet. Die Belastung dient vielmehr zur Ableitung von z.B.: belastungsabhängigen Wartezeiten, die die Reisezeit bestimmen oder Lärm- und Schadstoffemissionen, die Indikatoren für die Umwelt darstellen.

### **VISUM stellt drei Umlegungsverfahren zur Verfügung:**

Das **Sukzessivverfahren** teilt die Fahrtenmatrix in mehrere Teilmatrizen auf. Diese Teilmatrizen werden dann schrittweise auf das Netz umgelegt, wobei für die Routensuche der Widerstand berücksichtigt wird, der sich aus der Belastung des vorhergehenden Schrittes ergibt.

Das **Gleichgewichtsverfahren** verteilt die Nachfrage entsprechend dem ersten Wardrop'schen Prinzip: „Jeder einzelne Verkehrsteilnehmer wählt seine Route derart, dass die Fahrdauer auf allen alternativen Routen letztlich gleich ist und jeder Wechsel auf eine andere Route die persönliche Fahrzeit erhöhen würde.“ Ausgehend von einer Sukzessivumlegung als Startlösung wird der Gleichgewichtszustand in einer mehrstufigen Iteration hergestellt. Im inneren Iterationsteilschritt werden paarweise je zwei Routen einer Beziehung durch Verlagern von Fahrzeugen ins Gleichgewicht gebracht. In der äußeren Iteration wird überprüft, ob aufgrund des aktuellen Netzzustands neue Routen mit geringeren Widerständen gefunden werden können.

Das **Lernverfahren** bildet den „Lernprozess“ der Verkehrsteilnehmer bei der Benutzung des Netzes ab. Ausgehend von einer Alles-oder-Nichts-Umlegung berücksichtigen die Fahrer die Informationen der letzten Fahrt für die neue Routensuche.

Für diese Modellberechnung wurde das **Lernverfahren** verwendet. Unter der Voraussetzung, dass eine ausreichende Anzahl von Iterationsschritten durchgeführt wird, liefert das Lernverfahren im Vergleich zum Sukzessiv- bzw. Gleichgewichtsverfahren wirklichkeitsnahe und stabile Ergebnisse. Auch bei einem nicht voll ausgelasteten Netz abseits der Haupttrouten ergibt sich eine gute Verteilung der Verkehrsnachfrage auf Alternativrouten.

Die Routenwahl eines Verkehrsteilnehmers in der Realität wird sowohl von objektiven wie auch subjektiven Faktoren beeinflusst. Kenngrößen, die die Routenwahl bestimmen, sind insbesondere

- die voraussichtliche Reisezeit für die Route,
- die Länge der Route
- evtl. Straßenbenutzungsgebühren.

Darüber hinaus kann eine Vielzahl weiterer Faktoren einen Einfluss auf die Routenwahl haben. Man kann sich z.B. vorstellen, dass Verkehrsteilnehmer mit guter Ortskenntnis andere Routen

wählen als Ortsfremde, die sich vor allem am übergeordneten, gut ausgeschilderten Straßennetz orientieren.

Im motorisierten Individualverkehr werden die Reisezeiten von der Auslastung der Strecken und Abbiegebeziehungen bestimmt, die sich aus den Verkehrsstärken und der Kapazität (Leistungsfähigkeit) der einzelnen Netzobjekte ergibt. Daher schwanken die Reisezeiten im Individualverkehr und lassen sich vor Fahrtantritt nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit prognostizieren. Bei freiem Verkehrsfluss ergibt sich z.B. die Fahrtzeit  $t_0$  für einen Streckenabschnitt aus der Länge des Streckenabschnittes und der zulässigen Geschwindigkeit  $v_0$ . Im belasteten Netz ergibt sich die Streckenfahrzeit aus einer sogenannten **Capacity-Restraint-Funktion** (CR-Funktion bzw. Widerstandsfunktion). Diese Kapazitätsbeschränkungsfunktion beschreibt den Zusammenhang zwischen der aktuellen Verkehrsstärke  $q$  und der Kapazität (Leistungsfähigkeit) des Streckenabschnittes  $q_{\max}$ . Ergebnis der CR-Funktion ist die Fahrzeit im belasteten Netz  $t_{\text{akt}}$  (Widerstand im belasteten Netz). VISUM stellt mehrere Funktionstypen für die CR-Funktionen zur Verfügung. Im vorliegenden Verkehrsmodell für die wurden zwei verschiedene CR-Funktionen verwendet.

- CR-Funktion nach LOHSE: Für die Straßenkategorien Autobahn, Rampen und Hauptverkehrs- und Verkehrsstraßen auf denen sich der Großteil des Verkehrsgeschehens abspielt, wurde die nach LOHSE modifizierte Form der BPR-Funktion (siehe unten) verwendet. Die Funktion weist im Überlastungsbereich ( $q > q_{\max}$ ) einen linearen Anstieg der Fahrzeiten, entsprechend der Warteschlangentheorie auf. Dadurch werden im Überlastungsbereich realistische Zeiten und ein besseres Verhalten in den Umlegungen erreicht, da sich in der Realität durch kleine Veränderungen der Verkehrsstärke keine überproportionalen Fahrzeitenänderungen ergeben, wie dies in der BPR-Funktion der Fall ist.

$$t_{\text{akt}} = t_0 * \left( 1 + a * \left( \frac{q}{q_{\max} * c} \right)^b \right)$$

$$t_{\text{akt}} = t_0 * \left( 1 + a * \left( \frac{q}{q_{\max} * c} \right)^b \right) + a * b * t_0 * q_{\max}^{b-1} * \left( \frac{q}{q_{\max} * c} - q_{\max} \right)$$

- CR-Funktion des BPR: Für die Kategorien Sammel- und Anliegerstraße und das untergeordnete Netz wurde die BPR-Funktion aus dem Traffic Assignment Manual des amerikani-

schen Bureau of Public Roads verwendet. Die BPR-Funktion stellt die Grundform der verschiedenen Kapazitätsbeschränkungsfunktionen dar und kann im vorliegenden Fall ohne Modifizierung für das „untergeordnete Straßennetz“ verwendet werden, da hier kaum Überlastungen ( $q > q_{\max}$ ) zu erwarten sind.

$$t_{\text{akt}} = t_0 * \left( 1 + a * \left( \frac{q}{q_{\max} * c} \right)^b \right)$$

Für die einzelnen Straßenkategorien wurden in Anlehnung an die Qualitätsstufen des Verkehrsflusses entsprechend dem HBS 2001 bzw. der Leistungsfähigkeit unterschiedlicher Querschnitte entsprechend SCHNABEL/LOHSE bzw. der Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS-Q der FGSV) die Parameter  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und  $q_{\max}$  gewählt.

#### 4.11.5 Modellergebnisse IST-Zustand 2016

##### Kalibrierung des Verkehrsmodells

Um detaillierte Aussagen über die Verkehrsbelastungen im Ist-Zustand zu bekommen, wurde eine Kalibrierung des Verkehrsmodells im Planungsgebiet vorgenommen. Zielsetzung der Kalibrierung ist, das bestehende Verkehrsaufkommen im Rechenmodell an den verschiedenen Straßenquerschnitten so gut wie möglich abzubilden. Folgende Vergleichsdaten wurden dazu berücksichtigt:

- Dauerzählstellen des Landes Steiermark
- Verkehrsstärken für die Emissionsberechnungen der ASFINAG
- Zählschleifendaten des Verkehrssteuerungssystems Graz

Von der Fachabteilung 16, Verkehr und Landeshochbau der Steiermärkischen Landesregierung wurden die Daten der Dauerzählstellen im erweiterten Planungsgebiet bzw. der unmittelbar benachbarten Dauerzählstellen am Rand des Planungsgebietes zur Verfügung gestellt.

Von der ASFINAG wurden vom bearbeitenden Büro Emissionsbänder zur Verfügung gestellt. Aus den erhaltenen Daten wurden Verkehrsstärken abgeleitet.

Vom Referat für Verkehrssteuerung des Straßenamtes der Stadt Graz wurden Zählschleifendaten aus dem Jahr 2015 zur Verfügung gestellt. Anhand von vorhandenen händischen Zählungen konnten diese Daten teilweise in Pkw und Lkw unterschieden werden.

Zusätzlich zu den Dauerzählstellen wurden vom Bearbeiter im Planungsgebiet zur Plausibilisierung automatische Verkehrszählungen mit Hilfe von Seitenradargeräten (Querschnittszählungen) herangezogen.

Methodisch erfolgte die Kalibrierung des Verkehrsmodells durch zwei aufeinanderfolgende Arbeitsschritte:

- Überprüfung des Netzmodells durch Umlegung der Quell-/Zielmatrizen

- Kalibrierung der Nachfragematrix durch den Vergleich von im Modell errechneten Verkehrsstärken mit den Zähldaten

Die Kalibrierung des Rechenmodells kann nicht als einmaliger Rechenprozess angesehen werden. Die Kalibrierung ist ein interaktiver Prozess zwischen Rechner und Bearbeiter, bei dem die Nachfragematrizen bzw. das Netzmodell aufgrund der Analyse des IST-Zustandes durch Vergleich der Umlegungsergebnisse mit den Ergebnissen der durchgeführten Kreuzungs- bzw. Querschnittszählungen fortlaufend verbessert werden.

Im Zuge der iterativ durchgeführten Bearbeitungsschritte konnten mehrere Auffälligkeiten erkannt werden, deren Auswirkungen in Abhängigkeit der Rahmenbedingungen behoben werden konnten.

### **Vergleich – Modellergebnisse / Zählungen**

Die gewählte Methode erlaubt mit vertretbarem Aufwand eine flächige Ableitung von Verkehrsstärken, wobei aufgrund der vorliegenden Grundlagen und des gewählten Kalibrierungsverfahrens auch Abweichungen von der Wirklichkeit zu erwarten sind.

Der Vergleich der Modellergebnisse mit den Eingangsgrößen zeigt aus methodischer Sicht eine gute Übereinstimmung, wobei geringe Abweichungen an den Messquerschnitten toleriert werden müssen.

Der Vergleich der verwendeten Verkehrsstärken für die Erstellung des Verkehrslärmkatasters 2011 und die abgeleiteten Eingangsdaten für die aktuelle Berechnung zeigen jedoch zum Teil große Unterschiede.

Um im Bedarfsfall die Ergebnisse plausibilisieren zu können, werden mögliche Ursachen für Abweichungen genannt. Sie sollen zum Verständnis der Methode und Interpretation der Ergebnisse dienen.

### **Verkehrsstärken an den Kalibrierungsquerschnitten**

Den größten Einfluss auf die abgeleiteten Verkehrsstärken haben die berücksichtigten Querschnittswerte. Durch die gemittelte Hochrechnung auf die jährlich durchschnittlichen Tagesverkehrsstärken JDTV bleiben Abweichungen zum Mittel unberücksichtigt. Jahreszeitliche Schwankungen und großräumige Verkehrsverlagerungen im Beobachtungszeitraum können unter- bzw. überrepräsentiert sein.

Die Verkehrsstärken am hochrangigen Netz (ASFINAG) wurden als Randbedingung definiert. Der Vergleich und die starken verkehrlichen Auswirkungen, gezeigt durch starke Zu- bzw. Abnahme der Verkehrsstärken im Nahbereich der Autobahn und an den Rampen lassen auf zu geringe Verkehrsbelastungen in Teilbereichen schließen.

Des Weiteren kann derzeit keine Aussage über die Qualität der Schleifendaten getroffen werden. Aufgrund geänderter Verkehrsführung, Beschädigung bei Erhaltungsmaßnahmen, Mehrfachdetektion oder durch Abweichung auf Brücken durch Einfluss der Stahlkonstruktion, können die Ergebnisse verzerrt sein. Eine Überprüfung der Qualität ist im Jahr 2017 geplant.

Zudem können Abweichungen aufgrund von Langzeitbaustellen, Fehler an den Erfassungsgeräten, Datenfehler, die nicht bereinigt wurden bzw. bereinigt werden können sowie die fehlerhafte Verortung der Zählstellenlage ausgeschlossen werden.

### **Abweichungen jdtv/dtw**

Die verwendeten Verkehrsstärken beim Verkehrslärmkataster 2016 beziehen sich auf den jdtv. Beim Verkehrsmodell des vorangegangenen Katasters handelte es sich um ein Werktagsverkehrsmodell.

### **Abweichungen aufgrund der Eingangsverkehrsstrommatrizen**

Die verwendeten Matrizen aus dem Verkehrsmodell Steiermark (Datengrundlage: berechnete Verkehrsnachfrage aus dem Verkehrsmodell Österreich) entstanden für großräumigere Verkehrsmodelle mit verschiedener Detailtiefe.

### **Verkehrsstärken im niederrangige Streckennetz**

Durch die verbesserte Datengrundlage konnte überrepräsentierter Binnenverkehr am niederrangigen Streckennetz in Graz evaluiert werden.

### **Erhöhte Unsicherheit bei niedrigen Verkehrsbelastungen**

Die Kalibrierung konzentriert sich auf das höherrangige Streckennetz.

### **Befahrbarkeit**

Individuelle Abweichungen in der Übereinstimmung der erlaubten Befahrbarkeit oder der Bewertung des Verkehrsnetzes zwischen der GIP, dem Verkehrsmodell und der Realität.

### **Anbindungen und Einfüllpunkte im Verkehrsmodell**

Lage der Anbindungen oder auch Einfüllpunkte und somit die Verteilung wo und in welchem Ausmaß Fahrten eingefügt werden sowie das gewählte Umlegungsverfahren in der Verkehrsplanungssoftware.

### **Binnenverkehr**

Unter- oder überrepräsentierter Binnenverkehr durch Detaillierungsgrad des Verkehrsmodells.

### **Netzbewertung**

Unterschiede aufgrund der Netzwidestände speziell im Bereich von parallel verlaufender Strecken, wo Netzwidestände aufgrund fehlender Zählstellen nur schwer bestimmbar sind.

### **Gewählter Modellansatz**

Algorithmus des mathematischen Kalibrierungsverfahrens

### **Befahrbarkeit der GIP**

Das überarbeitete Netzmodell enthält Befahrbarkeitsinformationen aus der GIP. Im Zuge der Bearbeitung konnten mehrere Netzfehler lokalisiert und vor Matrixkalibrierung behoben werden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass weitere Netzfehler unberücksichtigt blieben.

### **Südgürtel**

Die Wirkung des Südgürtels wurde auf Wunsch des Auftraggebers in der gegenständlichen Bearbeitung bereits zum Teil berücksichtigt, obwohl die Verkehrsfreigabe erst im Frühjahr 2017 erfolgte. Dies betrifft ausschließlich relative Verkehrsverlagerungseffekte aus Ergebnissen der Voruntersuchungen. Eine detaillierte Betrachtung und Überarbeitung der Verkehrsstärken im Nahbereich soll nach Veröffentlichung der Begleitverkehrserhebungen im Herbst 2017 erfolgen.

## 5 Erstellung des Verkehrslärmkatasters

Nach sorgfältiger Analyse und Aufbereitung der Daten erfolgt die Berechnung der Emissionsschallpegel der Abschnitte des Grazer Straßennetzes.

### 5.1 Vorbereiten der Berechnungsdatei

Die Grundlage der Berechnungsdatei wird aus mehreren Quellen zusammengeführt.

#### 5.1.1 Grundinformationen aus der GIP

Die GIP ist ein österreichweites Datenmodell, bei dem Straßen und Wege verschiedener Organisationseinheiten für eine intermodale Verkehrsauskunft verwaltet und bearbeitet werden können.

Aus dem zur Verfügung gestellten Verkehrsgraph der GIP werden folgende Daten entnommen und tabellarisch aufbereitet:

- OBJECT\_ID
- SUBNET\_ID
- Name des Abschnitts in der GIP
- Abschnittslänge

#### 5.1.2 Attributergänzungen

Zur Berechnung der Verkehrslärmemissionen werden die Informationen des Straßengraphen um die entsprechenden Grundlagen ergänzt.

Tabelle 5.1: Ergänzung der Attribute

Attribut	Grundlage
Belag	aus vorangegangenen Lärmkataster
Steigung	aus Verkehrsmodell STMK und GIP
Ganglinientyp	aus vorangegangenen Lärmkataster aus Verkehrsmodell, ergänzt um neue Strecken
Typ	aus Verkehrsmodell und vorangegangenen Lärmkataster
Kapazität	aus Verkehrsmodell und vorangegangenen Lärmkataster

Geschwindigkeit	aus der GIP, bei Bedarf aus Modell ergänzt
Einwohner	aus den Einwohnerdaten
Anzahl PKW	aus Verkehrsmodell
Anzahl LKW	aus Verkehrsmodell
Anzahl (stadtgrenzüberschreitender) Regionalbusse (Tag, Abend, Nacht)	aus den Daten des öffentlichen Verkehrs
Anzahl Stadtbusse (Tag, Abend, Nacht)	aus den Daten des öffentlichen Verkehrs
Anzahl Straßenbahnen (Tag, Abend, Nacht)	aus den Daten des öffentlichen Verkehrs

## 5.2 Berechnung von Grundwerten

Ehe die Berechnung nach der Richtlinie RVS 04.02.11 erfolgen kann, müssen zunächst Information wie die Kfz-Anzahl und der Schwerverkehrsanteil je Beurteilungszeitraum berechnet werden. Für jene Abschnitte die im Verkehrsmodell nicht berücksichtigt werden, erfolgt eine Abschätzung der Verkehrsbelastung wie in Kapitel 4.7 beschrieben. Für jene Abschnitte die auch nach diesem Verfahren keine Verkehrsbelastung aufweisen, wird angenommen, dass eine Grundbelastung von 10 Kfz pro Tag vorliegt. Dies stellt eine Belastung dar, wie sie auch für Straßen, auf denen eigentlich kein Kfz-Verkehr vorgesehen ist, auftreten kann (Wartungsarbeiten, usw.)

Ausgehend von diesen Daten werden nachfolgende Berechnungsschritte durchgeführt und die Berechnungsdatei jeweils um diese Ergebnisse erweitert.

### 5.2.1 Berechnung der maßgebenden stündlichen Verkehrsstärke

Die für Lärmberechnungen maßgebende stündliche Verkehrsstärke errechnet sich aus der jährlich durchschnittlichen Tagesverkehrsstärke JDTV und einem Bemessungsfaktor.

Die jährlich durchschnittliche Verkehrsstärke je Abschnitt wird aus den Erkenntnissen des Verkehrsmodells gewonnen.

- $MSV_L = k_L * JDTV$

Tabelle 5.2: Bemessungsfaktor für Verkehrslärmberechnungen (vgl. RVS 04.02.11)

Straßentyp	Bemessungsfaktor		
	Tag 6 bis 19 Uhr	Abend 19 bis 22 Uhr	Nacht 22 bis 6 Uhr
Straßen mit überwiegend überregionalem Verkehr	0,060	0,036	0,014
Straßen mit überwiegend regionalem Verkehr	0,064	0,029	0,010
Hauptstraßen innerorts	0,062	0,035	0,011
Sammel- und Anliegerstraßen innerorts	0,062	0,041	0,009

## 5.2.2 Berechnung der maßgebenden Schwerverkehrsanteile

Das Verkehrsmodell liefert den Schwerverkehrsanteil an der jährlich durchschnittlich auftretenden Verkehrsstärke.

Für die Berechnung des Verkehrslärmkatasters werden diese Ergebnisse noch weiter bearbeitet, da zur Berechnung der Grundwerte die Anzahl des Schwerverkehrs für jeden Beurteilungszeitraum berechnet werden muss. Außerdem werden der Anteil leichter und schwerer Fahrzeuge und der Anteil der lärmarmen LKW abgeschätzt. Dazu werden einerseits die Richtwerte der Richtlinie und andererseits die Erkenntnisse der Schwerverkehrserhebung herangezogen. Ebenso wird die Anzahl der Regional- und Stadtbusse über einen, um die Anzahl verkehrender Busse, erhöhten Schwerverkehrsanteil berücksichtigt.

Zur Abschätzung des Anteils schwerer und leichter LKWs werden die Richtwerte in Tabelle 7.3 Tabelle verwendet.

Tabelle 5.3: Richtwerte Anteil leichter und schwerer LKW (vgl. RVS 04.02.11)

Straßentyp	Anteil am Schwerverkehr	
	leichte LKW	schwere LKW
Straßen mit überwiegend überregionalem Verkehr	25%	75%
Straßen mit überwiegend regionalem Verkehr	90%	10%
Hauptstraßen innerorts	60%	40%
Sammel- und Anliegerstraßen innerorts	95%	5%

Anschließend wird der Anteil von lärmarmen Schwerverkehrsfahrzeugen von 71 Prozent berücksichtigt.

Das Ergebnis bildet die Anzahl schwerer bzw. leichter LKW, unterteilt in lärmarme bzw. nicht lärmarme LKW, je Beurteilungszeitraum ab.

## 5.2.3 Basiswertberechnung

Anschließend werden die Basiswerte, in Abhängigkeit der Attribute des jeweiligen Straßenabschnittes, für die Fahrzeugemission berechnet.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die berücksichtigten Fahrbahndeckschichten. Bei Pflasterdeckschichten werden die Basiswerte für Asphaltbeton in Abhängigkeit der erlaubten Geschwindigkeit und der Pflasterart zwischen 2 und 6 dB erhöht.

Tabelle 5.4: Basiswerte der Fahrzeugemission (vgl. RVS 04.02.11)

Fahrbahndecke	Basiswerte für die Fahrzeugemission				
	$L_{PKW,F}$	$L_{LKW,F}$	$L_{LKW,lärmam,F}$	$L_{LKWs,F}$	$L_{LKWs,lärmam,F}$
Asphaltbeton	48,8	56,3	54,3	60,3	58,3
Offenporiger Asphalt	45,6	51,2	49,2	55,2	53,2
Waschbeton	50,3	55,8	53,8	59,8	57,8

Der Einfluss der Geschwindigkeit wird folgendermaßen berücksichtigt.

Tabelle 5.5: Kennwerte für den Einfluss der Geschwindigkeit (vgl. RVS 04.02.11)

Fahrbahndecke	Basiswerte für die Fahrzeugemission in dB		
	$K_{V,PKW,F}$	$K_{V,LKW,F}$	$K_{V,LKW,lärmam,F}$
Asphaltbeton	$20,0 * \lg(V/50)$	$5,9 * \lg(V/50)$	$15,9 * \lg(V/50)$
Offenporiger Asphalt	$20,5 * \lg(V/50)$	$7,6 * \lg(V/50)$	$17,6 * \lg(V/50)$
Waschbeton	$21,6 * \lg(V/50)$	$6,0 * \lg(V/50)$	$16,0 * \lg(V/50)$

Der Einfluss der Steigung wird nach folgenden Tabellen berücksichtigt.

Tabelle 5.6: Kennwerte für den Einfluss der Längsneigung bei PKW (vgl. RVS 04.02.11)

Einfluss der Längsneigung in dB		
Längsneigung [%]	$K_{L,PKW}$	
	Steigung	Gefälle
$\leq 8$	0	0
9	1	0
10	2	0
11	3	0
12	3	0
13	3	1
14	3	2
$\geq 15$	3	3

Tabelle 5.7: Kennwerte für den Einfluss der Längsneigung bei LKW (vgl. RVS 04.02.11)

Einfluss der Längsneigung in dB		
Längsneigung [%]	$K_{L,LKW}$	
	Steigung	Gefälle
$\leq 2$	0	0
4	2	0
6	4	1
8	5	2
10	6	3
12	7	4
$\geq 14$	8	4

## 5.2.4 Berechnung des energieäquivalenten Dauerschallpegels

Zur Ausweisung der Lärmindizes Tag, Abend und Nacht ( $L_{\text{day}}$ ,  $L_{\text{evening}}$ ,  $L_{\text{night}}$ ) werden die energieäquivalenten Dauerschallpegel für die Beurteilungszeiträume berechnet.

Dafür werden folgende Formeln verwendet (vgl. RVS 04.02.11):

$$L_{A,eq} = 10 \cdot \lg (10^{L_{eq,PKW}/10} + 10^{L_{eq,LKW}/10} + 10^{L_{eq,LKWI,lärmarm}/10} + 10^{L_{eq,LKWs}/10} + 10^{L_{eq,LKWs,lärmarm}/10}) \text{ [dB]}$$

mit

$$L_{eq,PKW} = L_{PKW,F} + K_{V,PKW,F} + K_{L,PKW} + 10 \lg M_{PKW} \text{ [dB]}$$

$$L_{eq,LKWI} = L_{LKWI,F} + K_{V,LKWI,F} + K_{L,LKW} + 10 \lg M_{LKWI} \text{ [dB]}$$

$$L_{eq,LKWI,lärmarm} = L_{LKWI,lärmarm,F} + K_{V,LKWI,lärmarm,F} + K_{L,LKW} + 10 \lg M_{LKWI,lärmarm} \text{ [dB]}$$

$$L_{eq,LKWs} = L_{LKWs,F} + K_{V,LKWs,F} + K_{L,LKW} + 10 \lg M_{LKWs} \text{ [dB]}$$

$$L_{eq,LKWs,lärmarm} = L_{LKWs,lärmarm,F} + K_{V,LKWs,lärmarm,F} + K_{L,LKW} + 10 \lg M_{LKWs,lärmarm} \text{ [dB]}$$

Zur Berechnung des Lärmindex Tag-Abend-Nacht wird folgende Formel verwendet.

$$L_{den} = 10 \cdot \lg \frac{1}{24} (13 \cdot 10^{L_{\text{day}}/10} + 3 \cdot 10^{(L_{\text{evening}} + 5)/10} + 8 \cdot 10^{(L_{\text{night}} + 10)/10}) \text{ [dB]}$$

## 5.2.5 Übergabe der Ergebnisse

Die Übergabe der Ergebnisse erfolgt einerseits durch die Abgabe der Berechnungsdatei und andererseits als Shapefile im GIS-Format.

Weil bei der Übergabe eines Shapefiles der Attributname auf zehn Zeichen gekürzt wird, werden folgende Abkürzungen verwendet:

SV_Ant_d	Schwerverkehrsanteil Tag (day)
SV_Ant_e	Schwerverkehrsanteil Abend (evening)
SV_Ant_n	Schwerverkehrsanteil Nacht (night)
Reg_d	Anzahl Regionalbusse Tag (day)
Reg_e	Anzahl Regionalbusse Abend (evening)
Reg_n	Anzahl Regionalbusse Nacht (night)
Stadt_d	Anzahl Stadtbusse Tag (day)
Stadt_e	Anzahl Stadtbusse Abend (evening)
Stadt_n	Anzahl Stadtbusse Nacht (night)
Bim_d	Anzahl Straßenbahn Tag (day)
Bim_e	Anzahl Straßenbahn Abend (evening)
Bim_n	Anzahl Straßenbahn Nacht (night)

Lden\_Mit Lärmindex Tag-Abend-Nacht mit ÖV-Berücksichtigung  
Lde\_Ohne Lärmindex Tag-Abend-Nacht ohne ÖV-Berücksichtigung  
Lden\_Bim Lärmindex Tag-Abend-Nacht nur Straßenbahnen  
Ld\_Mit Lärmindex Tag mit ÖV-Berücksichtigung  
Le\_Mit Lärmindex Abend mit ÖV-Berücksichtigung  
Ln\_Mit Lärmindex Nacht mit ÖV-Berücksichtigung  
Ld\_Ohne Lärmindex Tag ohne ÖV-Berücksichtigung  
Le\_Ohne Lärmindex Abend ohne ÖV-Berücksichtigung  
Ln\_Ohne Lärmindex Nacht ohne ÖV-Berücksichtigung

## 6 Ergebnisse und statistische Auswertungen

Ein Hauptzweck für die Erstellung einer aktuellen Fassung des Lärmkatasters ist die Analyse von Trends der Lärmentwicklung in Graz.

Ein direkter Vergleich der Lärmemissionen mit den Ergebnissen der vorangegangenen Verkehrslärmkataster ist nur erschwert möglich. Verbesserte Datengrundlagen erlauben eine nur bedingt gültige Aussagekraft in der Vergleichbarkeit.

Im Lärmkataster 2000 waren insgesamt 1.069 km Straßennetz enthalten. Durch die Abstimmung der Straßendaten mit dem Stadtvermessungsamt wurde vor allem das untergeordnete Straßennetz stark erweitert. Das bearbeitete Straßennetz umfasst in den Bearbeitungen für den Lärmkataster 2005 und 2007 1.219 km Straßen. Mit der Datengrundlage GIP wurden 2011 1.286 km Straßen berücksichtigt. In der aktuellen Bearbeitung umfassen die Längenbilanzen knapp 1.500 km Straßennetz. Es werden Längenbilanzen nach der Zuständigkeit als Straßenerhalter (Tab. 8.1) und nach dem Ganglinientyp (Tab. 8.2) angeführt.

Tabelle 6.1: Längenbilanz nach Straßenerhalter (Subnetz)

SUBNETZ	2016 (2011)	
	Länge [km]	Anteil [%]
Autobahnen	52,2 (48,5)	3,5 (3,8)
Landesstraßen	152,5 (127,4)	10,2 (9,9)
Gemeindestraßen	1073,8 (1043,5)	71,6 (81,1)
Straßenbahn- und Bustrassen	12,7 (12,2)	0,8 (1,0)
Sonstige Straßen	208,6 (54,3)	13,9 (4,2)
Summe	1499,8 (1285,9)	100

Im Wesentlichen erhöht sich im Vergleich zum Verkehrslärmkataster 2011 nur der Anteil der sonstigen Straßen.

Tabelle 6.2: Längenbilanz nach dem Ganglinientyp

Bezeichnung des Ganglinientyps	2016 (2011)		
	Ganglinientyp	Länge [km]	Anteil [%]
Radialstraße Typ P	Typ 1	20,8 (20,6)	1,4 (1,6)
Radialstraße Typ E	Typ 2	18,9 (19,2)	1,3 (1,5)
Gürtelstraße Typ P	Typ 3	4,8 (4,8)	0,3 (0,4)
Gürtelstraße Typ E	Typ 4	4,6 (4,7)	0,3 (0,4)
Zufahrten Typ Z	Typ 5	101,5 (97,0)	6,8 (7,5)

Innerstädtische Straßen Typ I	Typ 6	3,6 (3,8)	0,2 (0,3)
Standardganglinie Typ S	Typ 7	1345,4 (1135,8)	89,7 (88,3)
	Summe	1499,8 (1285,9)	100

Die Ergebnisse werden einerseits in Gesamtlärmbilanzen andererseits nach dem Subnetz berechnet. Detailergebnisse können dem Anhang entnommen werden. Die Betrachtung nach dem Subnetz (Ergebnisvisualisierung in den nachfolgenden Diagrammen) wurde deshalb gewählt, da sich die Datenbasis GIP langfristig in ihrer Struktur nicht ändern wird und da deshalb ein Vergleich nach dem Subnetz als am sinnvollsten erscheint. Die Abbildungen sind dabei so gewählt und aufbereitet, dass sie mit Ergebnissen zukünftiger Verkehrslärmkataster ohne großen Aufwand ergänzt werden können.

Die Vergleichslärmbilanzen zeigen zum Teil deutliche Unterschiede, deren Hauptgründe nachfolgend kurz zusammengefasst werden:

- Berücksichtigung der Emissionsbänder und Verkehrsstärken der ASFINAG
- Dezimierung des Binnenverkehrs
- Abschnittsgeschwindigkeiten der GIP
- Zusätzliche Strecken
- Taktverdichtung im ÖV

## 6.1 Gesamtlärmbilanzen 2016

Die Gesamtlärmbilanzen und alle nachfolgend abgebildeten Ergebnisse beziehen sich auf Schallemissionen unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs. Das gesamte Netz umfasst 1.499,8 km.

Die Gesamtlärmbilanz über den Zeitraum Tag zeigt, dass knapp 64 % des gesamten Straßennetzes Schallemissionen unter 60 dB aufweisen. Dies bedeutet somit, dass nur rund ein Drittel des Wegenetzes die Schallemissionen von 60 dB überschreiten.

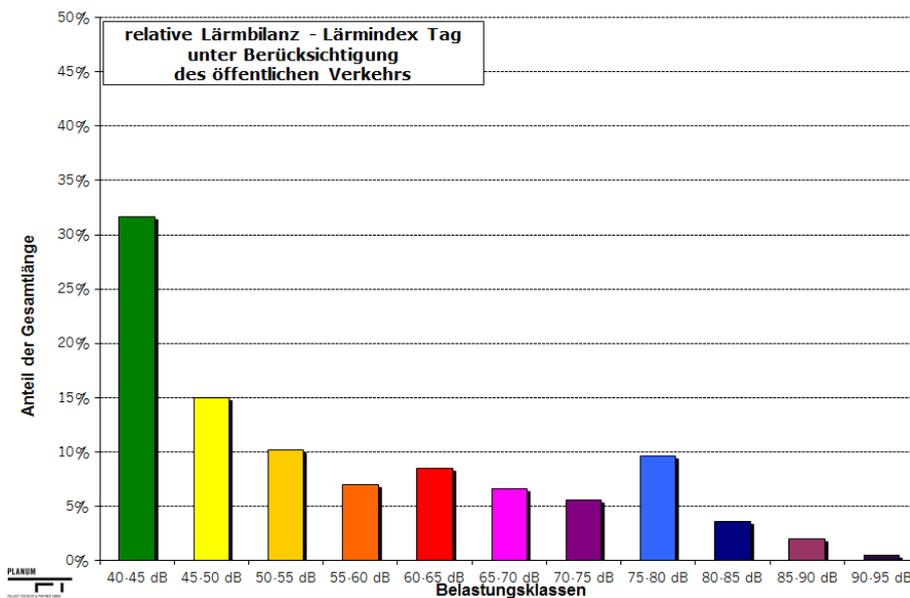


Abbildung 6.1: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag

Im Vergleich der Lärmbilanzen 2011-2016 zeigt sich durch die hohen Verschiebungen der relativen Anteile in Richtung niedrigere Belastungsklassen deutlich, dass ein Teil des Binnenverkehrs reduziert wurde.

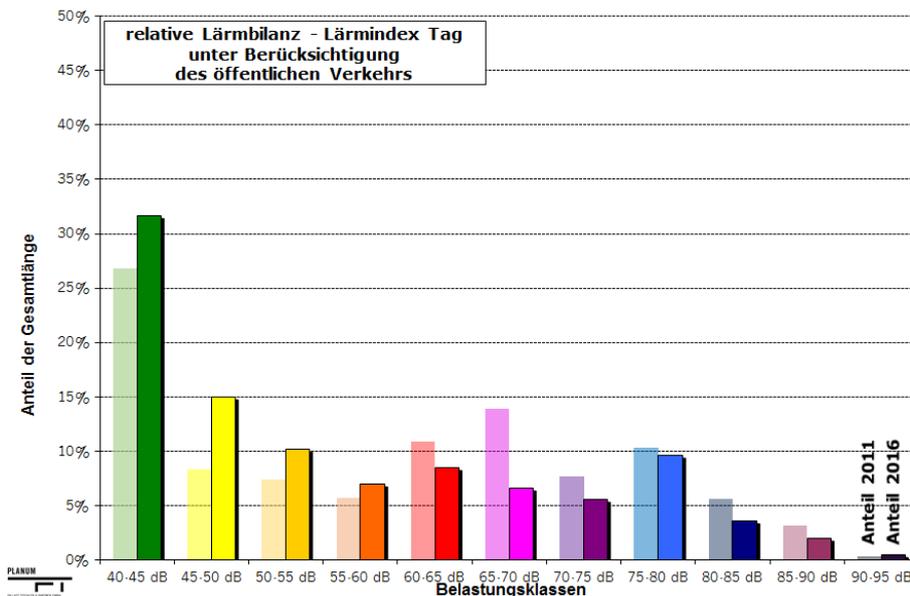


Abbildung 6.2: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016

Betrachtet man den Beurteilungszeitraum Abend zwischen 19:00 und 22:00 Uhr, erkennt man, dass bereits weniger Lärm aufgrund der geringeren Verkehrsbelastung emittiert wird. Es fallen keine Straßenabschnitte mehr in die Belastungsklasse zwischen 90 und 95 dB.

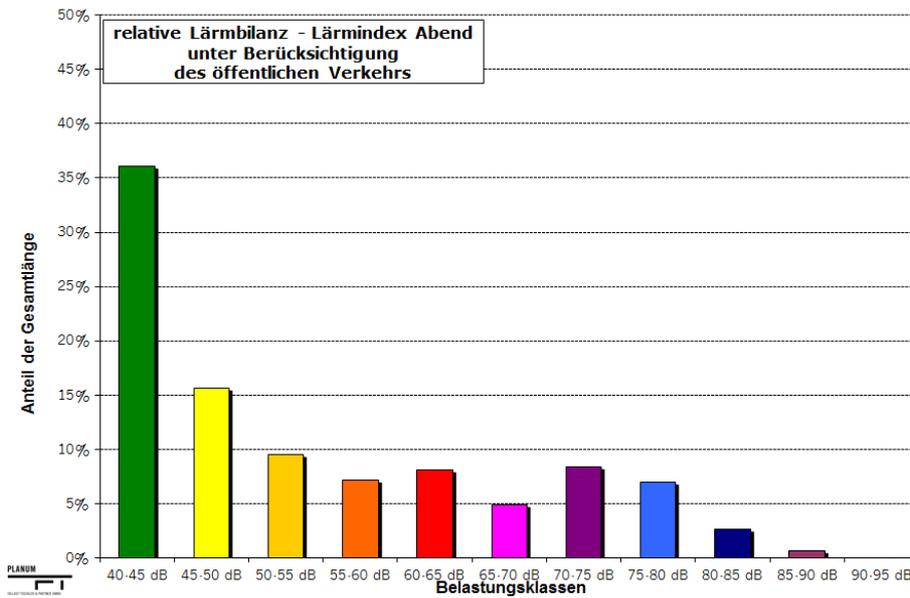


Abbildung 6.3: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Abend

Der Bilanzvergleich zeigt auch im Abendzeitraum dieselben Merkmale

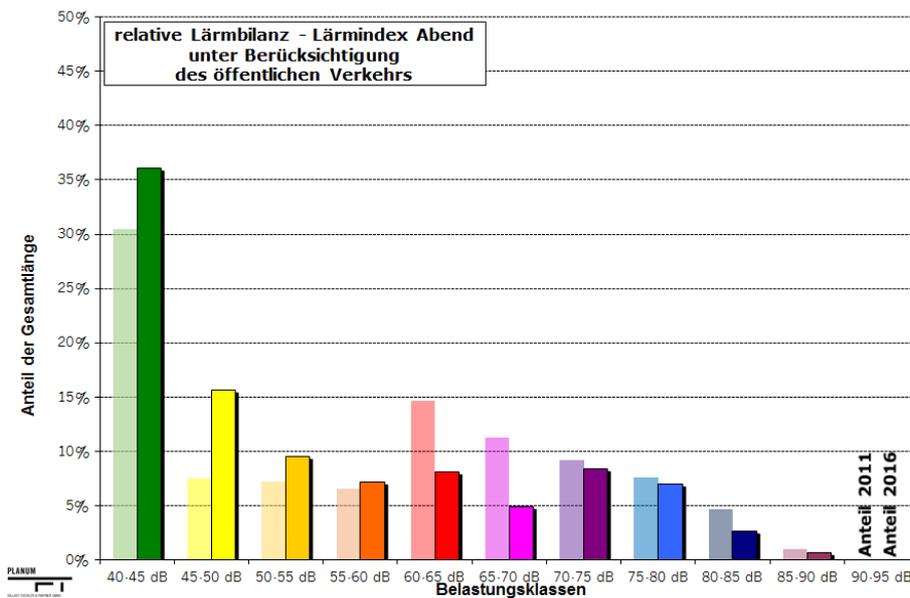


Abbildung 6.4: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016

In der Nacht steigt der Anteil der Straßenlängen mit geringen Lärmemissionen unter 45dB auf insgesamt 47 % an, wobei der Anstieg von rund 41% zu einem großen Teil auf den Anstieg des sonstigen Straßennetzes zurückzuführen ist.

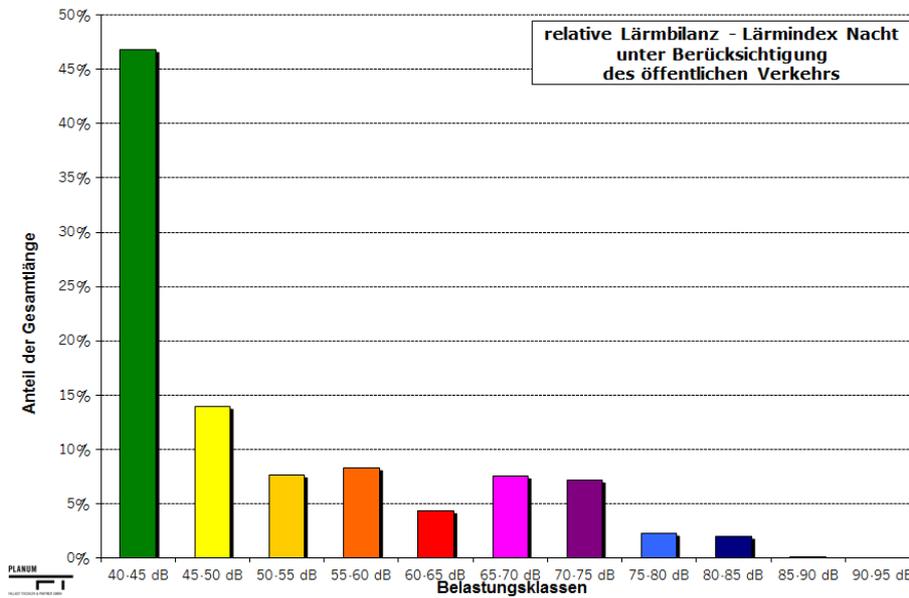


Abbildung 6.5: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Nacht

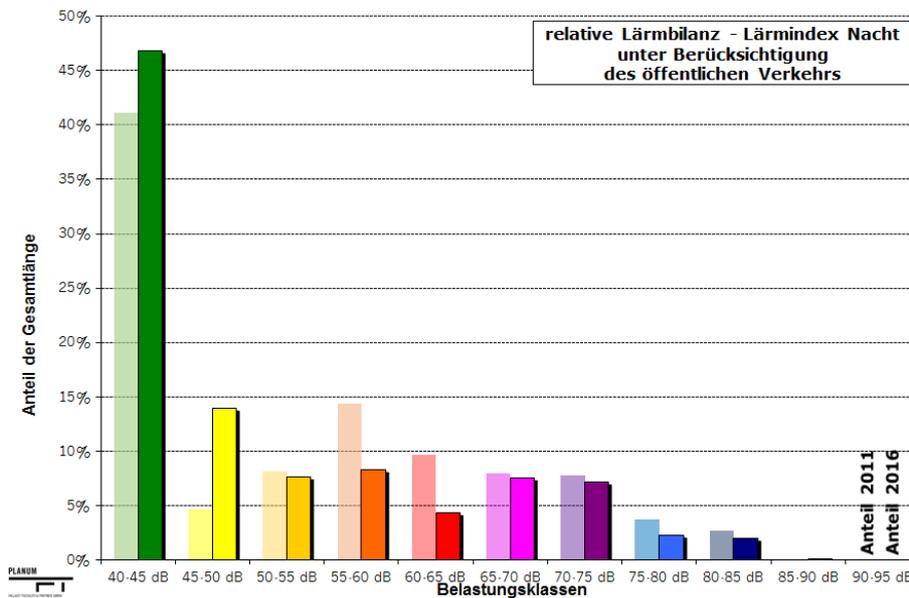


Abbildung 6.6: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016

Errechnet man sich aus diesen Ergebnissen den Lärmindex Tag-Abend-Nacht und vergleicht man die Schallemissionen über die Längen der Abschnitte zur Gesamtlänge, so gibt es keine

Straße, die im Verkehrslärmkataster berücksichtigt wurde, die Schallemissionen von weniger als 50 dB aufweist.

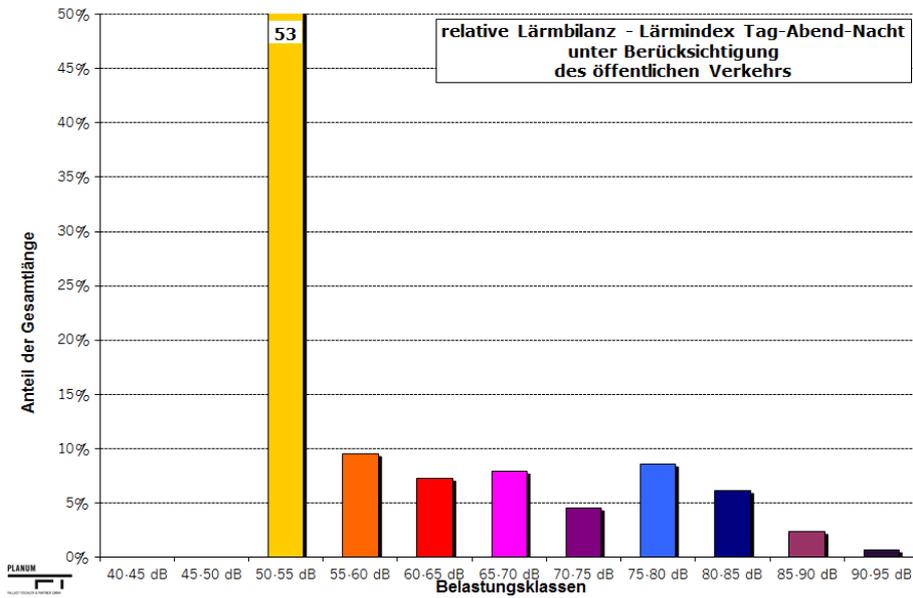


Abbildung 6.7: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag-Abend-Nacht

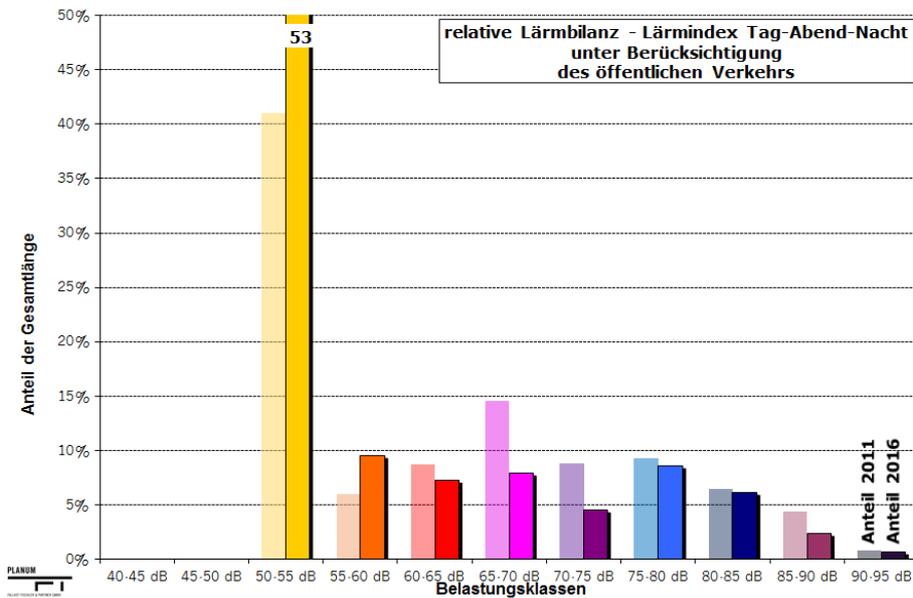


Abbildung 6.8: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016

## 6.2 Lärmbilanzen nach dem Subnetz

Die nachfolgenden Abbildungen und Beschreibungen beziehen sich auf die Ergebnisse der Berechnungen unterteilt nach der Zugehörigkeit zu einem Subnetz. Wiederum wird die Gesamtverkehrsbelastung (unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs) als Grundlage verwendet.

### 6.2.1 Subnetz Autobahnen im Stadtgebiet

Die Abschnitte des Autobahnnetzes weisen die höchsten Schallemissionen auf. Die Ursache dafür sind die hohen Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten. Der Anteil des Straßennetzes mit einer Belastung über 80 dB beträgt 83%. Der Anteil gering belasteter Abschnitte erklärt sich in allen Beurteilungszeiträumen durch das Bestehen von Ausweichen und wenig belasteten Autobahnrampen im Subnetz Autobahnen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Schallemissionen für die Autobahnstrecken unter Berücksichtigung der übermittelten Emissionsbänder enthalten sind.

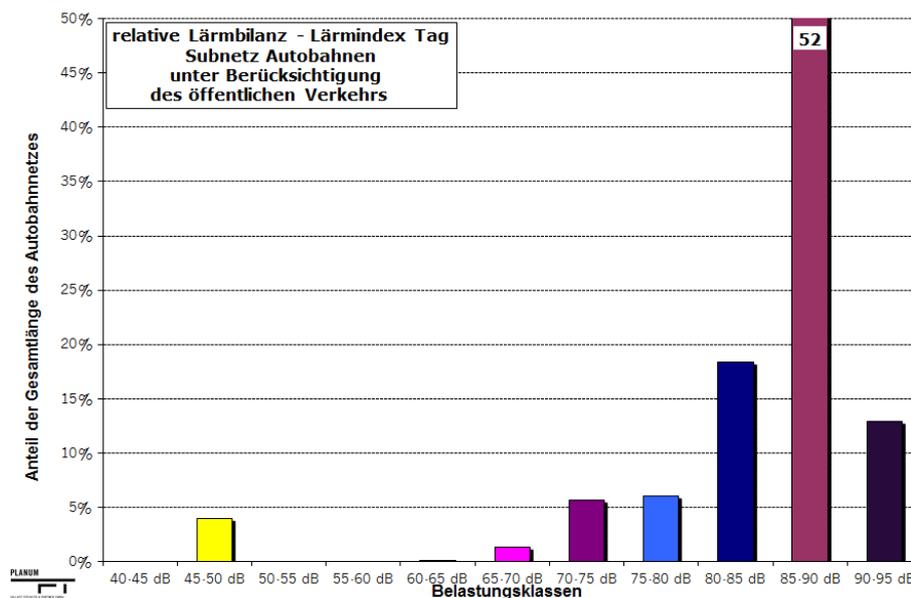


Abbildung 6.9: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Tag

Der Anstieg in der Belastungsklasse 45-50 dB und die Verschiebungen in den oberen Klassen (teilweiser An- und Abstieg) ist auf die unterschiedlichen und widersprüchlichen Kalibrierungsgrundlagen im Vergleich zu 2011 zurückzuführen (Randbedingung Emissionsbänder der ASFINAG).

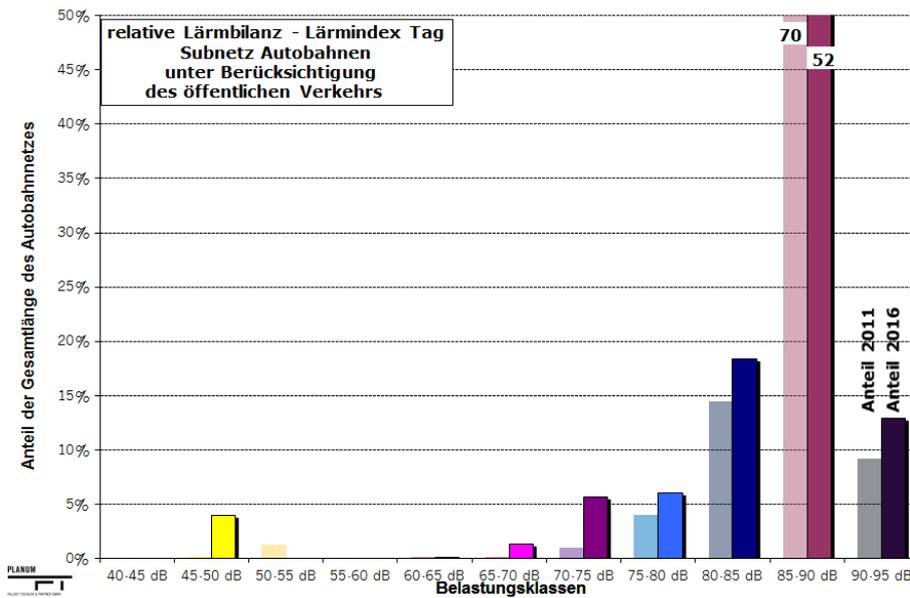


Abbildung 6.10: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016

Wie auch in der Gesamtbilanz ist die Abnahme der Schallemissionen als Folge der geringeren Verkehrsbelastungen in den Abbildungen für die Zeiträume Abend und Nacht erkennbar.

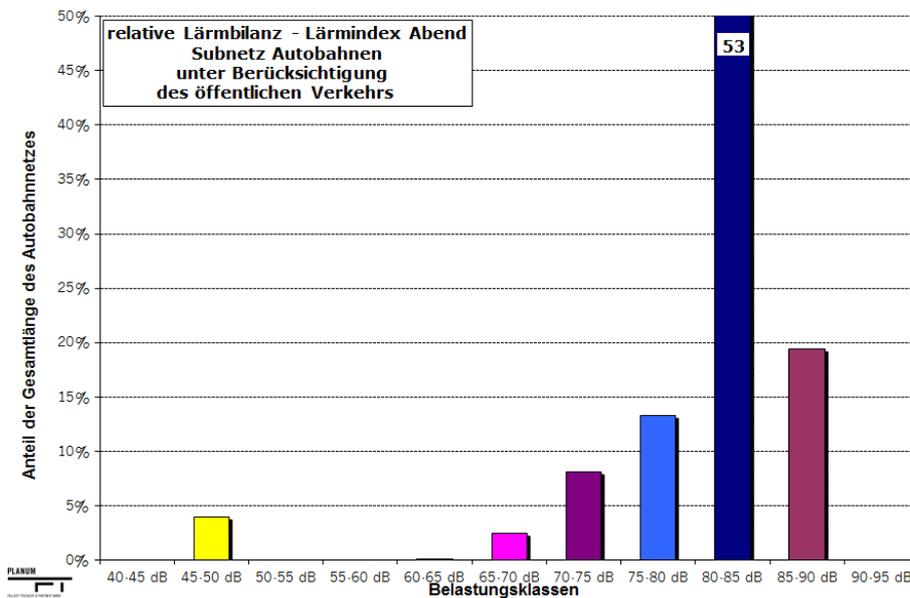


Abbildung 6.11: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Abend

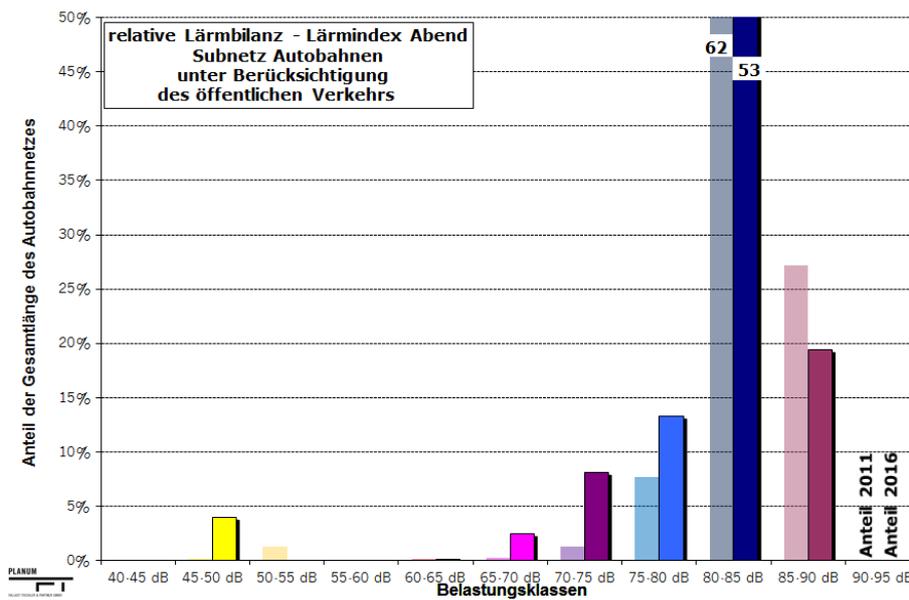


Abbildung 6.12: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016

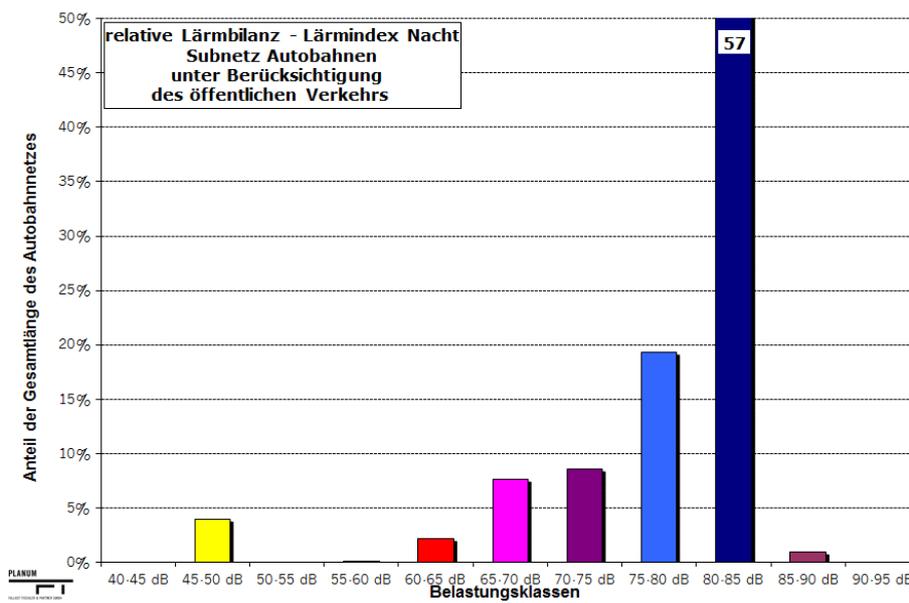


Abbildung 6.13: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Nacht

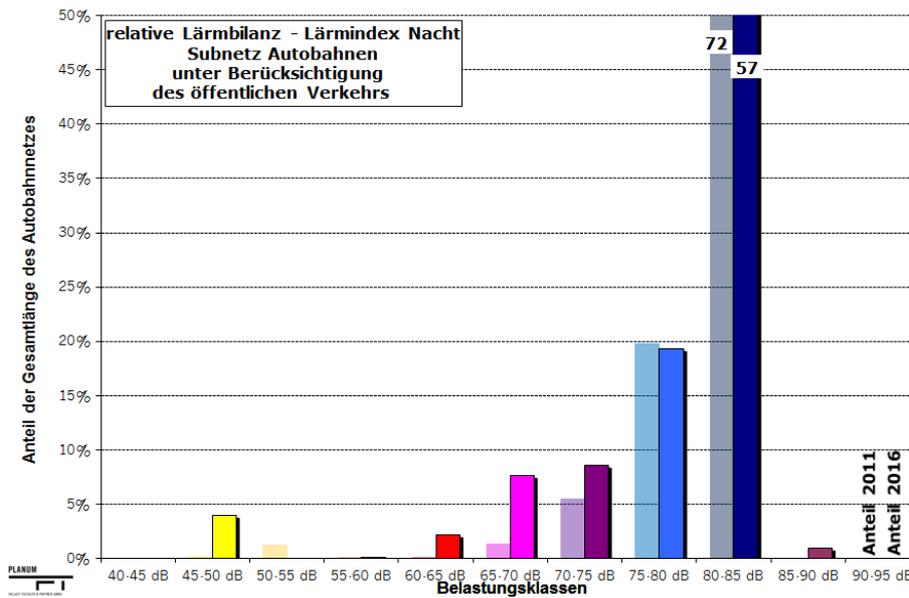


Abbildung 6.14: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016

In der Nacht sinken die berechneten Lärmemissionen auf 99% der Abschnitte auf unter 85 dB. Die insgesamt 52,2 km Autobahnen im Stadtgebiet weisen die nachfolgend dargestellten Anteile an Schallemissionen für Tag-Abend-Nacht auf.

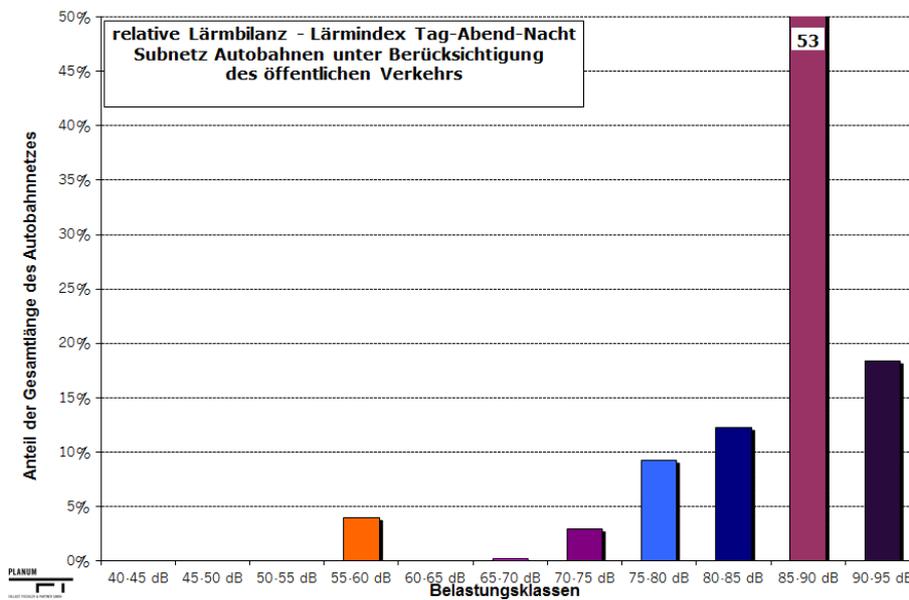


Abbildung 6.15: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Tag-Abend-Nacht

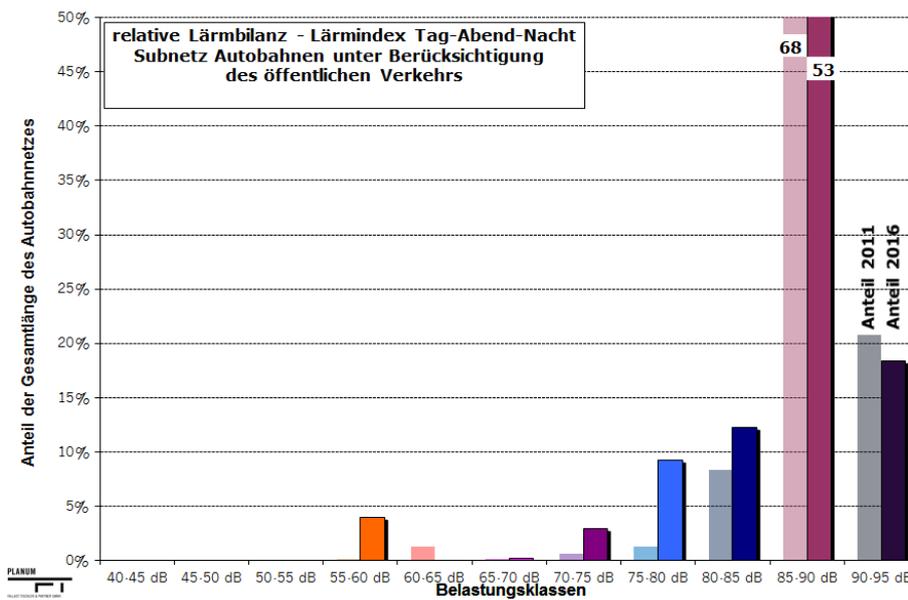


Abbildung 6.16: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016

## 6.2.2 Subnetz Landesstraßen im Stadtgebiet

Ein Zehntel des gesamten Straßennetzes der Stadt Graz entfällt auf Landesstraßen, die sich wiederum aus den durch das Land Steiermark übernommenen Bundesstraßen und den bis zu diesem Zeitpunkt bestehenden Landesstraßen zusammensetzen.

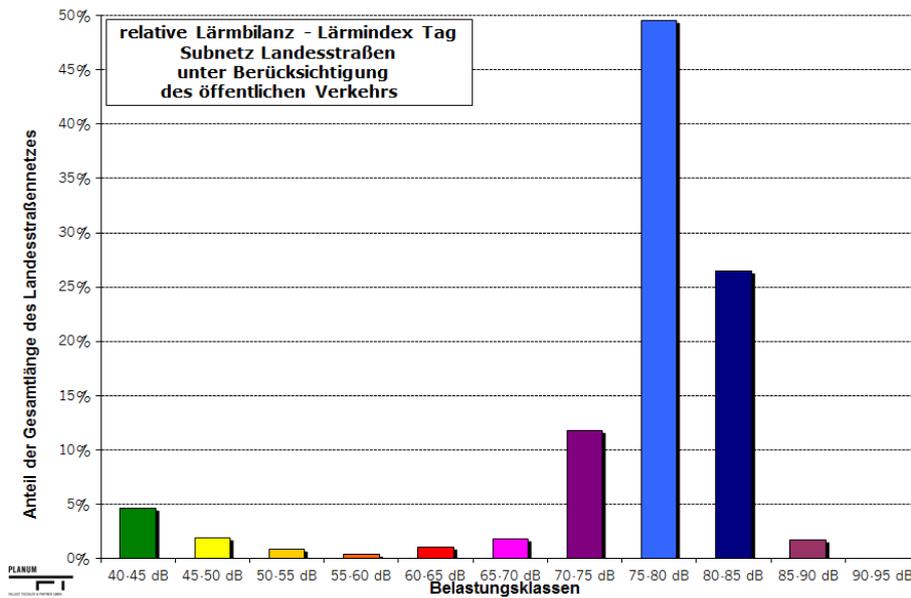


Abbildung 6.17: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Tag

Die deutlichen Verschiebungen in den oberen Belastungsklassen lassen sich wiederum auf die Randbedingungen der vorgegebenen Verkehrsstärken ableiten. Der unmittelbare Nahbereich ist von den Auswirkungen natürlich stärker betroffen.

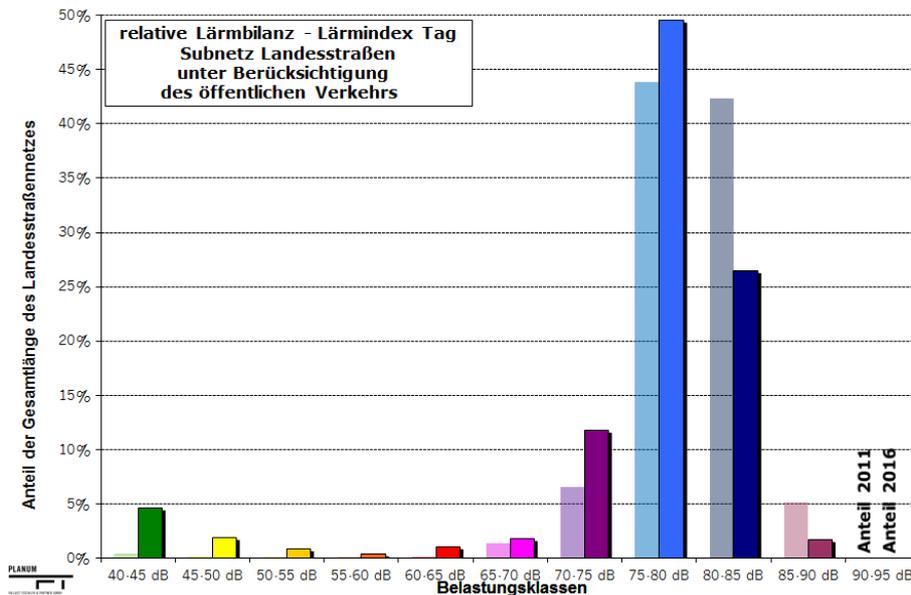


Abbildung 6.18: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016

Auch hier werden durch die hohe Verkehrsbelastung hohe Emissionsschallpegel erreicht. Der Großteil des Landesstraßennetzes, rund 50%, fällt im Beurteilungszeitraum Tag in die Belastungsklassen zwischen 75 und 85 dB.

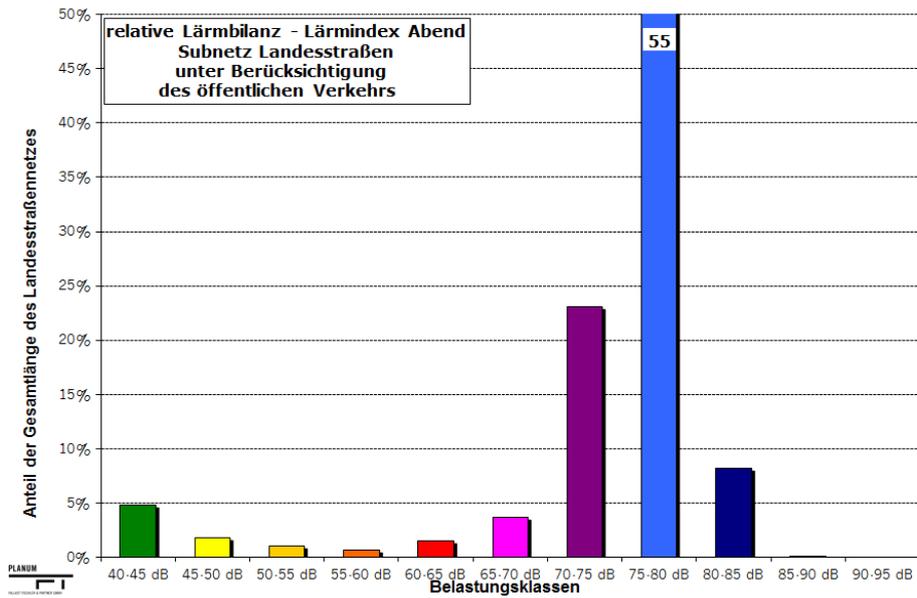


Abbildung 6.19: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Abend

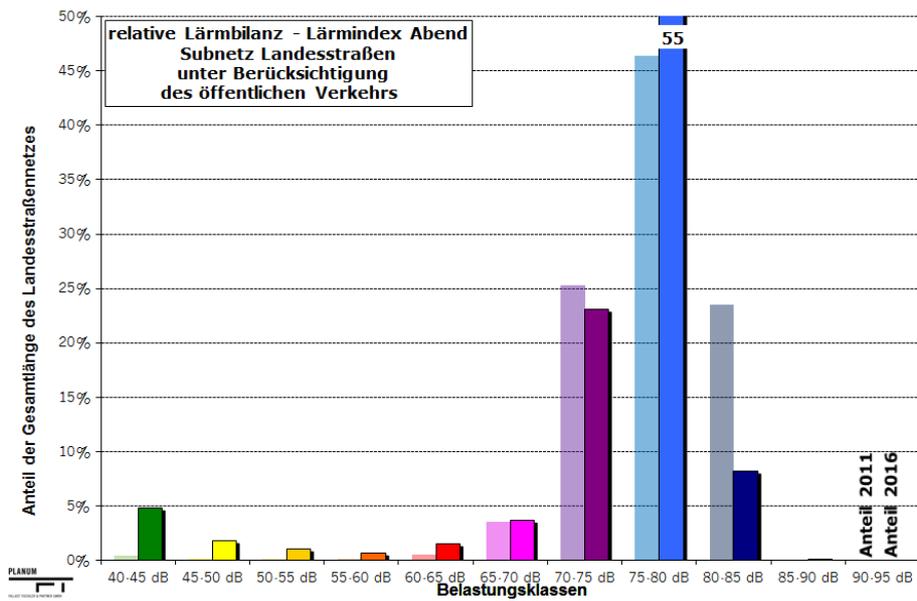


Abbildung 6.20: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016

Während des Abends und in der Nacht sinkt die Verkehrsbelastung stark. Emissionsschallpegel über 85dB treten nahezu nicht auf.

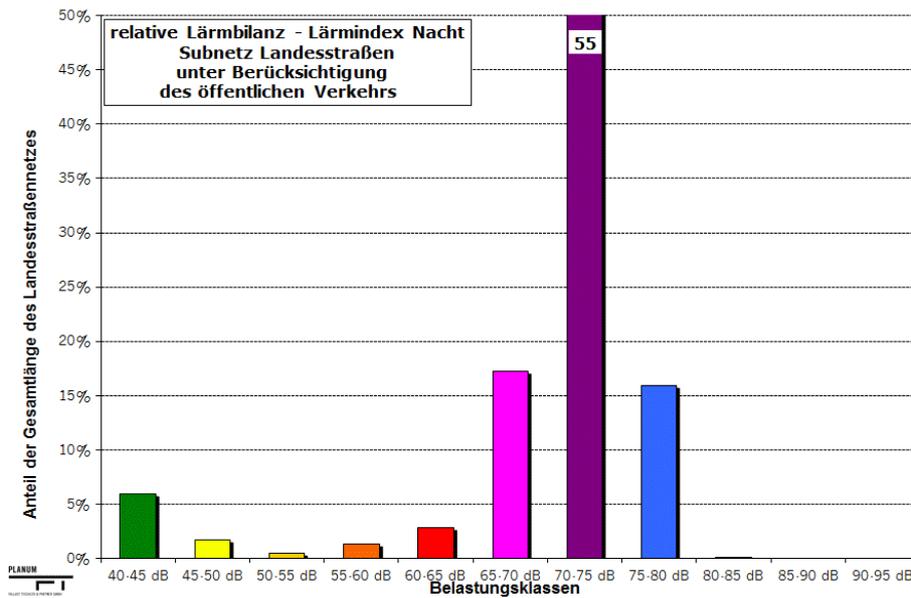


Abbildung 6.21: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Nacht

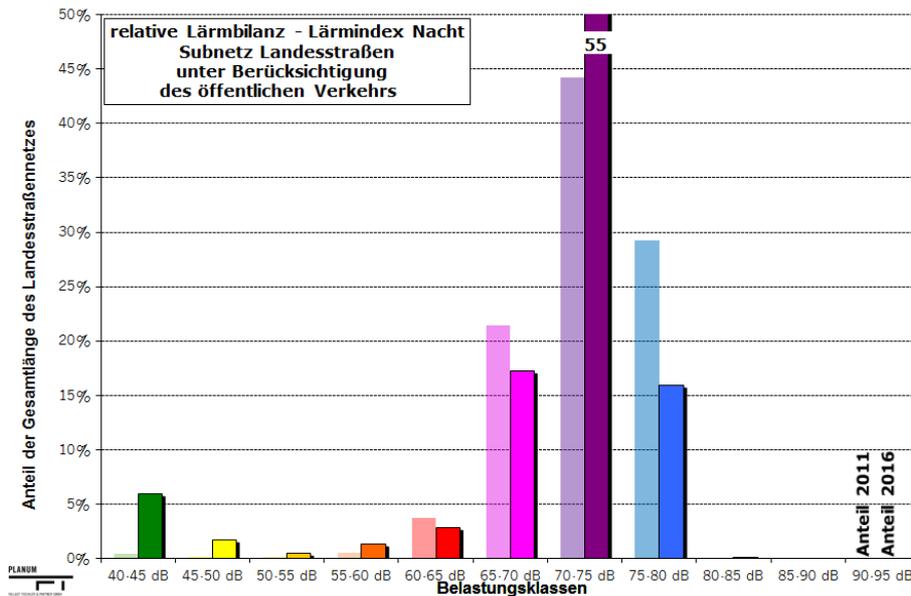


Abbildung 6.22: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016

Die Abbildung der relativen Lärmbilanz Tag-Abend-Nacht zeigt zwar in der Belastungsklasse 80-85 dB eine Spitze, verläuft aber im Vergleich zu den Autobahnen schon weitaus flacher. Der zuvor genannte Effekt der geringeren zu Grunde gelegten Verkehrsstärken trifft auch hier zu.

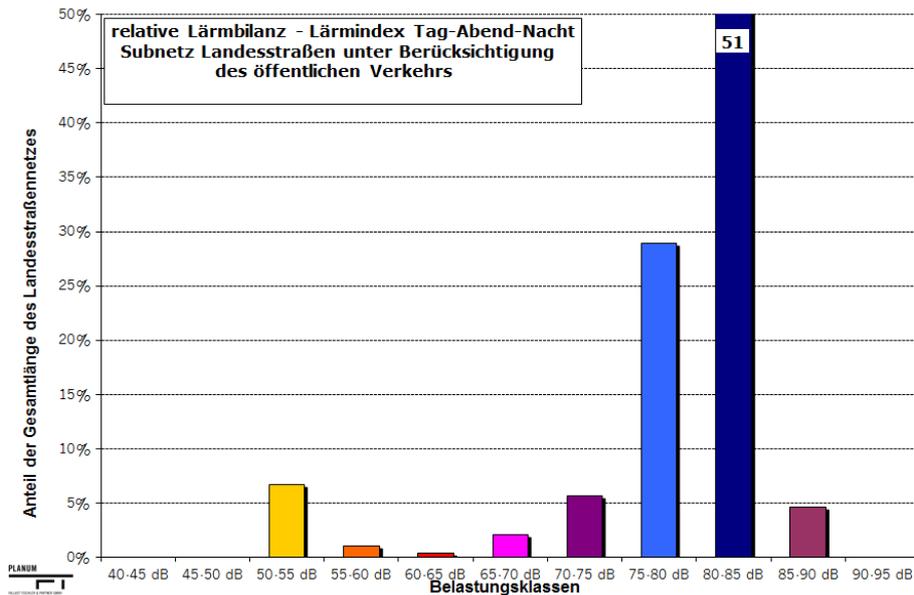


Abbildung 6.23: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht

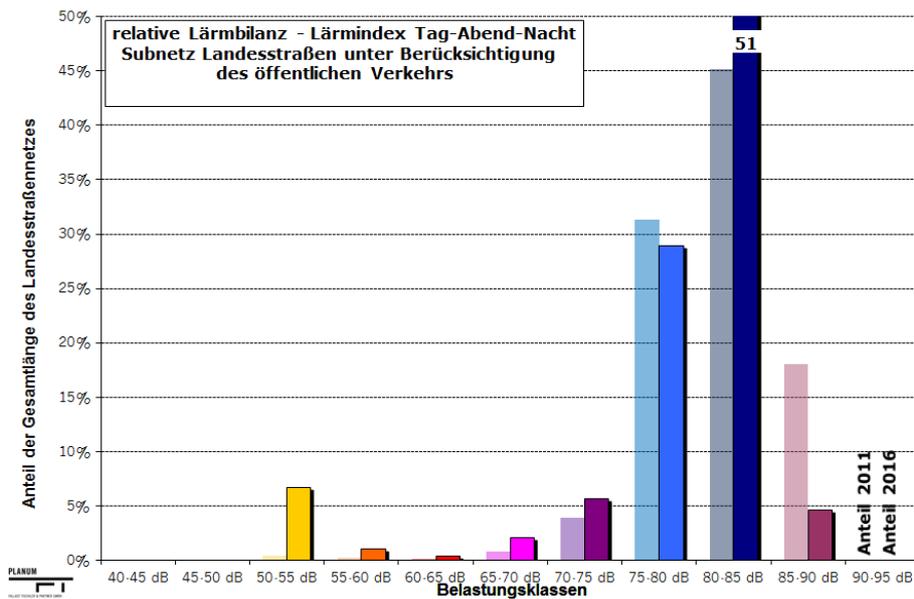


Abbildung 6.24: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016

### 6.2.3 Subnetz Gemeindestraßen

Das Gemeindestraßennetz der Stadt Graz umfasst rund 1073,8 km und hat damit einen Anteil von etwa 72 % des Gesamtnetzes. Die Verkehrsbelastungen unterscheiden sich dabei erheblich. Folglich zeigen die Auswertungen eine hohe Streuung der Ergebnisse.

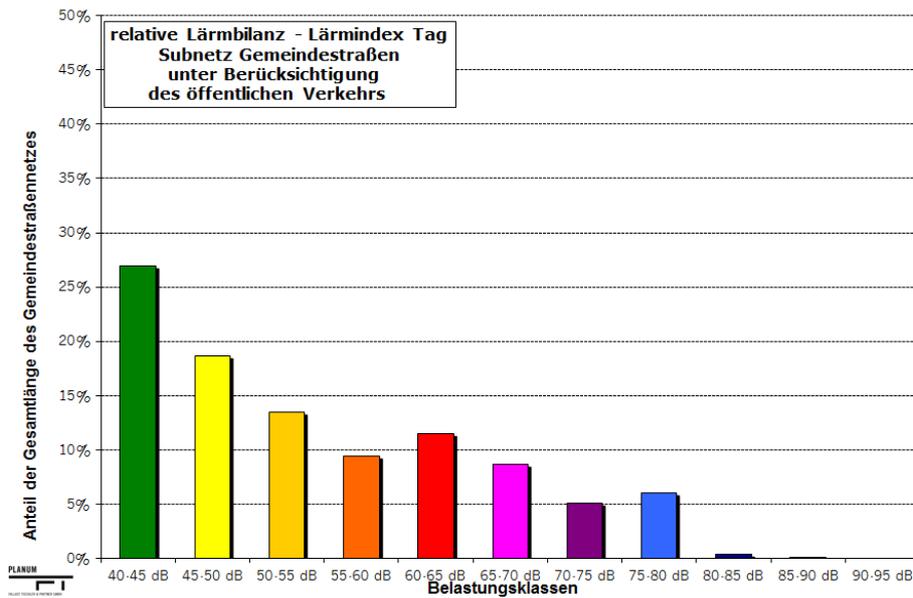


Abbildung 6.25: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindefraßen Zeitraum Tag

Vor allem durch die Dezimierung des berücksichtigten Binnenverkehrs nehmen die Anteile der höheren Belastungsklassen ab.

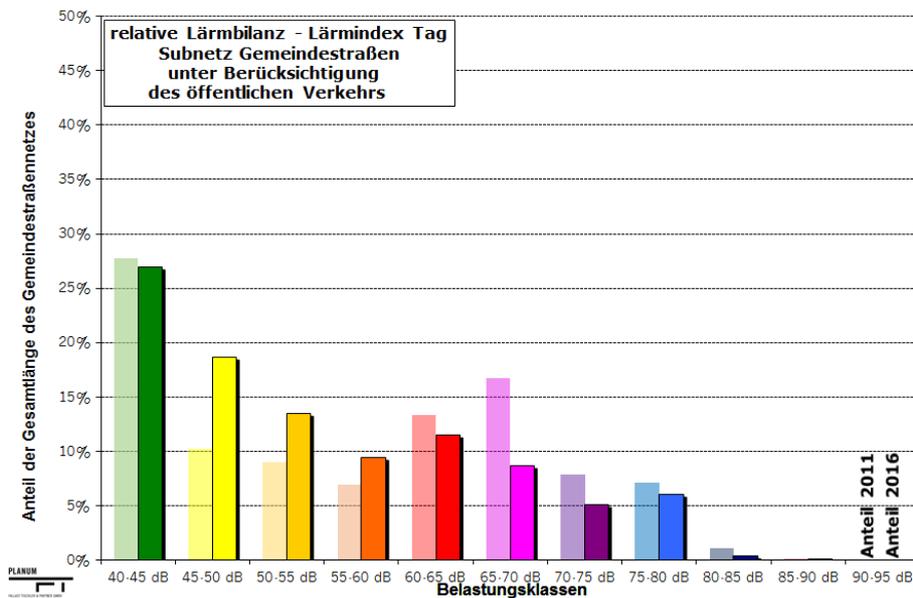


Abbildung 6.26: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindefraßen Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016

Fast 70% der Gemeindefraßenetzlänge fällt unter die Belastungsklassen mit Schallemissionen von weniger als 60 dB während des Tages.

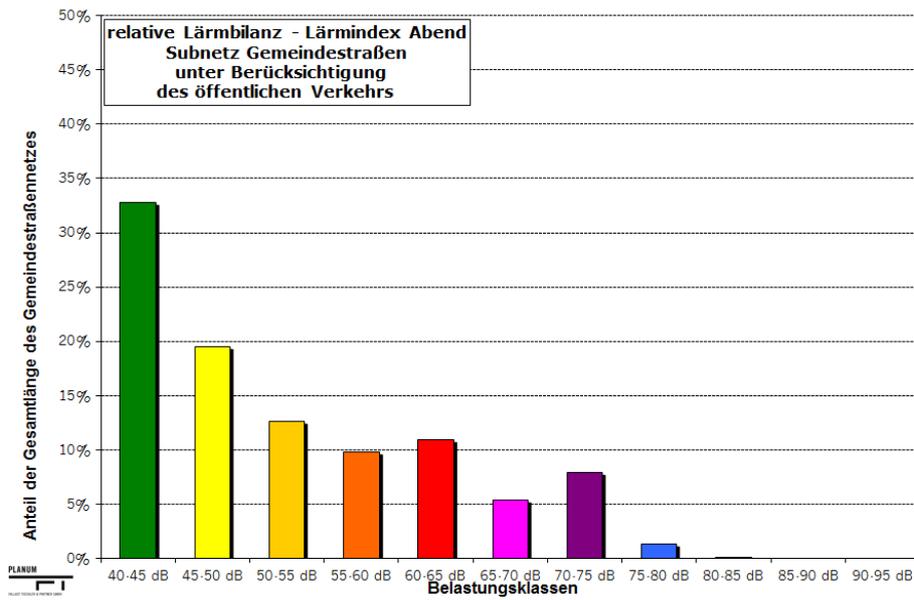


Abbildung 6.27: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen Zeitraum Abend

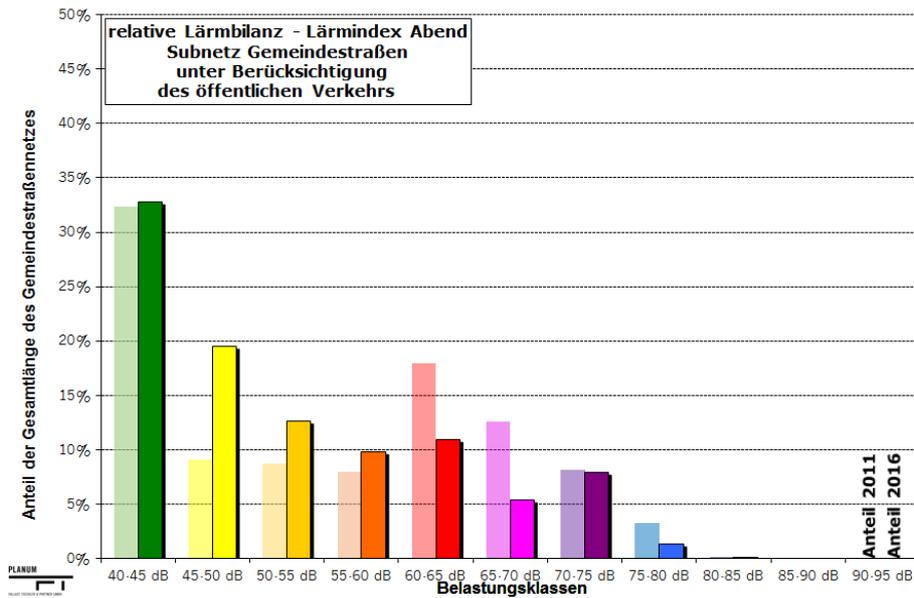


Abbildung 6.28: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016

Am Abend weisen nur mehr ca. 10 % der Abschnitte einen Emissionsschallpegel von über 70 dB auf.

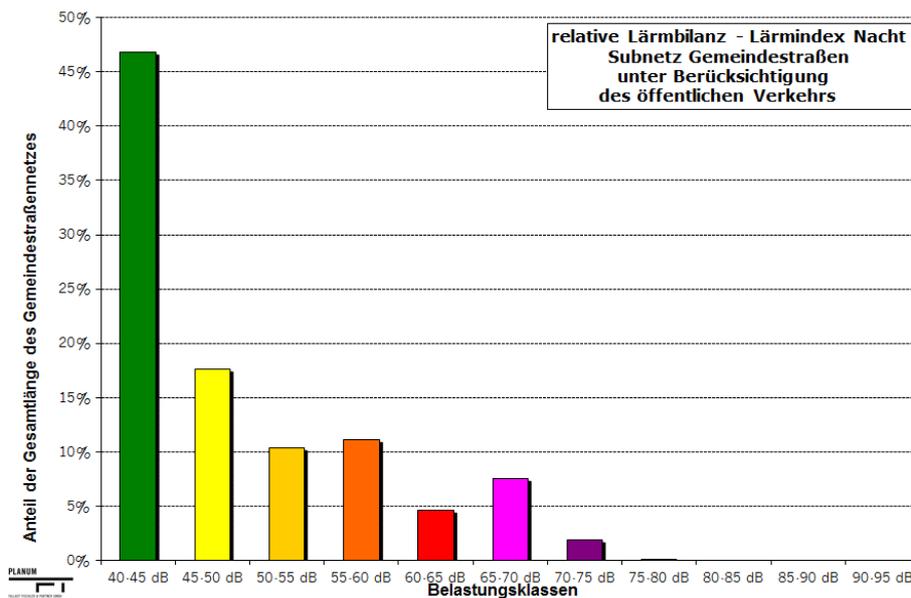


Abbildung 6.29: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen Zeitraum Nacht

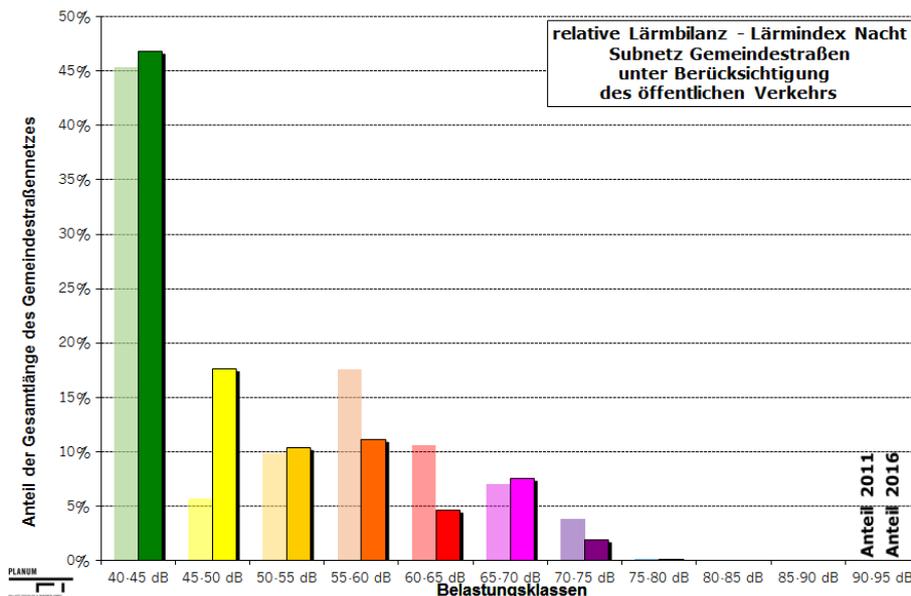


Abbildung 6.30: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016

Während der Nachtstunden werden noch auf rund 15% des Gemeindestraßennetzes Emissionsschallpegel von über 60 dB erreicht. Wie schon in der Analyse der Gesamtbilanzen festgehalten, werden bei der Auswertung nach dem Lärmindex Tag-Abend-Nacht nur Emissionen über 50 dB errechnet.

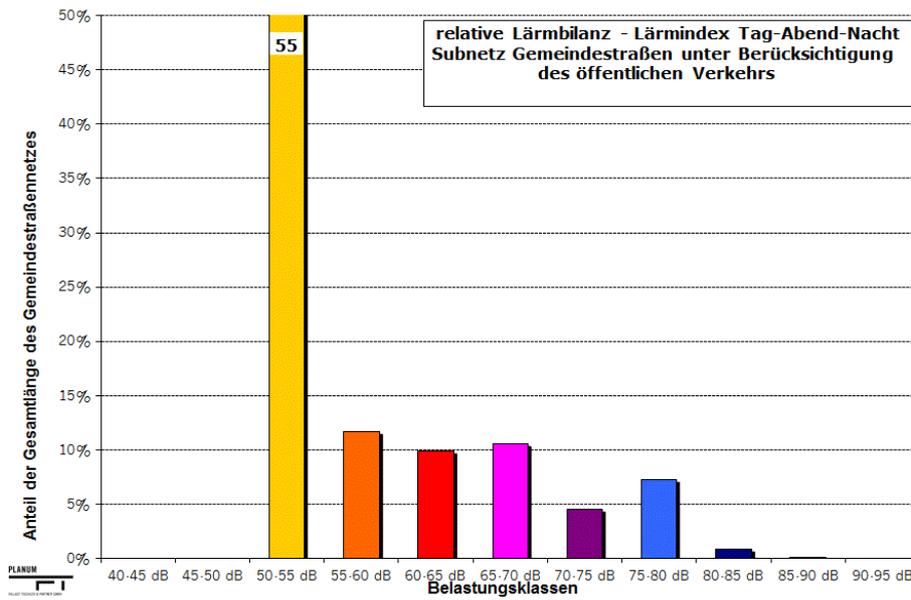


Abbildung 6.31: Lärmbilanz (Schallemissionen) auf Gemeindestraßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht

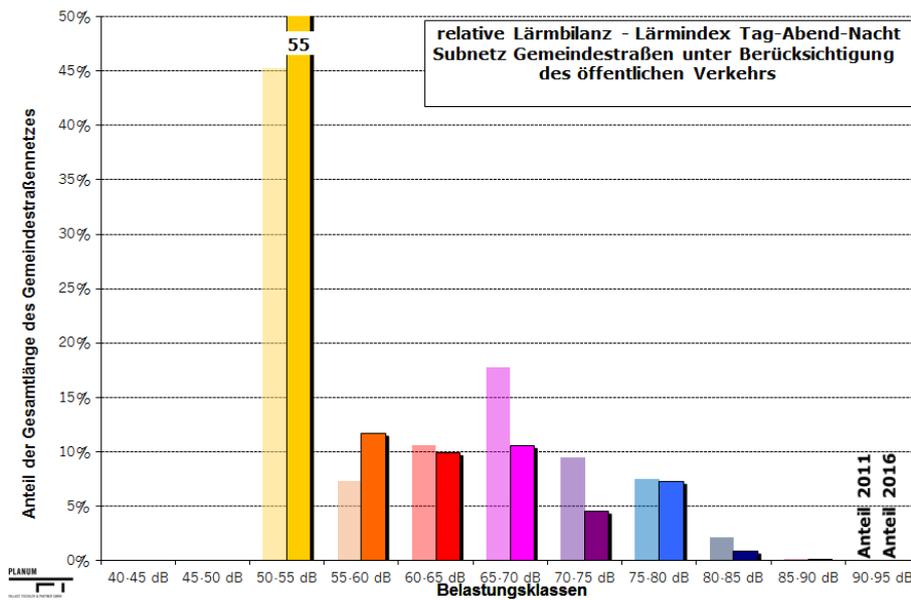


Abbildung 6.32: Lärmbilanz (Schallemissionen) auf Gemeindestraßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016

### 6.2.4 Subnetz Straßenbahn- und Bustrassen

Das Subnetz der Straßenbahn- und Bustrassen umfasst nur knapp 1 % des gesamten Straßennetzes. Die insgesamt 12,7 km langen Abschnitte setzen sich aus den eigenständigen Gleiskörpern, Bus- und Tramschleifen zusammen.

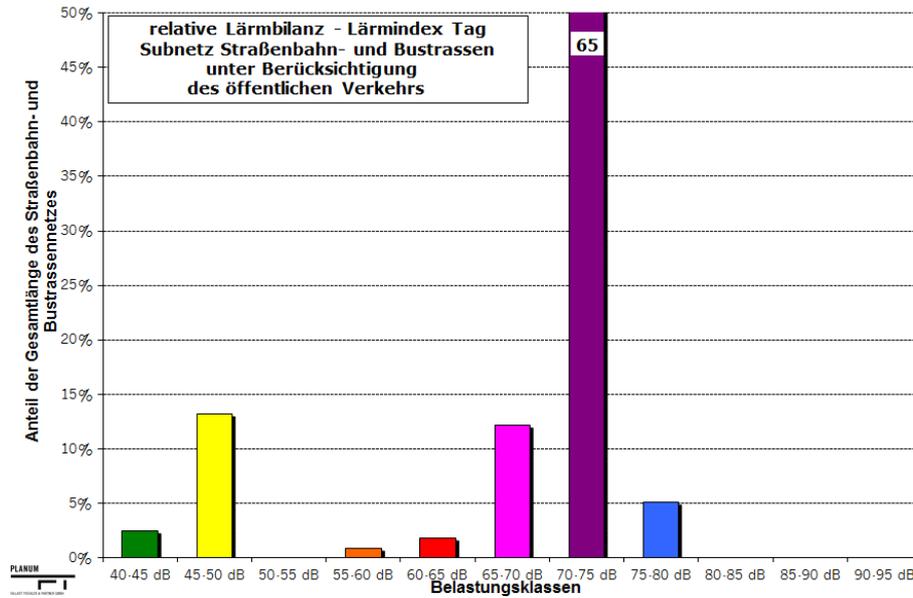


Abbildung 6.33: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Tag

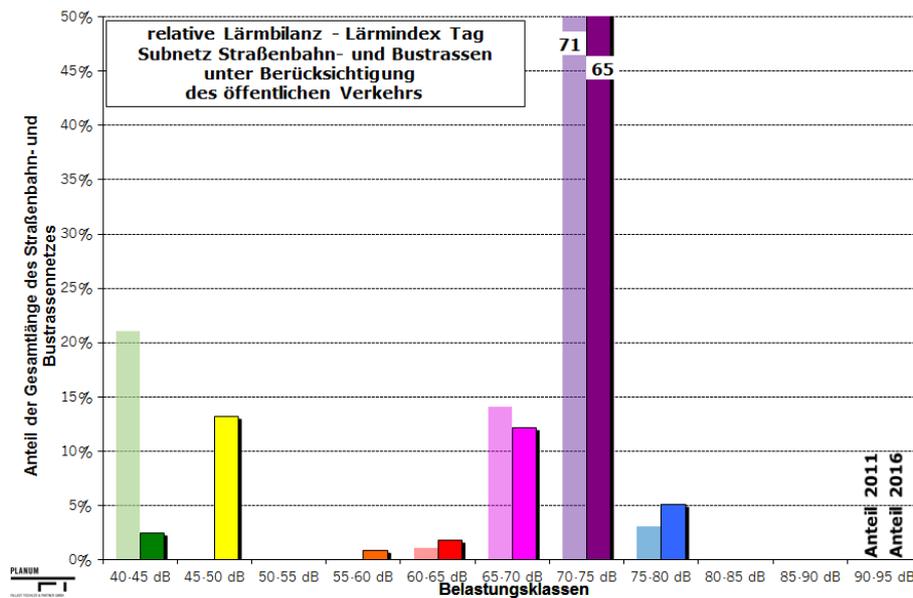


Abbildung 6.34: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016

Die Auswertung des Zeitraumes Tag zeigt eine Spitze bei 70-75 dB.

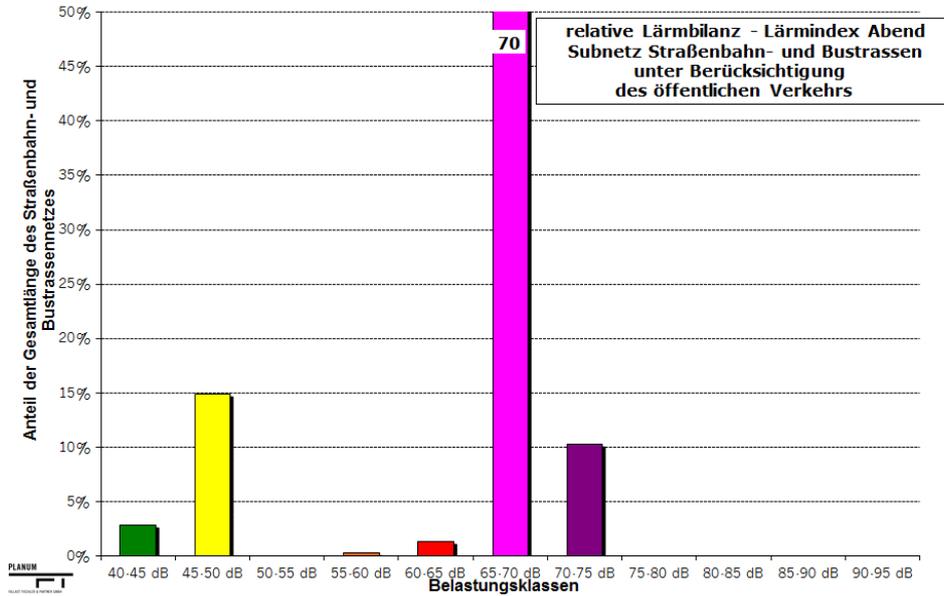


Abbildung 6.35: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Abend

Schleifen und Streckenteile, die im Regelbetrieb nur geringe Verkehrsbelastung vorweisen, erklären den hohen Anteil an geringer Schallemission 2011. Durch die verbesserte Datengrundlage im Verkehrslärmkataster 2016 können auch diesen Strecken Belastungen zugeordnet werden.

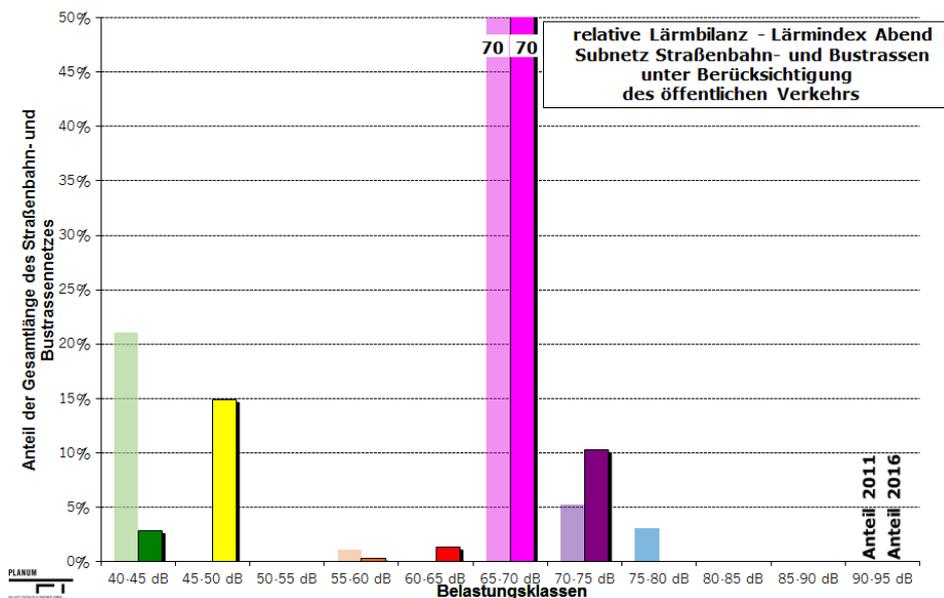


Abbildung 6.36: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016

Ein ähnliches Bild zeigt sich während der Abend- und Nachtstunden, jedoch sinkt der Emissionsschallpegel, welcher seinen Spitzenwert am Abend zwischen 65-70 dB, und in der Nacht zwischen 60-65 dB hat. Die Erhöhung in den oberen Belastungsklassen lässt sich auf die Taktverdichtung zurückführen.

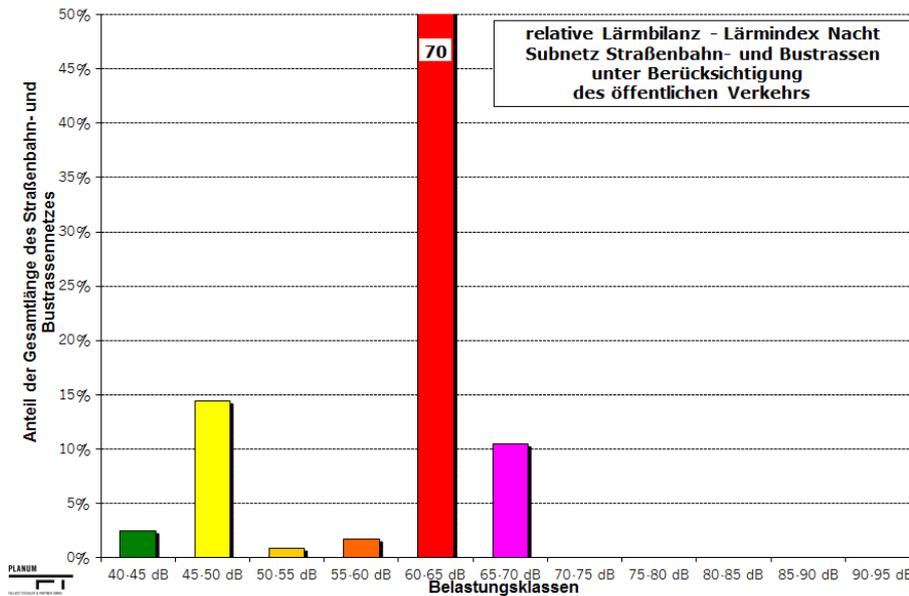


Abbildung 6.37: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Nacht

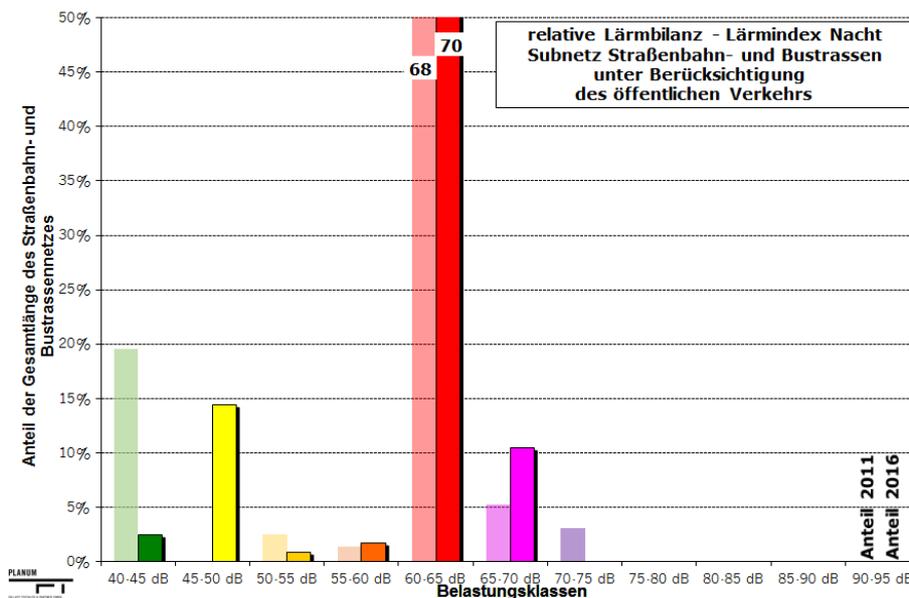


Abbildung 6.38: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016

Für den Beurteilungs-Lärmindex Tag-Abend-Nacht werden für Straßenbahn- und Bustrassen nur Belastungen größer als 50 dB berechnet.

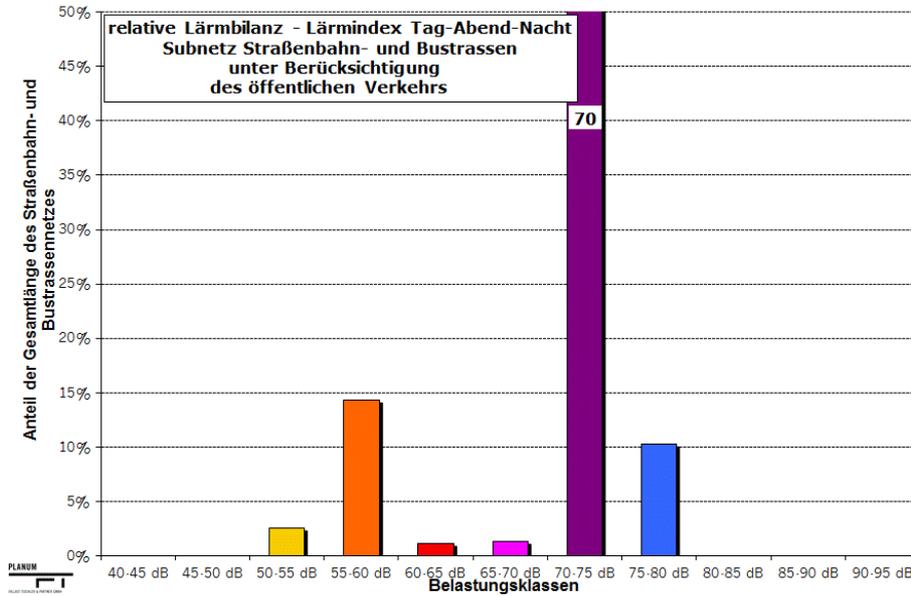


Abbildung 6.39: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Tag-Abend-Nacht

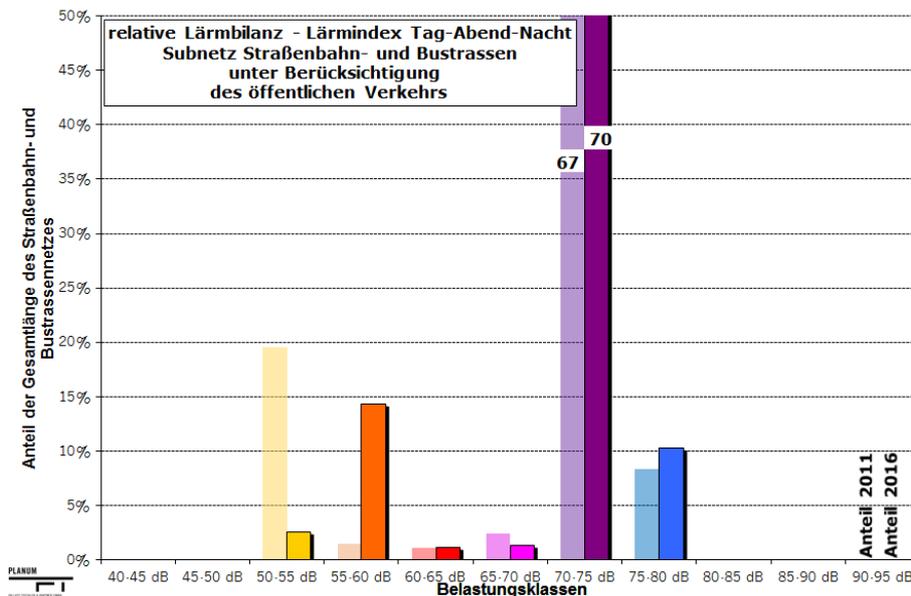


Abbildung 6.40: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016

### 6.2.5 Subnetz Sonstige Wege

Zum Subnetz der sonstigen Straßen und Wege zählen zumeist untergeordnete Wege, Privatstraßen und dergleichen. Außerdem befinden sich darin Abschnitte, die bei der Erstellung des Verkehrsnetzes der GIP keinem Subnetz direkt zugeordnet wurden. Daher enthält die Abbildung der Lärmindizes auch Ergebnisse in fast allen Belastungsklassen.

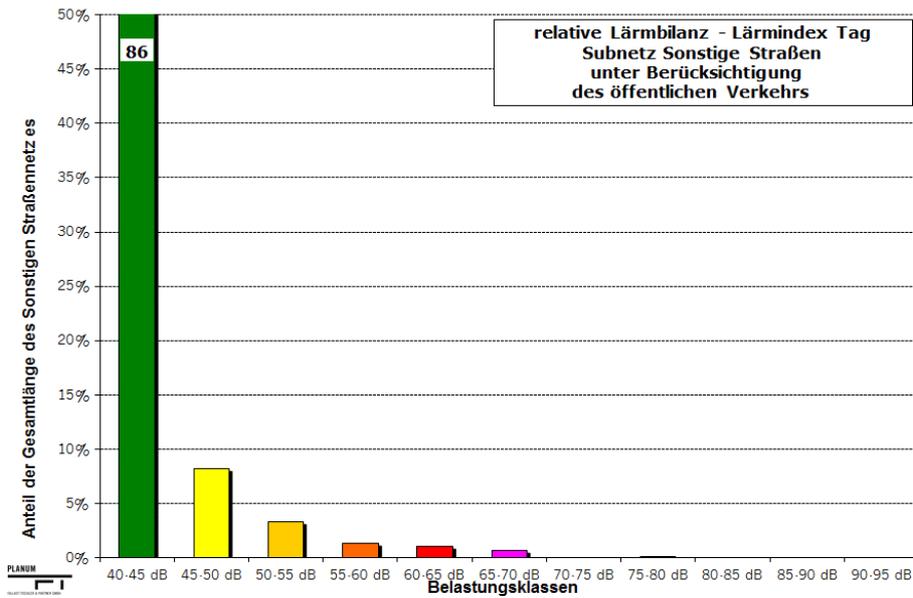


Abbildung 6.41: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Tag

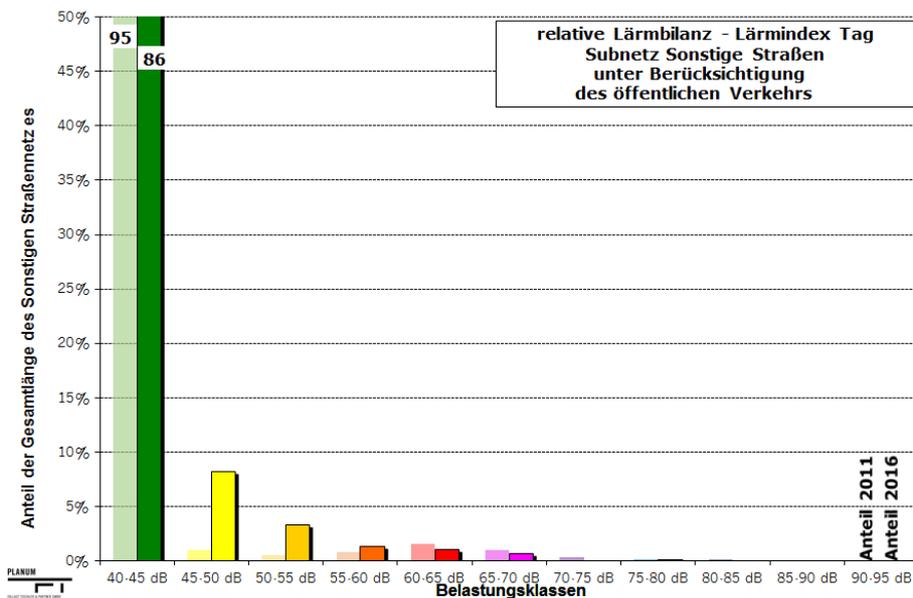


Abbildung 6.42: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016

Sieht man von den nicht zuordenbaren Abschnitten ab, ist deutlich erkennbar, dass auf diesen Straßen kein relevanter Verkehr abgewickelt wird. Die Lärmbelastung ist daher gering.

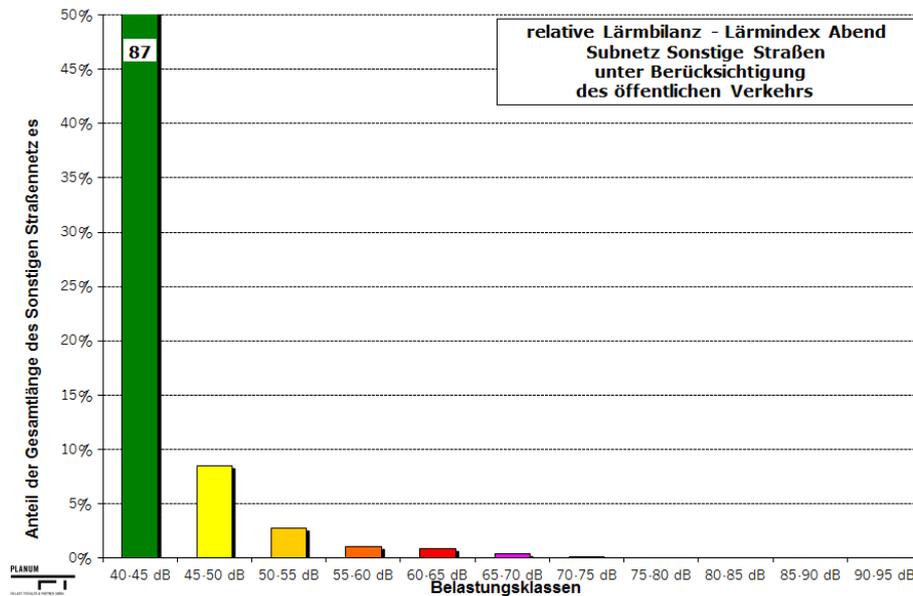


Abbildung 6.43: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Abend

Durch die Datengrundlage GIP erhöht sich allerdings der Anteil in der Belastungsklasse 45-50 dB, da die Abschnitte mit Geschwindigkeiten von 50 attribuiert sind.

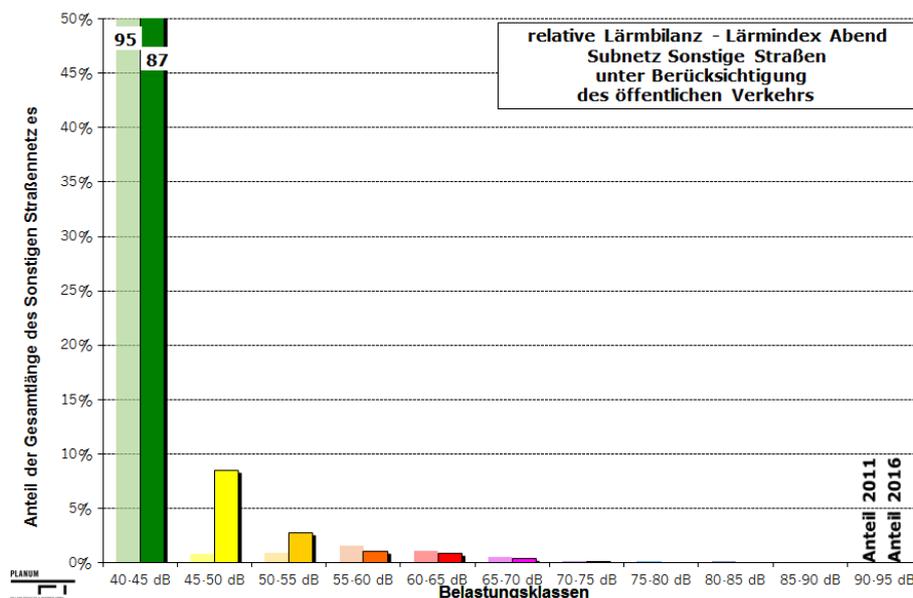


Abbildung 6.44: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016

Die Abbildungen der Zeiträume Abend und Nacht werden zur Vollständigkeit dargestellt.

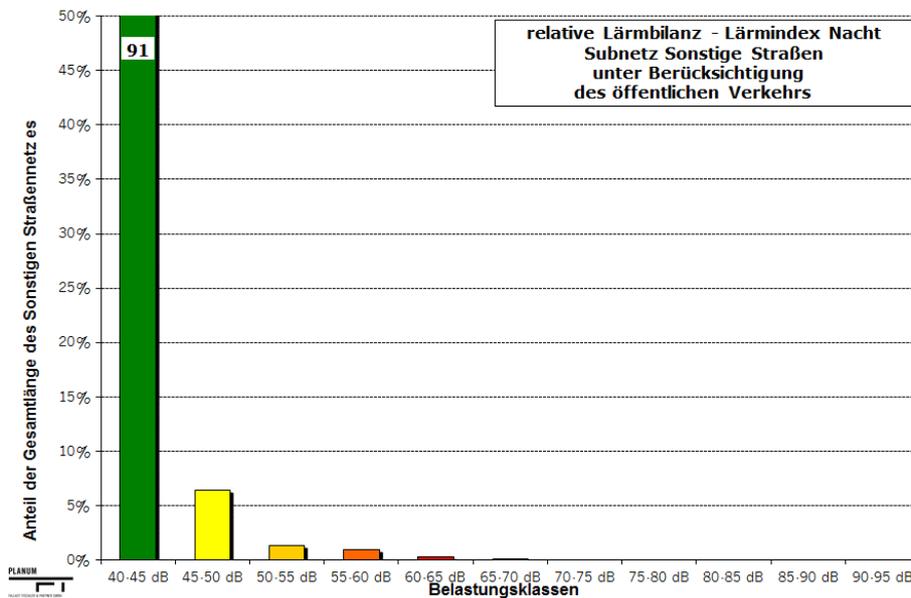


Abbildung 6.45: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Nacht

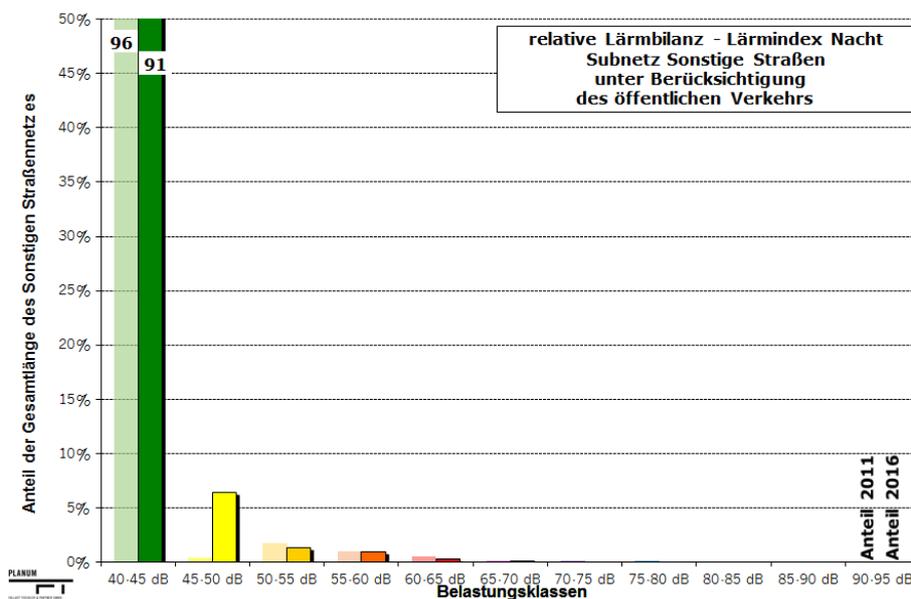


Abbildung 6.46: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016

Am folgend dargestellten Ergebnis erklärt sich am besten, warum in den Bilanzen Tag-Abend-Nacht nur Belastungen größer als 50 dB errechnet werden. Der Grund liegt darin, dass beim

Emissionspegel des Lärmindex Tag-Abend-Nacht für den Abend- bzw. den Nachtzeitraum, laut Berechnungsvorschrift, 5 bzw. 10 dB beaufschlagt werden.

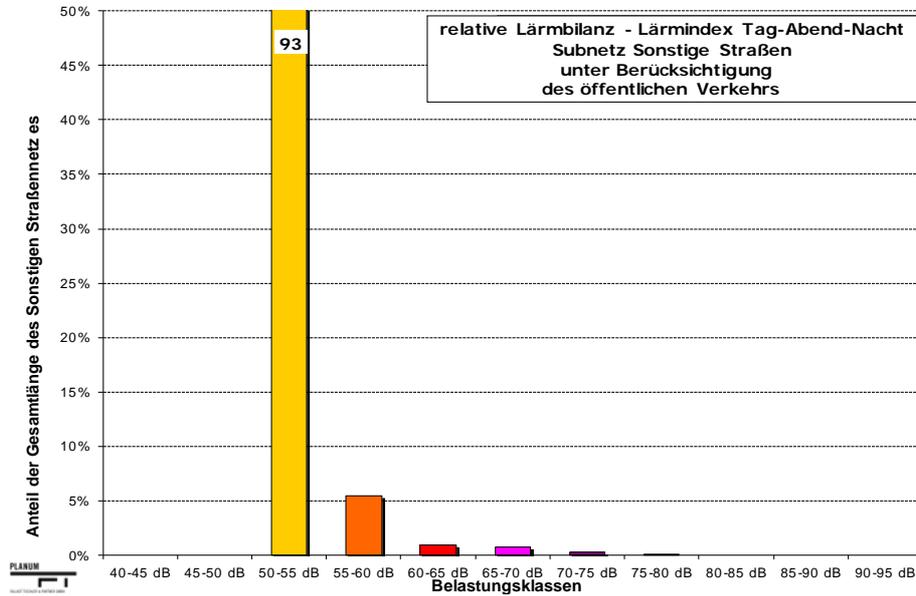


Abbildung 6.47: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht

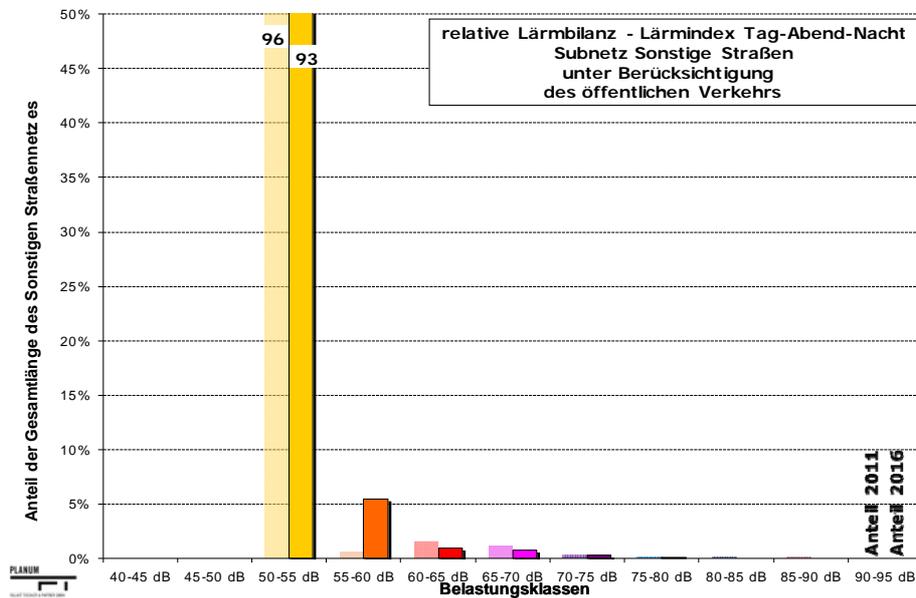


Abbildung 6.48: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016

## 7 Zusammenfassung

Die Erstellung des Verkehrslärmkatasters ist einem ständigen Wandel unterzogen. Einerseits kann durch die laufende Verbesserung von Datengrundlagen (detaillierte Abbildung des Streckennetzes und der Verkehrsbelastungen, Einsatz neuer Verkehrserfassungstechnologien, Softwareverbesserung, Erhöhung von Rechnerkapazitäten usw.) die Qualität der Aussagekraft eines Verkehrslärmkatasters erhöht werden, andererseits sind auch die einschlägigen Berechnungsvorschriften Änderungen unterworfen.

Bereits im Jahr 1994 wurde für das Stadtgebiet von Graz ein Lärmkataster-Verkehrslärm erstellt, der erstmals Verkehrsbelastungen aus einem Verkehrsmodell als Datengrundlage verwendete. In den folgenden Jahren wurden mehrmals Aktualisierungen vorgenommen. Zur Kalibrierung des Verkehrsmodells stand für den Pkw-Verkehr jeweils eine aktuelle Matrix der Verkehrsbeziehungen zur Verfügung. Mit der Bearbeitung des Verkehrslärmkataster Graz 2011 konnte durch Erhebungen im Kreuzungsbereich erstmals auch die Qualität der Schwerverkehrsmatrix erheblich verbessert werden. Zudem bot der Verkehrsgraph der Graphenintegrationsplattform GIP eine neue verbesserte Datengrundlage der Verkehrsinfrastruktur.

Für die aktuelle Bearbeitung des Verkehrslärmkatasters Graz stehen nun zur Hochrechnung der Verkehrsmatrizen aktuelle Zählwerte aus den Zähl Schleifen der Stadt Graz und den Dauerzählstellen des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung zur Verfügung. Zudem sind die Verkehrsstärken am ASFINAG-Netz als Randbedingung zu berücksichtigen. Durch die erneute Verbesserung des Verkehrsgraphen kann, mit Ausnahme des Schienennetzes, das gesamte Straßennetz berücksichtigt werden (15.000 Streckenabschnitte). Durch die verbesserte Datengrundlage und die Erkenntnisse aus dem Verkehrsmodell Steiermark ist die Aktualisierung des Binnenverkehrsanteils möglich, was zur einer Reduktion der Verkehrsstärken hauptsächlich am niederrangigeren Straßennetz führt. Die Ergebnisse gehen in die Berechnung der Verkehrsemissionswerte ein, als Berechnungsvorschrift findet das Verfahren nach RVS 04.02.11 mit den aktualisierten Emissionswerten in Abhängigkeit von der Fahrbahndecke Verwendung.

Die Lärmemissionen liegen in einer Datenbank für jeden einzelnen Streckenabschnitt vor. Dabei werden die Lärmemissionen getrennt nach den Zeitabschnitten Tag, Abend und Nacht sowie als Lärmindex  $L_{den}$  für den gesamten Tag dokumentiert. Die Lärmemissionen werden für den Kfz-Verkehr (IV und ÖV) und den Straßenbahnverkehr getrennt ermittelt, in den Tabellen sind die Werte auch als Summe dokumentiert. Die statistischen Auswertungen erfolgen für Klassen in 5dB-Schritten. Sie zeigen die Anteile der Straßenabschnitte mit der jeweiligen Lärmemissionsklasse.

Die Auswertungen erfolgen einerseits für das gesamte Straßennetz und andererseits unterteilt nach den einzelnen Straßenkategorien. Diese Unterteilung bildet eine detaillierte Grundlage für

die weitere Fortschreibung. Der Verkehrslärmkataster Graz 2016 schafft eine wichtige Datengrundlage einerseits für die Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie und andererseits für die Darstellung der Verkehrslärmbelastung und die Evaluierung von Maßnahmen im gesamten Stadtgebiet.

Graz, Dezember 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Kurt Fallast', written in a cursive style.

DI Dr. Kurt Fallast, Ass.-Prof. i. R.  
Geschäftsführer

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Übersicht Stadtgebiet Graz (vgl. Stadtvermessungsamt (2016), eigene Darstellung) .....	6
Abbildung 3.1:Lärmstörung am Tag und/oder in der Nacht (Statistik Austria 2013, abgerufen auf Lärminfo.at) .....	7
Abbildung 3.2: Vergleich der Lärmstörung (Statistik Austria (2013)).....	8
Abbildung 3.3: Vergleich der Lärmquellen (Statistik Austria (2013)) .....	8
Abbildung 3.4: Verteilung der Lärmquellen als Störwirkung (Statistik Austria (2013)) ....	9
Abbildung 4.1: Längenbezogener Schallleistungspegel (Gollner, Katzenbeissner (2011)) .....	11
Abbildung 4.2: Überblick Grazer Straßennetz (vgl. Stadtvermessungsamt (2016), eigene Darstellung) .....	13
Abbildung 4.3:Überblick Grazer Straßenbahnnetz (vgl. Stadtvermessungsamt (2016), eigene Darstellung) .....	15
Abbildung 4.4: Überblick Grazer Busnetz (vgl. Stadtvermessungsamt (2016), eigene Darstellung) .....	16
Abbildung 4.5: Anteil lärmarter LKW (Fallast, Huber (2012)).....	17
Abbildung 4.6: Prozentuelle Veränderung der Einwohnerdifferenz zur Gesamtveränderung bezogen auf die Zählsprengel (vgl. Stadtvermessungsamt (2016), eigene Darstellung) .....	17
Abbildung 4.7: Modal Split Graz 2013 (Stadt Graz 2016) .....	18
Abbildung 4.8: Übersicht Kreuzungen (eigene Darstellung) .....	20
Abbildung 4.9: Übersicht Ganglinientypen (vgl. Stadtvermessungsamt Graz (2016), eigene Darstellung) .....	23
Abbildung 4.10: Aufbau des Rechenprogramms .....	24
Abbildung 6.1: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag.....	44
Abbildung 6.2: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016 .....	44
Abbildung 6.3: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Abend .....	45
Abbildung 6.4: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016 .....	45
Abbildung 6.5: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Nacht .....	46
Abbildung 6.6: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016 .....	46
Abbildung 6.7: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag-Abend-Nacht.....	47

Abbildung 6.8: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016 .....	47
Abbildung 6.9: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Tag.....	48
Abbildung 6.10: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016 .....	49
Abbildung 6.11: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Abend .....	49
Abbildung 6.12: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016 .....	50
Abbildung 6.13: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Nacht .....	50
Abbildung 6.14: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016 .....	51
Abbildung 6.15: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Tag-Abend-Nacht .....	51
Abbildung 6.16: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen - Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016.....	52
Abbildung 6.17: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Tag.....	53
Abbildung 6.18: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016 .....	53
Abbildung 6.19: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Abend .....	54
Abbildung 6.20: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016 .....	54
Abbildung 6.21: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Nacht .....	55
Abbildung 6.22: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016 .....	55
Abbildung 6.23: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht .....	56
Abbildung 6.24: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016.....	56
Abbildung 6.25: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen Zeitraum Tag.....	57
Abbildung 6.26: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016 .....	57
Abbildung 6.27: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen Zeitraum Abend .....	58
Abbildung 6.28: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016 .....	58
Abbildung 6.29: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen Zeitraum Nacht.....	59

Abbildung 6.30: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016 .....	59
Abbildung 6.31: Lärmbilanz (Schallemissionen) auf Gemeindestraßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht .....	60
Abbildung 6.32: Lärmbilanz (Schallemissionen) auf Gemeindestraßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016 .....	60
Abbildung 6.33: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Tag	61
Abbildung 6.34: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016 .....	61
Abbildung 6.35: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Abend.....	62
Abbildung 6.36: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016 .....	62
Abbildung 6.37: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Nacht .....	63
Abbildung 6.38: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016.....	63
Abbildung 6.39: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Tag-Abend-Nacht .....	64
Abbildung 6.40: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- Bustrassen Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016 .....	64
Abbildung 6.41: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Tag .....	65
Abbildung 6.42: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Tag – Vergleich 2011-2016 .....	65
Abbildung 6.43: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Abend.....	66
Abbildung 6.44: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Abend – Vergleich 2011-2016 .....	66
Abbildung 6.45: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Nacht .....	67
Abbildung 6.46: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Nacht – Vergleich 2011-2016 .....	67
Abbildung 6.47: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht .....	68
Abbildung 6.48: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2011-2016 .....	68

## 9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Bezeichnung der Ganglinientypen (Fallast, Huber (2012), eigene Darstellung) .....	22
Tabelle 5.1: Ergänzung der Attribute.....	36
Tabelle 5.2: Bemessungsfaktor für Verkehrslärberechnungen (vgl. RVS 04.02.11) ....	37
Tabelle 5.3: Richtwerte Anteil leichter und schwerer LKW (vgl. RVS 04.02.11) .....	38
Tabelle 5.4: Basiswerte der Fahrzeugemission (vgl. RVS 04.02.11) .....	39
Tabelle 5.5: Kennwerte für den Einfluss der Geschwindigkeit (vgl. RVS 04.02.11).....	39
Tabelle 5.6: Kennwerte für den Einfluss der Längsneigung bei PKW (vgl. RVS 04.02.11) .....	39
Tabelle 5.7: Kennwerte für den Einfluss der Längsneigung bei LKW (vgl. RVS 04.02.11)	39
Tabelle 6.1: Längenbilanz nach Straßenerhalter (Subnetz) .....	42
Tabelle 6.2: Längenbilanz nach dem Ganglinientyp .....	42

## 10 Literaturverzeichnis

### **Richtlinien, Messberichte:**

- RVS 04.02.11, Umweltschutz, Lärmschutz, März 2009
- Fallast, Haller, Rock, Cik, Lienhart: Schall- und Erschütterungsanalyse – Messbericht; Graz 2015
- Gollner, Katzenbeissner: Straßenbahnen Graz Schallemissionen; Graz 2011
- Fallast, Huber: Verkehrslärmkataster Graz 2011, Graz 2012

### **Weiter Grundlagen:**

- AXIS: Emissionskataster ASFINAG-Streckennetz Lärmkataster: Emissionsbänder Bereich Graz, A2 Süd Autobahn und A9 Pyhrn Autobahn, 2016
- Zählschleifendaten, Straßenamt Graz - Referat Verkehrsteuerung und Straßenbeleuchtung, Graz 2016
- Zählschleifendaten, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, A16 Verkehr und Landeshochbau – Referat Liegenschaften und technische Dienste, Graz 2016
- Einwohnerdaten, INTREST-Export Graz, Geländemodell, Straßenbahnachsen, Stadtvermessungsamt Graz, Graz 2016
- VM Steiermark, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, A16 Verkehr und Landeshochbau, Stand 2016
- [www.laerminfo.at](http://www.laerminfo.at), Abruf 2016 und 2017

# 11 Anhang

Anhang 1: Ganglinientypen: Relative Tagesganglinien für MIV (Anteile des stündlichen Verkehrs am Tagesverkehr)

Zeit	Ganglinientypen						
	Radialstraßen Typ P	Radialstraßen Typ E	Gürtelstraßen Typ P	Gürtelstraßen Typ E	Zufahrten Typ Z	Innerstädtische Straßen Typ I	Standardganglinie Typ S
00:00 - 01:00	0,63	0,62	0,81	0,77	0,77	0,88	0,75
01:00 - 02:00	0,32	0,42	0,45	0,50	0,46	0,47	0,44
02:00 - 03:00	0,24	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,33
03:00 - 04:00	0,22	0,39	0,29	0,40	0,36	0,34	0,33
04:00 - 05:00	0,40	0,83	0,44	0,75	0,69	0,49	0,60
05:00 - 06:00	1,76	2,90	1,84	2,45	2,34	1,52	2,13
06:00 - 07:00	4,44	5,33	4,77	4,87	4,81	4,08	4,72
07:00 - 08:00	7,51	6,04	8,54	6,51	6,84	6,98	7,07
08:00 - 09:00	6,81	6,15	7,09	6,19	6,36	6,61	6,53
09:00 - 10:00	5,96	5,79	5,77	5,74	5,83	6,49	5,93
10:00 - 11:00	5,54	5,93	5,49	5,64	5,72	6,29	5,77
11:00 - 12:00	5,29	5,73	5,45	5,92	5,66	6,02	5,68
12:00 - 13:00	5,70	5,80	5,44	5,81	5,87	5,89	5,75
13:00 - 14:00	5,80	5,95	5,38	6,01	5,81	5,72	5,78
14:00 - 15:00	5,84	6,35	5,31	6,23	6,10	5,98	5,97
15:00 - 16:00	6,54	6,19	6,52	6,34	6,41	6,48	6,41
16:00 - 17:00	7,47	6,89	7,00	6,69	6,88	6,83	6,96
17:00 - 18:00	7,64	6,86	6,80	6,95	6,89	6,69	6,97
18:00 - 19:00	6,87	6,19	6,65	5,83	6,07	5,92	6,26
19:00 - 20:00	5,04	4,79	4,96	5,03	5,23	4,96	5,00
20:00 - 21:00	3,58	3,59	4,09	3,93	3,83	3,59	3,77
21:00 - 22:00	2,85	2,94	2,86	2,98	2,94	2,93	2,92
22:00 - 23:00	2,16	2,30	2,13	2,31	2,29	2,44	2,27
23:00 - 00:00	1,39	1,70	1,57	1,79	1,48	2,02	1,66

Anhang 2: Lärmbilanzen Lärmindex Tag

Lärmbilanz Lärmindex Tag unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2016 (2011)							
	Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]	
Belastungsklassen	40-45 dB	0 (0)	7.021 (470)	289.061 (289.868)	307 (2.562)	178.464 (51.405)	474.853 (344.306)
	45-50 dB	2.047 (2)	2.893 (191)	200.159 (106.788)	1.669 (0)	17.136 (530)	223.903 (107.511)
	50-55 dB	0 (613)	1.209 (53)	144.636 (93.489)	0 (0)	6.880 (289)	152.724 (94.443)
	55-60 dB	0 (0)	498 (139)	100.867 (72.163)	111 (0)	2.635 (429)	104.111 (72.731)
	60-65 dB	35 (40)	1.600 (86)	123.217 (139.322)	223 (133)	2.080 (827)	127.155 (140.409)
	65-70 dB	704 (32)	2.618 (1.738)	92.704 (174.632)	1.539 (1.721)	1.401 (512)	98.966 (178.637)
	70-75 dB	2.966 (472)	17.824 (8.283)	54.500 (82.489)	8.174 (7.403)	0 (164)	83.464 (98.810)
	75-80 dB	3.168 (1.941)	74.745 (55.939)	64.585 (73.955)	646 (370)	32 (95)	143.177 (132.299)
	80-85 dB	9.592 (7.001)	39.949 (53.988)	4.030 (10.734)	0 (0)	0 (55)	53.571 (71.778)
	85-90 dB	27.042 (33.977)	2.533 (6.552)	44 (17)	0 (0)	0 (0)	29.619 (40.546)
	90-95 dB	6.719 (4.466)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6.719 (4.466)
Summe [km]	52.273 (48.544)	150.889 (127.438)	1.073.803 (1.043.457)	12.669 (12.190)	208.628 (54.308)	1.498.262 (1.285.937)	

relative Lärmbilanz Lärmindex Tag unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2016 (2011)							
	Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]	
Belastungsklassen	40-45 dB	0,00 (0,00)	4,65 (0,37)	26,92 (27,78)	2,42 (21,02)	85,54 (94,66)	31,69 (26,77)
	45-50 dB	3,92 (0,00)	1,92 (0,15)	18,64 (10,23)	13,17 (0,00)	8,21 (0,98)	14,94 (8,36)
	50-55 dB	0,00 (1,26)	0,80 (0,04)	13,47 (8,96)	0,00 (0,00)	3,30 (0,53)	10,19 (7,34)
	55-60 dB	0,00 (0,00)	0,33 (0,11)	9,39 (6,92)	0,88 (0,00)	1,26 (0,79)	6,95 (5,66)
	60-65 dB	0,07 (0,08)	1,06 (0,07)	11,47 (13,35)	1,76 (1,09)	1,00 (1,52)	8,49 (10,92)
	65-70 dB	1,35 (0,07)	1,74 (1,36)	8,63 (16,74)	12,15 (14,12)	0,67 (0,94)	6,61 (13,89)
	70-75 dB	5,67 (0,97)	11,81 (6,50)	5,08 (7,91)	64,52 (60,73)	0,00 (0,30)	5,57 (7,68)
	75-80 dB	6,06 (4,00)	49,54 (43,89)	6,01 (7,09)	5,10 (3,03)	0,02 (0,18)	9,56 (10,29)
	80-85 dB	18,35 (14,42)	26,48 (42,36)	0,38 (1,03)	0,00 (0,00)	0,00 (0,10)	3,58 (5,58)
	85-90 dB	51,73 (69,99)	1,68 (5,14)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	1,98 (3,15)
	90-95 dB	12,85 (9,20)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,45 (0,35)
Summe [%]	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	

Anhang 3: Lärmbilanzen Lärmindex Abend

Lärmbilanz Lärmindex Abend unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2016 (2011)							
	Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]	
Belastungsklassen	40-45 dB	0 (0)	7.291 (470)	351.561 (337.330)	352 (2.562)	180.669 (51.597)	539.873 (391.959)
	45-50 dB	2.047 (2)	2.739 (191)	209.250 (95.250)	1.887 (0)	17.685 (440)	233.608 (95.883)
	50-55 dB	0 (613)	1.578 (156)	135.257 (90.863)	0 (0)	5.631 (477)	142.465 (92.110)
	55-60 dB	0 (0)	1.005 (121)	104.681 (83.450)	34 (133)	2.116 (814)	107.836 (84.518)
	60-65 dB	53 (40)	2.197 (627)	116.770 (186.773)	169 (0)	1.816 (576)	121.005 (188.016)
	65-70 dB	1.270 (91)	5.479 (4.432)	57.074 (131.327)	8.924 (8.484)	680 (252)	73.426 (144.587)
	70-75 dB	4.232 (604)	34.751 (32.270)	85.338 (84.767)	1.304 (641)	32 (81)	125.657 (118.362)
	75-80 dB	6.942 (3.716)	83.438 (59.178)	13.777 (33.656)	0 (370)	0 (14)	104.156 (96.932)
	80-85 dB	27.600 (30.282)	12.401 (29.993)	95 (43)	0 (0)	0 (55)	40.095 (60.372)
	85-90 dB	10.130 (13.197)	11 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	10.141 (13.197)
	90-95 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Summe [km]	52.273 (48.544)	150.889 (127.438)	1.073.803 (1.043.457)	12.669 (12.190)	208.628 (54.308)	1.498.262 (1.285.937)	

relative Lärmbilanz Lärmindex Abend unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2016 (2011)							
	Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]	
Belastungsklassen	40-45 dB	0,00 (0,00)	4,83 (0,37)	32,74 (32,33)	2,78 (21,02)	86,60 (95,01)	36,03 (30,48)
	45-50 dB	3,92 (0,00)	1,82 (0,15)	19,49 (9,13)	14,89 (0,00)	8,48 (0,81)	15,59 (7,46)
	50-55 dB	0,00 (1,26)	1,05 (0,12)	12,60 (8,71)	0,00 (0,00)	2,70 (0,88)	9,51 (7,16)
	55-60 dB	0,00 (0,00)	0,67 (0,09)	9,75 (8,00)	0,26 (1,09)	1,01 (1,50)	7,20 (6,57)
	60-65 dB	0,10 (0,08)	1,46 (0,49)	10,87 (17,90)	1,33 (0,00)	0,87 (1,06)	8,08 (14,62)
	65-70 dB	2,43 (0,19)	3,63 (3,48)	5,32 (12,59)	70,43 (69,60)	0,33 (0,46)	4,90 (11,24)
	70-75 dB	8,10 (1,24)	23,03 (25,32)	7,95 (8,12)	10,29 (5,26)	0,02 (0,15)	8,39 (9,20)
	75-80 dB	13,28 (7,65)	55,30 (46,44)	1,28 (3,23)	0,00 (3,03)	0,00 (0,03)	6,95 (7,54)
	80-85 dB	52,80 (62,38)	8,22 (23,53)	0,01 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,10)	2,68 (4,69)
	85-90 dB	19,38 (27,19)	0,01 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,68 (1,03)
	90-95 dB	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
Summe [%]	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	

Anhang 4: Lärmbilanzen Lärmindex Nacht

Lärmbilanz Lärmindex Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2016 (2011)							
	Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]	
Belastungsklassen	40-45 dB	0 (0)	8.915 (530)	502.834 (473.317)	307 (2.387)	189.986 (52.169)	702.042 (528.402)
	45-50 dB	2.047 (2)	2.507 (191)	189.436 (59.574)	1.821 (0)	13.421 (245)	209.232 (60.013)
	50-55 dB	0 (613)	662 (218)	111.071 (102.598)	100 (309)	2.666 (936)	114.499 (104.674)
	55-60 dB	37 (40)	2.040 (698)	119.733 (183.483)	214 (161)	2.032 (555)	124.056 (184.937)
	60-65 dB	1.123 (32)	4.196 (4.767)	49.727 (110.760)	8.906 (8.323)	490 (252)	64.441 (124.134)
	65-70 dB	4.001 (662)	26.073 (27.330)	81.016 (73.624)	1.321 (641)	32 (81)	112.443 (102.338)
	70-75 dB	4.486 (2.664)	82.476 (56.382)	19.857 (39.891)	0 (370)	0 (14)	106.819 (99.320)
	75-80 dB	10.072 (9.629)	23.963 (37.323)	130 (210)	0 (0)	0 (55)	34.165 (47.218)
	80-85 dB	30.017 (34.901)	58 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	30.075 (34.901)
	85-90 dB	490 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	490 (0)
	90-95 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Summe [km]	52.273 (48.544)	150.889 (127.438)	1.073.803 (1.043.457)	12.669 (12.190)	208.628 (54.308)	1.498.262 (1.285.937)	

relative Lärmbilanz Lärmindex Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2016 (2011)							
	Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]	
Belastungsklassen	40-45 dB	0,00 (0,00)	5,91 (0,42)	46,83 (45,36)	2,42 (19,58)	91,06 (96,06)	46,86 (41,09)
	45-50 dB	3,92 (0,00)	1,66 (0,15)	17,64 (5,71)	14,37 (0,00)	6,43 (0,45)	13,96 (4,67)
	50-55 dB	0,00 (1,26)	0,44 (0,17)	10,34 (9,83)	0,79 (2,53)	1,28 (1,72)	7,64 (8,14)
	55-60 dB	0,07 (0,08)	1,35 (0,55)	11,15 (17,58)	1,69 (1,32)	0,97 (1,02)	8,28 (14,38)
	60-65 dB	2,15 (0,07)	2,78 (3,74)	4,63 (10,61)	70,30 (68,28)	0,23 (0,46)	4,30 (9,65)
	65-70 dB	7,65 (1,36)	17,28 (21,45)	7,54 (7,06)	10,43 (5,26)	0,02 (0,15)	7,50 (7,96)
	70-75 dB	8,58 (5,49)	54,66 (44,24)	1,85 (3,82)	0,00 (3,03)	0,00 (0,03)	7,13 (7,72)
	75-80 dB	19,27 (19,84)	15,88 (29,29)	0,01 (0,02)	0,00 (0,00)	0,00 (0,10)	2,28 (3,67)
	80-85 dB	57,42 (71,90)	0,04 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	2,01 (2,71)
	85-90 dB	0,94 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,03 (0,00)
	90-95 dB	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
Summe [%]	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	

Anhang 5: Lärmbilanzen Lärmindex Tag-Abend-Nacht

Lärmbilanz Lärmindex Tag-Abend-Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2016 (2011)							
	Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]	
Belastungsklassen	40-45 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	45-50 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	50-55 dB	0 (0)	10.010 (470)	594.166 (472.376)	316 (2.387)	193.179 (52.169)	797.670 (527.402)
	55-60 dB	2.047 (2)	1.598 (348)	125.434 (76.492)	1.812 (175)	11.423 (346)	142.314 (77.363)
	60-65 dB	0 (613)	554 (121)	106.033 (110.427)	145 (133)	1.860 (835)	108.592 (112.130)
	65-70 dB	86 (72)	3.089 (1.008)	113.193 (185.520)	169 (286)	1.644 (644)	118.182 (187.530)
	70-75 dB	1.502 (303)	8.541 (4.996)	48.074 (98.931)	8.924 (8.197)	490 (164)	67.530 (112.592)
	75-80 dB	4.819 (629)	43.682 (39.928)	77.795 (78.097)	1.304 (1.010)	32 (81)	127.632 (119.746)
	80-85 dB	6.406 (4.063)	76.434 (57.532)	9.013 (21.570)	0 (0)	0 (14)	91.853 (83.178)
	85-90 dB	27.830 (32.781)	6.981 (23.036)	95 (43)	0 (0)	0 (55)	34.905 (55.915)
	90-95 dB	9.583 (10.080)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	9.583 (10.080)
Summe [km]	52.273 (48.544)	150.889 (127.438)	1.073.803 (1.043.457)	12.669 (12.190)	208.628 (54.308)	1.498.262 (1.285.937)	

relative Lärmbilanz Lärmindex Tag-Abend-Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2016 (2011)							
	Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]	
Belastungsklassen	40-45 dB	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
	45-50 dB	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
	50-55 dB	0,00 (0,00)	6,63 (0,37)	55,33 (45,27)	2,50 (19,58)	92,59 (96,06)	53,24 (41,01)
	55-60 dB	3,92 (0,00)	1,06 (0,27)	11,68 (7,33)	14,30 (1,44)	5,48 (0,64)	9,50 (6,02)
	60-65 dB	0,00 (1,26)	0,37 (0,09)	9,87 (10,58)	1,14 (1,09)	0,89 (1,54)	7,25 (8,72)
	65-70 dB	0,17 (0,15)	2,05 (0,79)	10,54 (17,78)	1,33 (2,35)	0,79 (1,19)	7,89 (14,58)
	70-75 dB	2,87 (0,62)	5,66 (3,92)	4,48 (9,48)	70,43 (67,25)	0,23 (0,30)	4,51 (8,76)
	75-80 dB	9,22 (1,30)	28,95 (31,33)	7,24 (7,48)	10,29 (8,29)	0,02 (0,15)	8,52 (9,31)
	80-85 dB	12,26 (8,37)	50,66 (45,14)	0,84 (2,07)	0,00 (0,00)	0,00 (0,03)	6,13 (6,47)
	85-90 dB	53,24 (67,53)	4,63 (18,08)	0,01 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,10)	2,33 (4,35)
	90-95 dB	18,33 (20,77)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,64 (0,78)
Summe [%]	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	100,00 (100,00)	



---

**PLANUM**



FALLAST TISCHLER & PARTNER GMBH

**T** +43 (0) 316 39 33 08  
**E** office@planum.eu  
**W** www.planum.eu

Firmensitz  
Wastiangasse 14  
8010 Graz, Österreich

weitere Standorte  
Gartengasse 29  
8010 Graz, Österreich

Benediktinerplatz 10  
9020 Klagenfurt/Wörthersee, Österreich

