

PLANUM



VERKEHRSLÄRMKATASTER GRAZ 2021

Bericht



Das Land
Steiermark

Auftraggeber: Magistrat der Stadt Graz
Umweltamt – Referat für Lärmbekämpfung und Schallschutz
Schmiedgasse 26
8010 Graz
Ansprechpartner: DI(FH) Rudolf Ruthofer

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Verkehr und Landeshochbau – Abteilung 16
Referat Straßeninfrastruktur – Bestand
Stempfergasse 7
8010 Graz
Ansprechpartner: Ing. Wilhelm März

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. Ass. Prof. Kurt Fallast
DI Alexander Schaffenberger
Nina Struger, MSc

Status: Bericht
Datum: November 2022

Geschäftszahl: 21-069
Projektpfad: P:\21-069_VUS_LÄRMKATASTER_GRAZ_2021\
Dateinamen: 20221102_VERKEHRSLAERMKATASTER_GRAZ_2021

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG – AUFGABENSTELLUNG	3
2	ABGRENZUNG DES UNTERSUCHUNGSRAUMES	4
2.1	RÄUMLICHE ABGRENZUNG	4
2.2	ZEITLICHE ABGRENZUNG	5
3	ALLGEMEINES ÜBER LÄRM	6
4	ANALYSE UND AUFBEREITUNG DER DATENGRUNDLAGEN	9
4.1	BERECHNUNGSVORSCHRIFT RVS 04.02.11	9
4.2	LÄRMEMISSIONEN DURCH STRAßENBAHNEN	11
4.3	VERKEHRSNETZ	12
4.4	VERKEHRSERHEBUNGEN	15
4.5	DATEN DES ÖFFENTLICHEN VERKEHRS	16
4.6	SCHWERVERKEHR	19
4.7	EINWOHNERDATEN	19
4.8	STEIGUNG	20
4.9	GANGLINIENTYPEN	21
4.9.1	Radialstraßen	22
4.9.2	Gürtelstraßen	23
4.9.3	Zufahrten von Gürtel- und Radialstraßen	23
4.9.4	Innerstädtische Straßen	23
4.9.5	Standardganglinie	23
4.9.6	Bezeichnung im Verkehrslärmkataster	23
4.9.7	Zuweisung der Ganglinientypen	24
4.10	AKTUALISIERUNG DES VERKEHRSMODELLS	25
4.10.1	Allgemeine Erläuterungen zu Verkehrsmodellberechnungen	26
4.10.2	Netzmodellerstellung	29
4.10.3	Verkehrsnachfrage	30
4.10.4	Verwendetes Wirkungsmodell	30
4.10.5	Modellergebnisse IST-Zustand 2021	33
5	ERSTELLUNG DES VERKEHRSLÄRMKATASTERS	36
5.1	HERKUNFT DER VERWENDETEN DATEN	36
5.2	BERECHNUNG VON GRUNDWERTEN	37
6	ERGEBNISSE UND STATISTISCHE AUSWERTUNGEN	38

6.1	LÄNGENBILANZEN	38
6.2	LÄRMBILANZEN	39
6.2.1	Lärmbilanzen für das Stadtgebiet von Graz	40
6.2.2	Lärmbilanzen für das gesamte Untersuchungsgebiet	64
7	ZUSAMMENFASSUNG	76
8	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	77
9	TABELLENVERZEICHNIS	81
10	LITERATURVERZEICHNIS	82
11	ANHANG	83
11.1	ANHANG 1 - GANGLINIENTYPEN	83
11.2	ANHANG 2 - LÄRMBILANZEN	84
11.2.1	Lärmbilanzen für das Stadtgebiet von Graz	84
11.2.2	Lärmbilanzen für das gesamte Untersuchungsgebiet	87

1 Einführung – Aufgabenstellung

Im Jahr 2016 wurde für den damals aktuellen Datenbestand der Lärm-Emissionskataster für das Stadtgebiet Graz erstellt.

Seit dieser letzten Aktualisierung haben sich sowohl für das Straßennetz als auch bei den Verkehrsbelastungen relevante Änderungen ergeben, die eine Aktualisierung der Straßen und Verkehrsdaten sowie eine Neuberechnung erforderlich machen. Diese Aktualisierung soll unter anderem folgende Arbeitsschritte beinhalten:

- Einarbeitung von aktuellen Daten zum Schwerverkehr in Graz
- Aktualisierung der aktuell verfügbaren Straßendaten für das Jahr 2021
- Berücksichtigung der Ergebnisse von Befahrungen aus verschiedenen stadtrelevanten Projekten
- Berücksichtigung von aktualisierten Emissionswerten für die eingesetzten Straßenbahnen seit 2016 (Berücksichtigung des aktuellen Fahrzeugkollektivs)
- Berücksichtigung der aktuellen Lärmemissionswerte für das eingesetzte Buskollektiv seit 2016 (neues Fahrzeugkollektiv im Busverkehr – Regional- und Stadtbusse)
- Übergabe der Daten auf GIS/GIP-Basis (Graphen-Integrations-Plattform) mit Differenzierung der Emissionswerte für MIV, Straßenbahn, städtische und regionale Busse
- Berücksichtigung der getrennten Trassenführung von Straßenbahnen im Straßenraum
- Berücksichtigung neuer Straßenbahntrassen
- Berücksichtigung der Ergebnisse von Dauerzählstellen und Kreuzungszählschleifen im Stadtgebiet aus den aktuell verfügbaren Datenbeständen
- Berechnung der Lärmemissionen anhand der aktuell gültigen Berechnungsvorschriften
- Darstellung der Zeitreihe ab Auswertung auf GIP-Basis (unter Berücksichtigung der veränderten Rechenvorschriften)
- Plausibilitätskontrolle des aktuellen Datensatzes für Verkehrs- und Lärmemissionsdaten

Das Untersuchungsgebiet ist so weit zu berücksichtigen, dass die verkehrsbedingten Emissionen für das Stadtgebiet Graz in der entsprechenden Genauigkeit dargestellt werden können.

Das Straßennetz wird mindestens auf einer Länge von 3 km ab der Stadtgrenze in die Untersuchung miteinbezogen.

Für die Berechnung der Emissionen werden die aktuell gültigen Berechnungsvorschriften entsprechend der RVS herangezogen.

2 Abgrenzung des Untersuchungsraumes

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 und zusätzlich wird das Straßennetz auf einer Länge von mindestens 3 Kilometer ab der Stadtgrenze in die Untersuchung miteinbezogen.

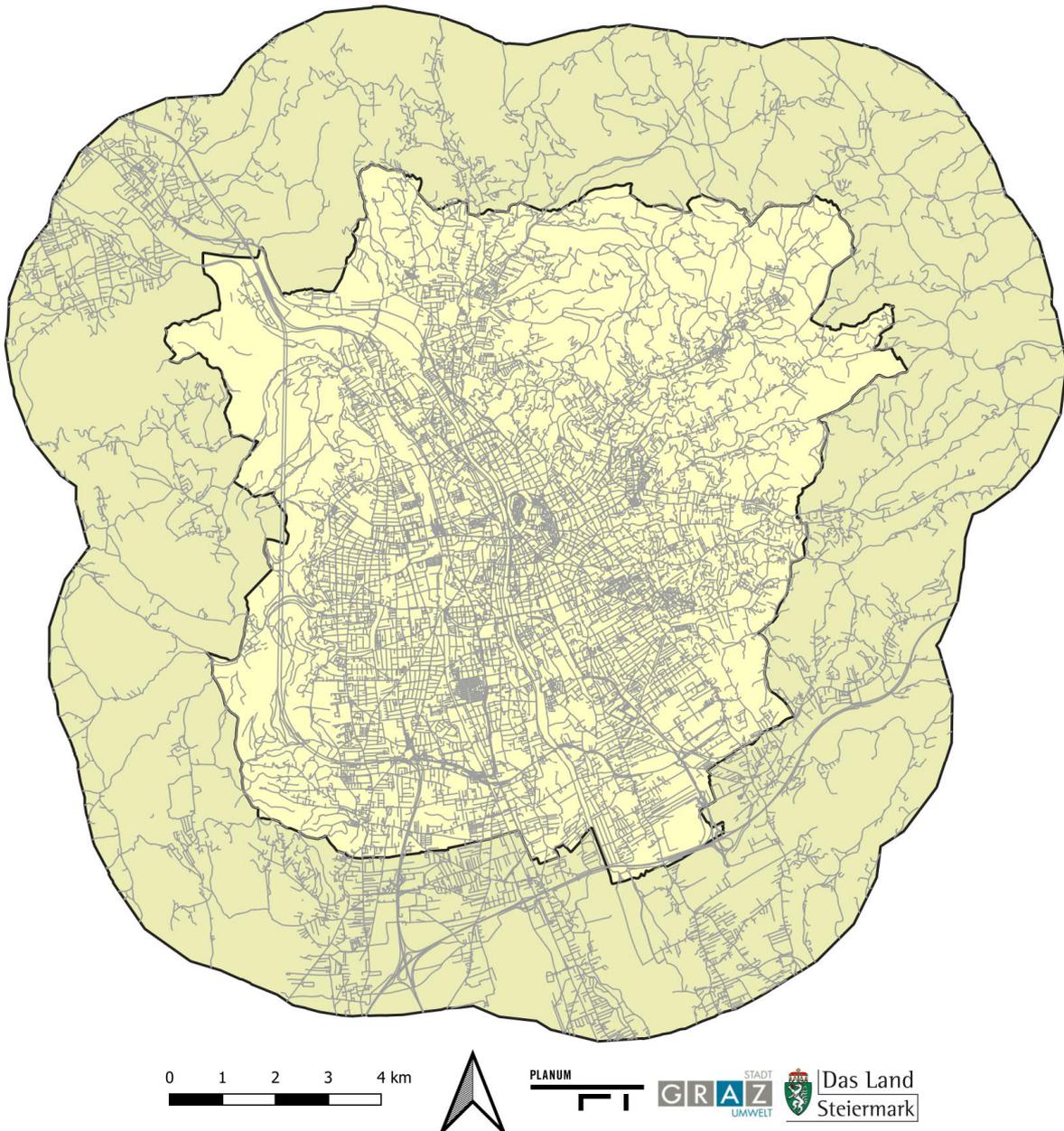


Abbildung 2.1: Übersicht Stadtgebiet Graz + 3 km

2.2 Zeitliche Abgrenzung

Der Verkehrslärmkataster wird für das Jahr 2021 erstellt. Die verschiedenen Datengrundlagen weisen folgende Aktualitäten auf:

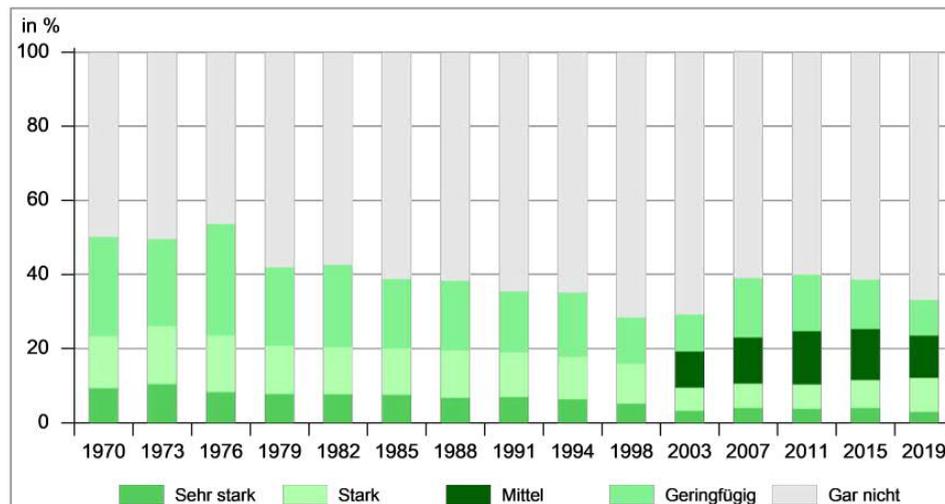
- Datengrundlage GIP: Dezember 2021
- ÖV-Fahrplan: Dezember 2021
- ÖV-Linienverlauf: März 2022
- Querschnittszählungen: 2019

Aufgrund des durch COVID-19 und den damit zusammenhängenden Maßnahmen teilweise eingeschränkten Verkehrs im Jahr 2021 wurden keine Verkehrsdaten aus diesem Jahr für den Verkehrslärmkataster verwendet. Stattdessen wurden die Verkehrszahlen aus 2019 herangezogen.

3 Allgemeines über Lärm

Lärm ist eine Umweltbelastung, von der die Bevölkerung durch die direkte Wahrnehmung sehr stark betroffen ist. Nach einer im Jahre 2019 durchgeführten Mikrozensus-Erhebung fühlen sich rund 33,3 Prozent der Bevölkerung durch Lärm in ihrer Wohnqualität beeinträchtigt (Statistik Austria, 2020).

Lärmstörung am Tag und/oder in der Nacht, Entwicklung 1970 bis 2019

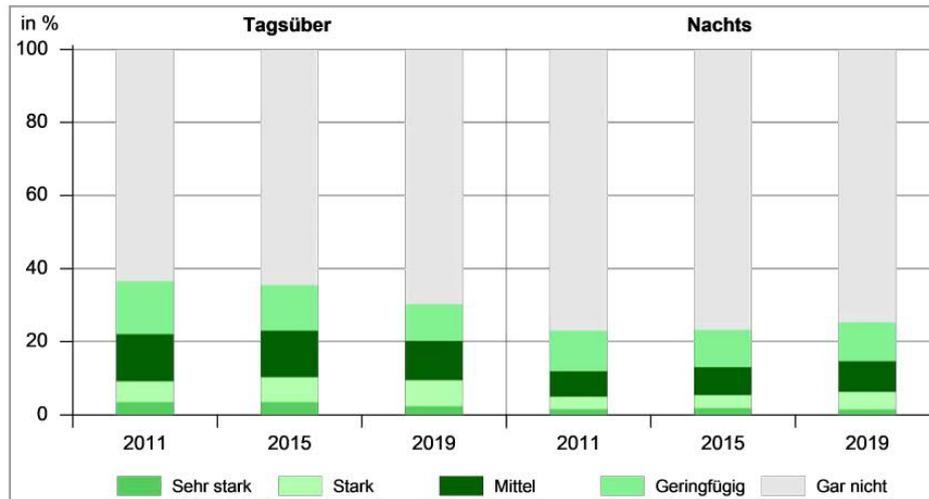


Q.: Statistik Austria, Mikrozensus 3. Quartal 2019.

Abbildung 3.1: Lärmstörung am Tag und/oder in der Nacht in der Entwicklung (Statistik Austria, 2020)

Das Empfinden für eine Lärmstörung in der Nacht hat leicht zugenommen, während die Werte für tagsüber leicht gesunken sind seit 2015 (Statistik Austria, 2020).

Vergleich der Lärmstörung 2011, 2015 und 2019 tagsüber und nachts

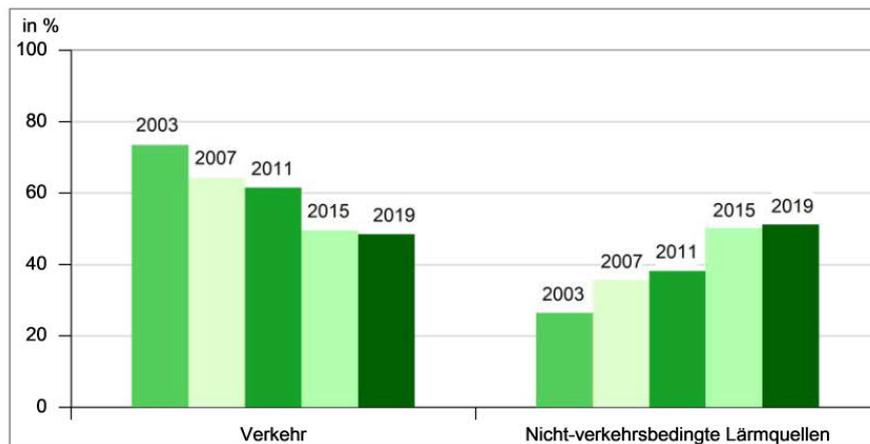


Q.: Statistik Austria, Mikrozensus 3. Quartal 2019.

Abbildung 3.2: Vergleich der Lärmstörung (Statistik Austria, 2020)

Dabei konnte festgestellt werden, dass die Lärmstörung, hervorgerufen durch Verkehr, seit 2003 abgenommen hat. Somit sind nicht-verkehrsbedingte Lärmquellen und Lärm durch Baustellen hauptsächlich ausschlaggebend für die Erhöhung der Störungswahrnehmung (Statistik Austria, 2020).

Vergleich der Lärmquellen 2003, 2007, 2011, 2015 und 2019

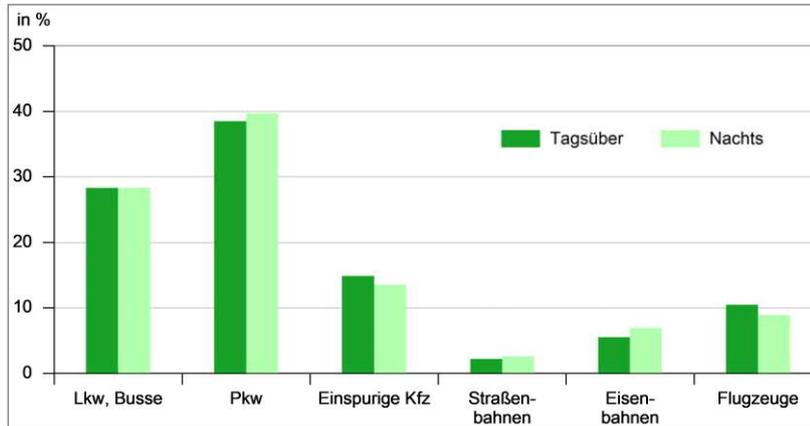


Q.: Statistik Austria, Mikrozensus 3. Quartal 2019. Dargestellt werden Anteile der durch Lärm belästigten Personen in Prozent.

Abbildung 3.3: Vergleich der Lärmquellen (Statistik Austria, 2020)

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 (Statistik Austria, 2020).

Verteilung der verkehrsbedingten Lärmquellen tagsüber und nachts

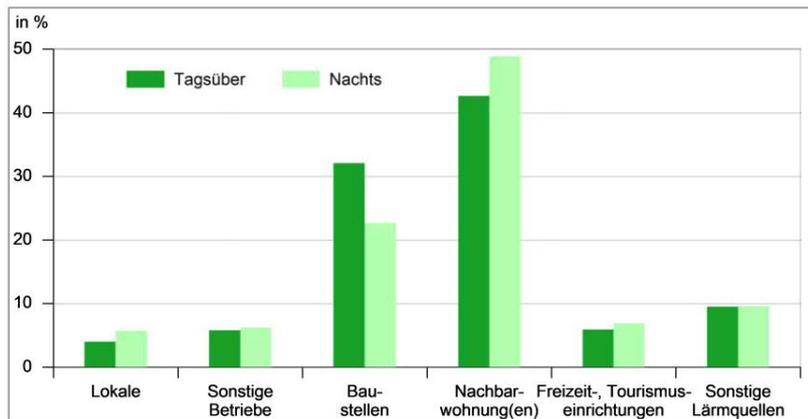


Q.: Statistik Austria, Mikrozensus 3. Quartal 2019. Dargestellt werden Anteile der durch Verkehrslärm belästigten Personen in Prozent.

Abbildung 3.4: Verteilung der Lärmquellen als Störwirkung (Statistik Austria, 2020)

Vergleicht man die Verteilung der Lärmquelle, durch nicht-verkehrsbedingte Lärmquellen, zeigt sich, dass Baustellen und Nachbarwohnungen als am meisten störend von der Bevölkerung wahrgenommen werden (Statistik Austria, 2020).

Verteilung der nicht-verkehrsbedingten Lärmquellen tagsüber und nachts



Q.: Statistik Austria, Mikrozensus 3. Quartal 2019. Dargestellt werden Anteile der durch nicht-verkehrsbedingte Lärmquellen belästigten Personen in Prozent.

Abbildung 3.5: Verteilung der nicht-verkehrsbedingten Lärmquellen als Störwirkung (Statistik Austria, 2020)

4 Analyse und Aufbereitung der Datengrundlagen

4.1 Berechnungsvorschrift RVS 04.02.11

Die RVS 04.02.11 wurde mit dem Jahr 2021 auf Basis der CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in Europe) Richtlinie geändert.

Zur Ermittlung der charakteristischen Schallpegelgrößen sind in der RVS 04.02.11 Einflussgrößen festgelegt. Die Quelle von Straßenverkehrslärm wird durch die Kombination der Schallemission jedes einzelnen Fahrzeuges bestimmt. Die Fahrzeuge werden dafür in 5 Klassen eingeteilt:

- Klasse 1: leichte Kfz
- Klasse 2: Mittelschwere Kfz
- Klasse 3: Schwere Kfz
- Klasse 4: Zweirädrige Kfz
- Klasse 5: offene Kategorie

Die Klasse 4 ist in weitere zwei Teilklassen der Mopeds und leistungsstärkere Krafräder unterteilt. Die ersten vier Klassen sind zwingend vorgeschrieben wobei die Klasse fünf optional ist und für zukünftige Fahrzeuge vorgesehen ist, welche sich von den Schallemissionen weit von den ersten vier Klassen unterscheidet. Genauere Angaben zu den einzelnen Fahrzeugklassen sind der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.

Klasse m	Bezeichnung	Beschreibung	Enthalten in Fahrzeugklassen gem. Typgenehmigung ¹⁾
1	Leichte Kfz	PKW, Lieferwagen ≤ 3,5 t, Geländewagen (SUV) ²⁾ , Großraumlimousinen ³⁾ , einschließlich Anhänger und Wohnwagen	M1 und N1
2	Mittelschwere Kfz	Mittelschwere Fahrzeuge, Lieferwagen > 3,5 t, Busse, Wohnmobile usw. mit zwei Achsen und Doppelbereifung auf der Hinterachse	M2, M3 und N2, N3
3	Schwere Kfz	Schwere Nutzfahrzeuge, Reisebusse, Busse, mit drei oder mehr Achsen	M2 und N2 mit Anhänger, M3 und N3
4	Zweirädrige Kfz ⁴⁾	4a Zweirädriges Kleinkraftrad (Hubvolumen ≤ 50 cm ³), dreirädriges Kleinkraftrad, Leichtes vierrädriges Kraftfahrzeug	L1, L2, L6
		4b Zweirädrige Krafräder mit und ohne Beiwagen, dreirädriges Kfz, schweres vierrädriges Kfz	L3, L4, L5, L7
5	Offene Klasse	Entsprechend dem künftigen Bedarf	k.A.

¹⁾ Verordnung (EU) 2018/858 und Verordnung (EU) Nr. 168/2013

²⁾ SUV (Sport Utility Vehicles)

³⁾ MPV (Multi-Purpose Vehicles)

⁴⁾ mit Verbrennungsmotor

Abbildung 4.1: Fahrzeugklassen nach RVS 04.02.11

Die Schallemission wird dabei als der vom Verkehr auf einer langen, geraden Straße verursachten, A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel beschrieben. Der Abstand zur Emissionslinie beträgt einen Meter.

Der Emissionsschallpegel wird durch folgende Parameter beeinflusst:

- Anzahl der Fahrzeugklassen pro Stunde
- Geschwindigkeit
- Antriebsgeräusche
- Rollgeräusche
- Straßenoberfläche
- Straßensteigung

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 Fahrzeuges ab, nicht aber von der Geschwindigkeit. Die Rollgeräusche hängen von Geschwindigkeit, Fahrbahnoberfläche und Reifentyp ab.

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_{day} Tag-Lärmindex, Beurteilungszeitraum 6 bis 19 Uhr
- L_{evening} Abend-Lärmindex, Beurteilungszeitraum 19 bis 22 Uhr
- L_{night} Nacht-Lärmindex, Beurteilungszeitraum 22 bis 6 Uhr
- L_{den} Tag-Abend-Nacht-Lärmindex

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

Für den Verkehrslärmkataster 2021 wird die Berechnungstabelle der vorangegangenen Bearbeitungen aktualisiert und die neuen Parameter und Rechenvorschriften der RVS 04.02.11 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. Katzenbeissner (2011) zur Verfügung.

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

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

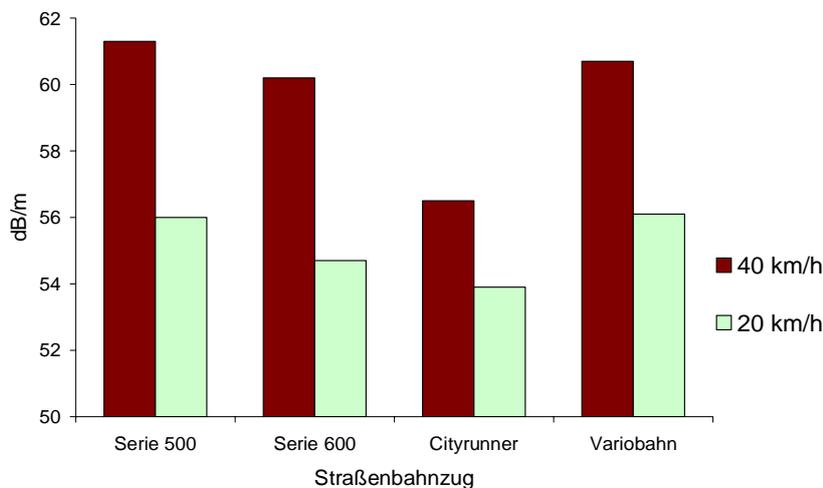


Abbildung 4.2: Längenbezogener Schalleistungspegel (Gollner und Katzenbeissner, 2011)

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:

- Sackstraße
- Hauptplatz
- Herrengasse
- Am Eisernen Tor

Aufgrund der in der GIP durchgehenden Straßenbahnstrecke vom Hauptplatz bis zum Hauptbahnhof ist für die Murgasse keine eigene Definition der Geschwindigkeit auf 20 km/h möglich. 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 gestellt¹.

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 laufende Wandel der GIP bedeutet allerdings auch, dass die Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Lärmkatasterbearbeitungen erschwert ist.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber werden im Verkehrslärmkataster 2021, mit Ausnahme des Schienennetzes der ÖBB und GKB, sämtliche in der GIP erfassten Abschnitte berücksichtigt.

Im Vergleich zum GIP-Graphen von 2016 beinhaltet der verwendete Graph für 2021 einige Neuerungen, welche die Vergleichbarkeit des Lärmkatasters erschweren. Hauptverkehrsstraßen, bei welchen die Fahrtrichtungen baulich getrennt sind (z.B.: durch Grünstreifen oder getrennte Tunnelröhren), werden nicht mehr nur durch eine Strecke für beide Fahrtrichtungen dargestellt, sondern mit jeweils einer je Fahrtrichtung (Abbildung 4.3). Autobahnstrecken wurden bereits 2016 mit aufgeteilten Strecken je Fahrtrichtung berücksichtigt. Straßenbahngleise werden nicht mehr zusammen mit nicht schienengebundenen Strecken abgebildet, sondern diese besitzen ihre eigenen Strecken aufgeteilt je Fahrtrichtung. In Abbildung 4.4 ist die Aufteilung von einer Strecke (2016) zu drei Strecken (2021) zu sehen. Die beiden äußeren blauen Strecken sind Straßenbahnstrecken und die mittlere blaue Strecke ist für nicht schienengebundene Fahrzeuge.

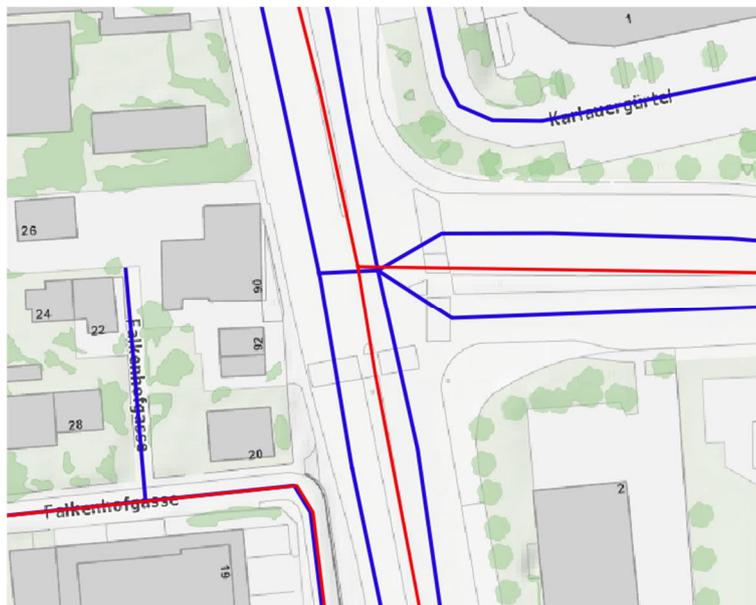


Abbildung 4.3: Vergleich Straße mit baulich getrennten Fahrtrichtungen 2016 (rot) mit 2021 (blau)

¹ <http://gip.gv.at/>

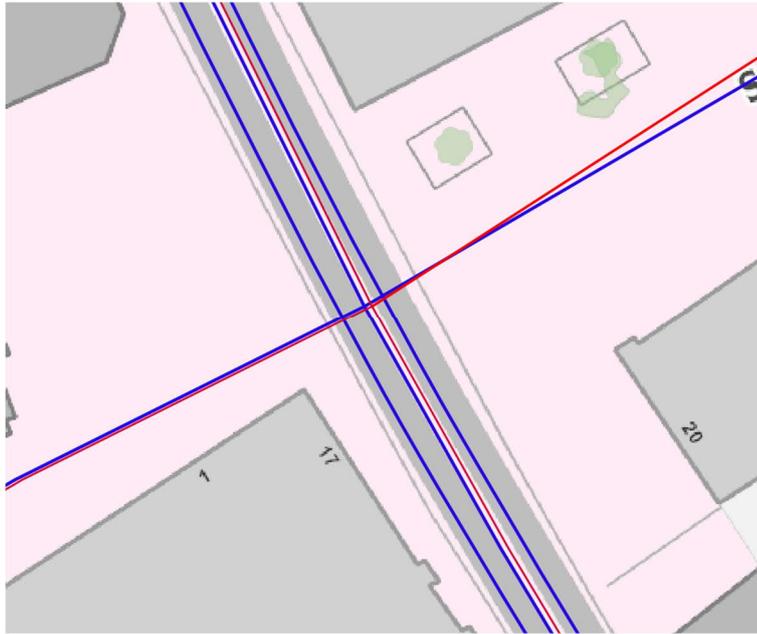


Abbildung 4.4: Vergleich Strecken mit Straßenbahn 2016 (rot) mit 2021 (blau)

Durch die neue Straßennetzgrundlage und die Erweiterung des Untersuchungsgebietes um 3 km beinhaltet der Verkehrslärmkataster 2021 rund 29.700 Streckenabschnitte (rund 15.000 Streckenabschnitte im Verkehrslärmkataster 2016, 12.600 Streckenabschnitte im Verkehrslärmkataster 2011). Eine grobe Übersicht über die neu hinzugekommenen Strecken ist in Abbildung 4.5 zu sehen. In Rot sind die Strecken des Verkehrslärmkatasters 2016 und in Blau jene von 2021 dargestellt.

Seit der letzten Bearbeitung des Verkehrslärmkatasters hat sich das Landesstraßennetz in Graz durch das Übertragen von mehreren Landesstraßen zu Gemeindestraßen verringert. Abbildung 4.6 zeigt das Straßennetz unterteilt in die Straßenkategorien Autobahnen, Landesstraßen B, Landesstraßen L und Sonstige Straßen.

Alle Ergebnisse werden am verwendeten GIP-Graphen dargestellt.

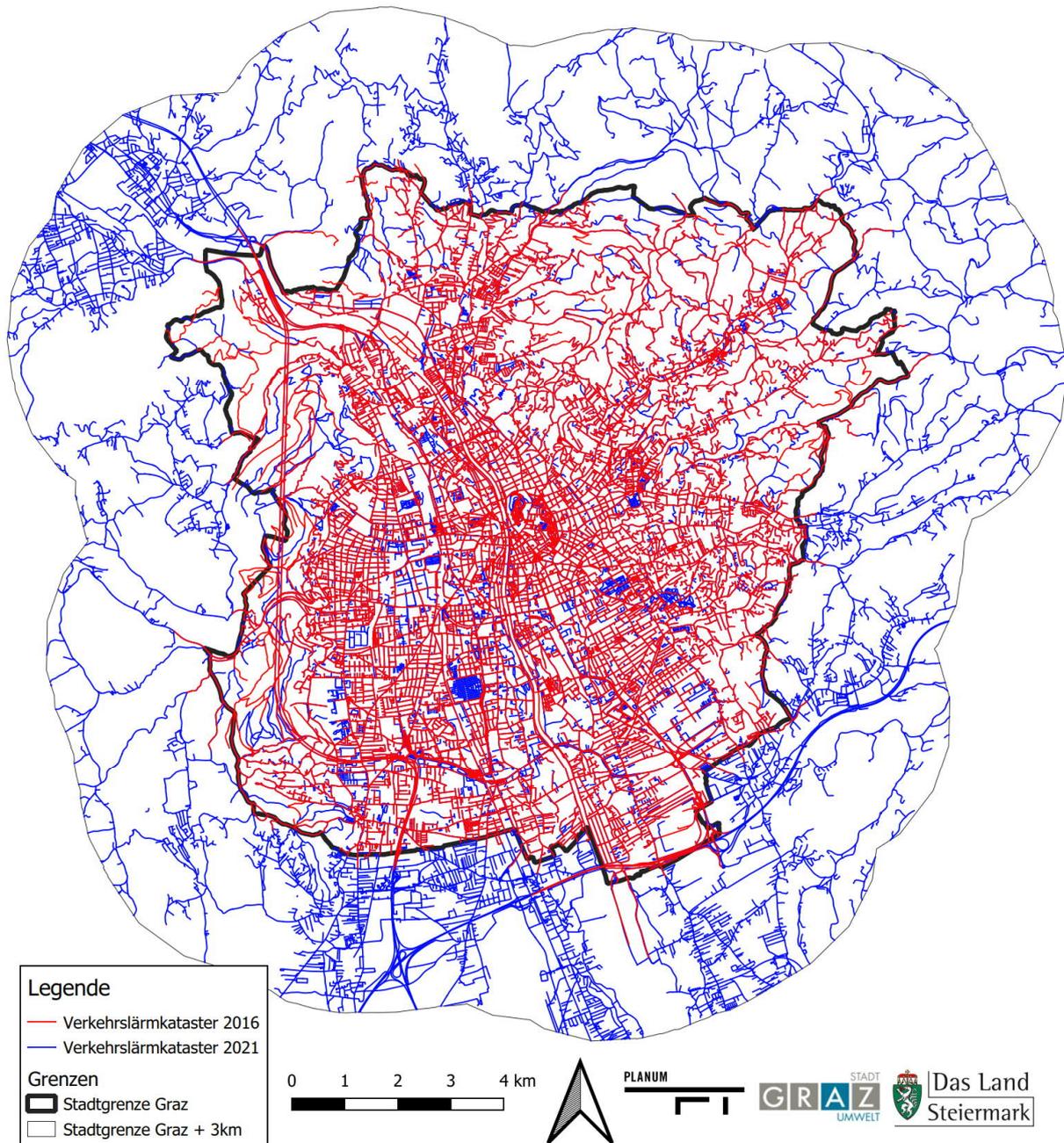


Abbildung 4.5: Vergleich Streckennetz Verkehrslärmkataster 2016 – 2021

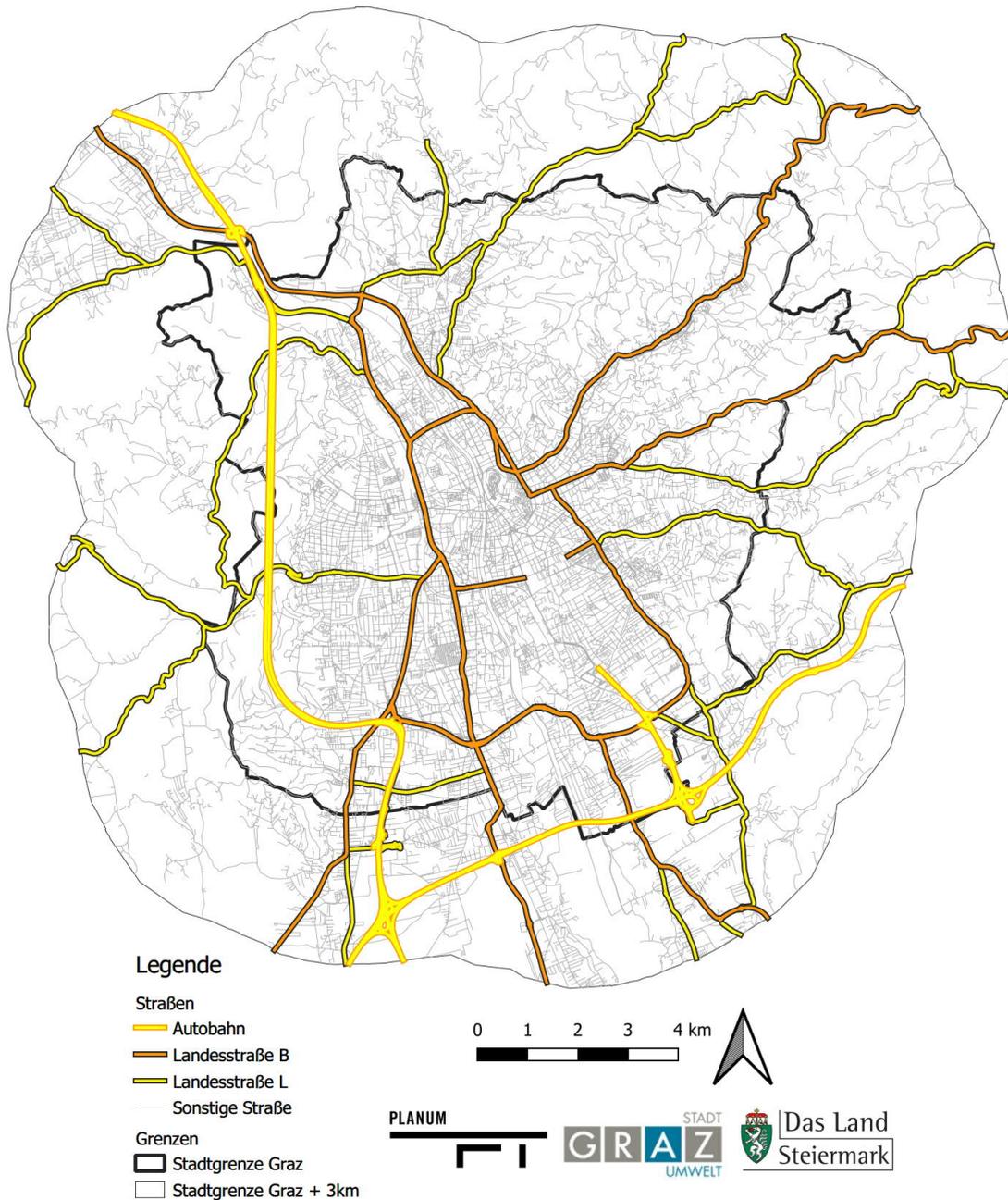


Abbildung 4.6: Überblick Straßennetz Verkehrslärmkataster 2021

4.4 Verkehrserhebungen

Zur Kalibrierung des Verkehrsmodells stehen die Zählraten der Zählstellen des Grazer Stadtgebietes, die Zählraten der Zählstellen der Steiermark und die Zählraten der ASFINAG zur Verfügung. Alle Zählraten beziehen sich auf das Jahr 2019.

Für den Verkehrslärmkataster wird die Gesamtverkehrsbelastung eines durchschnittlichen Tages in Teilverkehrsbelastungen in den Zeiträumen Tag, Abend und Nacht unterteilt. Für die weitere

Beurteilung werden die maßgebenden Stundenwerte des jeweiligen Straßentyps der Beurteilungszeiträume verwendet.

4.5 Daten des öffentlichen Verkehrs

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

Für die Abbildung des öffentlichen Verkehrs können folgende Datengrundlagen definiert werden:

- Aktuelle Fahrpläne der Holding Graz Linien und des Verkehrsverbundes Steiermark
- Linienverlauf von Bus und Bahn des Verkehrsverbundes Steiermark

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_{MO-FR} ermittelt.

Es wird darauf hingewiesen, dass diese Glättung dazu führt, dass speziell in den Nachtstunden ein Verzerren 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.

Die Abbildung 4.7 zeigt eine Übersicht über das Liniennetz der Straßenbahnen und die Belastung für den Zeitraum Tag anhand der Strichstärken.

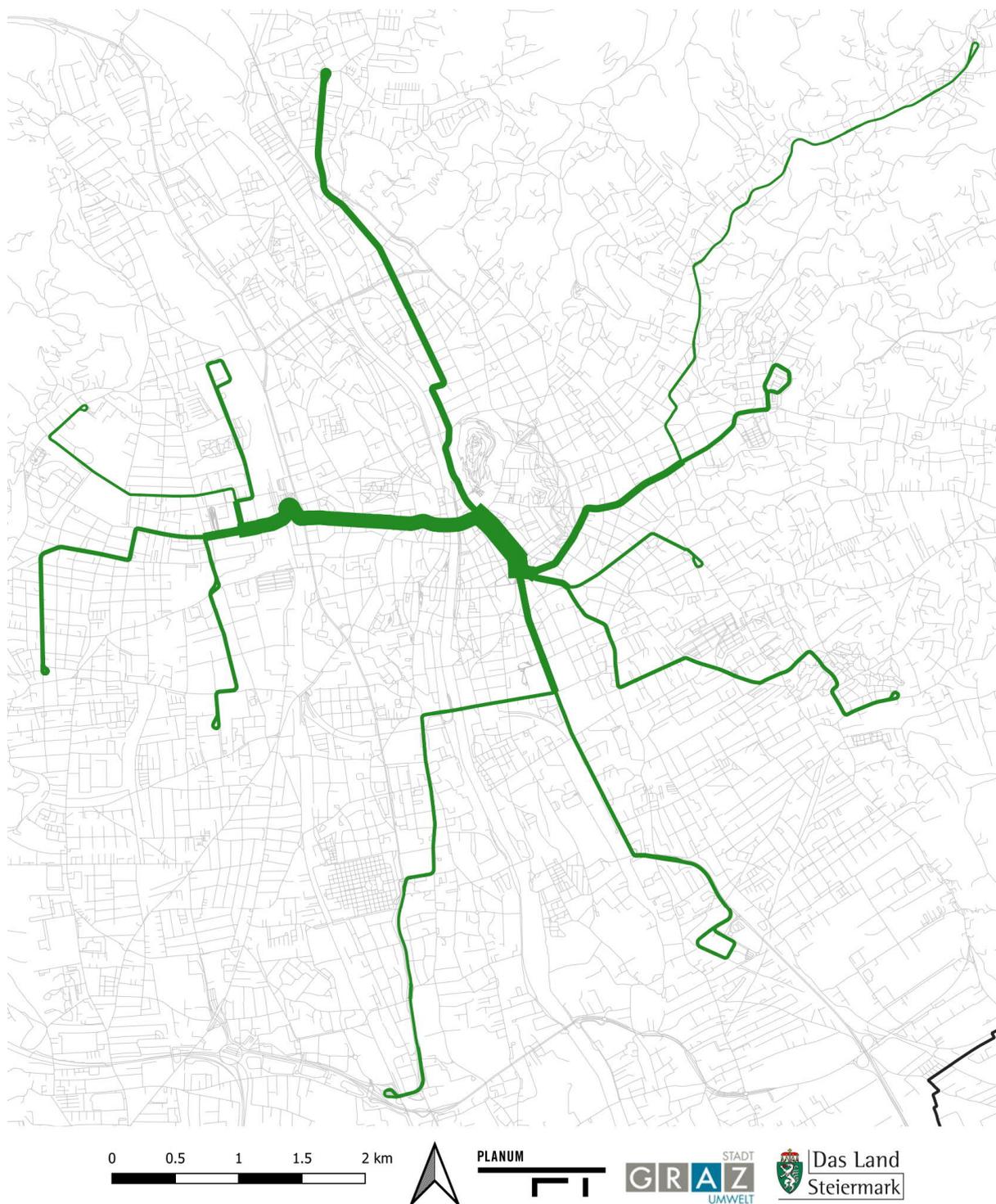


Abbildung 4.7: Überblick Grazer Straßenbahnnetz Zeitraum Tag

Die Abbildung 4.8 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 für den Zeitraum Tag.

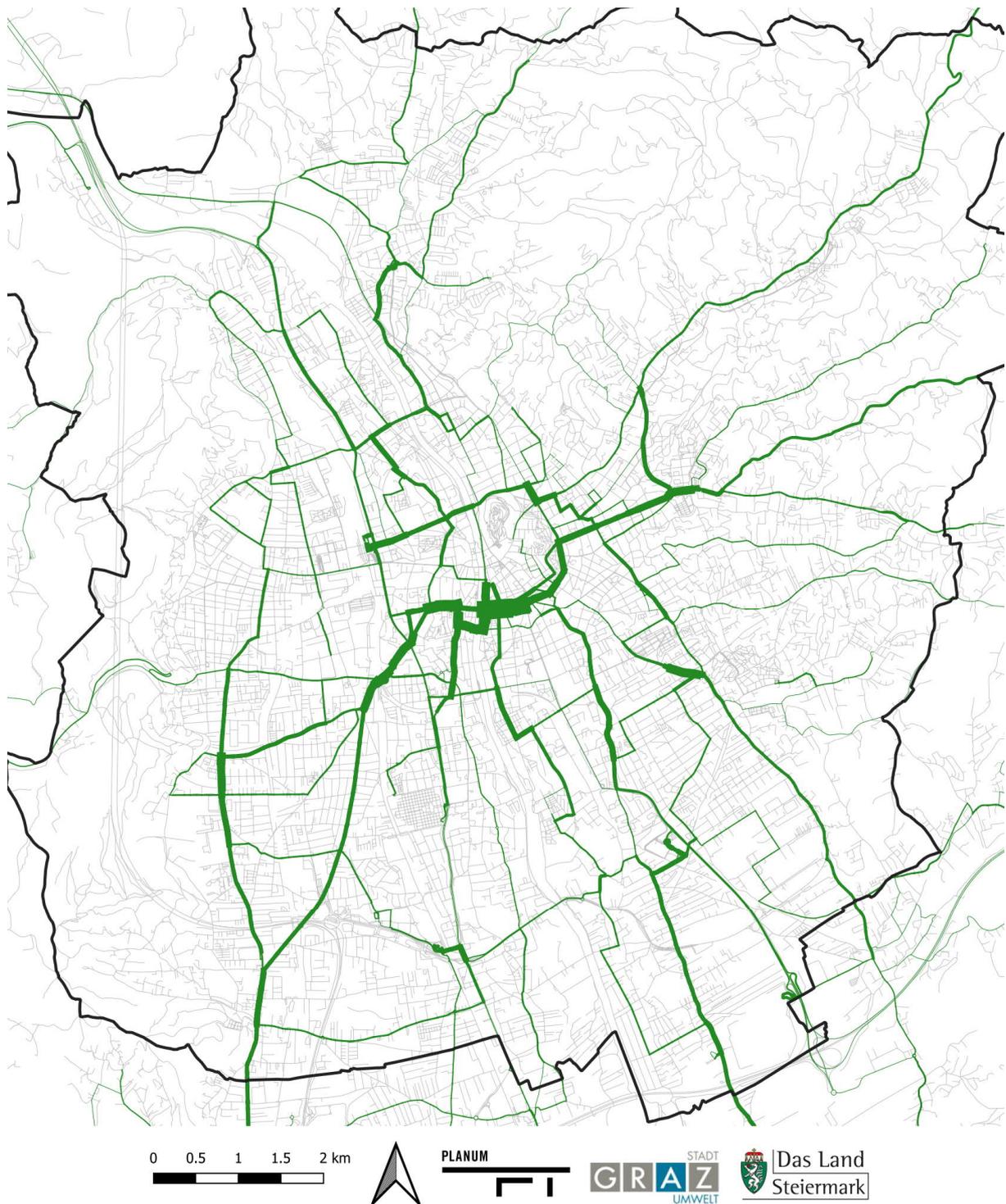


Abbildung 4.8: Überblick Grazer Busnetz Zeitraum Tag

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

4.6 Schwerverkehr

Aufgrund fehlender aktueller Datengrundlagen über die Zusammensetzung des Schwerverkehrs in Graz wird auf die Ergebnisse des Verkehrslärmkatasters 2016 zurückgegriffen. Die Werte werden an den Zählquerschnitten für das Jahr 2019 kalibriert.

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 in Graz. 295.400 gemeldete Hauptwohnsitze mit 01.01.2022 (rund 282.500 gemeldete Hauptwohnsitze im Jahr 2016, rund 263.000 gemeldete Hauptwohnsitze im Jahr 2011) (Stadtvermessungsamt, 2022). Die Informationen der Einwohnerdaten werden automatisiert auf die Abschnitte der GIP übertragen. Dabei werden die Hauptwohnsitze der nächstgelegenen Strecke zugewiesen, welche mit einem Pkw befahren werden darf. In Abbildung 4.9 ist diese Zuweisung schematisch dargestellt. Die roten Strecken werden durch das Verkehrsmodell berücksichtigt und die blauen Strecken durch die Einwohnerdaten.

Im 3 Kilometerbereich um Graz wird das untergeordnete Straßennetz nicht durch Einwohnerdaten ergänzt.

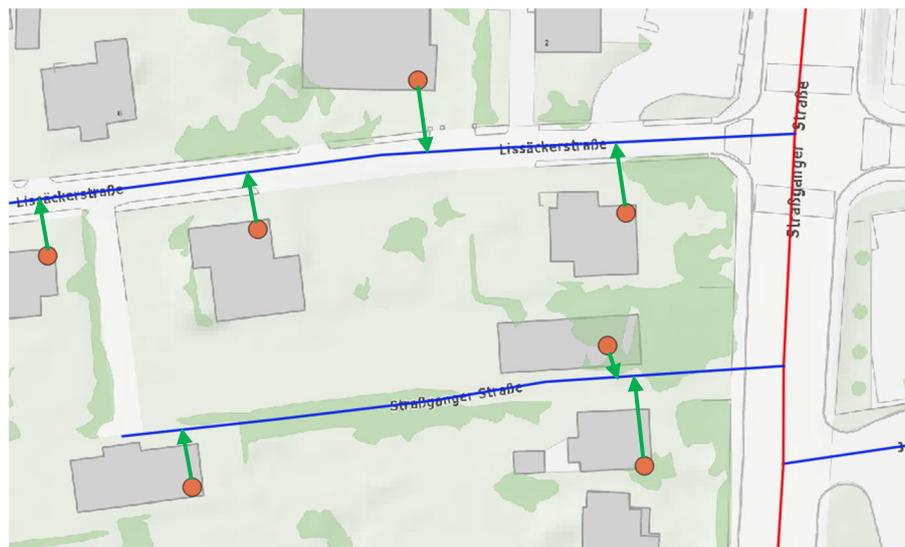


Abbildung 4.9: Zuweisung von Einwohnerdaten auf Strecken

Um das tatsächliche Verkehrsaufkommen der Einwohner im untergeordneten Straßennetz abschätzen zu können, wird das Mobilitätsverhalten der Grazer Wohnbevölkerung in Betracht gezogen. Grundlage dafür ist die Erhebung „Mobilitätsverhalten der Grazer Wohnbevölkerung 2021“ (Röschel, 2022) und die „Regulierungsrichtlinie der Stadt Graz“ (Stadt Graz, 1996).

Erkenntnisse des Grazer Mobilitätsverhaltens:

- Durchschnittliche Anzahl an Wegen pro Tag pro mobiler Person: 3,3
- Anteil MIV-Lenker: 32,9 %

- Anteil heimgebundener Wege: 83,2 %
- Anteil mobiler Personen: 83,3 %

Erkenntnisse aus der Regulierungsrichtlinie:

- 20 % Besucher und sonstige Zufahrten pro Tag

Die Berechnungsschritte zur Ermittlung des Anteils an heimgebundenen Pkw-Wege pro Person und Tag ist nachfolgend dargestellt. Dieser Faktor wird mit den Einwohnerwerten multipliziert, um auf die Anzahl an Pkw je Strecke zu kommen.

$$3,3 * 0,329 = 1,0857 \quad \text{Wege mit Pkw pro mobiler Person und Tag}$$

$$1,0857 * 0,832 = 0,9033 \quad \text{heimgebundene Pkw-Wege pro mobiler Person und Tag}$$

$$0,9033 * 1,2 = 1,0840 \quad \text{heimgebundene Pkw-Wege pro mobiler Person und Tag + 20 \% Besucher}$$

$$1,0840 * 0,833 = \underline{0,9030} \quad \text{heimgebundene Pkw-Wege pro Person und Tag + 20 \% Besucher}$$

Aufgrund der zur Verfügung gestellten aktuellen Einwohnerdaten kommen letztere Annahmen flächig zur Anwendung.

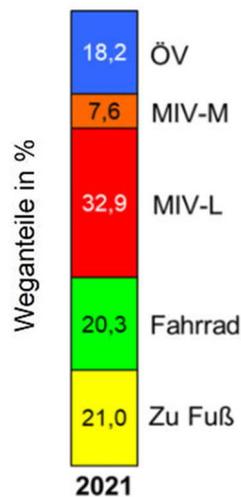


Abbildung 4.10: Modal Split Graz 2021 (Röschel, 2022)

4.8 Steigung

Die Ableitung der Steigungen erfolgte anhand der Höheninformation aus der Tabelle „Node“ im Datensatz A (Routingexport) der GIP. Die Höhenangabe des Knotens der GIP basiert dabei auf dem Höhenmodell Österreich. Die Steigungen wurden über die Höhendifferenz zwischen zwei Knoten und der dazwischenliegenden Abschnittslänge abgeleitet. Wie bereits im Verkehrslärmkataster 2016 werden Ungenauigkeiten durch Nichtberücksichtigung von Zwischenpunkten toleriert.

4.9 Ganglinientypen

Als Grundlage für die verwendeten Ganglinientypen dienen die verwendeten Erkenntnisse der Bearbeitung des Verkehrslärmkatasters Graz 2016.

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.

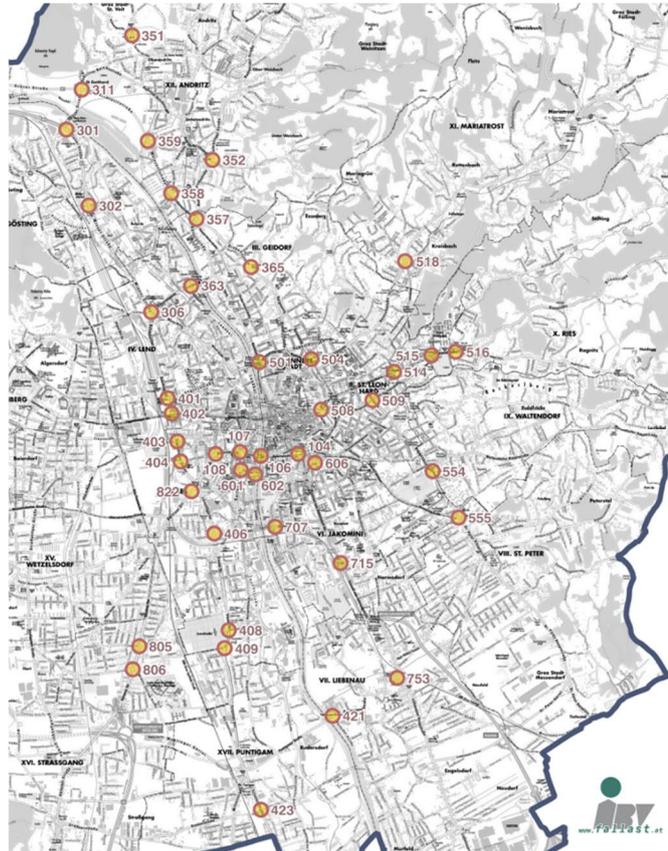


Abbildung 4.11: Übersicht Kreuzungen

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.

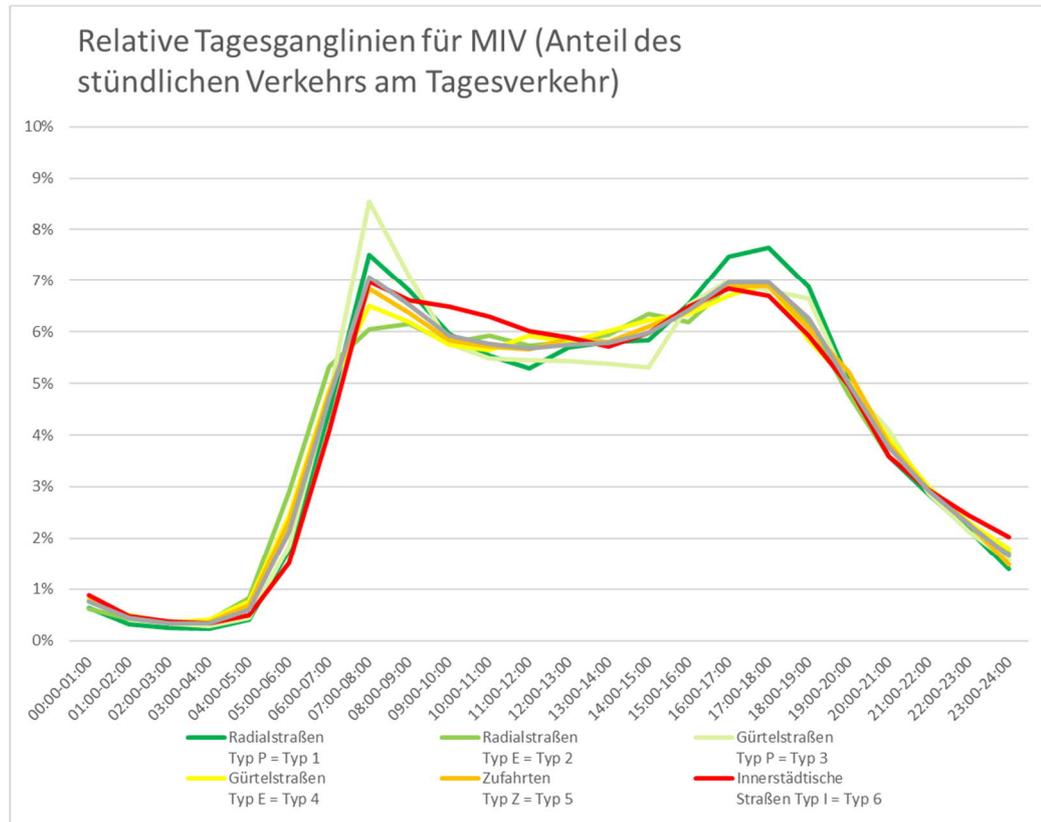


Abbildung 4.12: Ganglinientypen: Relative Tagesganglinien für MIV (Anteile des stündlichen Verkehrs am Tagesverkehr) (Fallast und Huber, 2012)

4.9.1 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.

4.9.2 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.

4.9.3 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.

4.9.4 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.

4.9.5 Standardganglinie

Standardganglinie Typ S – Standard:

Für die Erstellung der Standardganglinie wurden die Ganglinientypen der Radialstraßen, der 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%.

4.9.6 Bezeichnung im Verkehrslärmkataster

Zur leichteren Visualisierung im Verkehrslärmkataster wird, wie schon beim Verkehrslärmkataster 2016, folgende Bezeichnung für die Ganglinientypen verwendet.

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

Bezeichnung des Ganglinientyps	Bezeichnung im Verkehrslärmkataster
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

4.9.7 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. Die Grundlage bildet die Zuweisung aus dem Verkehrslärmkataster 2016, welche für das erweiterte Untersuchungsgebiet nach außen weitergezogen wurde. Die Zuweisung für 2021 kann der folgenden Abbildung 4.13 entnommen werden.

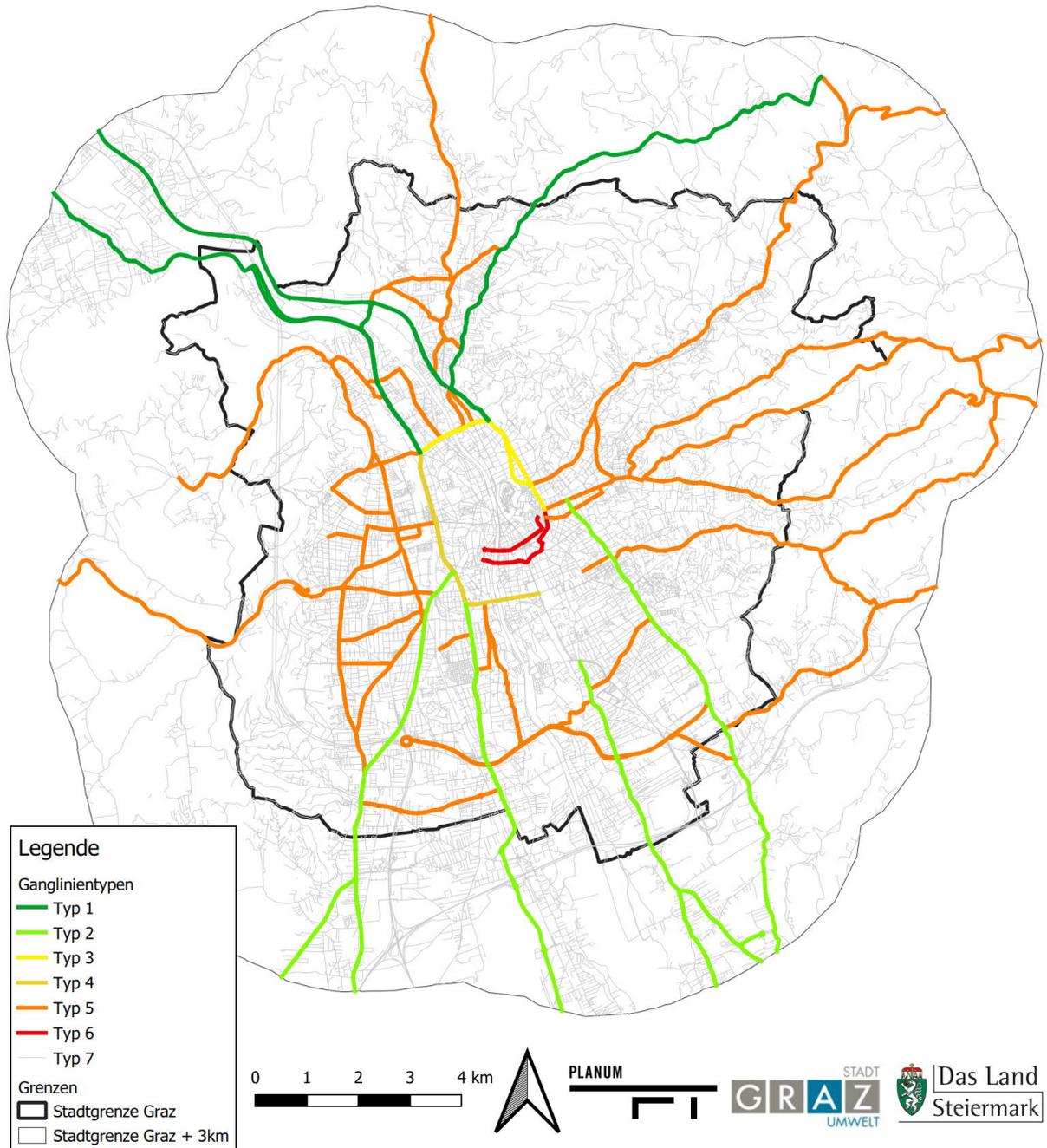


Abbildung 4.13: Übersicht Ganglinientypen

4.10 Aktualisierung des Verkehrsmodells

Eine wichtige und wesentliche Eingangsgröße für die Erstellung des Verkehrslärmkatasters Graz 2021 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.

4.10.1 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 4.14 erläutert den Aufbau des Rechenprogramms:

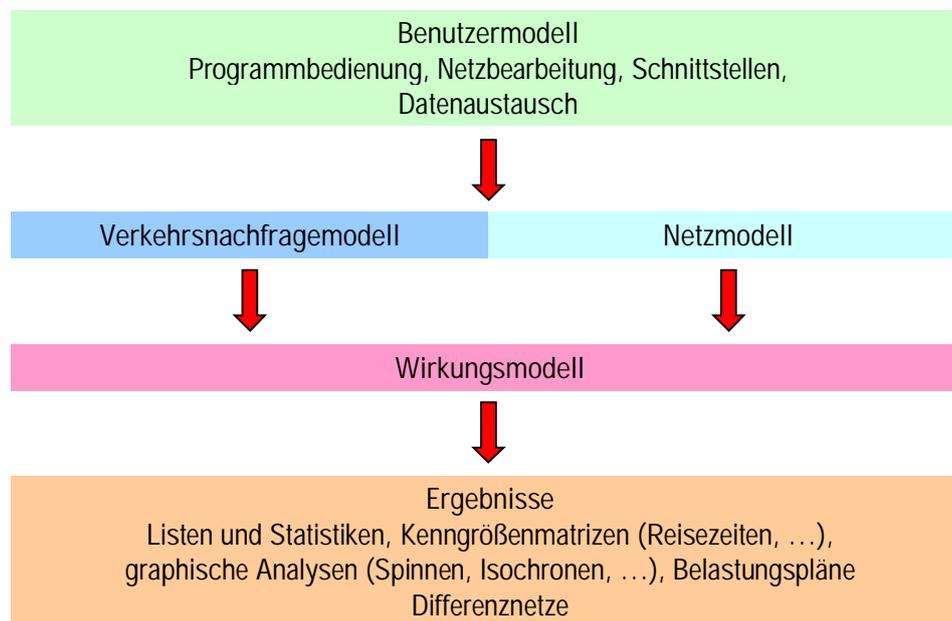


Abbildung 4.14: Aufbau des Rechenprogramms

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:	Einspeisepunkte der Verkehrsnachfrage
Strecken:	Geschwindigkeiten und Kapazität für den IV, Fahrzeiten für den ÖV
Abbiegebeziehungen:	Abbiegezuschläge für den IV, Weichen und Wendemöglichkeiten für den ÖV
Linien:	Linienname, Linienvariante, Linienweg und Fahrplan

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 Korrekturerfahren. In diesen Verfahren werden einzelne Verkehrsbeziehungen so lange 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

4.10.2 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 stand der damals aktuelle Straßengraph der Straßenintegrationsplattform GIP sowie das Netzmodell für die Bearbeitung des Verkehrslärmkatasters 2011 zur Verfügung.

Aufbauend auf dem Verkehrsmodell von 2016 wurde für den Verkehrslärmkataster 2021 das Verkehrsnetz überarbeitet und aktualisiert.

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: Die weiteren Strecken werden dem untergeordneten Netz zugeordnet.

4.10.3 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 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 bestehende 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.

4.10.4 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 folgende 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 Sukzessivverfahren verwendet.

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_{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.

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

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

- CR-Funktion des BPR: Für die Kategorien Sammel- und Anliegerstraße und das untergeordnete Netz wurde die BPR-Funktion aus dem Traffic Assignment Manual des amerikanischen 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 ($q > q_{\text{max}}$) zu erwarten sind.

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

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.

4.10.5 Modellergebnisse IST-Zustand 2021

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
- Dauerzählstellen der ASFINAG
- Querschnittszählungen Büro PLANUM

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 Zählungen

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 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 2016 und die abgeleiteten Eingangsdaten für die aktuelle Berechnung zeigen jedoch zum Teil größere Unterschiede.

Um im Bedarfsfall die Ergebnisse plausibilisieren zu können, werden anschließend 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.

Abweichungen aufgrund der Eingangsverkehrstrommatrizen

Die verwendeten Matrizen aus dem Verkehrsmodell Steiermark entstanden für großräumigere Verkehrsmodelle mit verschiedener Detailtiefe.

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 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.

Gewählter Modellansatz

Algorithmus des mathematischen Kalibrierungsverfahrens.

5 Erstellung des Verkehrslärmkatasters

5.1 Herkunft der verwendeten Daten

Die Basis des Verkehrslärmkatasters bildet der GIP-Graph. Aus den umfangreichen GIP-Datensätzen wurden nur die benötigten Inhalte weiterverwendet. Alle notwendigen Daten, welche in der GIP nur teilweise oder nicht vorhanden sind, wurden durch Daten aus anderen Quellen ergänzt. Die folgende Tabelle zeigt die verwendeten Attribute und ihre Datenherkunft:

Tabelle 5.1: Datenherkunft Verkehrslärmkataster 2021

Attribut	Datenherkunft
LINK_ID	GIP
SUBNET_ID	GIP
MAINNAME	GIP
Belag	Aus vorangegangenem Lärmkataster, händische Zuordnung, OpenStreetMap
Steigung	Abgeleitet aus GIP-Knotenhöhen
Abschnittslänge	GIP
Anzahl Pkw	Verkehrsmodell
Anzahl Lkw	Verkehrsmodell
Typ	Aus vorangegangenem Lärmkataster, händische Zuordnung
Ganglinientyp	Aus vorangegangenem Lärmkataster, händische Zuordnung
Geschwindigkeit	GIP (VMAX_CAR, SPEEDCAR), OpenStreetMap
Einwohner	Einwohnerdaten (Stadtvermessung Graz)
Anzahl 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

Die Berechnung der Grundwerte folgt der aktuellen RVS 04.02.11 und basiert auf CNOSSOS. Die Schallemission eines Verkehrsflusses wird durch eine Emissionslinie dargestellt, die durch ihre gerichtete Schalleistung je Meter pro Frequenz gekennzeichnet ist. Den Emissionen der Beurteilungszeiträume Tag, Abend und Nacht liegen die Verkehrsstärke als Jahresdurchschnitt je Stunde, je Zeitraum und je Fahrzeugklasse sowie die repräsentative Geschwindigkeit des Straßenabschnitts, die Längsneigung und die Fahrbahndecke zu Grunde. Die maßgebende stündliche Verkehrsstärke gesamt (Summe der Kfz aller Fahrzeugklassen pro Stunde) wird folgend berechnet:

$$\sum_{m=1}^4 \cdot Q_{m,T,S} = k_{L,T,S} \cdot JDTV$$

$$Q_{m=1,T,S} = \sum_{m=1}^4 \cdot Q_{m,T,S} - Q_{m=2,T,S} - Q_{m=3,T,S} - Q_{m=4,T,S}$$

$$Q_{m=2,T,S} = k_{L,T,S} \cdot q_{s,T,S} \cdot I_{s,m=2,S} \cdot JDTV$$

$$Q_{m=3,T,S} = k_{L,T,S} \cdot q_{s,T,S} \cdot I_{s,m=3,S} \cdot JDTV$$

$$Q_{m=4,T,S} = k_{L,T,S} \cdot z_{s,T,S} \cdot JDTV$$

$$Q_{m=4a,T,S} = k_{L,T,S} \cdot z_{s,T,S} \cdot x_{s,m=4a,S} \cdot JDTV$$

$$Q_{m=4b,T,S} = k_{L,T,S} \cdot z_{s,T,S} \cdot x_{s,m=4b,S} \cdot JDTV$$

mit:

JDTV Mittelwert über alle Tage des Jahres der Anzahl der einen Straßenquerschnitt in beiden Richtungen täglich passierenden Kfz [Kfz/24h]

k_L Bemessungsfaktor für Verkehrslärmberechnungen gemäß Tabelle 2

I_s Anteile der Fahrzeugklassen 2 und 3 gemäß Tabelle 4

Q_m Maßgebende stündliche Verkehrsstärke der jeweiligen Fahrzeugklassen m je Stunde [Kfz/h]

q_s Schwerverkehrsanteil (Fahrzeuge der Fahrzeugklassen 2 und 3) an der JDTV gemäß Tabelle 3

S Straßentyp

T Zeitraum Tag, Abend oder Nacht

x_s Anteile der Fahrzeugklassen 4a und 4b gemäß Tabelle 6

z_s Anteil der Fahrzeugklassen 4a und 4b an der JDTV gemäß Tabelle 5

Aus den maßgebenden Stundenwerten der jeweiligen Beurteilungszeiträume kann der Lärmindex über die Beurteilungszeiträume gebildet werden.

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

Jener Wert dient als Größe für die Beschreibung des Umgebungslärms.

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 aus bereits erwähnten Gründen nur erschwert möglich. Verbesserte Datengrundlagen erlauben eine nur bedingt gültige Aussagekraft in der Vergleichbarkeit.

6.1 Längenbilanzen

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 Bearbeitung von 2016 umfassen die Längenbilanzen knapp 1.500 km Straßennetz. Der Lärmkataster 2021 betrachtet nicht nur die Stadt Graz, sondern zusätzlich noch 3 Kilometer um die Stadt. Des Weiteren wurde der GIP-Graph verfeinert und dadurch wird mit 2.818 km ein viel längeres Straßennetz berücksichtigt.

Es werden nachfolgend Längenbilanzen nach der Zuständigkeit des Straßenerhalters und nach dem Ganglinientyp angeführt. Durch die Verfeinerung des GIP-Graphen und das erweiterte Untersuchungsgebiet erhöhen sich die Längen aller Subnetze.

Tabelle 6.1: Längenbilanz nach Straßenerhalter (Subnetz)

Subnetz	2021 (2016)	
	Länge [km]	Anteil [%]
Autobahnen	115,6 (52,3)	4,1 (3,5)
Landesstraßen	215,8 (152,5)	7,7 (10,2)
Gemeindestraßen	2.049,7 (1.073,8)	72,7 (71,6)
Straßenbahn- und Bustrassen	91,9 (12,7)	3,3 (0,8)
Sonstige Straßen	344,7 (208,6)	12,2 (13,9)
Summe	2.817,8 (1.499,9)	100 (100)

Die Zuweisung der Ganglinien von Typ 3, Typ 4 und Typ 6 hat sich von 2016 auf 2021 nicht verändert. Die Längenbilanzen für Typ 3 und 4 sind jedoch aufgrund der Aufteilung von Strecken in Strecken je Fahrtrichtung größer geworden. Bei den Strecken vom Typ 6 hat es keine dieser Aufteilungen gegeben, wodurch sich die Länge nicht verändert hat. Alle anderen Ganglinien wurden außerhalb der Stadtgrenze Graz fortgesetzt und umfassen nun eine deutlich höhere Anzahl an Kilometer.

Tabelle 6.2: Längenbilanz nach dem Ganglinientyp

Bezeichnung des Ganglinientyps	Ganglinientyp	2021 (2016)	
		Länge [km]	Anteil [%]
Radialstraße Typ P	Typ 1	40,6 (20,8)	1,4 (1,4)
Radialstraße Typ E	Typ 2	45,2 (18,9)	1,6 (1,3)
Gürtelstraße Typ P	Typ 3	6,9 (4,8)	0,2 (0,3)
Gürtelstraße Typ E	Typ 4	8,0 (4,6)	0,3 (0,3)
Zufahrten Typ Z	Typ 5	145,6 (101,5)	5,2 (6,8)
Innerstädtische Straßen Typ I	Typ 6	3,6 (3,6)	0,1 (0,2)
Standardganglinie Typ S	Typ 7	2.567,9 (1.345,5)	91,1 (89,7)
Summe		2.817,8 (1.499,9)	100 (100)

6.2 Lärmbilanzen

Lärmbilanzen werden einmal nur für das Stadtgebiet von Graz und einmal für das gesamte Untersuchungsgebiet dargestellt. Die Ergebnisse werden einerseits in Gesamtlärmbilanzen und andererseits nach dem Subnetz berechnet. Da für die Erstellung des neuen Verkehrslärmkatasters 2021 eine aktuellere Richtlinie verwendet wurde (RVS 04.02.11 Stand 1. November 2021) und die Emissionen nicht mehr als der energieäquivalente Schallpegel in 1m Entfernung zur Schallquelle, sondern als Emission einer linienförmigen Ersatzschalquelle ausgewiesen werden, mussten für den Vergleich zwischen 2016 und 2021 die Werte aus 2016 mit + 3 dB korrigiert (Kirisits, 2021) und erneut den Belastungsklassen zugeordnet werden. Die Darstellungen der Ergebnisse aus dem Jahr 2016 weichen deshalb von den angepassten 2016er Werten in den nachfolgenden Darstellungen ab. Die Belastungsklasse 40 – 45 dB fällt somit aus den Darstellungen und eine neue Klasse 95 – 100 dB kommt hinzu.

Detailergebnisse können dem Anhang entnommen werden. Die Betrachtung nach dem Subnetz (Ergebnisvisualisierung in den nachfolgenden Diagrammen) wurde vom Verkehrslärmkataster Graz 2016 übernommen, 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, ein paar Gründe dafür sind nachfolgend kurz zusammengefasst:

- Eigene richtungsgebundene Strecken für Straßenbahn
- Straßenübertragung von Landesstraßen zu Gemeindestraßen
- Aufteilung von baulich getrennten Hauptverkehrsstraßen in Strecken je Fahrtrichtung
- Zusätzliche Strecken
- Neue ÖV-Verbindungen

6.2.1 Lärmbilanzen für das Stadtgebiet von Graz

Die Gesamtlärmbilanzen und alle nachfolgend abgebildeten Ergebnisse beziehen sich auf Schallemissionen unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs.

6.2.1.1 Gesamtlärmbilanzen

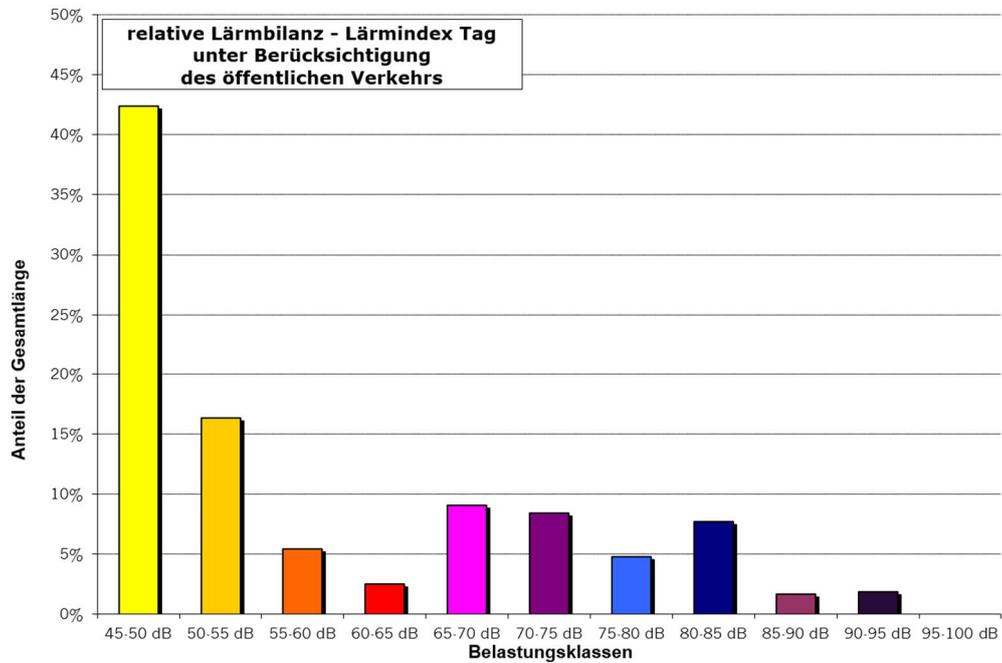


Abbildung 6.1: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag

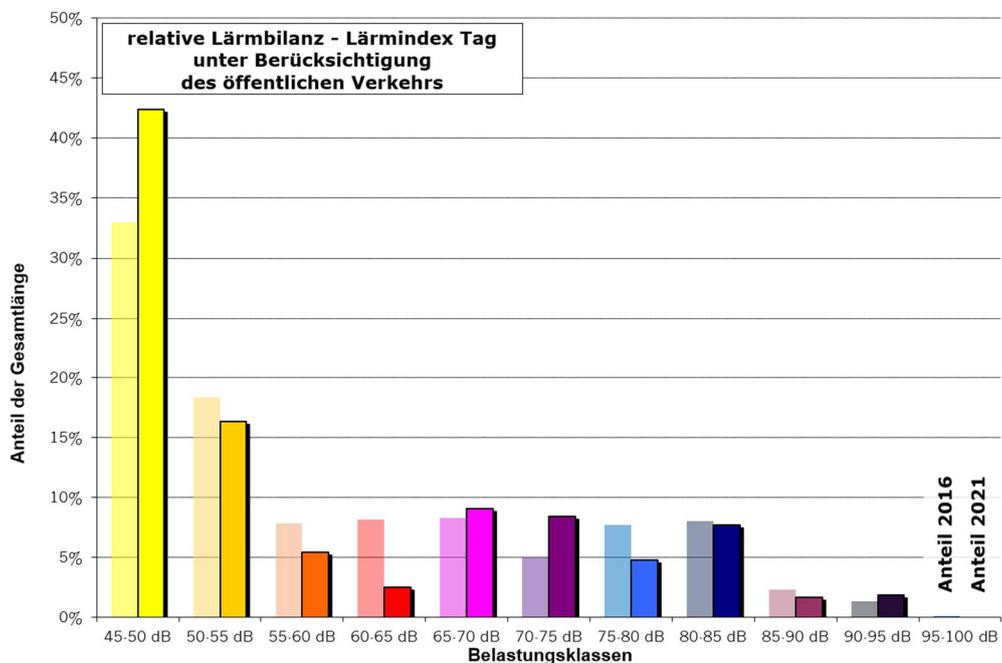


Abbildung 6.2: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021

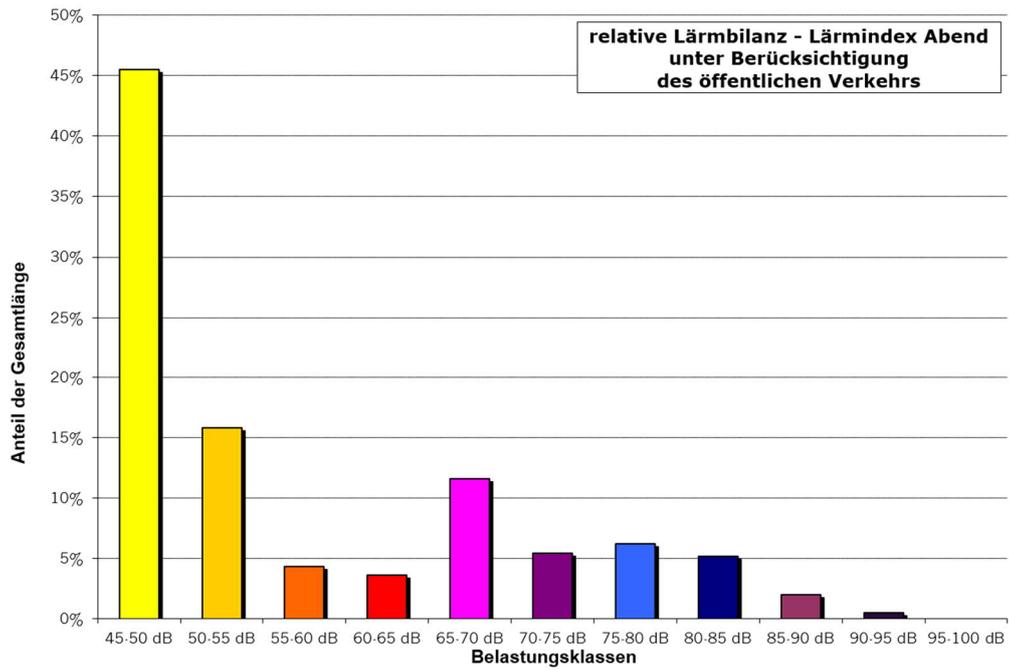


Abbildung 6.3: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Abend

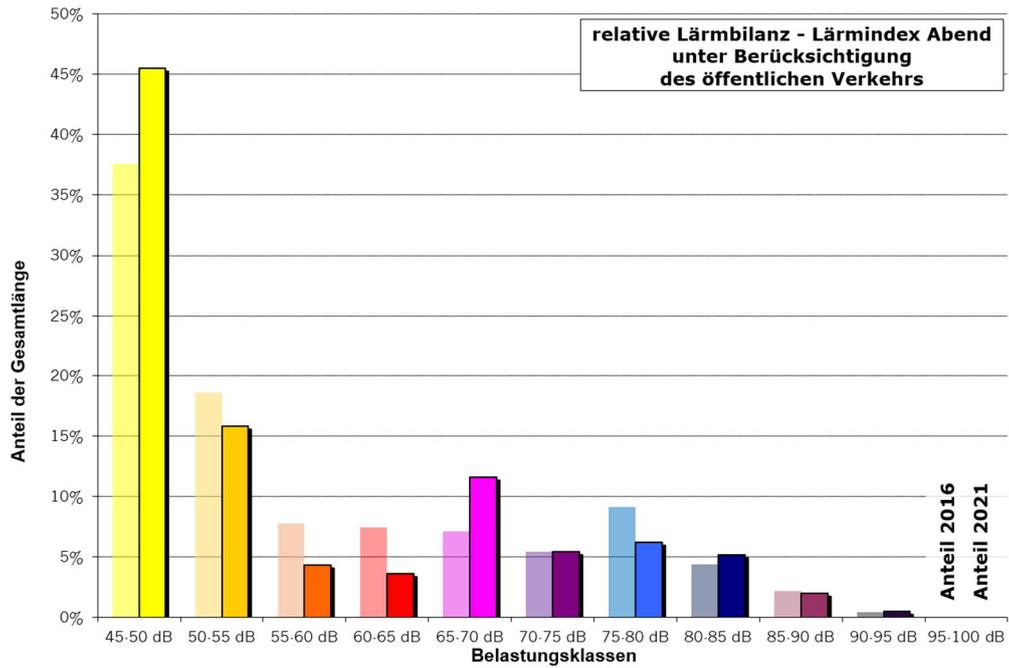


Abbildung 6.4: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021

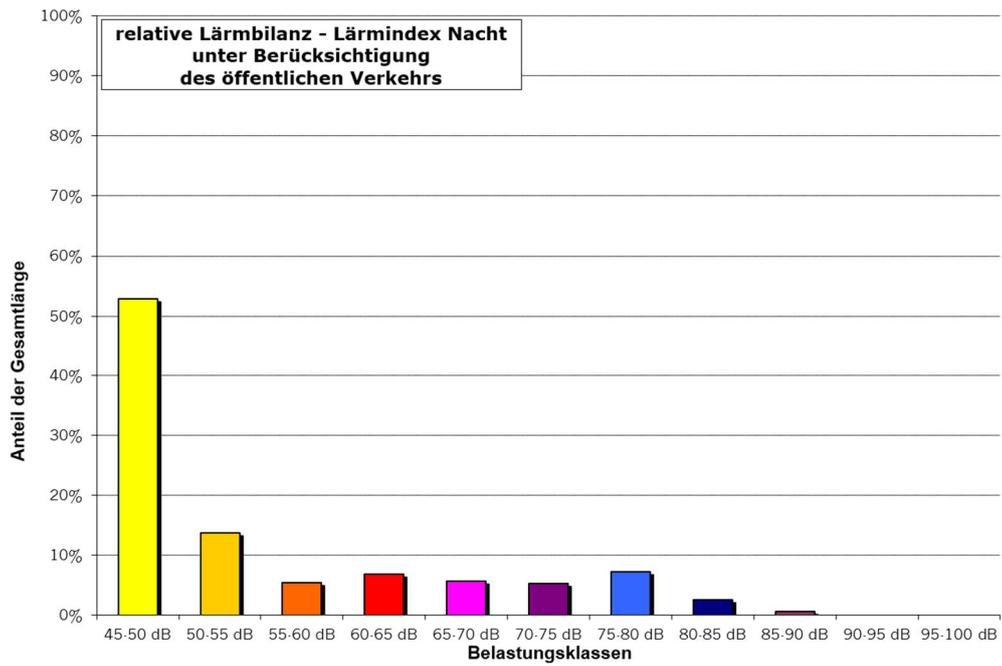


Abbildung 6.5: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Nacht

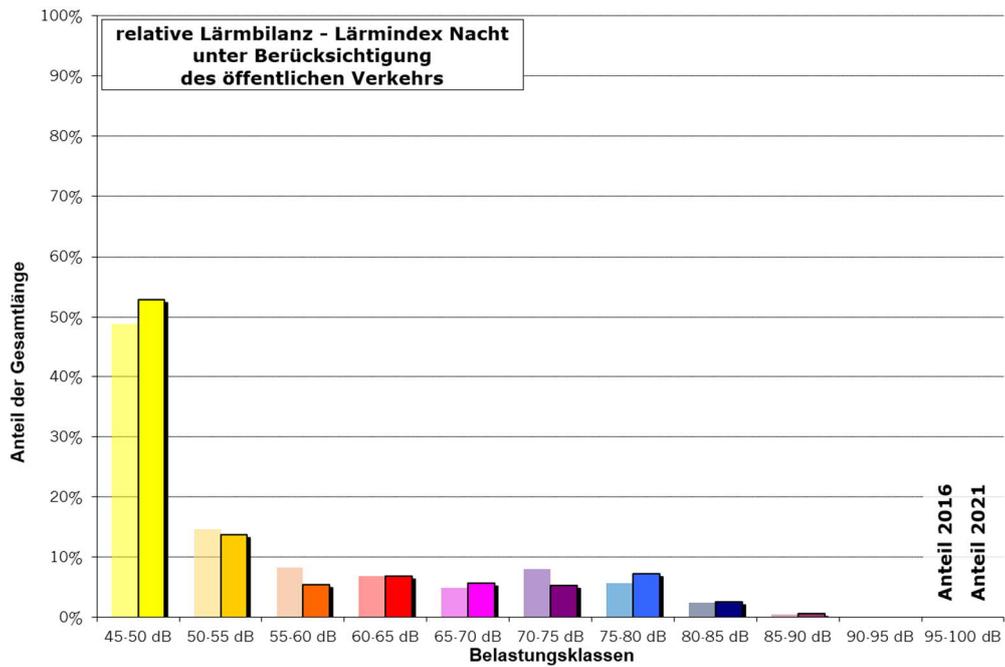


Abbildung 6.6: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021

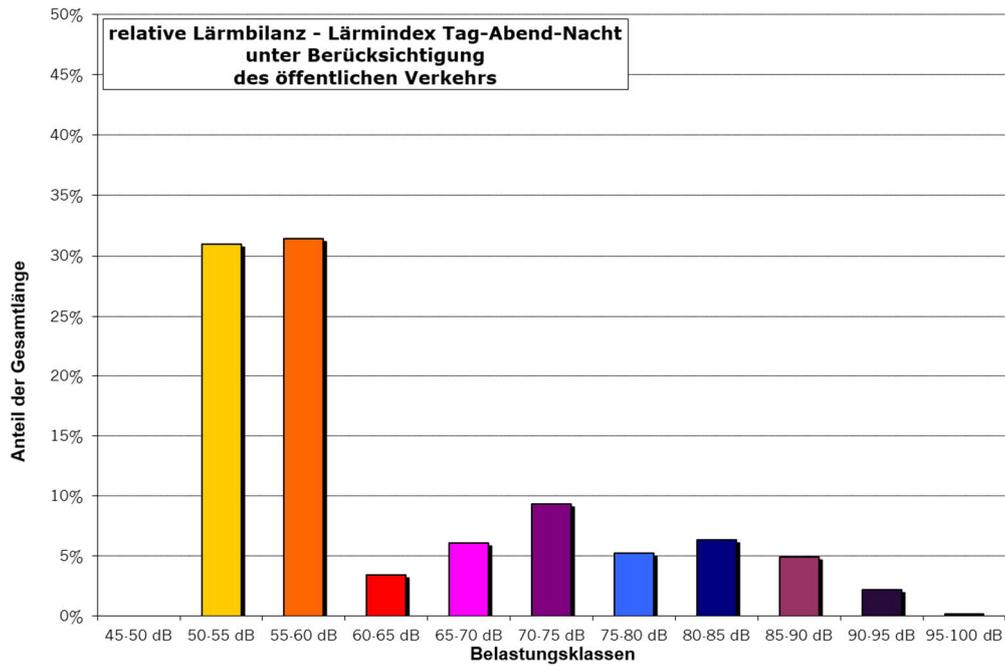


Abbildung 6.7: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag-Abend-Nacht

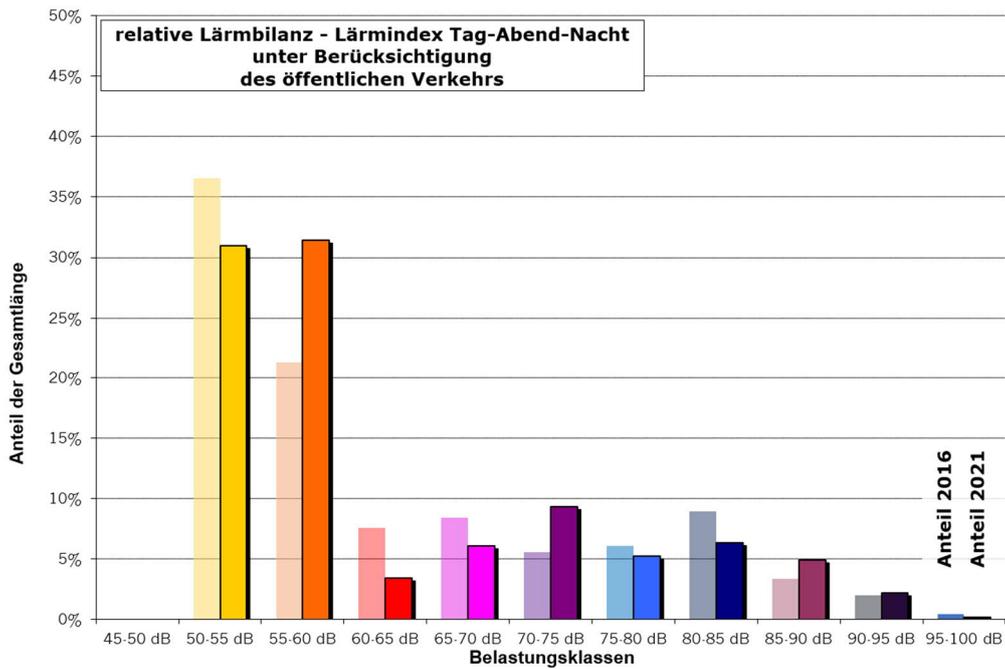


Abbildung 6.8: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021

6.2.1.2 Lärmbilanzen nach dem Subnetz

Die nachfolgenden Abbildungen 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.

6.2.1.2.1 Subnetz Autobahnen

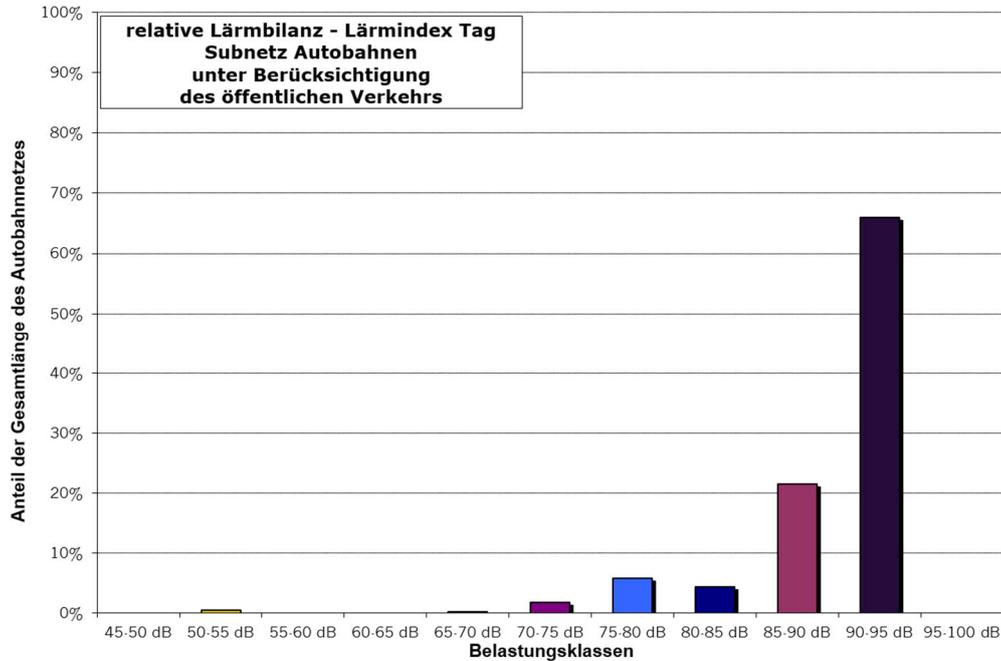


Abbildung 6.9: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag

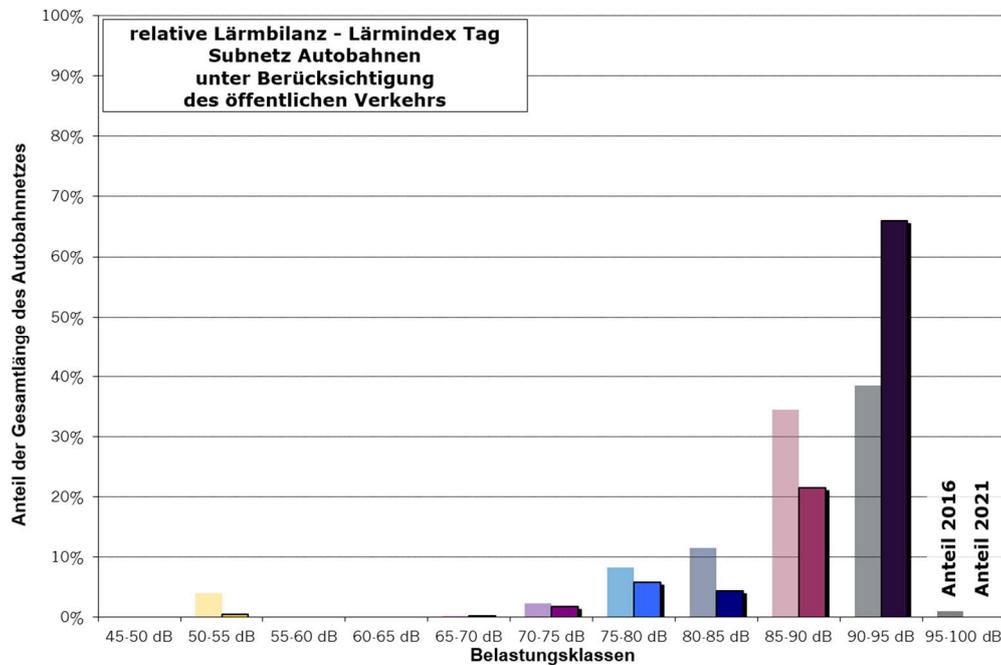


Abbildung 6.10: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021

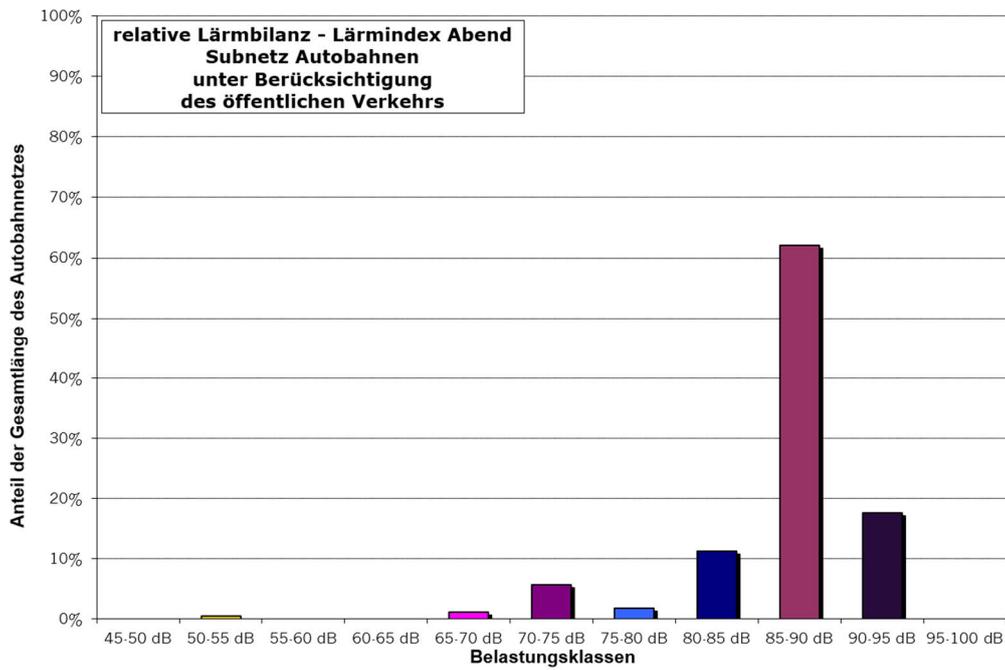


Abbildung 6.11: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Abend

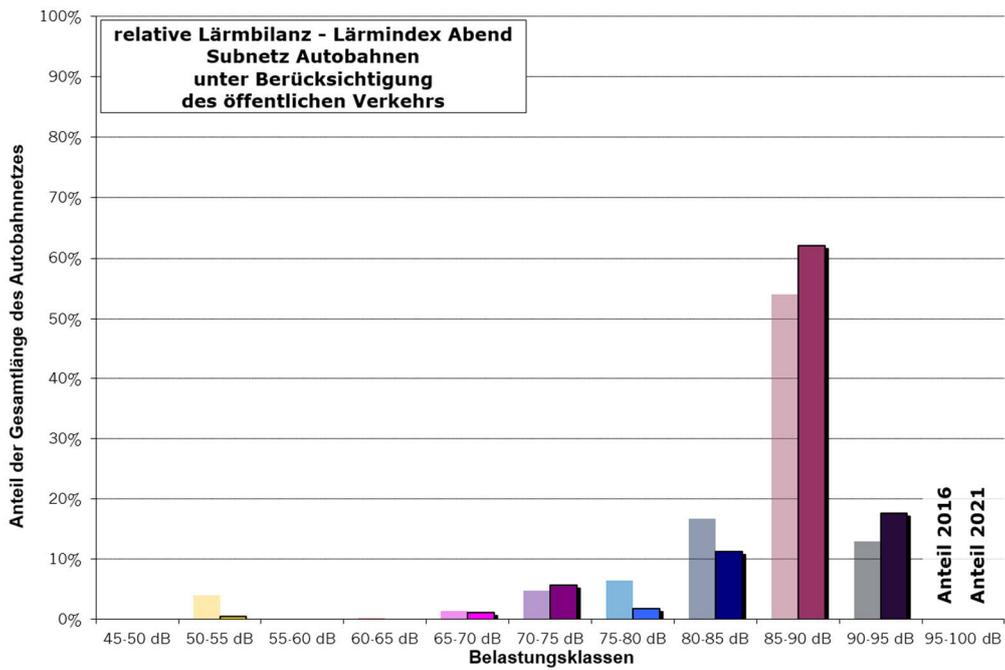


Abbildung 6.12: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021

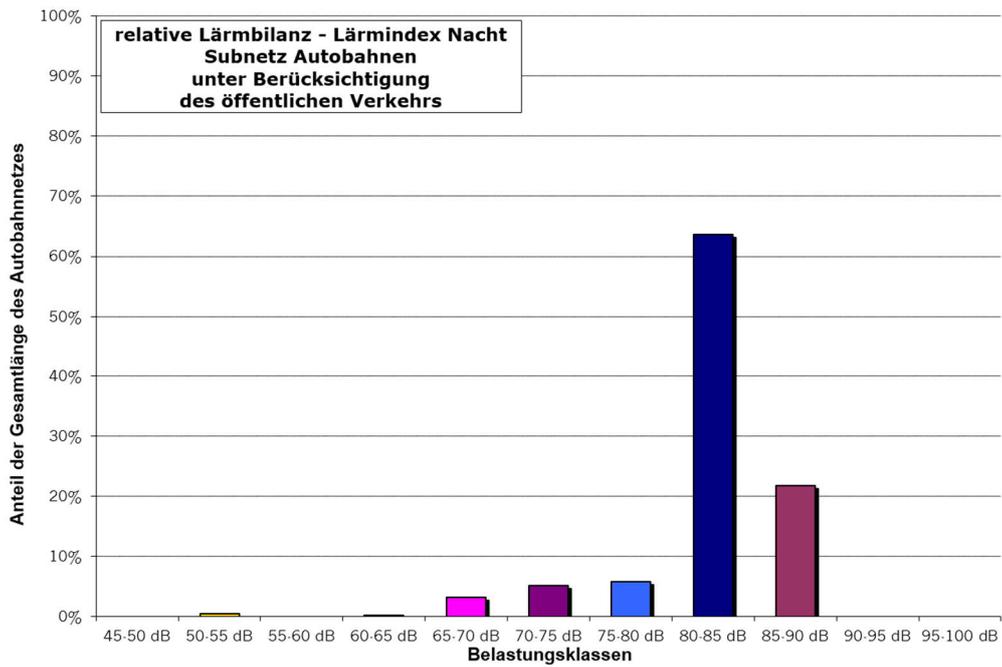


Abbildung 6.13: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Nacht

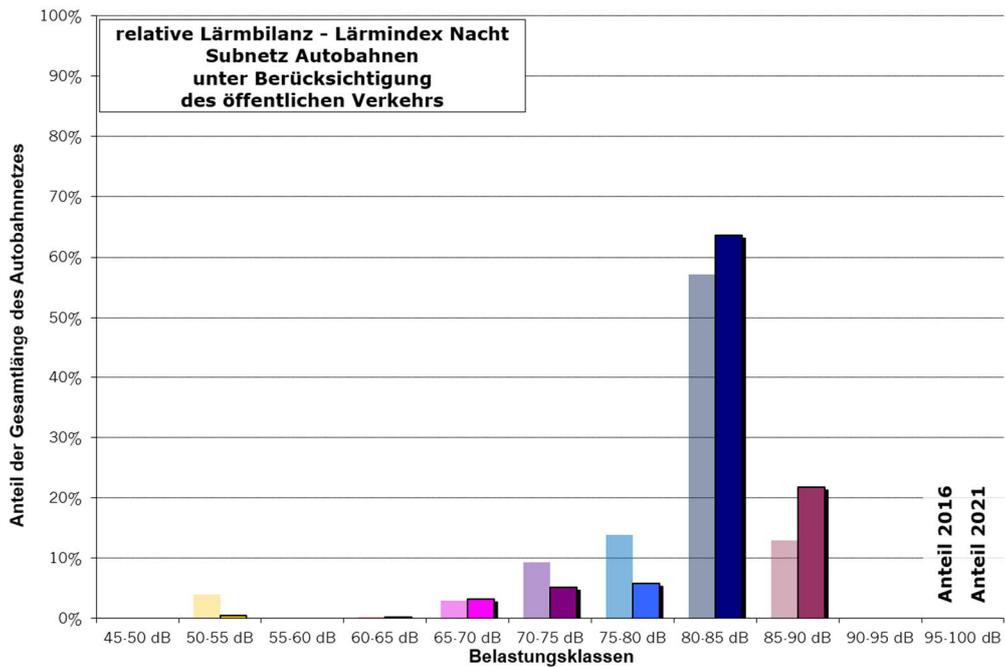


Abbildung 6.14: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021

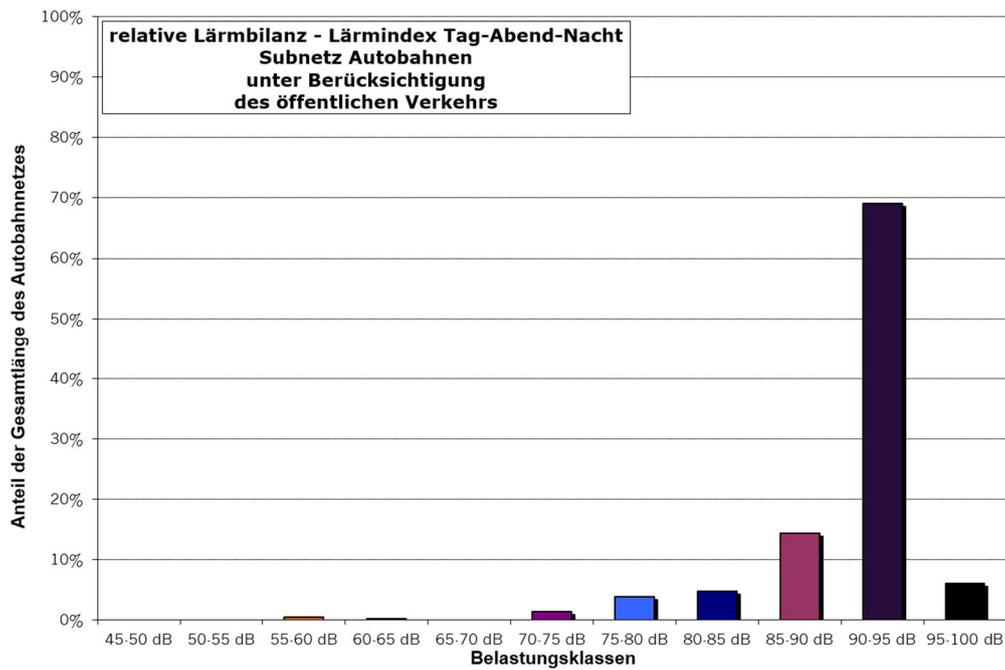


Abbildung 6.15: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht

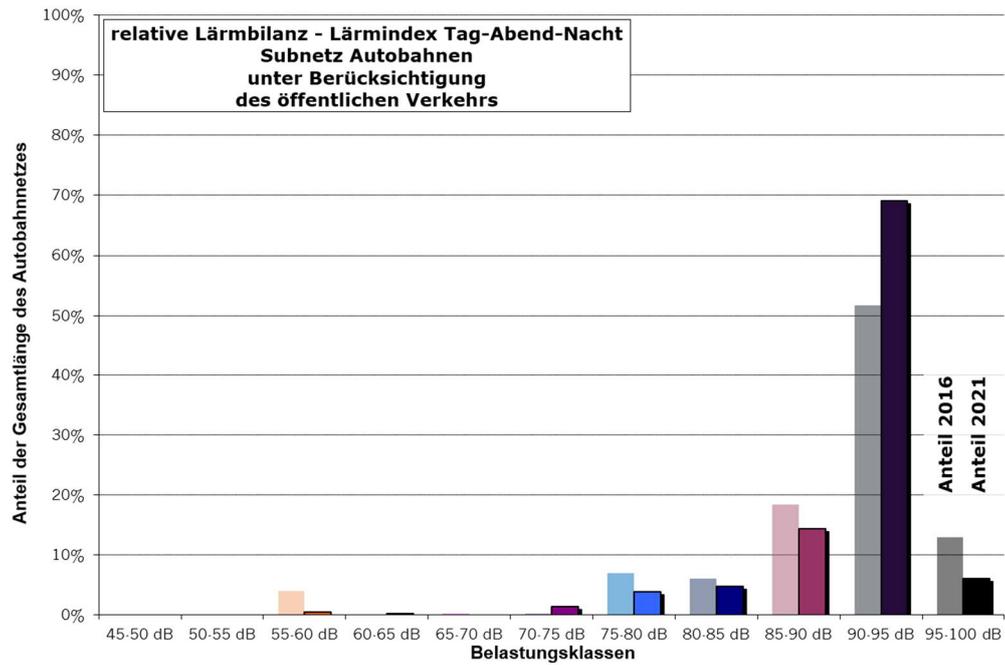


Abbildung 6.16: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021

6.2.1.2.2 Subnetz Landesstraßen

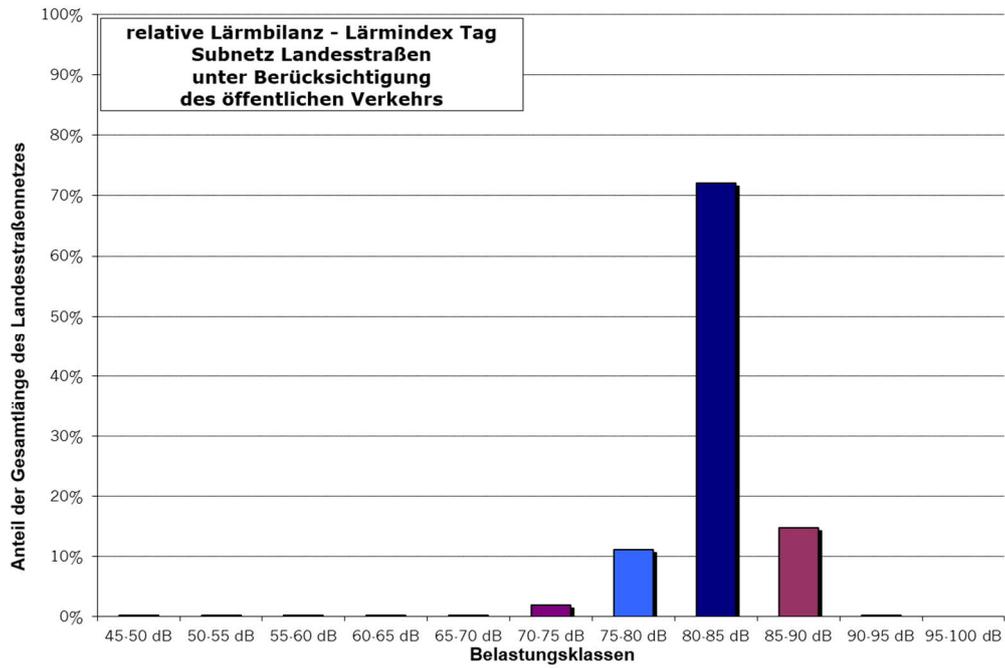


Abbildung 6.17: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag

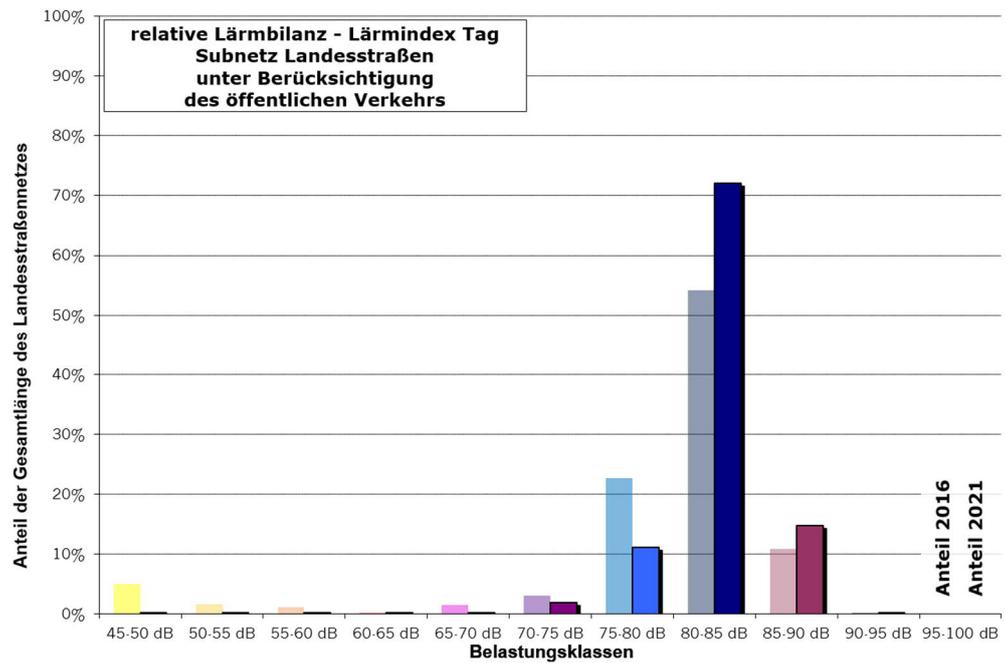


Abbildung 6.18: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021

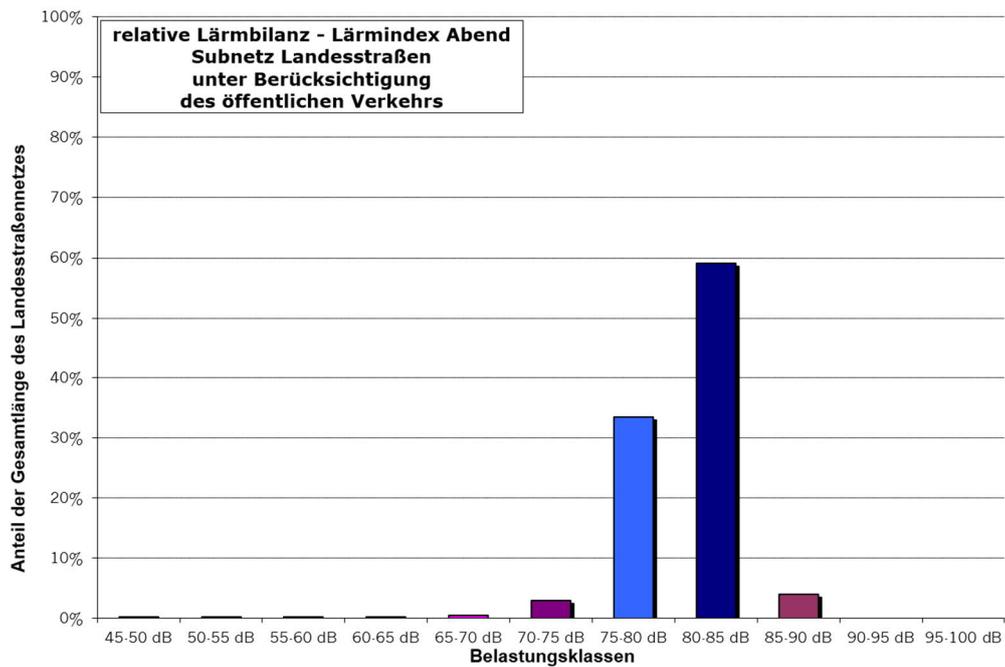


Abbildung 6.19: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Abend

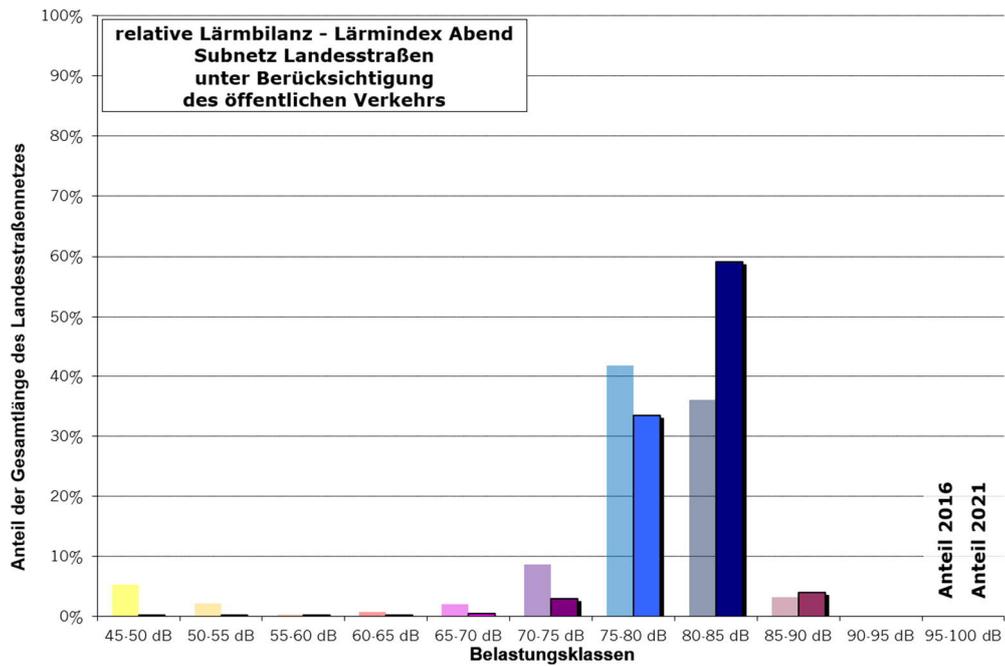


Abbildung 6.20: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021

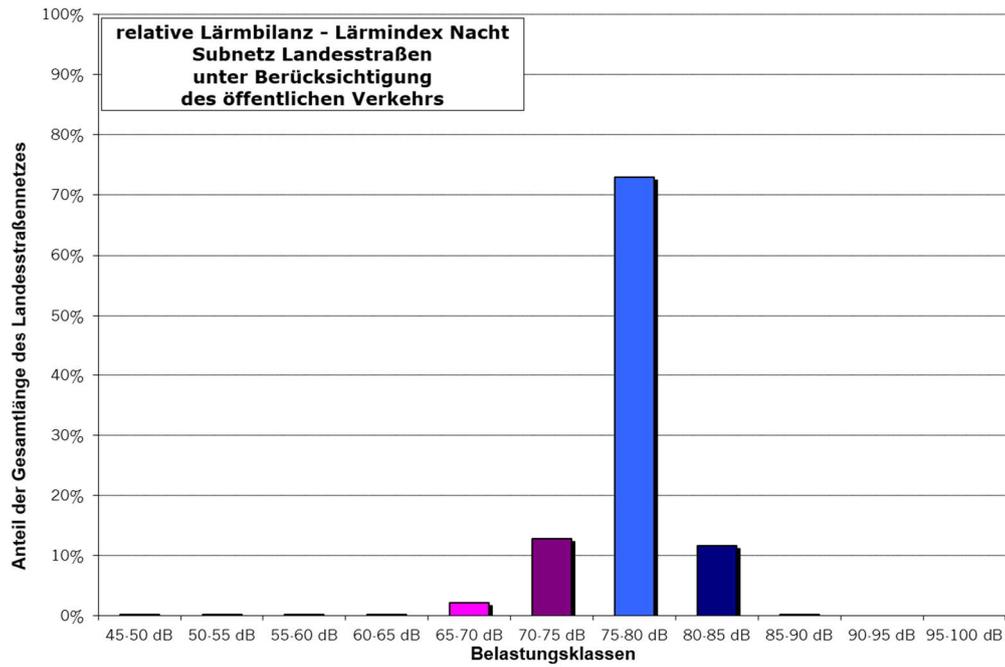


Abbildung 6.21: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Nacht

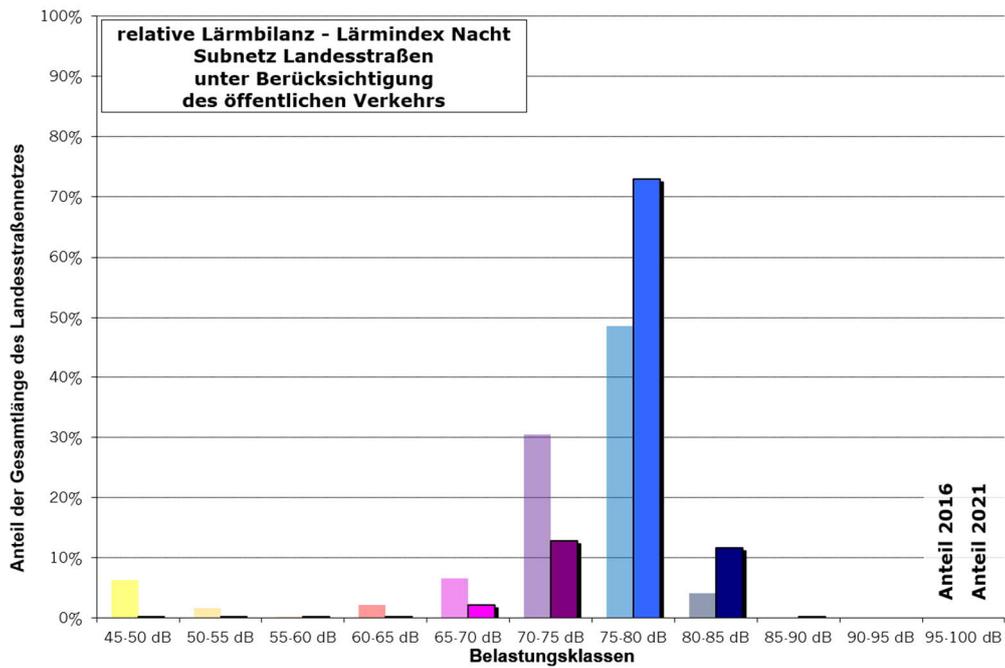


Abbildung 6.22: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021

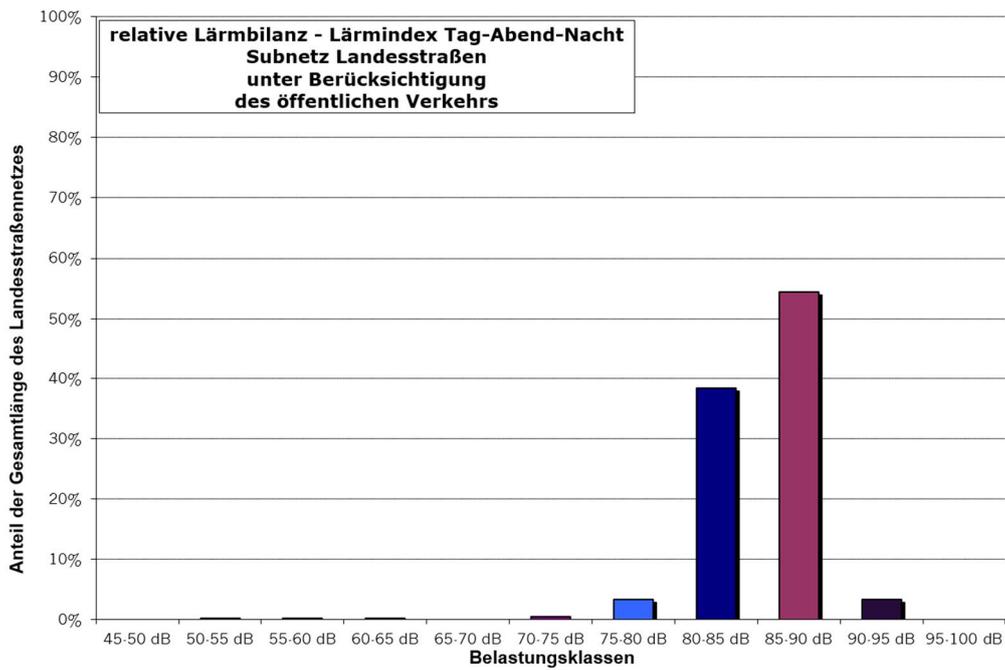


Abbildung 6.23: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht

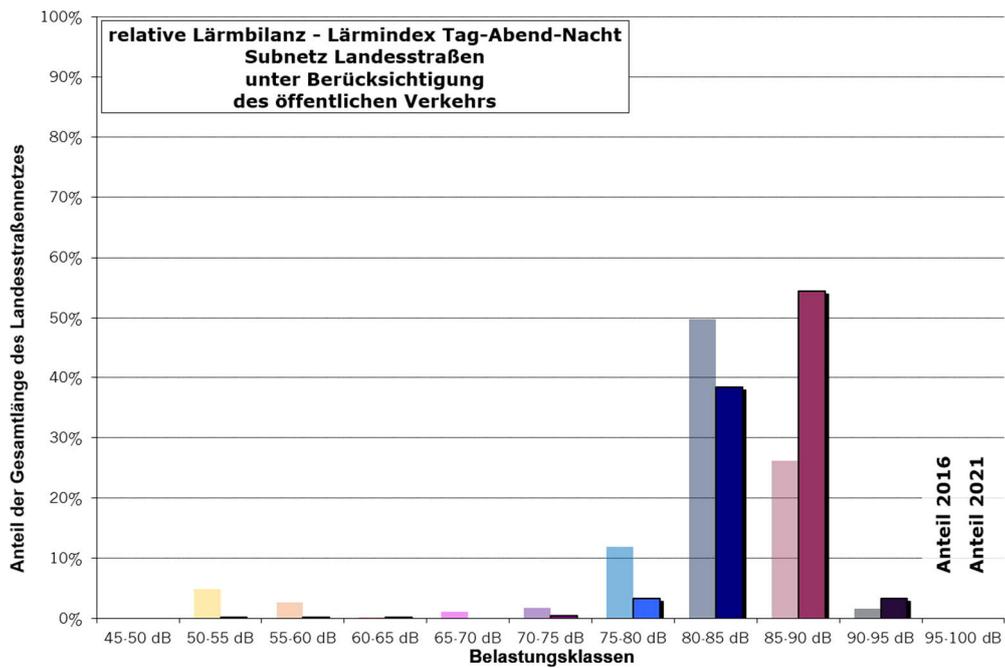


Abbildung 6.24: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021

6.2.1.2.3 Subnetz Gemeindestraßen

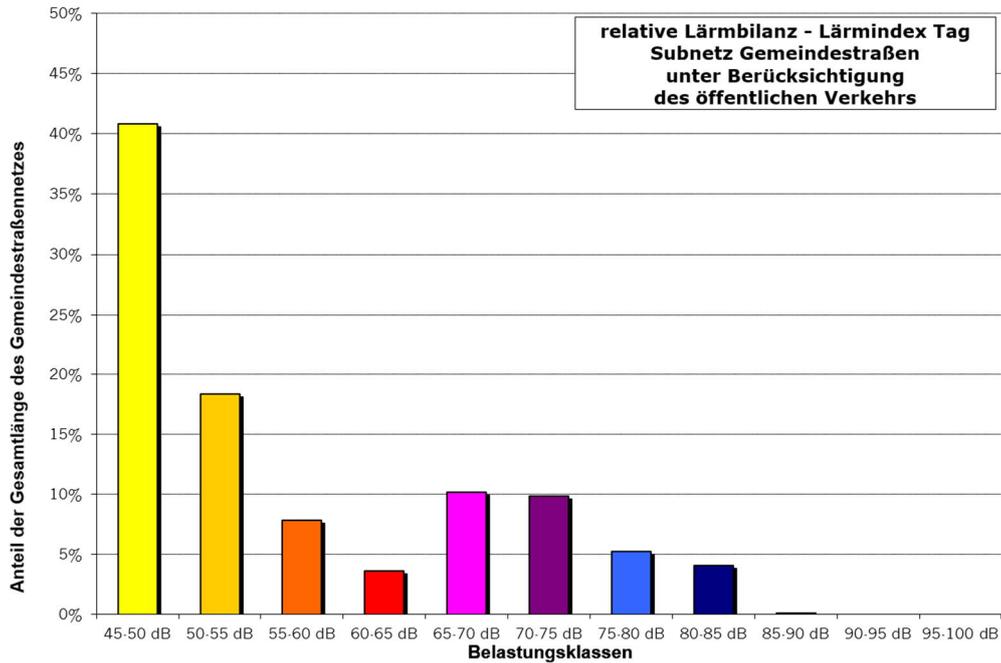


Abbildung 6.25: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag

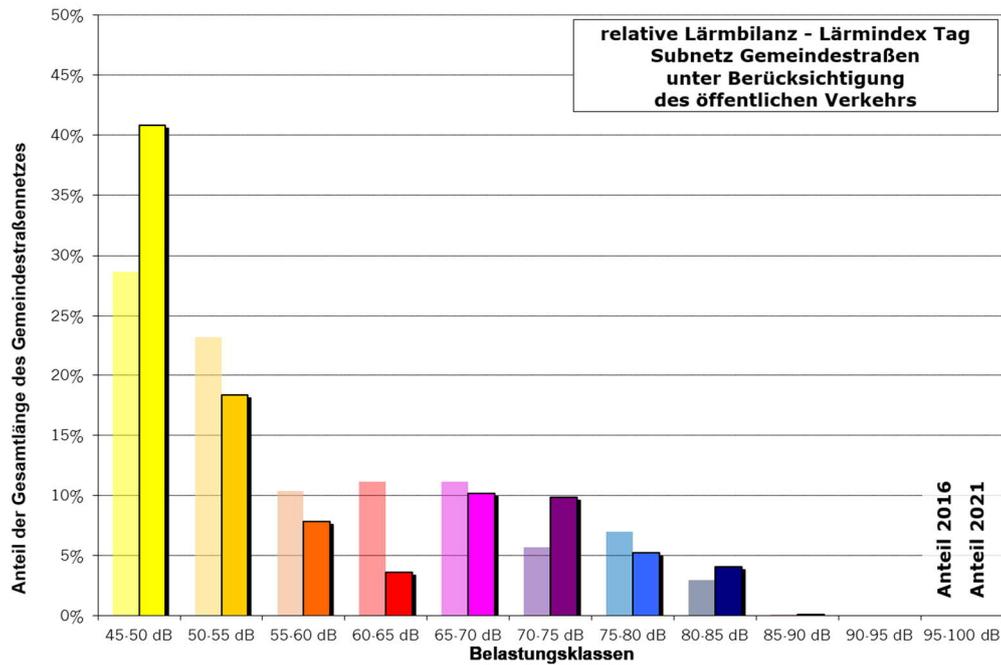


Abbildung 6.26: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021

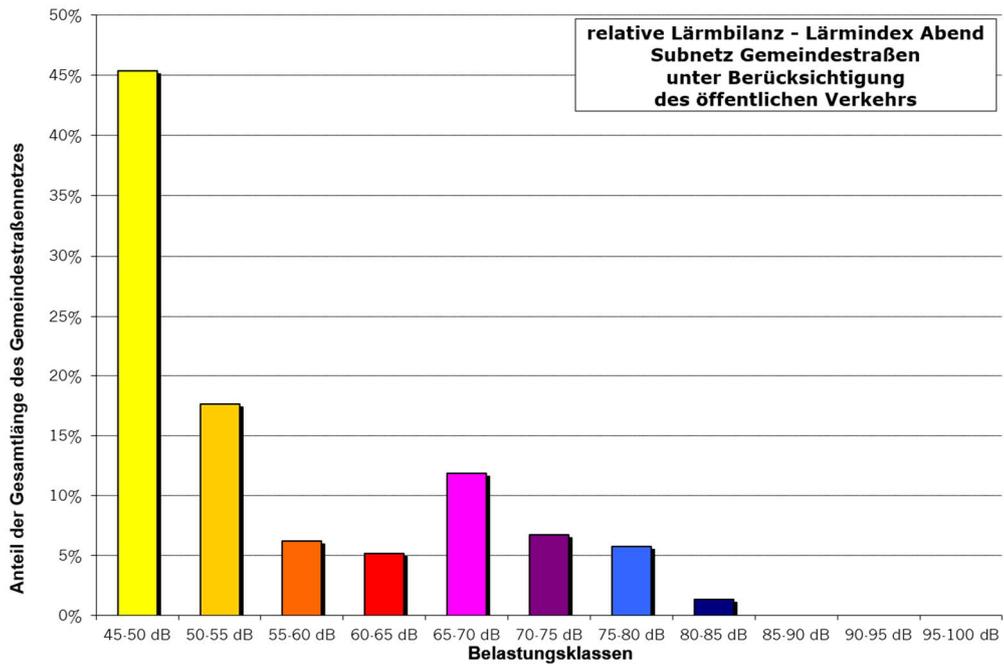


Abbildung 6.27: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Abend

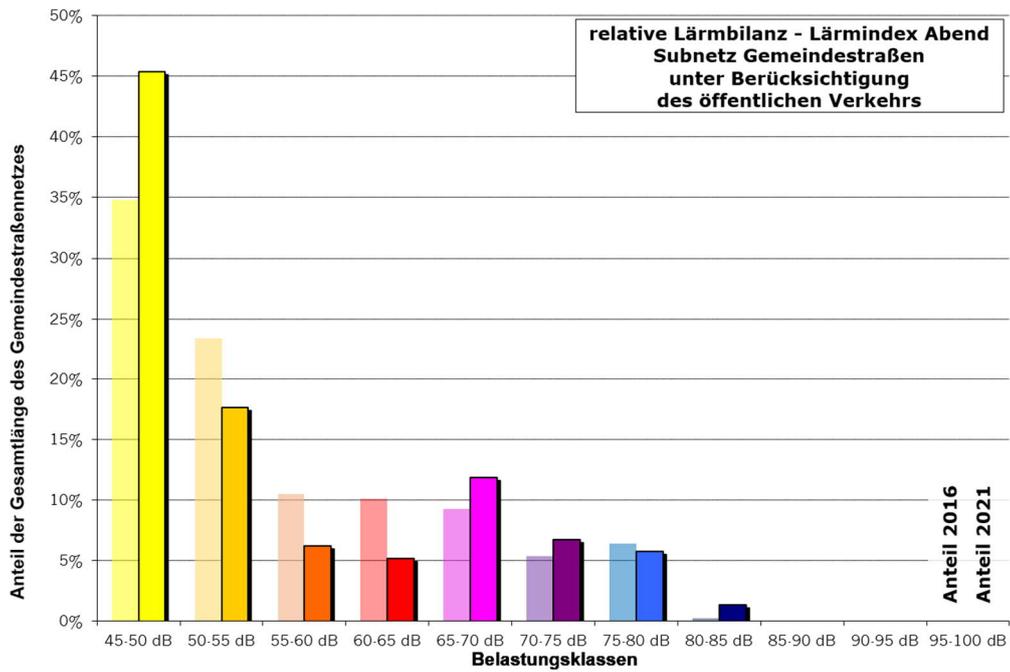


Abbildung 6.28: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021

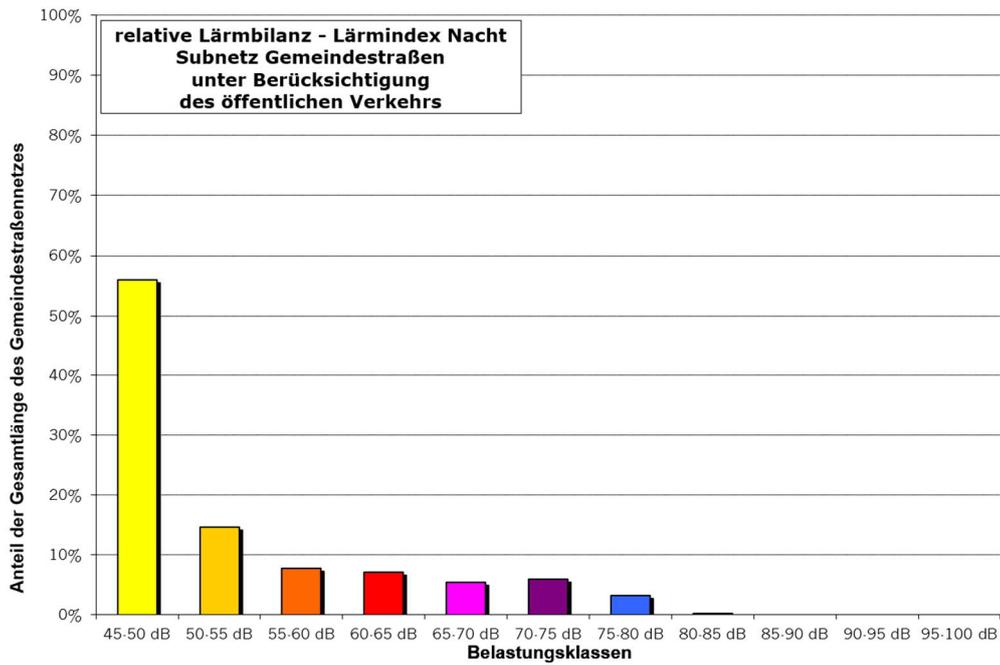


Abbildung 6.29: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Nacht

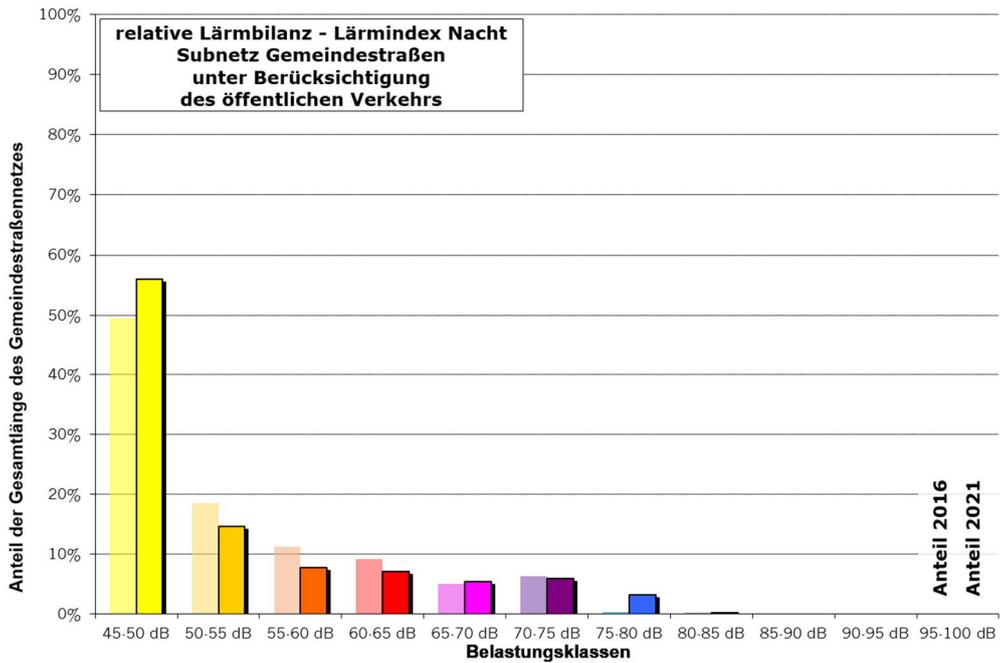


Abbildung 6.30: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021

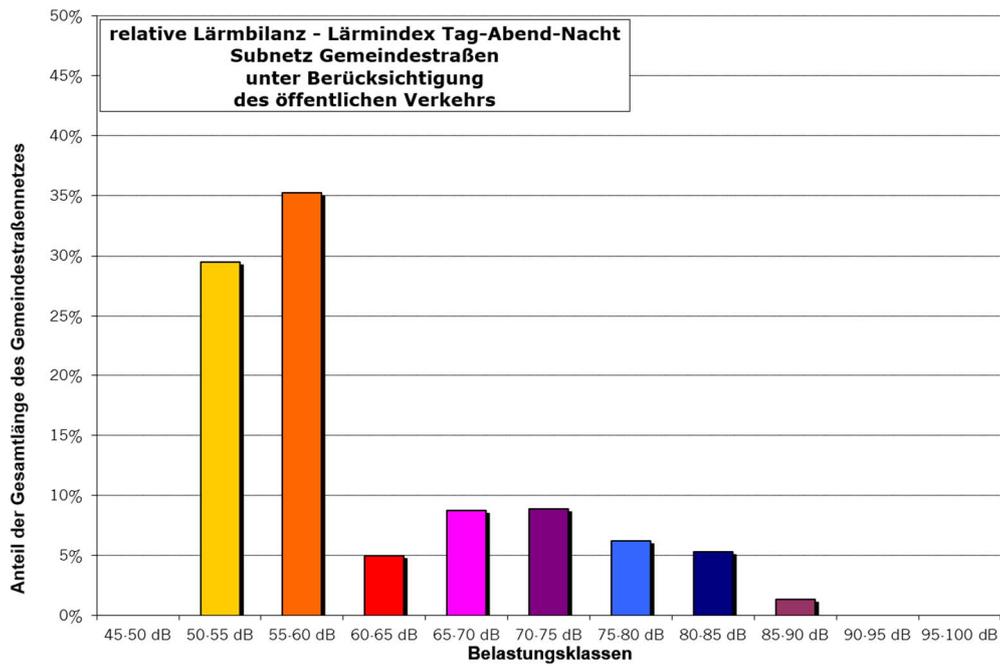


Abbildung 6.31: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht

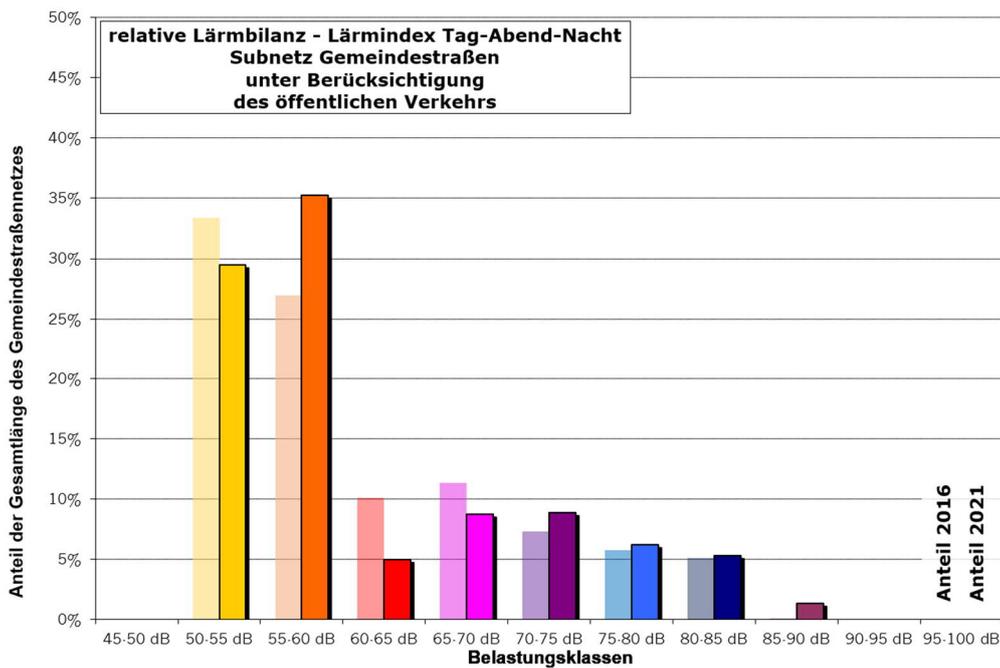


Abbildung 6.32: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021

6.2.1.2.4 Subnetz Straßenbahn- und Bustrassen

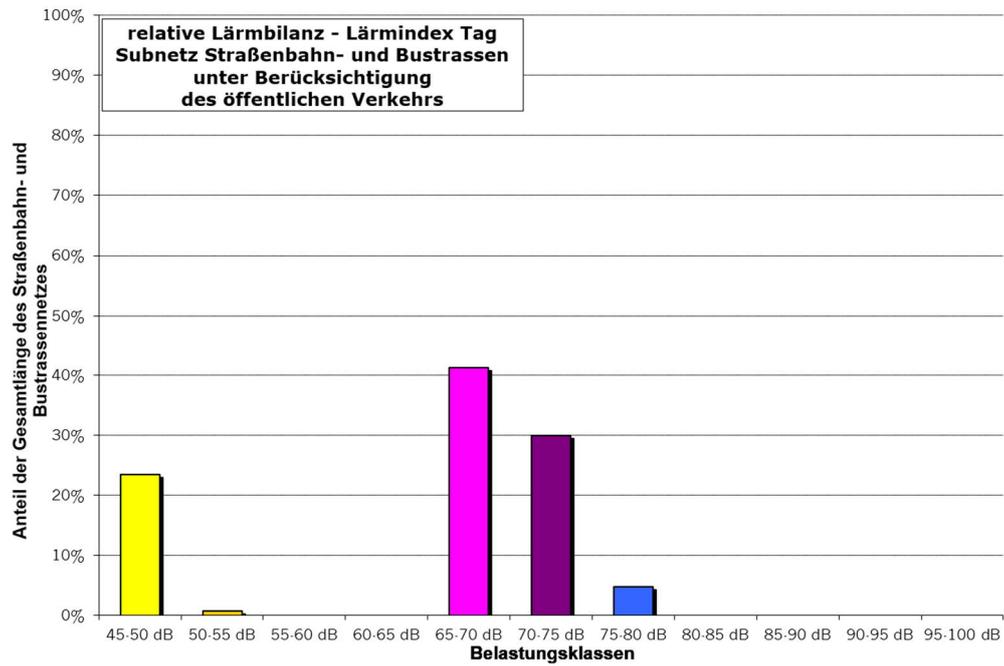


Abbildung 6.33: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag

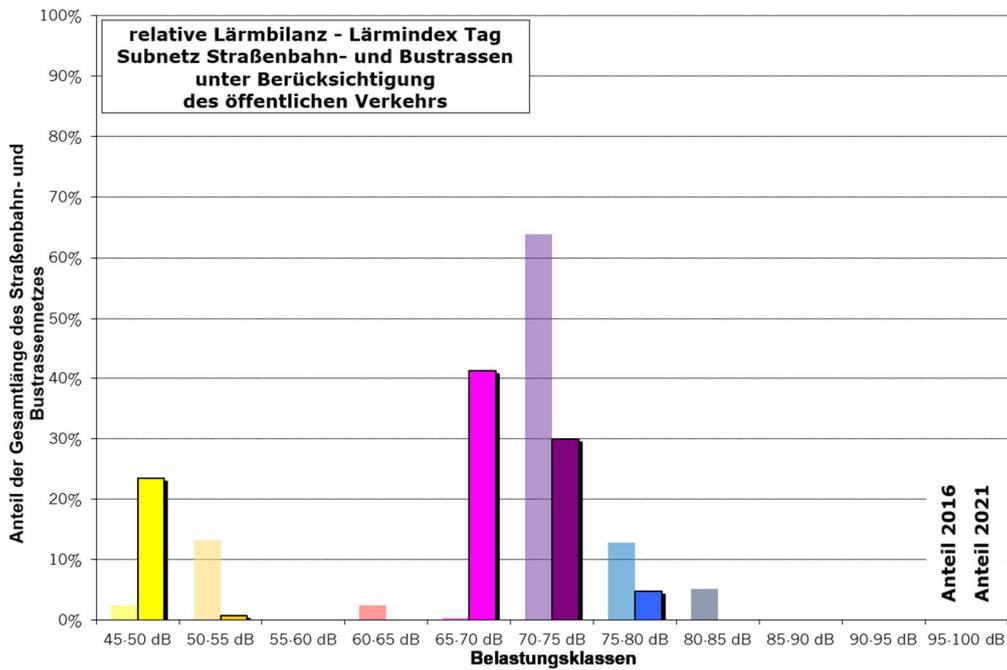


Abbildung 6.34: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021

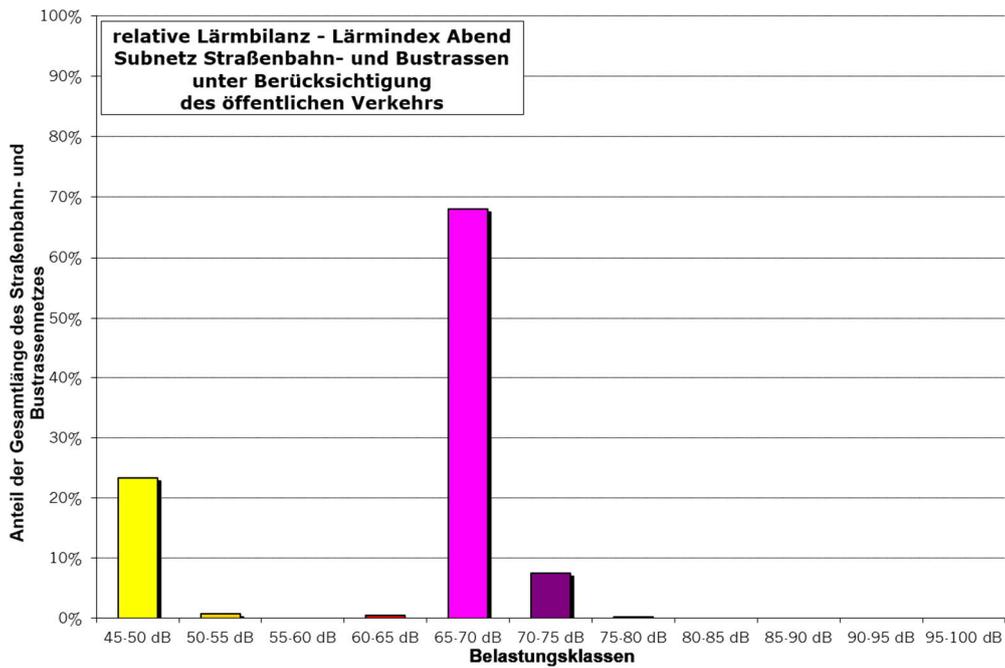


Abbildung 6.35: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Abend

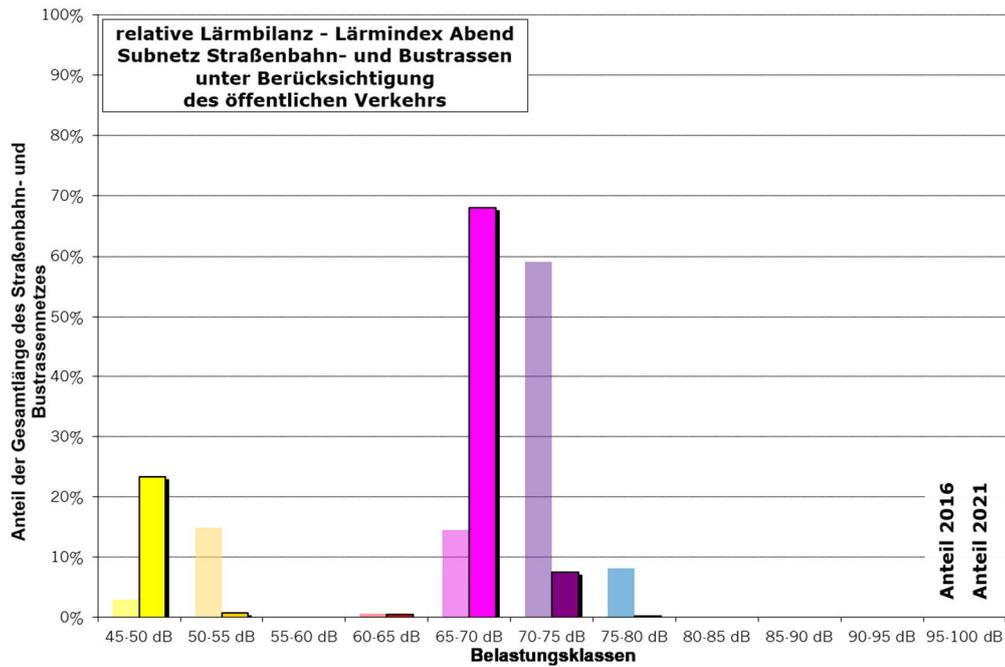


Abbildung 6.36: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021

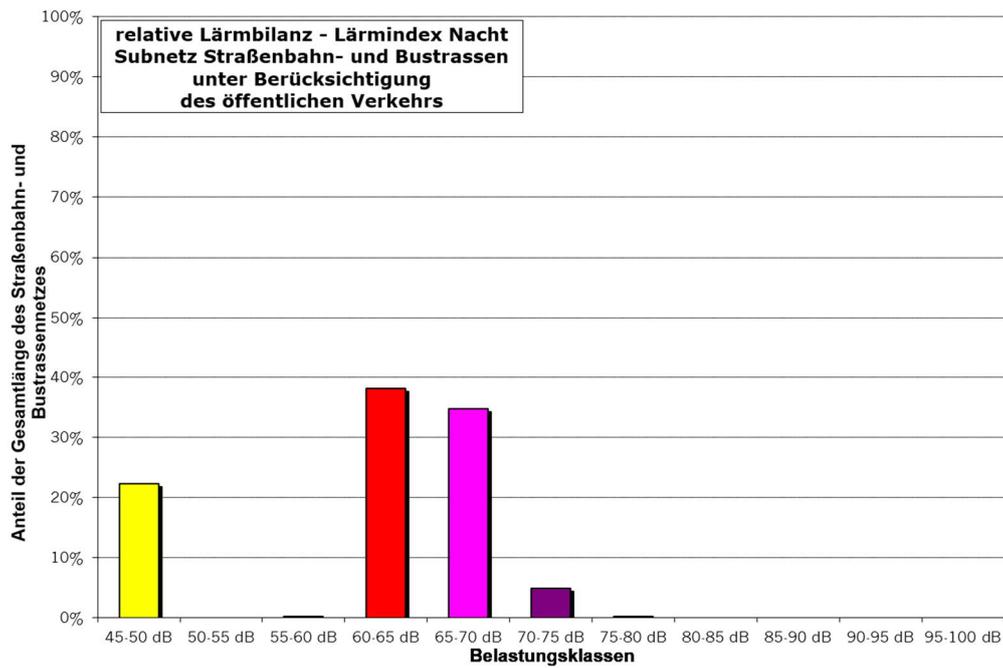


Abbildung 6.37: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Nacht

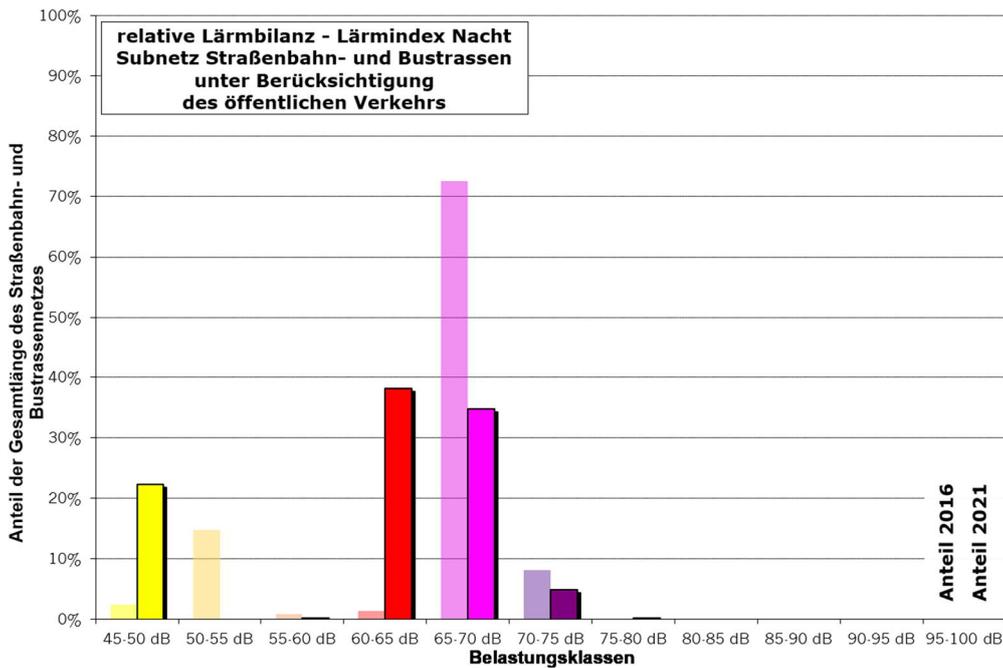


Abbildung 6.38: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021

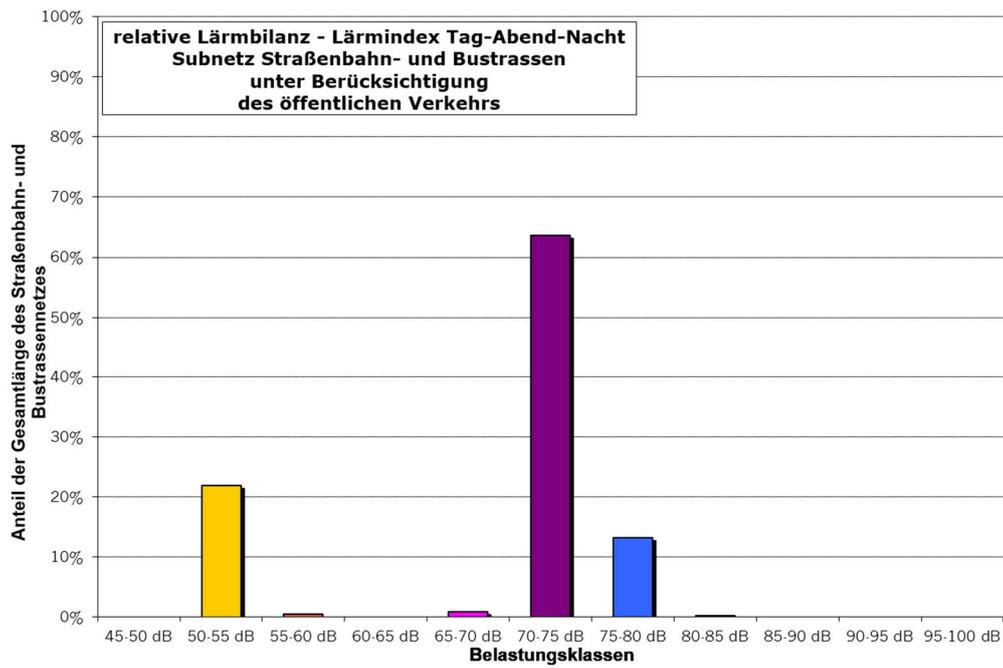


Abbildung 6.39: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht

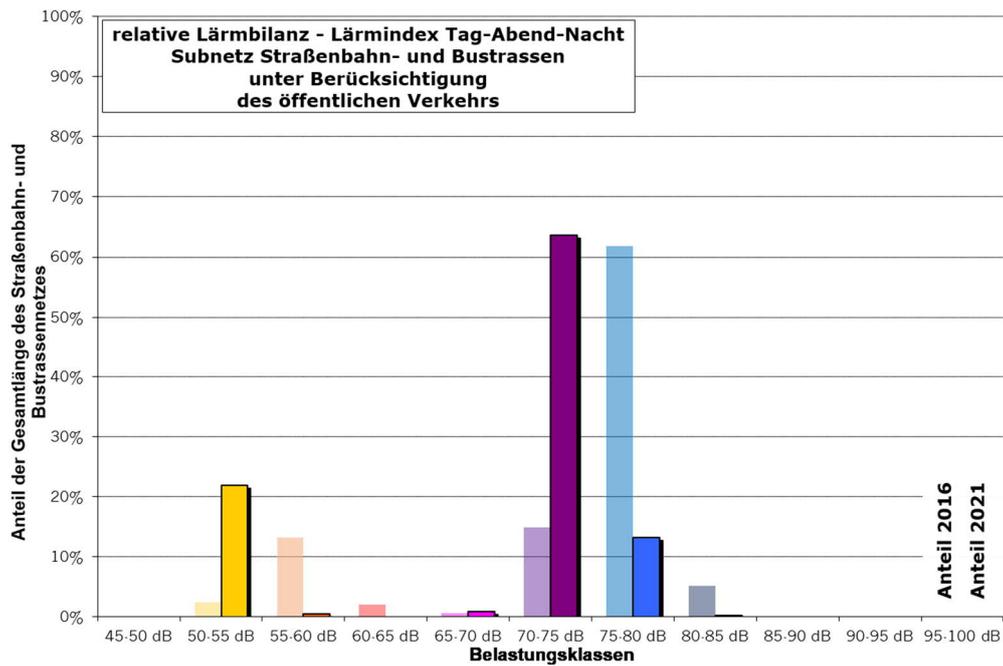


Abbildung 6.40: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021

6.2.1.2.5 Subnetz Sonstige Straßen

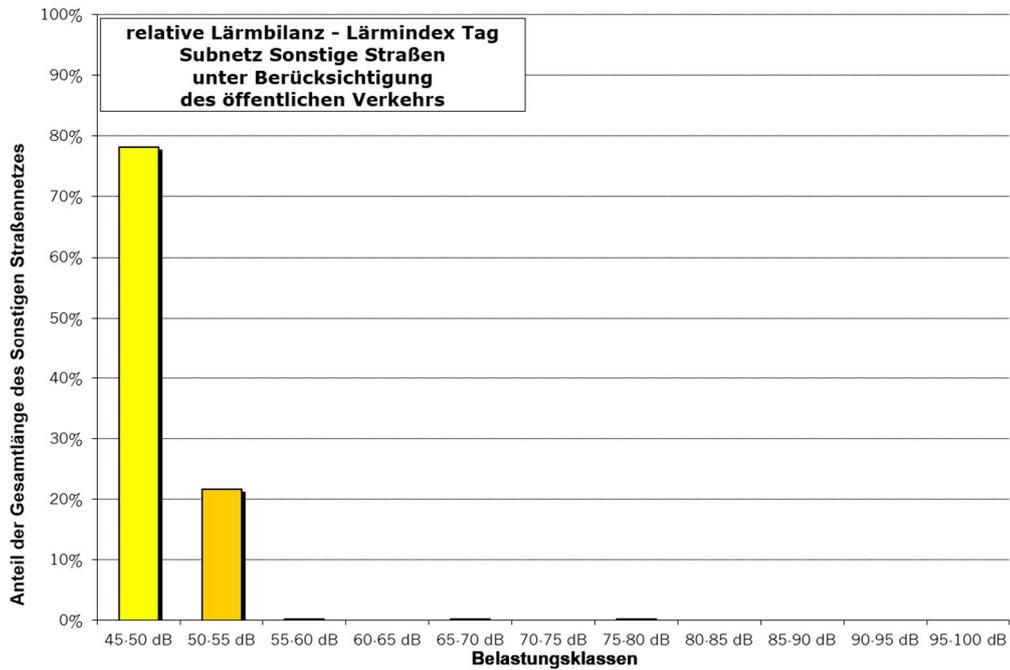


Abbildung 6.41: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag

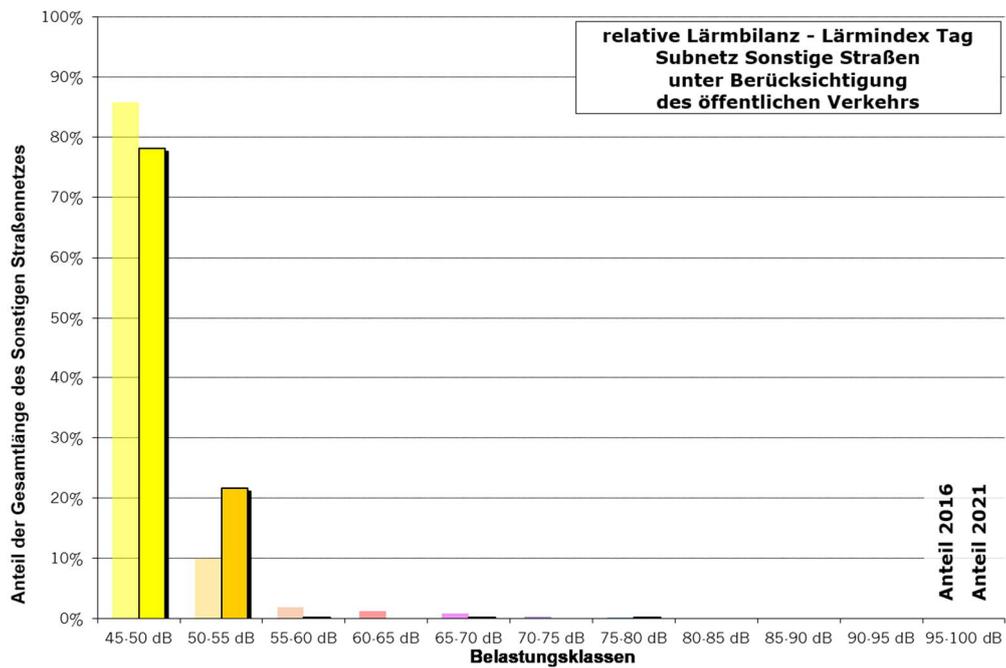


Abbildung 6.42: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021

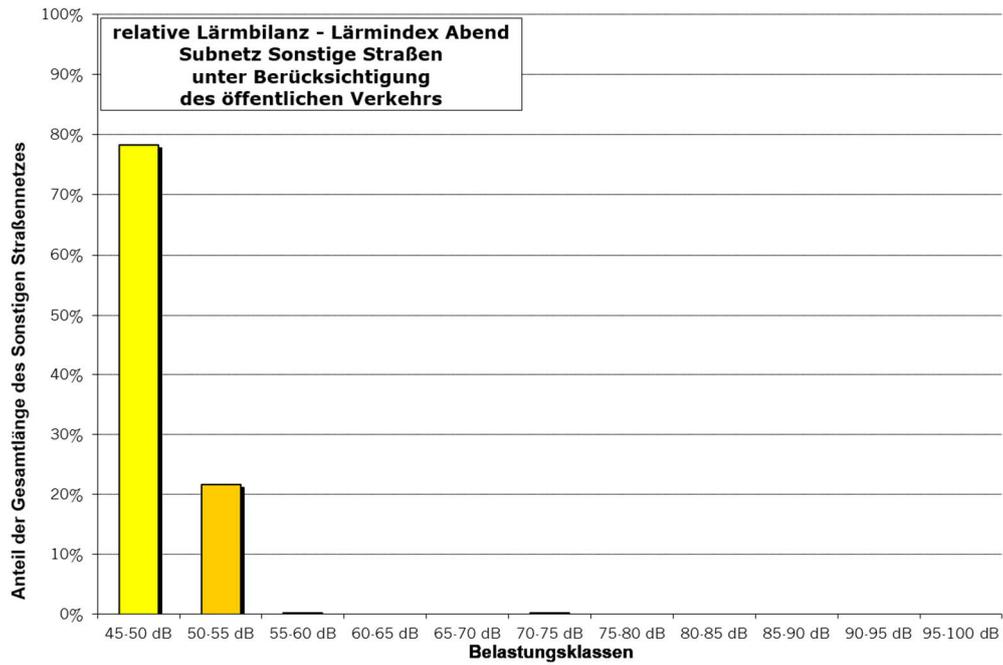


Abbildung 6.43: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Abend

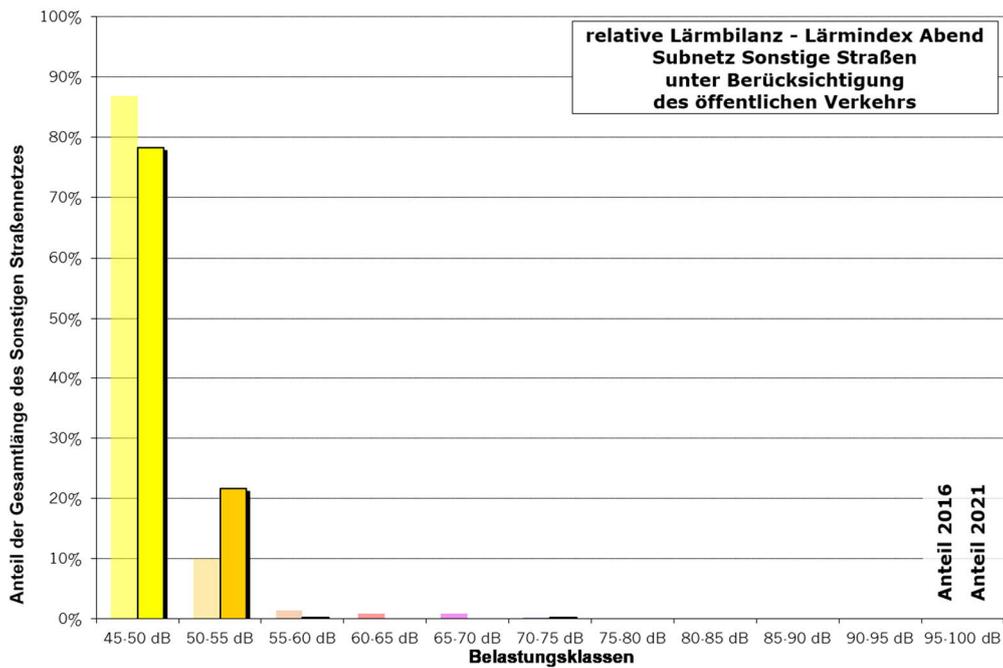


Abbildung 6.44: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021

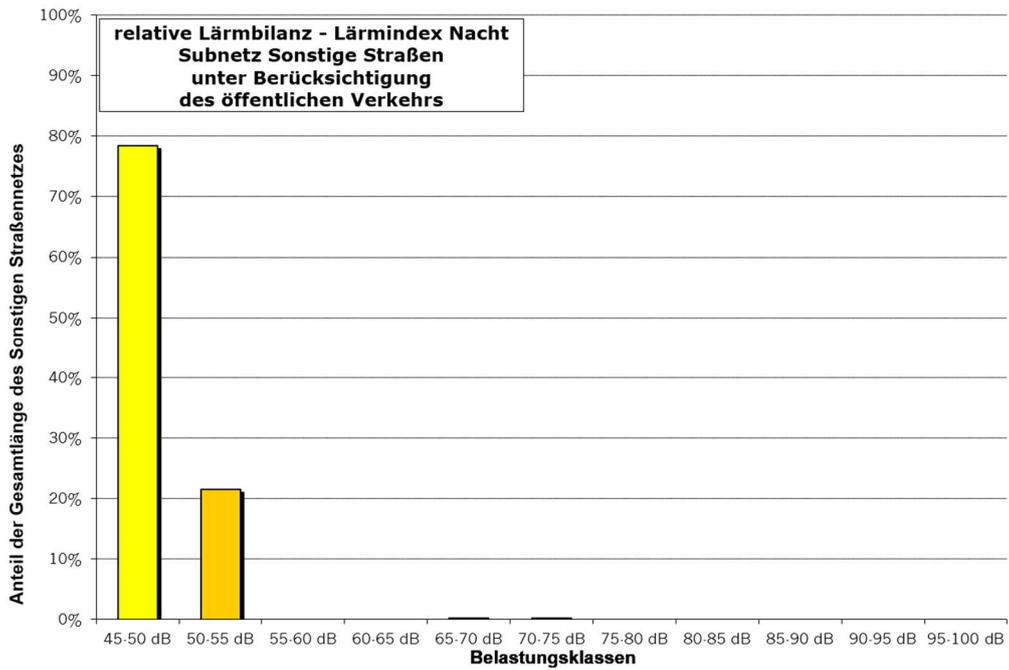


Abbildung 6.45: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Nacht

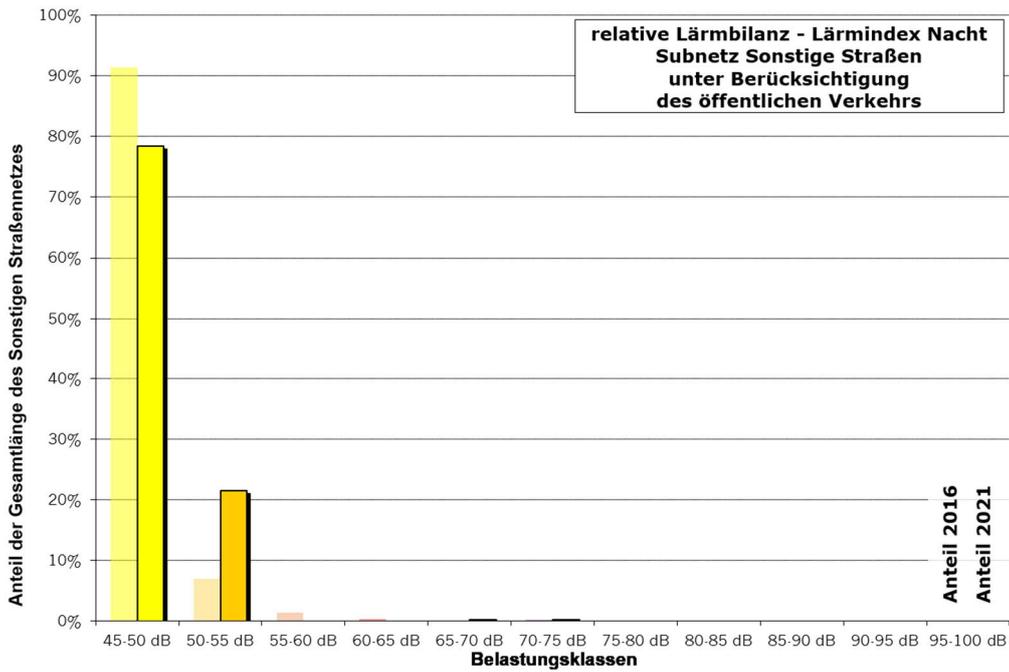


Abbildung 6.46: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021

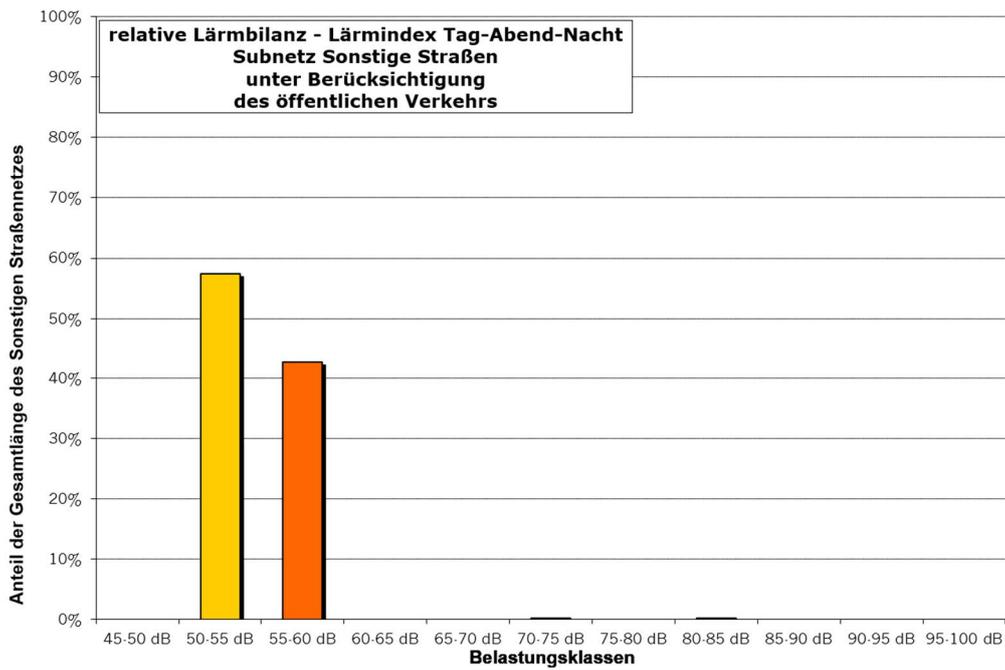


Abbildung 6.47: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht

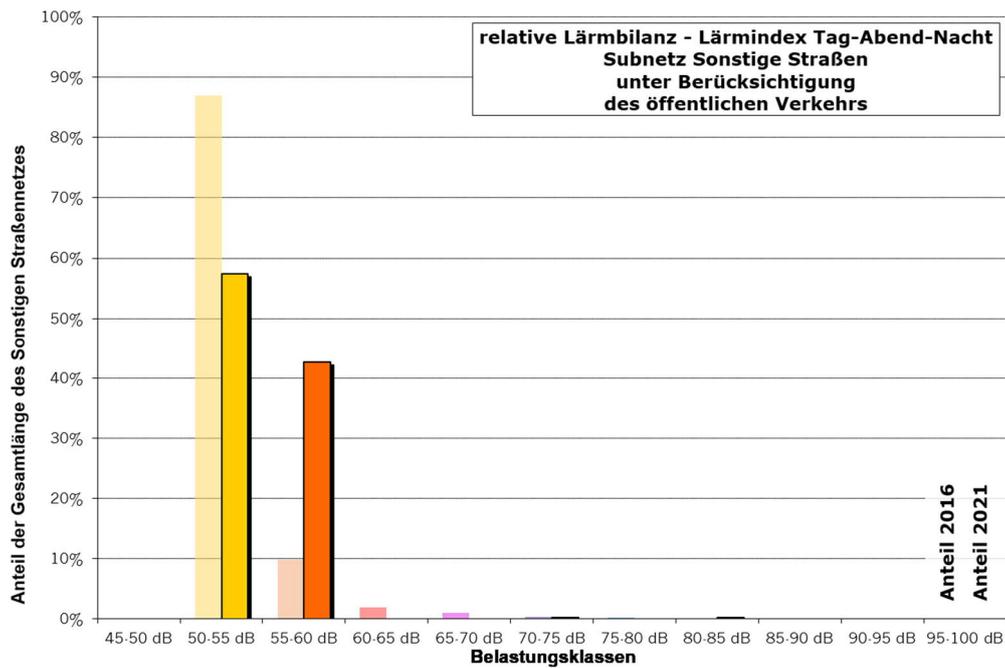


Abbildung 6.48: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021

6.2.2 Lärmbilanzen für das gesamte Untersuchungsgebiet

Die Gesamtlärmbilanzen und alle nachfolgend abgebildeten Ergebnisse beziehen sich auf Schallemissionen unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs.

6.2.2.1 Gesamtlärmbilanzen

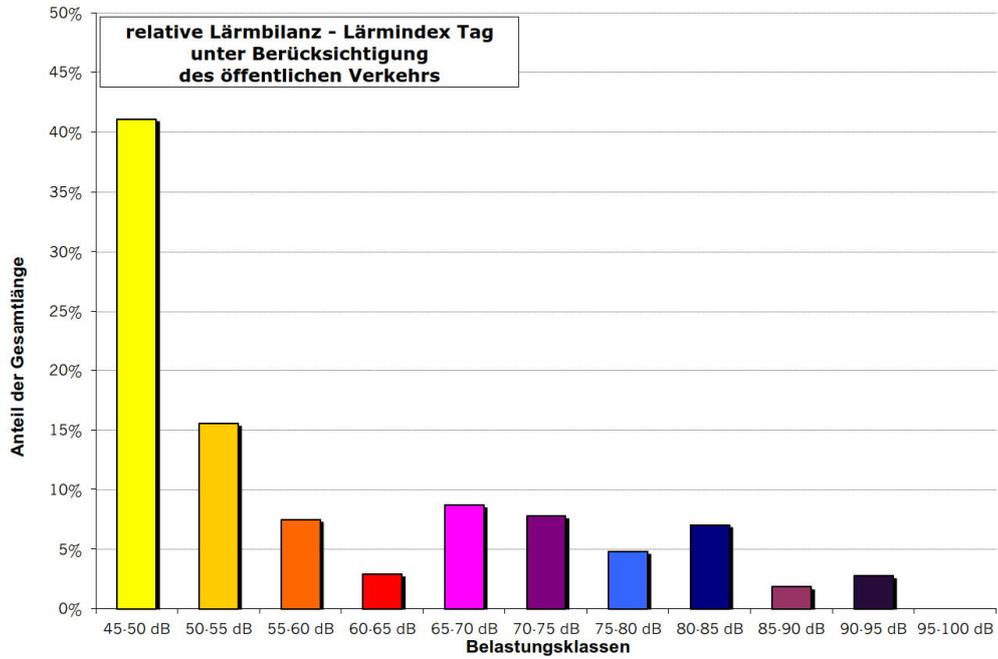


Abbildung 6.49: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag

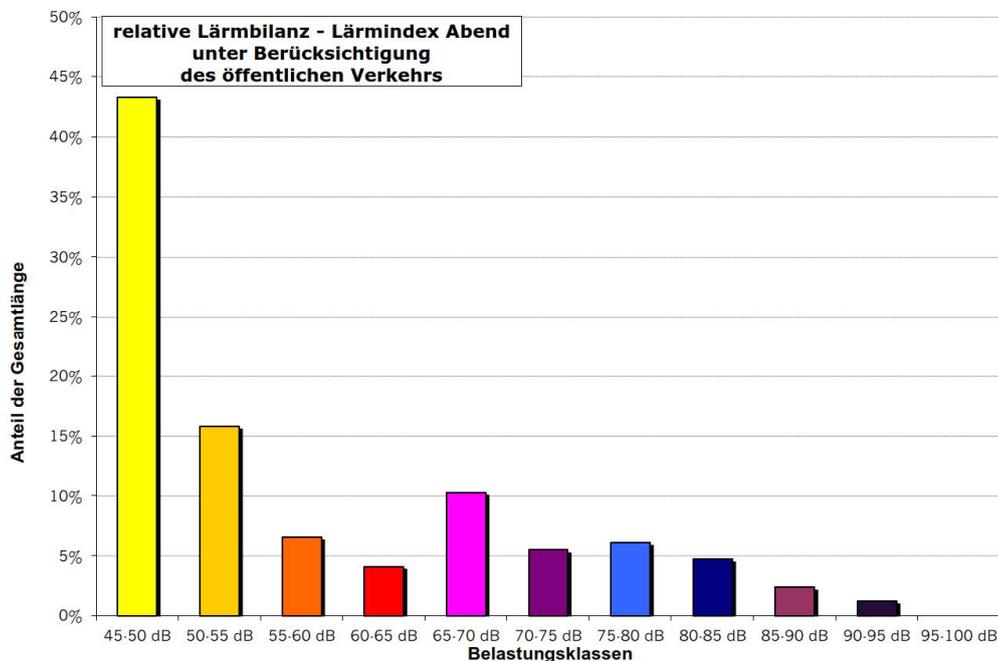


Abbildung 6.50: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Abend

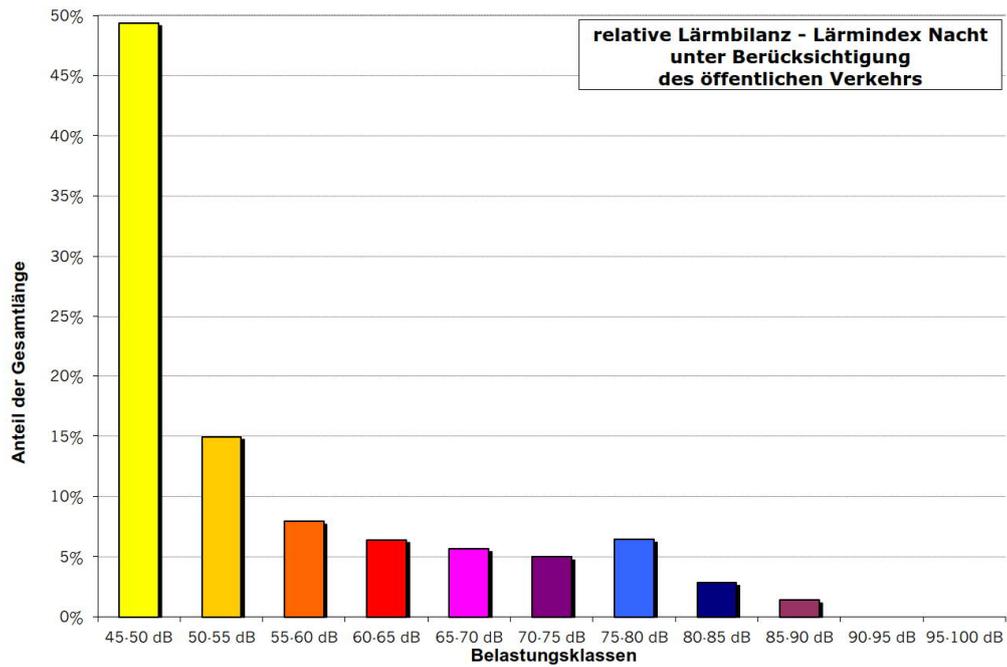


Abbildung 6.51: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Nacht

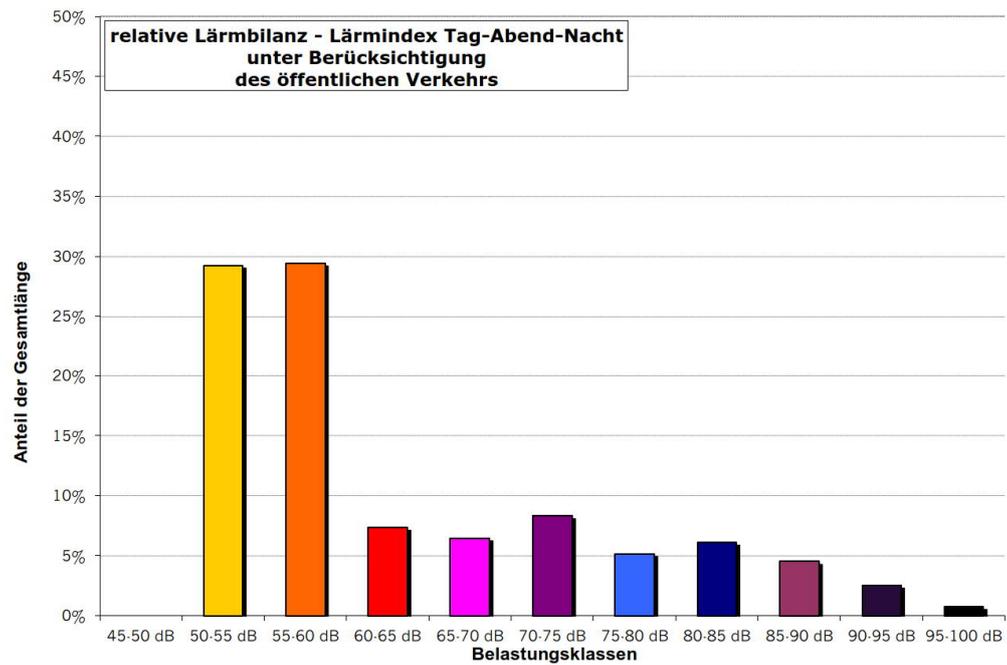


Abbildung 6.52: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag-Abend-Nacht

6.2.2.2 Lärmbilanzen nach dem Subnetz

Die nachfolgenden Abbildungen 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.

6.2.2.2.1 Subnetz Autobahnen

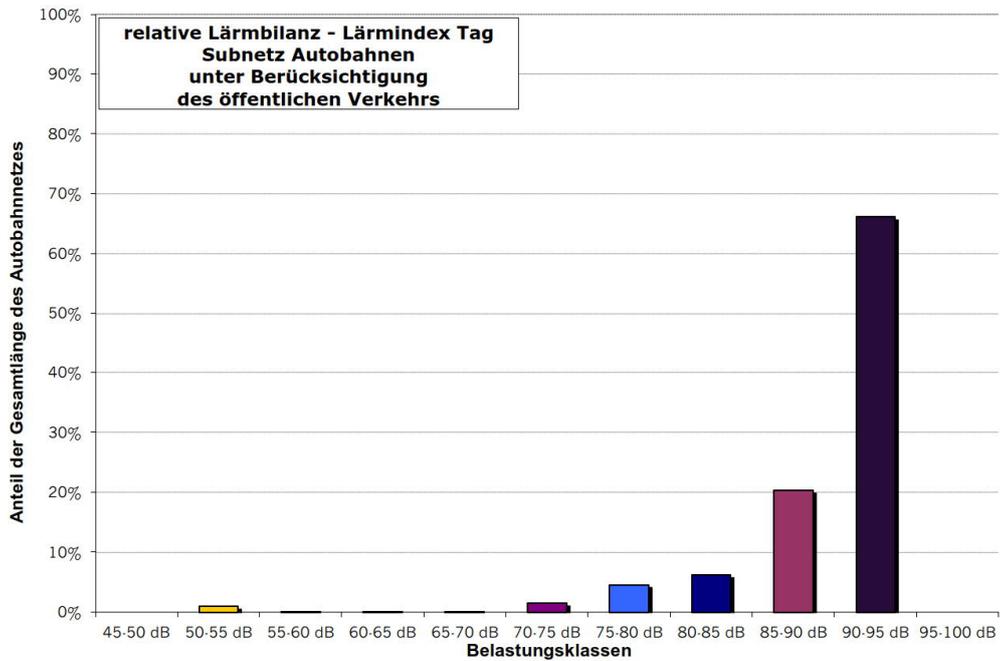


Abbildung 6.53: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag

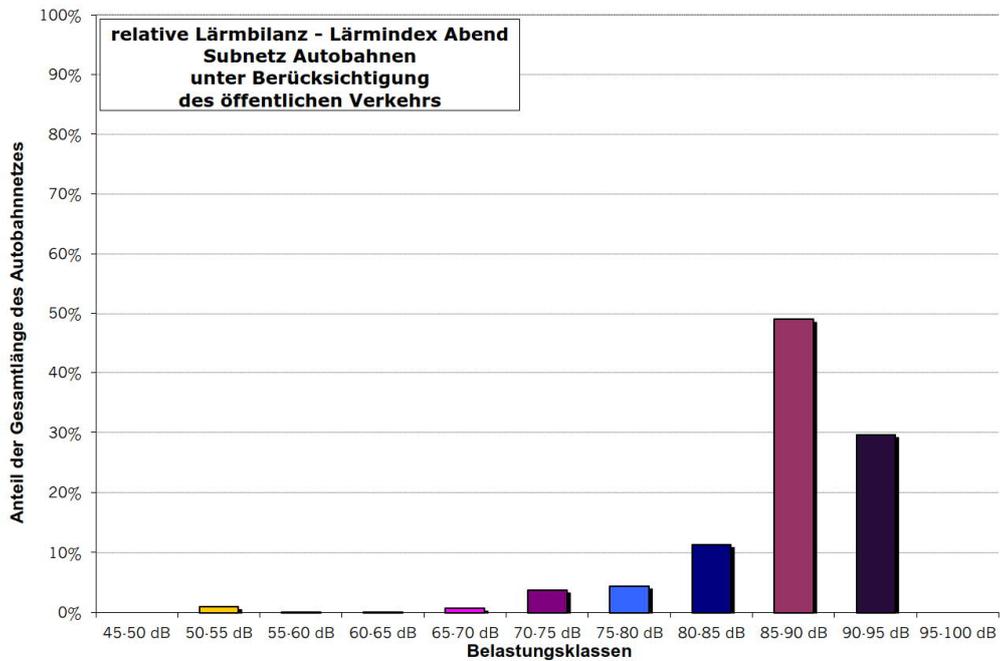


Abbildung 6.54: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Abend

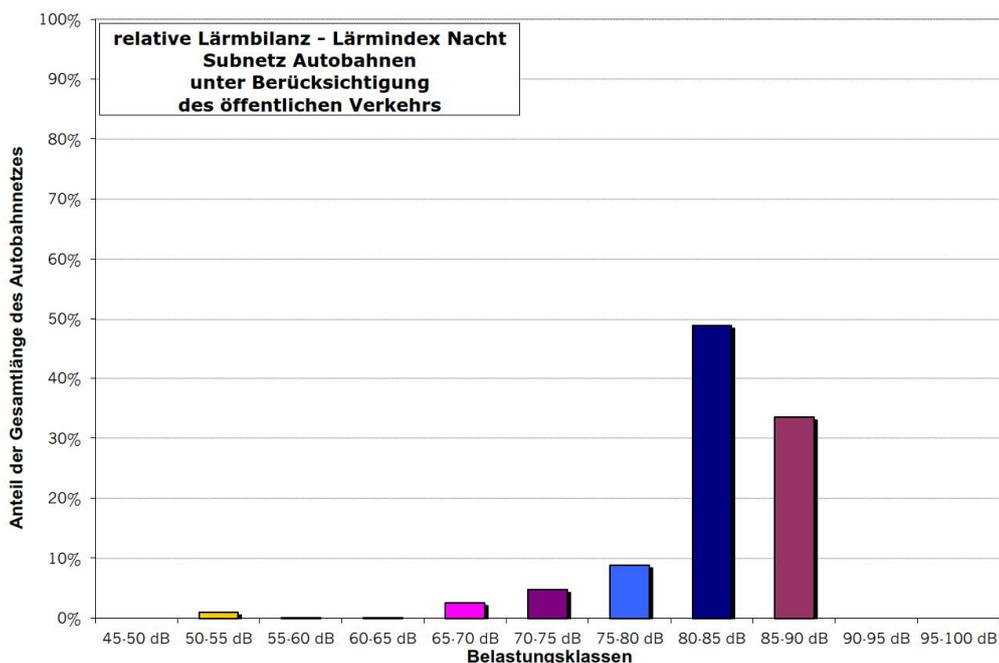


Abbildung 6.55: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Nacht

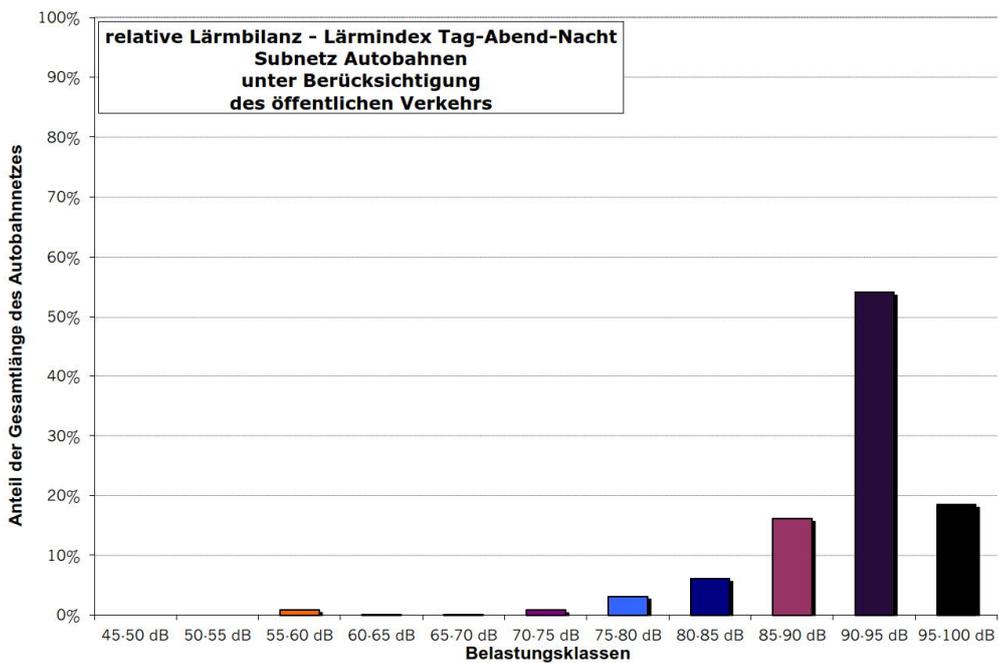


Abbildung 6.56: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht

6.2.2.2.2 Subnetz Landesstraßen

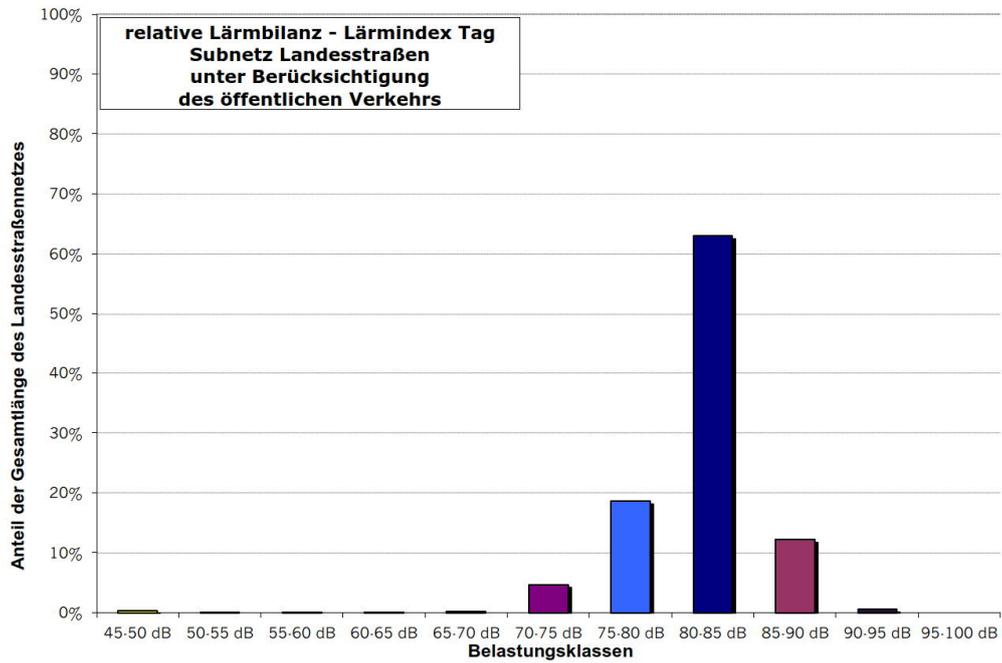


Abbildung 6.57: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag

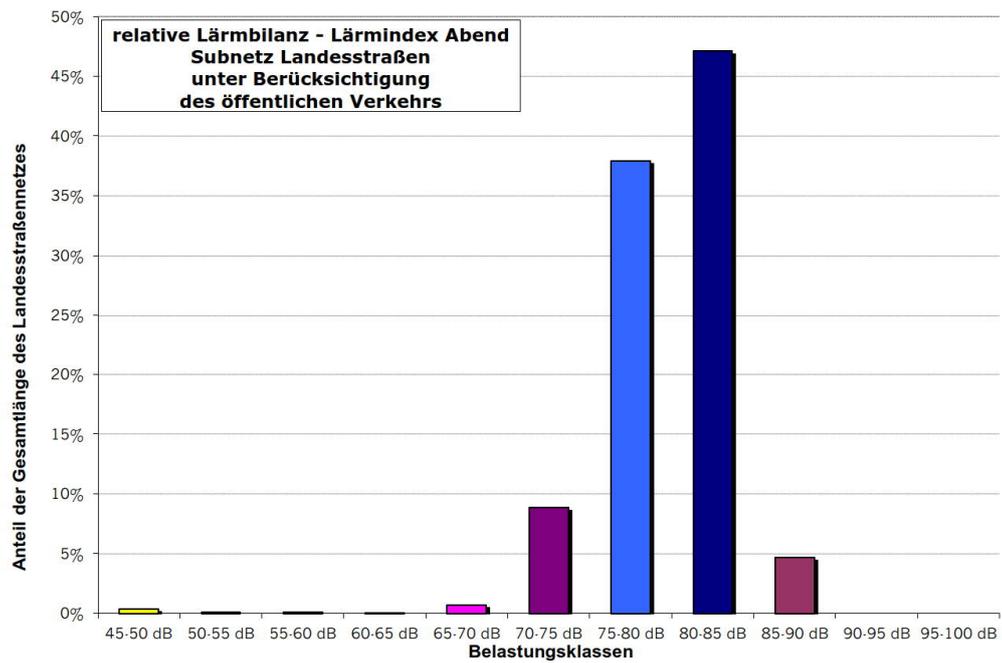


Abbildung 6.58: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Abend

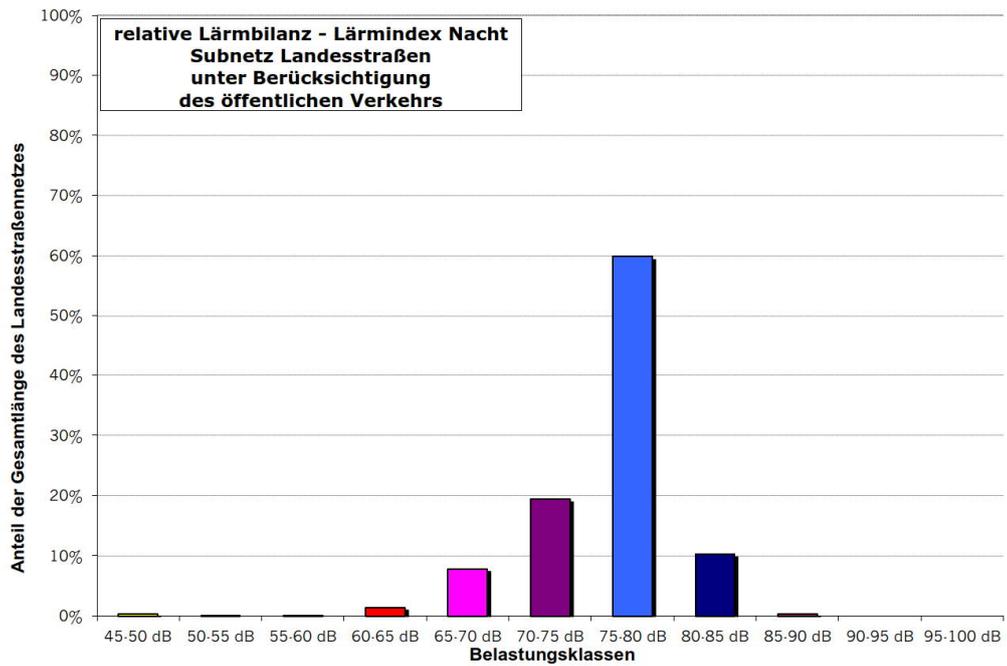


Abbildung 6.59: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Nacht

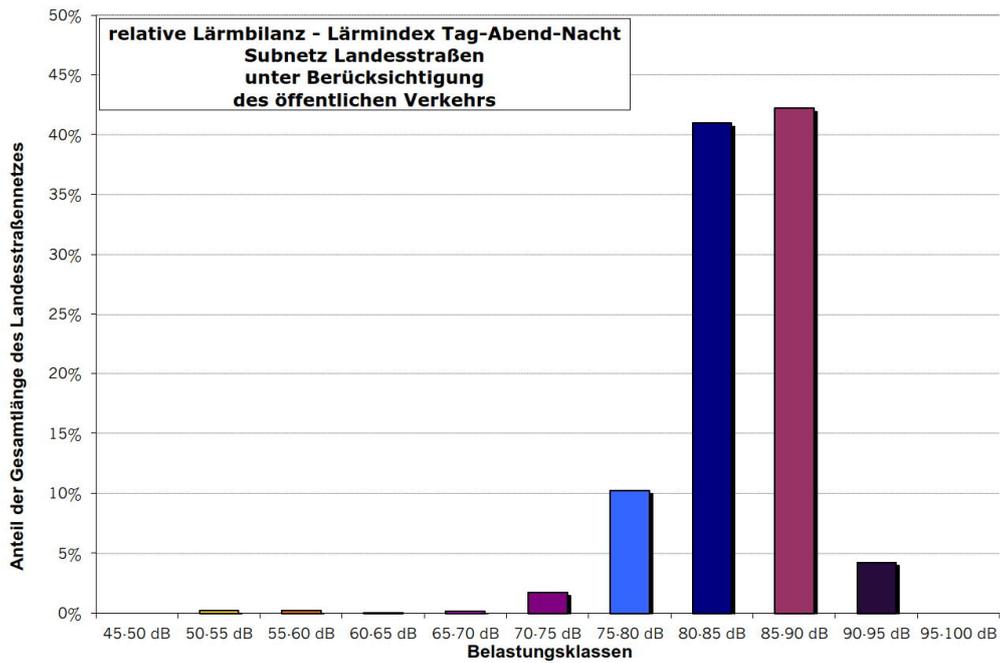


Abbildung 6.60: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht

6.2.2.2.3 Subnetz Gemeindestraßen

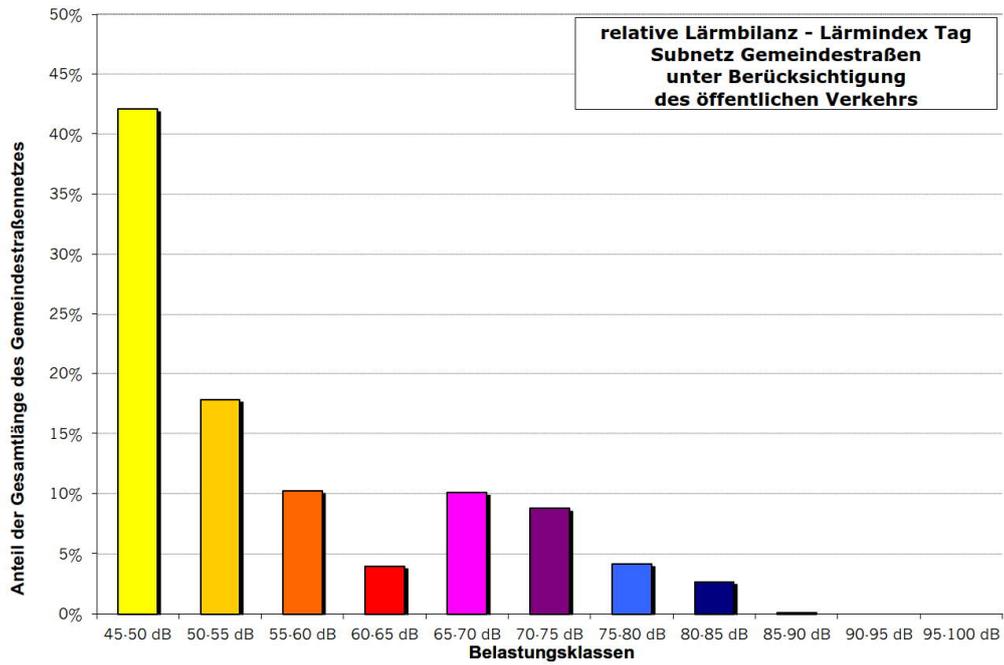


Abbildung 6.61: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag

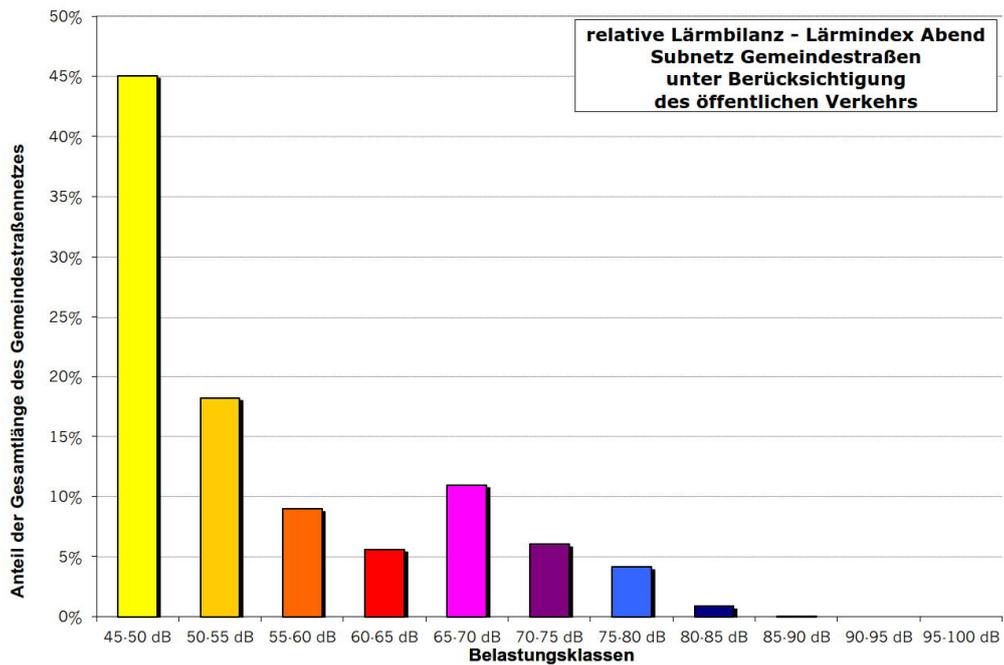


Abbildung 6.62: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Abend

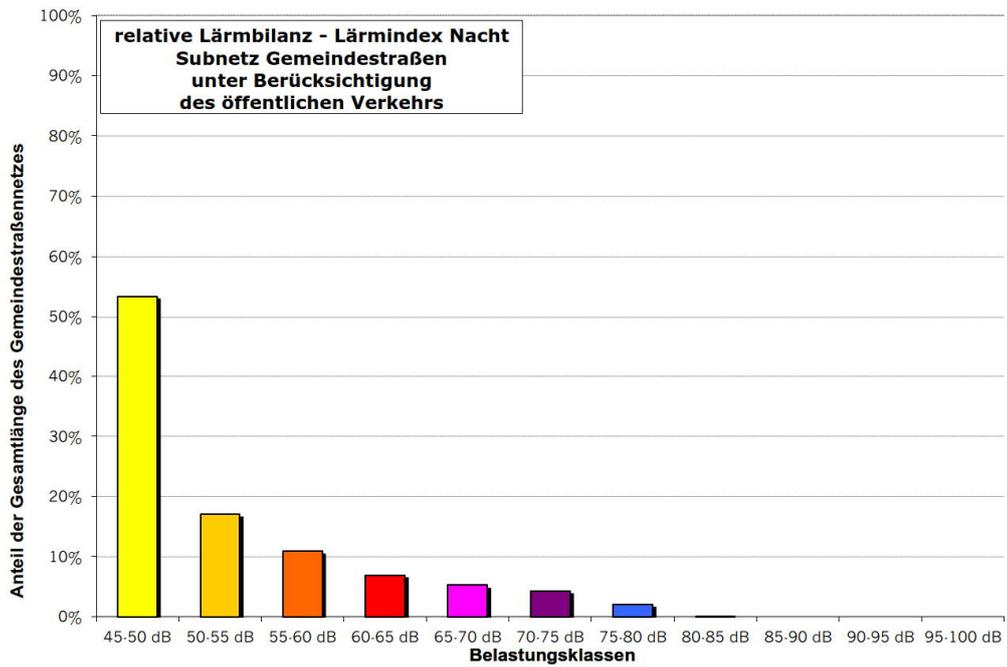


Abbildung 6.63: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Nacht

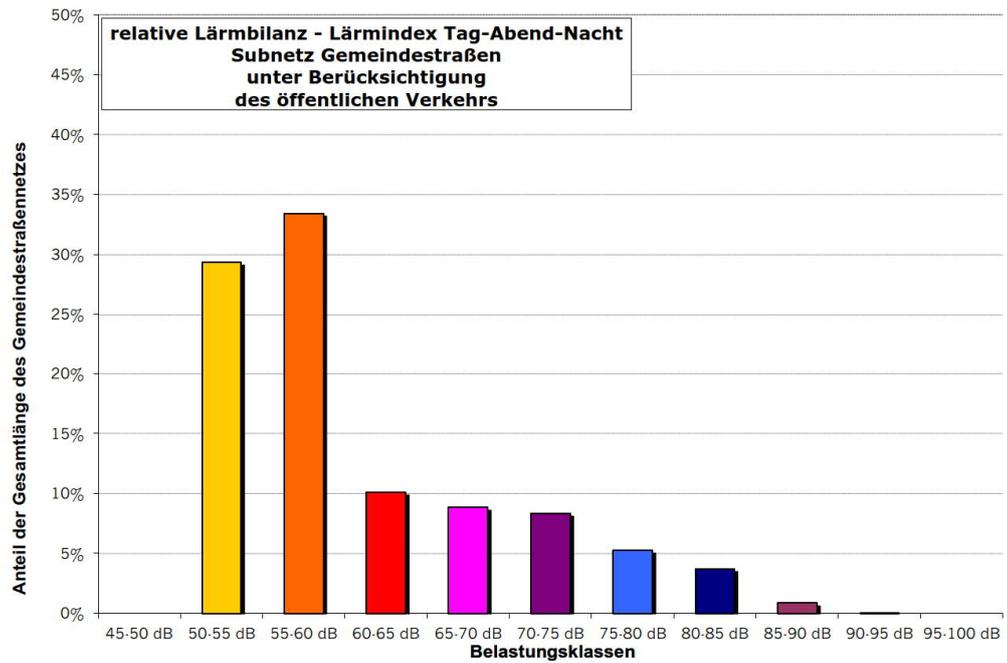


Abbildung 6.64: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht

6.2.2.2.4 Subnetz Straßenbahn- und Bustrassen

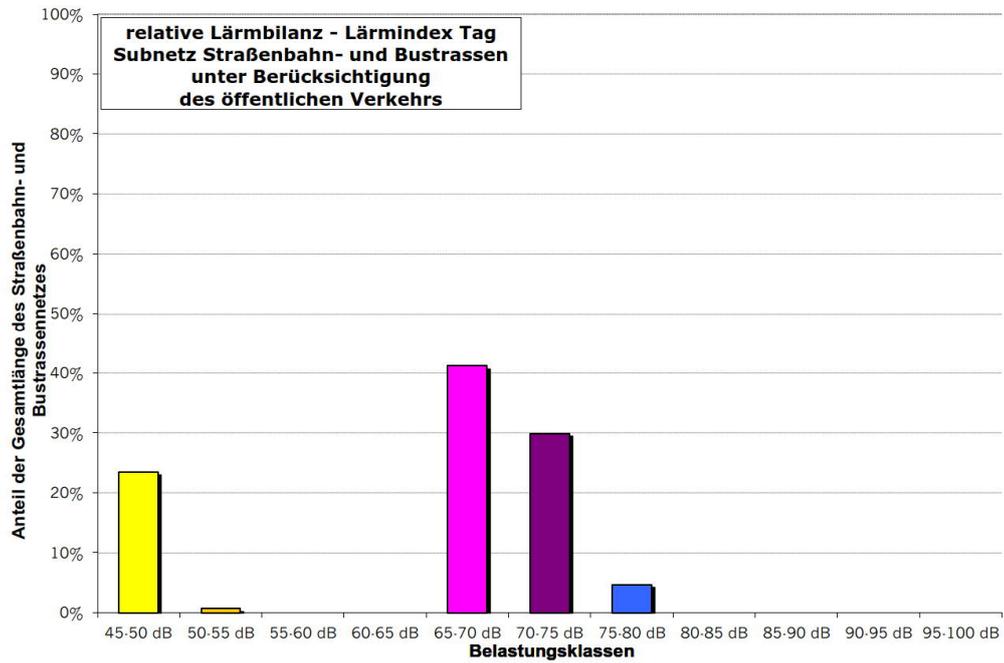


Abbildung 6.65: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag

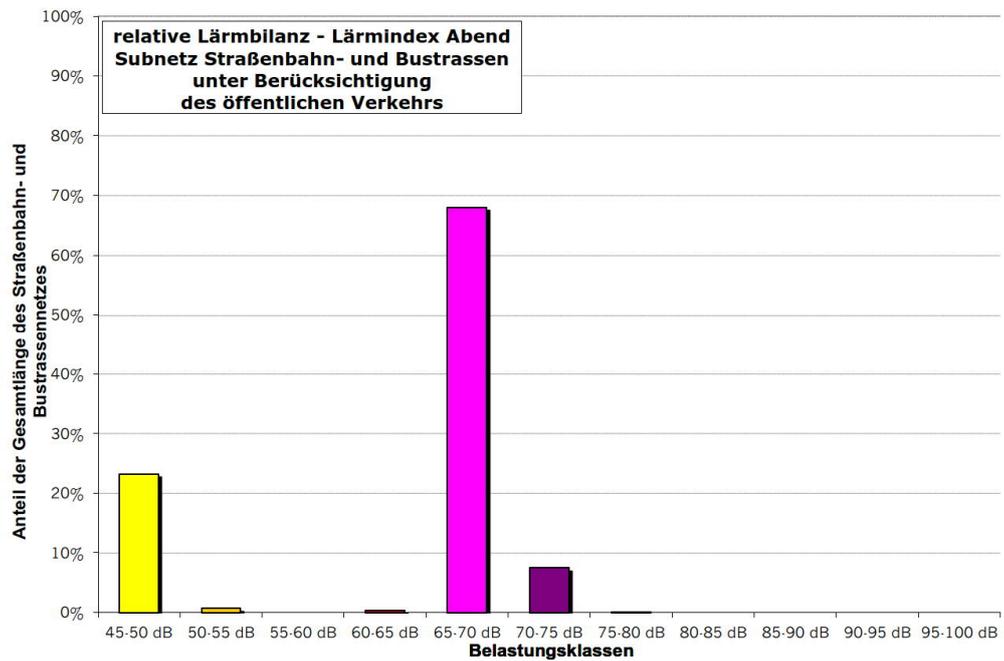


Abbildung 6.66: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Abend

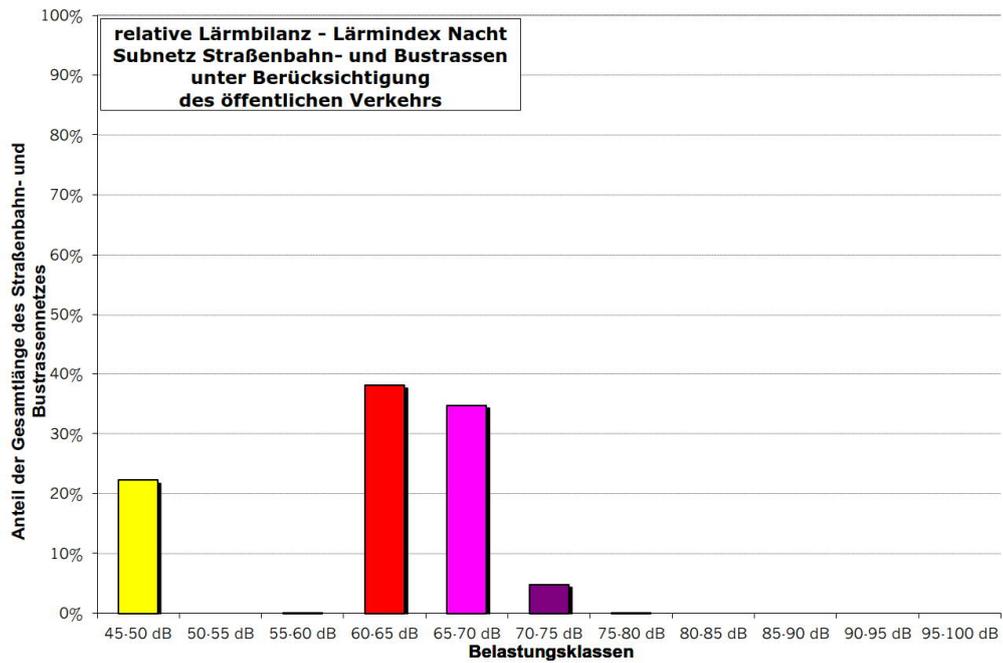


Abbildung 6.67: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Nacht

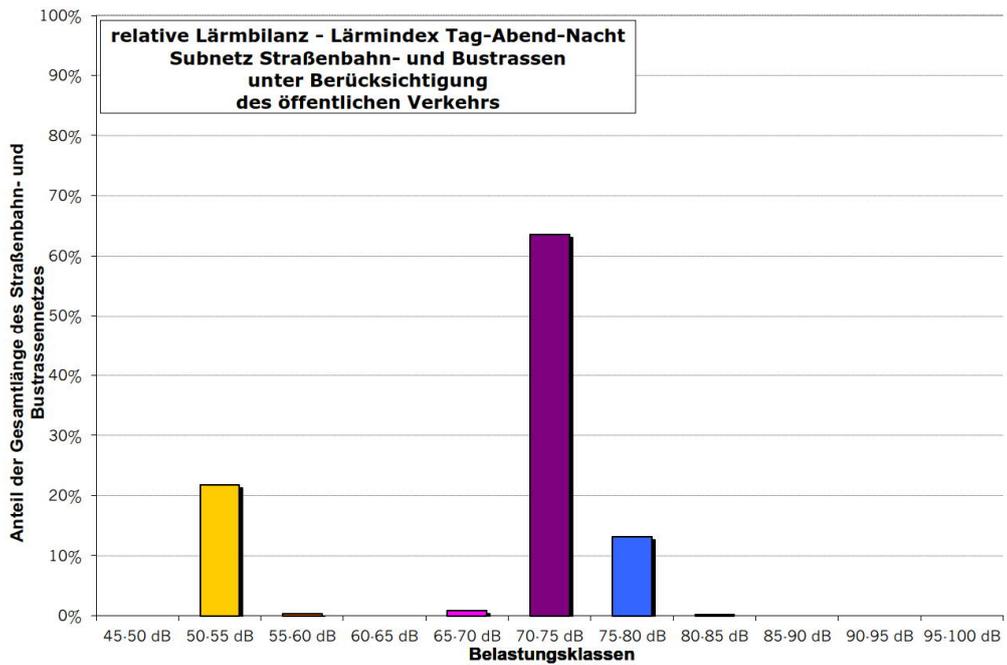


Abbildung 6.68: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht

6.2.2.2.5 Subnetz Sonstige Straßen

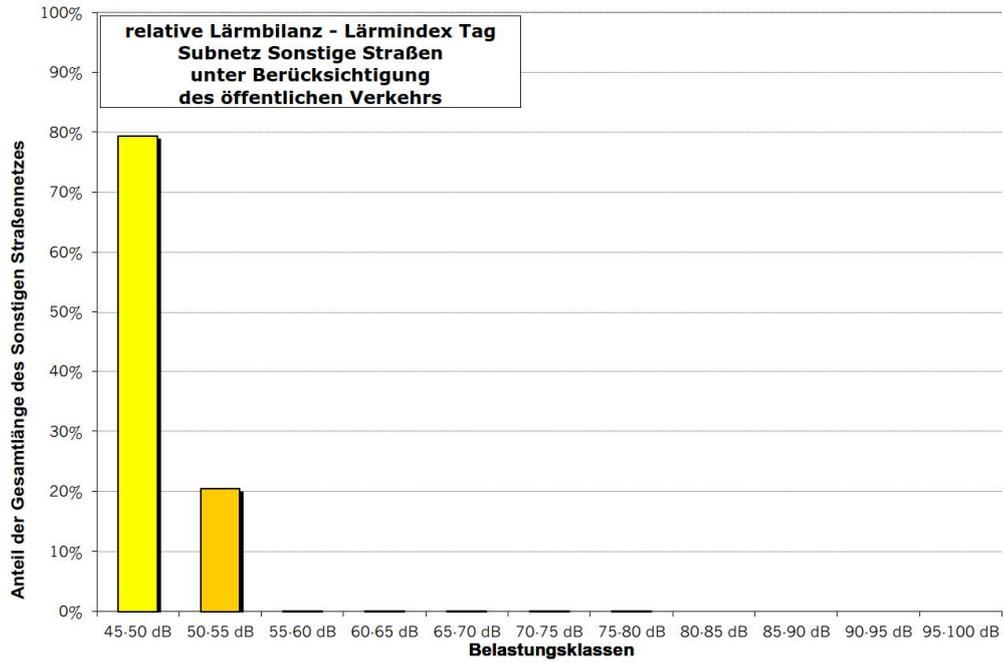


Abbildung 6.69: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag

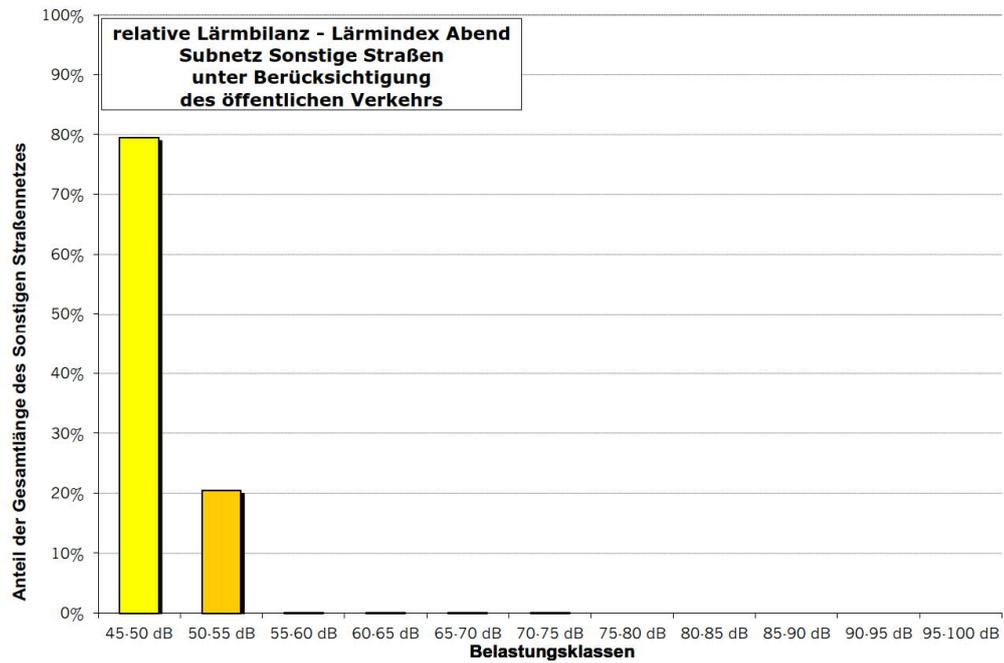


Abbildung 6.70: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Abend

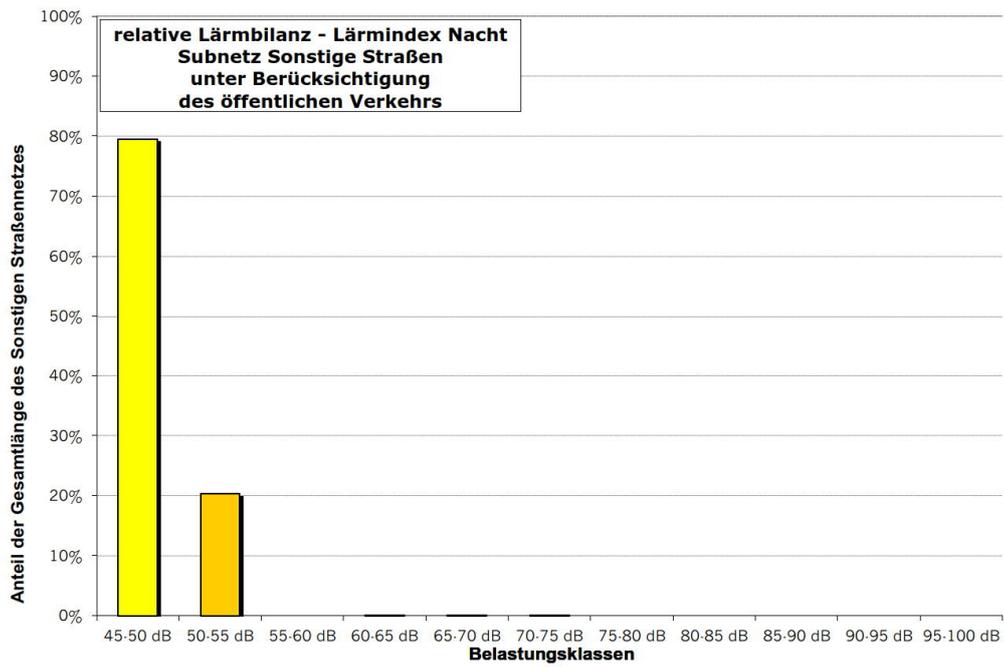


Abbildung 6.71: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Nacht

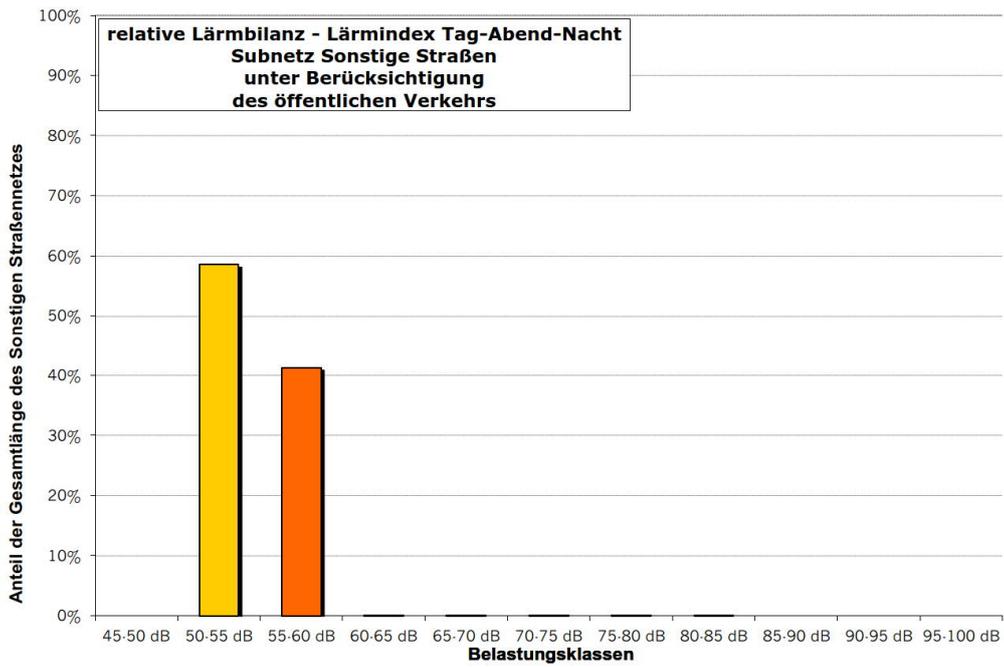


Abbildung 6.72: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht

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 zur Hochrechnung der Verkehrsmatrizen Zählwerte der Dauerzählstellen des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung und Zählraten der ASFINAG zur Verfügung. Im Vergleich zum Verkehrslärmkataster Graz 2016 ist das Untersuchungsgebiet um drei Kilometer, über die Stadtgrenze hinaus, erweitert worden. Der Verkehrsgraph der GIP weist erneut einen höheren Detaillierungsgrad auf, was vor allem baulich getrennte Hauptverkehrsstraßen und Straßenbahnstrecken betrifft. Als Berechnungsvorschrift findet das Verfahren nach RVS 04.02.11 Verwendung. Diese wurde mit dem Jahr 2021 auf Basis der CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in Europe) Richtlinie geändert. Durch diese Veränderungen ist die Vergleichbarkeit zum Verkehrslärmkataster Graz 2016 nur erschwert möglich.

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 2021 schafft eine wichtige Datengrundlage für die Darstellung der Verkehrslärmbelastung und die Evaluierung von Maßnahmen im gesamten Stadtgebiet.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Übersicht Stadtgebiet Graz + 3 km	4
Abbildung 3.1: Lärmstörung am Tag und/oder in der Nacht in der Entwicklung (Statistik Austria, 2020)	6
Abbildung 3.2: Vergleich der Lärmstörung (Statistik Austria, 2020)	7
Abbildung 3.3: Vergleich der Lärmquellen (Statistik Austria, 2020)	7
Abbildung 3.4: Verteilung der Lärmquellen als Störwirkung (Statistik Austria, 2020)	8
Abbildung 3.5: Verteilung der nicht-verkehrsbedingten Lärmquellen als Störwirkung (Statistik Austria, 2020)	8
Abbildung 4.1: Fahrzeugklassen nach RVS 04.02.11	9
Abbildung 4.2: Längenbezogener Schalleistungspegel (Gollner und Katzenbeissner, 2011).....	11
Abbildung 4.3: Vergleich Straße mit baulich getrennten Fahrtrichtungen 2016 (rot) mit 2021 (blau)	12
Abbildung 4.4: Vergleich Strecken mit Straßenbahn 2016 (rot) mit 2021 (blau)	13
Abbildung 4.5: Vergleich Streckennetz Verkehrslärmkataster 2016 – 2021	14
Abbildung 4.6: Überblick Straßennetz Verkehrslärmkataster 2021	15
Abbildung 4.7: Überblick Grazer Straßenbahnnetz Zeitraum Tag	17
Abbildung 4.8: Überblick Grazer Busnetz Zeitraum Tag	18
Abbildung 4.9: Zuweisung von Einwohnerdaten auf Strecken	19
Abbildung 4.10: Modal Split Graz 2021 (Röschel, 2022)	20
Abbildung 4.11: Übersicht Kreuzungen	21
Abbildung 4.12: Ganglinientypen: Relative Tagesganglinien für MIV (Anteile des stündlichen Verkehrs am Tagesverkehr) (Fallast und Huber, 2012)	22
Abbildung 4.13: Übersicht Ganglinientypen	25
Abbildung 4.14: Aufbau des Rechenprogramms.....	26
Abbildung 6.1: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag	40
Abbildung 6.2: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021	40
Abbildung 6.3: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Abend.....	41
Abbildung 6.4: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021	41
Abbildung 6.5: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Nacht	42
Abbildung 6.6: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021	42
Abbildung 6.7: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag-Abend-Nacht	43
Abbildung 6.8: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021..	43
Abbildung 6.9: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag	44
Abbildung 6.10: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021	44

Abbildung 6.11: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Abend.....	45
Abbildung 6.12: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021	45
Abbildung 6.13: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Nacht	46
Abbildung 6.14: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021	46
Abbildung 6.15: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht	47
Abbildung 6.16: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021	47
Abbildung 6.17: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag.....	48
Abbildung 6.18: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021	48
Abbildung 6.19: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Abend.....	49
Abbildung 6.20: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021	49
Abbildung 6.21: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Nacht	50
Abbildung 6.22: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021	50
Abbildung 6.23: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht	51
Abbildung 6.24: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021	51
Abbildung 6.25: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag.....	52
Abbildung 6.26: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021	52
Abbildung 6.27: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Abend.....	53
Abbildung 6.28: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021	53
Abbildung 6.29: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Nacht	54
Abbildung 6.30: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021	54
Abbildung 6.31: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht	55
Abbildung 6.32: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021	55
Abbildung 6.33: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag.....	56
Abbildung 6.34: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021	56
Abbildung 6.35: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Abend.....	57
Abbildung 6.36: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021	57
Abbildung 6.37: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Nacht.....	58

Abbildung 6.38: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021	58
Abbildung 6.39: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht	59
Abbildung 6.40: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021	59
Abbildung 6.41: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag	60
Abbildung 6.42: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag – Vergleich 2016-2021..	60
Abbildung 6.43: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Abend	61
Abbildung 6.44: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Abend – Vergleich 2016-2021	61
Abbildung 6.45: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Nacht	62
Abbildung 6.46: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Nacht – Vergleich 2016-2021	62
Abbildung 6.47: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht	63
Abbildung 6.48: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht – Vergleich 2016-2021	63
Abbildung 6.49: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag.....	64
Abbildung 6.50: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Abend.....	64
Abbildung 6.51: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Nacht.....	65
Abbildung 6.52: Gesamtlärmbilanz (Schallemissionen) Zeitraum Tag-Abend-Nacht	65
Abbildung 6.53: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag.....	66
Abbildung 6.54: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Abend.....	66
Abbildung 6.55: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Nacht	67
Abbildung 6.56: Lärmbilanz (Schallemissionen) Autobahnen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht	67
Abbildung 6.57: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag.....	68
Abbildung 6.58: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Abend.....	68
Abbildung 6.59: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Nacht	69
Abbildung 6.60: Lärmbilanz (Schallemissionen) Landesstraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht	69
Abbildung 6.61: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag.....	70
Abbildung 6.62: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Abend.....	70
Abbildung 6.63: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Nacht	71
Abbildung 6.64: Lärmbilanz (Schallemissionen) Gemeindestraßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht	71
Abbildung 6.65: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag.....	72
Abbildung 6.66: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Abend.....	72

Abbildung 6.67: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Nacht.....73

Abbildung 6.68: Lärmbilanz (Schallemissionen) Straßenbahn- und Bustrassen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht
.....73

Abbildung 6.69: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag.....74

Abbildung 6.70: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Abend74

Abbildung 6.71: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Nacht.....75

Abbildung 6.72: Lärmbilanz (Schallemissionen) Sonstige Straßen – Zeitraum Tag-Abend-Nacht.....75

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Bezeichnung der Ganglinientypen (Fallast und Huber, 2012)	24
Tabelle 5.1: Datenherkunft Verkehrslärmkataster 2021	36
Tabelle 6.1: Längenbilanz nach Straßenerhalter (Subnetz)	38
Tabelle 6.2: Längenbilanz nach dem Ganglinientyp	39

10 Literaturverzeichnis

Richtlinien, Messberichte:

- Fallast, Huber (2016). Verkehrslärmkataster Graz 2016, Graz
- Fallast, Haller, Rock, Cik, Lienhart (2015). Schall- und Erschütterungsanalyse – Messbericht, Graz
- Gollner, Katzenbeissner (2011). Straßenbahnen Graz Schallemissionen, Graz
- Kirisits Christian (2021). Ermittlung von Korrekturwerten und Ausarbeitung von Testbeispielen für die nationale Straßenverkehrslärberechnung aufgrund des korrigierten Annex II der EU-Umgebungslärmrichtlinie, Wien
- Röschel Gerald (2022). Mobilitätsverhalten der Grazer Wohnbevölkerung 2021, Graz
- RVS 04.02.11 (1. November 2021). Berechnung von Schallemissionen und Lärmschutz
- Stadt Graz (1996). Regulierungsrichtlinie für Anlieger- und Sammelstraßen, Graz
- Statistik Austria (2020). Umweltbedingungen, Umweltverhalten 2019 Ergebnisse des Mikrozensus, Wien

Weitere Grundlagen:

- Einwohnerdaten pro Adresse (01.01.2022), Stadtvermessungsamt, Graz 2022
- Verkehrszahlen von Dauerzählstellen, ASFINAG, 2019
- Zählschleifendaten, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, A16 Verkehr und Landeshochbau – Referat Liegenschaften und technische Dienste, 2019

11 Anhang

11.1 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 – 24:00	1,39	1,70	1,57	1,79	1,48	2,02	1,66

11.2 Anhang 2 - Lärmbilanzen

11.2.1 Lärmbilanzen für das Stadtgebiet von Graz

Lärmbilanz Lärmindex Tag

Lärmbilanz Lärmindex Tag unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)							PLANUM
	Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]	
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.20 (7.59)	527.92 (307.70)	21.56 (0.31)	243.74 (179.02)	793.43 (494.63)
	50-55 dB	0.25 (2.05)	0.07 (2.42)	237.18 (248.13)	0.65 (1.67)	67.28 (20.58)	305.43 (274.85)
	55-60 dB	0 (0)	0.05 (1.60)	101.31 (111.42)	0 (0)	0.46 (4.03)	101.82 (117.05)
	60-65 dB	0 (0)	0.00 (0.08)	46.30 (119.13)	0 (0.30)	0 (2.47)	46.30 (121.98)
	65-70 dB	0.03 (0.05)	0.04 (2.27)	131.48 (119.58)	37.82 (0.04)	0.02 (1.82)	169.39 (123.75)
	70-75 dB	0.90 (1.21)	2.26 (4.59)	126.93 (60.84)	27.52 (8.09)	0 (0.68)	157.62 (75.41)
	75-80 dB	3.04 (4.29)	13.76 (34.18)	67.59 (75.00)	4.36 (1.62)	0.10 (0.03)	88.84 (115.12)
	80-85 dB	2.30 (6.03)	89.55 (81.78)	52.01 (31.78)	0 (0.65)	0 (0)	143.87 (120.24)
	85-90 dB	11.22 (18.04)	18.35 (16.37)	1.42 (0.20)	0 (0)	0 (0)	30.99 (34.61)
	90-95 dB	34.45 (20.12)	0.08 (0.01)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	34.52 (20.13)
	95-100 dB	0 (0.49)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0.49)
	Summe [km]	52.19 (52.27)	124.36 (150.89)	1292.14 (1073.80)	91.91 (12.67)	311.61 (208.63)	1872.21 (1498.26)

relative Lärmbilanz Lärmindex Tag unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)							PLANUM
	Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]	
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.16 (5.03)	40.86 (28.66)	23.46 (2.42)	78.22 (85.81)	42.38 (33.01)
	50-55 dB	0.48 (3.92)	0.06 (1.60)	18.36 (23.11)	0.70 (13.17)	21.59 (9.86)	16.31 (18.34)
	55-60 dB	0 (0)	0.04 (1.06)	7.84 (10.38)	0 (0)	0.15 (1.93)	5.44 (7.81)
	60-65 dB	0 (0)	0.00 (0.05)	3.58 (11.09)	0 (2.34)	0 (1.18)	2.47 (8.14)
	65-70 dB	0.06 (0.10)	0.03 (1.50)	10.18 (11.14)	41.15 (0.30)	0.01 (0.87)	9.05 (8.26)
	70-75 dB	1.72 (2.31)	1.82 (3.04)	9.82 (5.67)	29.95 (63.86)	0 (0.33)	8.42 (5.03)
	75-80 dB	5.82 (8.21)	11.07 (22.65)	5.23 (6.98)	4.74 (12.80)	0.03 (0.02)	4.75 (7.68)
	80-85 dB	4.41 (11.54)	72.01 (54.20)	4.03 (2.96)	0 (5.10)	0 (0)	7.68 (8.03)
	85-90 dB	21.50 (34.51)	14.76 (10.85)	0.11 (0.02)	0 (0)	0 (0)	1.66 (2.31)
	90-95 dB	66.01 (38.49)	0.06 (0.01)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1.84 (1.34)
	95-100 dB	0 (0.94)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0.03)
	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)

Lärmbilanz Lärmindex Abend

		Lärmbilanz Lärmindex Abend unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)					PLANUM
		Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.20 (7.86)	586.47 (373.99)	21.37 (0.36)	243.98 (181.23)	852.02 (563.44)
	50-55 dB	0.25 (2.05)	0.07 (3.30)	227.58 (250.96)	0.65 (1.88)	67.34 (20.75)	295.89 (278.93)
	55-60 dB	0 (0)	0.05 (0.46)	80.26 (112.83)	0 (0)	0.17 (2.75)	80.47 (116.05)
	60-65 dB	0 (0.03)	0.00 (1.13)	66.52 (108.01)	0.39 (0.07)	0 (1.73)	66.91 (110.97)
	65-70 dB	0.60 (0.71)	0.53 (2.99)	153.07 (99.51)	62.52 (1.84)	0 (1.64)	216.72 (106.69)
	70-75 dB	2.97 (2.49)	3.70 (13.06)	87.17 (57.17)	6.87 (7.49)	0.12 (0.52)	100.83 (80.73)
	75-80 dB	0.90 (3.33)	41.47 (63.00)	73.86 (68.82)	0.12 (1.03)	0 (0)	116.35 (136.18)
	80-85 dB	5.89 (8.71)	73.46 (54.37)	17.22 (2.52)	0 (0)	0 (0)	96.57 (65.61)
	85-90 dB	32.37 (28.23)	4.89 (4.72)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	37.27 (32.96)
	90-95 dB	9.19 (6.72)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	9.19 (6.72)
	95-100 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Summe [km]	52.19 (52.27)	124.36 (150.89)	1292.14 (1073.80)	91.91 (12.67)	311.61 (208.63)	1872.21 (1498.26)	

		relative Lärmbilanz Lärmindex Abend unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)					PLANUM
		Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.16 (5.21)	45.39 (34.83)	23.26 (2.87)	78.30 (86.87)	45.51 (37.61)
	50-55 dB	0.48 (3.92)	0.06 (2.18)	17.61 (23.37)	0.70 (14.81)	21.61 (9.95)	15.80 (18.62)
	55-60 dB	0 (0)	0.04 (0.30)	6.21 (10.51)	0 (0)	0.06 (1.32)	4.30 (7.75)
	60-65 dB	0 (0.06)	0.00 (0.75)	5.15 (10.06)	0.42 (0.56)	0 (0.83)	3.57 (7.41)
	65-70 dB	1.16 (1.35)	0.42 (1.98)	11.85 (9.27)	68.02 (14.53)	0 (0.79)	11.58 (7.12)
	70-75 dB	5.69 (4.77)	2.97 (8.65)	6.75 (5.32)	7.47 (59.10)	0.04 (0.25)	5.39 (5.39)
	75-80 dB	1.73 (6.38)	33.34 (41.75)	5.72 (6.41)	0.13 (8.13)	0 (0)	6.21 (9.09)
	80-85 dB	11.29 (16.67)	59.07 (36.03)	1.33 (0.24)	0 (0)	0 (0)	5.16 (4.38)
	85-90 dB	62.04 (54.01)	3.94 (3.13)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1.99 (2.20)
	90-95 dB	17.62 (12.85)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0.49 (0.45)
	95-100 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
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)	

Lärmbilanz Lärmindex Nacht

		Lärmbilanz Lärmindex Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)					PLANUM
		Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.23 (9.49)	724.05 (531.11)	20.43 (0.31)	244.41 (190.55)	989.13 (731.45)
	50-55 dB	0.25 (2.05)	0.08 (2.53)	188.86 (198.21)	0 (1.87)	67.07 (14.61)	256.27 (219.26)
	55-60 dB	0 (0)	0.00 (0.33)	100.38 (121.03)	0.02 (0.10)	0 (2.76)	100.40 (124.22)
	60-65 dB	0.03 (0.09)	0.26 (3.19)	92.13 (98.84)	35.00 (0.17)	0 (0.68)	127.42 (102.96)
	65-70 dB	1.65 (1.50)	2.66 (9.89)	69.76 (52.96)	31.96 (9.20)	0.02 (0)	106.04 (73.55)
	70-75 dB	2.70 (4.82)	15.83 (45.85)	75.59 (67.78)	4.47 (1.03)	0.10 (0.03)	98.69 (119.52)
	75-80 dB	3.03 (7.21)	90.80 (73.38)	40.50 (3.82)	0.04 (0)	0 (0)	134.38 (84.41)
	80-85 dB	33.20 (29.89)	14.48 (6.24)	0.87 (0.04)	0 (0)	0 (0)	48.56 (36.17)
	85-90 dB	11.31 (6.72)	0.02 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	11.32 (6.72)
	90-95 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	95-100 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Summe [km]	52.19 (52.27)	124.36 (150.89)	1292.14 (1073.80)	91.91 (12.67)	311.61 (208.63)	1872.21 (1498.26)	

		relative Lärmbilanz Lärmindex Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)					PLANUM
		Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.19 (6.29)	56.04 (49.46)	22.22 (2.42)	78.44 (91.33)	52.83 (48.82)
	50-55 dB	0.48 (3.92)	0.07 (1.67)	14.62 (18.46)	0 (14.73)	21.52 (7.00)	13.69 (14.63)
	55-60 dB	0 (0)	0.00 (0.22)	7.77 (11.27)	0.02 (0.79)	0 (1.32)	5.36 (8.29)
	60-65 dB	0.06 (0.17)	0.21 (2.11)	7.13 (9.20)	38.08 (1.33)	0 (0.33)	6.81 (6.87)
	65-70 dB	3.17 (2.87)	2.14 (6.55)	5.40 (4.93)	34.77 (72.60)	0.01 (0)	5.66 (4.91)
	70-75 dB	5.18 (9.22)	12.73 (30.39)	5.85 (6.31)	4.86 (8.13)	0.03 (0.02)	5.27 (7.98)
	75-80 dB	5.81 (13.80)	73.01 (48.63)	3.13 (0.36)	0.05 (0)	0 (0)	7.18 (5.63)
	80-85 dB	63.63 (57.18)	11.64 (4.13)	0.07 (0.00)	0 (0)	0 (0)	2.59 (2.41)
	85-90 dB	21.67 (12.85)	0.01 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0.60 (0.45)
	90-95 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	95-100 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
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)	

Lärmbilanz Lärmindex Tag-Abend-Nacht

Lärmbilanz Lärmindex Tag-Abend-Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)							PLANUM
	Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]	
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
	50-55 dB	0 (0)	0.14 (7.31)	380.74 (358.51)	20.04 (0.31)	178.86 (181.49)	579.77 (547.62)
	55-60 dB	0.25 (2.05)	0.16 (4.10)	455.58 (289.75)	0.39 (1.67)	132.63 (20.44)	589.01 (318.00)
	60-65 dB	0.00 (0)	0.02 (0.20)	64.21 (108.40)	0 (0.25)	0 (4.04)	64.23 (112.89)
	65-70 dB	0 (0.03)	0 (1.64)	112.70 (121.71)	0.78 (0.08)	0 (1.95)	113.48 (125.42)
	70-75 dB	0.70 (0.08)	0.55 (2.61)	114.02 (78.21)	58.45 (1.88)	0.02 (0.68)	173.74 (83.46)
	75-80 dB	2.01 (3.60)	4.13 (17.82)	79.74 (61.42)	12.09 (7.84)	0 (0.03)	97.97 (90.71)
	80-85 dB	2.49 (3.17)	47.65 (75.16)	68.07 (54.82)	0.17 (0.65)	0.10 (0)	118.48 (133.79)
	85-90 dB	7.49 (9.59)	67.63 (39.54)	17.08 (0.98)	0 (0)	0 (0)	92.20 (50.12)
	90-95 dB	36.07 (27.04)	4.09 (2.50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	40.15 (29.54)
	95-100 dB	3.18 (6.72)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3.18 (6.72)
Summe [km]	52.19 (52.27)	124.36 (150.89)	1292.14 (1073.80)	91.91 (12.67)	311.61 (208.63)	1872.21 (1498.26)	

relative Lärmbilanz Lärmindex Tag-Abend-Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)							PLANUM
	Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]	
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
	50-55 dB	0 (0)	0.11 (4.85)	29.47 (33.39)	21.80 (2.42)	57.40 (86.99)	30.97 (36.55)
	55-60 dB	0.48 (3.92)	0.13 (2.72)	35.26 (26.98)	0.43 (13.17)	42.56 (9.80)	31.46 (21.22)
	60-65 dB	0.00 (0)	0.02 (0.13)	4.97 (10.10)	0 (1.99)	0 (1.93)	3.43 (7.53)
	65-70 dB	0 (0.06)	0 (1.09)	8.72 (11.33)	0.85 (0.65)	0 (0.93)	6.06 (8.37)
	70-75 dB	1.34 (0.15)	0.44 (1.73)	8.82 (7.28)	63.59 (14.80)	0.01 (0.33)	9.28 (5.57)
	75-80 dB	3.86 (6.88)	3.32 (11.81)	6.17 (5.72)	13.15 (61.86)	0 (0.02)	5.23 (6.05)
	80-85 dB	4.78 (6.06)	38.32 (49.81)	5.27 (5.11)	0.18 (5.10)	0.03 (0)	6.33 (8.93)
	85-90 dB	14.35 (18.35)	54.38 (26.21)	1.32 (0.09)	0 (0)	0 (0)	4.92 (3.35)
	90-95 dB	69.11 (51.73)	3.28 (1.66)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2.14 (1.97)
	95-100 dB	6.08 (12.85)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0.17 (0.45)
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)	

11.2.2 Lärmbilanzen für das gesamte Untersuchungsgebiet

Lärmbilanz Lärmindex Tag

Lärmbilanz Lärmindex Tag unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)							PLANUM
							
	Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]	
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.85 (7.59)	862.56 (307.70)	21.56 (0.31)	273.36 (179.02)	1158.33 (494.63)
	50-55 dB	1.12 (2.05)	0.19 (2.42)	365.54 (248.13)	0.65 (1.67)	70.36 (20.58)	437.86 (274.85)
	55-60 dB	0.07 (0)	0.21 (1.60)	210.11 (111.42)	0 (0)	0.46 (4.03)	210.85 (117.05)
	60-65 dB	0.04 (0)	0.06 (0.08)	81.70 (119.13)	0 (0.30)	0.27 (2.47)	82.07 (121.98)
	65-70 dB	0.17 (0.05)	0.37 (2.27)	207.01 (119.58)	37.82 (0.04)	0.06 (1.82)	245.43 (123.75)
	70-75 dB	1.79 (1.21)	10.24 (4.59)	180.12 (60.84)	27.52 (8.09)	0.05 (0.68)	219.71 (75.41)
	75-80 dB	5.31 (4.29)	40.18 (34.18)	85.78 (75.00)	4.36 (1.62)	0.10 (0.03)	135.73 (115.12)
	80-85 dB	7.19 (6.03)	135.96 (81.78)	55.35 (31.78)	0 (0.65)	0 (0)	198.49 (120.24)
	85-90 dB	23.51 (18.04)	26.47 (16.37)	1.57 (0.20)	0 (0)	0 (0)	51.55 (34.61)
	90-95 dB	76.46 (20.12)	1.33 (0.01)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	77.79 (20.13)
	95-100 dB	0 (0.49)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0.49)
	Summe [km]	115.65 (52.27)	215.85 (150.89)	2049.74 (1073.80)	91.91 (12.67)	344.66 (208.63)	2817.80 (1498.26)

relative Lärmbilanz Lärmindex Tag unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)							PLANUM
							
	Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]	
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.39 (5.03)	42.08 (28.66)	23.46 (2.42)	79.31 (85.81)	41.11 (33.01)
	50-55 dB	0.97 (3.92)	0.09 (1.60)	17.83 (23.11)	0.70 (13.17)	20.41 (9.86)	15.54 (18.34)
	55-60 dB	0.06 (0)	0.10 (1.06)	10.25 (10.38)	0 (0)	0.13 (1.93)	7.48 (7.81)
	60-65 dB	0.03 (0)	0.03 (0.05)	3.99 (11.09)	0 (2.34)	0.08 (1.18)	2.91 (8.14)
	65-70 dB	0.14 (0.10)	0.17 (1.50)	10.10 (11.14)	41.15 (0.30)	0.02 (0.87)	8.71 (8.26)
	70-75 dB	1.54 (2.31)	4.74 (3.04)	8.79 (5.67)	29.95 (63.86)	0.01 (0.33)	7.80 (5.03)
	75-80 dB	4.59 (8.21)	18.61 (22.65)	4.19 (6.98)	4.74 (12.80)	0.03 (0.02)	4.82 (7.68)
	80-85 dB	6.21 (11.54)	62.99 (54.20)	2.70 (2.96)	0 (5.10)	0 (0)	7.04 (8.03)
	85-90 dB	20.33 (34.51)	12.26 (10.85)	0.08 (0.02)	0 (0)	0 (0)	1.83 (2.31)
	90-95 dB	66.12 (38.49)	0.61 (0.01)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2.76 (1.34)
	95-100 dB	0 (0.94)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0.03)
	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)

Lärmbilanz Lärmindex Abend

		Lärmbilanz Lärmindex Abend unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)					PLANUM
		Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.86 (7.86)	924.00 (373.99)	21.37 (0.36)	273.84 (181.23)	1220.08 (563.44)
	50-55 dB	1.12 (2.05)	0.19 (3.30)	373.61 (250.96)	0.65 (1.88)	70.41 (20.75)	445.98 (278.93)
	55-60 dB	0.10 (0)	0.21 (0.46)	184.30 (112.83)	0 (0)	0.17 (2.75)	184.78 (116.05)
	60-65 dB	0.04 (0.03)	0.11 (1.13)	115.13 (108.01)	0.39 (0.07)	0.02 (1.73)	115.68 (110.97)
	65-70 dB	0.84 (0.71)	1.58 (2.99)	225.20 (99.51)	62.52 (1.84)	0.09 (1.64)	290.23 (106.69)
	70-75 dB	4.38 (2.49)	19.16 (13.06)	123.86 (57.17)	6.87 (7.49)	0.12 (0.52)	154.40 (80.73)
	75-80 dB	5.12 (3.33)	81.91 (63.00)	85.25 (68.82)	0.12 (1.03)	0 (0)	172.39 (136.18)
	80-85 dB	13.09 (8.71)	101.71 (54.37)	18.36 (2.52)	0 (0)	0 (0)	133.17 (65.61)
	85-90 dB	56.70 (28.23)	10.13 (4.72)	0.03 (0)	0 (0)	0 (0)	66.85 (32.96)
	90-95 dB	34.25 (6.72)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	34.25 (6.72)
	95-100 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Summe [km]		115.65 (52.27)	215.85 (150.89)	2049.74 (1073.80)	91.91 (12.67)	344.66 (208.63)	2817.80 (1498.26)

		relative Lärmbilanz Lärmindex Abend unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)					PLANUM
		Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.40 (5.21)	45.08 (34.83)	23.26 (2.87)	79.45 (86.87)	43.30 (37.61)
	50-55 dB	0.97 (3.92)	0.09 (2.18)	18.23 (23.37)	0.70 (14.81)	20.43 (9.95)	15.83 (18.62)
	55-60 dB	0.09 (0)	0.10 (0.30)	8.99 (10.51)	0 (0)	0.05 (1.32)	6.56 (7.75)
	60-65 dB	0.03 (0.06)	0.05 (0.75)	5.62 (10.06)	0.42 (0.56)	0.01 (0.83)	4.11 (7.41)
	65-70 dB	0.73 (1.35)	0.73 (1.98)	10.99 (9.27)	68.02 (14.53)	0.03 (0.79)	10.30 (7.12)
	70-75 dB	3.79 (4.77)	8.88 (8.65)	6.04 (5.32)	7.47 (59.10)	0.04 (0.25)	5.48 (5.39)
	75-80 dB	4.42 (6.38)	37.95 (41.75)	4.16 (6.41)	0.13 (8.13)	0 (0)	6.12 (9.09)
	80-85 dB	11.32 (16.67)	47.12 (36.03)	0.90 (0.24)	0 (0)	0 (0)	4.73 (4.38)
	85-90 dB	49.03 (54.01)	4.69 (3.13)	0.00 (0)	0 (0)	0 (0)	2.37 (2.20)
	90-95 dB	29.61 (12.85)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1.22 (0.45)
	95-100 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
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)

Lärmbilanz Lärmindex Nacht

		Lärmbilanz Lärmindex Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)					PLANUM
		Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.93 (9.49)	1095.76 (531.11)	20.43 (0.31)	274.28 (190.55)	1391.39 (731.45)
	50-55 dB	1.19 (2.05)	0.26 (2.53)	349.86 (198.21)	0 (1.87)	70.15 (14.61)	421.46 (219.26)
	55-60 dB	0.04 (0)	0.32 (0.33)	222.77 (121.03)	0.02 (0.10)	0 (2.76)	223.15 (124.22)
	60-65 dB	0.17 (0.09)	3.10 (3.19)	142.44 (98.84)	35.00 (0.17)	0.05 (0.68)	180.75 (102.96)
	65-70 dB	3.00 (1.50)	17.02 (9.89)	107.32 (52.96)	31.96 (9.20)	0.08 (0)	159.38 (73.55)
	70-75 dB	5.53 (4.82)	41.87 (45.85)	88.34 (67.78)	4.47 (1.03)	0.10 (0.03)	140.31 (119.52)
	75-80 dB	10.31 (7.21)	129.15 (73.38)	42.25 (3.82)	0.04 (0)	0 (0)	181.76 (84.41)
	80-85 dB	56.66 (29.89)	22.27 (6.24)	1.00 (0.04)	0 (0)	0 (0)	79.93 (36.17)
	85-90 dB	38.76 (6.72)	0.91 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	39.67 (6.72)
	90-95 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	95-100 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Summe [km]		115.65 (52.27)	215.85 (150.89)	2049.74 (1073.80)	91.91 (12.67)	344.66 (208.63)	2817.80 (1498.26)

		relative Lärmbilanz Lärmindex Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)					PLANUM
		Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0.43 (6.29)	53.46 (49.46)	22.22 (2.42)	79.58 (91.33)	49.38 (48.82)
	50-55 dB	1.03 (3.92)	0.12 (1.67)	17.07 (18.46)	0 (14.73)	20.35 (7.00)	14.96 (14.63)
	55-60 dB	0.03 (0)	0.15 (0.22)	10.87 (11.27)	0.02 (0.79)	0 (1.32)	7.92 (8.29)
	60-65 dB	0.14 (0.17)	1.44 (2.11)	6.95 (9.20)	38.08 (1.33)	0.01 (0.33)	6.41 (6.87)
	65-70 dB	2.60 (2.87)	7.88 (6.55)	5.24 (4.93)	34.77 (72.60)	0.02 (0)	5.66 (4.91)
	70-75 dB	4.78 (9.22)	19.40 (30.39)	4.31 (6.31)	4.86 (8.13)	0.03 (0.02)	4.98 (7.98)
	75-80 dB	8.92 (13.80)	59.83 (48.63)	2.06 (0.36)	0.05 (0)	0 (0)	6.45 (5.63)
	80-85 dB	48.99 (57.18)	10.32 (4.13)	0.05 (0.00)	0 (0)	0 (0)	2.84 (2.41)
	85-90 dB	33.52 (12.85)	0.42 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1.41 (0.45)
	90-95 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	95-100 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
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)

Lärmbilanz Lärmindex Tag-Abend-Nacht

Lärmbilanz Lärmindex Tag-Abend-Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)							PLANUM
							
	Autobahnen [km]	Landesstraßen [km]	Gemeindestraßen [km]	Straßenbahn- und Bustrassen [km]	Sonstige Straßen [km]	Summe [km]	
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
	50-55 dB	0 (0)	0.54 (7.31)	602.12 (358.51)	20.04 (0.31)	201.88 (181.49)	824.58 (547.62)
	55-60 dB	1.08 (2.05)	0.55 (4.10)	685.52 (289.75)	0.39 (1.67)	142.39 (20.44)	829.94 (318.00)
	60-65 dB	0.15 (0)	0.09 (0.20)	207.17 (108.40)	0 (0.25)	0.15 (4.04)	207.55 (112.89)
	65-70 dB	0.04 (0.03)	0.35 (1.64)	181.36 (121.71)	0.78 (0.08)	0.02 (1.95)	182.55 (125.42)
	70-75 dB	0.97 (0.08)	3.71 (2.61)	171.28 (78.21)	58.45 (1.88)	0.09 (0.68)	234.50 (83.46)
	75-80 dB	3.65 (3.60)	22.06 (17.82)	107.85 (61.42)	12.09 (7.84)	0.01 (0.03)	145.65 (90.71)
	80-85 dB	7.05 (3.17)	88.39 (75.16)	76.47 (54.82)	0.17 (0.65)	0.10 (0)	172.17 (133.79)
	85-90 dB	18.70 (9.59)	91.04 (39.54)	17.94 (0.98)	0 (0)	0 (0)	127.68 (50.12)
	90-95 dB	62.63 (27.04)	9.13 (2.50)	0.03 (0)	0 (0)	0 (0)	71.79 (29.54)
	95-100 dB	21.39 (6.72)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	21.39 (6.72)
	Summe [km]	115.65 (52.27)	215.85 (150.89)	2049.74 (1073.80)	91.91 (12.67)	344.66 (208.63)	2817.80 (1498.26)

relative Lärmbilanz Lärmindex Tag-Abend-Nacht unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs nach Anteil Streckenlänge und Subnetz 2021 (2016)							PLANUM
							
	Autobahnen [%]	Landesstraßen [%]	Gemeindestraßen [%]	Straßenbahn- und Bustrassen [%]	Sonstige Straßen [%]	Summe [%]	
Belastungsklassen	45-50 dB	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
	50-55 dB	0 (0)	0.25 (4.85)	29.38 (33.39)	21.80 (2.42)	58.58 (86.99)	29.26 (36.55)
	55-60 dB	0.93 (3.92)	0.25 (2.72)	33.44 (26.98)	0.43 (13.17)	41.31 (9.80)	29.45 (21.22)
	60-65 dB	0.13 (0)	0.04 (0.13)	10.11 (10.10)	0 (1.99)	0.04 (1.93)	7.37 (7.53)
	65-70 dB	0.03 (0.06)	0.16 (1.09)	8.85 (11.33)	0.85 (0.65)	0.01 (0.93)	6.48 (8.37)
	70-75 dB	0.84 (0.15)	1.72 (1.73)	8.36 (7.28)	63.59 (14.80)	0.03 (0.33)	8.32 (5.57)
	75-80 dB	3.15 (6.88)	10.22 (11.81)	5.26 (5.72)	13.15 (61.86)	0.00 (0.02)	5.17 (6.05)
	80-85 dB	6.09 (6.06)	40.95 (49.81)	3.73 (5.11)	0.18 (5.10)	0.03 (0)	6.11 (8.93)
	85-90 dB	16.17 (18.35)	42.18 (26.21)	0.88 (0.09)	0 (0)	0 (0)	4.53 (3.35)
	90-95 dB	54.16 (51.73)	4.23 (1.66)	0.00 (0)	0 (0)	0 (0)	2.55 (1.97)
	95-100 dB	18.49 (12.85)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0.76 (0.45)
	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
Karfreitstraße 16
9020 Klagenfurt/Wörthersee, Österreich

Erlachplatz 10
1100 Wien, Österreich

A decorative footer graphic at the bottom of the page, featuring a yellow-to-orange gradient on the left and a red-to-orange gradient on the right, separated by a wavy line.