

# TG Kfz-Emissionen

Technische Grundlage für die Beurteilung der Emissionen von Kraftfahrzeugen auf Abstellflächen

## **Impressum**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien

Wien, 2022. Stand: 10. November 2022

### **Copyright und Haftung:**

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtssprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an [gewerbetechnik@bmaw.gv.at](mailto:gewerbetechnik@bmaw.gv.at).

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Begriffsbestimmungen</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Emissionsermittlung</b> .....	<b>5</b>
3.1 Allgemeines .....	5
3.2 Berechnung der Motoremissionen .....	5
3.2.1 Fahrzeugklassen .....	5
3.2.2 Fahrablauf und Fahrzyklus .....	6
3.2.3 Anzahl der Fahrbewegungen .....	7
3.2.4 Berechnungsmethode für Motoremissionen .....	14
3.2.5 Emissionsfaktoren für Personenkraftwagen (PKW) .....	17
3.2.6 Emissionsfaktoren für leichte Nutzfahrzeuge (LNF) .....	20
3.2.7 Emissionsfaktoren für Solo-LKW und Busse (SNF–Solo) .....	21
3.2.8 Emissionsfaktoren für Last- und Sattelzüge (SNF-Zug) .....	24
3.2.9 Emissionsfaktoren für Zweiräder .....	26
3.3 Berechnung diffuser Staubemissionen .....	27
3.4 Berechnung diffuser Treibstoffemissionen .....	28
3.4.1 Emissionen abgestellter Kraftfahrzeuge .....	28
3.4.2 Emissionen beim Betanken von Kraftfahrzeugen .....	30
3.5 Weitere Emissionen .....	30
3.5.1 Motoremissionen von Zusatzaggregaten (z.B. Kühl-LKW) .....	30
3.5.2 PAK und Benzo(a)pyren .....	31
3.5.3 Gerüche .....	31
<b>4 Garagen als Emissionsquelle</b> .....	<b>32</b>
4.1 Natürlich belüftete Garagen .....	32
4.2 Mechanisch belüftete Garagen .....	33
4.2.1 Steuerung von Lüftungsanlagen .....	33
<b>5 Rechenbeispiele</b> .....	<b>35</b>

5.1 Musterrechnung zu Fahrbewegungen .....	35
5.2 Musterrechnung zu Emissionen .....	38
<b>6 Anhang.....</b>	<b>42</b>
6.1 Schadstoffe .....	42
6.2 Stellplätze mit unwesentlichen Luftschadstoffemissionen.....	44
6.3 Prognose der Flottenanteile von Kraftfahrzeugen mit Elektroantrieb .....	46
6.4 Prognose der Flottenanteile von Benzin-PKW .....	47
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>49</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>51</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>52</b>

## **Vorwort**

Die vorliegende Technische Grundlage wurde von den Technischen Amtssachverständigen auf Grund ihrer Erfahrungen in gewerbebehördlichen Genehmigungsverfahren erarbeitet. Wo es als zweckdienlich erschien, wurden auch externe Expertinnen und Experten gehört bzw. mit Detailfragen befasst.

Die Technische Grundlage bietet eine Zusammenfassung des für die Beurteilung des Sachgebietes notwendigen Basiswissens und gibt eine Übersicht über etwaig auftretende Gefahren, Emissionen oder Beeinträchtigungen und zeigt mögliche Abhilfemaßnahmen auf. Sie reflektiert die vielfältigen Erfahrungen einer langjährigen Verwaltungspraxis und dient dem Schutz von Personen und dem Schutz der Umwelt.

Die Technische Grundlage stellt die zu manchen Fragen zum Teil auch unterschiedlichen Auffassungen der Technischen Amtssachverständigen auf eine gemeinsame Basis und ist grundsätzlich als Maximalbetrachtung des gestellten Themas zu sehen. Die in der Technischen Grundlage enthaltenen Inhalte sind daher nicht unbedingt in jedem Fall gegeben und vorgeschlagene Abhilfemaßnahmen sind nicht überall im gesamten Umfang notwendig. Andererseits können im Einzelfall vorliegende Umstände andere als in der Technischen Grundlage vorgesehene bzw. zusätzliche Maßnahmen rechtfertigen. Es obliegt daher der/dem Technischen Amtssachverständigen im gewerbebehördlichen Genehmigungsverfahren, den jeweils konkret vorliegenden Sachverhalt nach den Erfordernissen des Einzelfalles zu beurteilen.

Der Technischen Grundlage kommt kein verbindlicher Charakter zu. Der Inhalt der Technischen Grundlage basiert auf dem zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung im Arbeitskreis verfügbaren Wissen.

# 1 Einleitung

Eine einschlägige Technische Grundlage wurde erstmals im Jahr 1991 vom Plenum der Technischen Amtssachverständigen im gewerbebehördlichen Genehmigungsverfahren verabschiedet. Im Jahr 1996 wurde die Technische Grundlage „Emissionen von Kraftfahrzeugen im Bereich von Abstellflächen“ und darauf aufbauend im Jahr 2001 eine weitere zur „Ermittlung von Immissionen im Nahbereich von Abstellflächen für Kraftfahrzeuge“ verabschiedet. Im Jahr 2004 wurde die „Technische Grundlage für die Beurteilung von Emissionen und Immissionen aus Garagen“ verabschiedet. Nach Überarbeitungen wurden zuletzt 2010 zwei getrennte Dokumente zu Abstellflächen (Parkplätzen) und Garagen veröffentlicht. Im selben Jahr wurde auch die „Technische Grundlage zur Berechnung und Beurteilung von Immissionen im Nahbereich kleiner Quellen (Technische Grundlage Ausbreitungsrechnung) – 2010“ veröffentlicht.

Gegenstand dieser Technischen Grundlage ist nun die Ermittlung der Luftschadstoffemissionen durch Kfz auf Parkplätzen und in Garagen unter Zusammenführung der beiden bisher getrennten Dokumente. Die Emissionsfaktoren wurden in Hinblick auf die zwischenzeitliche Entwicklung der Motorentechnik aktualisiert und teilweise ergänzt. Bei der Erarbeitung dieser TG wurde ebenso die RVS 04.02.12 berücksichtigt.

Für die Ermittlung der Luftqualität im Umfeld der Parkplätze und Garagen mittels Ausbreitungsrechnung darf auf die oben genannte Technische Grundlage Ausbreitungsrechnung verwiesen werden. Die Ermittlung der Luftschadstoffkonzentration innerhalb von Garagen wird weiterhin in dieser Technischen Grundlage behandelt.

Die Arbeitsgruppe bestand aus Amtssachverständigen aller Bundesländer und einem Vertreter des BMAW. Expertise zu Emissionsfaktoren wurde vom Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der Technischen Universität Graz eingeholt.

Die gegenständliche Technische Grundlage kann aufgrund der Qualität der zu Grunde gelegten Daten als eine allgemein anerkannte Regel der Technik zur Bestimmung von Kfz-Emissionen auf Abstellflächen herangezogen werden.

## 2 Begriffsbestimmungen

**Abstellflächen für Kraftfahrzeuge:** Im Allgemeinen der Überbegriff für Parkplätze und Garagen, im Speziellen (für Emissionsberechnungen der verschiedenen Fahrzyklen) zusammenhängende Flächen innerhalb größerer Anlagen, die Stellplätze und Fahrgassen umfassen, aber ohne allfällige Aufschließungsstraßen und Rampen, bei Garagen ident mit einzelnen Parkdecks

**Parkplätze:** offene oder überdachte Flächen (Carports), die dem Abstellen von Kraftfahrzeugen dienen, samt den Aufschließungs- und Rangierflächen, ungeachtet von Bebauung und anderen Barrieren im Umfeld

**Garagen:** Gebäude oder Gebäudeteile, die dem Abstellen von Kraftfahrzeugen dienen, einschließlich Tiefgaragen. Überwiegend offene Parkdecks (Hochgaragen mit freier Durchlüftung) sind wie Parkplätze zu behandeln

**Stellplatz (SP):** Abstellplatz für ein Kfz innerhalb von Abstellflächen

**Zielverkehr / Quellverkehr:** Fahrbewegungen zu einer / von einer Abstellfläche (Einfahrten / Ausfahrten)

**Fahrbewegung (FB):** eine Einfahrt oder eine Ausfahrt<sup>1</sup>

**Fahrzeugfrequenz (f):** Anzahl der Fahrbewegungen je Bezugseinheit und Bezugszeitraum, in der Regel je Stellplatz und Stunde

**Fahrzyklus (FZ):** standardisiertes Fahrmuster für das Fahren auf Abstellflächen, das Fahren auf Rampen und Durchfahrten, Stauereignisse oder Leerlaufphasen

**Mechanische Lüftung:** Lufterneuerung in Garagen durch mechanische Lüftungsanlagen

---

<sup>1</sup> Gemäß ÖNORM H 6003 „Lüftungstechnische Anlagen für Garagen“ besteht eine Fahrbewegung entweder aus einer Ausfahrt oder einer Einfahrt. Ebenso definiert die bayerische Parkplatzlärmstudie eine „Fahrzeug- bzw. Parkbewegung“ als eine Anfahrt oder Abfahrt (einschließlich Rangieren, Türenschnellen usw.).

**Natürliche Lüftung:** Lufterneuerung in Garagen ohne Einsatz mechanischer Lüftungsanlagen, somit infolge von Windverhältnissen (Sog und Druck), thermischem Auftrieb und Luftturbulenzen durch Fahrbewegungen



# 3 Emissionsermittlung

## 3.1 Allgemeines

Die Emissionsfaktoren dieser Technischen Grundlage beziehen sich auf die Kfz-Flotte mit Verbrennungsmotoren. Der Anteil an Kfz ohne Verbrennungsmotoren ist gegebenenfalls zu berücksichtigen.

Sofern keine konkreten jahresaktuellen Zahlen für den Anteil an rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen an der Flotte vorliegen, können die Werte im Anhang 6.3 herangezogen werden.

## 3.2 Berechnung der Motoremissionen

### 3.2.1 Fahrzeugklassen

Die Ermittlung der Emissionen erfolgt getrennt für PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF), Schwerfahrzeuge (vor allem schwere Nutzfahrzeuge - SNF) und ggf. einspurige Fahrzeuge (Mopeds, Motorräder).

Unter „schweren Nutzfahrzeugen“ werden verstanden:

- Lastkraftwagen mit höchstzulässiger Gesamtmasse von mehr als 3,5 t
- Lastkraftwagen mit Anhänger (LKW-Züge oder Lastzüge)
- Sattelkraftfahrzeuge mit Auflieger (Sattelzüge)
- Omnibusse (obwohl keine Nutzfahrzeuge)

Für die Emissionsberechnung gilt in Hinblick auf Fahrzeugmasse, Kraftstoffverbrauch und Emissionsfaktoren folgende Einteilung:

- „SNF-Zug“ umfasst Lastkraftwagen mit Anhänger (Lastzüge) und Sattelkraftfahrzeuge mit Auflieger (Sattelzüge)
- „SNF-Solo“ umfasst Lastkraftwagen mit höchstzulässiger Gesamtmasse von mehr als 3,5 t (Solo-LKW) und andere Schwerfahrzeuge wie z.B. Omnibusse ohne Anhänger

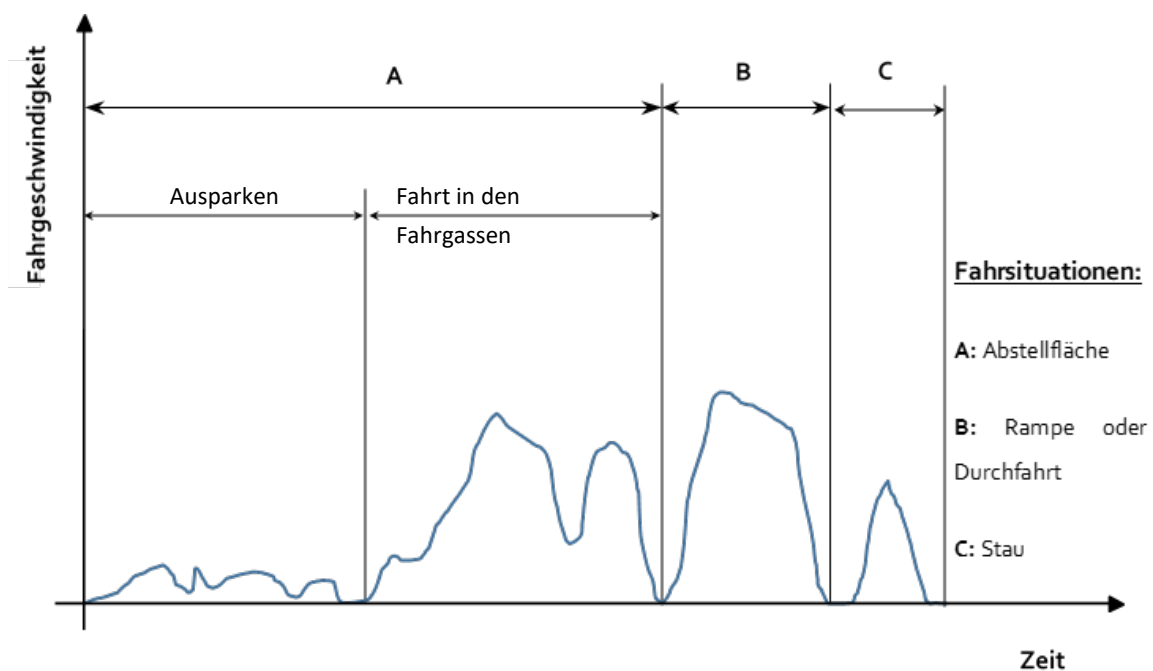
### 3.2.2 Fahrablauf und Fahrzyklus

Beim Fahrablauf auf Parkplätzen oder in Garagen lassen sich vier Verkehrssituationen unterscheiden; dementsprechend wurden Emissionsfaktoren für vier Fahrzyklen ausgearbeitet:

- Abstellfläche: Fahrt auf der Abstellfläche, d.h. in den Fahrgassen sowie beim Ein- und Ausparken
- Rampe oder Durchfahrt: zügige Fahrt auf Rampen sowie Zufahrts- oder Verbindungsstrecken („Durchfahrten“)
- Stau: stockender Verkehr, z.B. durch Stehenbleiben vor Schrankenanlagen, Rolltoren, Kreuzungsbereichen oder Ampelanlagen mit anteiliger Leerlaufphase
- Leerlauf: zusätzliche Leerlaufphasen, z.B. bei längeren Wartephase vor Ampelanlagen

In nachstehender Abbildung 1 ist schematisch ein Ausfahrtsablauf dargestellt (basierend auf Messdaten eines realen Fahrtablaufs laut TU-Graz 2020), welcher die Fahrsituationen auf der Abstellfläche, Rampe oder Durchfahrt (z.B. eine Fahrt auf einer Ausfahrtswendel) und einen Stau (z.B. vor einer Schrankenanlage) einschließt. Bei der Einfahrt auf den Parkplatz ist die Abfolge der Fahrsituationen im Allgemeinen spiegelbildlich.

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Ablaufs einer Ausfahrt



### 3.2.3 Anzahl der Fahrbewegungen

Die Anzahl  $n$  der Fahrbewegungen je Zeiteinheit  $t$  (in Stunden) kann nach folgender Formel aus der Bezugsgröße  $B$  (meist der Stellplatzanzahl SP), einer Kennzahl für die Fahrzeugfrequenz  $f$  bezogen auf den Kalendertag oder die Stunde sowie der Zeitdauer ermittelt werden:

$$n = B \times f \times t$$

Anhaltswerte für die Fahrzeugfrequenz und das Verhältnis von Ein- und Ausfahrten können für unterschiedliche Arten von Abstellflächen und unterschiedliche Zeiten den Tabellen 1 und 2 entnommen werden. Zur Herkunft dieser Angaben siehe die letzte Spalte samt Fußnote a in der Legende.

Die Bayerische Parkplatzlärmstudie stellt dabei die umfangreichste Literaturquelle dar. Die Erhebungen fanden generell an Wochentagen mit hoher Frequenz statt (werktags für allgemein genutzte Abstellflächen, Wohnanlagen, Tank- und Rastanlagen sowie Discountmärkte, im Wesentlichen an Wochenenden für Verbraucher- und Fachmärkte, Diskotheken und Gaststätten, an verschiedenen Wochentagen für Hotels und Gasthöfe). Die Erhebungszeiträume fanden in der Regel nicht über 24 h statt, sondern meist ohne einen Teil der Nachtstunden mit erwartbar geringer Frequenz und bei Diskotheken nur in bestimmten Abend- und Nachtstunden.

Die in der Bayerischen Parkplatzlärmstudie angeführten Bewegungsdaten wurden in Hinblick auf die für Lärmberechnungen relevanten Beurteilungsintervalle (z.B. sowohl der für das jeweilige Stundenintervall mögliche Vollbetrieb als auch der über die gesamten Tag- und Nachtzeiträume mögliche Vollbetrieb) optimiert<sup>2</sup>, während für Luftschadstoffemissionen primär Langzeitmittelwerte (Jahresmittelwerte) von Interesse sind. Daher wurden für folgende Tabelle 1 die Basisdaten neu ausgewertet, und zwar soweit möglich in Bezug auf die Stellplatzanzahl<sup>3</sup> sowie als Tageswerte der Fahrzeugfrequenz<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> Erläuterung zur zusammenfassenden Tabelle 33 der Studie: „Da die im Kap. 5 je Parkplatzart und Untersuchungsort angegebenen Bewegungshäufigkeiten z.T. stark schwanken, ist es nicht ratsam, bei schalltechnischen Prognosen mit den in den Ergebnistabellen (Tabelle 4 ff.) angegebenen Mittelwerten von N zu rechnen. Um Ergebnisse „auf der sicheren Seite“ zu erhalten, sind vielmehr die Anhaltswerte von Tabelle 33 anzusetzen. Diese stellen i.d.R. die Maximalwerte der Erhebungsergebnisse je Parkplatzart dar, wobei in begründeten Fällen davon abgewichen wurde (s.a. Kapitel 5).“

<sup>3</sup> Die in der Bayerischen Parkplatzlärmstudie bevorzugten Bezüge auf Netto-Verkaufsfläche, Netto-Gastraumfläche und Gästebettenanzahl führen zu Kennzahlen, die von weiteren Faktoren (z.B. zentraler oder peripherer Lage oder der Kundenausrichtung) abhängig sind.

<sup>4</sup> Die Tagesgänge der Fahrzeugbewegungen in halbstündlicher Auflösung können den Diagrammen der Materialien zur Parkplatzlärmstudie entnommen werden.

Bei der Neuauswertung wurde Folgendes berücksichtigt: Die Tageswerte sind als Mittelwert und als Spanne (Minimum - Maximum) über alle Erhebungen einer Kategorie an Stellplatzanlagen angegeben. Auf den Stellplatz bezogene Werte beziehen sich – wie in dieser Technischen Grundlage generell – auf tatsächlich vorhandene (und nicht wie in der Studie nur auf belegte) Stellplätze. Die Werte der Tabelle 1 sollen die Verhältnisse für neue Vorhaben mit ausreichend dimensionierten Anlagen abbilden, wohingegen die Studie offenbar auch einzelne unterdimensionierte Anlagen berücksichtigt hat. Daher wurde in den Fällen, in denen die Studie überbelegte Abstellflächen berücksichtigt, die Anzahl maximal abgestellter Kfz als Basis herangezogen. Spitzenwerte für Geschäftsparkplätze wurden an Aktionstagen bei Discountmärkten (im Gegensatz zur Studie) als Teil des normalen Betriebsumfangs berücksichtigt, nicht aber Adventwochenenden bei Verbrauchermärkten (wie in der Studie) als seltene Ereignisse.

Beispiele zur Anwendung der Tabellen 1 und 2 finden sich im Abschnitt 5.1.

Tabelle 1: Anhaltswerte für die Fahrzeugfrequenz  $f$  als Anzahl der Bewegungen  $n$  pro Bezugsgröße und Tag oder Stunde

Art der Abstellfläche oder Anlage	Einheit $B_0$ der Bezugsgröße $B$	$f$ je Tag	$f$ je Betriebsstunde	$f$ je Spitzenstunde	Datenquelle <sup>a</sup>
<b>Allgemein genutzte Abstellflächen</b>					
Parkplatz und Parkhaus in Innenstadt, gebührenpflichtig	Stellplatz	7,0 (4,4-9,7)	-	-	5
Parkplatz allgemein, gebührenfrei (Kurzparken)	Stellplatz	3,0	-	0,8	1
Park&Ride-Platz	Stellplatz	2,0	-	0,5	1,2,4
Park&Ride-Platz, gebührenfrei	Stellplatz	2,9 (1,5-4,9)	-	-	5
<b>Wohnen, Arbeiten, öffentliche Gebäude</b>					
Wohnhausgarage unter 50 Stellplätzen	Stellplatz	1,5	-	0,3 (bis 0,6)	1,2
Wohnhausgarage ab 50 Stellplätzen	Stellplatz	1,5	-	0,20	1,2
Wohnanlage mit Tiefgarage	Stellplatz	1,3 (0,5-1,8)	-	-	5
Wohnanlage mit oberirdischem Parkplatz	Stellplatz	2,6 (2,5-2,7)	-	-	5
Wohnanlage allgemein <sup>b</sup>	Wohneinheit	2,0 (1,5-3,0)	-	-	4
Wohnsammelgarage (Stadtteilgarage)	Stellplatz	1,8	-	-	4
Büros allgemein	Stellplatz	2,0	-	-	4
Büros mit geringem Besucherverkehr <sup>b</sup>	Stellplatz	1-4	-	-	4
Bürogebäude unter 50 Stellplätzen	Stellplatz	2,0	-	0,5 (bis 1,0)	1,2

Art der Abstellfläche oder Anlage	Einheit $B_o$ der Bezugsgröße $B$	$f$ je Tag	$f$ je Betriebsstunde	$f$ je Spitzenstunde	Datenquelle <sup>a</sup>
Bürogebäude ab 50 Stellplätzen	Stellplatz	2,0	-	0,4	1,2
Öffentliche Einrichtungen wie Amtsgebäude ohne Mitarbeiterverkehr <sup>b</sup>	Stellplatz	2-10	-	-	4
Krankenhäuser und Ambulatorien ohne Mitarbeiterverkehr <sup>b</sup>	Stellplatz	2-6	-	-	4
<b>Tanken, Waschen, Rasten</b>					
Tankstelle, Tankbereich, nach Kraftstoffverkauf	Tankbereich oder Zapfstelle	-	c	c	3/6
Tankstelle, Tankbereich, DTV <sup>d</sup> >15.000 Kfz/24h	Kfz/h auf angrenzender Straße	-	0,01	-	3
Tankstelle, Tankbereich, DTV <sup>d</sup> 3.000-15.000 Kfz/24h	Kfz/h auf angrenzender Straße	-	0,02-0,03	-	3
Tankstelle, Tankbereich, DTV <sup>d</sup> <3.000 Kfz/24h <sup>e</sup>	Kfz/h auf angrenzender Straße	-	0,04-0,05	-	3
Tank- und Rastanlagen, Tankbereich PKW	Tankbereich	404 (244-676)	-	-	5
Tank- und Rastanlagen, Tankbereich LKW	Tankbereich	106 (40-210)	-	-	5
Tank- und Rastanlagen, Rastbereich PKW	Stellplatz	21 (16-32)	-	-	5
Tank- und Rastanlagen, Rastbereich LKW	Stellplatz	12 (15-18)	-	-	5
Portal-Waschanlage	Waschanlage	-	2-3	10	3
Durchfahrts-Waschanlage	Waschanlage	-	30-45	100	3
<b>Einkaufen</b>					
Selbstbedienungsmarkt (z.B. Aktions-, Fachmarkt)	Stellplatz	5	-	1,5	1,2

Art der Abstellfläche oder Anlage	Einheit $B_o$ der Bezugsgröße $B$	$f$ je Tag	$f$ je Betriebsstunde	$f$ je Spitzenstunde	Datenquelle <sup>a</sup>
Großmarkt (großer Verbraucher- oder Hypermarkt)	Stellplatz	-	1,0	-	3
Einkaufszentrum mit gemischter Nutzung <sup>f</sup>	Stellplatz	-	-	0,8	2
Kleiner Verbrauchermarkt <sup>g</sup>	Stellplatz	18 (12-28)	-	-	5
Großer Verbrauchermarkt oder Warenhaus <sup>g</sup>	Stellplatz	9 (7-14)	-	-	5
Discounter und Getränkemarkt	Stellplatz	20 (12-36)	-	-	5
Elektrofachmarkt	Stellplatz	21 (16-25)	-	-	5
Bau- und Möbelmarkt	Stellplatz	12 (7-18)	-	-	5
<b>Tourismus, Gastronomie, Freizeit</b>					
Hotel mit weniger als 100 Betten	Stellplatz	2,5 (0,6-3,7)	-	-	5
Hotel mit mehr als 100 Betten	Stellplatz	2,1 (1,8-2,5)	-	-	5
Gasthof (Hotel und Gaststätte mit externen Gästen)	Stellplatz	5,8 (2,9-10,5)	-	-	5
Gastronomiebetrieb, gehobenes Niveau	Stellplatz	-	0,7	-	3
Gaststätte in Großstadt	Stellplatz	6,0 (5,2-6,9)	-	-	5
Gaststätte im ländlichen Bereich	Stellplatz	5,0 (1,8-8,5)	-	-	5
Ausflugsgaststätte	Stellplatz	4,8 (2,3-6,5)	-	-	5
Schnellgaststätte (mit Selbstbedienung)	Stellplatz	22 (17-28)	-	-	5
Autoschalter an Schnellgaststätte (Drive-in)	Drive-in-Bereich	465 (292-638)	-	-	5

Art der Abstellfläche oder Anlage	Einheit $B_o$ der Bezugsgröße $B$	$f$ je Tag	$f$ je Betriebsstunde	$f$ je Spitzenstunde	Datenquelle <sup>a</sup>
Gastronomiebetrieb „Fast Food“	Stellplatz	-	2,0	-	3
Gastronomiebetrieb „Fast Food“ mit „Drive-in“	Drive-in-Bereich (zusätzlich)	-	40	-	3
Diskotheek	Stellplatz	3,1 (0,6-5,1)	-	-	5
Veranstaltungsstätte	Stellplatz	1-3	-	1,0	1,2

- a Datenquelle 1: TG Garagen 2010, Tabelle 1 (Erfahrungswerte basierend auf Zählungen und Auswertungen von Schrankenautomaten, Daten der ÖNORM H 6003 und der Wiener RL Garagenprojekte)  
Datenquelle 2: TG Kfz-Emissionen 2010, Tabelle 23 (basierend auf Angaben aus durchgeführten gewerberechtlichen Genehmigungsverfahren)  
Datenquelle 3: TG Kfz-Emissionen 2010, Tabelle 24 (basierend auf Angaben aus durchgeführten gewerberechtlichen Genehmigungsverfahren)  
Datenquelle 4: Wiener RL Garagenprojekte, Tabelle („Abb.“) 3 und 14  
Datenquelle 5: Bayerische Parkplatzlärmstudie, Tabelle 4-12 (zur Erläuterung s. Einleitungstext)  
Datenquelle 6: Hessische Tankstellenstudie, Abschnitte 5.2.3 und 5.2.4
- b Bandbreite für gute bis schlechte ÖPNV-Anbindung
- c Datenquelle 3:  $f = 2 \times$  stündlich verkaufte Kraftstoffmenge / durchschnittliches Betankungsvolumen (Faktor 2 entspricht 2 Fahrbewegungen je Tankvorgang)  
Datenquelle 6: mittlere Tankmenge je (PKW-)Kunde ca. 40 Liter (unter Bezug auf Auskunft des Mineralölwirtschaftsverbandes e.v.)  
durchschnittliche Verweilzeit 256 s/PKW und Maximalkapazität 14 PKW pro Stunde und Zapfstelle (unter Bezug auf Tankstellenstudie 1991)
- d durchschnittlicher täglicher Verkehr
- e auch Tankstellen in Sonderlagen
- f mit Verkaufsstätten, Gastronomie- und Dienstleistungsbetrieben
- g Netto-Verkaufsfläche bis bzw. über 5.000 m<sup>2</sup>



Tabelle 2: Spitzenstundenfaktoren für verschiedene Arten von Abstellflächen und daraus resultierende potentielle Kaltstartanteile

Verkehrszweck oder Nutzergruppe	Morgenspitze Zielverkehr <sup>a</sup>	Morgenspitze Quellverkehr <sup>a</sup>	Morgenspitze Anteil der Ausfahrt <sup>b</sup>	Abendspitze Zielverkehr <sup>a</sup>	Abendspitze Quellverkehr <sup>a</sup>	Abendspitze Anteil der Ausfahrt <sup>b</sup>	Daten-Quelle <sup>c</sup>
Wohnbevölkerung	3 %	21 %	88 %	15 %	7 %	32 %	1
Berufspendelverkehr (Büronutzung ohne Nachtarbeit)	30 %	3 %	9 %	4 %	20 %	83 %	1
Versorgungs- und Personenwirtschaftsverkehr <sup>d,e</sup>	7 %	7 %	50 %	17 %	17 %	50 %	1
Besucherverkehr	3 %	3 %	50 %	10 %	10 %	50 %	1
Park & Ride	50 %	-	0 %	-	30 %	100 %	1
Tankstelle (werktags montags) <sup>e</sup>	-	-	-	7,5 %	7,5 %	50 %	2

a Prozentsatz als Anteil an der täglichen Ein- oder Ausfahrt (jeweils 50 % der gesamten Fahrbewegungen)

b Prozentsatz als Anteil der Ausfahrten an den gesamten Fahrbewegungen der Spitzenstunde – somit potentieller Kaltstartanteil

c Datenquelle 1: Wiener RL Garagenprojekte, Tabelle 4 („Abb. 4“)

Datenquelle 2: Hessische Tankstellenstudie, Tagesganglinien der Abb. 3 und Anlage 3

d umfasst laut Wikipedia.de den Gütertransport samt innerbetrieblichem Transport (Werkverkehr), Service- und Dienstleistungsverkehr, Geschäfts- und Dienstverkehr sowie den Verkehr der Schutz- und Hilfsdienste

e Kaltstartanteil ist mit Null anzunehmen

### 3.2.4 Berechnungsmethode für Motoremissionen

Das Rechenverfahren geht von einem Basisdatensatz aus, der das Emissionsverhalten der Fahrzeugflotte in Österreich im Jahr 2020 beschreibt. Die zeitliche Entwicklung für Prognosejahre bis 2030 wird mit Hilfe von Einflussfaktoren berücksichtigt. Diese Faktoren beinhalten die Änderungen durch die Flottenzusammensetzung der mit Verbrennungsmotor angetriebenen Fahrzeuge (E-Fahrzeuge werden aufgrund der unsicheren Prognose nicht berücksichtigt). Die in den Tabellen der Abschnitte 3.2.5 bis 3.2.9 angeführten Faktoren betreffend Jahre, Steigungen und Temperaturen können für konkrete Anwendungsfälle linear interpoliert werden. Sämtliche Faktoren sind auf Basis von Untersuchungen der Technischen Universität Graz für diese Technische Grundlage erstellt worden (TU-Graz, 2020).

Die Gesamtemission ergibt sich als Summe aus den Emissionen der Einfahrten und Ausfahrten. Diese sind für jede Fahrzeugklasse (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, schwere Nutzfahrzeuge, Zweiräder) und für jeden Fahrzyklus, der für den anlagenspezifischen Fahrablauf relevant ist, zu berechnen. Die Emissionen für die Fahrbewegungen errechnen sich als Produkt der Basisemission (warmer Motor) multipliziert mit den Einflussfaktoren für die jährliche Abminderung und Längsneigung. Zu addieren sind die Kaltstartemissionen, welche unter anderem von der Abstelldauer, der Umgebungstemperatur und der Fahrstrecke auf der Betriebsfläche abhängen. Als Umgebungstemperatur kann im Jahreschnitt in Österreich von ca. 10 °C ausgegangen werden. Für spezielle Fragestellungen sind die für den Standort und die Nutzungsphase (Saison) repräsentativen Umgebungstemperaturen anzusetzen.<sup>5</sup>

Der NO<sub>2</sub>-Anteil an den NO<sub>x</sub> ist für die Kaltstartzusatzemissionen mit 30 % entsprechend den Vorgaben im Bericht der TU-Graz (2020) angesetzt.

Ein Beispiel zur Anwendung dieser Berechnungsmethode befindet sich in Abschnitt 5.2.

#### 3.2.4.1 Emissionen im Motorbetriebszustand warm

Für alle Fahrzeugklassen:

$$EFA_i = EFA_{i,B} \times f_J \times f_S$$

---

<sup>5</sup> siehe [ZAMG](#)

Dabei bedeuten:

$EFA_i$  Emissionsfaktor für eine Fahrzeugklasse, einen Fahrzyklus und eine Abgaskomponente, Motorbetriebszustand warm (g/km, g/Ereignis oder g/h)

$EFA_{i,B}$  Basisemissionsfaktor für eine Fahrzeugklasse, einen Fahrzyklus und eine Abgaskomponente, bezogen auf das Basisjahr 2020 und ebene Fahrbahn (0 % Längsneigung), Motorbetriebszustand warm (g/km, g/Ereignis oder g/h)

$f_J$  Jahresfaktor aufgrund Flottenerneuerung (dimensionslos)

$f_S$  Steigungsfaktor zur Berücksichtigung der Längsneigung z.B. für eine Rampe (dimensionslos)

### 3.2.4.2 Kaltstart-Zusatzemissionen (additiv)

Für PKW und LNF:

$$KSZE_i = KSF_i(T) \times \min(s \times f_{KS}; 1) \times f_{KD} \times f_{KJ}$$

Anmerkung: Das Produkt aus  $s \times f_{KS}$  wird auf den Wert 1 begrenzt.

Für SNF:

$$KSZE_i = KSF_i(T) \times (0,4 \times \min(s; 5) - 0,04 \times \min(s; 5)^2) \times f_{KD} \times f_{KJ}$$

Anmerkung: Die Streckenlänge  $s$  wird auf den Wert 5 km begrenzt.

Für Zweiräder:

Mangels ausreichender Datengrundlage und der geringen Relevanz können die Kaltstartemissionen vernachlässigt werden.

Dabei bedeuten:

$KSZE_i$  Kaltstart-Zusatzemissionsfaktor für eine Fahrzeugklasse und eine Abgaskomponente (g/Start)

$KSF_i(T)$	Kaltstart-Basisemissionsfaktor für eine Fahrzeugklasse und eine Abgaskomponente in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur T (g/Start)
$f_{KS}$	Kaltstart-Fahrstreckenfaktor in Abhängigkeit von der Länge der Strecke nach Start (dimensionslos)
$s$	Streckenlänge der Ausfahrt auf der gesamten Anlage (km)
$f_{KD}$	Kaltstart-Abstelldauerfaktor in Abhängigkeit von der Abstelldauer vor dem Start (dimensionslos)
$f_{KJ}$	Kaltstart-Jahresfaktor aufgrund Flottenerneuerung (dimensionslos)

### 3.2.4.3 Gesamtemissionen je Fahrzeugklasse und Abgaskomponente

Für alle Fahrzeugklassen:

$$E_i = (EFA_{AF,i} \times s_{AF} + EFA_{RD,i} \times s_{RD} + EFA_{ST,i} \times n_{ST} + EFA_{LL,i} \times t_{LL}) \times n_i + KSZE_i \times n_{K,i}$$

Dabei bedeuten:

$E_i$	Gesamtemissionen für eine Fahrzeugklasse und eine Abgaskomponente (g)
$EFA_{XX,i}$	Emissionsfaktor für eine Fahrzeugklasse und eine Abgaskomponente im Fahrzyklus Abstellfläche (AF), Rampe/Durchfahrt (RD), Stau (ST) und Leerlauf (LL), Motorbetriebszustand warm (g/km, g/Ereignis oder g/h)
$s_{AF}, s_{RD}$	Streckenlänge auf der Abstellfläche bzw. Rampe/Durchfahrt im Zuge einer Fahrbewegung (km)
$n_{ST}$	Anzahl der Stauereignisse je Fahrbewegung (dimensionslos)
$t_{LL}$	Dauer der Leerlaufphase(n) je Fahrbewegung (h)
$n_i$	Anzahl der Fahrbewegungen einer Fahrzeugklasse im betrachteten Zeitraum (dimensionslos)

$n_{K,i}$  Anzahl der Kaltstarts einer Fahrzeugklasse im betrachteten Zeitraum (dimensionslos)

### 3.2.5 Emissionsfaktoren für Personenkraftwagen (PKW)

#### 3.2.5.1 Motorbetriebszustand warm

Tabelle 3: Basisemissionsfaktoren PKW "EFA<sub>i,B</sub>", Motorbetriebszustand warm, Bezugsjahr 2020

Fahrzyklus	Abstellfläche	Rampe oder Durchfahrt	Stau	Leerlauf
Einheit	g/km	g/km	g/Ereignis	g/h
CO	0,44	0,40	0,0083	1,84
NO <sub>x</sub>	0,78	0,74	0,0128	2,62
NO <sub>2</sub>	0,26	0,25	0,0044	0,94
Benzol	0,0023	0,0017	0,00005	0,0158
Partikel	0,016	0,015	0,00025	0,068
HC	0,07	0,06	0,0014	0,38

Tabelle 4: Jahresfaktoren PKW "f<sub>j</sub>" (dimensionslos)

Jahr	2020	2025	2030
CO	1	0,78	0,69
NO <sub>x</sub>	1	0,57	0,30
NO <sub>2</sub>	1	0,56	0,28
Benzol	1	0,55	0,33
Partikel	1	0,43	0,22
HC	1	0,61	0,41

Tabelle 5: Steigungsfaktoren PKW "f<sub>s</sub>" (dimensionslos)

Steigung	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
CO	0,76	0,85	1	1,29	1,66	2,08	2,65
NO <sub>x</sub>	0,69	0,79	1	1,25	1,59	1,98	2,51
NO <sub>2</sub>	0,69	0,79	1	1,24	1,57	1,96	2,48
Benzol	0,87	0,92	1	1,14	1,34	1,57	1,85
Partikel	0,76	0,83	1	1,18	1,40	1,62	1,84
HC	0,86	0,91	1	1,13	1,32	1,54	1,82

Anmerkung: Bei einem Gefälle liegt Schubbetrieb des Motors vor. Bei einem Gefälle von mehr als 10 % ist der Faktor für 10 % Gefälle anzuwenden.

### 3.2.5.2 Kaltstartzusatzemissionen

Tabelle 6: Kaltstart-Basisemissionsfaktoren PKW "KSF<sub>i</sub>(T)" (g/PKW-Start)

Temperatur	-10 °C	0 °C	10 °C	20 °C
CO	9,78	6,36	4,31	2,26
NO <sub>x</sub>	0,83	0,51	0,20	-0,10
NO <sub>2</sub>	0,25	0,15	0,06	-0,03
Benzol	0,0472	0,0302	0,0205	0,0108
Partikel	0,044	0,028	0,020	0,011
HC	1,74	1,11	0,75	0,40

Tabelle 7: Kaltstart-Fahrtstreckenfaktoren PKW "f<sub>KS</sub>" (dimensional)

Faktor	F <sub>KS</sub>
CO	0,80
NO <sub>x</sub>	0,48
NO <sub>2</sub>	0,48
Benzol	0,85

Faktor	F <sub>KS</sub>
Partikel	0,20
HC	0,85

Tabelle 8: Kaltstart-Abstelldauerfaktoren PKW "f<sub>KD</sub>" (dimensionslos)

Abstelldauer	bis 1 h	bis 2 h	bis 4 h	bis 5 h	größer 5 h
CO	0,18	0,46	0,58	0,67	1,00
NO <sub>x</sub>	0,45	0,89	0,97	1,00	1,00
NO <sub>2</sub>	0,45	0,89	0,97	1,00	1,00
Benzol	0,18	0,46	0,58	0,67	1,00
Partikel	0,189	0,456	0,549	0,623	0,679
HC	0,18	0,46	0,58	0,67	1,00

Tabelle 9: Kaltstart-Jahresfaktoren PKW "f<sub>KJ</sub>" (dimensionslos)

Jahr	2020	2025	2030
CO	1	0,83	0,69
NO <sub>x</sub>	1	1,06	1,08
NO <sub>2</sub>	1	1,06	1,08
Benzol	1	0,77	0,62
Partikel	1	0,40	0,18
HC	1	0,77	0,62

### 3.2.6 Emissionsfaktoren für leichte Nutzfahrzeuge (LNF)

#### 3.2.6.1 Motorbetriebszustand warm

Tabelle 10: Basisemissionsfaktoren LNF "EFA<sub>i,B</sub>" Motorbetriebszustand warm, Bezugsjahr 2020

Fahrzyklus	Abstellfläche	Rampe oder Durchfahrt	Stau	Leerlauf
Einheit	g/km	g/km	g/Ereignis	g/h
CO	0,45	0,37	0,010035	1,75
NO <sub>x</sub>	1	1,04	0,016009	2,35
NO <sub>2</sub>	0,36	0,38	0,005687	0,86
Benzol	0,0009	0,0006	0,000021	0,0075
Partikel	0,043	0,043	0,000566	0,121
HC	0,03	0,03	0,000644	0,19

Tabelle 11: Jahresfaktoren LNF "f<sub>j</sub>" (dimensionslos)

Jahr	2020	2025	2030
CO	1	0,54	0,37
NO <sub>x</sub>	1	0,46	0,23
NO <sub>2</sub>	1	0,46	0,22
Benzol	1	0,38	0,23
Partikel	1	0,43	0,25
HC	1	0,67	0,59



Tabelle 12: Steigungsfaktor LNF "f<sub>5</sub>" (dimensionslos)

Steigung	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
CO	0,75	0,81	1	1,10	1,37	1,78	2,14
NO <sub>x</sub>	0,54	0,68	1	1,58	2,02	2,48	3,07
NO <sub>2</sub>	0,54	0,69	1	1,59	2,02	2,46	3,04
Benzol	0,87	0,90	1	1,17	1,29	1,44	1,6
Partikel	0,71	0,84	1	1,44	1,59	1,75	1,93
HC	0,80	0,87	1	1,27	1,34	1,45	1,55

Anmerkung: Bei einem Gefälle liegt Schubbetrieb des Motors vor. Bei einem Gefälle von mehr als 10 % ist der Faktor für 10 % Gefälle anzuwenden.

### 3.2.6.2 Kaltstartzusatzemissionen

Für die Kaltstartzusatzemissionen für LNF gilt Abschnitt 3.2.5.2.

## 3.2.7 Emissionsfaktoren für Solo-LKW und Busse (SNF–Solo)

### 3.2.7.1 Motorbetriebszustand warm

Tabelle 13: Basisemissionsfaktoren SNF-Solo "EFA<sub>i,B</sub>", Motorbetriebszustand warm, Bezugsjahr 2020

Fahrzyklus	Abstellfläche	Rampe oder Durchfahrt	Stau	Leerlauf
Einheit	g/km	g/km	g/Ereignis	g/h
CO	2,34	2,26	0,065466	7,68
NO <sub>x</sub>	7,43	5,59	0,116273	20,32
NO <sub>2</sub>	1,48	1,11	0,021355	3,63
Benzol	0,0024	0,0018	0,000047	0,0129
Partikel	0,100	0,120	0,002377	0,282
HC	0,14	0,11	0,002829	0,77

Tabelle 14: Jahresfaktoren SNF-Solo "f<sub>j</sub>" (dimensionslos)

Jahr	2020	2025	2030
CO	1	0,53	0,37
NO <sub>x</sub>	1	0,61	0,47
NO <sub>2</sub>	1	0,72	0,62
Benzol	1	0,64	0,55
Partikel	1	0,66	0,56
HC	1	0,64	0,55

Tabelle 15: Steigungsfaktoren SNF-Solo "f<sub>s</sub>" (dimensionslos)

Steigung	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
CO	0,56	0,72	1,00	1,41	1,61	1,92	1,96
NO <sub>x</sub>	0,54	0,69	1,00	1,33	1,60	1,84	2,09
NO <sub>2</sub>	0,54	0,69	1,00	1,32	1,62	1,92	2,23
Benzol	0,63	0,75	1,00	1,27	1,43	1,60	1,85
Partikel	0,57	0,70	1,00	1,30	1,47	1,92	1,89
HC	0,63	0,75	1,00	1,27	1,43	1,60	1,85

Anmerkung: Bei einem Gefälle liegt Schubbetrieb des Motors vor. Bei einem Gefälle von mehr als 10 % ist der Faktor für 10 % Gefälle anzuwenden.

### 3.2.7.2 Kaltstartzusatzemissionen

Tabelle 16: Kaltstart-Basisemissionsfaktoren SNF-Solo "KSF<sub>i</sub>(T)" (g/SNF-Start)

Temperatur	20 °C
CO	6,34
NO <sub>x</sub>	24,19
NO <sub>2</sub>	7,26

Temperatur	20 °C
Benzol	0,00098
Partikel	0,058
HC	0,058

Anmerkung: Für diese Fahrzeugklasse sind ausschließlich Daten für eine Umgebungstemperatur von 20 °C verfügbar.

Tabelle 17: Kaltstart-Abstelldauerfaktoren SNF-Solo „f<sub>KD</sub>“ (dimensionslos)

Abstelldauer	bis 1 h	bis 2 h	bis 4 h	bis 5 h	größer 5 h
CO	0,18	0,46	0,58	0,67	1,00
NO <sub>x</sub>	0,45	0,89	0,97	1,00	1,00
NO <sub>2</sub>	0,45	0,89	0,97	1,00	1,00
Benzol	0,18	0,46	0,58	0,67	1,00
Partikel	0,189	0,456	0,549	0,623	0,679
HC	0,18	0,46	0,58	0,67	1,00

Tabelle 18: Kaltstart-Jahresfaktoren SNF-Solo „f<sub>KJ</sub>“ (dimensionslos)

Jahr	2020	2025	2030
CO	1	0,934	0,909
NO <sub>x</sub>	1	1,152	1,204
NO <sub>2</sub>	1	1,152	1,204
Benzol	1	1,046	1,052
Partikel	1	0,817	0,758
HC	1	1,046	1,052

### 3.2.8 Emissionsfaktoren für Last- und Sattelzüge (SNF-Zug)

#### 3.2.8.1 Motorbetriebszustand warm

Tabelle 19: Basisemissionsfaktoren SNF-Zug „EFA<sub>i,B</sub>“, Motorbetriebszustand warm, Bezugsjahr 2020

Fahrzyklus	Abstellfläche	Rampe oder Durchfahrt	Stau	Leerlauf
Einheit	g/km	g/km	g/Ereignis	g/h
CO	2,18	2,11	0,062482	6,52
NO <sub>x</sub>	7,31	5,03	0,081364	13,47
NO <sub>2</sub>	1,63	1,12	0,016397	2,62
Benzol	0,0024	0,0018	0,000048	0,0131
Partikel	0,116	0,143	0,002504	0,265
HC	0,14	0,11	0,002862	0,78

Tabelle 20: Jahresfaktoren SNF-Zug „f<sub>j</sub>“ (dimensionslos)

Jahr	2020	2025	2030
CO	1	0,58	0,49
NO <sub>x</sub>	1	0,66	0,60
NO <sub>2</sub>	1	0,78	0,74
Benzol	1	0,77	0,73
Partikel	1	0,82	0,78
HC	1	0,77	0,73

Tabelle 21: Steigungsfaktoren SNF-Zug „f<sub>s</sub>“ (dimensionslos)

Steigung	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
CO	0,53	0,70	1,00	1,37	1,67	1,89	1,95
NO <sub>x</sub>	0,54	0,72	1,00	1,37	1,75	2,08	2,17
NO <sub>2</sub>	0,54	0,74	1,00	1,39	1,83	2,23	2,34
Benzol	0,64	0,72	1,00	1,31	1,56	1,97	2,46
Partikel	0,56	0,90	1,00	1,55	1,90	1,47	1,21
HC	0,64	0,72	1,00	1,31	1,56	1,97	2,46

Anmerkung: Bei einem Gefälle liegt Schubbetrieb des Motors vor. Bei einem Gefälle von mehr als 10 % ist der Faktor für 10 % Gefälle anzuwenden.

### 3.2.8.2 Kaltstartzusatzemissionen

Tabelle 22: Kaltstart-Basisemissionsfaktoren SNF-Zug „KSF<sub>i</sub>(T)“ (g/SNF-Start)

Temperatur	20 °C
CO	8,22
NO <sub>x</sub>	36,14
NO <sub>2</sub>	10,84
Benzol	0,00139
Partikel	0,068
HC	0,083

Anmerkung: Für diese Fahrzeugklasse sind ausschließlich Daten für eine Umgebungstemperatur von 20 °C verfügbar.

Tabelle 23: Kaltstart-Abstelldauerfaktoren SNF-Zug „f<sub>kD</sub>“ (dimensionslos)

Abstelldauer	bis 1 h	bis 2 h	bis 4 h	bis 5 h	größer 5 h
CO	0,18	0,46	0,58	0,67	1,00
NO <sub>x</sub>	0,45	0,89	0,97	1,00	1,00

Abstelldauer	bis 1 h	bis 2 h	bis 4 h	bis 5 h	größer 5 h
NO <sub>2</sub>	0,45	0,89	0,97	1,00	1,00
Benzol	0,18	0,46	0,58	0,67	1,00
Partikel	0,189	0,456	0,549	0,623	0,679
HC	0,18	0,46	0,58	0,67	1,00

Tabelle 24: Kaltstart-Jahresfaktoren SNF-Zug „f<sub>KJ</sub>“ (dimensionslos)

Jahr	2020	2025	2030
CO	1	0,931	0,917
NO <sub>x</sub>	1	1,061	1,073
NO <sub>2</sub>	1	1,061	1,073
Benzol	1	0,965	0,959
Partikel	1	0,861	0,833
HC	1	0,965	0,959

### 3.2.9 Emissionsfaktoren für Zweiräder

Krafträder haben einen relativ geringen Anteil an der jährlichen Fahrleistung in Österreich. Aufgrund der mangelnden Datenlage lässt sich keine valide Abhängigkeit der Emissionsmenge von der Fahrgeschwindigkeit sowie für Kaltstartzusatzemissionen angeben. Die Emissionsfaktoren sind Tabelle 25 und jene für den Einfluss der Flottenerneuerung Tabelle 26 und Tabelle 27 zu entnehmen.

Tabelle 25: Basisemissionsfaktoren Zweiräder „EFA<sub>i,B</sub>“, Motorbetriebszustand warm, Bezugsjahr 2020

Fahrzeug	Moped	Motorrad
Einheit	[g/km]	[g/km]
CO	3,06	3,21
NO <sub>x</sub>	0,06	0,10

Fahrzeug	Moped	Motorrad
NO <sub>2</sub>	0,00	0,01
Benzol	0,14	0,05
Partikel	0,20	0,01
HC	2,99	0,58

Tabelle 26: Jahresfaktoren Moped „f<sub>J</sub>“ (dimensionslos)

Jahr	2020	2025	2030
CO	1	0,82	0,72
NO <sub>x</sub>	1	0,73	0,63
NO <sub>2</sub>	1	0,67	0,57
Benzol	1	0,54	0,42
Partikel	1	1	1
HC	1	0,52	0,4

Tabelle 27: Jahresfaktoren Motorrad „f<sub>J</sub>“ (dimensionslos)

Jahr	2020	2025	2030
CO	1	0,76	0,57
NO <sub>x</sub>	1	0,8	0,62
NO <sub>2</sub>	1	0,8	0,62
Benzol	1	0,77	0,59
Partikel	1	0,85	0,73
HC	1	0,77	0,57

### 3.3 Berechnung diffuser Staubemissionen

Bei der Ermittlung der Partikelemissionen sind neben den Motoremissionen noch die Emissionen aus Reifen- und Bremsenabrieb zu berücksichtigen. Diffuse Emissionen aus

aufgewirbeltem Straßenstaub werden in dieser TG ausgeklammert, da von staubfrei befestigten und nicht staubbeladenen Oberflächen ausgegangen wird sowie Partikelemissionen bei den im Parkplatzbetrieb auftretenden Geschwindigkeiten keine merkliche Bedeutung haben. Bei staubenden Oberflächen wird auf die TG Diffuse Staubemissionen verwiesen.

Für die Berücksichtigung der PM<sub>10</sub>-Emissionen aus Reifen- und Bremsenabrieb können nachstehende Emissionsfaktoren aus Tunnelmessungen verwendet werden. Da bei den merklich höheren Fahrgeschwindigkeiten in Tunneln auch merklich höhere Emissionsmengen durch Abrieb anfallen als dies bei einem Betrieb auf einer Parkfläche der Fall ist, ist eine Anpassung dieser Daten erforderlich. Daher wurde beim Bremsenabriebsfaktor der untere Grenzwert des Streubandes von 7,4 mg/km bei PKW, 10 mg/km bei LNF und 28 mg/km bei SNF verwendet.

Tabelle 28: Emissionsfaktoren für PM<sub>10</sub> aus Reifen- und Bremsenabrieb in mg/km

Fahrzeugklasse	PKW	LNF	SNF
Reifenabrieb	6,1 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	31 <sup>a</sup>
Bremsenabrieb (Bandbreite)	7,4 <sup>b</sup> (11,0 ± 3,6)	10 <sup>c</sup> (12,0 ± 2,0)	28 <sup>c</sup> (33 ± 5)
Gesamt	13,5	16	59

<sup>a</sup> Quelle: Rauterberg-Wulff

<sup>b</sup> Quelle: Abu-Allaban et al.

<sup>c</sup> Quelle: Ntzachristos

## 3.4 Berechnung diffuser Treibstoffemissionen

### 3.4.1 Emissionen abgestellter Kraftfahrzeuge

Im Abschnitt 3.2 wurden nur die verbrennungsbedingten Benzolemissionen betrachtet. Während des Abstellens und Parkens von benzinbetriebenen Fahrzeugen (inkl. Hybridfahrzeugen) werden Kohlenwasserstoffe auf Grund von Verdunstungsprozessen bei Benzin freigesetzt. Für derartige Vorgänge liegen Emissionsfaktoren vor, die sich jedoch ausschließlich auf die Gesamtemission von Kohlenwasserstoffen beziehen. Für Benzolemissionen aus den Verdunstungsvorgängen liegen kaum Angaben vor. Aus diesem Grund



wird vorgeschlagen, das Emissionsverhältnis zwischen Benzol und Gesamtkohlenwasserstoffen gleich dem Anteil an Benzol im Kraftstoff zu setzen. Dieser Anteil beträgt derzeit ca. 1 Vol-%. Der Anteil benzinbetriebener PKW an allen PKW mit Verbrennungsmotoren kann konservativ mit ca. 45 % angenommen werden (siehe Abschnitt 9.4). Prognosewerte für die fahrleistungsbezogenen Flottenanteile von PKW mit verschiedenen Antriebskonzepten sind in Tabelle 35 angeführt.

Verdunstungsemissionen setzen sich im Allgemeinen aus den sogenannten Abstellverlusten und den Tankatmungsverlusten zusammen. Während erstere auf Grund des Abkühlvorganges des Motor-Treibstoffsystems entstehen, begründen sich Tankatmungsverluste in Temperaturschwankungen der Umgebungsluft. Der Abkühlvorgang des Fahrzeuges und die damit entstehenden Abstellverluste sind nach wenigen Stunden beendet. In der Folge werden in Garagen aufgrund der weitgehend konstanten Temperaturen keine weiteren Emissionen verursacht. Beim mehrtägigen Abstellen im Freien sind die Tankatmungsverluste aufgrund der schwankenden Umgebungstemperaturen als durchschnittlicher Pauschalwert zu berücksichtigen.

Die Verdunstungsemissionen beziehen sich auf Kraftfahrzeuge mit Benzinmotor. Die Werte in Tabelle 29 wurden auf der Basis des gemittelten Jahrestemperaturverlaufes in Österreich berechnet.

Tabelle 29: Verdunstungsemissionen an Benzol aus Benzin-PKW in Abhängigkeit von der Parkdauer und Art der Abstellfläche

Parkdauer	Benzol in mg/Kfz
bis 2 h	2
bis 4 h	3
über 4 h in Garagen	4
über 4 h bis 24 h im Freien	4
mehr als 24 h im Freien	8

### 3.4.2 Emissionen beim Betanken von Kraftfahrzeugen

Für den Sonderfall des Betankens von Kraftfahrzeugen im Bereich von Abstellflächen ist zu beachten, dass die dabei freigesetzten Mengen an Kohlenwasserstoffen einschließlich Benzol die entsprechenden Abgas- und Abstellemissionen bei weitem übersteigen.

In Hinblick auf die für Kraftstoffzapfanlagen gesetzlich vorgegebene Gasrückführrate<sup>6</sup> unter definierten Bedingungen und unter Berücksichtigung der Ergebnisse der periodischen Prüfungen von Gasrückführsystemen ergibt sich für die gesättigte Benzindampfkonzentration eine Restemission an HC von durchschnittlich 0,2 g pro Liter abgegebenem Kraftstoff.

Der Benzolanteil im Benzin ist gesetzlich mit 1,0 % v/v begrenzt<sup>7</sup>. Der Benzolanteil im Benzindampf ist mit 1 % der oben angeführten Kohlenwasserstoffemission anzunehmen. Das entspricht einem Emissionsfaktor von 2 mg pro Liter abgegebenem Kraftstoff.

## 3.5 Weitere Emissionen

### 3.5.1 Motoremissionen von Zusatzaggregaten (z.B. Kühl-LKW)

Im Rahmen eines Projektes des Leeds City Council wurden die Emissionen von Kühltransporten untersucht (CENEX, 2018). Unter Laborbedingungen wurde ein Anhänger mit einer dieselbetriebenen Transport-Kühleinheit getestet. Jeder Testzyklus bestand aus 4 Phasen:

- Herunterkühlen von Umgebungstemperatur auf 0°C
- Halten der Temperatur auf 0°C
- Herunterkühlen auf -20°C
- Öffnen des Hängers für 10 Minuten alle 30 Minuten (Stopp-Start-Operation genannt)

Daraus können als grobe Richtwerte für die Emissionsfaktoren bei einem Dieserverbrauch von ca. 50 g/min für NO<sub>x</sub> 1,1 g/min und für PM<sub>2,5</sub> 0,002 g/min abgeschätzt werden.

---

<sup>6</sup> Benzindampf-Rückgewinnungs-Verordnung – BDRV, BGBl. II Nr. 67/2013

<sup>7</sup> Anhänge I und II Kraftstoffverordnung 2012, BGBl. II Nr. 398/2012 i.d.g.F.

### **3.5.2 PAK und Benzo(a)pyren**

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe inklusive Benzo(a)pyren (B(a)P) werden bei unvollständiger Verbrennung von Kraftstoffen in geringen Mengen gebildet. Das Emissionsausmaß ist auch aufgrund der eingesetzten Abgasreinigungssysteme derart gering, dass sie im Zusammenhang mit Abstellflächen für Kraftfahrzeuge erfahrungsgemäß keine wesentliche Rolle spielen, auch im Hinblick auf den Immissionsgrenzwert für B(a)P gemäß IG-L.

### **3.5.3 Gerüche**

Beim Betrieb von PKW-Motoren werden auch Geruchsstoffe emittiert. Dadurch bedingte Geruchsimmissionen sind lediglich punktuell, etwa im unmittelbaren Nahbereich der Fahrzeuge im Leerlauf oder bei Kaltstartvorgängen, wahrzunehmen. Ein nennenswertes Belastungspotential bei Anrainern von Kfz-Abstellflächen ist aus Erfahrungen in Genehmigungsverfahren aufgrund der jeweils kurzen Emissionsdauer und der geringen Geruchsstoffströme der einzelnen Kraftfahrzeuge allerdings nicht ableitbar.

# 4 Garagen als Emissionsquelle

Für die Ermittlung der aus den Fahrzeugemissionen auf Abstellflächen resultierenden Immissionen können (Tief-)Garagen (d.h. baulich weitgehend umschlossene Abstellflächen) als Emissionsquellen angesehen werden, deren weitgehend homogen durchmischte, schadstoffbelastete Garagenluft über Gebäudeöffnungen und Abluftanlagen ausströmt.

Während auf Stellplätzen im Freien unterschiedliche Witterungsbedingungen herrschen, welche die motorischen Emissionen zum Teil signifikant beeinflussen, liegen in (Tief-)Garagen meist einheitlichere Randbedingungen vor. So kann für die Ermittlung der Emissionen im Allgemeinen von einer jahresdurchschnittlichen Lufttemperatur von 10 °C ausgegangen werden.

## 4.1 Natürlich belüftete Garagen

Definitionsgemäß kommen bei natürlicher Lüftung keine Ventilatoren zum Einsatz. Die Lufterneuerung erfolgt einerseits durch meteorologische und thermische Einflüsse und andererseits durch die Fahrzeugbewegungen.

In Bauordnungen oder Baugesetzen, der ÖNORM H 6003, der VDI-Richtlinie 2053 Blatt 1 sowie in der OIB-Richtlinie 3 finden sich Angaben über die Anordnung und die Dimensionierung von Lüftungsöffnungen. Hinsichtlich der je Stellplatz erforderlichen Lüftungsquerschnitte ist eine vergleichsweise große Bandbreite zu verzeichnen.

Beispielsweise ist gemäß der ÖNORM H 6003 eine natürliche Lüftung nur dann zulässig, wenn

1. die Öffnungen direkt ins Freie führen und ihr Abstand zueinander 20 m nicht überschreitet und
2. das Garagenfußbodenniveau nicht tiefer als 3 m unter Geländeniveau liegt und
3. die Summe der Lüftungsquerschnitte in m<sup>2</sup> mindestens dem Produkt der Fahrzeugfrequenz (pro Stellplatz) und der Anzahl der Stellplätze entspricht.

Luftdurchlässe ins Freie sollten aus Immissionsschutzgründen mindestens 5 m von Fenstern zu Aufenthaltsräumen entfernt sein (ÖNORM H 6003). Zu Luftdurchlässen zählen

auch Ein- und Ausfahrtsportale von Garagen. Diese Empfehlung der ÖNORM H 6003 ist bei wesentlichen Emissionen (siehe Abschnitt 6.2) zu beachten.

## 4.2 Mechanisch belüftete Garagen

Lüftungsanlagen sind gegebenenfalls aufgrund der geltenden baurechtlichen Bestimmungen erforderlich. Bei mechanisch belüfteten Garagen erfolgt die Lufterneuerung definitionsgemäß durch mechanische Lüftungsanlagen mittels Ventilatoren. Es ist gemäß ÖNORM H 6003 zumindest ein 0,5-facher Luftwechsel pro Stunde zu gewährleisten. Unterschieden werden kann zwischen Längs- und Querlüftung sowie zwischen Garagen mit freier Zuluft und maschinellen Abluftanlagen und solchen mit maschineller Zuluft- und Abluftanlage.

Da Zuluftöffnungen ohne Rückschlagklappen sowie Ein- und Ausfahrtsportale bei Stillstand der mechanischen Lüftungsanlage wie Abluftöffnungen wirken können, gilt der in Abschnitt 4.1 empfohlene Mindestabstand von 5 m zwischen allen Luftdurchlässen und Bereichen mit sensibler Nutzung (z.B. von Fenstern zu Aufenthaltsräumen) auch für mechanisch belüftete Garagen.

Die Abluft ist vorzugsweise über Dach und vertikal nach oben abzuführen. Eine Mindestausblasgeschwindigkeit von 7 m/s ist auch im Teillastbetrieb anzustreben.

Bei unbebauten Flächen (z.B. Grünanlagen über Tiefgaragen) in Gebieten mit sensibler Nutzung ist eine Mindesthöhe der Abluftöffnungen von 2,00 m über angrenzendem Gelände anzustreben (z.B. Unterkante der Schachtmündung). In begründeten Fällen können auch Ausblasungen in geringeren Höhen zugelassen werden (z.B. immissionstechnischer Nachweis).

### 4.2.1 Steuerung von Lüftungsanlagen

Die Steuerung der Lüftungsanlage erfolgt in der Regel durch die Überwachung der CO-Konzentration (siehe OIB-Richtlinie 3). Bei sehr kleinen Garagen (bis 250 m<sup>2</sup> Nutzfläche) ist eine einfache Steuerung über Fahrzeugbewegungen (z.B. Torkontakte oder ähnliches) mit Nachlaufzeit der Lüftungsanlage (min. 10 Minuten) oder eine Intervallsteuerung möglich.

Außerhalb der Laufzeiten von Lüftungsanlagen strömt die Garagenluft diffus – je nach Druck- und Sogbedingungen um das Gebäude – über die Luftdurchlässe nach außen. Da

bei einer CO-Überwachung der Schwellenwert zur Aktivierung der Lüftungsanlage aufgrund der geringen CO-Emissionen der aktuellen Fahrzeugflotte selten erreicht wird, resultieren große Laufzeitintervalle mit Anreicherung von Schadstoffen in der Garagenluft. Daher ist bei Garagen mit CO-Überwachung zusätzlich ein intermittierender, automatischer Betrieb der Lüftung empfehlenswert. Während der Phasen nennenswerter Auslastung (in der Regel zwischen 6:00 und 22:00 Uhr) wird eine Einsatzdauer der Lüftung von mindestens 10 min/h empfohlen.

# 5 Rechenbeispiele

## 5.1 Musterrechnung zu Fahrbewegungen

**Beispiel 1:** Ein Wohnhaus umfasst eine Garage mit 100 Stellplätzen und einen Besucherparkplatz vor dem Haus mit 20 Stellplätzen. Welche Anzahl  $n$  an Fahrbewegungen mit PKW ist (a) für den Kalendertag und (b) für die ungünstigste Stunde anzusetzen?

Lösung (a): Tabelle 1 enthält Anhaltswerte für die Fahrzeugfrequenz  $f$  für eine Wohnhausgarage ab 50 Stellplätzen von  $1,5 \text{ FB}/(\text{SP} \cdot d)$  und für einen oberirdischen Parkplatz an Wohnanlagen von durchschnittlich  $2,6 \text{ FB}/(\text{SP} \cdot d)$ . Aufgrund des geringen Wertes für die Garage (entspricht je  $0,75$  Ein- und Ausfahrten pro Stellplatz und Tag) ist jede Ausfahrt aus dieser als Kaltstart anzusetzen; für die Ausfahrt vom oberirdischen Parkplatz ist der Kaltstartanteil vermutlich geringer.

$$\begin{aligned} n &= B \times f \times t = 100 \text{ SP} \times 1,5 \text{ FB}/(\text{SP} \cdot d) \times 1 d + 20 \text{ SP} \times 2,6 \text{ FB}/(\text{SP} \cdot d) \times 1 d \\ &= 202 \text{ Fahrbewegungen, davon ca. 100 mit Kaltstart} \end{aligned}$$

Lösung (b): Hinsichtlich der Fahrbewegungen in der Spitzenstunde enthält Tabelle 1 einen Anhaltswert für die maximale stündliche Fahrzeugfrequenz  $f$  für die Wohnhausgarage von  $0,2 \text{ FB}/(\text{SP} \cdot h)$ . Tabelle 1 enthält keinen solchen Anhaltswert für einen oberirdischen Parkplatz.

Tabelle 2 enthält Angaben zur zeitlichen Verteilung der Fahrbewegungen für die morgendliche und abendliche Spitzenstunde, und zwar für die Wohnbevölkerung (betreffend die Garage), für den Besucherverkehr sowie den Versorgungs- und Personenwirtschaftsverkehr. Auf den oberirdischen Parkplatz können die beiden letztgenannten zutreffen, wobei bei einem Wohnhaus der Versorgungs- und Personenwirtschaftsverkehr (durch u.a. Zustelldienste, Hausbetreuung, Pflegedienste) besser zutrifft und zudem höhere Spitzenstundenanteile aufweist.

Für die Garage wird die Spitzenstunde für die Nutzergruppe Wohnbevölkerung (als Mittelwert für alle Stellplätze bei Wohnungen) mit  $12 \%$  der täglichen Fahrbewegungen am Morgen (Mittelwert aus  $21 \%$  aller Ausfahrten und  $3 \%$  aller Einfahrten) dominiert. Bezogen auf den Wert von  $1,5 \text{ FB}/(\text{SP} \cdot d)$  ergibt sich ein Wert von  $0,18 \text{ FB}/(\text{SP} \cdot h)$ , der zugunsten des auf dieses Beispiel besser zutreffenden Wertes der Tabelle 1 verworfen wird.

Analog ist für den oberirdischen Parkplatz die Anzahl der Fahrzeugfrequenzen der Spitzenstunde durch Multiplikation des Wertes von 2,6 FB/(SP·d) laut Tabelle 1 mit den Prozentsätzen für die morgendliche und abendliche Spitzenstunde laut Tabelle 2 zu berechnen. Für den Versorgungs- und Personenwirtschaftsverkehr wäre nach Anzahl der Fahrbewegungen die Abendspitze dominant. Im Hinblick auf die Gesamtemissionen beider Abstellflächen sind aber auch die von der Nutzergruppe Wohnbevölkerung verursachten hohen Kaltstartzusatzemissionen am Morgen zu berücksichtigen. Nach überschlägiger Abschätzung dominiert emissionstechnisch die Spitzenstunde am Morgen, trotz des möglichen höheren Verkehrsaufkommens am oberirdischen Parkplatz am Abend. Im Zweifelsfall wären beide Spitzenstunden getrennt zu berechnen.

Der Anteil der aus der Garage ausfahrenden Kfz der Wohnbevölkerung und somit der Kaltstartanteil beträgt 88 %. Für den Versorgungs- und Personenwirtschaftsverkehr am oberirdischen Parkplatz ist laut Fußnote e der Tabelle 2 kein Kaltstartanteil anzusetzen.

$$\begin{aligned}
 n_{max,Garage} &= B \times f \times t = 100 \text{ SP} \times 0,2 \frac{FB}{SP \cdot h} \times 1 \text{ h} \\
 &= 20 \text{ Fahrbewegungen, davon 88 \% Ausfahrten} \\
 &= 17,6 \text{ FB mit Kaltstart}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{max,oberirdisch} &= B \times f \times t = 20 \text{ SP} \times 2,6 \frac{FB}{SP \cdot d} \times 0,07 \frac{FB/h}{FB/d} \times 1 \text{ h} \\
 &= 3,64 \text{ Fahrbewegungen ohne Kaltstart}
 \end{aligned}$$

$$n_{max} = 23,64 (\sim 24) \text{ Fahrbewegungen, davon } 17,6 (\sim 18) \text{ mit Kaltstartanteil}$$

**Beispiel 2:** An einer Hauptverkehrsstraße mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehr an Werktagen (DTVw) von 70.000 Kfz/24h soll eine Tankstelle mit Zapfanlagen für PKW und LNF, 8 Stellplätzen vor dem Shop und einer Portalwaschanlage für PKW errichtet werden (eine LKW-Tankstelle befindet sich bereits in der Nachbarschaft). Die Tankstelle soll werktäglich von 7 bis 23 Uhr geöffnet sein und es wird ein jährlicher Absatz von 3 Mio. Liter Kraftstoff ( $V_{gesamt}$ ) erwartet. Pro Tankvorgang werden erfahrungsgemäß durchschnittlich 35 Liter abgegeben ( $V_{einzel}$ ). Welche Anzahl  $n$  an Fahrbewegungen ist werktäglich zu erwarten?

Lösung zum Tankbereich, Variante 1: Tabelle 1 enthält zur Ermittlung über den Kraftstoffverkauf in Fußnote d die Formel:  $f = 2 \times$  stündlich verkaufte Kraftstoffmenge/durchschnittliches Betankungsvolumen. Für den Tag folgt daraus:



$$n_{Tanken} = 2 \times V_{gesamt} / 52 \text{ Wochen} / a / 6 \text{ Werktage} / \text{Woche} / V_{einzel}$$

$$= 2 \times 3.000.000 \text{ l/a} / 52 \text{ Wochen/a} / 6 \text{ d/Woche} / 35 \text{ l} = 549 \text{ FB}$$

Lösung zum Tankbereich, Variante 2: Tabelle 1 enthält zur Ermittlung über die Verkehrsstärke auf der angrenzenden Straße für Straßen mit einem DTV > 15.000 Kfz/24h als Anhaltswert den Faktor 0,01. Da keine stündliche Auflösung der Verkehrszahlen vorliegt, muss die Verkehrsstärke während der Öffnungszeiten abgeschätzt werden (aus dem Tagesgang der Verkehrszahlen an Hauptverkehrsstraßen lässt sich abschätzen, dass im vorgegebenen Zeitraum 90 % des DTV stattfinden):

$$\text{gesuchte Verkehrsstärke } q(07 - 23) \sim 0,9 \times DTV_w = 63.000 \text{ Kfz/16h}$$

$$= 3.938 \text{ Kfz/h}$$

$$n_{Tanken} = B \times f \times t = 3.938 \text{ Kfz/h} \times 0,01 \text{ FB/(Kfz)} \times 16 \text{ h} = 630 \text{ FB}$$

Lösung zum Tankbereich, Variante 3: Tabelle 1 enthält für Tank- und Rastanlagen Anhaltswerte für die Fahrzeugfrequenz am Tankstellenbereich (TS) von 404 pro Tag.

$$n_{Tanken} = 404 \text{ FB}$$

Lösung zum Shop-Bereich: Dazu liegen keine Anhaltswerte vor, jedoch enthält Tabelle 1 Anhaltswerte für PKW-Stellplätze im Rastbereich (21 FB/(SP.d)) und für Stellplätze bei Fast-Food-Gastronomiebetrieben (2,0 FB/(SP.h)). Letzterer erscheint für eine Abschätzung der Kunden, die ohne zu Tanken den Shop frequentieren, geeignet:

$$n_{Shop} = B \times f \times t = 8 \text{ SP} \times 2,0 \text{ FB/(SP} \cdot \text{h)} \times 16 \text{ h} = 256 \text{ FB}$$

Lösung zur Waschanlage: Tabelle 1 enthält einen Anhaltswert für die Fahrzeugfrequenz an Portal-Waschanlagen von 2-3 pro Stunde über die Betriebszeit. Bei Ansatz der langen Öffnungszeit (die Betriebszeit einer Waschanlage ist meist kürzer) erscheint der Wert von 2 FB/h angemessen:

$$n_{Waschen} = B \times f \times t = 1 \text{ Anlage} \times 2,0 \text{ FB/(Anlage} \cdot \text{h)} \times 16 \text{ h} = 32 \text{ FB}$$

$$n = n_{Tanken} + n_{Shop} + n_{Waschen} = 630 + 256 + 32$$

$$= 918 \text{ Fahrbewegungen (als konservative Abschätzung), aufgrund der geringen Abstelldauer ohne Kaltstart – Zusatzemissionen}$$

## 5.2 Musterrechnung zu Emissionen

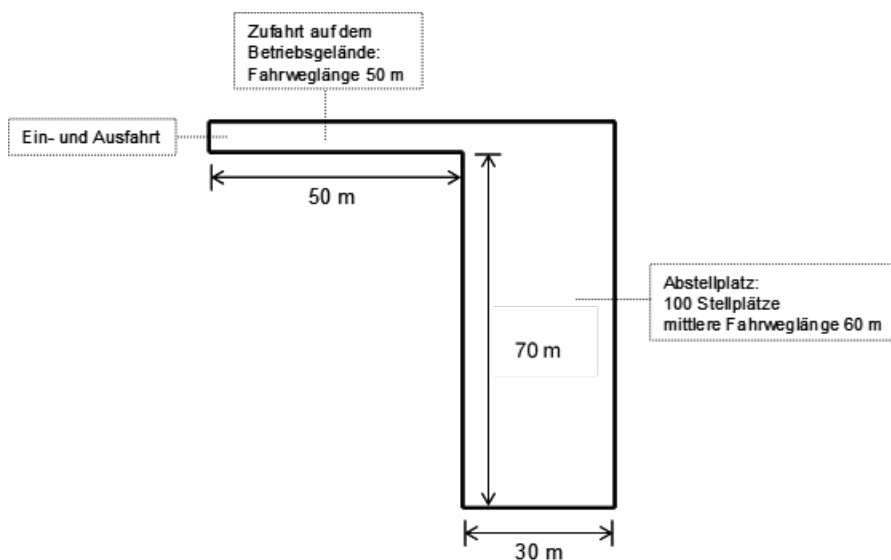
### Aufgabenstellung:

Für den PKW-Abstellplatz eines Betriebes sind die pro Stunde freigesetzten Schadstoffe zu ermitteln, und zwar für CO, NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> für die Spitzenstunde, für Benzol und Partikel im Tagesdurchschnitt.

Die Emissionsprognose ist für den Monat Dezember des Jahres 2025 durchzuführen. Die Umgebungstemperatur wird deshalb mit 0 °C angenommen.

### Abstellplatzdaten:

Abbildung 2: Rechteckiger Abstellplatz mit 100 Stellplätzen. Ein- und Ausfahrt über Zufahrtsstraße auf dem Betriebsgelände



Im Zuge eines Zwei-Schicht-Betriebes kommt es zu folgenden Fahrbewegungen auf dem Stellplatz:

5:30 – 6:00 Uhr: Zufahrt von 45 PKW;

13:30 – 14:30 Uhr: Zufahrt von 50 PKW, Abfahrt von 45 PKW;

22:00 – 22:30 Uhr: Abfahrt von 50 PKW.

Zusätzlich zwischen 8:00 und 16:00 Uhr durchschnittlich pro Stunde Zu- und Abfahrt von jeweils 5 PKW mit nur kurzer Abstelldauer.

Im Folgenden werden zunächst die Emissionswerte für CO bestimmt. Die für die Rechnung maßgeblichen Formeln befinden sich in Abschnitt 3.2.4 und die Tabellen in Abschnitt 3.2.5 der Technischen Grundlage.

Werden die Emissionswerte für Abstellfläche und Rampe/Durchfahrt von Tabelle 3 (Einfahrt, warmer Motor) mit den Faktoren für das Jahr 2025 aus Tabelle 4 multipliziert, so ergibt sich:

Abstellfläche, CO, warm, 2025:  $0,44 \times 0,78 = 0,3432 \text{ g/km}$

Durchfahrt, CO, warm, 2025:  $0,40 \times 0,78 = 0,3120 \text{ g/km}$

Ein Fahrzeug, das auf den Abstellplatz fährt und dort parkt, verursacht bei der Durchfahrt (0,05 km) und auf dem Abstellplatz (im Mittel 0,06 km) folgende CO-Emissionen:

PKW, ein, CO:  $0,3120 \times 0,05 + 0,3432 \times 0,06 = 0,03619 \text{ g}$

Die dadurch ermittelten Werte gelten für die Einfahrt, d.h. den warmen Motor. Bei der Ausfahrt sind darüber hinaus die zusätzlichen Emissionen für Kaltstarts zu berücksichtigen und zu den errechneten Emissionswerten des warmen Motors zu addieren. Für die Fahrzeuge betreffend den Zwei-Schicht-Betrieb ist eine Parkdauer von > 5 Stunden anzusetzen, und unter der Annahme einer Umgebungslufttemperatur von 0 °C und einer Fahrstrecke von insgesamt 0,11 km auf dem Betriebsgelände (0,06 km auf der Abstellfläche + 0,05 km Durchfahrt) betragen dann die Zusatzemissionen für CO gemäß Tabelle 6 bis Tabelle 9:

Ausfahrt, CO, kalt, 2025:  $6,36 \times (0,11 \times 0,80) \times 1,00 \times 0,83 = 0,46453 \text{ g}$

Addiert man diese Zusatzemissionen zu den Emissionen des warmen Motors, ergibt sich für eine Ausfahrt eines Fahrzeuges (Schichtarbeit):

PKW, aus-kalt, CO:  $0,03619 + 0,46453 = 0,50072 \text{ g}$

Für Kurzparkende wird die Parkdauer mit max. einer Stunde angesetzt, und unter der Annahme einer Umgebungslufttemperatur von 0 °C und einer Fahrstrecke von ebenfalls 0,11 km betragen dann die Zusatzemissionen für CO gemäß Tabelle 6 bis Tabelle 9:

Ausfahrt, CO, kurz, 2025:  $6,36 \times (0,11 \times 0,80) \times 0,18 \times 0,83 = 0,08362 \text{ g}$

Addiert man diese Zusatzemissionen wieder zu den Emissionen des warmen Motors, ergibt sich für eine Ausfahrt eines Fahrzeuges (Kurzparken):

PKW, aus-kurz, CO:  $0,03619 + 0,08362 = 0,11981$  g

Führt man diese Rechnungen für alle Schadstoffe analog durch, so ergeben sich die Emissionswerte pro PKW wie folgt:

Tabelle 30: Zwischenergebnisse der Motoremissionen für das Rechenbeispiel

Emissionen in g/PKW	Einfahrt	Ausfahrt Schichtarbeit	Ausfahrt Kurzparken
CO	0,03619	0,50072	0,11981
NO <sub>x</sub>	0,04777	0,07631	0,06061
NO <sub>2</sub>	0,01574	0,02414	0,01952
Benzol	0,000123	0,002297	0,000514
Partikel	0,000735	0,000912	0,000782

Eine Abschätzung der Stellplatzfrequenz mit den Angaben aus Abschnitt 3.2.3 ist nicht notwendig, da die Fahrbewegungen pro Stunde genau bekannt sind. Für die Spitzenstunde (CO, NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub>) wird der Zeitraum von 13.30 - 14.30 Uhr herangezogen („worst case“). In der Spitzenstunde fahren 55 Fahrzeuge ein (50 Schichtarbeit, 5 Kurzparken), und 45 Fahrzeuge (Schichtarbeit) sowie 5 Fahrzeuge (Kurzparken) aus.

Im Tagesdurchschnitt (Langzeitbetrachtung, Benzol und Partikel) fahren pro Stunde 5,63 Fahrzeuge ein, sowie 3,96 Fahrzeuge (Schichtarbeit) und 1,67 Fahrzeuge (Kurzparken) aus.

Daraus ergibt sich für CO (Spitzenstunde) folgende stündliche Emission:

$$0,03619 \times 55 + 0,50072 \times 45 + 0,11981 \times 5 = 25,12 \text{ g/h}$$

Für NO<sub>x</sub> (Spitzenstunde):

$$0,04777 \times 55 + 0,07631 \times 45 + 0,06061 \times 5 = 6,364 \text{ g/h}$$

Für NO<sub>2</sub> (Spitzenstunde):

$$0,01574 \times 55 + 0,02414 \times 45 + 0,01952 \times 5 = 2,050 \text{ g/h}$$

Für Benzol (Tagesdurchschnitt) ergibt sich folgende stündliche Emission:

$$0,000123 \times 5,63 + 0,002297 \times 3,96 + 0,000514 \times 1,67 = 0,01065 \text{ g/h}$$

Für Partikel (Tagesdurchschnitt):

$$0,000735 \times 5,63 + 0,000912 \times 3,96 + 0,000782 \times 1,67 = 0,009056 \text{ g/h}$$

Diese errechneten Emissionen sind durch die Verbrennung des Benzins bzw. Diesels im Motor bedingt.

Zusätzlich sind gemäß Abschnitt 3.3 die Staubemissionen durch Reifen- und Bremsenabrieb zu berücksichtigen. Da in der Langzeitbetrachtung auf dem Abstellplatz pro Stunde 11,25 Fahrzeuge ein- oder ausfahren, ergibt sich für die insgesamt zurückgelegte Fahrstrecke:

$$(0,05 + 0,06) \times 11,25 = 1,2375 \text{ km}$$

Daraus ergibt sich mit dem Wert aus Tabelle 28 folgende zusätzliche Partikelemission (Tagesdurchschnitt):

$$\text{Partikel, Reifen- und Bremsenabrieb: } 13,5 \times 10^{-3} \times 1,2375 = 0,01671 \text{ g/h}$$

Zusätzliche Benzolemissionen aus Verdunstungsvorgängen sind gemäß Abschnitt 3.4.1 für Abstellvorgänge von benzinbetriebenen PKW zu berücksichtigen. Während eines Tages werden 95 PKW für die Schichtarbeit etwas mehr als 8 Stunden abgestellt. Zusätzlich werden 40 Fahrzeuge nur kurz abgestellt. Unter der Annahme, dass ca. 45 % der Fahrzeuge benzinbetrieben sind (siehe Abschnitt 6.4), ergibt dies 43 PKW mit einer Parkdauer von mehr als 8 Stunden sowie 18 PKW mit einer Parkdauer von max. einer Stunde. Daraus ergibt sich pro Stunde (Tagesdurchschnitt):

$$\text{Benzol, Verdunstungsvorgänge: } (0,004 \times 43 + 0,002 \times 18) / 24 = 0,00867 \text{ g/h}$$

Daraus ergeben sich folgende stündliche Emissionen:

Gesamtemissionen auf dem Abstellplatz pro Stunde:

CO (Spitzenstunde): 25 g/h

NO<sub>x</sub> (Spitzenstunde): 6,4 g/h

NO<sub>2</sub> (Spitzenstunde): 2,1 g/h

Benzol (Tagesdurchschnitt): 19 mg/h

Partikel (Tagesdurchschnitt): 26 mg/h

# 6 Anhang

## 6.1 Schadstoffe

Bei der vollkommenen Verbrennung von Kraftstoffen (Ottokraftstoff, Diesellochkraftstoff, Erdgas) werden hauptsächlich Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasserdampf (H<sub>2</sub>O) gebildet. Tatsächlich finden jedoch in Verbrennungsmotoren eine unvollständige Verbrennung sowie eine Oxidation von Luftstickstoff statt. Daher sind im ungereinigten Motorabgas weitere Bestandteile (Schadstoffe) enthalten. Die RVS 04.02.12 klassifiziert die Bestandteile von Abgasen und diffusen nicht-motorischen Emissionen für ihren Anwendungsbereich bei Straßenprojekten (Verkehrswege-Straßenbauvorhaben und strategische Prüfungen im Verkehrsbereich) in

- Hauptemissionsstoffe (NO<sub>x</sub>, Partikelfractionen, Staubbiederschlag in der Bauphase),
- Nebenemissionsstoffe (CO, Benzol, Benzo(a)pyren, Staubbiederschlag und Stickstoffdeposition in der Betriebsphase) sowie
- Emissionsstoffe mit vernachlässigbaren Beiträgen (SO<sub>2</sub>, Schwermetalle).

Gegenüber Hauptverkehrsstraßen sind durch Fahrbewegungen auf Abstellflächen in der Regel deutlich geringere Emissionen zu erwarten und Bauphasen sind nicht Gegenstand dieser TG. Andererseits sind die Emissionen unverbrannter oder teilverbrannter Kraftstoffbestandteile infolge Verdunstung und Kaltstart von stärkerer Bedeutung. Die Emission von CO ist für die Regelung von Garagenlüftungsanlagen relevant. Aus den vorstehenden Gründen berücksichtigt diese Technische Grundlage folgende Luftschadstoffe:

### Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)

Stickstoffoxide, der Summenparameter aus Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), entstehen durch Oxidation des Stickstoffs der Verbrennungsluft, vor allem bei Luftüberschuss und sehr hohen Temperaturen. Im Motor entsteht fast ausschließlich NO, das bei der Abgasnachbehandlung (im Oxidationskatalysator von Dieselfahrzeugen, auch gezielt zur Abreinigung des Partikelfilters erzeugt) oder später in der Atmosphäre teilweise zu NO<sub>2</sub> oxidiert wird. Toxikologisch von Bedeutung ist dieses NO<sub>2</sub>, wobei hohe NO<sub>2</sub>-Primäranteile unmittelbar zu höheren NO<sub>2</sub>-Immissionen führen. Stickstoffoxide sind auch Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon und stellen heute den Leitschadstoff für Motorabgase dar.

## Partikel (PM - Partikelmasse)

Bei der unvollständigen Verbrennung von Dieselmotorkraftstoff und auch bei Benzindirekteinspritzung entstehen Partikel, die im Wesentlichen aus Ruß, daran angelagerten Kohlenwasserstoffen, Salzen aus Schmieröladditiven und Kraftstoffinhaltsstoffen, Metallabrieb und Wasser bestehen.

Die Emissionsfaktoren der Abschnitte 3.2.5 bis 3.2.9 beziehen sich auf Motorabgase, deren Partikel alle der Partikelfraktion  $PM_1$  zuzuordnen sind. Diffus emittierte Stäube aus Abrieb und Aufwirbelung (Abschnitt 3.3) umfassen vorwiegend gröbere Partikel, die durch die Partikelfraktion  $PM_{10}$  charakterisiert werden können. Ein merklicher Teil davon zählt auch zur Partikelfraktion  $PM_{2,5}$  (siehe die TG diffuse Staubemissionen).

## Kohlenstoffmonoxid (CO)

Kohlenstoffmonoxid ist ein Produkt unvollständiger Verbrennung. Als Atemgift kann es bei hohen Konzentrationen zum Tod führen; zudem ist es eine Vorläufersubstanz für bodennahes Ozon. Aufgrund seiner akuten Toxizität dient die CO-Konzentration in Garagen als Steuerparameter für mechanische Lüftungsanlagen.

## organische Verbindungen

Bei unvollständiger Verbrennung flüssiger Kraftstoffe enthält das Abgas zahlreiche organische Verbindungen, darunter Benzol und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK, englisch PAH). Traditionell werden diese organischen Schadstoffe als Kohlenwasserstoffe (hydrocarbons, HC) bezeichnet, obwohl dieser Summenparameter auch Verbindungen mit Heteroatomen (vor allem sauerstoffhaltige Verbindungen wie Aldehyde und Ketone) umfasst. Richtiger sind diese Stoffe daher als flüchtige organische Verbindungen (volatile organic compounds, VOC) und schwerflüchtige organische Verbindungen (semi-volatile organic compounds, SVOC) zu bezeichnen.

## Benzol

Der Benzolgehalt im Abgas hängt wesentlich von der Kraftstoffzusammensetzung ab. Bei Ottokraftstoffen mit einem Benzolgehalt von 1 Vol-% kann generell davon ausgegangen werden, dass der Benzolanteil ca. 3 % bis 6 % der organischen Abgasbestandteile beträgt.<sup>8</sup> Benzol entsteht aber auch innermotorisch bei der Verbrennung benzolfreier Kraftstoffe

---

<sup>8</sup> Cijan C.: Erfassung nichtlimitierter Schadstoffe aus Kraftfahrzeugmotoren; Diplomarbeit, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, Technische Universität Graz, 1995

(wie Dieselkraftstoff). Die Datenqualität der Emissionsfaktoren für Benzol ist generell schlechter als die der Emissionsfaktoren für gesetzlich limitierte Schadstoffe.

## 6.2 Stellplätze mit unwesentlichen Luftschadstoffemissionen

In diesem Abschnitt ist für verschiedene Abstellflächen und Parksituationen im Hinblick auf die Emissionen von Luftschadstoffen jene Stellplatzanzahl angegeben, welche als unwesentlich angesehen werden kann. Als relevanter Leitschadstoff wurde NO<sub>2</sub> betrachtet. Grundannahme ist dabei, dass die ermittelte Emissionskonzentration an der Grenze der Emissionsquelle (d.h. am Rand der Ein- und Ausfahrt oder am Rand der Parkplatzfläche) so gering ist, dass die anerkannten Schwellen der Irrelevanz<sup>9</sup> in Bezug auf die Immissionsgrenzwerte gemäß IG-L nicht überschritten werden.

Grundlage für die Ermittlung der Emissionsfrachten sind die in Tabelle 1 für verschiedene Arten der Abstellflächen oder Anlagen genannten Anhaltswerte für die Fahrzeugfrequenzen. Die herangezogenen Emissionsfaktoren beziehen sich auf die ungünstigsten zeitlichen Randbedingungen (z.B. betreffend Bezugsjahr und Jahreszeit). Die herangezogenen Winddaten repräsentieren ungünstige meteorologische Rahmenbedingungen (wie z.B. Windrichtungsverteilungen mit häufiger Anströmung einzelner Aufpunkte).

Die Berechnungen wurden einerseits sowohl für offene und gut winddurchströmte als auch für dicht umbaute Abstellflächen (wie in Innenhöfen) durchgeführt, andererseits für Abstellflächen sowohl in luftschadstoffbelasteten Gebieten (Gebieten mit Überschreitung von Immissionsgrenzwerten gemäß IG-L) als auch außerhalb solcher Gebiete.

Tabelle 31: Stellplatzanzahlen mit unwesentlichen Luftschadstoffen

Art der Abstellfläche oder Anlage	freie Anströmung		keine freie Anströmung	
	belastete Gebiete	unbelastete Gebiete	belastete Gebiete	unbelastete Gebiete
<b>Allgemein genutzte Abstellflächen</b>				
Parkplatz in Innenstadt, gebührenpflichtig	35	60	20	35

<sup>9</sup> siehe z.B. den „Leitfaden UVP und IG-L - Umgang mit Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten von Luftschadstoffen in UVP-Verfahren“, Überarbeitete Version 2020, Report REP-0737, Umweltbundesamt GmbH, Wien 2020



Art der Abstellfläche oder Anlage	freie Anströmung		keine freie Anströmung	
	belastete Gebiete	unbelastete Gebiete	belastete Gebiete	unbelastete Gebiete
Parkhaus in Innenstadt, gebührenpflichtig, ≤ 5% Steigung/Gefälle	10	25	10	25
Parkhaus in Innenstadt, gebührenpflichtig, > 5 – 20 % Steigung/Gefälle	10	20	10	20
Parkplatz allgemein, gebührenfrei (Kurzparken)	55	95	30	50
Park&Ride-Platz	65	115	35	60
<b>Wohnen, Arbeiten, Öffentliche Gebäude, Übernachten</b>				
Wohnanlage mit Tiefgarage, ≤ 5% Steigung/Gefälle	40	115	40	115
Wohnanlage mit Tiefgarage, > 5 – 20 % Steigung/Gefälle	30	85	30	85
Wohnanlage mit oberirdischem Parkplatz	60	100	30	55
Wohnsammelgarage (Stadtteilgarage) , ≤ 5% Steigung/Gefälle	30	95	30	95
Wohnsammelgarage (Stadtteilgarage) , > 5 – 20 % Steigung/Gefälle	25	70	25	70
Büros mit geringem Besucherverkehr	65	115	35	65
Öffentliche Einrichtungen wie Amtsgebäude ohne Mitarbeiterverkehr	30	50	15	30
Krankenhäuser und Ambulatorien ohne Mitarbeiterverkehr	40	65	20	35
Hotel – Abstellfläche	60	100	30	55
Hotel – Parkgarage, ≤ 5% Steigung/Gefälle	25	70	25	70
Hotel – Parkgarage, > 5 – 20 % Steigung/Gefälle	15	50	15	50

Anmerkung: Bei Parkhäusern und (Tief-)Garagen ergeben sich gleiche Stellplatzzahlen für freie und nicht freie Anströmung, da die Garagenein- und -ausfahrt für die höchste Zusatzbelastung ausschlaggebend ist.

### 6.3 Prognose der Flottenanteile von Kraftfahrzeugen mit Elektroantrieb

Anhaltspunkte für die möglichen Flottenanteile rein elektrisch betriebener Fahrzeuge (EV) sowie der Plug-in-Elektro-Hybrid-Fahrzeuge (PHEV) finden sich im Bericht der TU-Graz (2020). Fahrleistungsbezogene Flottenanteile erhält man bei Auswertung der im HBEFA hinterlegten Daten zu verschiedenen Antriebstechnologien und Kraftstoffarten.

Tabelle 32: Prognosewerte für die Flottenanteile von Kraftfahrzeugen mit Elektroantrieb (EV und PHEV) in Österreich laut Bericht der TU-Graz (2020), Tabelle 25 und 26

Jahr	PKW EV	PKW PHEV	LNF EV	LNF PHEV	SNF-Solo EV	SNF-Zug EV	Moped EV	MR EV
2020	1,5 %	0,3 %	0,7 %	0,9 %	0,1 %	0,1 %	0,2 %	1,7 %
2025	8,4 %	1,6 %	2,5 %	3,2 %	5 %	2 %	1 %	6 %
2030	19,2 %	4,7 %	7,1 %	6,3 %	17 %	6 %	2 %	13 %

Anmerkung: Gemäß Angaben der Statistik Austria lagen die Werte im Jahr 2020 für PKW EV bei 0,9 % und für PKW PHEV bei 1,7 %.

Tabelle 33: Prognosewerte für die fahrleistungsbezogenen Flottenanteile von Kraftfahrzeugen mit Elektroantrieb (EV und PHEV) in Österreich laut HBEFA<sup>a</sup>

Jahr	PKW EV	PKW PHEV	LNF EV	LNF PHEV	SNF EV	LBus <sup>b</sup> EV	RBus <sup>b</sup> EV	KR/MR <sup>b</sup> EV
2020	1,0 %	0,2 %	0,8 %	0,4 %	0,1%	5,7 %	0,1 %	1,3 %
2021	1,4 %	0,3 %	1,1 %	0,7 %	0,2%	5,3 %	0,2 %	1,6 %
2022	1,9 %	0,4 %	1,3 %	1,0 %	0,4%	5,5 %	0,4 %	2,1 %
2023	2,6 %	0,5 %	1,6 %	1,3 %	0,7%	6,4 %	0,8 %	2,7 %
2024	3,5 %	0,7 %	1,9 %	1,7 %	1,0%	8,2 %	1,2 %	3,5 %
2025	4,5 %	0,8 %	2,3 %	2,1 %	1,4%	11,5 %	1,8 %	4,4 %
2026	5,6 %	1,0 %	2,7 %	2,6 %	1,8%	15,7 %	2,4 %	5,3 %
2027	6,9 %	1,2 %	3,2 %	3,1 %	2,2%	20,7 %	3,1 %	6,2 %

Jahr	PKW EV	PKW PHEV	LNF EV	LNF PHEV	SNF EV	LBus <sup>b</sup> EV	RBus <sup>b</sup> EV	KR/MR <sup>b</sup> EV
2028	8,3 %	1,5 %	3,8 %	3,6 %	2,6%	26,0 %	3,8 %	7,2 %
2029	9,9 %	1,7 %	4,4 %	4,2 %	3,1%	31,4 %	4,6 %	8,1 %
2030	11,7 %	2,1 %	5,1 %	4,7 %	3,6%	36,8 %	5,5 %	9,1 %
2031	13,4 %	2,3 %	5,9 %	5,4 %	4,0%	41,1 %	6,4 %	10,1 %
2032	15,3 %	2,6 %	6,8 %	6,0 %	4,5%	45,1 %	7,4 %	11,2 %
2033	17,1 %	2,9 %	7,7 %	6,7 %	4,9%	48,8 %	8,3 %	12,2 %
2034	19,0 %	3,2 %	8,6 %	7,3 %	5,3%	52,1 %	9,2 %	13,3 %
2035	20,8 %	3,5 %	9,5 %	8,0 %	5,6%	55,0 %	10,0 %	14,5 %

<sup>a</sup> Verkehrsszenario „REF A HB42“, als Mittelwert über alle Straßenkategorien

<sup>b</sup> LBus = Linienbus, RBus = Reisebus, KR/MR = Kraftrad(Moped)/Motorrad

## 6.4 Prognose der Flottenanteile von Benzin-PKW

Aufbauend auf die nachstehenden Tabellen wird als konservative Betrachtung für die Berechnung der Benzolemissionen ein Anteil an Benzin-PKW von 45 % für das Bezugsjahr 2022 empfohlen. Für die darauffolgenden Jahre ist bei maßgeblichen Veränderungen der Flottenzusammensetzungen gegebenenfalls eine Anpassung dieses Anteils vorzunehmen.

Nachstehend ist der Flottenanteil von Benzin-PKW und Diesel-PKW am PKW-Fahrzeugbestand im Jahr 2020 laut Angaben der Statistik Austria angeführt.

Tabelle 34: Flottenanteile von PKW mit Benzin- und Dieselantrieb in Österreich laut Statistik Austria für das Bezugsjahr 2020

Jahr	Benzin-PKW gesamt <sup>a</sup>	Diesel-PKW gesamt <sup>b</sup>
2020	44,6 %	54,5 %

<sup>a</sup> einschließlich Hybrid, Plug-In-Hybrid und Zweistoffmotor (Bifuel) CNG/Benzin

<sup>b</sup> einschließlich Hybrid und Plug-In-Hybrid

Fahrleistungsbezogene Flottenanteile erhält man bei Auswertung der im HBEFA hinterlegten Daten zu verschiedenen Antriebstechnologien und Kraftstoffarten.

Tabelle 35: Prognosewerte für die fahrleistungsbezogenen Flottenanteile von PKW mit Benzin-, Diesel- und Elektroantrieb in Österreich laut HBEFA<sup>a</sup>

Jahr	Benzin-PKW gesamt <sup>b</sup>	Diesel-PKW gesamt <sup>c</sup>	Elektro-PKW	Anteil der Benzin-PKW an Verbrennungsmotor- PKW
2020	31,4 %	67,7 %	1,0 %	31,7 %
2021	31,7 %	66,9 %	1,4 %	32,1 %
2022	32,0 %	66,1 %	1,9 %	32,6 %
2023	32,2 %	65,2 %	2,6 %	33,1 %
2024	32,4 %	64,2 %	3,5 %	33,5 %
2025	32,5 %	63,1 %	4,5 %	34,0 %
2026	32,5 %	61,9 %	5,6 %	34,5 %
2027	32,6 %	60,6 %	6,9 %	35,0 %
2028	32,6 %	59,2 %	8,3 %	35,5 %
2029	32,5 %	57,6 %	9,9 %	36,1 %
2030	32,4 %	56,0 %	11,7 %	36,7 %

<sup>a</sup> Verkehrsszenario „REF A HB42“, als Mittelwert über alle Straßenkategorien

<sup>b</sup> einschließlich Hybrid, Plug-In-Hybrid und Zweistoffmotor (Bifuel) CNG/Benzin

<sup>c</sup> einschließlich Hybrid und Plug-In-Hybrid

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anhaltswerte für die Fahrzeugfrequenz $f$ als Anzahl der Bewegungen $n$ pro Bezugsgröße und Tag oder Stunde	9
Tabelle 2: Spitzenstundenfaktoren für verschiedene Arten von Abstellflächen und daraus resultierende potentielle Kaltstartanteile	13
Tabelle 3: Basisemissionsfaktoren PKW "EFA <sub>i,B</sub> ", Motorbetriebszustand warm, Bezugsjahr 2020	17
Tabelle 4: Jahresfaktoren PKW "f <sub>J</sub> " (dimensionslos)	17
Tabelle 5: Steigungsfaktoren PKW "f <sub>S</sub> " (dimensionslos)	18
Tabelle 6: Kaltstart-Basisemissionsfaktoren PKW "KSF <sub>i</sub> (T)" (g/PKW-Start)	18
Tabelle 7: Kaltstart-Fahrtstreckenfaktoren PKW "f <sub>KS</sub> " (dimensional)	18
Tabelle 8: Kaltstart-Abstelldauerfaktoren PKW "f <sub>KD</sub> " (dimensionslos)	19
Tabelle 9: Kaltstart-Jahresfaktoren PKW "f <sub>KJ</sub> " (dimensionslos)	19
Tabelle 10: Basisemissionsfaktoren LNF "EFA <sub>i,B</sub> " Motorbetriebszustand warm, Bezugsjahr 2020	20
Tabelle 11: Jahresfaktoren LNF "f <sub>J</sub> " (dimensionslos)	20
Tabelle 12: Steigungsfaktor LNF "f <sub>S</sub> " (dimensionslos)	21
Tabelle 13: Basisemissionsfaktoren SNF-Solo "EFA <sub>i,B</sub> ", Motorbetriebszustand warm, Bezugsjahr 2020	21
Tabelle 14: Jahresfaktoren SNF-Solo "f <sub>J</sub> " (dimensionslos)	22
Tabelle 15: Steigungsfaktoren SNF-Solo "f <sub>S</sub> " (dimensionslos)	22
Tabelle 16: Kaltstart-Basisemissionsfaktoren SNF-Solo "KSF <sub>i</sub> (T)" (g/SNF-Start)	22
Tabelle 17: Kaltstart-Abstelldauerfaktoren SNF-Solo „f <sub>KD</sub> “ (dimensionslos)	23
Tabelle 18: Kaltstart-Jahresfaktoren SNF-Solo „f <sub>KJ</sub> “ (dimensionslos)	23
Tabelle 19: Basisemissionsfaktoren SNF-Zug „EFA <sub>i,B</sub> “, Motorbetriebszustand warm, Bezugsjahr 2020	24
Tabelle 20: Jahresfaktoren SNF-Zug „f <sub>J</sub> “ (dimensionslos)	24
Tabelle 21: Steigungsfaktoren SNF-Zug „f <sub>S</sub> “ (dimensionslos)	25
Tabelle 22: Kaltstart-Basisemissionsfaktoren SNF-Zug „KSF <sub>i</sub> (T)“ (g/SNF-Start)	25
Tabelle 23: Kaltstart-Abstelldauerfaktoren SNF-Zug „f <sub>KD</sub> “ (dimensionslos)	25
Tabelle 24: Kaltstart-Jahresfaktoren SNF-Zug „f <sub>KJ</sub> “ (dimensionslos)	26
Tabelle 25: Basisemissionsfaktoren Zweiräder „EFA <sub>i,B</sub> “, Motorbetriebszustand warm, Bezugsjahr 2020	26
Tabelle 26: Jahresfaktoren Moped „f <sub>J</sub> “ (dimensionslos)	27
Tabelle 27: Jahresfaktoren Motorrad „f <sub>J</sub> “ (dimensionslos)	27
Tabelle 28: Emissionsfaktoren für PM <sub>10</sub> aus Reifen- und Bremsenabrieb in mg/km	28
Tabelle 29: Verdunstungsemissionen an Benzol aus Benzin-PKW in Abhängigkeit von der Parkdauer und Art der Abstellfläche	29

Tabelle 30: Zwischenergebnisse der Motoremissionen für das Rechenbeispiel	40
Tabelle 31: Stellplatzanzahlen mit unwesentlichen Luftschadstoffen	44
Tabelle 32: Prognosewerte für die Flottenanteile von Kraftfahrzeugen mit Elektroantrieb (EV und PHEV) in Österreich laut Bericht der TU-Graz (2020), Tabelle 25 und 26	46
Tabelle 33: Prognosewerte für die fahrleistungsbezogenen Flottenanteile von Kraftfahrzeugen mit Elektroantrieb (EV und PHEV) in Österreich laut HBEFA <sup>a</sup>	46
Tabelle 34: Flottenanteile von PKW mit Benzin- und Dieselantrieb in Österreich laut Statistik Austria für das Bezugsjahr 2020	47
Tabelle 35: Prognosewerte für die fahrleistungsbezogenen Flottenanteile von PKW mit Benzin-, Diesel- und Elektroantrieb in Österreich laut HBEFA <sup>a</sup>	48

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Ablaufs einer Ausfahrt	6
Abbildung 2: Rechteckiger Abstellplatz mit 100 Stellplätzen. Ein- und Ausfahrt über Zufahrtsstraße auf dem Betriebsgelände	38

## Literaturverzeichnis

**Abu-Allaban M., Gilles J.A., Gertler A.W., Clayton R., Proffit D.:** Determination of on-road PM10 and PM2.5 Emission rates using roadside measurements; Proceedings of the 11th International Symposium Transport und Air Pollution, June 2002 Graz, Austria, ISBN 3-901351-59-0, pp 377 - 348

**Bayerische Parkplatzlärmstudie:** „Parkplatzlärmstudie - 6. überarbeitete Auflage - Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen“, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, August 2007

**HBEFA:** „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA)“, Version 4.2.2, INF-RAS, Bern, 23.03.2022

**Hessische Tankstellenstudie:** „Technischer Bericht Nr. L 4054 zur Untersuchung der Geräuschemissionen und -immissionen von Tankstellen“, Hessische Landesanstalt für Umwelt (HLfU), Wiesbaden, 31.08.1999

**IG-L:** „Immissionsschutzgesetz – Luft, IG-L“, BGBl. I Nr. 115/1997 idgF

**Materialien zur Parkplatzlärmstudie:** „Materialien zur Parkplatzlärmstudie. Bewegungs- und Belegungsganglinien“, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Dezember 2008

**Ntzachristos L.:** „Emission Inventory Guidebook“, Aug. 2003

**OIB-Richtlinie 3:** „OIB-Richtlinie 3 - Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“, Österreichisches Institut für Bautechnik Wien, April 2019

**ÖNORM H 6003:** „ÖNORM H 6003:2012-11 - Lüftungstechnische Anlagen für Garagen - Grundlagen, Planung, Dimensionierung“, Austrian Standards Institute, Wien, November 2012

**Project Report:** „Project Report - Temperature Controlled Transport in Leeds - A Study of Air Quality and Climate Change Emissions from Temperature Controlled Transport in Leeds“, Cenex - Advanced Technology Innovation Centre, Loughborough, September 2018



**Rauterberg-Wulff:** Determination of Emission factors for tire wear particles up to 10 µg by tunnel measurements; Proceedings 8th International Conference Transport and Air Pollution June 1999, Heft 76 Mitteilungen des Institutes für VKM und THD TU Graz, Austria 1999

**RVS 04.02.12:** „RVS 04.02.12 - Ausbreitung von Luftschadstoffen an Verkehrswegen und Tunnelportalen“, Forschungsgesellschaft Straße - Schiene – Verkehr, Wien, Oktober 2020

**TG Ausbreitungsrechnung:** „Technische Grundlage zur Berechnung und Beurteilung von Immissionen im Nahbereich kleiner Quellen (Technische Grundlage Ausbreitungsrechnung) – 2010“, BMWFJ, Wien, 2010

**TG Diffuse Staubemissionen:** „Technische Grundlage zur Beurteilung diffuser Staubemissionen – 2014“, BMWFJ, Wien, 2014

**TG Qualitätssicherung:** „Technischen Grundlage Qualitätssicherung in der Luftschadstoff-Ausbreitungsrechnung – 2012“, BMWFJ, Wien, 2012

**TU-Graz (2020):** „Emissionsfaktoren für Fahrten auf Abstellflächen“, Bericht Nr. I-15/2019/Stu/V&U /I-18/10\_2/630 V2.0 vom 13.05.2020, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik - Technische Universität Graz, Graz, 2020

**Wiener RL Garagenprojekte:** „Verkehrs- und umwelttechnische Richtlinien für Garagenprojekte“, Rosinak & Partner ZT GmbH, im Auftrag der Magistratsdirektion – Stadtbaudirektion, Wien, November 2010

**Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft**

Stubenring 1, 1010 Wien

+43 1 711 00-805080

[gewerbetechnik@bmaw.gv.at](mailto:gewerbetechnik@bmaw.gv.at)

[bmaw.gv.at](http://bmaw.gv.at)