

Ersetzt:

VSS 40 578:2019-03

Ausgabe: 2024-XX

Lärmimmissionen von Parkieranlagen

Berechnung der Immissionen

Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 11. März 2024: Frist bis 20. Mai 2024

Für diese Norm ist die Normierungs- und Forschungskommission (NFK) 2.8 Lärmschutz des VSS zuständig.

Ref.-Nr.:
VSS 40 578:2024-XX de

Urheberrechte:
REGnorm, Nationales Register zur
Veröffentlichung von Normen,
Standards und weiterer Regulierungen

Anzahl Seiten:
30

Gültig ab:
2024-XX-XX

Herausgeber:
Schweizerischer Verband der
Strassen- und Verkehrsfachleute VSS

© REGnorm

Bearbeitung

VSS-Normierungs- und Forschungskommission
NFK 2.8 Lärmschutz

Liste der beteiligten Mitglieder

Michael Gerber, Bern, Behörden
Kurt Heutschi, Zürich, Bildung und Forschung
René Lutz, Thun, Behörden
Martine Macheret, Ferpicloz, Behörden
Dimitri Magnin, Pully, Normenanwender
Didier Racine, Neuenburg, Behörden
Stefanie Rüttener, Meilen, Behörden
Martin Stauber, Winterthur, Normenanwender

Diese Norm wurde gemäss dem aktuellen Wissensstand
in den Bereichen der Sicherheit und der Nachhaltigkeit
erarbeitet.

Genehmigung

VSS-Fachkommission
FK 2 Projektierung

Publikation

Monat 2024

Haftungsausschluss

Für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden
Publikation entstehen können, wird keine Haftung
übernommen.

**Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 11. März 2024: Frist bis 20. Mai 2024**

INHALTSVERZEICHNIS		Seite
Bedeutung und Einheiten der verwendeten Zeichen		5
A	Allgemeines	7
1	<i>Geltungsbereich</i>	7
2	<i>Gegenstand</i>	7
3	<i>Zweck</i>	7
4	<i>Grundlagen</i>	7
B	Begriffe	7
5	<i>Allgemeine Begriffe</i>	7
	5.1 Parkierungsanlage	7
	5.2 Parkplatz	7
	5.3 Parkfeld	7
	5.4 Parkhaus	7
	5.5 Tiefgarage	8
	5.6 Einfahrt und Ausfahrt bei Parkierungsanlagen	8
	5.7 Fahrgasse	8
	5.8 Rampe	8
	5.9 Parkierungsvorgang	8
	5.10 Anfahrt	8
	5.11 Manövriervorgang	8
	5.12 Türenschiessen	8
	5.13 Startvorgang	8
	5.14 Abfahrt	8
	5.15 Bewegung	8
	5.16 Standgeräusch	8
	5.17 Druckluftgeräusch	8
	5.18 Parksuchverkehr	9
	5.19 Durchfahrtsverkehr	9
	5.20 Teilfläche	9
C	Emissionen	9
6	<i>Fahrzeugkategorien</i>	9
7	<i>Nutzungsarten für Parkierungsanlagen</i>	9
	7.1 Nutzung für den Berufsverkehr	9
	7.2 Nutzung für Park and Ride	9
	7.3 Nutzung durch Dienstleistungsunternehmen	9
	7.4 Nutzung für den Einkauf	9
	7.5 Nutzung für Freizeitaktivitäten	9
	7.6 Nutzung durch Anwohner und Besucher	9
	7.7 Nutzung als Warteraum und Bereitstellung	10
	7.8 Weitere Nutzungen	10
	7.9 Kombinierte Nutzungen	10
8	<i>Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang</i>	10
9	<i>Schalleistungspegel pro Teilfläche</i>	11
10	<i>Anzahl Parkierungsvorgänge</i>	11
D	Immissionen	12
11	<i>Ungedeckte Parkierungsanlage</i>	12
	11.1 Parkierungsvorgänge	12
	11.2 Parksuchverkehr	12
	11.3 Durchfahrtsverkehr	12
	11.4 Einfahrt und Ausfahrt	13
12	<i>Tiefgarage</i>	13
	12.1 Einfahrt und Ausfahrt	13
	12.2 Offene Rampe	14
	12.3 Geschlossene Rampe	14
	12.4 Pegeladdition	14
13	<i>Parkhaus</i>	15
	13.1 Schalleistungspegel der Parkierungsanlage pro Geschoss	15
	13.2 Schalleistungspegel und Emissionen der Durchfahrten pro Geschoss	15
	13.3 Innenschallpegel pro Geschoss	15
	13.4 Immissionen aus den Gebäudeöffnungen	15
	13.5 Immissionen der Parkhauszufahrt	16

E	Beurteilung der Immissionen	17
14	<i>Parkierungsanlagen in der Lärmschutzverordnung</i>	17
	14.1 Abgrenzung der Parkierungsanlage	17
	14.2 Weitere Lärmquellen der Parkierungsanlage	17
	14.3 Pegelkorrekturen	17
	14.4 Stellenwert der Norm, Genauigkeit der Methode	17
Anhang		
Berechnung der Immissionen		
Beispiele von Parkierungsanlagen		
F	Parkierungsanlage mit einer Nutzungsart	18
15	<i>Situation einer einfachen Parkierungsanlage</i>	18
	15.1 Eingabedaten	18
	15.2 Immissionsberechnungen	19
	15.3 Beurteilungspegel	19
G	Parkierungsanlage mit Mehrfachnutzung	20
16	<i>Situation einer kombinierten Parkierungsanlage</i>	20
	16.1 Eingabedaten	20
	16.2 Immissionsberechnungen	21
	16.3 Beurteilungspegel	21
H	Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen	22
17	<i>Situation einer Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen</i>	22
	17.1 Eingabedaten	22
	17.2 Immissionsberechnungen	23
I	Tiefgarage	25
18	<i>Situation einer Tiefgarage</i>	25
	18.1 Eingabedaten	26
	18.2 Immissionsberechnungen	26
	18.3 Beurteilungspegel	27
J	Parkhaus	28
19	<i>Situation und Schnitt eines Parkhauses</i>	28
	19.1 Eingabedaten	28
	19.2 Immissionsberechnungen	29
	19.3 Beurteilungspegel	30
K	Literaturverzeichnis	30

Bedeutung und Einheiten der verwendeten Zeichen

Die Tabelle 1 zeigt die Bedeutung und die Einheiten der verwendeten Zeichen auf.

Bedeutung und Einheiten der verwendeten Zeichen		
Zeichen	Einheit	Bedeutung
A	m^2	Äquivalente Absorptionsfläche
A_i	m^2	Begrenzungsfläche i
cX_i	–	Absorptionskoeffizient der Begrenzungsfläche i
B	–	Anzahl Parkierungsvorgänge pro Stunde und Parkfeld (im Jahresdurchschnitt unterteilt in Tag und Nacht) auf einer Teilfläche
$B_{\text{Teilfläche } i}$	–	Anzahl Parkierungsvorgänge auf der Teilfläche i pro Stunde und Parkfeld (im Jahresschnitt unterteilt in Tag und Nacht)
D, S	m	Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Teilfläche, dem Bauteil, der Öffnung und dem Empfängerpunkt
d_{oR}, d_{zu}	m	Distanz Quelle – Empfangspunkt
dA, d_a	$dB(A)$	Korrektur äquivalente Absorptionsfläche
dD, dS, d_{oR}, d_{gR}	$dB(A)$	Abstandskorrektur
dF	$dB(A)$	Flächenkorrektur
dM, dm	$dB(A)$	Verkehrsmengenzuschlag
d_i	$dB(A)$	Korrektur Steigung
d_{Rm}	$dB(A)$	Richtmass
d_{STM}	$dB(A)$	Korrektur Stützmauern Rampe
d_{Fas}	$dB(A)$	Korrektur für Fenster an dergleichen Fassade wie die Einfahrt
$F, F_{GÖ}$	m^2	Fläche der Einfahrts-, Fassadenöffnung oder des Bauteils
i	%	Steigung
$K1$	$dB(A)$	Pegelkorrektur für die Art der Parkierungsanlage
$K2$	$dB(A)$	Pegelkorrektur für den Tongehalt
$K3$	$dB(A)$	Pegelkorrektur für den Impulsgehalt
K_P	$dB(A)$	Pegelkorrektur für den Parksuchverkehr
l	m	Weglänge der Durchfahrt
l_{zu}, l_{oR}	m	Länge Zufahrt / Rampe
$Leq(1m)_D$	$dB(A)$	Emissionspegel des Durchfahrtsverkehrs in 1 m Abstand
$L_{H,Etage}$	$dB(A)$	Innenschallpegel des Parkhausgeschosses
$L_{I,EG}$	$dB(A)$	Immissionspegel des Erdgeschosses
$L_{I,Etage}$	$dB(A)$	Immissionspegel des Parkhausgeschosses
$L_{I,Gebäude}$	$dB(A)$	Immissionspegel des Gebäudes
$L_{I,OG}$	$dB(A)$	Immissionspegel des Obergeschosses
$L_{I,PA}$	$dB(A)$	Immissionspegel der Parkierungsanlage
$L_{I,PH}$	$dB(A)$	Immissionspegel des Parkhauses
$L_{I,PV}$	$dB(A)$	Gesamtimmisionspegel der Parkierungsvorgänge
$L_{I,Teilfläche}$	$dB(A)$	Immissionspegel der Parkierungsvorgänge auf der Teilfläche
$L_{I,TG}$	$dB(A)$	Immissionspegel der Tiefgarage
$L_{I,Tot}$	$dB(A)$	Summe von Immissionspegeln
$L_{I,Zu}$	$dB(A)$	Immissionspegel aus der Zufahrt

Bedeutung und Einheiten der verwendeten Zeichen		
Zeichen	Einheit	Bedeutung
$L_{I,D}$	dB(A)	Immissionspegel des Durchfahrtsverkehrs
$L_{I,oR}, L_{I,gR}$	dB(A)	Immissionspegel der Rampe
L_r	dB(A)	Beurteilungspegel
$L_{W,D}$	dB(A)	Schalleistungspegel des Durchfahrtsverkehrs
$L_{W,pV}$	dB(A)	Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde
$L_{W,pVEtage}$	dB(A)	Schalleistungspegel der Parkierungsvorgänge auf einem Geschoss
$L_{W,Teilfläche}$	dB(A)	Schalleistungspegel der Parkierungsvorgänge auf der Teilfläche
$L_{W,Zu}$	dB(A)	Schalleistungspegel Zufahrt
$L_{W,oR}, L_{W,gR}$	dB(A)	Schalleistungspegel Rampe
M	Fz/h	Anzahl Fahrzeugbewegungen pro Stunde auf der Basis eines Jahresdurchschnitts
N	–	Gesamtzahl der Parkfelder der Parkierungsanlage
$n_{Teilfläche}$	–	Anzahl der Parkfelder auf der Teilfläche
$R'w$	dB(A)	Bewertetes Schalldämmmass
S, D	m	Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Teilfläche, dem Bauteil, der Öffnung und dem Empfängerpunkt
Γ	dB(A)	Richtwirkungsmaß

Tab. 1
Bedeutung und Einheiten der verwendeten Zeichen

A Allgemeines

1 Geltungsbereich

Diese Norm gilt für Parkierungsanlagen des motorisierten Verkehrs, welche von den Flächen des rollenden Strassenverkehrs durch Einfahrten und Ausfahrten abgetrennt sind.

Die Norm gilt nicht für Längs-, Schräg- und Senkrechtparkierung im öffentlichen Strassenraum sowie für temporäre Parkierungsanlagen (z.B. bei Dorffesten, Sportveranstaltungen usw.).

2 Gegenstand

Die Norm beinhaltet ein Berechnungs- und Beurteilungsverfahren zur Ermittlung der Lärmimmissionen, die durch die Parkierung von Motorfahrzeugen im Freien sowie in Parkhäusern und Tiefgaragen entstehen.

Das in der Norm enthaltene Beurteilungsverfahren stützt sich auf die massgebenden gesetzlichen Bestimmungen für Lärmimmissionen aus Parkierungsanlagen (Lärmschutzverordnung [3], Anhang 6, Ziffer 1, Absatz 1, Buchstabe d) und macht konkrete Vorschläge für die Wahl der Korrekturfaktoren.

Nicht Gegenstand der Norm ist die Ermittlung des Verkehrsaufkommens von Parkierungsanlagen. Diese ist in anderen VSS-Normen bzw. weiteren Dokumenten geregelt. Ebenfalls nicht dargelegt wird die Berechnung der übrigen Industrie- und Gewerbelärmimmissionen aus Parkierungsanlagen wie der Lärm von

- Güterumschlag
- Lüftungsanlagen
- Liftanlagen
- Gegensprech- und Lautsprecheranlagen
- usw.

3 Zweck

Die Norm schafft einheitliche Grundlagen für die Ermittlung der Lärmimmissionen von Parkierungsanlagen.

4 Grundlagen

Als rechtliche Grundlagen dienen

- Umweltschutzgesetz USG [2]
- Lärmschutzverordnung LSV [3]

Das Berechnungsverfahren basiert im Wesentlichen auf

- Parkplatzlärmstudie (Bayern) [4]
- Untersuchung Lärmimmission Parkierungsanlagen [5]

B Begriffe

5 Allgemeine Begriffe

5.1 Parkierungsanlage

Eine Parkierungsanlage ist eine Einrichtung, die dem Parkieren von Fahrzeugen des Individualverkehrs dient. Im Sinne dieser Norm sind Parkierungsanlagen sowohl Parkhäuser, Tiefgaragen und Parkplätze ausserhalb des Strassenraums als auch ähnliche Parkierungsanlagen wie Busbahnhöfe und Fährwarterräume.

5.2 Parkplatz

Ein Parkplatz ist eine ebenerdige, ungedeckte Parkierungsanlage.

5.3 Parkfeld

Ein Parkfeld ist eine abgegrenzte Fläche, auf der ein Fahrzeug parkiert werden darf.

5.4 Parkhaus

Ein Parkhaus ist eine ein- oder mehrgeschossige, oberirdische, teilweise oder vollständig gedeckte Parkierungsanlage.

- 5.5 Tiefgarage
Eine Tiefgarage ist eine ein- oder mehrgeschossige, unterirdische, vollständig gedeckte Parkieranlage.
- 5.6 Einfahrt und Ausfahrt bei Parkieranlagen
Einfahrt und Ausfahrt sind die Fahrwegsabschnitte am Rand der Parkieranlage, die normalerweise mit Kontrolleinrichtungen und Schranken ausgerüstet sind.
- 5.7 Fahrgasse
Eine Fahrgasse ist die Verkehrsfläche neben den Parkfeldern für die Zu- und Wegfahrt sowie zum Manövrieren.
- 5.8 Rampe
Eine Rampe ist ein Fahrweg zur Verbindung zwischen zwei Geschossen.
- 5.9 Parkierungsvorgang
Der Parkierungsvorgang besteht aus Anfahrt, Parkieren und Abfahrt. Er beinhaltet im Wesentlichen die folgenden lärmrelevanten Prozesse
- Anfahrt
 - Einparkieren (inkl. Manövrieren)
 - Türen schliessen und eventuell zusätzlich Heckklappe schliessen (Aussteigen)
 - Türen schliessen und eventuell zusätzlich Heckklappe schliessen (Einsteigen)
 - Startvorgang
 - Ausparkieren (inkl. Manövrieren)
 - Abfahrt
- 5.10 Anfahrt
Die Anfahrt ist das Zufahren vor dem Einparkieren. Sie weist gegenüber der beschleunigten Abfahrt einen tieferen Schallpegel auf.
- 5.11 Manövriervorgang
Der Manövriervorgang beinhaltet das Ein- oder Ausparkieren inkl. Standgeräusch, aber ohne das Starten des Motors und ohne die An- bzw. die beschleunigte Abfahrt.
- 5.12 Türenschiessen
Das Türenschiessen beinhaltet die entsprechenden Lärmemissionen beim Einsteigen in die Fahrzeuge und beim Aussteigen aus den Fahrzeugen mit dem Schliessen der Türen und eventuell der Heckklappen.
- 5.13 Startvorgang
Der Startvorgang beinhaltet das Anlassen sowie das Anspringen des Motors.
- 5.14 Abfahrt
Die Abfahrt ist das Wegfahren nach dem Manövriervorgang. Sie weist gegenüber der Anfahrt und dem Durchfahrtsverkehr einen erhöhten Schallpegel auf.
- 5.15 Bewegung
Das Ein- und Ausparkieren zählt je als eine Bewegung.
- 5.16 Standgeräusch
Die Emissionen des laufenden Motors im Leerlauf werden als Standgeräusch bezeichnet.
- 5.17 Druckluftgeräusch
Beim Parkierungsvorgang von Lastwagen wird der Druck in den Druckluftbremsen abgebaut und es entsteht ein zischendes Geräusch. Dieses ist beim Schalleistungspegel des Parkierungsvorgangs von Lastwagen berücksichtigt.

- 5.18 **Parksuchverkehr**
Beim Parksuchverkehr handelt sich um den Verkehr, der innerhalb der Parkieranlage (in den Fahr-
gassen) durch das Suchen eines freien Parkfeldes entsteht.
- 5.19 **Durchfahrtsverkehr**
Der Durchfahrtsverkehr wird von Fahrzeugen innerhalb der Parkieranlage verursacht, die nicht im
entsprechenden Bereich parkieren (z.B. reine Zubringer- bzw. Abholerfahrten zu den Haltestellen des
öffentlichen Verkehrs, Fahrten auf Rampen usw.).
Weist die Parkieranlage mehr als 150 Parkfelder auf, so sind Durchfahrten zu den weiteren Park-
feldern zu berücksichtigen.
- 5.20 **Teilfläche**
Die Teilfläche ist die Fläche einer Parkieranlage mit Parkfeldern gleicher Nutzung. Eine Teilfläche
hat maximal 150 Parkfelder zu umfassen.

C Emissionen

- 6 **Fahrzeugkategorien**
Für die Emissionsberechnungen sind die Fahrzeuge in SWISS10-Kategorien zu unterteilen.
- 7 **Nutzungsarten für Parkieranlagen**
- 7.1 **Nutzung für den Berufsverkehr**
Es handelt sich dabei um Parkieranlagen, die Mitarbeitern, welche mit dem Motorfahrzeug zur Ar-
beit pendeln, sowie Besuchern, Kunden und Lieferanten zur Verfügung stehen. Die Parkfelder sind nicht
öffentlich zugänglich und grösstenteils für Berechtigte reserviert.
- 7.2 **Nutzung für Park and Ride**
Park-and-Ride-Anlagen befinden sich in der Nähe einer Haltestelle des öffentlichen Verkehrs. Sie dienen
der Parkierung des individuellen Fahrzeugs beim Umsteigen auf ein öffentliches Verkehrsmittel. Park-
and-Ride-Anlagen verfügen häufig auch über Vorfahrten für den Zubringerdienst zu den Haltestellen des
öffentlichen Verkehrs.
- 7.3 **Nutzung durch Dienstleistungsunternehmen**
Diese Parkieranlagen dienen den Kunden von Dienstleistungsunternehmen.
- 7.4 **Nutzung für den Einkauf**
Parkieranlagen für den Einkauf sind
– Parkieranlagen von Einkaufszentren
– Parkieranlagen von Einzelhandelsgeschäften
– allgemein zugängliche innerstädtische Parkieranlagen
– Parkieranlagen bei Tankstellen mit Shop
- 7.5 **Nutzung für Freizeitaktivitäten**
Parkieranlagen für Freizeitaktivitäten sind
– Parkieranlagen von Sportplätzen, Stadien, Sporthallen, Schiessanlagen, Flugfeldern usw.
– Parkieranlagen von Unterhaltungsbetrieben (Multiplex-Kinos, Kasinos, Diskotheken usw.)
– Parkieranlagen von Kulturbetrieben (Museen, Konzerthallen, Theater, Opern usw.)
– Parkieranlagen in Erholungs- und Freizeitgebieten (Strandbäder, Naherholungszonen, Wander-
und Skigebiete, Seilbahnen usw.)
– Parkieranlagen von Ausstellungs- und Messezentren
- 7.6 **Nutzung durch Anwohner und Besucher**
Zu dieser Kategorie gehören Parkieranlagen, die zu Wohnsiedlungen gehören und die hauptsäch-
lich durch Anwohner und Besucher benutzt werden.

7.7 Nutzung als Warteraum und Bereitstellung

Es handelt sich um Parkieranlagen, die als Warteräume zur Benutzung anderer Verkehrsträger konzipiert sind

- Fährwarteräume
- Warteräume bei Bahnverladestationen
- Schwerverkehrszentren
- Busbahnhöfe und Carparkplätze

7.8 Weitere Nutzungen

Weitere Nutzungen sind

- Parkieranlagen der Hotellerie
- Parkieranlagen von Gastwirtschaften, Restaurants usw.
- Besucher-Parkieranlagen von Schulen, Spitälern, Heimen, Werkstätten usw.
- Parkieranlagen von Kirchen, Friedhöfen usw.
- Besucher-Parkieranlagen an Flughäfen

7.9 Kombinierte Nutzungen

Die meisten Parkieranlagen sind nicht für eine einzige Nutzung vorgesehen. Es gibt häufig Mehrfachnutzungen, d.h. dasselbe Parkfeld wird beispielsweise sowohl vom Berufs-, dem Einkaufsverkehr wie auch dem Freizeitverkehr benutzt.

8 Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang

Der Schalleistungspegel eines Parkfeldes hängt wesentlich von seiner Nutzung ab. Einen Einfluss auf die Lärmentwicklung hat namentlich der Besetzungsgrad des Fahrzeugs, die Nutzung des Kofferraums und das Fahrverhalten. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte wurden die in Tabelle 2 dargestellten Schalleistungspegel $L_{W,PV}$ für die verschiedenen Nutzungsarten von Parkieranlagen festgelegt. Bezüglich den Schalleistungspegeln pro Parkierungsvorgang sind die Lieferwagen den Personenwagen gleichzusetzen (siehe Tabelle 2).

Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang			
Nutzung der Parkieranlage durch	Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde $L_{W,PV}$ [dB(A)] ¹⁾	Der Schalleistungspegel berücksichtigt zusätzlich zum eigentlichen Parkierungsvorgang auch die folgenden Lärmanteile	Erhöhung des Schalleistungspegels bei zusätzlichen Lärmquellen
SWISS10-Kategorien 3 und 5 (Personen- und Lieferwagen)			
Berufsverkehr	66	–	Bei der Benutzung von Einkaufs- oder Gepäckwagen erhöht sich der Pegel um 2 dB(A).
Park and Ride	66		
Dienstleistungsunternehmen	66		
Einkaufsverkehr	67	Oft Türen und Heckklappe öffnen und schliessen	
Freizeitaktivitäten	68	Oft Türen und Heckklappe öffnen und schliessen, Musikanlagen	
Anwohner und Besucher	67	Oft Türen und Heckklappe öffnen und schliessen	
Warte- und Bereitstellungsräume	68	Oft Türen und Heckklappe öffnen und schliessen, Musikanlagen	
Weitere	67	Oft Türen und Heckklappe öffnen und schliessen	
Übrige Fahrzeugkategorien			
SWISS10 Kategorie 1 (Gesellschaftswagen)	76	–	Bei zusätzlicher Benutzung von Gepäckwagen erhöht sich der Pegel um 1 dB(A).

Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang			
Nutzung der Parkierungsanlage durch	Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde $L_{W,PV}$ [dB(A)] ¹⁾	Der Schalleistungspegel berücksichtigt zusätzlich zum eigentlichen Parkierungsvorgang auch die folgenden Lärmanteile	Erhöhung des Schalleistungspegels bei zusätzlichen Lärmquellen
SWISS10 Kategorien 8 bis 10 (Lastwagen)	78	–	Der Betrieb von Kühlaggregaten zeigt mittlere Schalleistungspegel von 97 dB(A). Diese Lärmquelle ist zusätzlich zu derjenigen der Parkierungsvorgänge zu berücksichtigen. Falls keine genaueren Angaben vorliegen, ist von einer Einsatzdauer von 15 Minuten pro Stunde auszugehen.
SWISS10 Kategorie 2 (Motorräder)	69	–	–

¹⁾ Schalleistungspegel bei Fahrbahnoberfläche aus Asphalt oder ungerilltem, fugenlosem Beton. Für andere Oberflächen sind eventuell die Werte zu erhöhen

Tab. 2
Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang

Bei kombinierter Nutzung der Parkfelder sind die Schalleistungspegel $L_{W,PV}$ der Parkierungsvorgänge entsprechend ihres Anteils energetisch zu addieren.

$$L_{W,PV} = 10 \cdot \log[a \cdot 10^{(0,1 \cdot L_{W,PV1})} + b \cdot 10^{(0,1 \cdot L_{W,PV2})} + c \cdot 10^{(0,1 \cdot L_{W,PV3})} + \dots] \text{ [dB(A)]}$$

wobei a, b, c, \dots die Anteile der einzelnen Nutzungen sind und zusammengezählt 1 ergeben.

9 Schalleistungspegel pro Teilfläche

Parkierungsanlagen, die unterschiedliche Nutzungen beinhalten, sind in Teilflächen mit einheitlichen Schalleistungspegel $L_{W,PV}$ und einheitlicher Anzahl Parkierungsvorgänge aufzuteilen.

Damit die Teilflächen als Punktschallquellen behandelt werden können, sind sie weiter zu unterteilen, wenn der Abstand zwischen Immissionsort und Rand der Teilfläche kleiner ist als die grösste Abmessung der Teilfläche.

Jede einzelne Teilfläche ist auf 150 Parkfelder zu begrenzen.

Der Schalleistungspegel der i -ten Teilfläche $L_{W,Teilfläche i}$ berechnet sich wie folgt

$$L_{W,Teilfläche i} = L_{W,PVi} + dM_i \text{ [dB(A)]}$$

$L_{W,PVi}$ Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde der entsprechenden Nutzung auf der Teilfläche i

dM_i Verkehrsmengenzuschlag

Der Verkehrsmengenzuschlag dM_i berechnet sich wie folgt

$$dM_i = 10 \cdot \log(B_{Teilfläche i} \cdot n_{Teilfläche i}) \text{ [dB(A)]}$$

$B_{Teilfläche i}$ Anzahl Parkierungsvorgänge auf der Teilfläche i pro Stunde und Parkfeld (im Jahresschnitt unterteilt in Tag und Nacht)

$n_{Teilfläche i}$ Anzahl Parkfelder auf der Teilfläche i

10 Anzahl Parkierungsvorgänge

Die Anzahl der Parkierungsvorgänge pro Parkfeld am Tag (07...19 Uhr) bzw. in der Nacht (19...07 Uhr) ist stark von der Nutzungsart und Lage der Parkierungsanlage abhängig. Für den spezifischen Anwendungsfall ist sie von einer Verkehrsfachperson zu ermitteln.

D Immissionen

11 Ungedeckte Parkierungsanlage

Die Immissionen ungedeckter Parkierungsanlagen setzen sich wie folgt zusammen

- Parkierungsvorgänge inkl. Pegelerhöhung durch allfälligen Parksuchverkehr
- eventueller Durchfahrtsverkehr $L_{i,D}$
- Verkehr auf der Einfahrt und Ausfahrt $L_{i,Zu}$

Der Immissionspegel $L_{i,PA}$ berechnet sich durch energetische Addition der verschiedenen Anteile wie folgt

$$L_{i,PA} = 10 \cdot \log[10^{(0,1 \cdot (L_{i,PV} + K_P))} + 10^{(0,1 \cdot L_{i,D})} + 10^{(0,1 \cdot L_{i,Zu})}] \text{ [dB(A)]}$$

$L_{i,PV}$ Gesamtimmissionspegel der Parkierungsvorgänge

K_P Pegelkorrektur für den Parksuchverkehr

$L_{i,D}$ Immissionspegel des allfälligen Durchfahrtsverkehrs

$L_{i,Zu}$ Immissionspegel der Einfahrt und Ausfahrt

11.1 Parkierungsvorgänge

Der Gesamtimmissionspegel der Parkierungsvorgänge $L_{i,PV}$ wird bei mehreren Teilflächen durch energetische Addition der verschiedenen Anteile gebildet.

$$L_{i,PV} = 10 \cdot \log \sum_i 10^{(0,1 \cdot L_{i,Teilfläche i})} \text{ [dB(A)]}$$

$L_{i,Teilfläche i}$ Immissionspegel der Parkierungsvorgänge auf der Teilfläche i

Der Immissionspegel aus den Parkierungsvorgängen pro Teilfläche $L_{i,Teilfläche i}$ wird nach folgender Formel berechnet

$$L_{i,Teilfläche i} = L_{W,Teilfläche i} - 8 - dD_i \text{ [dB(A)]}$$

dD_i Abstandskorrektur $dD_i = 20 \cdot \log(D_i)$

D_i Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Teilfläche i und dem Empfängerpunkt [m]

$L_{W,Teilfläche i}$ Schalleistungspegel der Parkierungsvorgänge der Teilfläche i

Bei grösseren Distanzen und/oder Hindernissen auf dem Ausbreitungsweg – wobei parkierte Fahrzeuge nicht als Hindernisse gelten – sind auch detailliertere Ausbreitungsrechnungen unter Berücksichtigung der Boden-, Luft- und Hindernisdämpfung in Betracht zu ziehen.

11.2 Parksuchverkehr

Die Pegelerhöhung infolge des Parksuchverkehrs K_P berechnet sich unabhängig von der Nutzung der Parkfelder nach folgender Formel

$$N < 150 \quad K_P = 10 \cdot \log\left(1 + \frac{N}{44}\right) \text{ [dB(A)]}$$

$$N \geq 150 \quad K_P = 6,4 \text{ [dB(A)]}$$

N Gesamtzahl der Parkfelder der Parkierungsanlage

11.3 Durchfahrtsverkehr

Bei Parkierungsanlagen mit mehr als 150 Parkfeldern, oder wenn es die Situation erfordert (Zubringerverkehr zu den Haltestellen des öffentlichen Verkehrs, Durchfahrten in Parkhäusern zum Erreichen einer anderen Etage, Fahrten auf Rampen usw.), sind die Immissionen des Durchfahrtsverkehrs separat zu berücksichtigen.

Die Immissionen des Durchfahrtsverkehrs berechnen sich nach Ziffer 11.4.

11.4 Einfahrt und Ausfahrt

Der Immissionspegel $L_{I,Zu}$ der Einfahrt und Ausfahrt ist nur zu berücksichtigen, wenn er gemäss Ziffer 14.1 der Parkieranlage zugerechnet wird.

Die Immissionen der Einfahrt und Ausfahrt werden ermittelt, indem die Emissionen der Strecke zu einer Schallquelle in der Mitte des Streckenabschnitts zusammengefasst werden ($L_{w,Zu}$) und daraus der Immissionspegel bestimmt wird ($L_{I,Zu}$). Die Quellenhöhe beträgt 0,05 m. Ist die Einfahrt oder Ausfahrt länger als 15 m oder besteht sie aus deutlich unterschiedlichen Teilen, ist sie in Teilstrecken zu unterteilen. Eine Unterteilung ist ebenfalls vorzunehmen, wenn die Distanz zum beurteilenden Empfangspunkt weniger als die Hälfte der Strecke beträgt.

$$L_{w,Zu} = 46 + 10 \cdot \log(l_{Zu}) + 10 \log(M) + di$$

$$di = 0,5 \cdot (i - 3) \text{ (nur Werte } > 0 \text{ berücksichtigen)}$$

$$L_{I,Zu} = L_{w,Zu} - 8 - 20 \cdot \log(d_{Zu})$$

l_{Zu}	Länge der Zufahrt [m]
M	Verkehrsmenge pro h
di	Korrektur Steigung
i	Steigung in % (immer positiv)
d_{Zu}	Distanz zwischen Lärmquelle und Empfangspunkt [m]

12 Tiefgarage

Der Immissionspegel von Tiefgaragen $L_{I,TG}$ ist aus den nachfolgend beschriebenen Komponenten entsprechend der Situation zusammensetzen

- Einfahrt und Ausfahrt ausserhalb der Tiefgarage bzw. ausserhalb des eingehausten Teils von Einfahrt und Ausfahrt
- Schallabstrahlung der Einfahrtsöffnung des eingehausten Teils der Einfahrt und Ausfahrt oder der Rampe

Es werden zwei Typen von Tiefgaragen unterschieden (Abbildung 1).

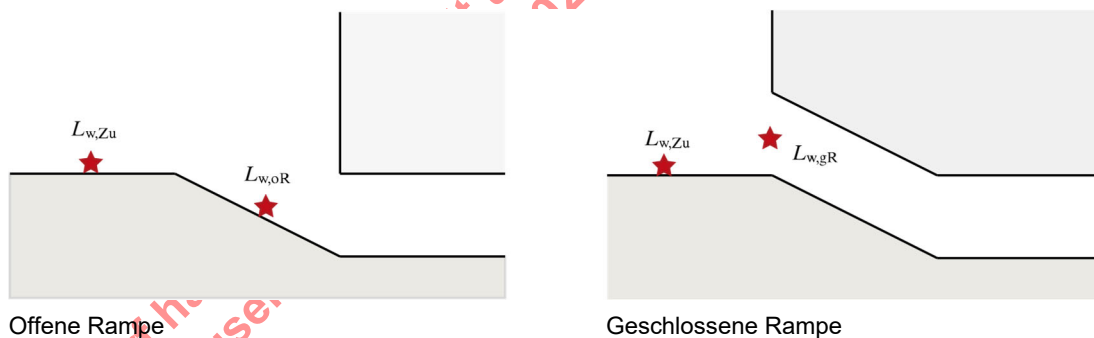


Abb. 1
Tiefgarage mit offener und geschlossener Rampe

Die Immissionen aus dem Öffnungs- und Schliessvorgang des Garagentors wie auch das Überfahren von Regenrinnen dürfen nicht massgeblich zum Immissionspegel beitragen. Andernfalls sind sie zu sanieren.

12.1 Einfahrt und Ausfahrt

Der Immissionspegel $L_{I,Zu}$ der Einfahrt und Ausfahrt ausserhalb der Parkieranlage und Rampe wird gemäss Ziffer 11.4 ermittelt.

12.2 Offene Rampe

Bei einer offenen Rampe können die Immissionen aus der Einfahrtsöffnung vernachlässigt werden. Die Emissionen der Rampe werden zu einer Punktquelle in Rampenmitte ($L_{w,oR}$) auf einer Höhe von 0,05 m zusammengefasst. $L_{w,oR}$ ergibt sich aus der energetischen Summe der auf- bzw. abwärtsfahrenden Fahrzeuge. Wenn die Distanz zum beurteilenden Empfangspunkt weniger als die Hälfte der Strecke beträgt, ist eine Unterteilung vorzunehmen. Die Immissionen der offenen Rampe ($L_{i,oR}$) berechnen sich wie folgt

$$L_{w,oR,auf} = 44 + 10 \cdot \log(I_{oR}) + 10 \cdot \log(M_{auf}) + di + d_{STM}$$

$$L_{w,oR,ab} = 36 + 10 \cdot \log(I_{oR}) + 10 \cdot \log(M_{ab}) + di + d_{STM}$$

$$L_{w,oR} = 10 \log(10^{(0,1 \cdot L_{w,oR,auf})} + 10^{(0,1 \cdot L_{w,oR,ab})})$$

$$di = 0,5 \cdot (i - 3) \text{ (nur Werte } > 0 \text{ berücksichtigen)}$$

$$L_{i,oR} = L_{w,oR} - 8 - 20 \cdot \log(d_{oR})$$

I_{oR}	Länge der Rampe [m]
M_{auf}	Verkehrsmenge pro Richtung pro h
M_{ab}	
di	Korrektur Steigung
i	Steigung in % (immer positiv)
d_{STM}	Korrektur Stützmauer
	$d_{STM} = 2$; Stützmauern
	$d_{STM} = 0$; seitliche Böschungen oder absorbierende Stützmauern
d_{oR}	Distanz zwischen Lärmquelle Rampe ($L_{w,oR}$) und Empfangspunkt [m]

12.3 Geschlossene Rampe

Die Immissionen aus der Garagenöffnung werden mittels einer Punktquelle in der Mitte der Garagenöffnung berechnet. Die Immissionen aus der Garagenöffnung betragen bei geschlossener Rampe

$$L_{w,gR} = 50 + 10 \cdot \log(F_{G0}) + 10 \cdot \log(M) + d_a$$

$$L_{i,gR} = L_{w,gR} - 5 - 20 \cdot \log(d_{gR}) + d_{Rm} + d_{Fas}$$

F_{G0}	Fläche Garagenöffnung in m ²
M	Verkehrsmenge pro h
d_a	Reduktion bei absorbierender Auskleidung
	$d_a = -4$ dB bei 5 m Länge ab Portal
	$d_a = -6$ dB bei 10 m Länge ab Portal
	Wände ab 0,5 m Höhe und Decken sind mit Absorption gemäss SN EN 1793-1 [1],
	4 dB $\leq DL_{\alpha,NRD} \leq 7$ dB zu verkleiden
d_{gR}	Distanz zwischen Öffnung Garage ($L_{w,gR}$) und Empfangspunkt [m]
d_{Rm}	Richtmass
	$d_{Rm} = 0$ dB: 0...30° zur Ausfahrriichtung
	$d_{Rm} = -4$ dB: 30...60° zur Ausfahrriichtung
	$d_{Rm} = -8$ dB: 60...90° zur Ausfahrriichtung
d_{Fas}	Reduktion für Fenster (siehe [6])
	$d_{Fas} = -5$ dB für Fenster direkt über oder seitlich der Garagenöffnung
	$d_{Fas} = 0$ dB für alle übrigen Fenster

12.4 Pegeladdition

Die Anteile sind wie folgt energetisch zu addieren

Offene Rampe $L_{i,Tot} = 10 \cdot \log(10^{(0,1 \cdot L_{i,Zw})} + 10^{(0,1 \cdot L_{i,oR})})$

Geschlossene Rampe $L_{i,Tot} = 10 \cdot \log(10^{(0,1 \cdot L_{i,Zw})} + 10^{(0,1 \cdot L_{i,gR})})$

13 Parkhaus

Das nachfolgend dargelegte Berechnungsverfahren gilt für Parkhäuser mit Öffnungen in der Gebäudehülle. Bei geschlossenen Gebäudehüllen, die über eine ausreichende Schalldämmung verfügen, sind die Lärmimmissionen anhand der Angaben zu Tiefgaragen zu ermitteln.

Der Immissionspegel des Parkhauses $L_{I,PH}$ berechnet sich aus den Beiträgen des Betriebs.

$$L_{I,PH} = 10 \cdot \log[10^{(0,1 \cdot L_{I,Gebäude})} + 10^{(0,1 \cdot L_{I,Zu})}] \text{ [dB(A)]}$$

$L_{I,Gebäude}$ Immissionspegel des Gebäudes
 $L_{I,Zu}$ Immissionspegel der Einfahrt und Ausfahrt

Für die Ermittlung des Beitrags aus dem Gebäude sind folgende Berechnungsschritte zu durchlaufen

- Bestimmung des Schalleistungspegels pro Etage unter Berücksichtigung der Parkierungsvorgänge, des Parksuchverkehrs und der Durchfahrten (gemäss Ziffern 13.1 und 13.2)
- Ermittlung des Innenschallpegels pro Etage (gemäss Ziffer 13.3)
- Ermittlung der Immissionen des Gebäudes (gemäss Ziffer 13.4)

13.1 Schalleistungspegel der Parkierungsanlage pro Geschoss

Der Schalleistungspegel der Parkierungsvorgänge auf einem Geschoss $L_{W,PVEtage}$ berechnet sich über die energetische Addition der Parkierungsvorgänge aller Teilflächen unter Berücksichtigung des Parksuchverkehrs wie folgt

$$L_{W,PVEtage} = [10 \cdot \log \sum_i 10^{(0,1 \cdot L_{W,Teilfläche i})}] + K_P \text{ [dB(A)]}$$

$L_{W,Teilfläche i}$ Schalleistungspegel der Parkierungsvorgänge auf der Teilfläche i
 K_P Pegelkorrektur für den Parksuchverkehr

13.2 Schalleistungspegel und Emissionen der Durchfahrten pro Geschoss

Der Schalleistungspegel $L_{W,D}$ oder der Emissionspegel in 1 m Abstand $Leq(1m)_D$ des Durchfahrtsverkehrs auch unter Berücksichtigung der Durchfahrten auf den Rampen ist mittels eines anerkannten Modells zur Berechnung von Strassenlärm zu bestimmen.

Zu berücksichtigen ist die Fahrtgeschwindigkeit mit 20 km/h, was für Personenwagen gemäss [7] einen Wert $Leq(1m) = 40,6 \text{ dB(A)}$ pro Fahrzeug ergibt. Weiter zu berücksichtigen sind die Steigung, die Fahrzeugkategorien (gemäss Ziffer 6), die Verkehrsmenge und die Fahrbahnoberfläche. Im Schalleistungspegel ist zusätzlich die Weglänge l zu berücksichtigen.

13.3 Innenschallpegel pro Geschoss

Der Innenschallpegel pro Geschoss $L_{H,Etage}$ berechnet sich wie folgt

$$L_{H,Etage} = 10 \cdot \log[10^{(0,1 \cdot L_{W,PVEtage})} + 10^{(0,1 \cdot L_{W,D})}] - dA + 6 \text{ [dB(A)]}$$

dA Korrektur äquivalente Absorptionsfläche $dA = 10 \cdot \log(A)$
 A Äquivalente Absorptionsfläche $[m^2]$ $A = cx1 \cdot A1 + cx2 \cdot A2 + cx3 \cdot A3 + \dots$
 cx_i Absorptionskoeffizient der Begrenzungsfläche i (Boden, Decke, Wände, Öffnungen)
 $cx_{Beton} \sim 0,03$; $cx_{Fassadenöffnung} 1$
 A_i Begrenzungsflächen i $[m^2]$
 $L_{W,D}$ Schalleistungspegel des Durchfahrtsverkehrs $L_{W,D} = Leq(1m)_D + 4 + 10 \cdot \log(l)$
 l Weglänge der Durchfahrt $[m]$

13.4 Immissionen aus den Gebäudeöffnungen

Der Immissionspegel pro Geschoss $L_{I,Etage i}$ am Immissionsort infolge von Gebäudeöffnungen ermittelt sich wie folgt

$$L_{I,Etage i} = L_{H,Etage i} + dF_i - 14 - dS_i + \Gamma_i \text{ [dB(A)]}$$

dF_i Flächenkorrektur $dF_i = 10 \cdot \log(F_i)$
 F_i Fläche der abstrahlenden Gebäudeöffnung i $[m^2]$
 dS_i Abstandskorrektur $dS_i = 20 \cdot \log(S_i)$
 S_i Distanz zwischen dem Mittelpunkt der Öffnung i und dem Empfängerpunkt $[m]$
 Γ_i Richtwirkungsmass für das Bauteil i . Γ_i beträgt bei Abstrahlung in den Halbraum 3 dB(A) und bei Abstrahlung in den Viertelraum 6 dB(A)
 $L_{H,Etage i}$ Innenschallpegel des Parkhausgeschosses i

Für grössere Entfernungen S_i sind auch weitere Dämpfungsfaktoren (z.B. Luft- und Bodendämpfung) in Abzug zu bringen. Es gilt zu berücksichtigen, dass bei kurzen Distanzen S_i zwischen Parkhaus und

Immissionsort die abstrahlenden Bauteile weiter zu unterteilen sind, damit die Bedingung ($S_i >$ grösste Abmessung des Bauteils) erfüllt ist.

Sind die dem Immissionsort gegenüberliegenden Gebäudeöffnungen mittels schwach dämmender Bauteile geschlossen worden, so lässt sich der Schalldurchtritt durch solche Bauelemente wie folgt ermitteln

$$L_{L,Etage\ i} = L_{H,Etage} - R'w_i + dF_i - 14 - dS_i + \Gamma_i \text{ [dB(A)]}$$

$R'w_i$	Bewertetes Schalldämmmass des Bauteils i
$L_{H,Etage\ i}$	Innenschallpegel des Parkhausgeschosses i
dF_i	Flächenkorrektur $dF_i = 10 \cdot \log(F_i)$
F_i	Fläche der abstrahlenden Gebäudeöffnung i [m ²]
dS_i	Abstandskorrektur $dS_i = 20 \cdot \log(S_i)$
S_i	Distanz zwischen dem Mittelpunkt der Öffnung i und dem Empfängerpunkt [m]
Γ_i	Richtwirkungsmass für das Bauteil i

Die Immissionen aller relevanten Teile der Gebäudehülle werden anschliessend energetisch addiert

$$L_{L,Gebäude} = 10 \cdot \log \sum_i 10^{(0,1 \cdot L_{L,Etage\ i})} \text{ [dB(A)]}$$

$L_{L,Etage\ i}$ Immissionspegel des Parkhausgeschosses i

13.5 Immissionen der Parkhauszufahrt

Der Immissionspegel $L_{L,Zu}$ der Einfahrt und Ausfahrt wird gemäss Ziffer 11.4 ermittelt.

E Beurteilung der Immissionen

14 Parkierungsanlagen in der Lärmschutzverordnung

Die Belastungsgrenzwerte der Lärmimmissionen von Parkierungsanlagen für Parkhäuser und grössere Parkplätze ausserhalb von Strassen sind in der LSV [3], Anhang 6, geregelt.

14.1 Abgrenzung der Parkierungsanlage

Ob es sich bei der Einfahrt und Ausfahrt um einen Teil des Strassennetzes (Beurteilung gemäss LSV [3], Anhang 3) oder um einen Teil der Parkierungsanlage handelt (Beurteilung gemäss LSV [3], Anhang 6, Ziffer 1, Absatz 1, Buchstabe d), ist im Einzelfall durch den Gutachter zu prüfen. Wenn der Verkehr auf der Einfahrt bzw. Ausfahrt infolge der Parkierungsanlage überwiegt, so sind dessen Immissionen in der Regel der Parkierungsanlage zuzurechnen.

14.2 Weitere Lärmquellen der Parkierungsanlage

Allfällige zusätzliche Industrie- und Gewerbelärmimmissionen aus anderen Lärmquellen der Parkierungsanlage (Güterumschlag, Lüftungsanlagen, Kühlaggregate von Lastwagen, Liftanlagen, Gegensprech- und Lautsprecheranlagen usw.) sind – soweit massgebend – ebenfalls zu überlagern; gegebenenfalls sind auch die Lärmphasen neu zu definieren und die in Ziffer 14.3 vorgeschlagenen Pegelkorrekturen anzupassen.

14.3 Pegelkorrekturen

Für den Lärm von Parkierungsanlagen gelten gemäss LSV [3], Anhang 6, folgende Pegelkorrekturen

- $K1$ Tag 0 [dB(A)]
- $K1$ Nacht 5 [dB(A)]

Die Pegelkorrekturen für den Tongehalt $K2$ und den Impulsgehalt $K3$ charakterisieren das Geräusch der Parkierungsanlage am Immissionsort. Deren Festlegung hat daher im Einzelfall aus Sicht des Empfängers zu erfolgen.

Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass der Tongehalt des Parkierungslärms nicht hörbar sein wird, während der Impulsgehalt als deutlich hörbar zu bezeichnen ist. Zusätzliche Immissionen oder andere Situationen – z.B. aus dem Betrieb von Kühlaggregaten, grössere Entfernung zur Parkfläche, Berücksichtigung von geringem Umgebungslärm in der Nacht – können aber auch zu einer anderen Einschätzung dieser Korrekturfaktoren führen.

Bei geschlossenen Tiefgaragen wird hingegen in der Regel der Impulsgehalt gering sein, wogegen ein Tongehalt vom Befahren der Rampe resp. durch ein tieffrequentes Geräusch aus der Garage anfallen könnte.

Die Pegelkorrektur für das zeitliche Auftreten des Parkierungslärms gemäss LSV [3], Anhang 6, Ziffer 31, Absatz 2, erübrigt sich. Sie ist bereits im durchschnittlichen Verkehr pro Stunde berücksichtigt.

14.4 Stellenwert der Norm, Genauigkeit der Methode

Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass die ermittelten Beurteilungspegel auf der sicheren Seite liegen.

Bei Kleinanlagen ist wegen weniger repräsentativen Fahrzeugen und individuellerem Fahrverhalten mit einer grösseren Streuung zu rechnen.

Zur Klärung spezieller Situationen sind eventuell Messungen notwendig.

Anhang

Berechnung der Immissionen Beispiele von Parkierungsanlagen

F Parkierungsanlage mit einer Nutzungsart

15 Situation einer einfachen Parkierungsanlage

Die Abbildung 2 zeigt eine einfache Parkierungsanlage.

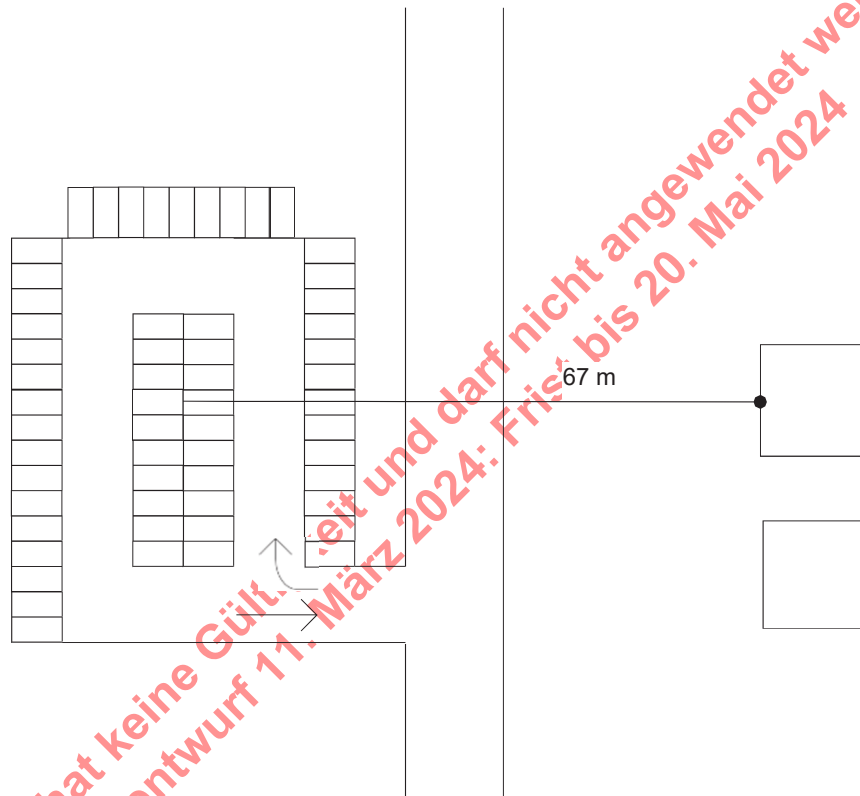


Abb. 2
Einfache Parkierungsanlage

15.1 Eingabedaten

Parkierungsanlagentyp

Ungedeckte Parkierungsanlage für Besucher. Parkierungsanlage bestehend aus einer Teilfläche (eine Nutzungsart, weniger als 150 Parkfelder).

Die Tabelle 3 zeigt die Eingabedaten für eine einfache Parkierungsanlage auf.

Eingabedaten für eine einfache Parkierungsanlage		
Attribut		Zahl
$L_{w,pv}$	[dB(A)]	67,0
$B_{\text{Teilfläche}} \text{ tag}$		0,15
$B_{\text{Teilfläche}} \text{ nacht}$		0,02
$N = n_{\text{Teilfläche}}$		55
D	[m]	67

Tab. 3
Eingabedaten für eine einfache Parkierungsanlage

15.2 Immissionsberechnungen

Die Tabelle 4 zeigt die Immissionsberechnungen für eine einfache Parkierungsanlage auf.

Immissionsberechnungen für eine einfache Parkierungsanlage			
Attribut	Parameter	Tag	Nacht
		[dB(A)]	
$L_{W,PV}$	Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde	67,0	67,0
$dM = 10 \cdot \log(B_{\text{Teilfläche}} \cdot N)$	Verkehrsmengenzuschlag	9,2	0,4
$L_{W,\text{Teilfläche}} = L_{W,PV} + dM$	Schalleistungspegel der Parkierungsvorgänge einer Teilfläche	76,2	67,4
$dD = 20 \cdot \log(D)$	Abstandskorrektur	36,5	36,5
$L_{I,PV} = L_{I,\text{Teilfläche}} = L_{W,\text{Teilfläche}} - 8 - dD$	Gesamtimmissionspegel der Parkierungsvorgänge	31,6	22,9
$K_P = 10 \cdot \log\left(1 + \frac{N}{44}\right)$	Pegelkorrektur für den Parksuchverkehr	3,5	3,5
$L_{I,D}$	Immissionspegel des Durchfahrtsverkehrs (hier kein Durchfahrtsverkehr)	0,0	0,0
$L_{I,Zu}$	Immissionspegel der Einfahrt und Ausfahrt (hier vernachlässigbar)	0,0	0,0
$L_{I,PA} = 10 \cdot \log[10^{(0,1 \cdot (L_{I,PV} + K_P))} + 10^{(0,1 \cdot L_{I,D})} + 10^{(0,1 \cdot L_{I,Zu})}]$	Immissionspegel der Parkierungsanlage	35,2	26,4

Tab. 4
Immissionsberechnungen für eine einfache Parkierungsanlage

15.3 Beurteilungspegel

Die Tabelle 5 zeigt den Beurteilungspegel L_r für eine einfache Parkierungsanlage auf.

Die Festlegung der Pegelkorrekturen K_2 und K_3 hat jeweils im Einzelfall zu erfolgen und wird hier wie angegeben geschätzt.

Beurteilungspegel L_r für eine einfache Parkierungsanlage			
Attribut	Parameter	Tag	Nacht
		[dB(A)]	
$L_{I,PA}$	Immissionspegel der Parkierungsanlage	35,2	26,4
K_1	Pegelkorrektur für die Art der Parkierungsanlage	0,0	5,0
K_2	Pegelkorrektur für den Tongehalt	0,0	0,0
K_3	Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	4,0	4,0
L_r	Beurteilungspegel	39,2	35,4

Tab. 5
Beurteilungspegel L_r für eine einfache Parkierungsanlage

G Parkierungsanlage mit Mehrfachnutzung

16 Situation einer kombinierten Parkierungsanlage

Die Abbildung 3 zeigt eine kombinierte Parkierungsanlage.

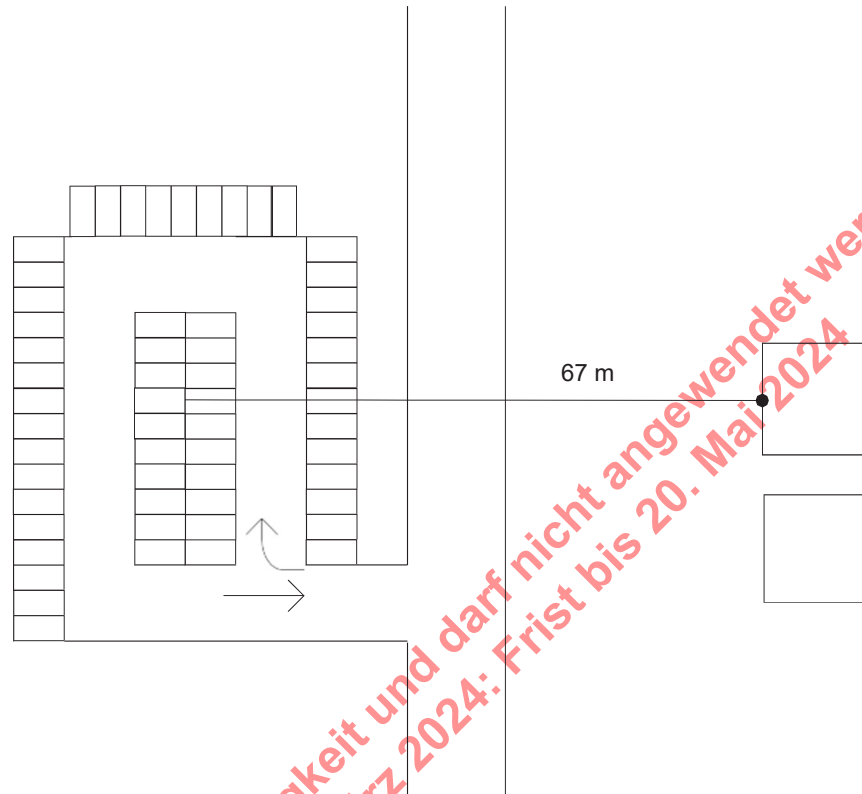


Abb. 3

Kombinierte Parkierungsanlage

16.1 Eingabedaten

Parkierungsanlagentyp

Ungedeckte Parkierungsanlage für Einkaufsverkehr (mit Einkaufswagen) und Besucher.
Parkierungsanlage bestehend aus einer Teilfläche (Mehrfachnutzung).

Die Tabelle 6 zeigt die Eingabedaten für eine kombinierte Parkierungsanlage auf.

Eingabedaten für eine kombinierte Parkierungsanlage					
Attribut		Einkauf	Besucher	Kombiniert	
				Tag	Nacht
$L_{w,pv}$	[dB(A)]	69,0	67,0	68,7	67,0
$B_{\text{Teilfläche tag}}$		0,75	0,15	0,9	–
$B_{\text{Teilfläche nacht}}$		0,00	0,05	–	0,05
$N = n_{\text{Teilfläche}} = 55$		–	–	–	–
$D = 67 \text{ m}$		–	–	–	–
Anteil Tag	[%]	50	50	100	–
Anteil Nacht	[%]	0	100	–	100

Tab. 6

Eingabedaten für eine kombinierte Parkierungsanlage

16.2 Immissionsberechnungen

Die Tabelle 7 zeigt die Immissionsberechnungen für eine kombinierte Parkierungsanlage auf.

Immissionsberechnungen für eine kombinierte Parkierungsanlage			
Attribut	Parameter	Tag	Nacht
		[dB(A)]	
$L_{W,PV}$	Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde	68,7	67,0
$dM = 10 \cdot \log(B_{\text{Teilfläche}} \cdot N)$	Verkehrsmengenzuschlag	17,0	4,4
$L_{W,\text{Teilfläche}} = L_{W,PV} + dM$	Schalleistungspegel der Parkierungsvorgänge einer Teilfläche	85,7	71,4
$dD = 20 \cdot \log(D)$	Abstandskorrektur	36,5	36,5
$L_{I,PV} = L_{I,\text{Teilfläche}} = L_{W,\text{Teilfläche}} - 8 - dD$	Gesamtimmissionspegel der Parkierungsvorgänge	41,2	26,9
$K_P = 10 \cdot \log\left(1 + \frac{N}{44}\right)$	Pegelkorrektur für den Parksuchverkehr	3,5	3,5
$L_{I,D}$	Immissionspegel des Durchfahrtsverkehrs (hier kein Durchfahrtsverkehr)	0,0	0,0
$L_{I,Zu}$	Immissionspegel der Einfahrt und Ausfahrt (hier vernachlässigbar)	0,0	0,0
$L_{I,PA} = 10 \cdot \log[10^{(0,1 \cdot (L_{I,PV} + K_P))} + 10^{(0,1 \cdot L_{I,D})} + 10^{(0,1 \cdot L_{I,Zu})}]$	Immissionspegel der Parkierungsanlage	44,7	30,4

Tab. 7
Immissionsberechnungen für eine kombinierte Parkierungsanlage

16.3 Beurteilungspegel

Die Tabelle 8 zeigt den Beurteilungspegel L_r für eine kombinierte Parkierungsanlage auf. Die Festlegung der Pegelkorrekturen K_2 und K_3 hat jeweils im Einzelfall zu erfolgen und wird hier wie angegeben geschätzt.

Beurteilungspegel L_r für eine kombinierte Parkierungsanlage			
Attribut	Parameter	Tag	Nacht
		[dB(A)]	
$L_{I,PA}$	Immissionspegel der Parkierungsanlage	41,1	30,4
K_1	Pegelkorrektur für die Art der Parkierungsanlage	0,0	5,0
K_2	Pegelkorrektur für den Tongehalt	0,0	0,0
K_3	Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	2,0	4,0
L_r	Beurteilungspegel	43,1	39,4

Tab. 8
Beurteilungspegel L_r für eine kombinierte Parkierungsanlage

H Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen

17 Situation einer Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen

Die Abbildung 4 zeigt eine Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen.

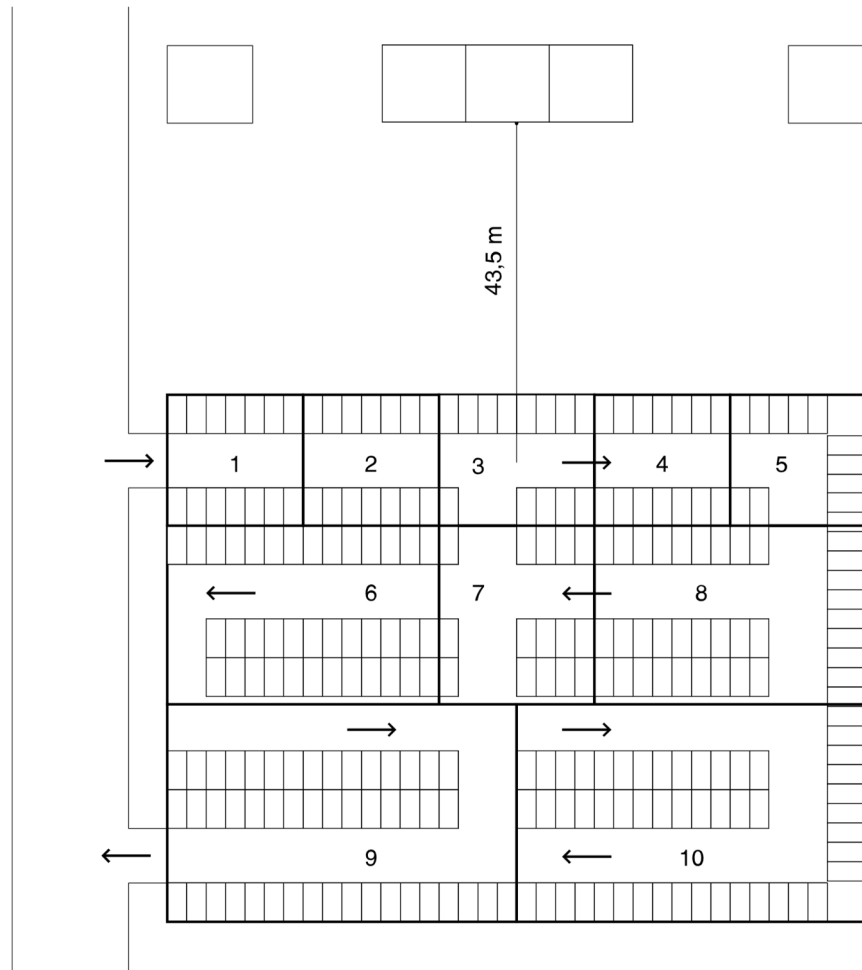


Abb. 4
Parkierungsanlage mit den Teilflächen 1...10

17.1 Eingabedaten

Parkierungsanlagentyp

Ungedeckte Parkierungsanlage für Freizeitaktivitäten.

Parkierungsanlage bestehend aus 10 Teilflächen (eine Nutzungsart, mehr als 150 Parkfelder).

Die Tabelle 9 zeigt die Eingabedaten für eine Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen auf.

Eingabedaten für eine Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen										
Attribut	Teilflächen									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$L_{W,PV}$ [dB(A)]	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0
$B_{\text{Teilfläche tag}}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
$B_{\text{Teilfläche nacht}}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$N = n_{\text{Teilfläche}} = 255$	14	14	13	14	12	38	15	36	48	51
D [m]	57	48	44	48	57	69	64	69	92	92

Tab. 9
Eingabedaten für eine Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen

17.2 Immissionsberechnungen

Die Tabellen 10...12 zeigen die Immissionsberechnungen für eine Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen auf.

Immissionsberechnungen für eine Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen, aufgeteilt in Teilflächen, 1. Teil										
Attribut	Teilflächen									
	1		2		3		4		5	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	[dB(A)]									
$L_{W,PV}$	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0
$dM = 10 \cdot \log(B_{\text{Teilfläche}} \cdot n_{\text{Teilfläche}})$	9,2	4,5	9,2	4,5	8,9	4,1	9,2	4,5	8,6	3,8
$L_{W,\text{Teilfläche}} = L_{W,PV} + dM$	77,2	72,5	77,2	72,5	76,9	72,1	77,2	72,5	76,6	71,8
$dD = 20 \cdot \log(D)$	35,1	35,1	33,6	33,6	32,9	32,9	33,6	33,6	35,1	35,1
$L_{I,\text{Teilfläche}} = L_{W,\text{Teilfläche}} - 8 - dD$	34,1	29,4	35,6	30,8	36,1	31,3	35,6	30,8	33,5	28,7

Tab. 10

Immissionsberechnungen für eine Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen, aufgeteilt in Teilflächen, 1. Teil

Immissionsberechnungen für eine Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen, aufgeteilt in Teilflächen, 2. Teil										
Attribut	Teilflächen									
	6		7		8		9		10	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	[dB(A)]									
$L_{W,PV}$	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0
$dM = 10 \cdot \log(B_{\text{Teilfläche}} \cdot n_{\text{Teilfläche}})$	13,6	8,8	9,5	4,8	13,3	8,6	14,6	9,8	14,9	10,1
$L_{W,\text{Teilfläche}} = L_{W,PV} + dM$	81,6	76,8	77,5	72,8	81,3	76,6	82,6	77,8	82,9	78,1
$dD = 20 \cdot \log(D)$	36,8	36,8	36,1	36,1	36,8	36,8	39,3	39,3	39,3	39,3
$L_{I,\text{Teilfläche}} = L_{W,\text{Teilfläche}} - 8 - dD$	36,8	32,0	33,4	28,6	36,6	31,8	35,3	30,5	35,6	30,8

Tab. 11

Immissionsberechnungen für eine Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen, aufgeteilt in Teilflächen, 2. Teil

Immissionsberechnungen für eine Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen			
Attribut	Parameter	Tag	Nacht
		[dB(A)]	
$L_{I,PV}$ = energetische Addition der $L_{I,Teilfläche\ i}$	Gesamtimmissionspegel der Parkierungsvorgänge	45,4	40,6
$K_P = 10 \cdot \log\left(1 + \frac{N}{44}\right)$	Pegelkorrektur für den Parksuchverkehr (für $N \geq 150$: $K_P = 6,4$)	6,4	6,4
$L_{I,D}$	Immissionspegel des Durchfahrtsverkehrs (Anfahrten zu Teilflächen 9 und 10 sowie Abfahrten aus anderen Teilflächen durch Teilflächen 9 und 10)	37,9	33,2
$L_{I,Zu}$	Immissionspegel der Einfahrt und Ausfahrt (hier vernachlässigbar)	0,0	0,0
$L_{I,PA} = 10 \cdot \log[10^{(0,1 \cdot (L_{I,PV} + K_P))} + 10^{(0,1 \cdot L_{I,D})} + 10^{(0,1 \cdot L_{I,Zu})}]$	Immissionspegel der Parkierungsanlage	52,0	47,2

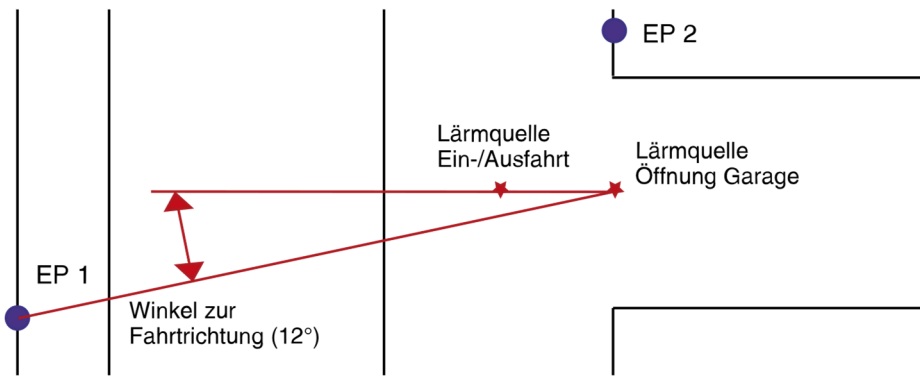
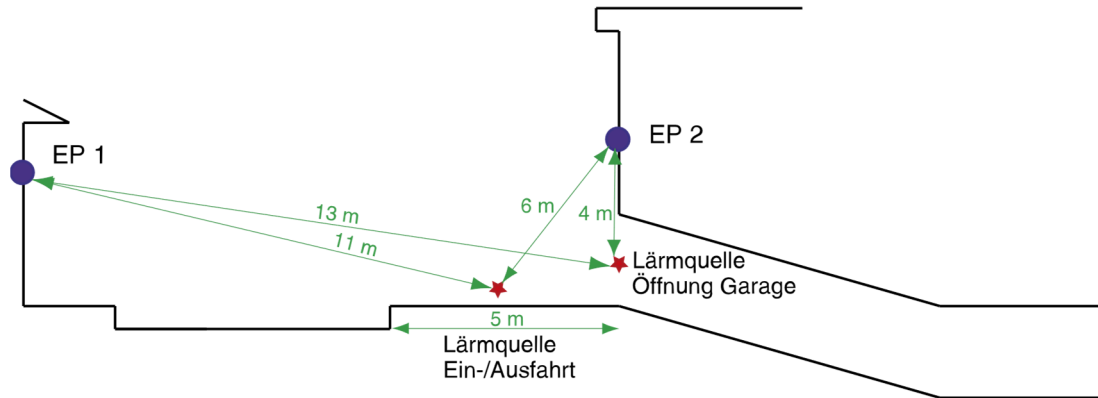
Tab. 12

Immissionsberechnungen für eine Parkierungsanlage mit mehreren Teilflächen

I Tiefgarage

18 Situation einer Tiefgarage

Die Abbildung 5 zeigt eine Tiefgarage.



EP Empfangspunkt

Abb. 5
Tiefgarage

Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit.
Vernehmlassungsentwurf 11.

18.1 Eingabedaten

Parkieranlagentyp

Tiefgarage mit eingehauster Zufahrt.

Die Tabelle 13 zeigt die Eingabedaten für eine Tiefgarage auf.

Eingabedaten für eine Tiefgarage				
Attribut		Einheit	Zahl	
			EP 1	EP 2
M_{Tag}	Verkehrsmenge Tag	[Fz/h]	60	60
M_{Nacht}	Verkehrsmenge Nacht	[Fz/h]	20	20
$F_{\text{GÖ}}$	Fläche Garagenöffnung	[m ²]	12,5	12,5
d_a	Länge absorbierende Verkleidung	[m]	5	5
a	Winkel zur Fahrtrichtung	[°]	12	90
d_{gR}	Distanz zwischen Öffnung Garage und Empfangspunkt	[m]	13	4
L_{Zu}	Länge Ein-/Ausfahrt	[m]	5	5
i	Steigung	[%]	0	0
d_{Zu}	Distanz zwischen Ein-/Ausfahrt und Empfangspunkt	[m]	11,3	6,6

Tab. 13

Eingabedaten für eine Tiefgarage

18.2 Immissionsberechnungen

Die Tabelle 14 zeigt die Berechnungen des Immissionspegels L_1 auf.

Immissionsberechnungen für eine Tiefgarage				
Attribut	EP 1		EP 2	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	[dBA]			
Ein-/Ausfahrt				
$d_i = 0,5 \cdot (i - 3); (> 0)$	0	0	0	0
$L_{w,Zu} = 46 + 10 \cdot \log(L_{Zu}) + 10 \cdot \log(M) + d_i$	70,8	66,0	70,8	66,0
$L_{1,Zu} = L_{w,Zu} - 8 - 20 \cdot \log(d_{Zu})$	41,7	36,9	46,4	41,6
Öffnung Garage/Rampe				
d_a (siehe Ziffer 12.3)	-4	-4	-4	-4
$L_{w,gR} = 50 + 10 \cdot \log(F_{\text{GÖ}}) + 10 \cdot \log(M) + d_a$	74,8	70,0	74,8	70,0
d_{Rm} (siehe Ziffer 12.3)	0	0	-8	-8
d_{Fas} (siehe Ziffer 12.3)	0	0	-5	-5
$L_{1,gR} = L_{w,gR} - 5 - 20 \cdot \log(d_{\text{gR}}) + d_{\text{Rm}} + d_{\text{Fas}}$	47,5	42,7	44,7	39,9
Total				
$L_{1,PA} = 10 \cdot \log(10^{(0,1 \cdot L_{1,Zu})} + 10^{(0,1 \cdot L_{1,gR})})$	48,5	43,7	48,6	43,8

Tab. 14

Immissionsberechnungen für eine Tiefgarage

18.3 Beurteilungspegel

Die Tabelle 15 zeigt den Beurteilungspegel L_r für die Tiefgarage auf. Die Festlegung der Pegelkorrekturen K_2 und K_3 ist jeweils im Einzelfall zu erfolgen und wird hier wie angegeben geschätzt.

Beurteilungspegel L_r für eine Tiefgarage					
Attribut		EP 1		EP 2	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
		[dBA]			
$L_{I,PA}$	Immissionspegel	48,5	43,7	48,6	43,8
K_1	Pegelkorrektur für die Art der Parkieranlage	0	5	0	5
K_2	Pegelkorrektur für den Tongehalt	2	2	2	2
K_3	Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	0	0	0	0
L_r	Beurteilungspegel	50,5	50,7	50,6	50,8

Tab. 15
Beurteilungspegel L_r für eine Tiefgarage

Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 11. März 2024; Frist bis 20. Mai 2024

J Parkhaus

19 Situation und Schnitt eines Parkhauses

Die Abbildung 6 zeigt ein Parkhaus.

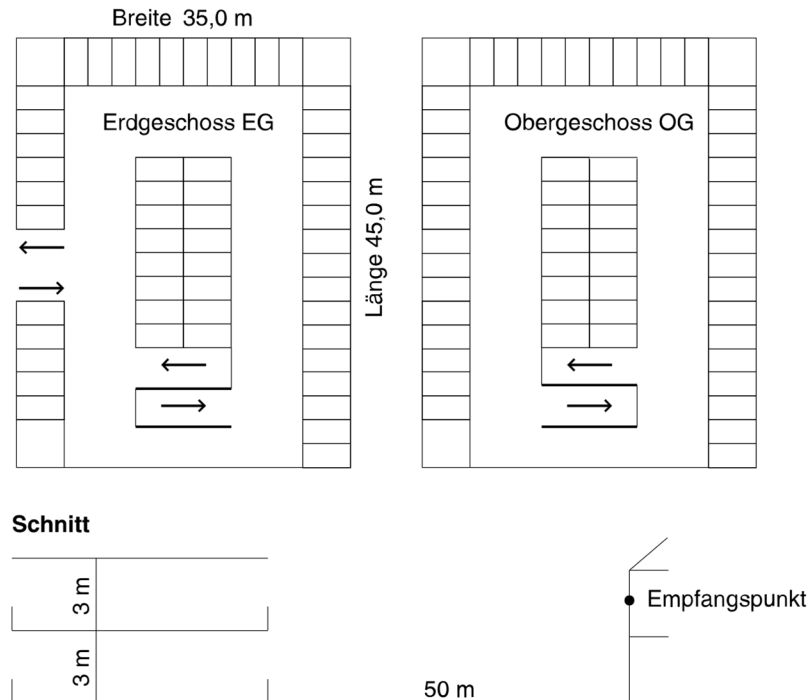


Abb. 6
Parkhaus

19.1 Eingabedaten

Parkierungsanlagentyp

Parkhaus (zwei gedeckte Etagen); Einkauf mit Einkaufswagen; nachts ist nur das Erdgeschoss genutzt. Parkierungsanlage bestehend aus zwei Geschossen (eine Nutzungsart, weniger als 150 Parkfelder). Die Tabelle 16 zeigt die Eingabedaten für ein Parkhaus auf.

Eingabedaten für ein Parkhaus		
Attribut	Erdgeschoss EG	Obergeschoss OG
$L_{w,pv}$ [dB(A)]	69,0	69,0
$B_{\text{Teilfläche tag}}$	0,6	0,6
$B_{\text{Teilfläche nacht}}$	0,2	0,0
$n_{\text{Teilfläche}} = N_{\text{Etage}}$	55	58
A [m ²]	257	250
$F_{\text{Fassadenöffnung}}$ [m ²]	80	80
S [m]	50	50
Γ [dB(A)]	6	3
$L_{eq}(1m)_D$	Rampe 60,5 dB(A); Erdgeschoss 59,1 dB(A); Grundlagen: Geschwindigkeit 20 km/h; Erdgeschoss horizontal; Steigung Rampe 10%; Verkehrsmenge 70 Fz/h (häufig auf/ab)	
l [m]	Auf Rampe $l = 20$; im Erdgeschoss $l = 106$	

Tab. 16
Eingabedaten für ein Parkhaus

19.2 Immissionsberechnungen

Die Tabellen 17 und 18 zeigen die Immissionsberechnungen für ein Parkhaus auf.

Immissionsberechnungen für ein Parkhaus unterteilt in Erd- und Obergeschoss					
Attribut	Parameter	Erdgeschoss EG		Obergeschoss OG	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
		[dB(A)]			
$L_{W,PV}$	Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde	69,0	69,0	69,0	0,0
$dM = 10 \cdot \log(B_{\text{Teilfläche}} \cdot n_{\text{Teilfläche}})$	Verkehrsmengenzuschlag	15,2	10,4	15,4	0,0
$L_{W,\text{Teilfläche}} = L_{W,PV} + dM$	Schalleistungspegel der Parkierungsvorgänge einer Teilfläche	84,2	79,4	84,4	0,0
$K_P = 10 \cdot \log\left(1 + \frac{N}{44}\right)$	Pegelkorrektur für den Parksuchverkehr	3,5	3,5	3,7	0,0
$L_{W,PVEtage} = L_{W,\text{Teilfläche}} + K_P$	Schalleistungspegel der Parkierungsvorgänge auf einer Etage	87,7	82,9	88,1	0,0
$L_{W,D} = Leq(1m)_D + 4 + 10 \cdot \log(l)$	Schalleistungspegel des Durchfahrtsverkehrs auf einer Etage	84,4	0,0	0,0	0,0
$dA = 10 \cdot \log(A)$	Korrektur äquivalente Absorptionsfläche	24,1	24,1	24,0	0,0
$L_{H,Etage} = 10 \cdot \log[10^{(0,1 \cdot L_{W,PVEtage})} + 10^{(0,1 \cdot L_{W,D})}] - dA + 6$	Innenschallpegel der Parkhausetage	71,3	64,8	70,1	0,0
$dF = 10 \cdot \log(F)$	Flächenkorrektur Fassadenöffnung	19,0	19,0	19,0	0,0
$dS = 20 \cdot \log(S)$	Abstandskorrektur	34,0	34,0	34,0	0,0
$L_{I,Etage} = L_{H,Etage} + dF - 14 - dS + \Gamma$	Immissionspegel der Parkhausetage	48,3	41,9	44,1	0,0

Tab. 17

Immissionsberechnungen für ein Parkhaus unterteilt in Erd- und Obergeschoss

Immissionsberechnungen aus Gebäudeöffnungen			
Attribut	Parameter	Tag	Nacht
		[dB(A)]	
$L_{I,\text{Gebäude}} = 10 \cdot \log[10^{(0,1 \cdot L_{I,EG})} + 10^{(0,1 \cdot L_{I,OG})}]$	Immissionspegel des Gebäudes	49,7	41,9
$L_{I,Zu}$	Immissionspegel der Einfahrt und Ausfahrt (hier: vernachlässigbar)	0,0	0,0
$L_{I,PH} = 10 \cdot \log[10^{(0,1 \cdot L_{I,\text{Gebäude}})} + 10^{(0,1 \cdot L_{I,Zu})}]$	Immissionspegel des Parkhauses	49,7	41,9

Tab. 18

Immissionsberechnungen aus Gebäudeöffnungen

19.3 Beurteilungspegel

Die Tabelle 19 zeigt den Beurteilungspegel L_r für ein Parkhaus auf (Korrekturwerte geschätzt, siehe Ziffer 14.3).

Beurteilungspegel L_r für ein Parkhaus			
Attribut	Parameter	Tag	Nacht
		[dB(A)]	
$L_{i,PH}$	Immissionspegel des Parkhauses	49,7	41,9
$K1$	Pegelkorrektur für die Art der Parkierungsanlage	0,0	5,0
$K2$	Pegelkorrektur für den Tongehalt	0,0	0,0
$K3$	Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	4,0	4,0
L_r	Beurteilungspegel	53,7	50,9

Tab. 19
Beurteilungspegel L_r für ein Parkhaus

K Literaturverzeichnis

- [1] SN EN 1793-1 Lärmschutzvorrichtungen an Strassen – Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften – Teil 1: Produktspezifische Merkmale – Schallabsorption unter den Bedingungen eines diffusen Schallfeldes
- [2] SR 814.01 Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG)
- [3] SR 814.41 Lärmschutzverordnung LSV
- [4] Bayerisches Landesamt für Umwelt;
Parkplatzlärmstudie: Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen, 6. vollständig überarbeitete Auflage, Augsburg, 2007
- [5] Müller-BBM Schweiz AG;
Lärmimmission Parkierungsanlagen, Rampen und Zufahrten von Tiefgaragen, Bericht Nr. C90789/01, 2023.
- [6] Tiefbauamt des Kanton Zürich;
Lärmimmissionen aus Tiefgaragen, Grundlagen für die Berechnung. Zürich 2014, mit Massstabmodellmessungen zu Lärmimmissionen aus Tiefgaragen (Empa)
- [7] Bundesamt für Umwelt (BAFU);
Heutschi K., Locher B.; sonROAD18 – Berechnungsmodell für Strassenlärm, Empa-Nr. 5214.010948, 09.07.2018, www.bafu.admin.ch/sonROAD18