



Parkplatzlärmstudie

6. überarbeitete Auflage



Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen
aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen
sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen



Parkplatzlärmstudie

6. überarbeitete Auflage

Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen
aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen
sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen

Umwelt Thema

Impressum

Parkplatzlärmstudie – 6. überarbeitete Auflage

ISBN: 978-3-940009-17-3

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Eine Behörde im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für
Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

Bearbeitung/Text/Konzept:

Möhler + Partner, Beratende Ingenieure für Schallschutz und Bauphysik,

Paul-Heysel-Str. 27, 80336 München

Projektdurchführung: Dipl.-Ing. Manfred Liepert unter Mitwirkung von Dipl.-Ing. FH Rudolf Liegl, Dipl.-Ing.

Ulrich Möhler, Martin Nunberger, Dipl.-Ing. FH Gerhard Prestele

Auftrag, Teilbearbeitung und Redaktion: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Projektleitung: Dipl.-Ing. Wolfgang Hendlmeier unter Mitwirkung von Dipl.-Geogr. Stefan Bauer, Dipl.-Ing.

Wolfgang Fürst, Hubert Gail, Dipl.-Phys. Peter Pelikan, Dipl.-Ing. FH Bernhard Ruttko, Dipl.-Phys. Dr. Alfons

Schmalzbauer, Dipl.-Ing. Heinz Sonntag, Dipl.-Phys. Reiner Tröps, Dipl.-Phys. Wolfgang Vierling

Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Druck:

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV)

Rosenkavalierplatz 2, 81925 München

August 2007

© Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, August 2007

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Wiedergabe – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des
Herausgebers.

Vorwort		7
Kapitel 1	Einführung	9
1.1	Grundsätzliches	9
1.2	Wichtige Änderungen im Vergleich zur 5. Auflage	9
1.3	Benutzungshinweise	10
Kapitel 2	Aufgabenstellung und Untersuchungsplan	11
Kapitel 3	Übersicht über die Erhebungen und Schallpegelmessungen	13
3.1	Bewegungen auf Parkplätzen (Verkehrszählungen)	13
3.1.1	Auswahl der Untersuchungsorte	13
3.1.2	Durchführungen der Erhebungen – Erhebungsparameter	14
3.1.3	Umstellung auf Bezugsgrößen für die Darstellung der erhobenen Fahrzeugbewegungen	14
3.2	Schallpegelmessungen	15
3.2.1	Emissionsmessungen	17
3.2.2	Messungen an Tiefgaragenrampen und Parkhäusern	17
3.2.3	Kontrollmessungen	18
Kapitel 4	Auswertemethodik	19
4.1	Auswertemethodik Erhebungen	19
4.2	Auswertemethodik Schallpegelmessungen	19
Kapitel 5	Erhebungen von Kfz-Bewegungen auf Parkplätzen	21
5.1	P+R-Plätze	22
5.2	Parkplätze an Tank- und Rastanlagen	26
5.3	Parkplätze und Tiefgaragen an Wohnanlagen	29
5.4	Parkplätze an Diskotheken	30
5.5	Parkplätze an Einkaufsmärkten	32
5.6	Parkplätze an Speisegaststätten	36
5.7	Parkplätze an Hotels	44
5.8	Parkplätze an Gasthöfen	46
5.9	Allgemein zugängliche Parkplätze und Parkhäuser in Innenstädten	48
5.10	Zusatzerhebungen zur Erfassung weiterer Einflusspara- meter	50
5.10.1	Abhängigkeit der Bewegungshäufigkeit vom Wochentag, Parkplatzart Gasthof	50

5.10.2	Abhängigkeit der Bewegungshäufigkeit von der Entfernung der Stellplätze vom Eingang eines Baumarktes	50
5.10.3	Erhebungen der Fahrzeugbewegungen an einer Einkaufsmarkt-Tankstelle	51
5.10.4	Erhebungen der Fahrzeugbewegungen an einer Diskothek, differenziert nach ausgewiesenen Diskothekenstellplätzen und sonstigen Stellplätzen	51
5.10.5	Erhebungen der Fahrzeugbewegungen an einer Gaststätte, differenziert nach ausgewiesenen Gaststättenstellplätzen und sonstigen Stellplätzen	52

Kapitel 6 Schallpegelmessungen 53

6.1	Emissionsmessungen von Parkvorgängen	53
6.1.1	Personenkraftwagen, Motorräder und Lieferwagen mit bis zu 2,8 t zulässigem Gesamtgewicht	53
6.1.2	Lastkraftwagen mit über 2,8 t zulässigem Gesamtgewicht und Omnibusse	58
6.2	Messungen zur Ermittlung des Einflusses unterschiedlicher Oberflächen der Fahrgassen	61
6.3	Messungen an Tiefgaragenrampen	62
6.3.1	Messergebnisse an nicht eingehausten Tiefgaragenrampen	64
6.3.2	Messergebnisse an eingehausten Tiefgaragenrampen	66
6.3.2.1	Tiefgaragenrampen mit reflektierenden Wänden	66
6.3.2.2	Tiefgaragenrampen mit absorbierenden Wänden	67
6.4	Messungen an Parkhäusern	68

Kapitel 7 Details zur Berechnung der Schallemission 71

7.1	Parkplätze	71
7.1.1	Grundsätzliches zum Berechnungsverfahren	71
7.1.2	Durchfahranteil beim zusammengefassten Verfahren	71
7.1.3	Getrenntes Berechnungsverfahren	73
7.1.4	Zuschläge für Impulshaltigkeit (K_I)	74
7.1.5	Zuschläge für die Parkplatzart (K_{PA})	75
7.1.6	Zuschläge für unterschiedliche Oberflächen der Fahrgassen (K_{StrO} und K_{StrO}^*)	76
7.2	Tiefgaragenrampen	76
7.2.1	Allgemeines	76
7.2.2	Zu- und Abfahrtverkehr, Fahrverkehr auf nicht eingehausten Rampen	77
7.2.3	Schallabstrahlung über geöffnetes Garagentor bei eingehauster Rampe	78
7.2.4	Überfahren einer Regenrinne	79
7.2.5	Öffnen oder Schließen eines Garagenrolltores	80
7.3	Parkhäuser	80

Kapitel 8	Empfohlenes Berechnungsverfahren für die schalltechnische Prognose	83
8.1	Allgemeines	83
8.2	Ebenerdige Parkplätze	87
8.2.1	Normalfall (sog. zusammengefasstes Verfahren)	87
8.2.2	Sonderfall (sog. getrenntes Verfahren)	88
8.2.2.1	Teilemissionen aus dem Ein- und Ausparken ohne Fahrverkehr	89
8.2.2.2	Teilemissionen aus dem Parksuch- und Durchfahrverkehr	89
8.3	Tiefgaragen	89
8.3.1	Zu- und Abfahrtverkehr, Fahrverkehr auf nicht eingehausten Rampen	90
8.3.2	Schallabstrahlung über geöffnetes Garagentor bei Ein- und Ausfahrten, eingehauste Tiefgaragenrampe	91
8.3.3	Überfahren einer Regenrinne	91
8.3.4	Öffnen oder Schließen eines Garagenrolltores	92
8.4	Parkhäuser	92
8.4.1	Ermittlung des Schalleistungspegels der Park- und Durchfahrflächen je Parketage	92
8.4.2	Ermittlung des Innenschallpegels je Parketage	93
8.4.3	Ermittlung der abgestrahlten Schalleistungspegel	94
8.4.4	Berechnung der Schallausbreitung	94
8.4.5	Maximalpegel	94
Kapitel 9	Berechnungsergebnisse im Vergleich mit Ergebnissen der Kontrollmessungen	95
9.1	Kontrollmessungen	96
9.2	Vergleich der gemessenen mit den berechneten Beurteilungspegeln	99
Kapitel 10	Schalltechnische Beurteilung von Parkplätzen und anderen Anlagen des ruhenden Verkehrs in Deutschland	100
10.1	Beurteilungsgrundsätze	100
10.2	Nicht öffentliche Parkplätze, Parkhäuser und Tiefgaragen	102
10.2.1	Einzelheiten der Beurteilung	102
10.2.2	Besucher- und Mitarbeiter-Pkw-Parkplätze	103
10.2.3	Parkplätze in Wohnanlagen	103
10.2.4	Parkplätze bei Gaststätten	104
10.2.5	Bahnhofsparkplätze (P+R-Plätze)	104
10.3	Öffentliche Parkplätze und Parkplätze an Sportanlagen	105
10.4	Kurzfassung der schalltechnischen Beurteilung von Anlagen des ruhenden Verkehrs	105

Kapitel 11	Planungsempfehlungen aus schallschutztechnischer Sicht	106
11.1	Allgemeines	106
11.2	Das Verkehrsumfeld des Parkplatzes und die Anordnung von Stellplätzen und Zufahrten	107
11.3	Schallschutzmaßnahmen	108
Kapitel 12	Anhang	109
Anhang 1	Abkürzungsverzeichnis	109
Anhang 2	Beispiel für die schalltechnische Berechnung eines Parkplatzes	110
Anhang 3	Beispiel für die schalltechnische Berechnung einer Tiefgaragenzufahrt	113
Anhang 4	Beispiel für die schalltechnische Berechnung eines Parkhauses	122
Anhang 5	Messergebnisse bei Omnibussen, Teilvorgänge bei Parkbewegungen	126
Anhang 6	Messergebnisse der Ein- und Ausfahrten von Pkw an den untersuchten Tiefgaragenrampen	127
Anhang 7	Messergebnisse an den untersuchten Parkhäusern bei simulierten Parkvorgängen	128
Anhang 8	Anmerkungen	129
Anhang 9	Gesetze, Regelwerke, Literatur	134

Die Dokumentation der Bewegungs- und Belegungsganglinien aller untersuchten Parkplätze kann gegen eine Schutzgebühr von 15 Euro beim Büro Möhler + Partner, Paul-Heyse-Straße 27, 80336 München, bezogen werden.

Vorwort

Die Lärm- und Abgasbelastung durch den Straßenverkehr ist allgemein bekannt. Zugleich mit dem fließenden Verkehr nimmt aber auch der sog. ruhende Verkehr zu, d. h. der Bedarf an Abstellflächen und -anlagen, und damit die durch deren Benutzung verursachten Immissionen. Zwei Beispiele sollen dies verdeutlichen: Die großen Parkplätze der zahlreichen neuen Einkaufsmärkte am Rand zentraler Orte bringen nicht selten Lärmprobleme durch den Zufahrts- und Parkverkehr mit sich. Auch die Bahnhofsparkplätze, die zur Förderung des gebrochenen Verkehrs zwischen Privatwagen einerseits und Eisenbahnen, Straßenbahnen und U-Bahnen andererseits seit Jahren errichtet werden, können dazu führen, dass an der angrenzenden Bebauung belästigende Schallimmissionen entstehen. Vor der Genehmigung bzw. Planfeststellung von Anlagen für den ruhenden Verkehr sind daher die zu erwartenden Schallimmissionen zu prognostizieren und immissionsschutzrechtlich zu beurteilen.

Schallemissionen von Parkplätzen wurden früher in der Regel nach DIN 18005, Teil 1 (Ausgabe vom Mai 1987) „Schallschutz im Städtebau“ berechnet. Dieses Berechnungsverfahren war grundsätzlich praktikabel. Es gab allerdings Hinweise darauf, dass die Parameter nicht genügend abgesichert waren. Außerdem wurden in der DIN 18005 unterschiedliche Parkplatztypen sowie die geometrische Form des Parkplatzes nicht berücksichtigt. Auch fehlten Anhaltswerte für das spezifische Verkehrsaufkommen (z.B. die Fahrzeugbewegungen je Stellplatz und Stunde).

Aus diesen Gründen hat das damalige Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) (ab August 2005 in das neu gegründete Bayerische Landesamt für Umwelt eingegliedert) ab 1984 Voruntersuchungen für eine „Parkplatzlärmstudie“ durchgeführt und 1986 die Untersuchungen von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen an die Dorsch Consult Ingenieurges.mbH in Auftrag gegeben. Die Studie wurde 1988 abgeschlossen und 1989 als 1. Auflage der „Parkplatzlärmstudie“ veröffentlicht. Die 2. Auflage von 1993 und die 3. Auflage von 1994 passten das Berechnungsverfahren weiter an die tatsächlichen Verhältnisse an. Verschiedene Schwierigkeiten verzögerten später die vollständige Neubearbeitung, die 2003 als 4. Auflage erschienen ist.

Seit vielen Jahren zieht die Fortschreibung der Parkplatzlärmstudie Nutzen aus dem engen Kontakt zwischen Anwendern und Herausgeber. Nach dem Erscheinen der 5. Auflage wurde die geänderte Formel zur Berücksichtigung des Durchfahrtanteils beim zusammengefassten Berechnungsverfahren wegen der zu hohen Sicherheit bei den berechneten Beurteilungspegeln lebhaft diskutiert und deshalb für eine geringere Prognosesicherheit neu entwickelt.

Die wichtigen Änderungen der 6. Auflage im Vergleich zur 5. Auflage sind im Abschnitt 1.2 genannt.

Beim Erscheinen der Parkplatzlärmstudie im Jahre 1989 war nicht abzusehen, dass das darin enthaltene Verfahren zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen eine so weite Verbreitung erhalten würde: So wurde es vereinfacht für die schalltechnische Berechnung öffentlicher Parkplätze in die Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90) aufgenommen. Weiterhin wenden es die Immissionsschutzbehörden und Ingenieurbüros in Bayern und in vielen anderen Bundesländern für die schalltechnische Berechnung nicht öffentlicher Parkplätze zum Teil wie eine Vorschrift an. Zudem haben international verbreitete schalltechnische Berechnungsprogramme die Emissionsermittlung nach dieser Studie implementiert, weshalb sie auch im nicht-deutschsprachigen Ausland bekannt ist.

In der Neuausgabe der DIN 18005-1 „Schallschutz im Städtebau“ vom Juli 2002 ist in den Abschnitten 2 und 7.1 ausdrücklich auf die Parkplatzlärmstudie verwiesen. Modifi-

ziert hat sie auch Eingang in die Regelwerke des benachbarten Auslandes gefunden. Dabei hat sich gezeigt, dass Beschwerden von Anliegern über Betriebslärm von Parkplätzen praktisch nicht auftreten, wenn das in der Studie beschriebene Berechnungs- und Beurteilungsverfahren herangezogen worden ist. Aus formaljuristischen Gründen wird es in Deutschland allerdings i. d. R. nicht für straßenrechtlich gewidmete Parkplätze angewendet.

Ich wünsche der vorliegenden 6. Auflage eine weite Verbreitung in der Fachwelt. Nicht zuletzt danke ich allen, die mitgearbeitet oder als Anwender wertvolle Hinweise gegeben haben.

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

Prof. Dr.-Ing. Albert Göttle
Präsident

1 Einführung

Bearbeitung: Bayerisches Landesamt für Umwelt

1.1 Grundsätzliches

In den Verwaltungsverfahren nach dem Baugesetzbuch, dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), den Landesbauordnungen oder im Rahmen von Planfeststellungsverfahren sind auch der ruhende Verkehr und die von ihm verursachten Geräuscheinwirkungen auf die benachbarte Wohnbebauung zu beachten. Zum ruhenden Verkehr gehören Parkplätze für Personen- und Lastkraftwagen, Tank- und Rastanlagen, zentrale Omnibushaltestellen u.ä.. Bei Längs- und Querparkstreifen sowie bei Parkbuchten im öffentlichen Straßenraum überwiegen i. d. R. die Geräusche des fließenden Verkehrs. Geräusche aus dem Ein- und Ausparken von Fahrzeugen in Parkstreifen öffentlicher Straßen werden daher i. d. R. nicht gesondert betrachtet. In Sonderfällen sind solche Parkplätze nach [5] zu berechnen.

Wichtige Ergebnisse der Parkplatzlärmstudie wurden später in ein Berechnungsverfahren für *öffentliche* Parkplätze (Abschnitt 4.5 der RLS-90 [5]) übernommen, allerdings nicht die Angaben über die zu erwartenden Einzel-Schallereignisse (Maximalpegel), da die Berücksichtigung von Maximalpegeln – zusätzlich zu den Mittelungspegeln – in das Regelwerk für den Verkehrslärmschutz aus Kostengründen nicht eingeführt ist. Aus der Sicht des Lärmschutzes und zur Vereinfachung der Regelungen wäre es außerdem wünschenswert, zwischen *öffentlichen* und *nicht öffentlichen* Parkplätzen nicht unterscheiden zu müssen (vgl. auch Abschnitt 10.1).

1.2 Wichtige Änderungen im Vergleich zur 5. Auflage

Die Immissionsschutzbehörden und Ingenieurbüros in Bayern, in anderen Bundesländern sowie – modifiziert – teilweise auch im benachbarten Ausland wenden die Parkplatzlärmstudie seit 1990 an. Dabei hat sich gezeigt, dass Beschwerden von Anliegern über Betriebslärm von Parkplätzen praktisch nicht auftreten, wenn das in der Studie beschriebene Berechnungs- und Beurteilungsverfahren angewendet worden ist und die Immissionsrichtwerte der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm [2] nicht überschritten werden.

Von der 2006 erschienenen 5. Auflage unterscheidet sich die 6. Auflage der Parkplatzlärmstudie durch drei wichtige Änderungen.

1. Beim getrennten Berechnungsverfahren ist bei der Berechnung des flächenbezogenen Schalleistungspegels nicht mehr K_1^* anzusetzen, sondern K_1 wie beim zusammengefassten Berechnungsverfahren (vgl. Abschnitt 7.1.4).
2. Die in der 3. Auflage vorgestellte Formel (3) zur Berücksichtigung des Durchfahr- und Parksuchverkehrs wurde geändert. Nach umfangreichen Testrechnungen entstand eine neue Formel (3), deren Ergebnisse bei kleinen und mittelgroßen Parkplätzen nur wenig von denen abweichen, die mit der in der 3. Auflage vorgestellten Formel ermittelt werden. Darüber hinaus erstreckt sich der Gültigkeitsbereich der neuen Formel auch auf Parkplätze mit beliebiger Stellplatzzahl, also auch auf Parkplätze mit über 150 Stellplätzen. Für größere Parkplätze lieferte die alte Formel deutlich zu hohe Werte.

3. Der Zuschlag K_{PA} bei Parkplätzen mit asphaltierten Fahrgassen, auf denen lärmarme Einkaufswagen geschoben werden, beträgt wie bei Standard-Einkaufswagen 3 dB(A).

1.3 Benutzungshinweise

Kapitel 8 der 6. Auflage der „Parkplatzlärmstudie“ stellt das empfohlene Berechnungsverfahren für die schalltechnische Prognose von Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Tiefgaragen und Parkhäusern vor, die vorangehenden Kapitel die Ermittlung der Eingangsgrößen und die Herleitung des Rechenverfahrens. Kapitel 9 vergleicht Ergebnisse von Kontrollmessungen an Parkplätzen mit den nach Kapitel 8 berechneten Beurteilungspegeln. Kapitel 10 befasst sich mit der schalltechnischen Beurteilung von Parkplätzen, Tiefgaragen und Parkhäusern. Kapitel 11 gibt Planungsempfehlungen aus der Sicht des Schallschutzes und ergänzt insoweit die Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs – EAR 91 [11] mit Ergänzungen [33] ff.. Inwieweit die relativ wenigen Zählergebnisse im Hinblick auf schalltechnische Prognosen schon als ausreichend angesehen werden können, lässt sich derzeit nicht zuverlässig beurteilen. Aus Zeit- und Kostengründen müssen jedoch weitere Erhebungen einer späteren Fortschreibung vorbehalten bleiben. In Tabelle 33 sind für schalltechnische Prognosen „auf der sicheren Seite“ die höchsten ermittelten Fahrzeugbewegungen je Einheit der Bezugsgröße (z. B. Anzahl der Stellplätze) und Stunde als Anhaltswerte genannt. Nur in begründeten Ausnahmefällen sollte davon nach unten abgewichen werden. Niedrigere Zählergebnisse auf einzelnen Parkplätzen sind in Tabelle 4 – 12 aufgelistet.

Die Veröffentlichung der „Parkplatzlärmstudie“ erfolgt als Heft der Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und enthält nur einige typische Bewegungs- und Belegungsganglinien der untersuchten Parkplätze. Sämtliche Bewegungs- und Belegungsganglinien der Untersuchung sind in einem gesonderten Materialienband zusammengefasst [37].

Veränderungen im
Vergleich zur 5. Auflage

2 Aufgabenstellung und Untersuchungsplan

Die wesentlichen Änderungen der vorliegenden 6. Auflage im Vergleich zur 5. Auflage der Parkplatzlärmstudie sind im Abschnitt 1.2 aufgeführt.

Der grundsätzliche Ansatz der Parkplatzlärmstudie ist es, ein geeignetes Rechenverfahren für die Ermittlung der Schallemissionen von Parkplätzen anzubieten. Hierfür werden u. a. je Parkplatzart typische Fahrzeugbewegungen quantifiziert sowie messtechnisch ermittelte Schallemissionen je Fahrzeug und Parkplatzart angegeben. Auf Grundlage der Schallemissionen, die nach den in der Parkplatzlärmstudie genannten Rechenverfahren ermittelt worden sind, können die von nicht öffentlichen Parkplätzen ausgehenden Schallemissionen gemäß den Vorgaben der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm vom August 1998 (Schallausbreitungsberechnung gemäß DIN ISO 9613-2 [9]) berechnet werden ¹⁾.

Die Aufgabenstellung zur vollständigen Überarbeitung der 3. Auflage der Parkplatzlärmstudie wird hier kurzgefasst noch einmal wiederholt:

- Erhebungen von Fahrzeugbewegungen an unterschiedlichen Parkplatzarten,
- Schallpegelmessungen von Pkw-, Motorrad-, Lieferwagen-, Lkw- und Omnibus-Bewegungen auf Parkplätzen zur Aktualisierung der Kennzeichnung der Schallemissionen bei Parkvorgängen,
- Schallpegelmessungen an Tiefgaragenrampen und Parkhäusern als Grundlage für einen Berechnungsvorschlag dieser Parkplatzarten,
- Schallpegelmessungen an mehreren Parkplatzarten zur Überprüfung der vorgeschlagenen Berechnungsmethodik,
- Überprüfung und ggf. Überarbeitung der Formeln zur Berechnung der Schallemission.

Aufgrund von Hinweisen von Anwendern der 4. Auflage der Parkplatzlärmstudie wurden für die 5. Auflage die dort im Abschnitt 1.2 beschriebenen Änderungen und Ergänzungen erarbeitet. Mit den Untersuchungen für die 4. und 5. Auflage der Parkplatzlärmstudie hat das damalige Bayerische Landesamt für Umweltschutz das Büro Möhler + Partner beauftragt, das nach folgendem Untersuchungsplan vorging:

1. Vorbereitung der Untersuchung:

- Sichtung der aktuellen Literatur,
- Auswahl der Untersuchungsorte.

2. Durchführung der Untersuchungen vor Ort:

- Erhebungen von Fahrzeugbewegungen an unterschiedlichen Parkplatzarten
 - ergänzende Erhebungen an den bereits bis 1994 untersuchten Parkplatzarten (P+R-Platz, Einkaufsmarkt, Tiefgarage einer Wohnanlage, Diskothek und öffentlicher Parkplatz) zur Vergrößerung der Datenbasis,
 - Erhebungen von Fahrzeugbewegungen an den bisher noch nicht vor Ort untersuchten Parkplatzarten Tank- und Rastanlage, Gaststätte und Hotel. (In [30] wurden für diese Parkplatzarten nur Annahmen getroffen, die auf theoretischen Überlegungen beruhten.)

- Schallpegelmessungen an Parkplätzen
 - Schallpegelmessungen von Pkw-, Motorrad-, Lieferwagen-, Lkw- und Omnibus-Bewegungen auf Parkplätzen zur Aktualisierung der Kennzeichnung der Schallemissionen bei Parkvorgängen,
 - Schallpegelmessungen an Tiefgaragenrampen und Parkhäusern als Grundlage für einen Berechnungsvorschlag dieser Parkplatzarten,
 - Schallpegelmessungen an mehreren Parkplatzarten zur Überprüfung der vorgeschlagenen Berechnungsmethodik.

3. Auswertung der Erhebungen und Schallpegelmessungen

4. Darstellung der Ergebnisse im Untersuchungsbericht

3 Übersicht über die Erhebungen und Schallpegelmessungen

3.1 Bewegungen auf Parkplätzen (Verkehrszählungen)

Tabelle 1 gibt einen Überblick über sämtliche im Rahmen der Parkplatzlärmstudie durchgeführten Erhebungen von Kfz-Bewegungen auf Parkplätzen. Neben der Gesamtanzahl der zwischen 1984 und 2005 durchgeführten Erhebungen ist die Anzahl der zwischen 1999 und 2000 durchgeführten Erhebungen angegeben.

Wie Tabelle 1 zu entnehmen ist, stammt der überwiegende Anteil der Erhebungsdaten aus aktuellen Untersuchungen im Zeitraum zwischen 1999 und 2005.

Parkplatzart	Anzahl Erhebungen	
	Gesamtanzahl 1984 - 2005	Erhebungen 1999 - 2005
P+R-Platz	16	4
Tank- und Rastanlage	6	6
Tiefgarage einer Wohnanlage	9	5
Diskotheek	9	7
Einkaufsmarkt	36	31
Speisegaststätte	13	13
Hotel	7	7
Gasthof	6	6
Parkplatz und Parkhaus in der Innenstadt	3	2
alle untersuchten Parkplätze	105	81

Tab. 1:
Übersicht
der Erhebungen
von Kfz-Bewegungen
auf Parkplätzen im
Zeitraum zwischen 1984
und 2005

3.1.1 Auswahl der Untersuchungsorte

Die Vorauswahl geeigneter Untersuchungsorte erfolgte anhand von umfangreichen Ortsbesichtigungen und Erhebungen vor den Zählungen. Die endgültige Auswahl der Untersuchungsorte wurde gemeinsam mit dem damaligen Bayerischen Landesamt für Umweltschutz vor Ort festgelegt. Die Festlegung geeigneter Untersuchungsorte erwies sich dabei als schwierig und aufwendig; z. B. waren die Untersuchungsorte repräsentativ für die jeweilige Parkplatzart auszuwählen und die Erhebungsbedingungen bei der Wahl der Untersuchungsorte mit zu berücksichtigen (Parkbewegungen und Zu- und Abfahrten möglichst von einem Punkt einsehbar usw.).

Während der Untersuchungen zeigte sich, dass hinsichtlich einer vollständigen Überarbeitung der Parkplatzlärmstudie und der Zielsetzung möglichst repräsentativer Erhebungsdaten der ursprünglich geplante Untersuchungsumfang erweitert werden musste. Anhand der umfangreichen Ortsbesichtigungen konnten im weiteren Verlauf der Untersuchungen trotz der genannten Schwierigkeiten zusätzliche geeignete Untersuchungsorte gefunden werden.

An zwei P+R-Plätzen, die bereits 1986 untersucht wurden, erfolgten für den Vergleich mit den 1999 vorliegenden Verhältnissen erneute Zählungen. Bei den in den Jahren 2004 und 2005 durchgeführten Zählungen an Einkaufsmärkten und Discountern wurde darauf

geachtet, dass bei der Auswahl der Parkplätze auch solche, an denen bereits 1999 Zählungen durchgeführt wurden, ausgewählt wurden. Damit soll u.a. ein Vergleich ermöglicht werden, der den Einfluss der seither verlängerten Öffnungszeiten widerspiegelt.

3.1.2 Durchführungen der Erhebungen – Erhebungsparameter

Die Erhebungen erfolgten je Parkplatzart in den Zeiträumen, in denen die höchsten Fahrzeugbewegungen zu erwarten waren (z. B.: bei P+R-Plätzen sowie bei Tank- und Rastanlagen Dienstag bis Donnerstag, bei Diskotheken i. d. R. Freitag Nacht, bei Einkaufsmärkten i. d. R. samstags, bei Discountern an Sonderangebotstagen usw.). Die Erhebungszeiträume können im Einzelnen den Übersichtstabellen 4 ff. entnommen werden.

Bei den Parkplatzarten Tank- und Rastanlage, Einkaufsmarkt, Tiefgarage einer Wohnanlage, Diskothek, Gaststätte und Hotel wurden die Erhebungen im Vorfeld angekündigt und hierbei zusätzlich relevante Erhebungsparameter der Untersuchungsorte in Erfahrung gebracht.

Die folgenden Erhebungsparameter wurden bei den Erhebungen vor Ort je Untersuchungsort protokolliert:

- Erhebungstermin (Datum/Wochentag/Zeitraum),
- Gesamtanzahl der Stellplätze,
- Anzahl der Zu- und Abfahrten,
- Lageskizze mit Lage der Stellplätze,
- Anzahl der dem Untersuchungsobjekt zuzurechnenden Fahrzeugbewegungen, halbstündlich differenziert nach An- und Abfahrt (*eine Fahrzeugbewegung = eine Anfahrt oder Abfahrt*),
- Anzahl maximal belegter Stellplätze im Erhebungszeitraum (z.T. vor Ort schwierig einzusehen; deswegen zusätzliche rechnerische Ermittlung über An- und Abfahrten),
- zusätzliche Erhebungsparameter, abhängig von der Parkplatzart (z. B. Netto-Verkaufsfläche und Öffnungszeiten bei Einkaufsmärkten),
- sonstige Bemerkungen und Hintergrundinformationen (u. a. Auskünfte des Personals bei Gaststätten, Hotels, Diskotheken).

3.1.3 Umstellung auf Bezugsgrößen für die Darstellung der erhobenen Fahrzeugbewegungen

Der Bezug der Bewegungshäufigkeit auf die Anzahl der Stellplätze hat sich bei Einkaufsmärkten und Diskotheken als nicht zweckmäßig erwiesen, weil dadurch Betreiber, die ihren Kunden ein großzügiges Parkplatzangebot zur Verfügung stellen, u. U. benachteiligt werden. Als zweckmäßiger erscheint bei den Parkplatzarten Einkaufsmarkt, Gaststätte, Diskothek und Hotel in Anlehnung an die Vorgaben der behördlichen Stellplatzrichtlinien (vgl. z. B. [12]) ein Bezug zu folgenden Kenngrößen:

- Diskothek: Netto-Gastraumfläche,
- Einkaufsmarkt: Netto-Verkaufsfläche,
- Gaststätte: Netto-Gastraumfläche (bzw. Anzahl an Sitzplätzen),
- Hotel: Anzahl an Gästebetten (bzw. Anzahl an Gästezimmern).

Die *Netto-Gastraumfläche* umfasst die Fläche der Gasträume ohne Berücksichtigung der Flächen von Nebenräumen wie Küchen, Toiletten, Flure, Lagerräume u.ä.. Die *Netto-Verkaufsfläche* umfasst analog die Flächen von Verkaufsräumen ohne Berücksichtigung der Flächen von Nebenräumen wie Toiletten, Lagerräumen, Büros, aber auch abzgl. der Flächen von Fluren und des Kassenbereichs ⁷¹⁾).

Definition der Begriffe
„Netto-Gastraumfläche“
und „Netto-Verkaufs-
fläche“

Für die Darstellung der Erhebungsergebnisse (Fahrzeugbewegungen/Bezugsgröße und Stunde) wurden diese Kenngrößen je Untersuchungsort ermittelt. Die Einholung der erforderlichen Daten erwies sich dabei als schwierig und zeitaufwendig, da die Daten auf behördlichem Weg beschafft werden mussten. Gemäß den Datenschutzgesetzen werden die genannten Erhebungsdaten in anonymisierter Form dargestellt.

Folgende Zusatzerhebungen wurden in Hinblick auf eine Quantifizierung weiterer Einflussparameter im Rahmen der Untersuchungsthematik durchgeführt:

- Parkplatzart Gasthof:
exemplarische Erhebungen der Fahrzeugbewegungen an zwei unterschiedlichen Erhebungstagen (werktags/Wochenende) zur Ermittlung des Einflusses unterschiedlicher Wochentage.
- Parkplatzart Einkaufsmarkt:
– exemplarische Erhebungen der Fahrzeugbewegungen auf einem Baumarkt-Parkplatz in Abhängigkeit von der Entfernung der Stellplätze zum Eingang bzw. Ausgang,
– exemplarische Zusatzerhebungen der Fahrzeugbewegungen an einer dem Einkaufsmarkt zugehörigen Tankstelle.
- Parkplatzarten Gaststätte und Diskothek:
jeweils exemplarische Erhebungen der Fahrzeugbewegungen differenziert nach den vom Betreiber zur Verfügung gestellten Stellplätzen und sonstigen Stellplätzen, z. B. Längsparkplätze an der Straße oder benachbarte Parkplätze.
- Parkplatzart Tank- und Rastanlage:
getrennte Zählung der Bewegungen an der Tankstelle und am Rastplatz bzw. Fahrzeuge, die sowohl die Tankanlagen als auch den Rastplatz anfahren.

In Abschnitt 4.1 wird die Auswertemethodik der Erhebungen beschrieben. Die Erläuterung der Ergebnisse der Erhebungen sowie deren Dokumentation in tabellarischer und graphischer Form erfolgt im Kapitel 5.

3.2 Schallpegelmessungen

Tabelle 2 gibt einen Überblick der zwischen 1999 und 2005 im Rahmen der Überarbeitung der Parkplatzlärmstudie durchgeführten Schallpegelmessungen.

Die Ergebnisse der 1986 durchgeführten Messungen wurden für die vorliegende Untersuchung zu Vergleichszwecken herangezogen. Sie wurden jedoch nicht in die Messdaten integriert, da die damals gemessene Fahrzeugflotte inzwischen veraltet ist.

Im Folgenden werden die durchgeführten Messungen kurz beschrieben und das Messkonzept und die Zielsetzung der Messungen erläutert. In Abschnitt 4.2. wird die Auswertemethodik der Messungen beschrieben; dem Kapitel 6 sind die Messergebnisse im Einzelnen zu entnehmen. Die detaillierte Beschreibung der Schallpegelmessungen anhand von Lageplänen, Skizzen, exemplarischen Pegel-Zeit-Verläufen und Ergebnistabellen findet sich ebenfalls in Kapitel 6.

Die folgenden Messgeräte wurden für die Schallpegelmessungen verwendet:

- geeichter Präzisionsschallpegelmesser Brüel + Kjaer 2231 mit Taktmaximalmodul,
- geeichter Präzisionsschallpegelmesser Brüel + Kjaer 2233,
- geeichter Schallpegelanalysator CEL 573.A1,
- geeichter Schallpegelanalysator Neutrik-Cortex NC 10,
- akustischer Kalibrator Brüel + Kjaer 4231,
- Sony DAT-Messdatenrecorder PC208Ax mit Sinus Signal Conditionierer M978 (jeweils 8 Kanäle),
- DAT Recorder Sony TCD 7,
- Sound Level Analyzer Brüel + Kjaer 2146,
- geeichter integrierender Schallpegelmesser Rion NL-31,
- Akustik-Messsystem Soundbook mit Software- Applikation SAMURAI.

Die Messsignale wurden je Messpunkt digital auf DAT-Band aufgezeichnet und die für die Schallpegelmessungen relevanten Parameter im Messprotokoll dokumentiert.

Tab. 2:
Übersicht der im
Zeitraum zwischen
1999 und 2005
durchgeführten
Schallpegelmessungen

Art der Schallpegelmessungen	Anzahl der Untersuchungsorte
Emissionsmessungen: - P+R-Anlage: Pkw, Lieferwagen, Motorrad (einschließlich Simulation unterschiedlicher Parkplatzarten) - Lkw-Betriebshof - Omnibusbahnhof	1 2 1
Messungen an Tiefgaragenrampen und Parkhäusern: - Tiefgarage mit offener Rampe - Tiefgarage mit Rampeneinhausung, innen nicht absorbierend verkleidet - Tiefgarage mit Rampeneinhausung, innen absorbierend verkleidet - offenes Parkhaus 2) - Parkhaus mit Parkdeck	2 3 1 2 1
Kontrollmessungen: - P+R-Platz - Einkaufsmarkt - Diskothek	2 1 1
Gesamt	17

3.2.1 Emissionsmessungen

Zur Aktualisierung der bei Parkvorgängen auftretenden Schallemissionen wurden Schallpegelmessungen an Fahrzeugen der derzeitigen Fahrzeugflotte durchgeführt.

Die Messungen der Schallemissionen von Personenkraftwagen, Motorrädern und Lieferwagen fanden an zwei Messterminen im Juli und November 1999 an einem P+R-Platz in München statt. Da mit eigens hierfür bereitgestellten Fahrzeugen Ein- und Ausparkvorgänge simuliert wurden, konnten komplette Parkvorgänge gemessen werden. Die frühere Vorgehensweise, einzelne Teilvorgänge rechnerisch zu einem Parkvorgang zu addieren, wurde bei diesen Fahrzeugtypen nicht mehr verfolgt.

An folgenden Fahrzeugen wurden Schallpegelmessungen bei simulierten Ein- und Ausparkvorgängen durchgeführt:

- 7 Pkw (6 Pkw mit Otto-Motor, 1 Pkw mit Diesel-Motor),
- 3 Motorräder (2 Motorräder mit Viertakt-Motor, 1 Motorroller mit Zweitakt-Motor),
- 2 Lieferwagen (1 Fahrzeug mit Otto-Motor, 1 Fahrzeug mit Diesel-Motor;
Gesamtgewicht jeweils $\leq 2,8$ t).

Die ausgewählten Fahrzeuge geben einen typischen Querschnitt der derzeitigen Fahrzeugflotte wieder; das Baujahr der Fahrzeuge variierte zwischen 1990 und 1999. Die detaillierten Fahrzeugparameter sind in den Ergebnistabellen der Emissionsmessungen (Tabelle 18 und 19) aufgelistet.

Die Emissionsmessungen bei Parkvorgängen von Lkw und Omnibussen (Gesamtgewicht $> 2,8$ t) fanden im Juni 1999 auf einem Lkw-Betriebshof sowie im Juli 1999 auf einem Omnibusbahnhof statt. Bei diesen Messungen konnten keine kompletten Parkvorgänge simuliert werden. Stattdessen wurden typische Teilvorgänge wie Türeenschlagen, beschleunigte Abfahrt, Anlassen des Motors usw. im Einzelnen gemessen.

Im Jahr 2005 wurden daher zusätzliche Messungen kompletter Parkvorgänge an einem LKW-Betriebshof in Würth durchgeführt. Dazu wurden gezielt Fahrer von LKW neuester Bauart gebeten, einen LKW-Parkvorgang an einem vorher gewählten Messpunkt durchzuführen.

Es wurden Messungen an folgenden Fahrzeugen durchgeführt:

- 2 Lkw-Lastzüge ($> 7,5$ t),
- 6 Lkw-Sattelzüge ($> 7,5$ t).

3.2.2 Messungen an Tiefgaragenrampen und Parkhäusern

Als Grundlage für einen Vorschlag für die schalltechnische Berechnung von Tiefgaragen und Parkhäusern wurden folgende Schallpegelmessungen an Tiefgaragenrampen und Parkhäusern durchgeführt:

- Für den messtechnischen Vergleich von Tiefgaragen mit „geschlossener“ und „offener“ Rampe (eingehaust - nicht eingehaust) wurden insgesamt vier Tiefgaragen in München ausgewählt.

Die Schallpegelmessungen fanden an zwei Tiefgaragen mit „offener“ Rampe im Juni 1999, die Messungen an zwei Tiefgaragen mit „geschlossener“ Rampe im Zeitraum

Juni/Juli 1999 statt. An den untersuchten Tiefgaragen wurde jeweils ein Messpunkt gegenüber der Tiefgaragenrampe und ein Messpunkt seitlich der Rampe positioniert. Die weitere Beschreibung der Schallpegelmessungen an Tiefgaragenrampen findet sich in Abschnitt 6.3.

- Bei den Tiefgaragen mit eingehauster Rampe wurde zudem die Wirksamkeit einer absorbierenden Verkleidung der Innenwände messtechnisch überprüft. Dazu fanden im Juli 2005 an zwei eingehausten Tiefgaragenrampen mit vergleichbaren Ausmaßen (bzgl. Steigung und Querschnitt) Messungen bei simulierten Ein-/Ausfahrtvorgängen statt. Eine der beiden Tiefgaragenrampen war dabei innenseitig absorbierend ausgekleidet, während die andere Rampe innenseitig reflektierend (Betonoberfläche) ausgeführt war.
- Für die schalltechnischen Untersuchungen an Parkhäusern wurden zwei „offene“ Parkhäuser und ein Parkhaus mit Parkdeck ausgewählt. Als „offen“ werden im Folgenden Parkhäuser bezeichnet, die durch die Abstrahlung der Parkgeräusche im Parkhaus durch größtenteils offene Seitenflächen geprägt sind. Da die offene Bauweise von Parkhäusern eine kostengünstige Be- und Entlüftung ermöglicht, wird sie in der Regel gewählt. Die Schallpegelmessungen an den ausgewählten Parkhäusern wurden im Zeitraum Juni/Juli 1999 durchgeführt. Für eine simultane Erfassung der Parkgeräusche in den Parkhäusern und außerhalb der abstrahlenden Seitenflächen wurden jeweils Mikrophone innerhalb und außerhalb der Parkhäuser aufgestellt. Die weitere Beschreibung der Schallpegelmessungen an Parkhäusern findet sich in Abschnitt 6.4.

3.2.3 Kontrollmessungen

Zur Überprüfung der vorgeschlagenen Berechnungsmethodik wurden Kontrollmessungen an den Parkplatzarten P+R-Platz, Einkaufsmarkt und Diskothek durchgeführt.

Die Schallpegelmessungen fanden im Zeitraum zwischen Juni und November 1999 während eines Zeitraumes von jeweils ca. 3 Stunden statt, wobei die Messzeiträume je Untersuchungsort nach der maximal zu erwartenden Fahrzeugbewegungsdichte festgelegt wurden.

Die Aufstellung der Mikrophone wurde so gewählt, dass einerseits die vom Parkplatz in der Summe abgestrahlten Geräusche (Parkvorgänge, Durchgangsverkehr, z.T. Einkaufswagen, z.T. Unterhaltungen von Diskothekenbesuchern) messtechnisch erfasst werden konnten und andererseits der Einfluss sonstiger Fremdgeräusche gering gehalten werden konnte. Parallel zu den Schallpegelmessungen wurde die Anzahl der Fahrzeugbewegungen erfasst. Die weitere Beschreibung der Kontrollmessungen findet sich im Kapitel 9.

4 Auswertemethodik

4.1 Auswertemethodik Erhebungen

Anhand der vor Ort erhobenen Parameter von Kfz-Bewegungen auf Parkplätzen wurden zum einen Bewegungshäufigkeiten (Fahrzeugbewegungen/Bezugsgröße und Stunde) für die schalltechnisch relevanten Zeiträume ermittelt. Zum anderen wurden die Erhebungsdaten in Form von Bewegungs- und Belegungsganglinien ausgewertet.

Die folgenden Auswertungen wurden je Untersuchungsort durchgeführt:

- Ermittlung der Bewegungshäufigkeiten (Fahrzeugbewegungen/Bezugsgröße³⁾ und Stunde) für die folgenden schalltechnisch relevanten Zeiträume⁴⁾:
 - Tag 06–22 Uhr
 - Nacht 22–06 Uhr
 - ungünstigste Nachtstunde (volle Nachtstunde zwischen 22 Uhr und 6 Uhr, siehe [2], Abschnitt 6.4)
- Bewegungs- und Belegungsganglinien: graphische Darstellungen der zeitlichen (halbstündlichen) Verteilung der Fahrzeugbewegungen sowie des Belegungsgrades im Erhebungszeitraum für sämtliche Erhebungsorte. Die Belegungsganglinien beziehen sich dabei auf die im Untersuchungszeitraum ermittelte maximale Anzahl gleichzeitig belegter Stellplätze.

Die Erläuterung der Ergebnisse der Erhebungen sowie deren Dokumentation in tabellarischer und graphischer Form erfolgt in Kapitel 5. Aufgrund der großen Zahl an Erhebungsstellen erfolgt die Beschreibung der Untersuchungsorte nicht mehr (wie in der 3. Auflage der Parkplatzlärmstudie von 1994) anhand von Lageplänen, sondern in Form von Übersichtstabellen (siehe Tabelle 4 ff.) je Parkplatzart. Darin werden charakteristische Daten der Untersuchungsorte aufgelistet [Hinweis zur geographischen Lage, Bezugsgrößen, Anzahl der Stellplätze, maximale Belegung am Erhebungstermin, z.T. Anzahl an Zufahrten, Erhebungstermin (Datum, Wochentag, Zeitraum), sonstige Bemerkungen usw.] und die Erhebungsergebnisse in Form von Fahrzeugbewegungen je Bezugsgröße und Stunde in den relevanten Zeiträumen dargestellt.

4.2 Auswertemethodik Schallpegelmessungen

Die bei den Schallpegelmessungen aufgezeichneten Signalverläufe und Messprotokolle wurden im Labor ausgewertet. Der je Messpunkt digital aufgezeichnete unbewertete Schalldruck wurde einer A-Frequenzbewertung und einer FAST-Zeitbewertung unterzogen. Anhand der Messprotokolle erfolgte die Zuweisung der Aufzeichnungen zu den dokumentierten Parkvorgängen. Teilweise wurden die gemessenen Schallpegel einzelner Fahrzeugbewegungen bereits in den Schallpegelmessgeräten vor Ort abgespeichert. In diesem Fall erfolgte die erste Auswertung im Labor mit einer auf das jeweilige Schallpegelmessgerät spezialisierten Software.

Folgende Messgrößen wurden je Messung bzw. Parkvorgang erfasst:

L_{AFeq}	A-bewerteter Mittelungspegel, Zeitbewertung „Fast“
L_{AFmax}	A-bewerteter Maximalpegel, Zeitbewertung „Fast“
L_{AFTeq}	A-bewerteter Mittelungspegel nach dem Taktmaximalpegel-Verfahren, Zeitbewertung „Fast“
T_M	Messdauer

Anhand der Messdauer und der gemessenen Mittelungspegel wurden für einzelne Fahrzeugbewegungen bzw. Teilvorgänge die Mittelungspegel je Stunde wie folgt ermittelt:

Formel 1 $L_{AFeq,1h} = L_{AFeq} + 10 \lg (T_M / T_0) \text{ dB(A)} ; \text{ mit: } T_0 = 1 \text{ h}$

dabei ist:

$L_{AFeq,1h}$ A-bewerteter Mittelungspegel je Stunde, Zeitbewertung „Fast“

und

Formel 2 $L_{AFTeq,1h} = L_{AFTeq} + 10 \lg (T_M / T_0) \text{ dB(A)} ; \text{ mit: } T_0 = 1 \text{ h}$

dabei ist:

$L_{AFTeq,1h}$ A-bewerteter Mittelungspegel je Stunde nach dem Taktmaximalpegel-Verfahren, Zeitbewertung „Fast“.

Die Messergebnisse einzelner Fahrzeugbewegungen bzw. Teilvorgänge wurden je Ereignis (z.B. Parkvorgang eines bestimmten Fahrzeuges oder Teilvorgang, z.B. beschleunigte Abfahrt eines Lkw) energetisch gemittelt. Hierdurch wurden je Fahrzeug bzw. Fahrzeugtyp die charakteristische Kenngröße der Schallemission „Mittelungspegel je Stunde“ *am jeweiligen Messpunkt* ermittelt.

In einem weiteren Auswertungsschritt wurde anhand des stündlichen Mittelungspegels je Fahrzeug bzw. Fahrzeugtyp und anhand der im Messprotokoll dokumentierten Messbedingungen die jeweilige Schalleistung für eine Parkbewegung (= Anfahrt oder Abfahrt) in der Stunde unter Berücksichtigung der Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [9] ermittelt:

L_{Weq} mittlerer Schalleistungspegel für eine Parkbewegung je Stunde

Exemplarische Pegel-Zeit-Diagramme (Abb. 17 und 18) veranschaulichen die Gegebenheiten vor Ort.

Die Weiterverarbeitung und Zusammenstellung der Messergebnisse erfolgte mit Hilfe der EDV-Programme „IMMI“ [27] und „Excel“; für die Darstellung der Diagramme wurden v.a. die EDV-Programme „Origin“ und „Famos“ verwendet.

5 Erhebungen von Kfz-Bewegungen auf Parkplätzen

In vorliegender Untersuchung wird eine *Fahrzeug- bzw. Parkbewegung* als Anfahrt oder Abfahrt einschließlich Rangieren, Türenschiagen usw. definiert; d.h. ein kompletter *Parkvorgang* mit Anfahrt und Abfahrt entspricht zwei Parkbewegungen. Damit liegt der Schallleistungspegel für eine Fahrzeugbewegung um 3 dB(A) niedriger als der für einen Parkvorgang. Die *Belegung* eines Parkplatzes ist die Gesamtzahl der zu einem bestimmten Zeitpunkt auf dem Parkplatz bzw. im Parkbauwerk geparkten Fahrzeuge.

Im Kapitel 5 werden die Erhebungsergebnisse für die untersuchten Parkplatzarten dargestellt und interpretiert. Die Untersuchungsorte werden in Übersichtstabellen anhand der wichtigsten Erhebungsparameter beschrieben und die einzelnen Erhebungsergebnisse (u.a. Bewegungshäufigkeiten: Fahrzeugbewegungen je Bezugsgröße und Stunde in den schalltechnisch relevanten Zeiträumen) tabellarisch aufgelistet. Zur weiteren Darstellung der Erhebungsergebnisse werden je Parkplatzart typische Bewegungs- und Belegungsganglinien angegeben.

Bei den Parkplatzarten Einkaufsmarkt, Gaststätte, Diskothek und Hotel wurden die erhobenen Fahrzeugbewegungen nicht mehr auf die Anzahl der Stellplätze bezogen. Für diese Parkplatzarten wurden im Rahmen der Ermittlung der Bewegungshäufigkeiten folgende Bezugsgrößen berücksichtigt: Netto-Gastraumfläche, Netto-Verkaufsfläche bzw. Anzahl an Gästebetten (s. Erläuterung im Abschnitt 3.1.3).

Um auf der „sicheren Seite“ zu liegen, wurden bei den Parkplatzarten P+R-Platz, Tiefgarage einer Wohnanlage, öffentlicher Parkplatz und Parkhaus in Innenstädten die Bewegungshäufigkeiten jeweils auf die Anzahl der maximal belegten Stellplätze normiert. Von dieser Vorgehensweise wird bei P+R-Plätzen und an Tank- und Rastanlagen abgewichen, wenn eine Überbelegung (z.B. Fahrzeuge parken auf nicht dafür vorgesehenen Flächen) festgestellt wurde. In diesen Fällen wurde die Bewegungshäufigkeit nicht auf die Zahl der

Definition von Fahrzeugbewegung, Parkbewegung, Parkvorgang

Bezugsgröße für die Bewegungshäufigkeit bei den Parkplatzarten Einkaufsmarkt, Gaststätte, Diskothek, Hotel ist nicht der Stellplatz

Parkplatzart	mittlere Anzahl der Stellplätze	Einheit der Bezugsgröße B_0	mittlerer Wert der Bezugsgröße B	mittleres Verhältnis der Stellplätze/ B_0 (gerundet)
Diskothek	216	1 m ² Netto-Gastraumfläche	427 m ²	0,50 Stellplätze/ 1 m ² Netto-Gastraumfläche
Verbrauchermarkt	141	1 m ² Netto-Verkaufsfläche	2039 m ²	0,07 Stellplätze/ 1 m ² Netto-Verkaufsfläche
Selbstbedienungs-Warenhaus	610	1 m ² Netto-Verkaufsfläche	8631 m ²	0,07 Stellplätze/ 1 m ² Netto-Verkaufsfläche
Discountmarkt	84	1 m ² Netto-Verkaufsfläche	731 m ²	0,11 Stellplätze/ 1 m ² Netto-Verkaufsfläche
Elektrofachmarkt	54	1 m ² Netto-Verkaufsfläche	1500 m ²	0,04 Stellplätze/ 1 m ² Netto-Verkaufsfläche
Bau- und Möbelfachmarkt	155	1 m ² Netto-Verkaufsfläche	5058 m ²	0,03 Stellplätze/ 1 m ² Netto-Verkaufsfläche
Hotels	51	1 Bett	113 Betten	0,50 Stellplätze/Bett
Gaststätten	45	1 m ² Netto-Gastraumfläche	192 m ²	0,25 Stellplätze/ 1 m ² Netto-Gastraumfläche
sonstige Parkplätze (P+R-Plätze, Mitarbeiterparkplätze u.ä.)	.	1 Stellplatz	.	.

Tab. 3: Mittleres Verhältnis der Anzahl der Stellplätze zu den Bezugsgrößen Netto-Verkaufsfläche, Netto-Gastraumfläche und Gästebett

maximal parkenden Fahrzeuge, sondern auf die Zahl der markierten Stellplätze normiert.

Im Hinblick auf Empfehlungen für die bei schalltechnischen Prognosen anzusetzenden Bewegungshäufigkeiten werden die ermittelten durchschnittlichen und maximalen Bewegungshäufigkeiten in den Übersichtstabellen je Parkplatzart angegeben ⁵⁾. Die bei den Erhebungen aufgetretenen Sonderfälle werden angesprochen und deren Übertragbarkeit auf die Prognose diskutiert.

Die Bewegungs- und Belegungsganglinien sämtlicher Erhebungen sind in [37] aufgeführt.

Tabelle 3 nennt die Bezugsgrößen für die verschiedenen Parkplatzarten sowie die ermittelten Durchschnittswerte der Bezugsgrößen und des Verhältnisses von Stellplätzen zur Bezugsgröße. Sie ermöglicht damit einen Vergleich zwischen den Werten von Stellplatzrichtlinien (vgl. z.B. [12]) und den tatsächlichen Verhältnissen.

5.1 P+R-Plätze

Wie Tabelle 4 zu entnehmen ist, wurden insgesamt 16 Erhebungen an 14 gebührenfreien P+R-Plätzen durchgeführt.

Die untersuchten P+R-Plätze wurden in folgende Untergruppen eingestuft:

- Entfernung zur Innenstadt unter 20 km,
- Entfernung zur Innenstadt über 20 km,
- P+R-Plätze Großraum Rhein-Main,
- P+R-Plätze Deutsche Bahn AG, Regionalbahn.

Zusammenfassend zeigen sich folgende Erhebungsergebnisse an P+R-Plätzen:

- An den P+R-Plätzen in Poing und Grafrath, die bereits 1986 untersucht wurden, erfolgten zum Vergleich 1999 erneute Zählungen. In diesem Zusammenhang wurde eine Erhöhung der Fahrzeugbewegungen um ca. 15 % bzw. ca. 30 % im Zeitraum Tag (6–22 Uhr) ermittelt; im Zeitraum Nacht (22–6 Uhr) war am P+R-Platz Grafrath ein Rückgang der Bewegungen um ca. 5 % zu verzeichnen. Ein Vergleich der Nachtwerte am P+R-Platz Poing ist nicht möglich, da 1986 unvollständig erhoben wurde.
- Für o.g. Untergruppen wurden unterschiedliche durchschnittliche und maximale Bewegungshäufigkeiten (Bewegungen je Stellplatz und Stunde) ermittelt. An den untersuchten P+R-Plätzen an Regionalbahnhöfen der Deutschen Bahn AG zeigen sich die verhältnismäßig höchsten Bewegungshäufigkeiten, die relativ geringsten an den P+R-Plätzen der S-Bahn mit einer Entfernung zur Innenstadt von über 20 km.
- In der Untergruppe „Entfernung zur Innenstadt unter 20 km“ liegen die am Untersuchungsort P+R-Platz Planegg insbesondere im Zeitraum Tag erhobenen Bewegungshäufigkeiten deutlich über dem Mittelwert dieser Untergruppe.
- Es wurde eine maximale Bewegungshäufigkeit im Zeitraum Tag (6–22 Uhr) von 0,29 bzw. 0,30 Bewegungen je Stellplatz und Stunde zugleich an drei Untersuchungsorten in unterschiedlichen Parkplatzgruppen ermittelt. Im Zeitraum Nacht (22–6 Uhr) wurde eine maximale Bewegungshäufigkeit von 0,10 Bewegungen je Stellplatz und Stunde ermittelt, in der ungünstigsten Nachtstunde eine solche von 0,49. Als ungünstigste Nachtstunden stellten sich die Stunden zwischen 22 Uhr und 23 Uhr bzw. zwischen 5 Uhr und 6 Uhr heraus.
- Es konnte beobachtet werden, wenn auch nicht statistisch abgesichert, dass nach Einführung von Parkgebühren die Belegung drastisch zurückgegangen ist. Die Pkw-Fahrer benutzten zum Parken entweder noch aufnahmefähige Anliegerstraßen, was zu Klagen

Tab. 4:
Erhebungsergebnisse an
P+R-Plätzen

Erhebungsort	Anzahl Stellplätze	Anzahl Zufahrten	max. Belegung am Erhebungstermin	Erhebungstermin			Entfernung zur Stadtmitte in km	Gesamtzahl Bewegungen		Bewegungen je Stellplatz und Stunde ⁶⁾ bezogen auf die max. Belegung				
				Datum	Wochentag	Uhrzeit		Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	ungünstigste Nachtstunde		
													Uhrzeit	
Entfernung zur Innenstadt unter 20 km														
P+R-Platz Planegg 7)	141	2 Ein (=Aus)	141	05.06.84	Di.	5.30 - 24.00	13	656	30	0,29	0,04	0,02 0,16	5 - 6 22 - 23	
P+R-Platz Gauting	168	2 Ein (=Aus)	125	01.07.86	Di.	5.45 - 1.00	17	238	12	0,12	0,01	0,05 0,01	5 - 6 22 - 23	
P+R-Platz Poing 1986	145	1 Ein (=Aus)	143	08.07.86	Di.	6.00 - 24.00	19	377	-	0,16	-	0,03	22 - 23	
P+R-Platz Poing 1999	145	1 Ein (=Aus)	141	09.06.99	Mi.	5.00 - 24.00	19	434	31	0,19	0,03	0,07 0,10	5 - 6 22 - 23	
P+R-Platz Eichenau	271	2 Ein (=Aus)	271	10.11.87	Di.	5.30 - 1.00	17	723	81	0,17	0,04	0,11 0,04	5 - 6 22 - 23	
P+R-Platz Olching	129	1 Ein (=Aus)	137	10.11.87	Di.	5.30 - 1.00	18	351	11	0,17	0,01	0,01 0,04	5 - 6 22 - 23	
								<i>Mittelwerte</i>		<i>0,18</i>	<i>0,03</i>	<i>0,05</i> <i>0,06</i>	<i>5 - 6</i> <i>22 - 23</i>	
Entfernung zur Innenstadt über 20 km														
P+R-Platz Petershausen	ca. 500	1 Ein (=Aus)	443	01.08.84	Mi.	5.00 - 1.00	32	1115	161	0,16	0,02	0,23 0,03	5 - 6 22 - 23	
P+R-Platz Grafrath 1986	168	1 Ein (=Aus)	131	03.07.86	Do.	5.00 - 24.00	31	287	21	0,14	0,02	0,08 0,06	5 - 6 22 - 23	
P+R-Platz Grafrath 1999	212	1 Ein (=Aus)	148	08.06.99	Di.	5.00 - 24.00	31	371	20	0,16	0,02	0,06 0,03	5 - 6 22 - 23	
P+R-Platz Maisach	260	2 Ein (=Aus)	257	10.11.87	Di.	5.30 - 1.00	24	508	60	0,12	0,03	0,12 0,01	5 - 6 22 - 23	
P+R-Platz Holzkirchen	182	2 Ein +2 Aus	182	10.11.87	Di.	4.45 - 1.15	30	472	75	0,16	0,05	0,32 0,05	5 - 6 22 - 23	
								<i>Mittelwerte</i>		<i>0,15</i>	<i>0,03</i>	<i>0,16</i> <i>0,04</i>	<i>5 - 6</i> <i>22 - 23</i>	
P+R-Plätze Großraum Rhein-Main														
P+R-Platz Eppstein	164	k. A.	151	24.11.87	Di.	5.00 - 24.00	21	693	27	0,29	0,02	0,09 0,04	5 - 6 22 - 23	
P+R-Platz Kronberg	256	1 Ein (=Aus)	158	25.11.87	Mi.	5.30 - 24.00	13	451	19	0,18	0,01	0,01 0,04	5 - 6 22 - 23	
P+R-Platz Groß-Karben	198	1 Ein (=Aus)	203	26.11.87	Do.	5.30 - 24.00	14	419	95	0,13	0,06	0,43 0,01	5 - 6 22 - 23	
								<i>Mittelwerte</i>		<i>0,20</i>	<i>0,03</i>	<i>0,18</i> <i>0,03</i>	<i>5 - 6</i> <i>22 - 23</i>	
P+R-Plätze Deutsche Bahn AG, Regionalbahn														
P+R-Platz Gessertshausen	145	1 Ein (=Aus)	115	26.10.99	Di.	5.00 - 24.00	77	556	28	0,30	0,03	0,13 0,08	5 - 6 22 - 23	
P+R-Platz Moosburg	51	1 Ein (=Aus)	53	04.05.00	Do.	5.00 - 24.00	53	189	42	0,23	0,10	0,49 0,24	5 - 6 22 - 23	
- im Erhebungszeitraum keine Bewegungen vorhanden								<i>Mittelwerte</i>		<i>0,27</i>	<i>0,06</i>	<i>0,31</i> <i>0,15</i>	<i>5 - 6</i> <i>22 - 23</i>	

von Anwohnern führte, oder sie fuhren den nächsten gebührenfreien Parkplatz an oder benutzten die S-Bahn gar nicht mehr. Vgl. auch Abschnitt 8.1.

In Abb. 1 sind für diese Parkplatzart typische Bewegungs- und Belegungsganglinien am Beispiel des P+R-Platzes Poing angegeben. Die Bewegungs- und Belegungsganglinien aller untersuchten P+R-Plätze sind in [37] aufgeführt.

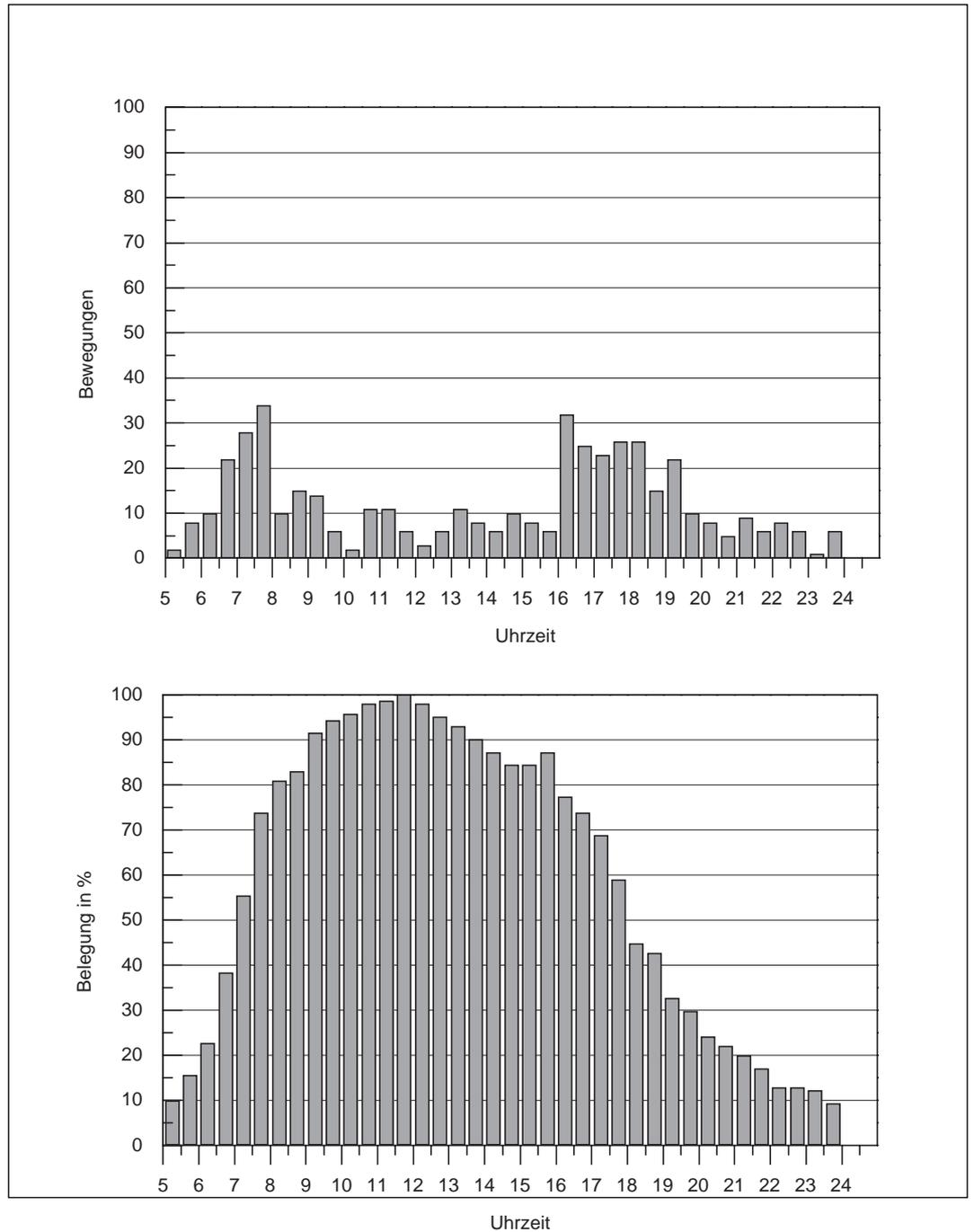


Abb. 1:
Bewegungs- und
Belegungsganglinie
am P+R-Platz Poing,
Erhebung am Mittwoch,
09.06.1999

Tab. 5:
Erhebungsergebnisse an
Tank- und Rastanlagen

Tank- und Rastanlage, Bereich „Tanken“												
Erhebungsort	Erhebungstermin			Gesamtzahl Tankbewegungen		Bewegungen je Stunde ⁶⁾						
	Datum	Wochen- tag	Uhr- zeit	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	ungünstigste Nachtstunde				
								4 - 5 Uhr	5 - 6 Uhr	22 - 23 Uhr	23 - 0 Uhr	
Höhenrain Ost	Pkw	16.11.04	Di.	4.00 – 24.00	266	18	16,63	2,25	0	10	8	0
	Lkw				100	20	8,25	2,50	4	8	0	0
Lechwiesen Süd	Pkw	18.11.04	Do.	4.00 – 24.00	344	40	21,50	5,00	2	0	4	10
	Lkw				38	2	2,38	0,25	0	2	0	0
Donautal West	Pkw	23.11.04	Di.	4.00 – 24.00	510	58	31,88	7,25	8	28	6	0
	Lkw				162	48	10,13	6,00	14	6	0	0
Allgäuer Tor West	Pkw	25.11.04	Do.	4.00 – 24.00	242	24	15,13	3,00	4	6	6	0
	Lkw				64	2	4,00	0,25	0	2	0	0
Samerberg Süd	Pkw	30.11.04	Di.	4.00 – 24.00	222	22	13,88	2,75	0	2	8	4
	Lkw				54	0	3,38	0,00	0	0	0	0
Fürholzen Ost	Pkw	02.12.04	Do.	4.00 – 24.00	578	98	36,13	12,25	12	12	8	14
	Lkw				144	0	9,00	0,00	0	0	0	0
<i>Mittelwerte</i>					<i>Pkw</i>		22,53	5,42	4,33	9,67	6,67	4,67
					<i>Lkw</i>		5,86	1,50	3,00	3,00	0,00	0,00

Tank- und Rastanlage, Bereich „Rasten“														
Erhebungsort	Anzahl Stell- plätze	max. Belegung am Erhebungs- termin	Erhebungstermin			Gesamtzahl Bewegungen Rasten		Bewegungen je Stellplatz und Stunde ⁶⁾ bezogen auf die maximale Belegung bzw. auf die Zahl der Stellplätze bei Überbelegung						
			Datum	Wochen- tag	Uhrzeit	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	4 - 5 Uhr	5 - 6 Uhr	22 - 23 Uhr	23 - 0 Uhr	
Höhenrain Ost	Pkw	25	7	16.11.04	Di.	4.00 – 24.00	734	68	(6,55)	(1,21)	(0,86)	(1,43)	(2,29)	(1,14)
	Lkw						138	8	0,51	0,06	0,12	0,00	0,12	0,00
Lechwiesen Süd	Pkw	60	31	18.11.04	Do.	4.00 – 24.00	1386	166	2,79	0,67	0,52	0,97	0,71	0,71
	Lkw						25	45	566	82	1,39	0,41	0,16	0,40
Donautal West	Pkw	55	32	23.11.04	Di.	4.00 – 24.00	870	124	1,70	0,48	0,38	1,13	0,69	0,31
	Lkw						25	40	598	102	1,50	0,51	0,72	1,12
Allgäuer Tor West	Pkw	50	13	25.11.04	Do.	4.00 – 24.00	728	70	3,50	0,67	0,92	1,38	0,77	0,15
	Lkw						35	27	300	46	0,69	0,21	0,30	0,22
Samerberg Süd	Pkw	50	23	30.11.04	Di.	4.00 – 24.00	744	96	2,02	0,52	0,26	0,70	1,39	0,43
	Lkw						40	64	598	116	0,93	0,36	0,10	0,55
Fürholzen Ost	Pkw	80	45	02.12.04	Do.	4.00 – 24.00	1388	218	1,93	0,61	0,40	0,44	0,80	0,80
	Lkw						40	68	722	106	1,13	0,33	0,10	0,40
<i>Mittelwerte</i>					<i>Pkw</i>		3,08	0,69	0,56	1,01	1,11	0,59		
					<i>Lkw</i>		1,03	0,31	0,25	0,45	0,55	0,26		

in () Diese hohen Werte ergeben sich aus der geringen maximalen Belegung des Parkplatzes. Sie bleiben unberücksichtigt.

5.2 Parkplätze an Tank- und Rastanlagen

An insgesamt 6 Tank- und Rastanlagen an Bundesautobahnen wurden Zählungen der Bewegungshäufigkeiten durchgeführt. Die Auswahl der Tank- und Rastanlagen richtete sich vornehmlich nach der heute üblichen Bauweise mit Tankstelle und Kiosk kurz nach der Einfahrt und einem parallelen Fahrstreifen, der zu der nach der Tankanlage befindlichen Rastanlage führt. Zudem durfte nur eine Ausfahrt von der Autobahn sowie eine Einfahrt in diese vorhanden sein, um die Zählungen mit vertretbarem Aufwand zu ermöglichen. Die Erhebungsergebnisse sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Bei den Tank- und Rastanlagen wurden die Bewegungen an der Tankstelle und die Bewegungen an der Raststätte erhoben. Im Tankstellenbereich wird außer dem Zeitbezug keine weitere Bezugsgröße angegeben. Im Bereich der Rastanlage dient als Bezugsgröße 1 Stellplatz.

Fahrzeuge, die nach dem Besuch der Tankstelle die Rastanlage anfahren, wurden sowohl der Tankstelle als auch der Rastanlage zugerechnet. Im Sinne einer einheitlichen Darstellung stellt eine Fahrzeugbewegung an einer Tankstelle eine Anfahrt oder eine Abfahrt dar. Ein Tankvorgang besteht somit aus 2 Bewegungen (An- und Abfahrt). Ebenso wurde bei der Rastanlage verfahren. Ein Fahrzeug, das die Tankstelle anfährt, wieder verlässt, die Rastanlage anfährt und wieder verlässt, wurde somit mit 2 Bewegungen an der Tankstelle und 2 Bewegungen am Rastplatz erhoben. Generell wurden bei diesen Erhebungen Pkw- und Lkw-Bewegungen unterschieden.

Es hat sich gezeigt, dass die im Rahmen dieser Studie ermittelten Fahrzeugbewegungen je Stellplatz und Stunde deutlich über den in [5], Tabelle 5, genannten Werten liegen. Dort wird auch nicht zwischen Pkw- und Lkw-Bewegungen unterschieden. Aus Sicht des Schallschutzes sollten in Zukunft für die schalltechnische Berechnung von Tank- und Rastanlagen die hier veröffentlichten Zählergebnisse (Mittelwerte) angesetzt werden. Diese sind unabhängig vom angewendeten Beurteilungsverfahren.

Zusammenfassend zeigen sich an den untersuchten Tank- und Rastanlagen folgende Ergebnisse:

- Im Bereich der *Tankstelle* beträgt tagsüber der Mittelwert der Bewegungen von Pkw 22,53 Bewegungen je Stunde, derjenige von Lkw 5,86 Bewegungen je Stunde. Der Maximalwert beträgt für Pkw 36,13 Bewegungen je Stunde, für Lkw 10,13 Bewegungen je Stunde. Die ungünstigsten Nachtstunden liegen tendenziell eher in den frühen Morgenstunden (5–6 Uhr). Die mittlere Anzahl der Bewegungen beträgt nachts 5,42 Pkw-Bewegungen und 1,5 Lkw-Bewegungen; der Maximalwert in der ungünstigsten Nachtstunde beträgt 28 Pkw-Bewegungen und 14 Lkw-Bewegungen. Der Streubereich der Ergebnisse ist gerade im Bereich der Tankanlagen in der Nacht sehr hoch.
- Im Bereich der *Rastanlage* beträgt der Tag-Mittelwert der Bewegungen von Pkw 3,08 Bewegungen je Stellplatz und Stunde, derjenige von Lkw 1,03 Bewegungen je Stellplatz und Stunde. Der Maximalwert beträgt für Pkw 6,55 Bewegungen je Stellplatz und Stunde, für Lkw 1,5 Bewegungen je Stellplatz und Stunde. Der Maximalwert für Pkw wurde an der Rastanlage Höhenrain gezählt. Dieser hohe Wert ergibt sich jedoch nur aufgrund der geringen maximalen Belegung des Rastplatzes. Als maßgeblich zur Ermittlung der Anhaltswerte wird daher der Wert 3,5 Bewegungen je Stellplatz und Stunde der Rastanlage Allgäuer Tor West herangezogen.
- Im Bereich der *Rastanlage* beträgt der Nacht-Mittelwert der Bewegungen von Pkw 0,69 Bewegungen je Stellplatz und Stunde, derjenige von Lkw 0,31 Bewegungen je Stellplatz und Stunde. Die ungünstigsten Nachtstunde liegt in der Zeit von 22–23 Uhr.

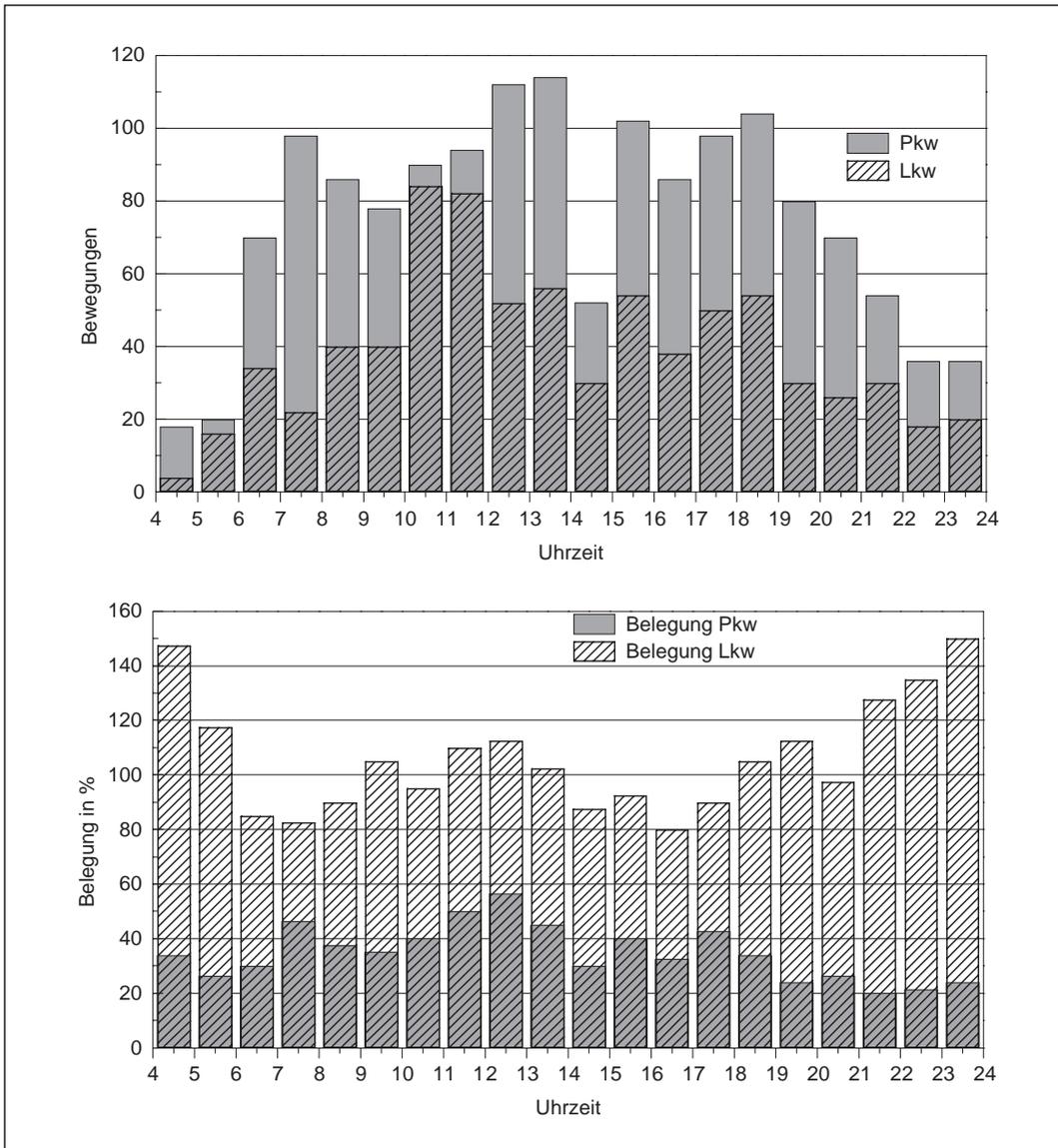


Abb. 2: Bewegungs- und Belegungsganglinie an der Rastanlage Fürholzen Ost, Erhebung am Donnerstag, 02.12.2004

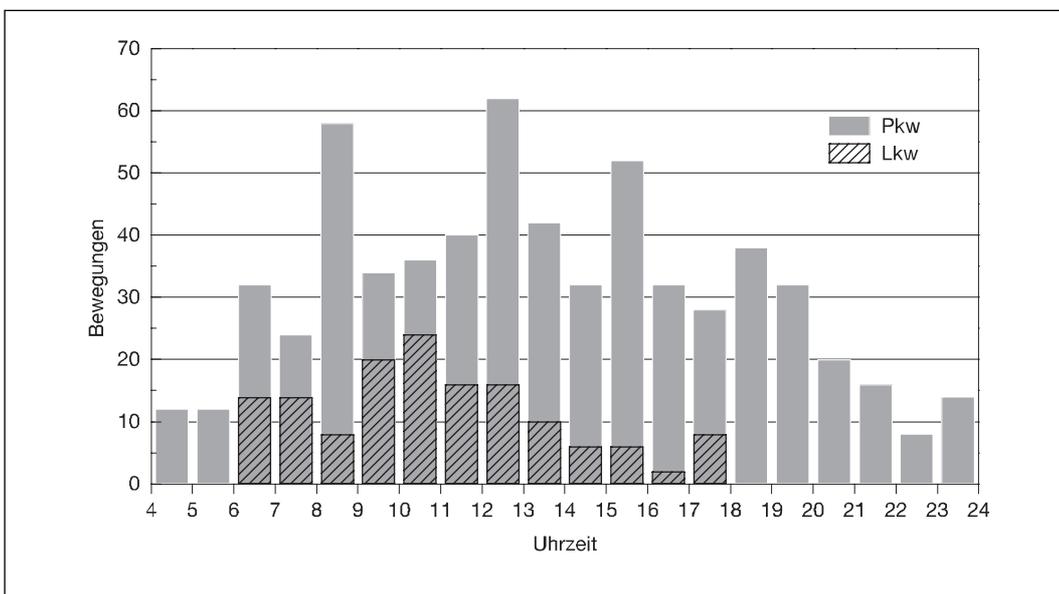


Abb. 3: Bewegungslinie an der Tankanlage Fürholzen Ost, Erhebung am Donnerstag, 02.12.2004

Die mittlere Anzahl Bewegungen beträgt in dieser Zeit 1,11 Pkw-Bewegungen je Stellplatz und 0,55 Lkw-Bewegungen je Stellplatz. Der für die Ermittlung der Anhaltswerte herangezogene Maximalwert beträgt 1,39 Pkw-Bewegungen je Stellplatz und 1,12 Lkw-Bewegungen je Stellplatz. Der theoretische Maximalwert der Rastanlage Höhenrain wird, wie oben beschrieben, nicht weiter verwendet.

- Die Belegung der Lkw-Stellplätze im Bereich der Rastanlage ist generell tagsüber gering und erreicht ihr Maximum in den Nachtstunden. Häufig sind die Lkw-Stellflächen überbelegt. Die Fahrgassen und auch Pkw-Stellplätze werden von Lkw belegt. In Fällen der Überbelegung wurde die Bewegungshäufigkeit auf die Zahl der Stellplätze normiert.

In Abb. 2 und 3 sind für diese Parkplatzart typische Bewegungs- und Belegungsganglinien am Beispiel der Tank- und Rastanlage Fürholzen angegeben. Die Bewegungs- und Belegungsganglinien aller untersuchten Tank- und Rastanlagen sind in [37] aufgeführt.

Tab. 6:
Erhebungsergebnisse an
Tiefgaragen und Parkplätzen
von Wohnanlagen

Erhebungsort	Anzahl Stellplätze	Anzahl Zufahrten	max. Belegung am Erhebungs-termin	Erhebungstermin			Gesamtzahl Bewegungen		Bewegungen je Stellplatz und Stunde ⁶⁾ bezogen auf die maximale Belegung				
				Datum	Wochen-tag	Uhrzeit	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	ungünstigste Nachtstunde		
												Uhrzeit	
Tiefgarage einer Wohnanlage in München-Obersendling	180	1 Ein (=Aus)	k. A.	11.11.87	Mi.	5.30 - 1.00	240	14	0,08	0,01	0,02 0,02	5 - 6 22 - 23	
Tiefgarage einer Wohnanlage in München-Neuhausen	108	1 Ein (=Aus)	k. A.	12.11.87	Do.	5.30 - 1.00	140	13	0,08	0,01	0,05	22 - 23	
Tiefgarage einer Wohnanlage in München-Westend	167	1 Ein (=Aus)	139	12.11.87	Do.	5.30 - 1.00	181	15	0,08	0,01	0,06	22 - 23	
Tiefgarage einer Wohnanlage in Garching bei München	150	1 Ein (=Aus)	150	12.11.87	Do.	5.30 - 1.00	195	18	0,08	0,01	0,01 0,04	5 - 6 22 - 23	
Wohnanlage in München-Schwabing													
- Tiefgarage	138	1 Ein +1 Aus	104	15.06.99	Di.	5.00 - 0.30	170	15	0,10	0,02	0,01 0,06	5 - 6 22 - 23	
- oberirdische Stellplätze (Zufahrt über Schranke ⁸⁾)	10	1 Ein (=Aus)	8	15.06.99	Di.	5.00 - 0.30	11	-	0,09	-	-	5 - 6 22 - 23	
Wohnanlage in München-Moosach													
- Tiefgarage	147	2 Ein (=Aus)	108 98	17.06.99 25.01.05	Do. Di.	5.00 - 0.30 22.00-0.00	191 -	16 7	0,11 -	0,02 0,01	0,06 0,04 0,04	5 - 6 22 - 23 22 - 23	
- oberirdische Stellplätze ⁸⁾)	27	1 Ein (=Aus)	22	17.06.99	Do.	5.00 - 0.30	70	4	0,20	0,02	0,00 0,14	5 - 6 22 - 23	
Wohnanlage in Kleinstadt im Landkreis Augsburg													
- Tiefgarage und Parkhaus	154	2 Ein (=Aus)	58	22.06.99	Di.	5.30 - 0.30	70	8	0,08	0,02	0,02 0,09	5 - 6 22 - 23	
- oberirdische Stellplätze ⁸⁾)	44	4 Ein (=Aus)	16	22.06.99	Di.	5.30 - 0.30	98	10	0,38	0,05	0,06 0,05	5 - 6 22 - 23	
Tiefgarage einer Wohnanlage in Unterhaching	48	1 Ein (=Aus)	41	29.06.99	Di.	5.30 - 0.30	82	3	0,13	0,01	0,00 0,05	5 - 6 22 - 23	
Tiefgarage einer Wohnanlage in Germering bei München	76	1 Ein (=Aus)	51	25.07.00	Di.	5.30 - 0.30	90	5	0,11	0,01	0,02 0,06	5 - 6 22 - 23	
							<i>Mittelwerte</i>						
								<i>Tiefgarage</i>		0,09	0,01	0,02 0,05	5 - 6 22 - 23
								<i>oberirdische Stellplätze</i>		0,22	0,03	0,03 0,10	5 - 6 22 - 23

- im Erhebungszeitraum keine Bewegungen vorhanden

5.3 Parkplätze und Tiefgaragen an Wohnanlagen

Die Erhebungsergebnisse der insgesamt neun untersuchten Wohnanlagen sind in Tabelle 6 aufgelistet.

An drei Untersuchungsorten waren neben Tiefgaragenstellplätzen oberirdische, der Wohnanlage zugehörige nicht öffentliche Stellplätze im Bereich der Tiefgarageneinfahrt zu verzeichnen. Bei den Erhebungen an diesen Wohnanlagen wurden die Fahrzeugbewegungen getrennt für die Tiefgaragenstellplätze und die oberirdischen Stellplätze ermittelt.

Zusammenfassend zeigen sich folgende Erhebungsergebnisse an den untersuchten Wohnanlagen:

- Die an Tiefgaragenstellplätzen ermittelten Bewegungshäufigkeiten schwanken stark, zeigen jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen Wohnanlagen im ländlichen und im städtischen Bereich.
- Im Zeitraum Tag (6–22 Uhr) wurde eine durchschnittliche Bewegungshäufigkeit an den Tiefgaragen von 0,09 Bewegungen je Stellplatz und Stunde ermittelt. Die maximale Bewegungshäufigkeit betrug an einem Untersuchungsort tags 0,13 Bewegungen je Stellplatz und Stunde. Nachts betrug die durchschnittliche Bewegungshäufigkeit 0,01 Bewegungen je Stellplatz und Stunde. Die maximale Bewegungshäufigkeit war in der 4. Auflage der Parkplatzlärmstudie mit 0,15 Bewegungen je Stellplatz und Stunde irrtümlich zu hoch angegeben worden; sie wurde nach Prüfung und durch erneute Zählung korrigiert und zu 0,09 Bewegungen je Stellplatz und Stunde ermittelt.
- Für die oberirdischen Stellplätze der Wohnanlagen wurde tags eine durchschnittliche Bewegungshäufigkeit von 0,22 Bewegungen je Stellplatz und Stunde ermittelt. Der Maximalwert betrug an einem Untersuchungsort 0,38 Bewegungen je Stellplatz und Stunde.
- Die oberirdischen Stellplätze werden gegenüber den Tiefgaragenstellplätzen häufiger genutzt; es ist zu vermuten, dass die oberirdischen Stellplätze von den Anwohnern als attraktiver und sicherer eingestuft werden. Nach Beobachtungen werden die für Anwohner vorgesehenen oberirdischen Stellplätze auch z.T. vom Anlieferungsverkehr (Post, Paketdienst, Getränkedienst, Taxi usw.) genutzt.

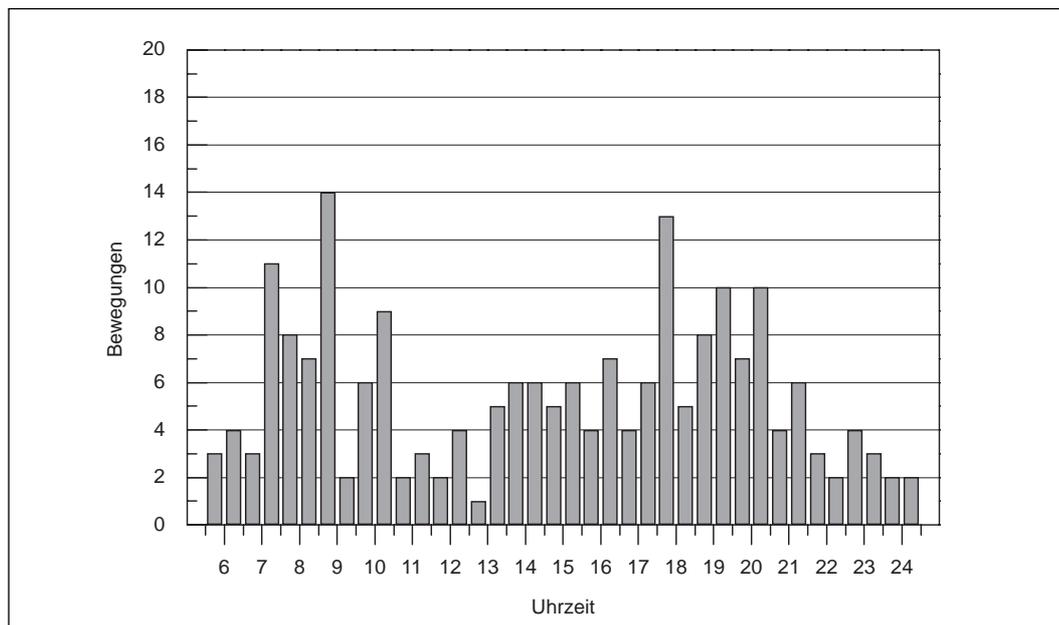


Abb. 4:
Bewegungsganglinien
der Tiefgarage einer
Wohnanlage in
München-Moosach,
Erhebung am Donnerstag,
17.06.2000

Eine für diese Parkplatzart typische Bewegungsganglinie ist in Abb. 4 am Beispiel der Tiefgarage einer Wohnanlage in München-Moosach angegeben. Die Bewegungs- und Belegungsganglinien aller untersuchten Tiefgaragen von Wohnanlagen sind in [37] aufgeführt.

5.4 Parkplätze an Diskotheken

Wie Tabelle 7 zu entnehmen ist, wurden insgesamt neun Erhebungen an acht Diskotheken durchgeführt.

Zusammenfassend zeigen sich folgende Erhebungsergebnisse an Diskotheken:

- Bei fünf untersuchten Diskotheken konnten die erhobenen Fahrzeugbewegungen auf die jeweilige Netto-Gastraumfläche normiert werden ⁹⁾. Im schalltechnisch kritischsten Zeitraum „ungünstigste Nachtstunde“ wurde ein Mittelwert der Bewegungshäufigkeit (Bewegungen je 10 m² Netto-Gastraumfläche und Stunde) von 2,82 ermittelt, wobei zwei Diskotheken relativ wenig frequentiert waren (s. Tabelle 7). Bei gut besuchten Diskotheken zeigten sich im Zeitraum „ungünstigste Nachtstunde“ Bewegungshäufigkeiten von 2,55 bis zum Maximalwert von 5,61. Die „ungünstigste Nachtstunde“ lag

Tab. 7:
Erhebungsergebnisse
an Parkplätzen von
Diskotheken

Erhebungsort	Netto-Gastraumfläche [m ²]	Anzahl Stellplätze	max. Belegung am Erhebungstermin	Erhebungstermin			Bemerkung	Gesamtzahl Bewegungen		Bewegungen je 10 m ² Netto-Gastraumfläche und Stunde ⁶⁾				
				Datum	Wochentag	Uhrzeit		Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	ungünstigste Nachtstunde		
													Uhrzeit	
Diskothek im Lkr. Günzburg, ländlicher Bereich	k. A. 10)	135 11)	105	23.05.86	Fr.	22.00 - 23.00	gut besucht, Diskothek am Ortsrand	-	203	-	10)	10)	22 - 23	
				24.05.86	Sa.	19.30 - 1.00	gut besucht, Diskothek am Ortsrand	331	347	10)	10)	10)	22 - 23	
Diskothek am Stadtrand von München	250	ca. 200	47	25.06.99	Fr.	20.30 - 4.00	rel. wenig frequentiert	10	117	0,03	0,59	1,00	23 - 24	
Diskothek im Lkr. Unterallgäu, ländlicher Bereich	k. A. 10)	64 11)	22	02.07.99	Fr.	20.00 - 2.00	Unterdurchschnittlich frequentiert	14	28	10)	10)	10)	0 - 1	
Diskothek in einer Kleinstadt im Lkr. Aichach – Friedberg	530	550 11)	368	09.07.99	Fr.	20.00 - 1.30	gut besucht, Diskothek außerhalb Ortschaft	48	579	0,06	1,37	4,00	22 - 23	
Diskothek in einer Kleinstadt im Lkr. Weilheim – Schongau	376	ca. 140	216	05.05.00	Fr.	20.00 - 4.00	gut besucht, Diskothek am Ortsrand	77	866	0,13	2,88	5,61	0 - 1	
Diskothek im Lkr. Günzburg, ländlicher Bereich	498	120 11)	86	12.05.00	Fr.	20.00 - 4.00	Diskothek am Ortsrand	102	505	0,13	1,27	2,55	0 - 1	
Diskothek im Lkr. Augsburg, ländlicher Bereich	k. A. 10)	65	42	20.05.00	Sa.	20.00 - 4.00	Bezugsdaten nicht verfügbar	58	238	10)	10)	10)	22 - 23	
Diskothek in einer Kleinstadt im Lkr. Aichach – Friedberg	480	70	29	27.05.00	Sa.	21.00 - 6.00	rel. wenig frequentiert	12	218	0,02	0,57	0,92	1 - 2	
								Mittelwerte		0,07	1,34	2,82		

- im Erhebungszeitraum keine Bewegungen vorhanden

dabei bei den untersuchten Diskotheken in z.T. unterschiedlichen Zeiträumen.

- Werden die Bewegungshäufigkeiten zum direkten Vergleich mit den Angaben der 3. Auflage der Parkplatzlärmstudie [30] auf die Anzahl der Stellplätze normiert, ergibt sich an den untersuchten neun Diskotheken im Zeitraum „ungünstigste Nachtstunde“ ein Mittelwert der Bewegungen je Stellplatz und Stunde von 1,07. Bei den 1986 durchgeführten Erhebungen wurde ein Maximalwert von 1,82 Bewegungen je Stellplatz und Stunde in der „ungünstigsten Nachtstunde“ ermittelt; die 1999 und 2000 durchgeführten Erhebungen ergaben in diesem Zeitraum an zwei Untersuchungsorten Maximalwerte in derselben Größenordnung von 1,48 bzw. 1,52 Bewegungen je Stellplatz und Stunde.

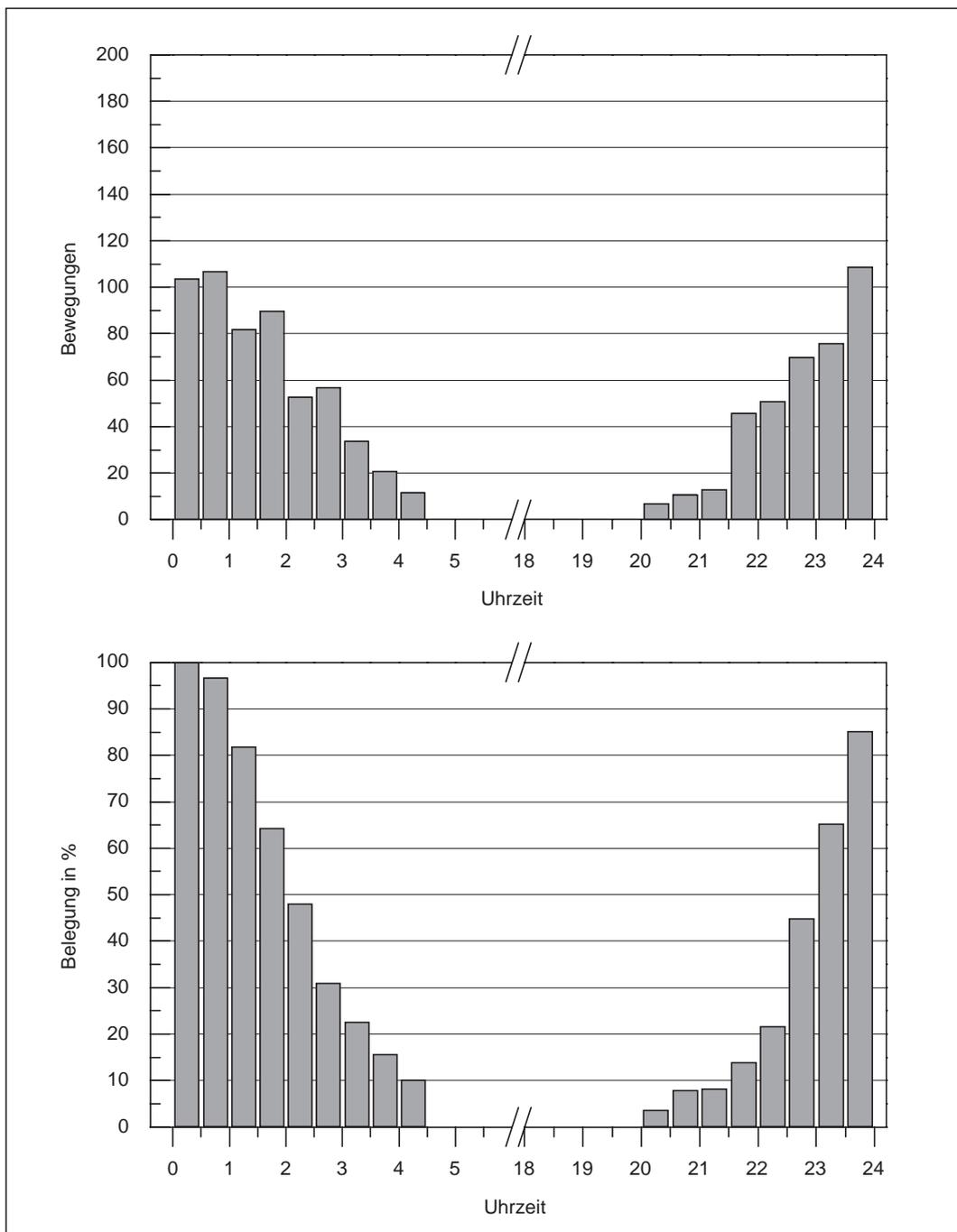


Abb. 5: Bewegungs- und Belegungslinien am Parkplatz einer Kleinstadt im Landkreis Weilheim-Schongau, Erhebung am Freitag, 05./06.05.2000

- Im Vergleich zu den Untersuchungen von 1986 ist ersichtlich, dass sich offenbar die Gewohnheiten der Diskothekenbesucher geändert haben: So waren in der 1986 untersuchten Diskothek bereits vor 22 Uhr (Zeitraum Tag: 6–22 Uhr) ca. 49 % aller Fahrzeugbewegungen zu verzeichnen, während bei den 1999 und 2000 untersuchten Diskotheken dieser Anteil im Mittel nur ca. 14 % beträgt. Eine Verlagerung der Fahrzeugbewegungen in spätere Nachtstunden zeigt sich ebenso am jeweiligen Zeitraum der „ungünstigsten Nachtstunde“: Während 1986 die „ungünstigste Nachtstunde“ im Zeitraum von 22–23 Uhr lag, waren bei den aktuellen Erhebungen hier meist spätere Zeiträume (z.B. 0–1 Uhr) zu verzeichnen.

Die in Tabelle 7 angegebenen Bewegungshäufigkeiten beziehen sich auf die Gesamtanzahl der dem Diskothekenbetrieb zuzurechnenden Fahrzeugbewegungen. Bei den untersuchten Diskotheken wurden z.T. neben den vom Diskothekenbetreiber zur Verfügung gestellten Stellplätzen auch sonstige Stellplätze, z.B. Längsparkplätze an der Straße oder benachbarte Parkplätze, genutzt.

Anhand von exemplarischen Zusatzerhebungen wurden die Fahrzeugbewegungen an einem Untersuchungsort differenziert nach den vom Diskothekenbetreiber zur Verfügung gestellten Stellplätzen und sonstigen Stellplätzen erhoben. Die Ergebnisse dieser Zusatzerhebungen werden in Abschnitt 5.10.4 beschrieben.

In Abb. 5 sind für diese Parkplatzart typische Bewegungs- und Belegungsganglinien am Beispiel einer Diskothek in einer Kleinstadt im Lkr. Weilheim-Schongau angegeben. Die Bewegungs- und Belegungsganglinien aller untersuchten Diskotheken sind in [37] aufgeführt.

5.5 Parkplätze an Einkaufsmärkten

Wie Tabelle 1 und Tabelle 8 zu entnehmen ist, wurden an dieser Parkplatzart insgesamt 36 Erhebungen durchgeführt.

Die Zählungen erfolgten bei älteren Erhebungen z.T. nur während der Öffnungszeiten der Einkaufsmärkte. Der bei der Berechnung der Beurteilungspegel eintretende Fehler durch die Nichtbeachtung der außerhalb der Öffnungszeiten stattfindenden Bewegungen ist aber vernachlässigbar klein ($<0,1$ dB).

Die untersuchten Einkaufsmärkte wurden in folgende Untergruppen eingestuft:

- Einkaufsmärkte mit vielfältigem Warenangebot:
 - kleine Verbrauchermärkte (Nettoverkaufsfläche bis 5000 m²)
 - große Verbrauchermärkte bzw. Warenhäuser (Nettoverkaufsfläche über 5000 m²)
- Einkaufsmärkte mit spezialisiertem Warenangebot:
 - Discounter und Getränkemarkt
 - Elektrofachmärkte
 - Bau- und Möbelfachmärkte

Zur Erläuterung: Discounter oder Discountmärkte, z.B. Aldi, Lidl oder Plus, sind Niedrigpreismärkte mit begrenztem Sortiment ¹²⁾.

Die im Jahr 2004 bzw. 2005 durchgeführten Zählungen an Verbrauchermärkten bzw. Bau- und Möbelfachmärkten geben die Bewegungshäufigkeiten nach Verlängerung der gesetzlichen Ladenschlusszeiten am 01.06.2003 wieder. Die Zählungen in den Jahren 1999 und 2000 fanden vor der Ausdehnung der zulässigen Öffnungszeit am Samstag statt. Sie umfasste früher den Zeitraum von 6.00 Uhr bis 16.00 Uhr, jetzt den Zeitraum

Tab. 8 Teil 1:
Erhebungsergebnisse
an Parkplätzen von
Einkaufsmärkten

Erhebungsort	Nettoverkaufsfläche [m²]	Anzahl Stellplätze	Anzahl Zufahrten	max. Belegung am Erhebungs-termin	Erhebungstermin			Be-merkung	Gesamtzahl Bewegungen		Bewegungen je 10 m² Netto-Verkaufsfläche und Stunde ⁶⁾			
					Datum	Wochen-tag	Uhrzeit		Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Ungünst. Nacht-stunde	
Kleiner Verbrauchermarkt (Nettoverkaufsfläche bis 5000 m²)														
Supermarkt in München	800	74	3 Ein (=Aus)	38	12.06.99	Sa.	7.30 - 16.00		959	-	0,75	-	-	
Supermarkt im Lkr. München, ländlicher Bereich	750	44	3 Ein (=Aus)	41	30.10.99	Sa.	8.00 - 16.00	am Ortsrand	892	-	0,74	-	-	
Verbrauchermarkt in München	4900	300	1 Ein +1 Aus	235	11.11.87	Mi.	8.00 - 19.00		4524	-	0,58	-	-	
Verbrauchermarkt in einer Kleinstadt im Lkr. Deggendorf	1132	58	1 Ein (=Aus)	62	24.11.87	Di.	7.30 - 18.30		1449	-	0,80	-	-	
Verbrauchermarkt in einer Kleinstadt im Lkr. Augsburg	2470	185	1 Ein +2 Aus	128	19.06.99	Sa.	8.00 - 16.15		2692	-	0,68	-	-	
Verbrauchermarkt in einer Kleinstadt im Lkr. Augsburg	2552	179	1 Ein (=Aus)	152	09.10.99	Sa.	8.00 - 16.00		2603	-	0,64	-	-	
Verbrauchermarkt in einer Kleinstadt im Lkr. Freising	3000	182	2 Ein (=Aus)	176	06.11.99	Sa.	7.30 - 16.00	am Ortsrand	5062	-	1,05	-	-	
		181		110	18.12.04	Sa.	7.30 - 20.30		3883	-	0,81	-	-	
Verbrauchermarkt in einer Marktgemeinde im Lkr. Unterallgäu	2000	223	2 Ein (=Aus) +1 Aus	111	08.04.00	Sa.	7.30 - 16.00	am Ortsrand	2673	-	0,84	-	-	
		220		82	13.11.04	Sa.	7.15 - 20.00		3278	-	1,02	-	-	
Verbrauchermarkt in München	700	30	1 Ein +1 Aus	35	18.12.04	Sa.	7.45 - 20.00		1913	-	(1,70)			
<i>Mittelwerte</i>												<i>0,79</i>	-	-
Warenhäuser (Nettoverkaufsfläche größer 5000 m²)														
Warenhaus in Kleinstadt im Lkr. Rottal-Inn	7000	537	2 Ein (=Aus)	614	19.07.86	Sa.	10.30 - 19.00		4716	-	0,42	-	-	
Warenhaus in München	18000	978	1 Ein (=Aus)	408	11.11.87	Mi.	8.30 - 19.00		6820	-	0,24	-	-	
Warenhaus in Rosenheim	7060	429	1 Ein (=Aus)	299	26.06.99	Sa.	7.30 - 16.15		5794	-	0,51	-	-	
Warenhaus in Kleinstadt im Lkr. Weilheim-Schongau	6000	565 TG: 454 oberird.: 111	1 Ein (=Aus) +1 Ein +1 Aus	274 TG: 156 oberird.: 118	16.10.99	Sa.	6.45 - 16.15		6141	-	0,64	-	-	
Warenhaus in Rosenheim	7000	350	1 Ein (=Aus)	371	04.12.04	Sa.	7.30 - 20.00		10751		(0,96)	-	-	
Warenhaus in Kleinstadt im Lkr. Augsburg	6726	800	2 Ein (=Aus)	271	11.12.04	Sa.	7.45 - 20.00		5983		0,56	-	-	
<i>Mittelwerte</i>												<i>0,47</i>	-	-

- im Erhebungszeitraum keine Bewegungen vorhanden; in () Wert bleibt unberücksichtigt (überdurchschnittlicher Verkehr in der Vorweihnachtszeit)

Erhebungen von Kfz-Bewegungen auf Parkplätzen

Tab. 8 Teil 2:
Erhebungsergebnisse
an Parkplätzen von
Einkaufsmärkten

Erhebungsort	Nettoverkaufsfläche [m ²]	Anzahl Stellplätze	Anzahl Zufahrten	max. Belegung am Erhebungstermin	Erhebungstermin			Bemerkung	Gesamtzahl Bewegungen		Bewegungen je 10 m ² Netto-Verkaufsfläche und Stunde ⁶⁾			
					Datum	Wochentag	Uhrzeit		Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Ungünst. Nachtstunde	
Discounter und Getränkemarkt														
Discounter in München	850	82	1 Ein (=Aus)	68	12.11.87	Do.	8.30 - 19.00		2228	-	1,64	-	-	
Discounter in München	776	93	2 Ein (=Aus)	96	03.07.99	Sa.	7.45 - 14.15		1633	-	1,32	-	-	
Discounter in München	776	92	2 Ein (=Aus)	92	08.11.04	Mo.	8.00 - 19.30	Aktionstag	3296	-	2,24	-	-	
Getränkemarkt im Lkr. Rosenheim, ländlicher Bereich	200	12	2 Ein (=Aus)	18	10.07.99	Sa.	7.45 - 13.45		369	-	1,15	-	-	
Discounter in Kleinstadt im Lkr. Augsburg	660	74	1 Ein (=Aus)	57	23.10.99	Sa.	8.00 - 13.00		908	-	0,86	-	-	
Discounter in Kleinstadt im Lkr. Augsburg	800	125	2 Ein (=Aus)	67	12.05.00	Fr.	8.30 - 19.00		2067	-	1,61	-	-	
Discounter in Kleinstadt im Lkr. Augsburg	630	50	1 Ein (=Aus)	20	29.11.04	Mo.	7.30 - 20.00	Aktionstag	847	-	0,84	-	-	
Discounter in Kleinstadt im Lkr. Aichach-Friedberg	750	108	1 Ein (=Aus)	108	08.11.04	Mo.	8.00 - 19.00	Aktionstag	2587	-	2,16	-	-	
Discounter in Kleinstadt im Lkr. Augsburg	700	120	2 Ein (=Aus)	34	06.12.04	Mo.	7.30 - 20.00	Aktionstag	1874	-	1,67	-	-	
Discounter in Kleinstadt im Lkr. Augsburg	900	120	2 Ein (=Aus)	39	09.12.04	Do.	7.30 - 20.00	Aktionstag	1470	-	0,72	-	-	
Discounter in Kleinstadt im Lkr. Passau	1000	51	1 Ein (=Aus)	44	22.11.04	Mo.	7.30 - 20.00	Aktionstag	1294	-	0,81	-	-	
<i>Mittelwerte</i>												1,37	-	-
Elektrofachmärkte														
Elektrofachmarkt in Kleinstadt im Lkr. Weilheim-Schongau	1200	48	1 Ein +1 Aus	55	16.10.99	Sa.	9.00 - 16.00	am Ortsrand	892	-	0,46	-	-	
Elektrofachmarkt in München	1800	TG: 16 oberird.: 44	2 Ein (=Aus)	TG: 18 oberird.: 53	06.11.99	Sa.	8.30 - 16.00	am Ortsrand	1779	-	0,62	-	-	
<i>Mittelwerte</i>												0,54	-	-
Bau- und Möbelfachmärkte														
Baumarkt in Kleinstadt im Lkr. Weilheim-Schongau	6500	207	5 Ein (=Aus)	162	17.07.99	Sa.	7.45 - 16.15		2379	-	0,23	-	-	
Baumarkt in Kleinstadt im Lkr. Weilheim-Schongau	6500	207	5 Ein (=Aus)	207	22.01.05	Sa.	8.00 - 18.00		3647	-	0,35	-	-	
Einrichtungshaus in München	3400	100	3 Ein (=Aus)	92	09.10.99	Sa.	9.00 - 16.00	am Ortsrand	1428	-	0,26	-	-	
Möbelfachmarkt in Rosenheim	7500	150	1 Ein (=Aus)	96	23.10.99	Sa.	9.00 - 16.00		1605	-	0,13	-	-	
Baumarkt in Kleinstadt im Lkr. Augsburg	4800	243	1 Ein +1 Aus	243	15.04.00	Sa.	7.30 - 16.00	am Ortsrand	3047	-	0,40	-	-	
Möbelhaus in Kleinstadt im Lkr. Fürstenfeldbruck	1650	20	2 Ein (=Aus)	15	15.07.00	Sa.	9.00 - 16.00		141	-	0,05	-	-	
<i>Mittelwerte</i>												0,24	-	-

- keine Erhebung bzw. keine Bewegungen vorhanden

von 6.00 Uhr bis 20.00 Uhr. An zwei kleinen Verbrauchermärkten, an denen bereits 1999 bzw. 2000 gezählt wurde, wurden die Zählungen für einen direkten Vergleich wiederholt.

An Discountmärkten wurden im Jahr 2004 gezielt Zählungen an sog. „Aktionstagen“ durchgeführt. An diesen Tagen mit besonders beworbenen Angeboten (vorzugsweise aus dem Nicht-Lebensmittelbereich) wurden von Betroffenen zunehmend hohe Verkehrsaufkommen beobachtet. Je nach Attraktivität des Angebots (z.B. Computer, Kinderkleidung o.ä.) ergeben sich aus den Zählungen mehr oder weniger starke Erhöhungen des Verkehrsaufkommens gegenüber sonstigen Wochentagen. Da diese Angebote an Discountmärkten in der Regel zweimal wöchentlich (meist Montag und Donnerstag) eingestellt werden, können diese Tage nicht von vorneherein als „seltene Ereignisse“ im Sinne der TA Lärm eingestuft werden. Inwieweit die hohen Verkehrsaufkommen, die in dieser Untersuchung gezählt wurden, durch besonders attraktive Angebote verursacht werden und wie häufig solche Angebote platziert werden, kann im Rahmen dieser Untersuchung nicht abschließend geklärt werden. Für die Ermittlung der Anhaltswerte des Prognoseverfahrens werden diese Zählergebnisse jedenfalls nicht berücksichtigt. Ebenso werden die an Adventswochenenden erhobenen Zählergebnisse, die z.T. deutlich höhere Werte lieferten, nicht bei der Ermittlung der Anhaltswerte (vgl. Tabelle 8) berücksichtigt.

Zusammenfassend zeigen sich an den untersuchten Einkaufsmärkten folgende Erhebungsergebnisse:

- Bei der Untergruppe „kleiner Verbrauchermarkt“ (ohne die am 18.12.2004 durchgeführte Zählung in München) liegt der Mittelwert der erhobenen Bewegungshäufigkeiten im Zeitraum Tag (6–22 Uhr) bei 0,79 Bewegungen je 10 m² Netto-Verkaufsfläche und Stunde. Der Maximalwert der Bewegungshäufigkeiten tags beträgt bei dieser Untergruppe 1,70 Bewegungen je 10 m² Netto-Verkaufsfläche und Stunde. Die entsprechende Zählung am 18.12.2004 fand jedoch am letzten Adventswochenende an einem zentral gelegenen Verbrauchermarkt in einem Stadtteilzentrum statt. Beim Vorschlag für die Anhaltswerte bleibt der Wert 1,70 daher unberücksichtigt und es wird der Wert 1,05 Bewegungen je 10 m² Netto-Verkaufsfläche und Stunde des Verbrauchermarkts im Landkreis Freising zugrundegelegt.
- Bei den Untergruppen „Warenhaus“ und „Elektrofachmärkte“ wurden durchschnittliche Bewegungshäufigkeiten tags von 0,47 bzw. 0,54 Bewegungen je 10 m² Netto-Verkaufsfläche und Stunde ermittelt. Die Maximalwerte der Bewegungshäufigkeiten tags betragen bei diesen Untergruppen 0,64 bzw. 0,62 Bewegungen je 10 m² Netto-Verkaufsfläche und Stunde. Die Zählung am SB-Warenhaus in Rosenheim wird aufgrund des Adventswochenendes beim Vorschlag für die Anhaltswerte für die schalltechnische Prognose nicht berücksichtigt.
- Die Untergruppe „Discounter und Getränkemarkt“ zeigt die höchste durchschnittliche Bewegungshäufigkeit tags von 1,37 Bewegungen je 10 m² Netto-Verkaufsfläche und Stunde. Die maximale Bewegungshäufigkeit tags beträgt bei dieser Untergruppe (an Aktionstagen) 2,24 Bewegungen je 10 m² Netto-Verkaufsfläche und Stunde. Die maximale Bewegungshäufigkeit an normalen Werktagen beträgt 1,64 Bewegungen je 10 m² Netto-Verkaufsfläche und Stunde. Die beobachteten Unterschiede der Bewegungshäufigkeit zwischen den Discountmärkten sind vergleichsweise sehr groß.
- Die geringste durchschnittliche Bewegungshäufigkeit tags wurde bei der Untergruppe „Bau- und Möbelfachmarkt“ erhoben. Sie beträgt 0,24 Bewegungen je 10 m² Netto-Verkaufsfläche und Stunde. Bei dieser Untergruppe wurde eine maximale Bewegungshäufigkeit tags von 0,40 Bewegungen je 10 m² Netto-Verkaufsfläche und Stunde ermittelt.

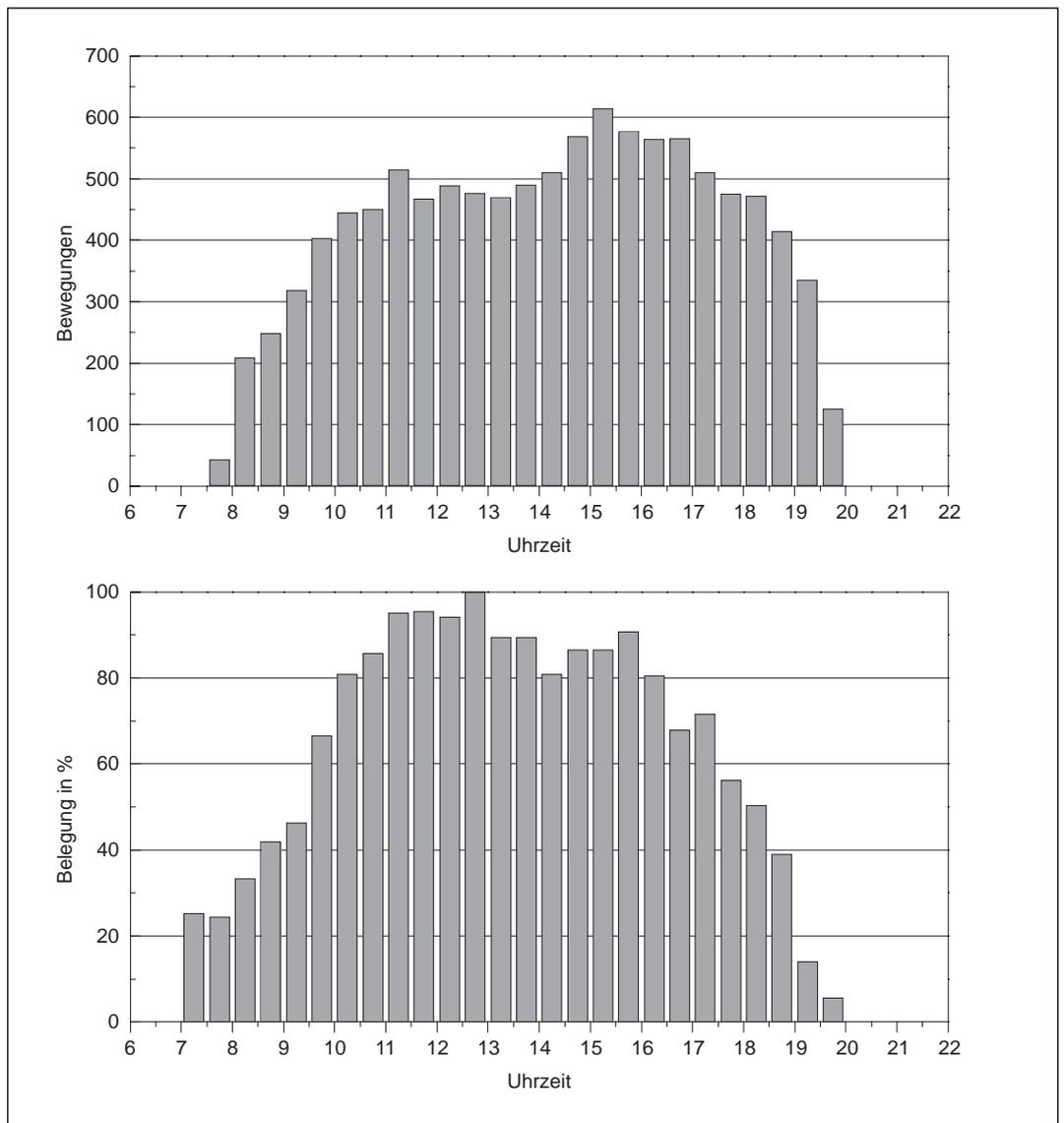


Abb. 6:
 Bewegungs- und
 Belegungslinien am
 Parkplatz eines Waren-
 hauses in Rosenheim,
 Erhebung am Samstag,
 04.12.2004

In Abb. 6 sind für diese Parkplatzart typische Bewegungs- und Belegungsganglinien am Beispiel eines Warenhauses in Rosenheim angegeben. Die Bewegungs- und Belegungsganglinien aller untersuchten Einkaufsmärkte sind in [37] aufgeführt.

5.6 Parkplätze an Speisegaststätten

Wie Tabelle 9 zu entnehmen ist, wurden insgesamt 13 Erhebungen an dieser Parkplatzart durchgeführt.

Die untersuchten Parkplätze an Speisegaststätten wurden in folgende Untergruppen eingestuft:

- Großstadt-Gaststätten,
- Gaststätten im ländlichen Bereich,
- Ausflugsgaststätten,
- Schnellgaststätten (Selbstbedienungsgaststätten), Erhebung der Fahrzeugbewegungen

differenziert nach

- Besuchern der Gaststätte und
- Kunden des „Drive-In“-Angebotes (Kauf von Speisen und Getränken vom Fahrzeug aus am Autoschalter).

In Gaststätten erfolgt durch Personal die Bedienung an den Tischen, in Schnellgaststätten wählen die Gäste Speisen und Getränke an den Theken vor der Kasse aus und suchen erst danach die Tische auf. In Tabelle 9 sind die ermittelten Bewegungshäufigkeiten normiert auf die jeweilige Netto-Gastraumfläche der untersuchten Speisegaststätten angegeben (Bewegungen je 10 m² Netto-Gastraumfläche und Stunde). Eine Ausnahme stellen die Autoschalter der Schnellgaststätten dar: Da hier eine Normierung auf die Netto-Gastraumfläche nicht sinnvoll erscheint, sind die Bewegungshäufigkeiten in „Bewegungen je Stunde“ angegeben. Die Erhebungen wurden an den erfahrungsgemäß besucherreichen Wochenendtagen durchgeführt.

Zusammenfassend zeigen sich folgende Erhebungsergebnisse an Speisegaststätten:

- Die Mittelwerte der erhobenen Bewegungshäufigkeiten im Zeitraum Tag (6–22 Uhr) liegen bei den Untergruppen „Großstadt-Gaststätten“, „Gaststätten im ländlichen Bereich“ und „Ausflugsgaststätten“ mit 0,56; 0,75 und 0,73 Bewegungen je 10 m² Netto-Gastraumfläche und Stunde in einer vergleichbaren Größenordnung. Die Maximalwerte der Bewegungshäufigkeiten tags betragen bei diesen Untergruppen 0,71; 1,16 und 1,04 Bewegungen je 10 m² Netto-Gastraumfläche und Stunde; die höchsten Bewegungshäufigkeiten tags wurden bei Gaststätten im ländlichen Bereich ermittelt.
- Im Zeitraum „ungünstigste Nachtstunde“ zeigen sich bei den Untergruppen „Großstadt-Gaststätten“, „Gaststätten im ländlichen Bereich“ und „Ausflugsgaststätten“ durchschnittliche Bewegungshäufigkeiten von 0,66; 0,50 und 0,36 Bewegungen je 10 m² Netto-Gastraumfläche und Stunde. Die Maximalwerte betragen bei diesen Untergruppen im Zeitraum „ungünstigste Nachtstunde“ 0,83; 1,11 und 0,85 Bewegungen je 10 m² Netto-Gastraumfläche und Stunde. Insbesondere bei der Untergruppe „Gaststätten im ländlichen Bereich“ ist ein deutlicher Unterschied zwischen dem Maximalwert (1,11) und dem Durchschnittswert (0,50) zu verzeichnen. Da an der Gaststätte mit der höchsten Bewegungshäufigkeit nach Auskunft des Betreibers i. d. R. freitags ein zum Erhebungstermin vergleichbarer Besuch vorherrscht, scheint hier jedoch kein „Ausreißer“ vorzuliegen.
- Bei der Untergruppe ‚Schnellgaststätten‘ (Selbstbedienungsgaststätten) wurde eine im Vergleich zu den sonstigen untersuchten Speisegaststätten deutlich höhere durchschnittliche Bewegungshäufigkeit tags von 2,70 Bewegungen je 10 m² Netto-Gastraumfläche und Stunde ermittelt (Fahrzeugbewegungen durch Besucher der Gaststätte). Die erhobene maximale Bewegungshäufigkeit tags beträgt für die in München untersuchte Schnellgaststätte 3,72 Bewegungen je 10 m² Netto-Gastraumfläche und Stunde und liegt um etwa Faktor 2 über dem an einer Schnellgaststätte in einer Kleinstadt ermittelten Wert. Im Zeitraum „ungünstigste Nachtstunde“ liegt die in München erhobene Bewegungshäufigkeit sogar etwa um den Faktor 5 über dem entsprechenden Wert in der Kleinstadt.
- In Zusammenhang mit dem „Drive-In“-Angebot wurden an den zwei untersuchten Schnellgaststätten im Zeitraum Tag (6–22 Uhr) Bewegungshäufigkeiten von 15,5 bzw. 37,6 Bewegungen je Stunde ermittelt. Im Zeitraum „ungünstigste Nachtstunde“ wurden 24 bzw. 36 Fahrzeugbewegungen gezählt. Die maximalen Bewegungshäufigkeiten in den Zeiträumen Tag und „ungünstigste Nachtstunde“ wurden an der untersuchten

Erhebungen von Kfz-Bewegungen auf Parkplätzen

Tab. 9 Teil 1:
Erhebungsergebnisse
an Parkplätzen von
Speisegaststätten

Erhebungsort	Nettogast- raum- fläche [m ²]	Anzahl Stell- plätze	max. Belegung am Erhebungs- termin ¹³⁾	Erhebungstermin			Bemerkung (Anzahl Sitzplätze)	Gesamtzahl Bewegungen		Bewegungen je 10 m ² Nettogasträumfläche ⁶⁾				
				Datum	Wochen- tag	Uhrzeit		Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	ungünstigste Nachtstunde		
													Uhrzeit	
Gaststätten Großstadt														
Gaststätte in München	144 14)	19	20	12.06.99	Sa.	11.00 - 24.00	Hauptverkehrsstraße (120 Sitzpl.)	92	12	0,40	0,10	0,49	23 - 24	
Gaststätte in München	240 14)	22	44	13.06.99	So.	11.00 - 24.00	Stadtrandgebiet (200 Sitzpl.)	273	29	0,71	0,15	0,83	22 - 23	
								<i>Mittelwerte</i>		<i>0,56</i>	<i>0,13</i>	<i>0,66</i>		
Gaststätten ländlicher Bereich														
Gaststätte im Lkr. Augsburg	240 14)	120	49	19.06.99	Sa.	11.00 - 24.00	(200 Sitzpl.)	205	15	0,53	0,08	0,38	23 - 24	
Gaststätte im Lkr. München	96 14)	20	8	10.10.99	So.	11.00 - 1.00	(80 Sitzpl.)	64	5	0,42	0,07	0,31	22 - 23	
Gaststätte im Lkr. Rosenheim	165	37	35	17.10.99	So.	11.00 - 1.00	(145 Sitzpl.)	305	10	1,16	0,08	0,55	22 - 23	
Gaststätte im Lkr. München	240 14)	50	46	17.10.99	So.	11.00 - 1.00	(200 Sitzpl.)	342	8	0,89	0,04	0,17	22 - 23 23 - 24	
Gaststätte im Lkr. Dachau	270	94	63	05.05.00	Fr.	11.00 - 24.00		315	70	0,73	0,32	1,11	0 - 1	
								<i>Mittelwerte</i>		<i>0,75</i>	<i>0,12</i>	<i>0,50</i>		
Ausfluggaststätten														
Gaststätte ländl. Bereich im Lkr. Starnberg	165	30	45	03.07.99	Sa.	11.00 - 23.00	(180 Sitzpl.)	275	16	1,04	0,12	0,85	22 - 23	
Gaststätte ländl. Bereich im Lkr. Starnberg	250	70	56	07.11.99	So.	11.00 - 1.00	(220 Sitzpl.)	331	13	0,83	0,07	0,28	22 - 23	
Gaststätte ländl. Bereich im Lkr. Landsberg a. Lech	250	35	53	14.05.00	So.	6.00 - 24.00	20 Betten (208 Sitzpl.)	280	11	0,70	0,06	0,24	23 - 24	
Gaststätte ländl. Bereich im Lkr. Bad Tölz	165	41	9	04.06.00	So.	11.00 - 23.00	10 Betten (190 Sitzpl.)	93	1	0,35	0,01	0,06	22 - 23	
								<i>Mittelwerte</i>		<i>0,73</i>	<i>0,07</i>	<i>0,36</i>		
Schnellgaststätten														
Schnellgaststätte in München	91	23	23	26.06.99	Sa.	11.00 - 24.00	ab 10 Uhr geöffnet (77 Sitzpl.)	541	105	3,72	1,44	5,93	22 - 23	
Schnellgaststätte in Kleinstadt im Lkr. Weilheim-Schongau	179	30	29	10.07.99	Sa.	11.00 - 23.00	nur bis 23 Uhr geöffnet; Ortsrand (135 Sitzpl.)	478	20	1,67	0,14	1,11	22 - 23	
								<i>Mittelwerte</i>		<i>2,70</i>	<i>0,79</i>	<i>3,52</i>		
- im Erhebungszeitraum keine Bewegungen vorhanden														

Erhebungsort	Erhebungstermin			Bemerkung	Gesamtzahl Bewegungen		Bewegungen je Stunde ⁶⁾			
	Datum	Wochen- tag	Uhrzeit		Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	ungünstigste Nachtstunde	
										Uhrzeit
Schnellgaststätte in München, Drive-in-Schalter	26.06.99	Sa.	11.00 - 24.00	ab 10 Uhr geöffnet	248	44	15,5	5,5	24	23 - 24
Schnellgaststätte in Kleinstadt im Lkr. Weilheim-Schongau, Drive-in-Schalter	10.07.99	Sa.	11.00 - 23.00	nur bis 23 Uhr geöffnet, Ortsrand	602	36	37,6	4,5	36	22 - 23
<i>Mittelwerte Drive-In</i>							26,6	5,0	30	

Tab. 9 Teil 2:
Erhebungsergebnisse
an Parkplätzen von
Speisegaststätten

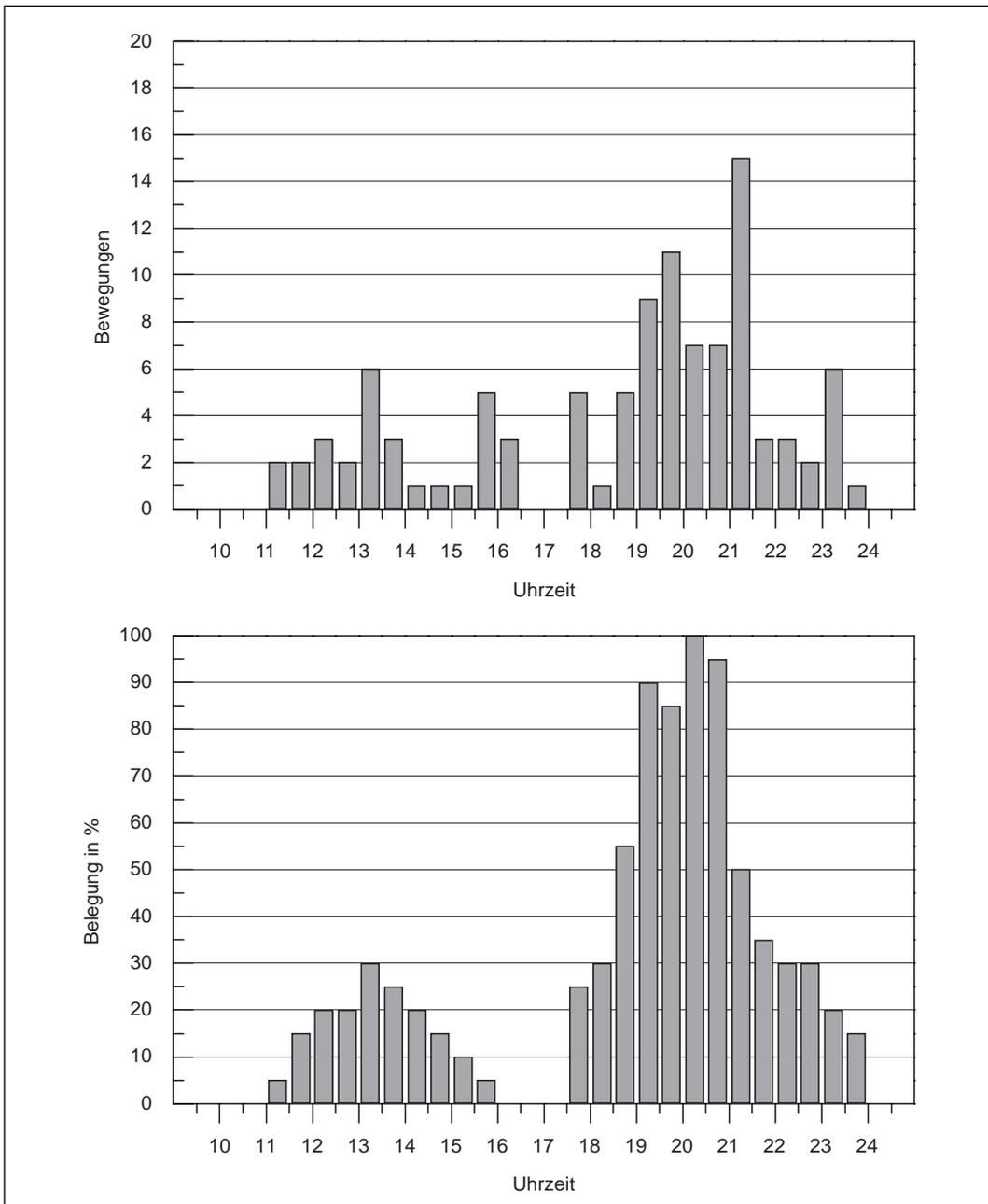


Abb. 7:
Bewegungs- und
Belegungsganglinie an
einer Speisegaststätte in
München,
Erhebung am Samstag,
12.06.1999

Schnellgaststätte in einer Kleinstadt ermittelt; im Zeitraum Nacht (22–6 Uhr) ergaben sich höhere Bewegungshäufigkeiten an der Schnellgaststätte in München.

- Gaststätten im ländlichen Bereich werden im Allgemeinen mittags stärker als abends besucht.

Die in Tabelle 9 angegebenen Bewegungshäufigkeiten beziehen sich auf die Gesamtanzahl der dem Gaststättenbetrieb zuzurechnenden Fahrzeugbewegungen. Auch beim Drive-In-Schalter handelt es sich um die Summe der Anfahrten und Abfahrten, die doppelt so hoch ist wie die auf der Fahrgasse zum Schalter durchgefahrenen Pkw. Bei den Untergruppen „Gaststätten Großstadt“, „Gaststätten ländlicher Bereich“ und „Ausflugs-gaststätten“ waren z.T. auch Parkvorgänge der Gaststättenbesucher an öffentlichen Stellplätzen (z.B. Längsparkplätze an der Straße) zu verzeichnen. Anhand von exemplarischen Zusatzerhebungen wurden die Fahrzeugbewegungen an einem Untersuchungsort

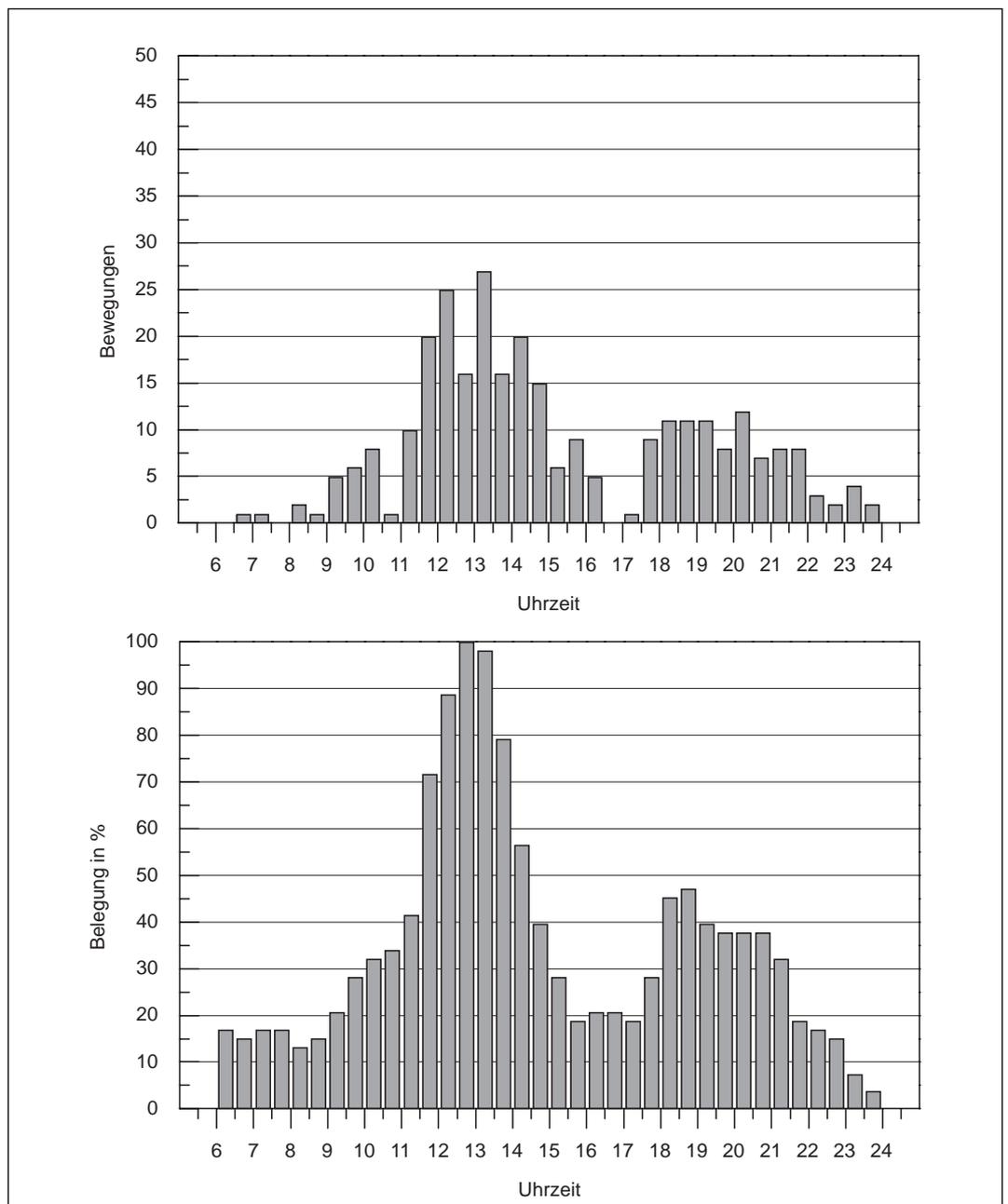


Abb. 8: Bewegungs- und Belegungsganglinie am Parkplatz einer Gaststätte im ländlichen Bereich im Landkreis Landsberg (öffentliche und nicht öffentliche Stellplätze), Erhebung am Sonntag, 14.05.2000

differenziert nach den vom Gaststättenbetreiber zur Verfügung gestellten Stellplätzen und öffentlichen Stellplätzen erhoben. Die Ergebnisse dieser Zusatzerhebungen werden in Abschnitt 5.10.5 beschrieben.

Im Rahmen der Erhebungen wurde als Zusatzinformation ein mittlerer Zusammenhang zwischen der Netto-Gastraumfläche und der Anzahl an Sitzplätzen errechnet: Im Mittel beansprucht ein Sitzplatz eine Netto-Gastraumfläche von ca. 1,2 m². In Einzelfällen konnte bei den untersuchten Speisegaststätten nur die Anzahl der Sitzplätze erhoben werden; in diesen Fällen wurde die jeweilige Netto-Gastraumfläche mit dem o.g. Faktor rechnerisch ermittelt.

In Abb. 7 bis Abb. 12 sind für diese Parkplatzart typische Bewegungs- und Belegungsganglinien angegeben. Die Bewegungs- und Belegungsganglinien aller untersuchten Speisegaststätten sind in [37] aufgeführt.

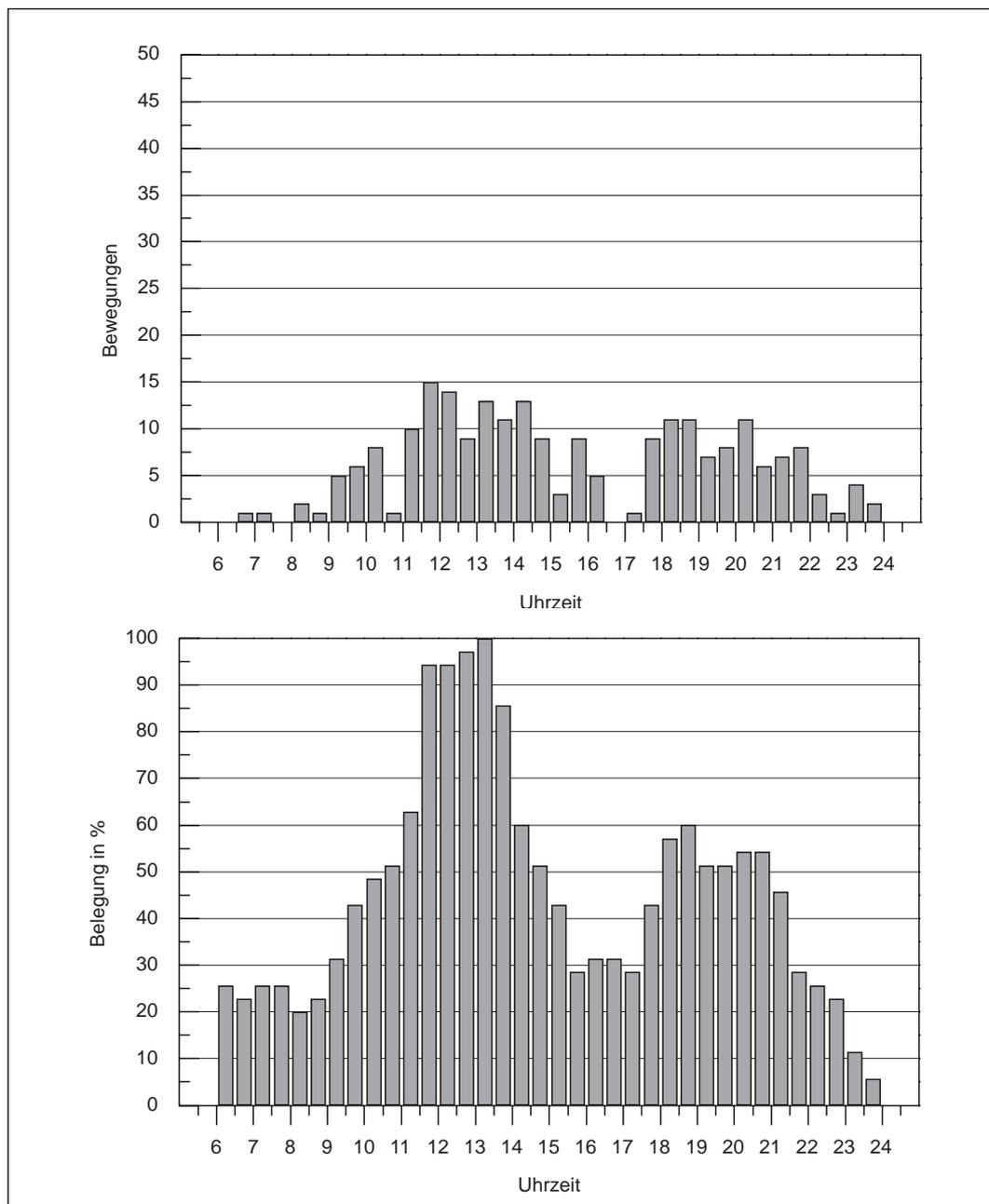


Abb. 9: Bewegungs- und Belegungsganglinie am Parkplatz einer Gaststätte im ländlichen Bereich im Landkreis Landsberg (nicht öffentliche Stellplätze), Erhebung am Sonntag, 14.05.2000

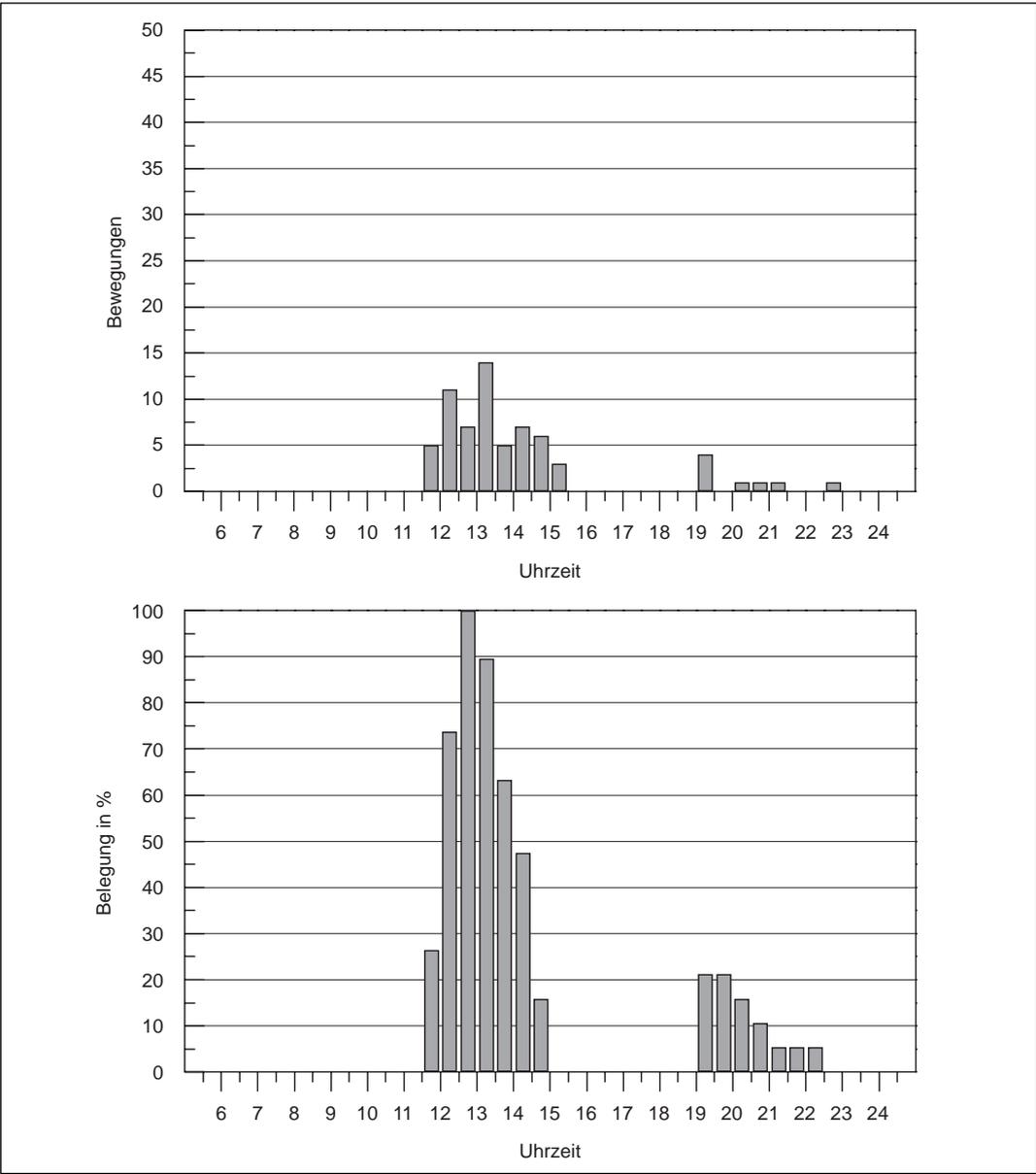


Abb. 10: Bewegungs- und Belegungsganglinie am Parkplatz einer Gaststätte im ländlichen Bereich im Landkreis Landsberg (öffentliche Stellplätze), Erhebung am Sonntag, 14.05.2000

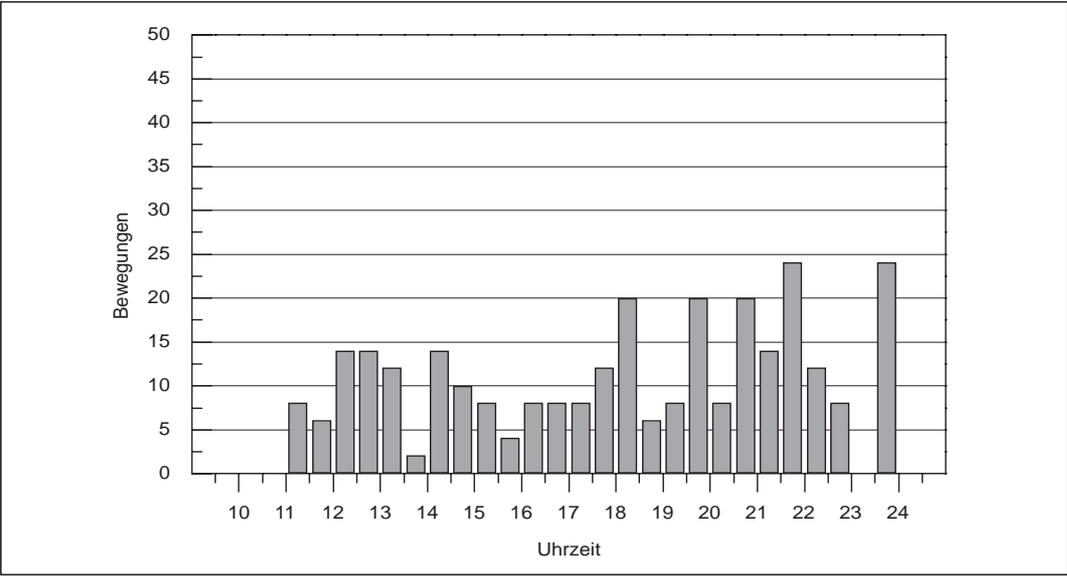


Abb. 11: Bewegungslinie an einer Schnellgaststätte in München (nur Autoschalter „Drive-In“), Erhebung am Samstag, 26.06.1999

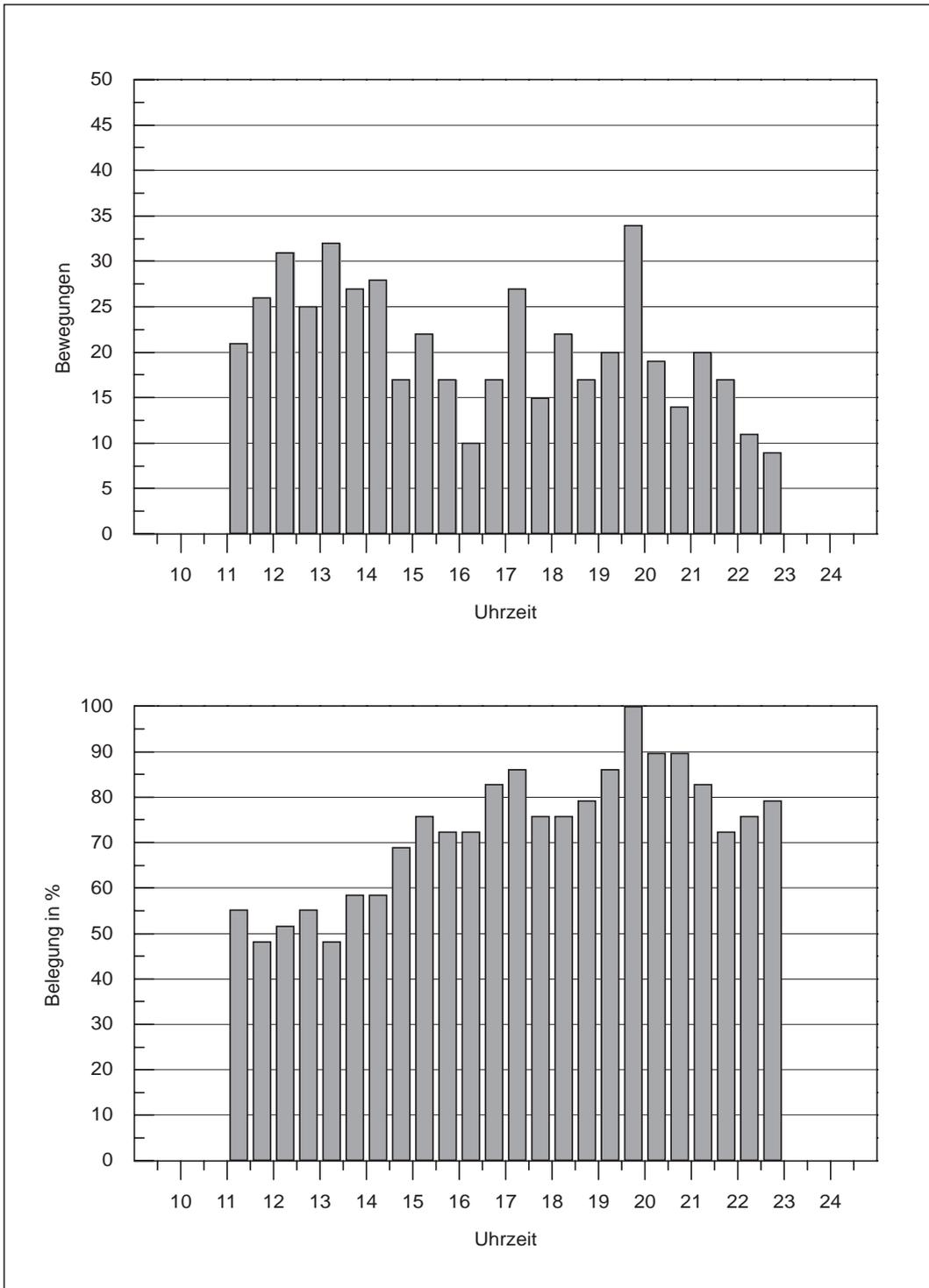


Abb. 12:
 Bewegungs- und
 Belegungsganglinie am
 Parkplatz einer Schnell-
 gaststätte in einer
 Kleinstadt im Landkreis
 Weilheim-Schongau
 (ohne Autoschalter
 „Drive-In“),
 Erhebung am Samstag,
 10.07.1999

5.7 Parkplätze an Hotels

Es wurden Erhebungen an insgesamt sieben Hotels durchgeführt. Die Ergebnisse der Erhebungen sind in Tabelle 10 aufgelistet. Die untersuchten Parkplätze wurden in folgende Untergruppen eingestuft:

- Hotel klein (Anzahl Betten < 100),
- Hotel groß (Anzahl Betten ≥ 100).

Die in Tabelle 10 angegebenen Bewegungshäufigkeiten bei Hotels wurden auf die Anzahl der Gästebetten normiert (Bewegungen je Bett und Stunde). Unter Berücksichtigung der Angaben der Betreiber der untersuchten Hotels ergibt sich ein mittlerer Zusammenhang zwischen der Anzahl an Betten und der Zimmeranzahl von ca. 1,7 Betten je Zimmer.

Zusammenfassend zeigen sich folgende Erhebungsergebnisse an Hotels:

- Bei „kleinen Hotels“ wurde ein Mittelwert der Bewegungshäufigkeit im Zeitraum Tag (6–22 Uhr) von 0,07 Bewegungen je Bett und Stunde ermittelt; für „große Hotels“ liegt dieser Wert bei 0,05 Bewegungen je Bett und Stunde.

Tab. 10:
Erhebungsergebnisse
an Hotelparkplätzen

Erhebungsort	Anzahl Betten	Anzahl Zimmer	Anzahl Stellplätze	max. Belegung am Erhebungs-termin ¹³⁾	Erhebungstermin			Bemerkung	Gesamtzahl Bewegungen		Bewegungen je Bett und Stunde ⁶⁾				
					Datum	Wochen-tag	Uhrzeit		Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	ungünstigste Nachtstunde		
														Uhrzeit	
Hotel klein (Anzahl Betten < 100)															
Hotel in Kleinstadt im Lkr. Rosenheim ¹⁵⁾	65	36	50	16	27.06.99	So.	6.00 - 24.00		30	0	0,03	0	0	-	
Hotel ländl. Bereich im Lkr. Starnberg ¹⁵⁾	61	35	17	17	03.07.99	Sa.	11.00 - 24.00		39	3	0,04	0,01	0,04	22 - 23	
Hotel in Vorort von München ¹⁶⁾	32	18	15	12	27.10.99	Mi.	6.00 - 24.00		48	0	0,10	0	0	-	
Hotel ländl. Bereich im Lkr. München ¹⁵⁾	90	54	45	42	02.11.99	Di.	6.00 - 24.00		159	9	0,11	0,02	0,09	22 - 23	
									<i>Mittelwerte</i>		<i>0,07</i>	<i>0,01</i>	<i>0,03</i>	<i>22 - 23</i>	
Hotel groß (Anzahl Betten ≥ 100)															
Hotel in München ¹⁶⁾	163	92	27	20	18.07.99	So.	6.00 - 24.00	Entfernung zum Bahnhof < 0,5 km	43	6	0,02	0,01	0,02	22 - 23	
Hotel in Kleinstadt im Lkr. München ¹⁷⁾	100	75	55	48	28.10.99	Do.	6.00 - 24.00		111	7	0,07	0,01	0,04	22 - 23	
Hotel in München ¹⁸⁾	330	185	128	80	03.11.99	Mi.	6.00 - 24.00	Entfernung zum Bahnhof ca. 9 km	290	28	0,06	0,01	0,06	22 - 23	
- im Erhebungszeitraum keine Bewegungen vorhanden									<i>Mittelwerte</i>		<i>0,05</i>	<i>0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>22 - 23</i>	

- Die Maximalwerte der Bewegungshäufigkeiten tags betragen 0,11 bzw. 0,07 Bewegungen je Bett und Stunde bei „kleinen“ bzw. „großen“ Hotels.
- Im Zeitraum „ungünstigste Nachtstunde“ wurden Maximalwerte der Bewegungshäufigkeiten von 0,09 bzw. 0,06 Bewegungen je Bett und Stunde für „kleine“ bzw. „große“ Hotels ermittelt.
- Erwartungsgemäß hängt die Bewegungshäufigkeit bei Hotels in einer Großstadt auch von der Entfernung zum Bahnhof ab. In der Untergruppe „Hotel groß“ wurden an einem dem Bahnhof nahe gelegenen Hotel je Zeitraum eine um Faktor 3 geringere Bewegungshäufigkeit gegenüber einem vom Stadtzentrum ca. 9 km entfernten Hotel festgestellt. Eine ähnliche Tendenz dürfte auch bei Hotels in der Nähe von Flughäfen zu erwarten sein.

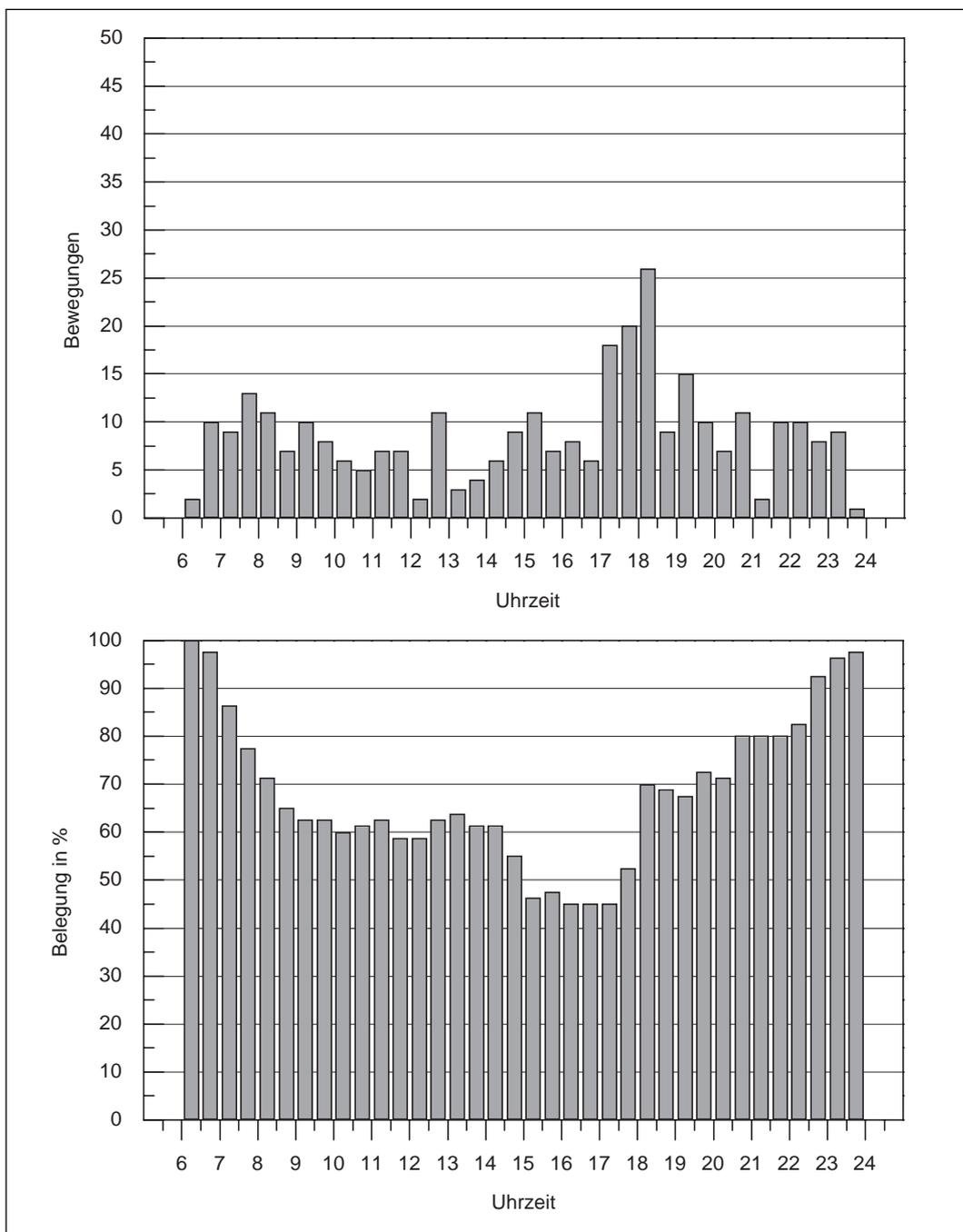


Abb. 13:
Bewegungs- und
Belegungsganglinie an
einem Hotelparkplatz in
München,
Erhebung am Mittwoch,
03.11.1999

In Abb. 13 sind für diese Parkplatzart typische Bewegungs- und Belegungsganglinien am Beispiel eines Hotels in München angegeben. Die Bewegungs- und Belegungsganglinien aller untersuchten Hotels sind in [37] aufgeführt.

5.8 Parkplätze an Gasthöfen

Bei einem „Gasthof“ hat der Gaststättenbetrieb im Vergleich zum Beherbergungsbetrieb keine untergeordnete Bedeutung.

Die Fahrzeugbewegungen sind für den Gasthofparkplatz getrennt für die Bereiche Gaststätte und Beherbergungsbetrieb zu ermitteln.

Als „Gasthof“ wird im Rahmen dieser Untersuchung ein Hotel mit angeschlossener Speisegaststätte mit Außenwirkung bezeichnet, wobei Außenwirkung bedeutet, dass die Speisegaststätte im Wesentlichen von Nicht-Hotelgästen genutzt wird.

Die Ergebnisse der Erhebungen an Gasthöfen sind in Tabelle 11 aufgelistet. Insgesamt wurden Erhebungen an fünf Gasthöfen durchgeführt.

Für Gasthöfe können die Fahrzeugbewegungen nicht analog den Speisegaststätten bzw. Hotels auf eine Bezugsgröße (Netto-Gastraumfläche oder Anzahl Betten) normiert werden, da Gaststätten- und Hotelbetrieb gleichermaßen zur Anzahl der Fahrzeugbewegungen beitragen und es vor Ort nicht immer möglich war, die Bewegungen der Speisegaststätte bzw. dem Hotel zuzuordnen.

Aus diesem Grund werden im Folgenden die rechnerisch zu erwartenden Bewegungshäufigkeiten getrennt für die Speisegaststätte und das Hotel ermittelt und anschließend addiert. Das Rechenergebnis wird mit den tatsächlich erhobenen Bewegungshäufigkeiten verglichen und das Verfahren somit auf Plausibilität geprüft.

Die Berechnungen basieren auf den in Abschnitt 5.6 und Abschnitt 5.7 beschriebenen maximalen Bewegungshäufigkeiten je Parkplatzart bzw. Untergruppe. In Hinblick auf die geringe Anzahl an Untersuchungsorten wurde dieser Ansatz für ein Ergebnis auf der „sicheren“ Seite gewählt.

In Tabelle 11 sind die rechnerisch prognostizierten Fahrzeugbewegungen den erhobenen Werten gegenübergestellt.

Tab. 11: Erhebungsergebnisse an Gasthofparkplätzen

Erhebungsort	Anzahl Betten	Nettogastraumfläche [m²]	Anzahl Stellplätze	max. Belegung am Erhebungs-termin ¹³⁾	Erhebungstermin			Bemerkung (Anzahl Sitzplätze)	Einstufung für Berechnung der Bewegungsanzahl ¹⁹⁾		vor Ort erhobene Gesamtzahl an Bewegungen (in Klammer rechnerische Anzahl) ²⁰⁾			
					Datum	Wochen-Tag	Uhrzeit		Hotel	Gaststätte	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	ungünstigste Nachtstunde	
														Uhrzeit
Gasthof bzw. Hotel im ländl. Bereich im Lkr. Rosenheim	52	168 21)	37	25	20.06.99	So.	11.00 - 24.00	(140 Sitzpl.)	Hotel klein	Ausflugs-gaststätte	108 (371)	6 (24)	6 (19)	22 - 23
Gasthof bzw. Hotel i. ländl. Bereich Lkr. Starnberg	61	165	30	37	24.06.99	Do.	11.00 - 24.00	(180 Sitzpl.)	Hotel klein	Ausflugs-gaststätte	252 (382)	18 (26)	10 (20)	22 - 23
	61	165	30	45	03.07.99	Sa.	11.00 - 23.00	(180 Sitzpl.)	Hotel klein	Ausflugs-gaststätte	314 (382)	19 (26)	16 (20)	22 - 23
Gasthof bzw. Hotel in Kleinstadt im Lkr. Rosenheim	65	96 21)	50	21	27.06.99	So.	6.00 - 24.00	(80 Sitzpl.)	Hotel klein	ländl. Bereich	173 (293)	3 (35)	3 (17)	22 - 23
Gasthof bzw. Hotel im ländl. Bereich im Lkr. Rosenheim	100	-	67	58	25.07.99	So.	6.00 - 24.00	Bezugsgrößen fehlen z.T.	-	-	691 (-)	12 (-)	10 (-)	22 - 23
Gasthof bzw. Hotel in Kleinstadt im Lkr. Weilheim-Schongau	100	99	56	26	16.11.99	Di.	6.00 - 24.00	(80 Sitzpl.)	Hotel groß	ländl. Bereich	162 (296)	0 (33)	0 (17)	22 - 23
<i>durchschnittlicher prozentualer Anteil der erhobenen Bewegungen, bezogen auf die für die Parkplatzart Gaststätte zuzügl. der Parkplatzart Hotel prognostizierten Bewegungen</i>											58,2 %	35,2 %	35,8 %	22 - 23
- im Erhebungszeitraum keine Bewegungen vorhanden														

Zusammenfassend zeigen sich folgende Erhebungsergebnisse an Gasthöfen:

- Die Anzahl der je Untersuchungsort prognostizierten Fahrzeugbewegungen, die auf Basis von durchschnittlichen Bewegungshäufigkeiten je Parkplatzart errechnet wurden, übersteigt die Anzahl der tatsächlich erhobenen Bewegungen. Je Zeitraum wurde ein durchschnittlicher prozentualer Anteil der erhobenen Bewegungen bzgl. der prognostizierten Bewegungen von 35,2 % bis 58,2 % ermittelt. Die Prognosewerte liegen demnach im Mittel um ca. 40–65 % über den erhobenen Bewegungshäufigkeiten, d.h. der Ansatz der Addition der zu erwartenden Fahrzeugbewegungen aus Gaststätten und Übernachtungsbetrieb führt zu Bewegungshäufigkeiten, die auf der „sicheren“ Seite liegen.

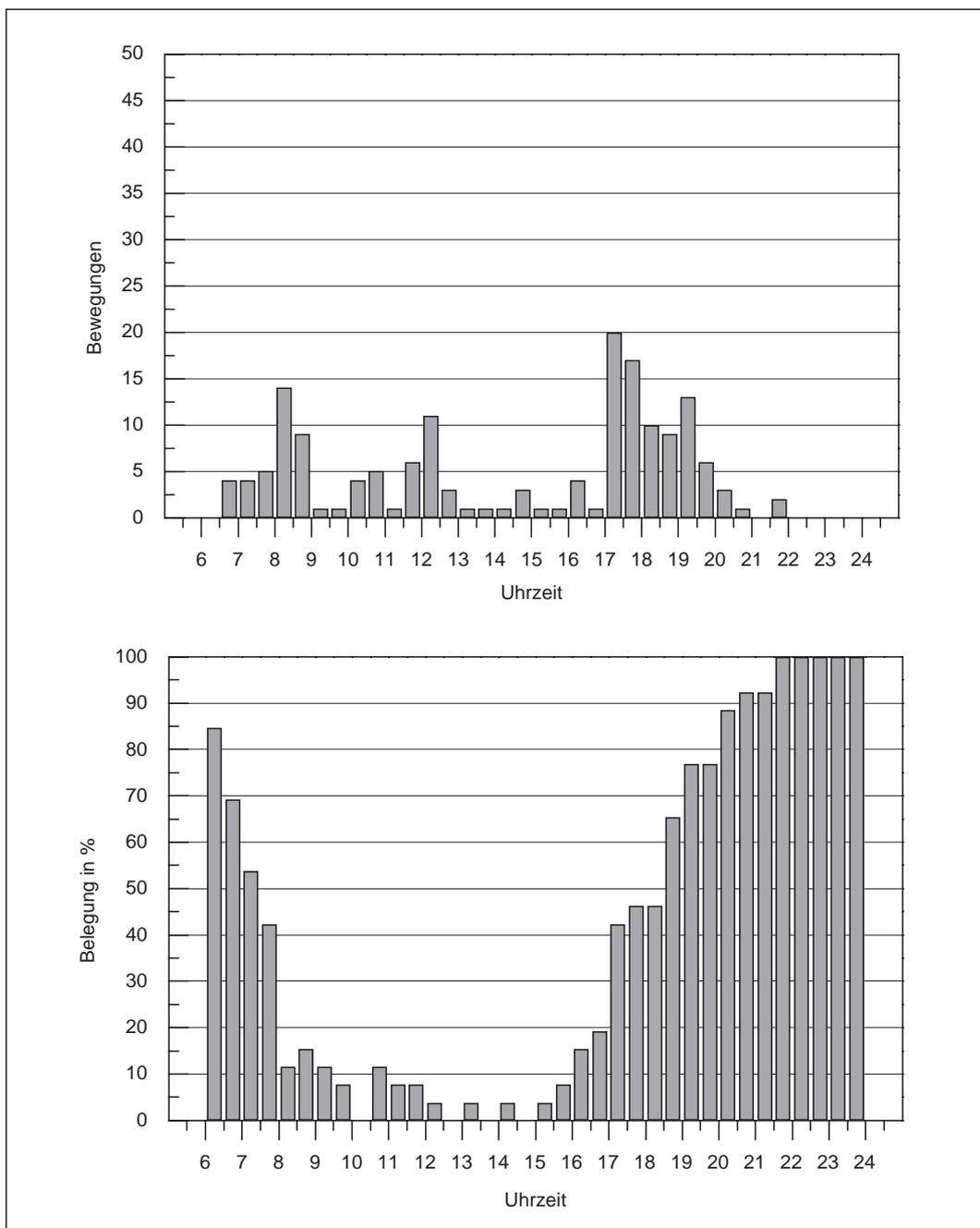


Abb. 14: Bewegungs- und Belegungsganglinie an einem Gasthofparkplatz in einer Schnellgaststätte in einer Kleinstadt im Landkreis Weilheim-Schongau, Erhebung am Dienstag, 16.11.1999

In Abb. 14 sind für diese Parkplatzart typische Bewegungs- und Belegungsganglinien am Beispiel eines Gasthofes in einer Kleinstadt im Lkr. Weilheim-Schongau angegeben. Die Bewegungs- und Belegungsganglinien aller untersuchten Gasthöfe sind in [37] aufgeführt.

5.9 Allgemein zugängliche Parkplätze und Parkhäuser in Innenstädten

Die Ergebnisse der Erhebungen an zwei allgemein zugänglichen Parkplätzen und zwei Parkhäusern können Tabelle 12 entnommen werden. Die Ermittlung der Fahrzeugbewegungen erfolgte am untersuchten Parkhaus in Rosenheim anhand einer dort installierten automatischen Zählanlage.

Zusammenfassend zeigen sich folgende Erhebungsergebnisse:

- Im Zeitraum Tag (6–22 Uhr) wurde an den untersuchten Parkplätzen und Parkhäusern eine durchschnittliche Bewegungshäufigkeit von 0,54 Bewegungen je Stellplatz und Stunde ermittelt. Der untersuchte Großparkplatz mit Parkhaus am Bahnhof Erlangen (unmittelbar am Rand der Innenstadt) war dabei ebenso wie das untersuchte Parkhaus in Rosenheim im Erhebungszeitraum zeitweise voll belegt. Die ermittelten Bewegungshäufigkeiten des Parkplatzes in Erlangen unmittelbar am Bahnhof und zugleich am Rand der Innenstadt deuten darauf hin, dass dieser Parkplatz zu einem erheblichen Teil von Pendlern als P+R-Platz benutzt wird.
- Die maximale Bewegungshäufigkeit tags betrug an einem öffentlichen Parkplatz in Weilheim 0,94 Bewegungen je Stellplatz und Stunde. Der Hintergrund für die hohe Bewegungshäufigkeit scheint in der an diesem gebührenpflichtigen Parkplatz vorgeschriebenen Höchstparkdauer von zwei Stunden sowie in der günstigen Lage des

Tab. 12:
Erhebungsergebnisse an öffentlichen Parkplätzen und Parkhäusern in Innenstädten

Erhebungsort	Anzahl Stellplätze	Anzahl Zufahrten	max. Belegung am Erhebungs-termin	Erhebungstermin			Bemerkung	Gesamtzahl Bewegungen		Bewegungen je Stellplatz und Stunde ⁶⁾ bezogen auf die max. Belegung				
				Datum	Wochentag	Uhrzeit		Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	ungünstigste Nachtstunde		
												Uhrzeit	Uhrzeit	
Großparkplatz mit Parkhaus am Bahnhof Erlangen	1791	2 Ein (=Aus)	1791	25.11.87	Mi.	5.30 - 1.00	z.Tl. gebührenpflichtig, z.Tl. gebührenfrei ²²⁾ 887 Stellplätze im Parkhaus	7534	408	0,26	0,01	0,01 0,04	5 - 6 22 - 23	
Parkhaus Rosenheim (Erhebungsdaten über automatische Zählung im Parkhaus) ²³⁾	445	1 Ein (=Aus)	445	14.12. bis 24.12.98	Mo. - Sa.	6.00 - 22.45	Durchschnittswert	3054	4	0,43	0,00 ²⁴⁾	0,01	22 - 23	
				22.12.98	Di.		Spitzentag	3317	3	0,47	0,00 ²⁴⁾	0,01	22 - 23	
Parkplatz Unterer Graben in Weilheim ²⁵⁾	80	1 Ein (=Aus)	51	23.06.99	Mi.	5.30 - 0.30		765	12	0,94	0,03	0,16	22 - 23	
								<i>Mittelwerte²⁶⁾</i>	<i>0,54</i>	<i>0,01</i>	<i>0,07</i>	<i>22 - 23</i>		

Parkplatzes unmittelbar am Rand der Innenstadt nahe der dortigen Fußgängerzone zu liegen.

- Am untersuchten Parkhaus in Rosenheim wurde im Zeitraum Tag (6–22 Uhr) eine maximale Bewegungshäufigkeit von 0,47 Bewegungen je Stellplatz und Stunde ermittelt. Das untersuchte Parkhaus liegt ebenfalls direkt am Rand der Innenstadt in unmittelbarer Nähe zu vielfältigen Einkaufsmöglichkeiten.

In Abb. 15 sind exemplarische Bewegungs- und Belegungsganglinien am Beispiel des Parkhauses Rosenheim angegeben. Die Bewegungs- und Belegungsganglinien aller untersuchten allgemein zugänglichen Parkplätze und Parkhäuser in Innenstädten sind in [37] aufgeführt.

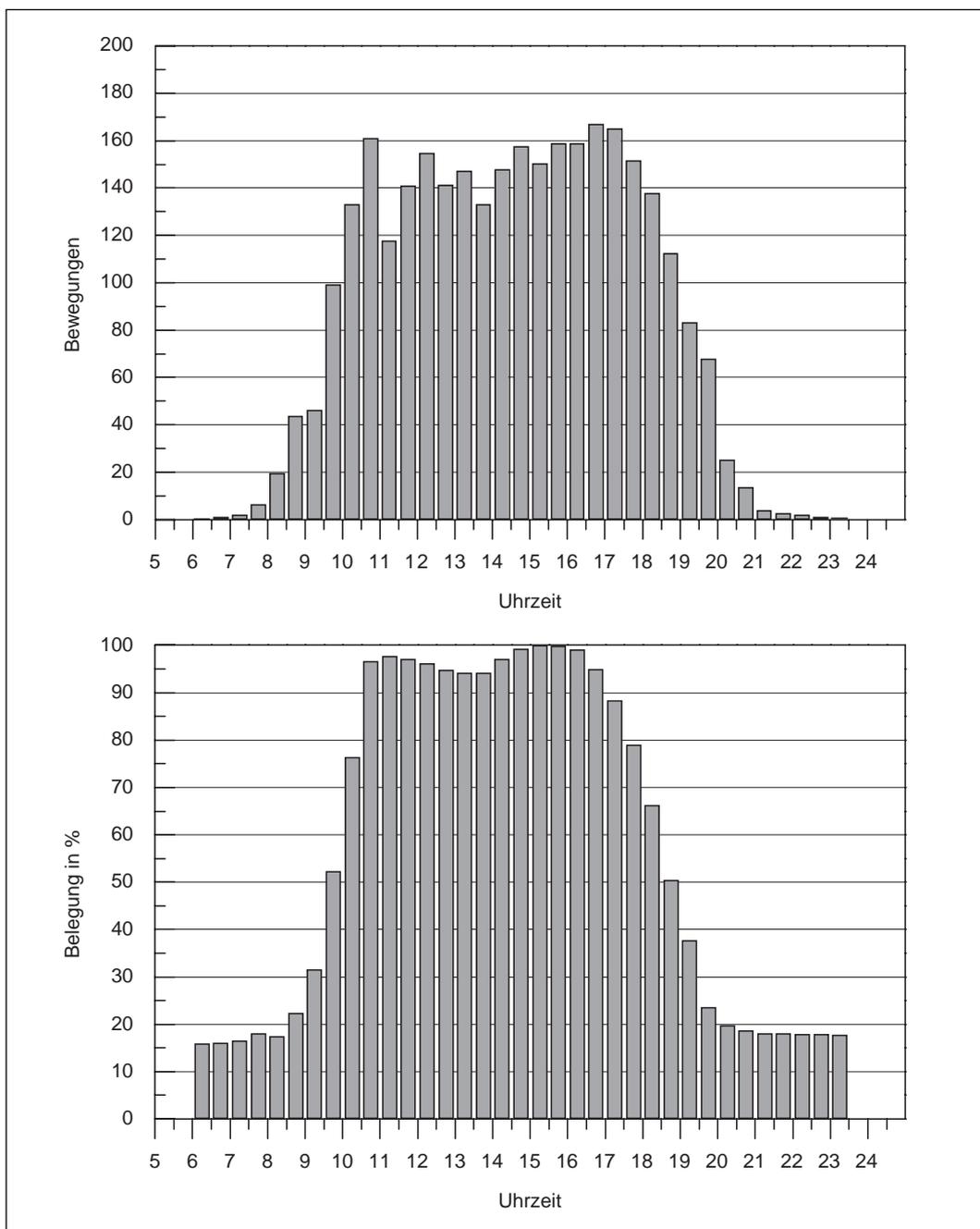


Abb. 15:
Bewegungs- und
Belegungsganglinie am
Parkhaus in Rosenheim,
werktags (Mo. bis Sa.),
Erhebung im Dezember
1998

5.10 Zusatzerhebungen zur Erfassung weiterer Einflussparameter

Folgende exemplarische Zusatzerhebungen wurden in Hinblick auf eine Quantifizierung weiterer Einflussparameter im Rahmen der Untersuchungsthematik durchgeführt:

5.10.1 Abhängigkeit der Bewegungshäufigkeit vom Wochentag, Parkplatzart Gasthof

Zur Ermittlung des Einflusses unterschiedlicher Wochentage auf die Anzahl der Fahrzeugbewegungen wurden an einem Gasthof an zwei unterschiedlichen Erhebungstagen (werktags/Wochenende) Erhebungen durchgeführt.

Die detaillierten Ergebnisse und Bewegungsganglinien der Erhebungen an diesem Untersuchungsort sind in Tabelle 11 und [37] aufgeführt („Gasthof/Hotel ländlicher Bereich im Landkreis Starnberg“, Erhebungstermine: Donnerstag, 24.06.1999 und Samstag, 03.07.1999).

Am Wochenende waren am untersuchten Gasthof z.T. deutlich höhere Bewegungshäufigkeiten zu verzeichnen. Es wurden die in Tabelle 13 genannten Abweichungen der am Wochenende erhobenen Bewegungen gegenüber den Bewegungen werktags ermittelt.

Tab. 13:
Unterschiedliche Fahrzeugbewegungen werktags und am Wochenende an einem Gasthof (Beispiel)

	Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	Ungünstigste Nachtstunde 22 - 23 Uhr
prozentuale Abweichung der am Wochenende erhobenen Bewegungen gegenüber den Bewegungen werktags	+ 24,6 %	+ 5,6 %	+ 60,0 %

5.10.2 Abhängigkeit der Bewegungshäufigkeit von der Entfernung der Stellplätze vom Eingang eines Baumarktes

In Tabelle 8 sind die Erhebungsergebnisse, in [37] die detaillierten Erhebungsergebnisse und die Bewegungsganglinien der auf dem untersuchten Baumarkt-Parkplatz erhobenen Gesamtbewegungen aufgeführt („Baumarkt in Kleinstadt im Landkreis Augsburg“, Erhe-

Tab. 14:
Abhängigkeit der Fahrzeugbewegungen von der Entfernung zwischen Stellplatz und Eingang eines Kaufmarktes (Beispiel)

Teilgebiet	A	B	C	gesamt
mittlere Entfernung vom Ein- und Ausgang	ca. 30 m	ca. 45 m	ca. 65 m	-
Anzahl Bewegungen	829	1908	310	3047
Anzahl Stellplätze	53	143	47	243
prozentualer Anteil Stellplätze	21,8 %	58,9 %	19,3 %	100 %
Anteil Nettoverkaufsfläche [m ²] (bzgl. proz. Anteil der Stellplätze)	1046	2827	926	4800
prozentualer Anteil der Bewegungen	27,2 %	62,6 %	10,2 %	100 %
Bewegungen je 10 m ² Nettoverkaufsfläche und Stunde (Zeitraum Tag 6 - 22 Uhr)	0,50	0,42	0,21	0,40

bungstermin: Samstag, 15.04.2000, Zeitraum 7.30–16.00 Uhr). Zusätzlich wurden an diesem Parkplatz die Fahrzeugbewegungen in drei Teilgebieten in unterschiedlicher Entfernung zum Eingang bzw. Ausgang des Baumarktes erhoben. Die Erhebungsergebnisse sind in Tabelle 14 enthalten.

Anhand der exemplarischen Erhebungen zeigt sich bei größerer Entfernung der Stellplätze vom Ein- bzw. Ausgang eine geringere Bewegungshäufigkeit. Für eine abgesicherte Beschreibung dieser Abhängigkeit wären weitere Untersuchungen erforderlich.

5.10.3 Erhebungen der Fahrzeugbewegungen an einer Einkaufsmarkt-Tankstelle

In Tabelle 8 und in [37] sind die auf dem Parkplatz eines „Verbrauchermarktes in einer Marktgemeinde im Landkreis Unterallgäu“ ermittelten Fahrzeugbewegungen aufgeführt (Erhebungstermin: Samstag, 08.04.2000). Zusätzlich wurden an diesem Untersuchungs-ort die Bewegungen an einer dem Verbrauchermarkt zugehörigen Tankstelle ermittelt. Im Folgenden sind die Fahrzeugbewegungen auf dem Parkplatz den Bewegungen an der Tankstelle gegenüber gestellt. Bezogen auf die Anzahl der Gesamtbewegungen auf dem Einkaufsmarkt-Parkplatz wurde an der Tankstelle ein prozentualer Anteil an Fahrzeugbewegungen von ca. 18 % (Tabelle 15) ermittelt. Bei schalltechnischen Prognosen sind die Bewegungen an der Tankstelle zusätzlich zu berücksichtigen. Prognoseverfahren hierzu sind [23] zu entnehmen.

Bei schalltechnischen Prognosen für Parkplätze von Einkaufsmärkten sind die Bewegungen an der Tankstelle zusätzlich zu berücksichtigen.

	Fahrzeugbewegungen		
	Einkaufsmarkt (223 Stellplätze)	Tankstelle (2 Zapfsäulen)	gesamt
Anzahl der Bewegungen	2673	574	3247
prozentualer Anteil der Bewegungen	82,3 %	17,7 %	100 %

Tab. 15: Aufteilung der Fahrzeugbewegungen zwischen einem Einkaufsmarkt und der zugehörigen Tankstelle (Beispiel)

5.10.4 Erhebungen der Fahrzeugbewegungen an einer Diskothek, differenziert nach ausgewiesenen Diskothekenstellplätzen und sonstigen Stellplätzen

	Diskothekenstellplätze	sonstige Stellplätze	gesamt
mittlere Entfernung vom Ein- bzw. Ausgang	ca. 40 m	ca. 150 m	-
Anzahl der Bewegungen	593	273	866
Anzahl belegter Stellplätze	122	94	216
prozentualer Anteil belegter Stellplätze	56,5 %	43,5 %	100 %
Anteil Netto - Gastraumfläche [m ²] (bezogen auf den proz. Anteil der Stellplätze)	210	166	376
prozentualer Anteil der Bewegungen	68,5 %	31,5 %	100 %
Bewegungen je 10 m ² Netto-Gastraumfläche und Stunde (Zeitraum Nacht 22 - 6 Uhr)	3,53	2,06	2,88

Tab. 16: Verteilung der Fahrzeugbewegungen nachts (22–6 Uhr) an einer Diskothek auf betriebseigene und öffentliche Stellplätze (Beispiel)

An der untersuchten Diskothek in einer Kleinstadt im Landkreis Weilheim-Schongau (Übersicht der Erhebungsergebnisse s. Tabelle 7) wurden neben den vom Diskothekenbetreiber zur Verfügung gestellten Stellplätzen auch sonstige Stellplätze, z.B. Längsparkplätze an der Straße oder benachbarte Parkplätze, genutzt. An dieser Diskothek wurden zusätzliche Erhebungen der Fahrzeugbewegungen an den ausgewiesenen Diskothekenstellplätzen und an den sonstigen Stellplätzen durchgeführt (Tabelle 16). Die hierbei ermittelten Bewegungs- und Belegungsganglinien sind in [37] dargestellt.

Wie aus den o.g. Erhebungsergebnissen ersichtlich ist, war an den Diskothekenstellplätzen eine größere Bewegungshäufigkeit zu verzeichnen.

5.10.5 Erhebungen der Fahrzeugbewegungen an einer Gaststätte, differenziert nach ausgewiesenen Gaststättenstellplätzen und sonstigen Stellplätzen

An der untersuchten Ausflugsgaststätte im ländlichen Bereich im Landkreis Landsberg a. Lech (Übersicht der Erhebungsergebnisse s. Tabelle 9) wurden zusätzliche Erhebungen der Fahrzeugbewegungen an den vom Gaststättenbetreiber zur Verfügung gestellten Stellplätzen und an öffentlichen Stellplätzen durchgeführt. Die hierbei ermittelten Bewegungs- und Belegungsganglinien sind in [37] dargestellt. Tabelle 17 zeigt die Fahrzeugbewegungen an einer Landgaststätte, unterschieden nach betriebseigenen und öffentlichen Stellplätzen.

Zusätzlich zu den 35 Gaststättenstellplätzen wurden 19 öffentliche Stellplätze von Gaststättenbesuchern belegt. An den Gaststättenstellplätzen wurde wiederum eine größere Bewegungshäufigkeit ermittelt.

Tab. 17:
Verteilung der Fahrzeugbewegungen bei einer Landgaststätte auf betriebseigene und öffentliche Stellplätze (Beispiel)

	Gaststättenstellplätze	Öffentliche Stellplätze	Gesamt
mittlere Entfernung vom Ein-/Ausgang	10 m	40 m	-
Anzahl der Bewegungen	215	65	280
Anzahl der Stellplätze	35	19	54
prozentualer Anteil der Stellplätze	64,8 %	35,2 %	100 %
Anteil an der Netto-Gastraumfläche [m ²] (bezogen auf den proz. Anteil der Stellplätze)	162	88	250
prozentualer Anteil der Bewegungen	76,8 %	23,2 %	100 %
Bewegungen je 10 m ² Netto-Gastraumfläche und Stunde (Zeitraum Tag 6 - 22 Uhr)	0,83	0,46	0,70

6 Schallpegelmessungen

6.1 Emissionsmessungen von Parkvorgängen

Bei den Emissionsmessungen wurde die in den früheren Auflagen verwendete Vorgehensweise, einzelne Teilvorgänge rechnerisch zu einem Parkvorgang zu addieren, nicht mehr verfolgt. Sowohl bei Pkw, Motorrädern und Lieferwagen als auch bei Lkw wurden komplette Parkvorgänge gemessen. Lediglich bei Omnibussen liegen bisher keine Messungen kompletter Parkvorgänge vor, die gemessenen Einzelvorgänge wurden rechnerisch addiert.

Die simulierten Parkvorgänge bestehen jeweils aus einer Anfahrt und einer Abfahrt (mit den dazugehörigen Geräuschen wie Türen-/Kofferraumschließen, Druckluftgeräusche bei Lkw usw.). Die beiden Bewegungen wurden je Fahrzeug energetisch gemittelt. Eine eindeutige Tendenz, welche der beiden Bewegungen höhere Emissionen verursacht, konnte nicht festgestellt werden. Vereinfacht kann angenommen werden, dass ein Parkvorgang eine um 3 dB(A) höhere Emission als eine Parkbewegung verursacht.

Die Ergebnisse der Emissionsmessungen von Parkbewegungen auf ebenerdigen Parkplätzen sind in Tabelle 18 und Tabelle 19 sowie im Anhang 6 zu finden. Zur Dokumentation der maximal aufgetretenen Schallpegel sind in Tabelle 19 für die untersuchten Fahrzeuge die mittleren Maximalpegel am 7,5m-Messpunkt aufgelistet. Für jedes der untersuchten Fahrzeuge wurde aus mehreren Einzelmessungen ein energetischer Mittelwert für den Maximalpegel je Fahrzeug gebildet. Für die Fahrzeugarten „Motorrad“ und „Pkw“ wurden hieraus unter Berücksichtigung der Häufigkeit der Fahrzeugtypen und der Häufigkeit des Auftretens der Ereignisse normierte, energetisch gemittelte Maximalpegel errechnet.

Die 1999 für Motorräder ermittelten Maximalpegel haben sich im Vergleich zu Empfehlungen in [30] nicht verändert. Dagegen überschreiten die für die derzeitigen Pkw gemessenen Maximalpegel die bisherigen Angaben um ca. 1 dB(A). Im Rahmen der Simulation von Parkbewegungen an Einkaufsmärkten wurde ein mittlerer Maximalpegel für das Heck- bzw. Kofferraumklappenschlagen ermittelt, der um 2 dB(A) über dem Maximalpegel für das Türeenschlagen liegt.

Bei Omnibussen und Lkw wurden im Vergleich zu den bisherigen Angaben z.T. deutlich niedrigere Maximalpegel ermittelt.

In Tabelle 35 ist eine Empfehlung für die bei schalltechnischen Berechnungen anzusetzenden Maximalpegel angegeben, die auf Grundlage der o.g. Messergebnisse und z.T. auf Literaturangaben erarbeitet wurde.

6.1.1 Personenkraftwagen, Motorräder und Lieferwagen mit bis zu 2,8 t zulässigem Gesamtgewicht

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Messungen zur Aktualisierung der Kennzeichnung der bei Parkvorgängen auftretenden Schallemissionen beschrieben und diskutiert.

Im Rahmen der Messungen der Schallemissionen von Personenkraftwagen, Motorrädern und Lieferwagen bei simulierten Parkvorgängen wurden neben typischen Parkvorgängen auf einem P+R-Platz (An- bzw. Abfahrt einschließlich Rangieren und zweimaligem Türeenschlagen) auch Parkvorgänge bei Einkaufsmärkten und Diskotheken simuliert.

Für die Simulation der Parkbewegungen auf einem Einkaufsmarkt wurde zusätzlich ein Einkaufswagen geschoben und die Heck- bzw. Kofferraumklappe geöffnet und geschlos-

Tab. 18:
Messtechnisch ermittelte Schalleistungspegel für 1 Parkbewegung je Stunde – Übersicht der Ergebnisse der 1999 von Möhler + Partner (M+P) durchgeführten Emissionsmessungen

Fahrzeug		Ereignis	Ermittelte Schalleistungspegel und Zuschläge für 1 Parkbewegung je Stellplatz und Stunde in dB(A) fett = Mittelwerte je Fahrzeugtyp			
Fahrzeugtyp, Bauart, Leistung, Hubraum	Baujahr		Anzahl Messungen ³¹⁾	LW _{Teq}	LW _{eq} ³²⁾	K _f * ³³⁾
Motorrad ²⁷⁾ davon 20,3% 2-Takt-Fahrzeuge ²⁹⁾		normale Parkbewegung	30	70,6	65,7	4,9
Kawasaki ZR550 4Zyl.-4Takt/25kW/550 ccm	1994	normale Parkbewegung	8	67,5	62,7	4,8
Vespa P 125 X 1Zyl.-2Takt/6kW/123 ccm	1991	normale Parkbewegung	11	73,4	68,6	4,8
Honda Varadero 2Zyl.-4Takt/69kW/996 ccm	1999	normale Parkbewegung	11	71,9	66,9	5,0
Pkw ^{27) 28)} davon 13% Diesel-Pkw, 3,5% Lieferwagen bzw. Lkw<3,5 t (davon 80% Dieselfahrzeuge)		normale Parkbewegung mit Einkaufswagen auf Asphalt	84	70,1	62,7	7,4
		mit Einkaufswagen auf Pflaster	28	73,0	65,4	7,6
		mit Einkaufswagen auf Pflaster	23	74,4	67,2	7,2
BMW 3er Otto/73kW/1596 ccm	1992	normale Parkbewegung mit Einkaufswagen auf Asphalt	12	69,7	62,1	7,6
		mit Einkaufswagen auf Asphalt	9	71,9	64,1	7,8
		mit Einkaufswagen auf Pflaster	9	73,6	67,0	6,6
Fiat Tipo Otto/57kW/1581 ccm	1990	normale Parkbewegung mit Einkaufswagen auf Pflaster	15	69,5	62,2	7,3
		mit Einkaufswagen auf Pflaster	14	75,0	67,4	7,6
Ford Ka Otto/37kW/1299 ccm	1997	normale Parkbewegung	9	69,0	61,4	7,6
Renault Clio Otto/40kW/1149 ccm	1997	normale Parkbewegung mit Einkaufswagen auf Asphalt	10	69,4	62,8	6,6
		mit Einkaufswagen auf Asphalt	11	72,7	65,3	7,4
Opel Kadett Diesel/42kW/1700 ccm	1990	normale Parkbewegung mit Einkaufswagen auf Asphalt	8	73,0	64,5	8,5
		mit Einkaufswagen auf Asphalt	8	74,0	66,4	7,6
Ford Mondeo Otto/66kW/1597 ccm	1990	normale Parkbewegung	6	66,9	61,6	5,3
Volvo V 40 Otto/85kW/1731 ccm	1998	normale Parkbewegung	8	69,3	61,5	7,8
Ford Transit Diesel/59kW/2496 ccm	1993	normale Parkbewegung (ohne Schiebetür)	11	74,5	68,0	6,5
VW-Bus „Atlantic“ (nachträgl. mit Katalysator ausgerüstet) Turbodiesel/ 51kW/1600 ccm	1990	normale Parkbewegung (ohne Schiebetür)	5	69,9	63,8	6,1
		Diskothekensimulation (einschl. Schiebetür)	8	71,3	64,6	6,7
Omnibus (Gesamtgewicht >2,8 t) ³⁰⁾						
Kässbohrer Setra 5212 H		normale Parkbewegung	12	77,1	72,8	4,3
Niederflur-Stadtbus mit Erdgasbetrieb		normale Parkbewegung	11	73,3	69,9	3,4
Lastkraftwagen ^{30) 34)} (Gesamtgewicht > 2,8 t, Messung Autohof)		normale Parkbewegung	10	81,2	77,0	4,2
MAN-Sattelzug	300 kW	normale Parkbewegung	2	81,9	77,9	4,0
MAN-Lkw mit Anhänger	304 kW	normale Parkbewegung	1	79,7	75,2	4,5
Mercedes-Sattelzug	294 kW	normale Parkbewegung	2	78,0	73,4	4,6
Renault-Sattelzug	324 kW	normale Parkbewegung	1	76,4	74,4	2,0
Mercedes-Sattelzug	316 kW	normale Parkbewegung	2	83,1	79,4	3,7
DAF-Tanklastzug	279 kW	normale Parkbewegung	2	82,3	77,3	5,0

Fahrzeug			Ereignis	Mittlere Maximalpegel ³⁵⁾ in 7,5 m Entfernung in dB(A) fett = höchster ermittelter Wert in () nicht mehr aktuelle Werte	
Fahrzeugtyp	Baujahr	Bauart / Leistung / Hubraum		Anzahl der Messungen	L _{AF} max, 7,5 m (Mittel über die Messungen)
Motorrad			beschleunigte Abfahrt	16	73,1
Kawasaki ZR550	1994	4 Zyl./4 Takt/25 kW/550 ccm	beschleunigte Abfahrt	3	66,1
			Extremes Gasgeben 37)	2	78,6
Vespa P 125 X	1991	1 Zyl./2 Takt/6 kW/123 ccm	beschleunigte Abfahrt 38)	5	75,0
Honda Varadero	1999	2 Zyl./4 Takt/69 kW/996 ccm	beschleunigte Abfahrt	6	71,9
Pkw (einschl. Lieferwagen)			beschleunigte Abfahrt	-	-
			Türenschiessen	79	72,1
			Heckklappe/ Schiebetür 36)	28	74,1
BMW 3er	1992	Otto/73 kW/1596 ccm	beschleunigte Abfahrt	-	-
			Türenschiessen	12	72,3
			Heckklappe 36)	6	73,9
Fiat Tipo	1990	Otto/57 kW/1581 ccm	beschleunigte Abfahrt	-	-
			Türenschiessen	12	74,0
			Heckklappe 36)	7	76,0
Ford Ka	1997	Otto/37 kW/1299 ccm	Türenschiessen	9	71,0
Renault Clio	1997	Otto/40 kW/1149 ccm	Türenschiessen	10	69,8
			Heckklappe 36)	4	72,8
Opel Kadett	1990	Diesel/42 kW/1700 ccm	Türenschiessen	8	73,8
			Heckklappe 36)	3	74,1
Ford Mondeo	1990	Otto/66 kW/1597 ccm	Türenschiessen	5	69,2
Volvo V 40	1998	Otto/85 kW/1731 ccm	Türenschiessen	8	70,3
Lieferwagen					
Ford Transit	1993	Diesel/59 kW/2496 ccm	beschleunigte Abfahrt	-	-
			Türenschiessen (ohne Schiebetür)	10	73,8
VW-Bus „Atlantic“ nachträgl. mit Katalysator ausgerüstet	1990	Turbodiesel/70 PS/1600 ccm	beschleunigte Abfahrt	-	-
			Türenschiessen (ohne Schiebetür)	5	71,3
			Türenschiessen (mit Schiebetür)	8	72,6
Omnibus					
Kässbohrer Setra 5212 H (Linienbus)			Vorbeifahrt	3	73,9
			beschleunigte Abfahrt	5	77,3
			Türenschiessen	-	-
			Druckluft	-	-
			Starten	2	74,3
			Standgeräusch	3	68,6
Niederflur-Stadtbus mit Erdgasbetrieb			beschleunigte Abfahrt	4	74,2
			Standgeräusch	3	65,3
Lkw (Autohof)					
Messung 1999			Vorbeifahrt	11	80,1
			beschleunigte Abfahrt	7	(80,5)
			Türenschiessen	6	(75,2)
			Druckluft	3	(84,2)
			Starten	3	(78,0)
			Standgeräusch	10	70,1
			Kühlaggregat	5	71,7
			Scheppern leerer Anhänger	1	87,0
Messung 2005			beschleunigte Abfahrt	12	78,6
			Türenschiessen	13	72,7
			Druckluft	8	78,2
			Starten	7	74,7

Tab. 19:
Mittlere Maximalpegel in
7,5 m Entfernung in
dB(A) – Übersicht der
Ergebnisse der 1999
durchgeführten
Emissionsmessungen

sen. Standard-Einkaufswagen erzeugen beim Schieben insbesondere auf gepflasterten Fahrgassen ein klapperndes Geräusch. Einkaufsmärkte und die zugehörigen Parkplätze werden nicht selten in unmittelbarer Nähe der Kunden geplant. Einerseits lässt sich dadurch ein Teil des Verkehrs umweltfreundlich zu Fuß oder mit dem Fahrrad abwickeln, andererseits liegen die Parkplätze dadurch recht nahe an schutzwürdiger Bebauung, so dass es im Sinne eines Schallschutzes an der Quelle nahe lag, lärmarme Einkaufswagen zu entwickeln. Beim Einsatz dieser Einkaufswagen z.B. des Herstellers Wanzl Metallwarenfabrik GmbH, Leipheim, oder eines akustisch vergleichbaren Typs kann für die Schall-emission von Parkplätzen an Einkaufsmärkten mit gepflasterten Fahrgassen ein um 2 dB niedrigerer Wert angesetzt werden [25] (vgl. Tabelle 31 und 34).

Bei der Simulation der Parkbewegungen auf einem Diskothekenstellplatz wurden zusätzlich Gespräche und Musikdarbietungen aus den Autoradios mit aufgezeichnet.

Die für die Simulationen ausgewählten Fahrzeuge geben einen typischen Querschnitt der derzeitigen Fahrzeugflotte wieder; das Baujahr der Fahrzeuge variierte zwischen 1990 und 1999. Die detaillierten Fahrzeugparameter sind in den Ergebnistabellen der Emissionsmessungen (Tabelle 18 und 19) dokumentiert.

Zur Veranschaulichung der Messbedingungen ist in Abb. 16 die Lageskizze der Schallpegelmessungen der simulierten Parkvorgänge mit Angabe der Lage der Messpunkte aufgeführt. Die Messergebnisse am Messpunkt 1 (7,5m-Messpunkt) dienen zur Kennzeichnung der maximal aufgetretenen Schallpegel, während die Messergebnisse am Messpunkt 2 (19m-Messpunkt) als Basis für die Ermittlung der jeweiligen Schalleistungspegel herangezogen wurden (Rückrechnung auf Punktschallquelle).

Die Anfahrt und Abfahrt der Fahrzeuge erfolgte auf asphaltierten Fahrbahnoberflächen, während die Stellplatzoberfläche aus sogenannten Großsteinen mit Rasenfuge bestand. Die Fugen wiesen eine Breite von 2 bis 3 cm auf und waren durchgängig mit Humus verfüllt.

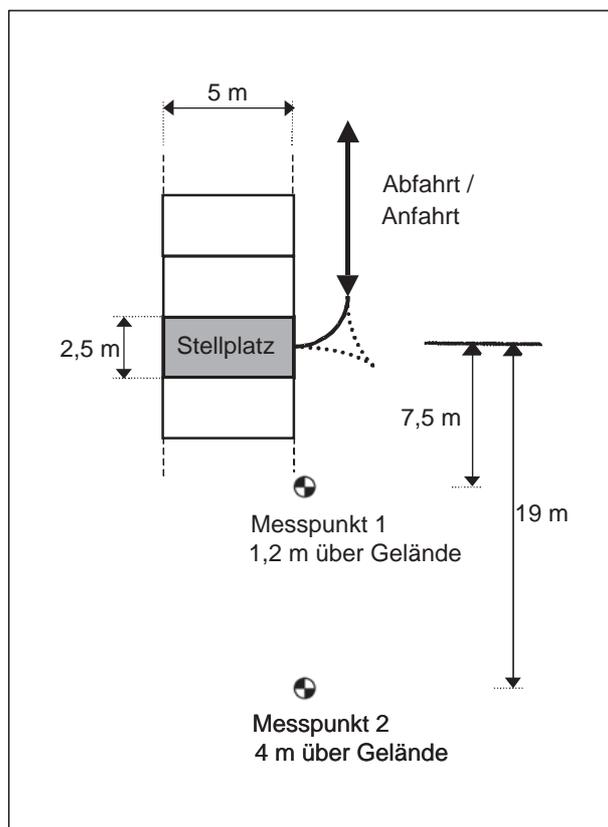


Abb. 16:
Lageskizze der Schallpegelmessungen von simulierten Parkvorgängen

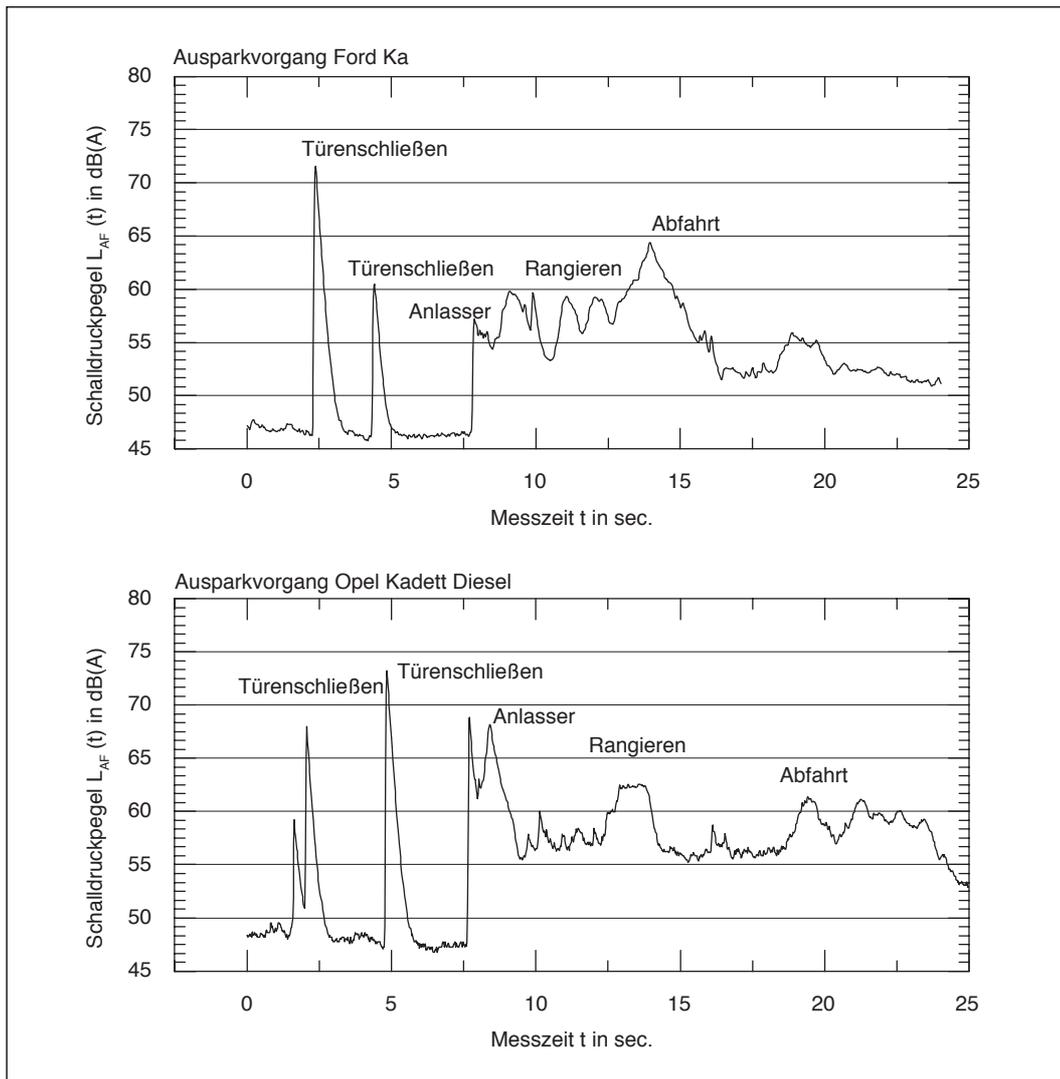


Abb. 17:
Exemplarische
Pegel-Zeit-Diagramme
von Ausparkvorgängen
von Pkw mit Otto- und
Dieselmotor
(Messpunkte 7,5m)

In Abb. 17 und Abb. 18 sind Pegel-Zeit-Diagramme von Ausparkvorgängen von Pkw mit Otto- und Dieselmotor sowie eines Motorrollers und eines Motorrades angegeben, wobei die einzelnen Teilvorgänge wie Türenschließen, Starten des Motors, Rangieren, Abfahrt usw. zu erkennen sind.

Die Übersicht der messtechnisch ermittelten Schalleistungspegel einer Parkbewegung je Stunde einschließlich der Zuschläge nach dem Taktmaximalpegel-Verfahren für die untersuchten Fahrzeugtypen und Fahrzeugarten ist Tabelle 18 zu entnehmen.

Die Darstellung der Messergebnisse erfolgt in Tabelle 18 anhand des jeweils mittleren Schalleistungspegels (L_{Weq}) einer Parkbewegung je Stunde für die untersuchten Fahrzeuge. Zur weiteren Veranschaulichung der Messergebnisse ist zusätzlich der jeweils mittlere Schalleistungspegel einer Parkbewegung je Stunde unter Berücksichtigung des Taktmaximalpegel-Verfahrens (L_{WTeq}) angegeben, obwohl der Zuschlag für das Taktmaximalpegel-Verfahren streng genommen nur für Schallimmissionen anzuwenden ist.

Für jedes der untersuchten Fahrzeuge wurde aus mehreren Einzelmessungen ein energetischer Mittelwert für eine Parkbewegung je Fahrzeug gebildet. Anhand dieser Messergebnisse je Fahrzeug wurden unter Berücksichtigung der Häufigkeit der Fahrzeugtypen (Angaben dazu in Tabelle 18) gemäß der Zulassungsstatistik des Kraftfahrt-Bundesamtes (Stand 01.01.2000) die Schalleistungspegel einer Parkbewegung je Stunde für die Fahrzeugarten „Motorrad“ und „Pkw“ als normierte energetische Mittelwerte

errechnet. Bei den Parkbewegungen wurde ein „normales“ Fahrverhalten simuliert, um den Fall zu erfassen, der am häufigsten zu erwarten ist. Da die Schallemissionen jedoch auch vom Fahrverhalten abhängig sind (z.B. hochtourige Fahrweise), wurde auf die Angabe der Vertrauensbereiche der Messergebnisse verzichtet.

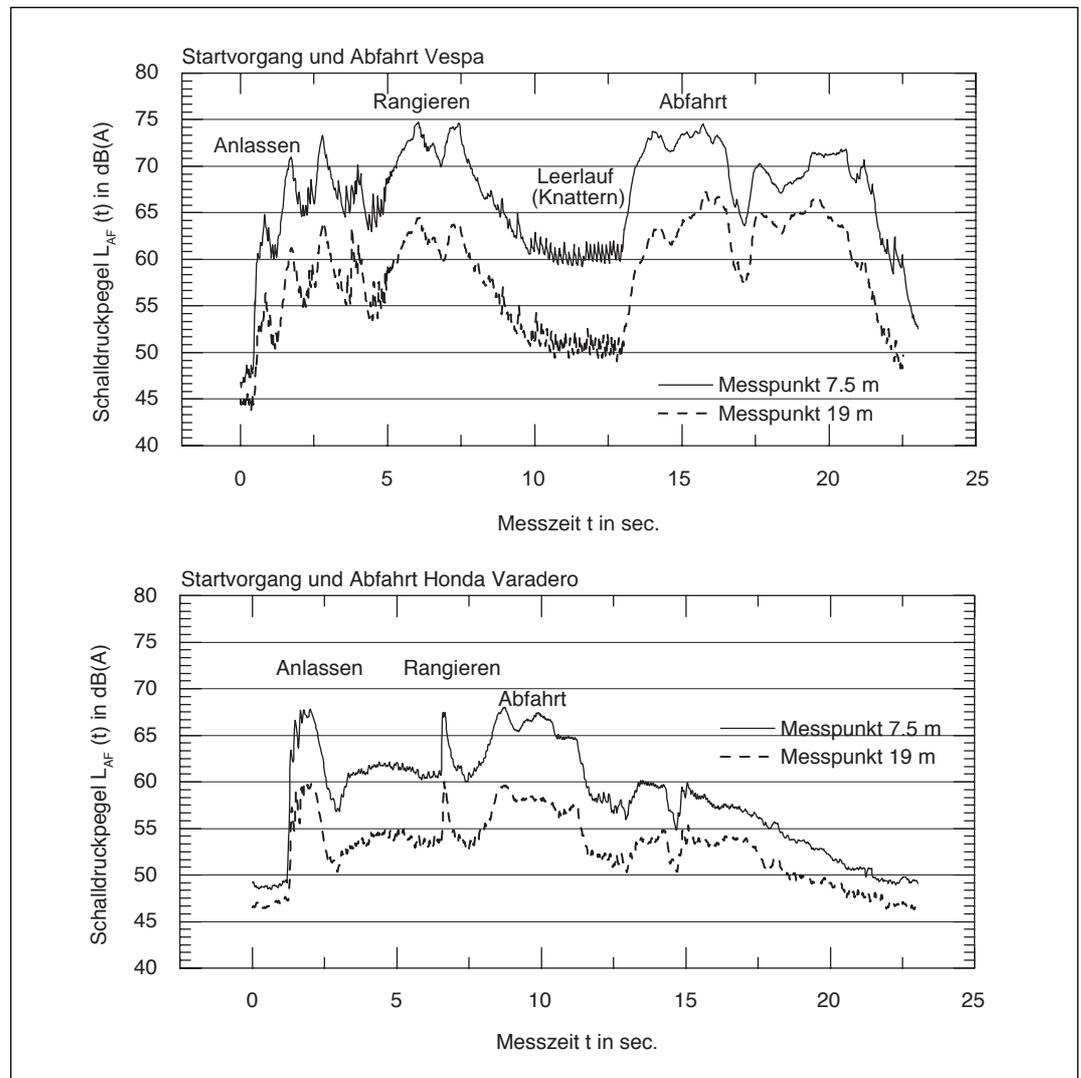


Abb. 18:
Exemplarische
Pegel-Zeit-Diagramme
von Ausparkvorgängen
eines Motorrades
(Messpunkte 7,5m und
19m)

6.1.2 Lastkraftwagen mit über 2,8 t zulässigem Gesamtgewicht und Omnibusse

Bei Lastkraftwagen wurden 2005 Messungen von kompletten Parkvorgängen durchgeführt. Dazu fanden in einem Lkw-Betriebshof an einem weiter abgelegenen Stellplatz Einpark- und Ausparkvorgänge (ohne Rangiertätigkeiten) statt. Die untersuchten Lkw spiegeln einen typischen Querschnitt der derzeitigen Fahrzeugflotte wider, da am Rasthof anwesende Lkw-Fahrer gebeten wurden, die Parkvorgänge mit ihrem Lkw zu simulieren.

Analog zu dem Vorgehen bei den Pkw-Messungen diente der 7,5m-Messpunkt zur Bestimmung der Maximalpegel von einzelnen Vorgängen, während der 20m-Messpunkt zur Bestimmung der Schalleistungspegel kompletter Parkvorgänge diente. Den Lageplan

zeigt Abb. 19. Die Ergebnisse der Messungen sind aus Tabelle 18 und 19 ersichtlich. Beispiele eines Einpark- und eines Ausparkvorgangs sind aus Abb. 20 ersichtlich.

Es zeigte sich im Vergleich zu den Messungen von 1999, bei denen die Emissionen einzelner Teilvorgänge zu gesamten Parkvorgängen rechnerisch zusammengefasst wurden, dass bei den Messungen des Jahres 2005 für L_{WTeq} und L_{Weq} etwas höhere Werte ermittelt wurden als in [31] für lärmarme Lkw genannt. Dagegen haben die Maximalpegel L_{AFmax} für die Teilvorgänge Starten, beschleunigte Abfahrt, Türenschießen und Druckluftablassen abgenommen.

Ein Teil der Lkw waren mit dem Kennzeichnungsschild (weißes „L“ im grünen Kreis) für lärmarme Fahrzeuge nach der 28. Novelle der Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung 1967 (Österreich) versehen. Die Kennzeichnung „geräuscharmes Fahrzeug“ nach Anlage XIV bzw. XV der StVZO (Deutschland, weißes „G“ im grünen Kreis) trug keines der gemessenen Fahrzeuge. Die „lärmarmen“ Fahrzeuge weisen jedoch im Mittel keinen relevanten Unterschied in der Emission im Vergleich zu den anderen Fahrzeugen auf. Es ist zu vermuten, dass diese Fahrzeuge die Anforderungen für lärmarme Fahrzeuge ebenfalls erfüllen würden. Auf die Unterscheidung lärmarm bzw. nicht lärmarm wurde daher im Weiteren verzichtet.

Bei lärmarmen Lastkraftwagen dürfen nach Anlage XXI (zu § 49 Abs. 3) StVZO Zusatzaggregate, z.B. Pumpen und Lüfter, in 7 m Abstand nicht lauter als 65 dB(A) sein und keinen ton- oder impulshaltigen Geräuschcharakter aufweisen.

Die „Parkplatzlärmstudie“ befasst sich i.d.R. nur mit den durch das Ein- und Ausparken verursachten Geräuschen. Wenn es sich nicht um reine Abstellplätze oder Parkplätze für Lastkraftwagen handelt, sondern um Frachtzentren oder Betriebsanlagen von Speditionen, dominieren in diesen häufig andere Geräusche, z.B. Entlüftungsgeräusche beim Abkuppeln eines Lkw-Anhängers. Wegen der Geräusche, die auf Frachtzentren vorkommen, wird auf [22] verwiesen.

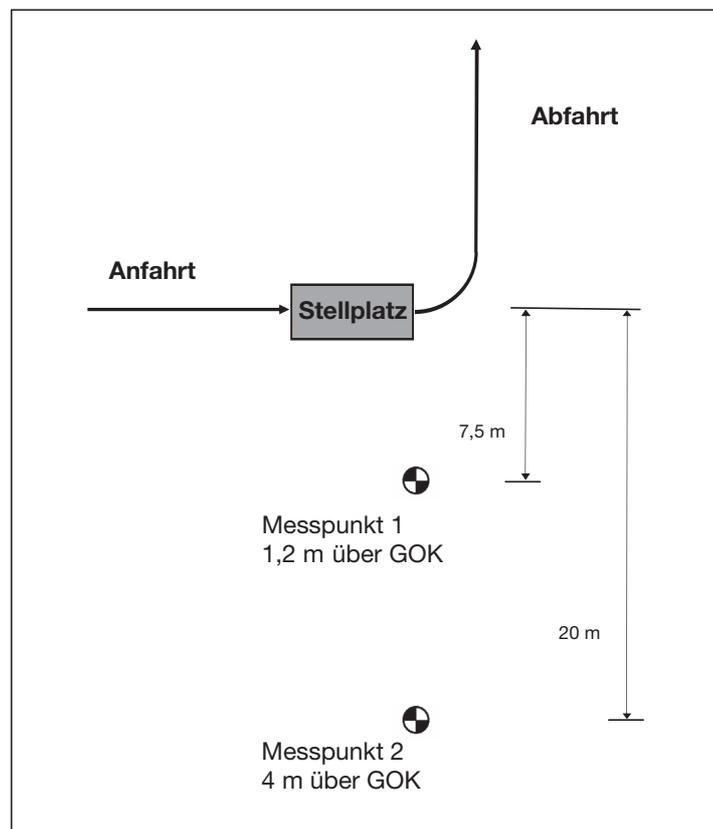


Abb. 19:
Lageskizze der Schallpegelmessungen von simulierten Parkvorgängen von Lkw

Im Zuge der Schallpegelmessungen des Jahres 1999 auf einem Autohof wurde zusätzlich die Schallabstrahlung von Kühlaggregate (Typ „Thermo-King SMX II“, Otto- bzw. Diesel-Motor, thermostatgeregelt, d.h. außentemperaturabhängige Laufzeit) gemessen. Hierbei wurde beim Betrieb ein mittlerer Schalleistungspegel der Kühlaggregate von 97 dB(A) ermittelt. Die Laufzeit von Kühlaggregate beträgt in der Regel ca. 15 min. pro Stunde. Weitere Angaben finden sich in [38].

Die Schallemissionen von Omnibus-Parkbewegungen wurden auf dem Omnibusbahnhof Freising gemessen. Als typische Linienomnibusse ohne akustische Auffälligkeiten wurden jeweils ein Linienomnibus mit Dieselantrieb und ein Linienomnibus mit Erdgasantrieb ausgewählt. Es wurden typische Teilvorgänge wie Turenschlagen, beschleunigte Abfahrt, Anlassen des Motors usw. im Einzelnen gemessen, da bei diesen Messungen keine kompletten Parkvorgänge simuliert werden konnten. Die aus den Messergebnissen ermittelten Schalleistungspegel der Teilvorgänge wurden rechnerisch zu einem Parkvorgang addiert. Die messtechnisch ermittelten Schalleistungspegel der einzelnen Teilvorgänge bei Parkbewegungen der untersuchten Omnibusse sind tabellarisch in Anhang 6, die rechnerisch ermittelten Schalleistungspegel für eine Parkbewegung je Stellplatz und Stunde in Tabelle 18 aufgeführt.

Wie den Messergebnissen in Anhang 6 und in Tabelle 18 zu entnehmen ist, ergibt sich für beide Omnibustypen ein im Vergleich zu den Angaben in [30] geringerer Schalleistungspegel für 1 Parkbewegung je Stunde.

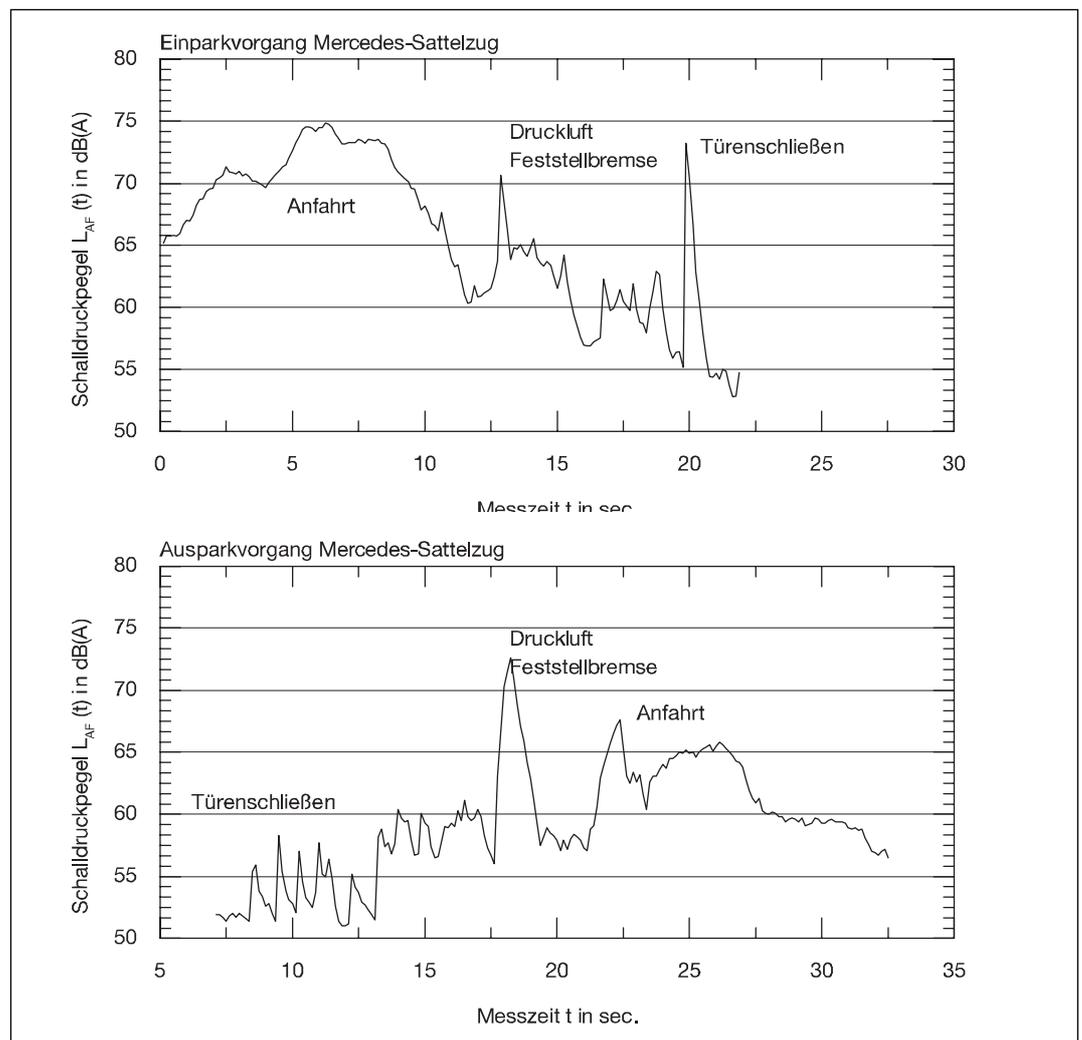


Abb. 20:
Exemplarische
Pegel-Zeit-Diagramme
von Ausparkvorgängen
von Lkw-Sattelzügen
(Messpunkte 20m)

6.2 Messungen zur Ermittlung des Einflusses unterschiedlicher Oberflächen der Fahrgassen

Die in Punkt 6.1 beschriebenen Messungen der Schalleistung von Parkplätzen erfolgten auf Parkplätzen mit asphaltierten Fahrbahnoberflächen. Oftmals sind die Fahrgassen jedoch nicht asphaltiert, sondern unbefestigt oder gepflastert mit entsprechend veränderter Geräuschemission. Da die in [5], Tabelle 4, genannten Zuschläge für unterschiedliche Straßenoberflächen bei geringen Geschwindigkeiten, wie sie bei Fahrgassen von Parkplätzen auftreten, nicht genügend abgesichert sind, hat das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) zur Ermittlung der fahrbahnoberflächenabhängigen Zuschläge ein Messprogramm ausgearbeitet und umgesetzt. Folgende Oberflächentypen wurden in die Untersuchung aufgenommen:

- Betonsteinpflaster (ebene Steinoberfläche) mit schmalen Fugen (≤ 3 mm),
- Betonsteinpflaster (ebene Steinoberfläche) mit breiten Fugen (> 3 mm),
- Kies,
- Gebrochenes Natursteinpflaster (unebene Steinoberfläche) mit breiten Fugen (> 3 mm).

Da die Zuschläge für die jeweilige Oberfläche in Bezug zur „Standardoberfläche“ Asphalt stehen, musste auch diese Oberfläche messtechnisch mit erfasst werden.

Um ein möglichst repräsentatives Messergebnis zu erhalten, wurden 4 verschiedene, der derzeitigen Fahrzeugflotte entsprechende Fahrzeugtypen unterschiedlichen Baujahrs ausgewählt.

Da das Augenmerk der Messungen auf den Einfluss der Oberflächenart der Fahrgassen gerichtet war, wurden keine kompletten Parkvorgänge (einschl. Türenschiagen, Anlassen usw.) simuliert, sondern ausschließlich die Vorbeifahrten erfasst. Hierzu wurden die Mikrofone in einem seitlichen Abstand von 7,5 m zur Fahrbahnmitte in einer Höhe von 1,2 m und 5 m positioniert. Um auch einen eventuellen Einfluss der Vorbeifahrtsgeschwindigkeit zu berücksichtigen, wurden die Emissionsmessungen geschwindigkeitsabhängig bei 10, 20 und 30 km/h jeweils mit gleich bleibender Geschwindigkeit durchgeführt, d.h. im messtechnisch erfassten Bereich fand kein Beschleunigen oder Abbremsen des Fahrzeugs statt.

Es stellte sich heraus, dass auf Parkplätzen eine Vorbeifahrtsgeschwindigkeit von 30 km/h als zu hoch zu beurteilen ist. In der Praxis treten je nach den Eigenschaften von Parkplätzen hinsichtlich Größe, Geometrie und Anordnung der Stellplätze Geschwindigkeiten zwischen 10 km/h (Parksuchverkehr) und 20 km/h (normale Durchfahrt) auf.

Da bei den bisherigen Untersuchungen zur Parkplatzlärmmessung der Mittelungspegel die maßgebliche Ausgangsgröße war, wird dieser auch zur Bestimmung des Fahrbahnoberflächenzuschlags verwendet. Aus der arithmetischen Mittelung der Differenzen zwischen den Vorbeifahrtpegeln auf Pflaster und Kies einerseits und Asphalt andererseits, jeweils bei 10 und 20 km/h, ließen sich folgende Zuschläge für den Vorbeifahrt-Mittelungspegel, bezogen auf die Emission bei asphaltierten Fahrgassen, berechnen:

- 0 dB(A) bei asphaltierten Fahrgassen,
- 0,9 dB(A) bei Betonsteinpflaster mit Fugen ≤ 3 mm,
- 1,4 dB(A) bei Betonsteinpflaster mit Fugen > 3 mm,
- 4,1 dB(A) bei wassergebundenen Decken (Kies),
- 5,2 dB(A) bei Natursteinpflaster.

Die Schalleistung eines Parkplatzes bezieht sich auf komplette Parkvorgänge, so dass neben den Vorbeifahrten auch andere Teilvorgänge wie z.B. Türenschießen und Anlassen darin berücksichtigt werden müssen. Weiteres siehe im Abschnitt 7.1.6.

6.3 Messungen an Tiefgaragenrampen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Messungen an den untersuchten Tiefgaragen – jeweils zwei mit eingehauster („geschlossener“) und nicht eingehauster („offener“) Rampe – beschrieben und diskutiert. Ein typisches Beispiel einer nicht eingehausten Tiefgaragenrampe zeigt Abb. 21.

An den untersuchten Tiefgaragen wurde jeweils ein Messpunkt gegenüber der Tiefgaragenrampe und ein Messpunkt seitlich der Rampe positioniert. Zusätzlich zu den Ein- und Ausfahrten von Benutzern der Tiefgaragenstellplätze wurden für die Schallpegelmessungen simulierte Fahrten mit unterschiedlichen Pkw durchgeführt.

Zur Veranschaulichung der Messbedingungen ist in Abb. 22 die Lageskizze der Schallpegelmessungen an der Tiefgaragenrampe mit Angabe der Lage der Messpunkte aufgeführt. Anhand der Messergebnisse an den Messpunkten 1 und 2 wurden die Schalleistungspegel und maximalen Schallpegel im Bereich der Tiefgaragenrampe und der Zu- und Abfahrten außerhalb der Rampe ermittelt.



Abb. 21 (links):
Beispiel einer nicht eingehausten Tiefgaragenrampe

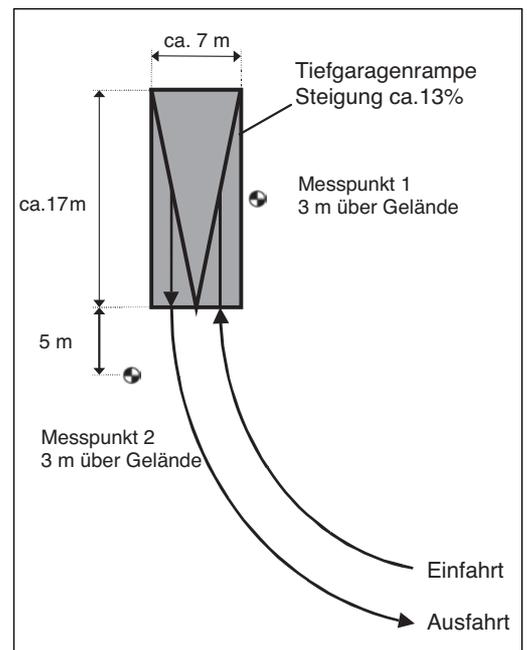


Abb. 22 (rechts):
Beispielhafte Lageskizze der Schallpegelmessungen an einer nicht eingehausten Tiefgaragenrampe

Abb. 23 zeigt ein typisches Beispiel einer Abfluss- bzw. Regenrinne an einer eingehausten Tiefgarageneinfahrt.

In Abb. 24.1, 24.2, 24.3 und 25 sind zur Veranschaulichung der schalltechnischen Situation an den untersuchten Tiefgaragenrampen Pegel-Zeit-Diagramme von Ein- und Ausfahrten von Pkw aufgeführt. Die impulshaltigen Geräusche beim Überfahren von Abfluss- bzw. Regenrinnen, die nicht dem Stand der Lärminderungstechnik genügen, sind in den Pegel-Zeit-Diagramme insbesondere bei den Einfahrten deutlich zu erkennen.



Abb. 23 (rechts):
Beispiel einer Abfluss-
bzw. Regenrinne an
einer eingehausten
Tiefgarageneinfahrt

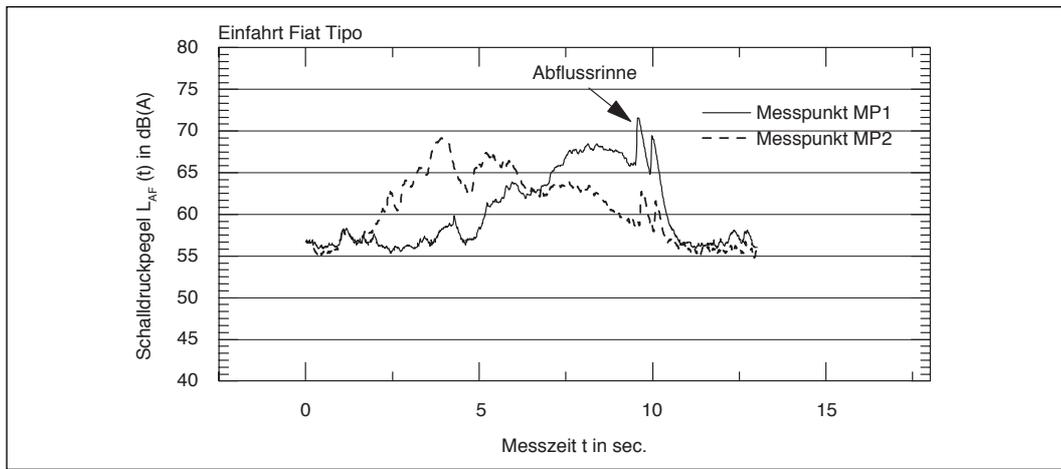


Abb. 24.1:
Exemplarisches
Pegel-Zeit-Diagramm
einer nicht eingehausten
Tiefgaragenrampe

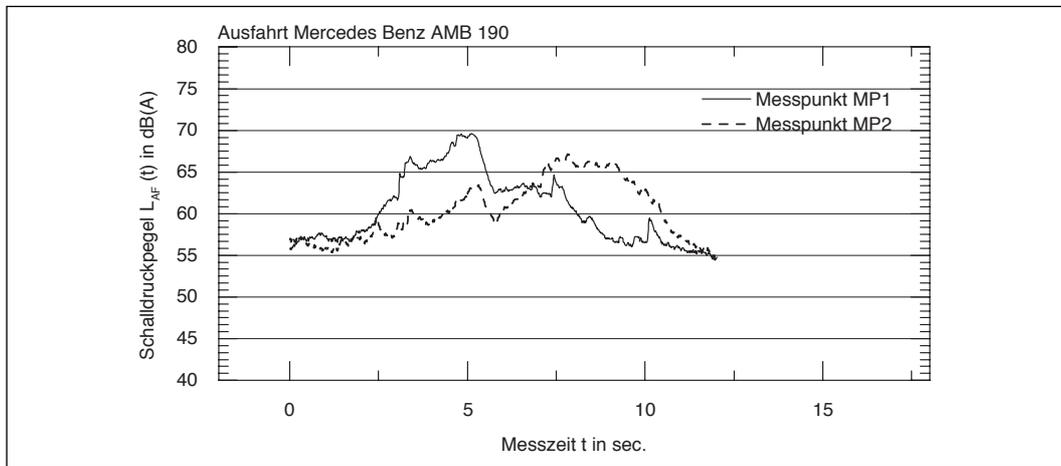


Abb. 24.2:
Exemplarisches
Pegel-Zeit-Diagramm
einer nicht eingehausten
Tiefgaragenrampe

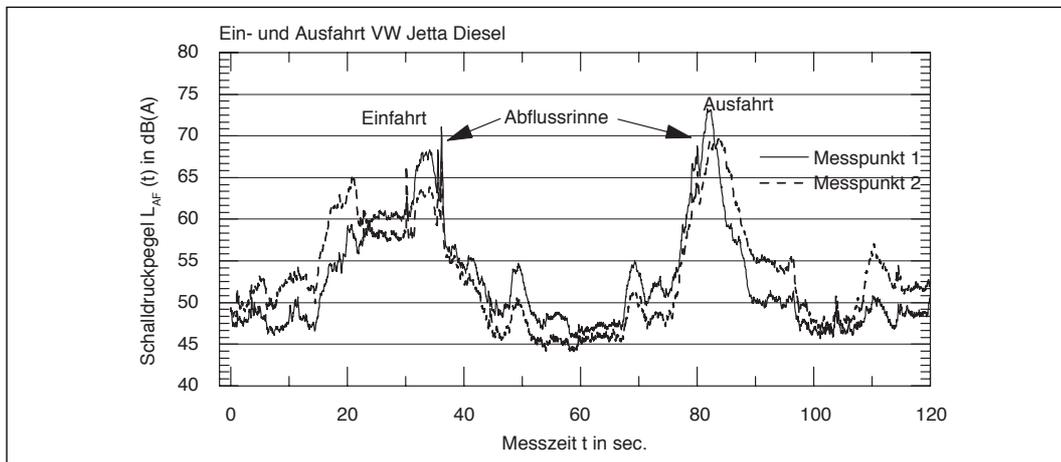


Abb. 24.3:
Exemplarisches
Pegel-Zeit-Diagramm
einer nicht eingehausten
Tiefgaragenrampe

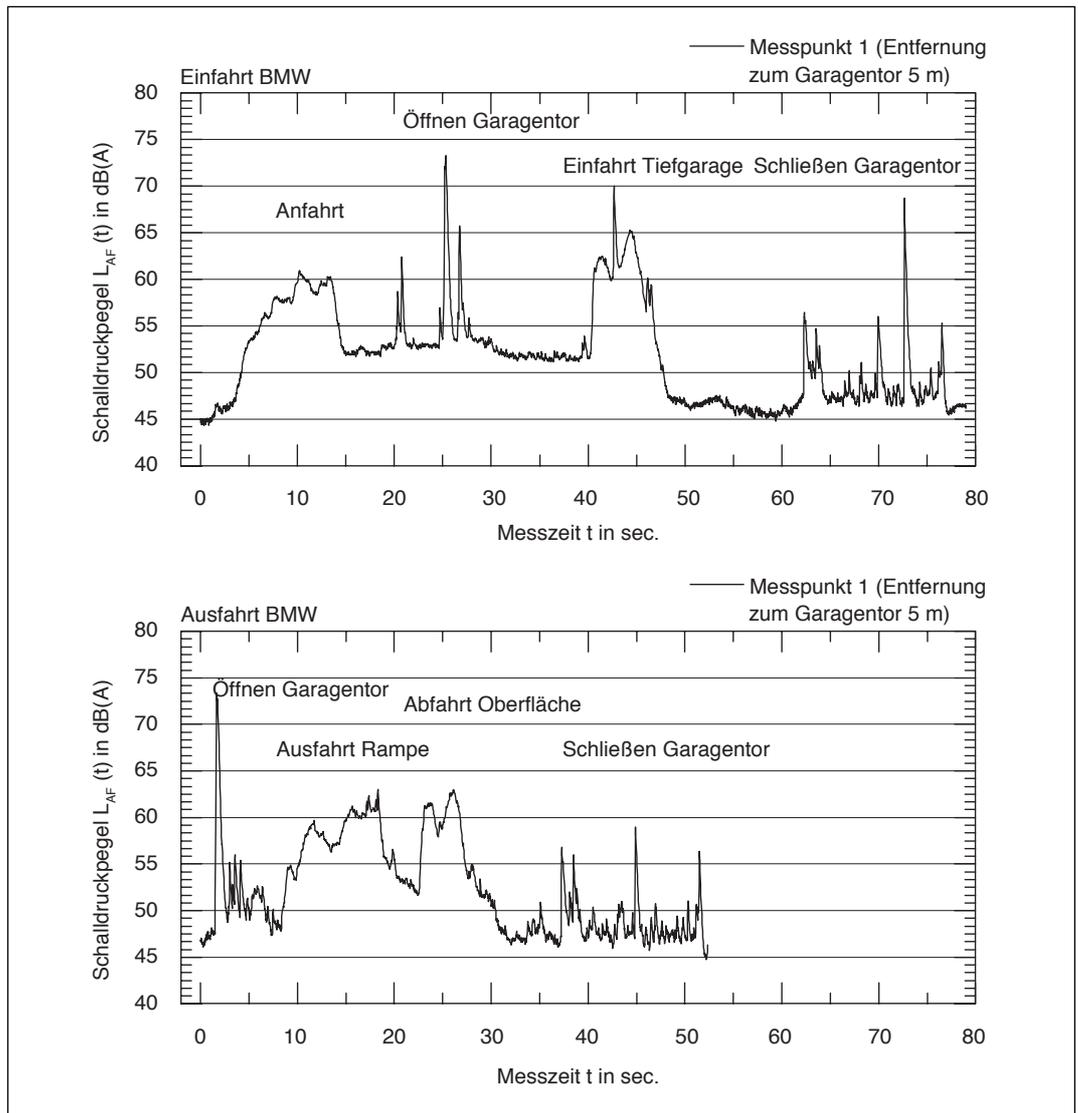


Abb. 25:
 Exemplarische
 Pegel-Zeit-Diagramme
 an einer eingehausten
 Tiefgaragenrampe

6.3.1 Messergebnisse an nicht eingehausten Tiefgaragenrampen

Für jede der erfassten Ein- und Ausfahrten an „offenen“ Tiefgaragenrampen wurden die Mittelungspegel je Stunde und die maximalen Schallpegel bestimmt. Da bei den Schallpegelmessungen die Geräuschsituation auf digitale Bänder aufgezeichnet wurde, konnten zudem die einzelnen Teilvorgänge (Ein- und Ausfahrt auf der Rampe, Zu- und Abfahrt außerhalb der Rampe, Überfahren einer Regenrinne) ausgewertet werden. Für jeden Teilvorgang wurden die Messergebnisse aus den einzelnen Fahrten energetisch gemittelt.

Anhand der Mittelungspegel je Teilvorgang und der im Messprotokoll dokumentierten Messbedingungen wurden die zugehörigen Schalleistungspegel unter Berücksichtigung der Vorgaben der DIN ISO 9613-2 [9] ermittelt.

In Tabelle 20 und 21 sind die anhand der Messergebnisse ermittelten Schalleistungspegel zusammengestellt; die Messergebnisse der kompletten Ein- und Ausfahrten sind in Anhang 7 aufgelistet.

Die anhand der Schallpegelmessungen ermittelten längenbezogenen Schalleistungs-

Linien-schallquellen $L_{W,1h}$ in dB(A)		Punkt-schallquelle $L_{W,1h}$ in dB(A)
Fahrgeräusch auf der offenen Rampe ³⁹⁾ gemessen	Zu- bzw. Abfahrt ⁴⁰⁾ (außerhalb der Rampe) nach [5] ohne D_{Stg}	Regenrinne ⁴¹⁾ (vor dem Garagentor) akustisch auffällig
<i>Einfahrt in Tiefgarage</i>		
51,0 (n=27)	46,1 (n=27)	60,3 (n=22)
<i>Ausfahrt aus Tiefgarage</i>		
52,1 (n=62)	47,2 (n=66)	62,9 (n=36)

Tab. 20:
Tiefgarage mit offener
Rampe – aus Schallpe-
gelmessungen ermittelte
Schalleistungspegel
einer Pkw-Bewegung je
Stunde
n = Anzahl an Messungen

Fahrgeräusch auf der offenen Rampe ⁴²⁾	Regenrinne ⁴³⁾ vor dem Garagentor
<i>Einfahrt in Tiefgarage</i>	
87,1 (n=10)	99,6 (n=56)
<i>Ausfahrt aus Tiefgarage</i>	
93,1 (n=28)	100,5 (n=56)

Tab. 21:
Tiefgarage mit offener
Rampe – aus Schallpe-
gelmessungen ermittelte
Schalleistungspegel
 $L_{W,max}$ in dB(A)
für kurzzeitige Geräusch-
spitzen
n = Anzahl an Messungen

Flächenschallquelle $L_{W,1h}$ in dB(A) Schallabstrahlung über das geöffnete Garagentor ⁴⁴⁾	Linien-schallquelle $L_{W,1h}$ in dB(A) Zu- bzw. Abfahrt außerhalb der Rampe ⁴⁰⁾	Punkt-schallquellen $L_{W,1h}$ in dB(A) Regenrinne vor dem Garagentor
<i>Einfahrt in Tiefgarage</i>		
47,9 (n=24)	43,5 (n=23)	48,6 (n=19)
<i>Ausfahrt aus Tiefgarage</i>		
49,6 (n=13)	44,8 (n=15)	50,1 (n=8)

Tab. 22:
Tiefgarage mit eingehau-
ster Rampe – aus Schall-
pegelmessungen ermit-
telte Schalleistungspe-
gel $L_{W,1h}$ einzelner
Teilvorgänge je Stunde;
n = Anzahl an Messungen

Zu- bzw. Abfahrt außerhalb der Rampe	Regenrinne vor dem Garagentor	Öffnen oder Schließen eines Garagenrolltores
<i>Einfahrt in Tiefgarage</i>		
-	91,0 (n=19)	96,8 (n=16)
<i>Ausfahrt aus Tiefgarage</i>		
87,2 (n=15)	88,0 (n=8)	siehe Einfahrt

Tab. 23:
Tiefgarage mit eingehau-
ster Rampe – aus Schall-
pegelmessungen ermit-
telte Schalleistungspe-
gel $L_{W,max}$ in dB(A) für
kurzzeitige Geräuschspit-
zen (Stand der Technik
nicht eingehalten!)

Schallabstrahlung über das geöffnete Garagentor Wände der Einhausung reflektierend oder absorbierend	Anzahl n der Messungen	Schalleistungspegel $L_{W,1h}$ in dB(A)
<i>Einfahrt in Tiefgarage</i>		
Innenwand reflektierend	5	50,4
Innenwand absorbierend	4	46,0
<i>Ausfahrt aus Tiefgarage</i>		
Innenwand reflektierend	6	54,1
Innenwand absorbierend	6	52,6

Tab. 24:
Vergleich der durch
Schallpegelmessungen
ermittelten Schalleis-
tungspegel $L_{W,1h}$ der
Fahrgeräusche auf einer
Tiefgaragenrampe mit
reflektierender bzw. mit
absorbierender
Einhausung

pegel der Zu- und Abfahrten unterschreiten die nach den Berechnungsansätzen der RLS-90 [5] ermittelten Schalleistungspegel. Nach Literaturangaben liegen die mittleren Fahrgeschwindigkeiten bei Tiefgaragenrampen für die Einfahrt bei ca. 16 km/h und für die Ausfahrt bei ca. 10 km/h [24]; nach den Berechnungsansätzen der RLS-90 wird eine Mindestgeschwindigkeit von 30 km/h vorausgesetzt.

Die Fahrbahnoberflächen im Rampenbereich waren aus Pflastersteinen aufgebaut, die Fahrspuren zur Erhöhung der Griffigkeit wie üblich stark profiliert. Im Bereich der Zu- und Abfahrt vor der Tiefgaragenrampe bestanden die Fahrbahnoberflächen z.T. aus Asphalt und z.T. aus Pflastersteinen.

Wenn die Abdeckung der Regenrinne lärmarm ausgebildet ist, z.B. mit verschraubten Gusseisenplatten, so ist sie akustisch nicht auffällig und muss deshalb auch nicht berücksichtigt werden.

6.3.2 Messergebnisse an eingehausten Tiefgaragenrampen

6.3.2.1 Tiefgaragen mit reflektierenden Wänden

In Abb. 25 wird die schalltechnische Situation an den untersuchten eingehausten Tiefgaragenrampen anhand von kommentierten Pegel-Zeit-Diagrammen einer Einfahrt bzw. einer Ausfahrt eines Pkw verdeutlicht. Im Bereich der Zu- und Abfahrt vor der Tiefgaragenrampe bestanden die Fahrbahnoberflächen vorwiegend aus Asphalt und in Teilbereichen aus Pflastersteinen.

Analog dem Vorgehen bei den nicht eingehausten Tiefgaragenrampen wurden komplette Ein- und Ausfahrten sowie einzelne Teilvorgänge ausgewertet. In Tabelle 22 und 23 sind die anhand der Messergebnisse ermittelten Schalleistungspegel der Teilvorgänge (Mittelungspegel in einer Stunde und Maximalpegel für kurzzeitige Geräuschspitzen) zusammengestellt; die Messergebnisse der kompletten Ein- und Ausfahrten sind in Anhang 7 aufgelistet.

Die messtechnisch ermittelten längenbezogenen Schalleistungspegel der Zu- und Abfahrten unterschreiten die nach den Berechnungsansätzen der RLS-90 ermittelten Schalleistungspegel.

Da die Schallpegelmessungen an zwei Mikrofonpositionen gegenüber und seitlich des Garagentors erfolgten, konnten Auswertungen zur Richtcharakteristik der Schallabstrahlung über das geöffnete Garagentor durchgeführt werden. In senkrechter Richtung zum Garagentor wurden die in Tabelle 22 aufgeführten flächenbezogenen Schalleistungspegel ermittelt; seitlich des Garagentors (90° zur senkrechten Richtung) wurden dagegen um etwa 8 dB(A) geringere Schallpegel gemessen.

Bei einer der untersuchten Tiefgaragen waren signifikante Geräusche beim Öffnen und Schließen des Garagenrolltores, das nicht dem Stand der Lärminderungstechnik entspricht, zu verzeichnen (s. Abb. 25 und Tabelle 23).

An einem elektromechanisch bewegten Garagentor, das dem Stand der Lärminderungstechnik genügt, konnten durch Schallpegelmessungen folgende Schalleistungspegel für einen Öffnungsvorgang je Stunde ermittelt werden, wobei das Garagentor als Punktschallquelle betrachtet wurde:

$$L_{W\text{Teq}, 1\text{h}} = 45 \text{ dB(A)},$$

für kurzzeitige Geräuschspitzen:

$$L_{W, \max} = 76 \text{ dB(A)}$$

Dies bedeutet, dass Garagentore, die dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen, in einer schalltechnischen Untersuchung unberücksichtigt bleiben können.

Bei den untersuchten eingehausten Tiefgaragenrampen zeigen sich gegenüber den offenen Rampen geringere Schalleistungspegel bei der Zu- und Abfahrt vor der Steigung und beim Überfahren einer Regenrinne. Wenn die Abdeckung der Regenrinne lärmarm ausgebildet ist, z.B. mit verschraubten Gusseisenplatten, so ist sie akustisch nicht auffällig und muss deshalb auch nicht berücksichtigt werden.

6.3.2.2 Tiefgaragenrampen mit absorbierenden Wänden

Zur messtechnischen Bestimmung des Einflusses schallabsorbierender Auskleidungen von Tiefgaragenrampen wurden im Jahr 2005 Vergleichsmessungen an zwei eingehausten Tiefgaragenrampen, eine mit reflektierenden Innenwänden und eine mit absorbierenden Innenwänden, durchgeführt.

Beide Tiefgaragenrampen weisen den gleichen einspurigen Querschnitt von ca. 3,5 m x 2,5 m auf. Während die reflektierende Einhausung vollständig aus glattem Beton bestand, waren die seitlichen Innenwände der absorbierenden Einhausung mit Holzwolle-Mehrschichtplatten versehen. Die Decke der absorbierenden Einhausung waren mit einschaligem Trapezblech (reflektierend) ausgeführt. Die Fahrbahnoberfläche bestand in beiden Fällen aus reflektierendem Beton.

Abb. 26 zeigt die mit Holzwolle-Mehrschichtplatten versehene Innenwand der absorbierend ausgeführten Tiefgaragenrampe.

Die Messungen wurden mit einer Mikrofonanordnung vergleichbar zu Messpunkt 2 in Abb. 22 durchgeführt. Um die Einflüsse der an beiden Rampen vorhandenen Regenrinnen (mit ausgeprägtem Geräusch) und der durch die absorbierende Verkleidung unbeeinflussten Zufahrt außerhalb der Rampe zu eliminieren, wurden bei der Auswertung die Fahrgeräusche auf der Rampe isoliert. An beiden Tiefgaragenrampen wurden Ein- und Ausfahrten mit 3 verschiedenen Pkw (2 Fahrzeuge mit Otto-Motor, 1 Fahrzeug mit Dieselmotor) simuliert. Die Ergebnisse der Messungen sind in Tabelle 24 dargestellt.

Es zeigt sich, dass der gemessene Schalleistungspegel an der absorbierend verkleideten Tiefgaragenrampe bei der Einfahrt um 4,4 dB(A) und bei der Ausfahrt um 1,5 dB(A) geringer ausfällt. Gemittelt über die Einfahrt und die Ausfahrt beträgt der Unterschied zwischen reflektierender und absorbierender Rampeneinhausung gerundet 2 dB(A).



Abb. 26:
Absorbierend verkleidete
Innenwand der Tiefgaragenrampe

6.4 Messungen an Parkhäusern

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Schallpegelmessungen an den untersuchten Parkhäusern beschrieben und diskutiert.

Die Messungen wurden an zwei offenen Parkhäusern und einem Parkhaus mit Parkdeck durchgeführt. Als „offen“ werden in der vorliegenden Untersuchung Parkhäuser bezeichnet, die durch die Abstrahlung der Parkgeräusche im Parkhaus durch größtenteils offene Seitenflächen geprägt sind. Da die offene Bauweise von Parkhäusern eine kostengünstige Be- und Entlüftung ermöglicht, wird sie in der Regel gewählt. Ein typisches Beispiel eines „offenen“ Parkhauses zeigt Abb. 27.



Abb. 27:
Beispiel eines offenen
Parkhauses

Für eine simultane Erfassung der Parkgeräusche in den Parkhäusern und außerhalb der abstrahlenden Seitenflächen wurden jeweils Mikrophone innerhalb und außerhalb der Parkhäuser positioniert. Zusätzlich zu den Pkw-Fahrten und Parkvorgängen von Benutzern der Parkhäuser wurden für die Schallpegelmessungen simulierte Parkvorgänge in 7,5 m Entfernung vom Mikrofonstandort im Inneren des Parkhauses durchgeführt. Außerdem wurden an einem Außenmesspunkt in 2 m Entfernung von der Außenwand des Parkhauses die Parkgeräusche aufgezeichnet. Dabei wurden unterschiedliche Pkw eingesetzt.

Zur Veranschaulichung der Messbedingungen ist in Abb. 28 die Lageskizze der Schallpegelmessungen mit Angabe der Lage der Messpunkte aufgeführt.

In Tabelle 25 und Abb. 29 ist ein typisches Oktavspektrum der Parkgeräusche am „Messpunkt innen“ angegeben. Dieses Spektrum für den energetischen Mittelwert des Schallpegels wurde bei Schallpegelmessungen über einen Zeitraum von 30 Minuten an einem stark frequentierten Parkhaus ohne schallmindernde Maßnahmen (z.B.: absorbierende Decken) ermittelt.

In Tabelle 26 sind die bei dieser Messung ermittelten Mess- und Zählergebnisse einschließlich eines Vergleiches der Ergebnisse am „Messpunkt innen“ und „Messpunkt außen“ aufgeführt.

Die Pegeldifferenzen zwischen den Messpunkten „innen“ und „außen“ betragen ca. 7 dB(A) für den Mittelungspegel und ca. 10 dB(A) für den Maximalpegel bei kurzzeitigen Geräuschspitzen.

Analog zum Vorgehen bei den Freifeldmessungen (s. Abschnitt 6.1.1) wurden, wie erwähnt, in den untersuchten Parkhäusern Schallpegelmessungen bei simulierten Parkvorgängen mit unterschiedlichen Pkw durchgeführt. Die Messergebnisse der simulierten Parkvorgänge in den untersuchten Parkhäusern sind in Anhang 8 aufgelistet.

Aufgrund der Schallreflexionen an der Decke, am Boden und den Wänden im Parkhaus erhöht sich der Schallpegel bei einer Parkbewegung im Parkhaus i.d.R. gegenüber der

	Oktavmittenfrequenz in Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Pegeldifferenz $L_{AFeq} - L_{AFeq, Oktave}$ in dB(A)	-17,7	-17,1	-12,8	-8,7	-5,3	-4,6	-9,4	-19,6
L_{AFeq} in dB(A)	61,8							

Tab. 25: Messung in einem offenem Parkhaus – typisches Oktavspektrum am Messpunkt innen

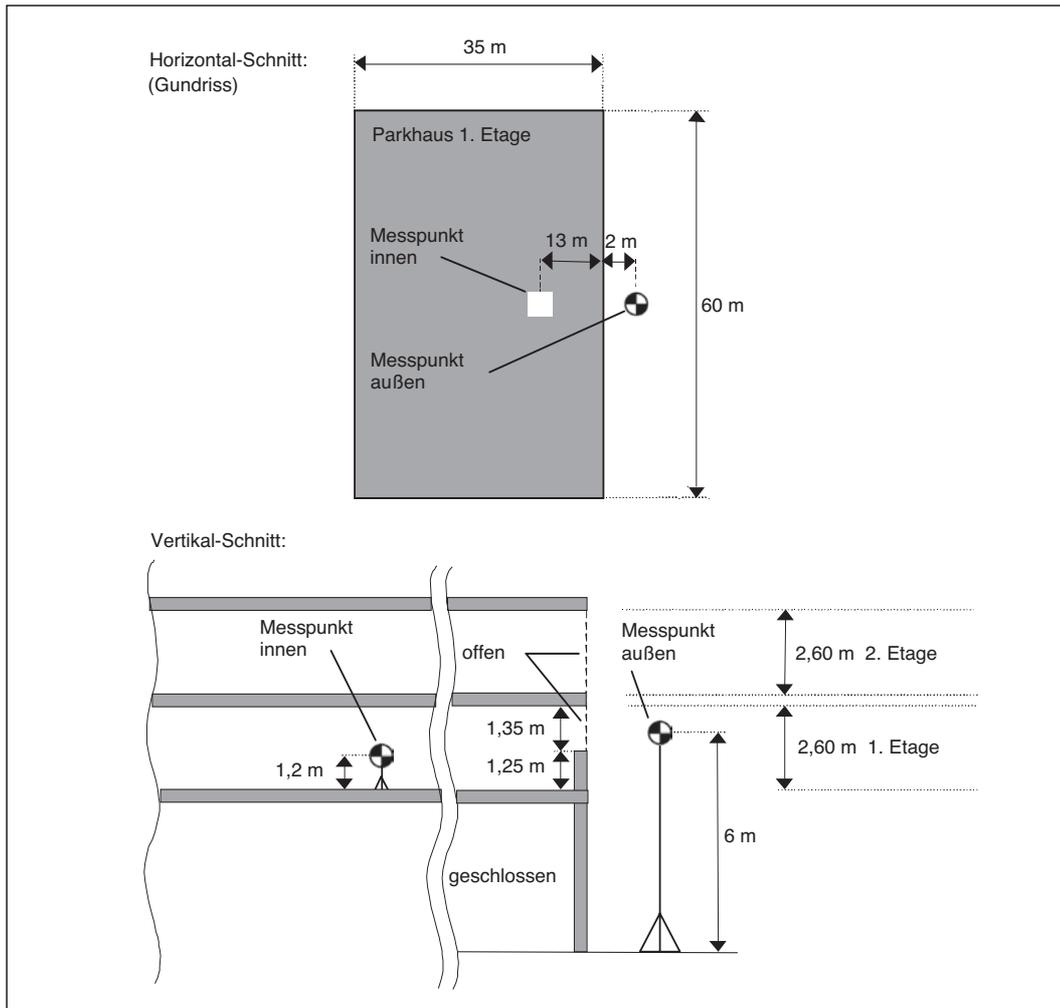


Abb. 28: Lageskizze der Schallpegelmessungen an einem offenen Parkhaus

	Messdauer [sec.]	L_{AFmax} [dB(A)]	L_{AFeq} [dB(A)]	L_{AFTeq} [dB(A)]	$K_1^{45)}$ [dB(A)]
Messpunkt innen ⁴⁶⁾	1800	82,3	61,8	66,8	5,0
Messpunkt außen ⁴⁶⁾	1800	72,3	54,8	59,9	5,1
Zählergebnisse	Anzahl an Fahrzeugbewegungen: 36			Bewegungshäufigkeit je Stellplatz und Stunde: 0,59	

Tab. 26: Exemplarische Mess- und Zählergebnisse an einem offenem Parkhaus (vgl. Abb. 27) – Vergleich Messpunkt innen – Messpunkt außen

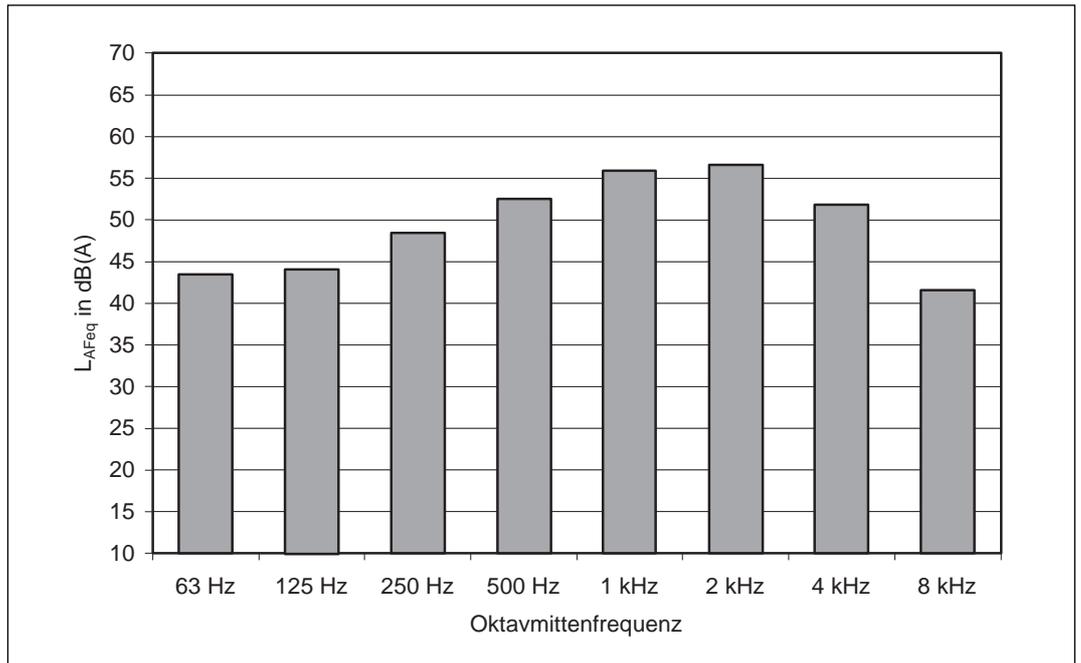


Abb. 29: Messung in einem offenen Parkhaus – typisches Oktavspektrum – Messpunkt innen

vergleichbaren Situation im Freien, wobei diese Pegeldifferenz u.a. von der Raumgeometrie und den Absorptionseigenschaften der Begrenzungsflächen abhängig ist.

In Tabelle 27 sind die an den untersuchten Parkhäusern messtechnisch ermittelten Erhöhungen des Schallpegels bei einer Parkbewegung im Parkhaus gegenüber der vergleichbaren Situation im Freien angegeben.

In Abschnitt 7.3 wird ein Berechnungsverfahren für die schalltechnische Prognose von Parkhäusern entwickelt, das anhand der beschriebenen Messergebnisse auf seine Praxistauglichkeit überprüft wird.

Tab. 27: Messtechnisch ermittelte Erhöhung des Innenschallpegels bei einer im Parkhaus gegenüber einer Parkbewegung im Freien

Art des Parkhauses	Pegelerhöhung
Offenes Parkhaus ohne schallmindernde Maßnahmen	+ 9 dB(A)
Offenes Parkhaus mit Parkdeck mit schallabsorbierender Decke	+ 2 dB(A)
Parkhaus-Untergeschoss ohne akustisch relevante Öffnungen bzw. Tiefgarage ohne schallmindernde Maßnahmen	+ 9 dB(A)

7 Details zur Berechnung der Schallemission

7.1 Parkplätze

7.1.1 Grundsätzliches zum Berechnungsverfahren

Die Verfahren zur Berechnung der Schallemissionen durch Parkplatzgeräusche werden in Kapitel 7 hinsichtlich einzelner Details und in Kapitel 8 zusammenfassend dargestellt (Formel 11a und 11b). Diese Formeln stellen letzten Endes eine Fortentwicklung der Formel 7 in DIN 18005-2 (Ausgabe Mai 1987) [13] dar.

Es werden zwei Verfahren unterschieden:

- das zusammengefasste Berechnungsverfahren, in dem die Teilschallquellen aus dem Ein- und Ausparken sowie aus dem Verkehr auf den Fahrgassen (sog. Durchfahranteil) zu einer Flächenschallquelle zusammengefasst werden, und
- das getrennte Verfahren, das die Schallemissionen aus dem Ein- und Ausparken sowie aus dem Durchfahranteil gesondert berücksichtigt. Die Berechnung des Durchfahranteils erfolgt nach RLS-90.

Beim zusammengefassten Berechnungsverfahren ist der Durchfahranteil in der Formel zur Berechnung des flächenbezogenen Schalleistungspegels so festgelegt, dass die damit berechneten Beurteilungspegel auf der sicheren Seite liegen, also etwas höher sind als bei Anwendung des getrennten Berechnungsverfahrens, das nur angewendet werden sollte, wenn sich das Verkehrsaufkommen auf den einzelnen Fahrgassen einigermaßen zuverlässig prognostizieren lässt, z. B. bei Parkplätzen in Form einer Sackstraße. In allen anderen Fällen würde das getrennte Berechnungsverfahren i. d. R. nicht zu genaueren Ergebnissen als das zusammengefasste Berechnungsverfahren führen.

Beim zusammengefassten Berechnungsverfahren ist der Durchfahranteil in der Formel zur Berechnung des flächenbezogenen Schalleistungspegels so festgelegt, dass die damit berechneten Beurteilungspegel i. d. R. auf der sicheren Seite liegen, verglichen mit dem getrennten Berechnungsverfahren.

7.1.2 Durchfahranteil beim zusammengefassten Verfahren

Bei den im Abschnitt 6.1 erläuterten Schallpegelmessungen wurden nur die zum eigentlichen Parkvorgang gehörenden An- und Abfahrten erfasst. Nicht berücksichtigt wurden die „Durchfahrten“ anderer Fahrzeuge auf dem Parkplatz von und zum Stellplatz und eventueller „Parksuchverkehr“, der bei zu gering dimensionierten Parkplätzen ein erhebliches Ausmaß annehmen kann. Das Verkehrsaufkommen der Fahrgassen ist darüber hinaus von der Form des Parkplatzes, von der Zahl und Lage der Ein- und Ausfahrten, von der Reihenfolge der Belegung der Stellplätze und anderen Faktoren abhängig und daher – von Ausnahmen abgesehen – nicht ausreichend genau mit einer einfachen mathematischen Beziehung zu prognostizieren. Beispielsweise werden bei einem Parkplatz an einem Einkaufszentrum zuerst die Stellplätze in der Nähe des Eingangs belegt. Die Zahl der Bewegungen je Stellplatz und Stunde ist bei diesen Stellplätzen höher als bei ungünstiger gelegenen (s. Abschnitt 5.10.2).

Es kann auch vorkommen, dass an einem Parkplatz kein Parksuchverkehr auftritt, z. B. an Omnibushaltestellen oder an kleinen Privatparkplätzen, an denen jedes Fahrzeug seinen reservierten Stellplatz hat.

Seit der 3. Auflage der Parkplatzlärmstudie [30] wird der Durchfahranteil pauschal durch

einen zusätzlichen Term, eine Näherungsformel, berücksichtigt. Dieser Term im sog. zusammengefassten Verfahren wurde überprüft und neu entwickelt, da er nicht nur von der Zahl der Stellplätze abhängt, wie bisher vorausgesetzt, sondern auch von der Intensität ihrer Nutzung, d.h. von der Größe $N = \text{„Fahrzeugbewegungen je Stellplatz und Bezugsgröße“}$, d.h. nicht nur die Teilbeurteilungspegel für das Ein- und Ausparken, sondern auch die für den Fahrverkehr auf dem Parkplatz sind von der Bezugsgröße abhängig.

Für jeweils 10 unterschiedlich große Parkplätze (mit 20 bis 1260 Stellplätzen) und für insgesamt 5 Parkplatztypen, jeweils für leisere und lautere Immissionsorte (letztere in der Nähe der Einfahrt), wurden schalltechnische Berechnungen durchgeführt, um eine neue Formel für den Durchfahranteil entwickeln zu können. Der Durchfahranteil ergab sich als lineare Differenz zwischen dem energetisch ermittelten Gesamtbeurteilungspegel aus dem Ein- und Ausparkvorgang und dem Parksuchverkehr abzüglich dem Teilbeurteilungspegel für das Ein- und Ausparken. Naturgemäß schwankten die Ergebnisse für den Durchfahranteil je nach der Lage des Immissionsortes und nach dem Parkplatztyp mit den ihm zugehörigen Bewegungen/Bezugsgröße stark. Durch den Bezug des Durchfahranteils nicht auf die für den Parkplatztyp ermittelten Bewegungen je Bezugsgröße und Stunde, sondern auf die mittlere Anzahl der Stellplätze je Einheit der Bezugsgröße ist es gelungen, eine brauchbare empirische Formel zu entwickeln. Sie lautet wie folgt:

Formel 3

$$K_D = 2,5 \cdot \lg(f \cdot B - 9) \text{ dB(A)}$$

$f \cdot B > 10$ Stellplätze; $K_D = 0$ für $f \cdot B \leq 10$

K_D = Pegelerhöhung infolge des Durchfahr- und Parksuchverkehrs [dB(A)];

f = Stellplätze je Einheit der Bezugsgröße (vgl. Tabelle 3), z.B. bei Diskotheken:
 $f = 0,50$ Stellplätze/1 m² Netto-Gastraumfläche

B = Bezugsgröße (= Stellplätze, Netto-Verkaufsfläche, Netto-Gastraumfläche oder Betten)

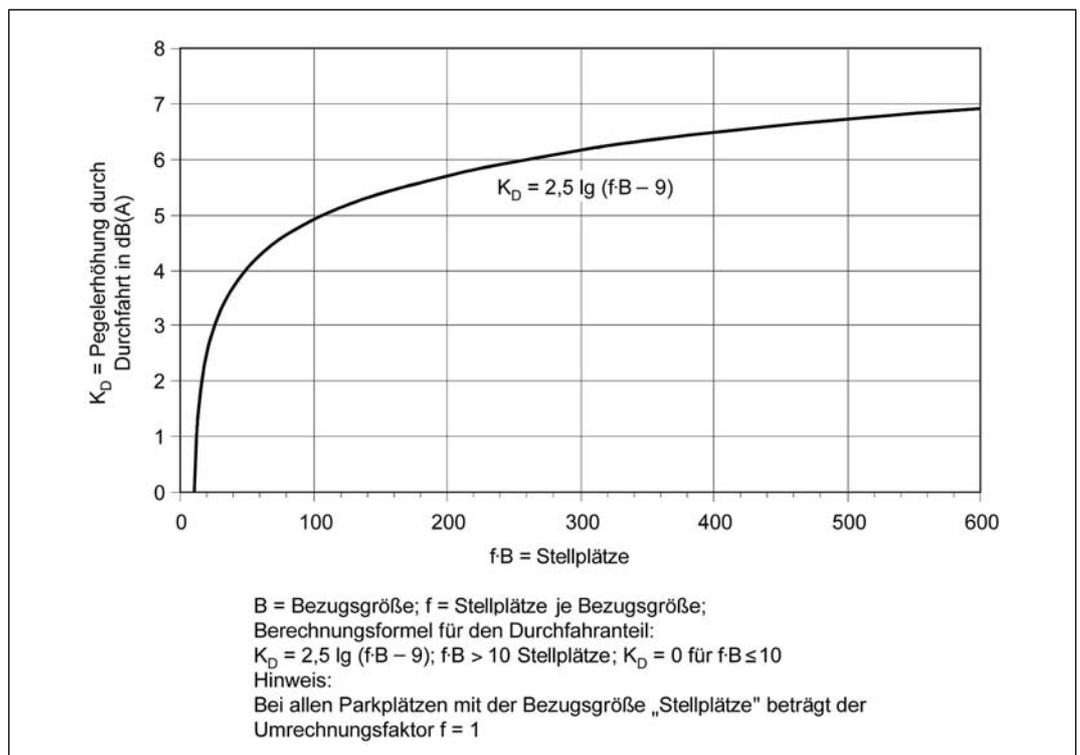


Abb. 30:
 Durchfahranteil für den P+R-Parkplatz in Abhängigkeit von der Anzahl der Stellplätze

Dadurch lässt sich ein mittlerer Wert für den Durchfahranteil berücksichtigen. Die Einbeziehung der mittleren Anzahl der Stellplätze je Einheit der Bezugsgröße führt zu Ergebnissen, die bei überdimensionierten Parkplätzen niedriger, bei unterdimensionierten Parkplätzen aber höher liegen als bei einer ausschließlichen Berücksichtigung der Stellplätze. Die Pegelerhöhung K_D infolge des Durchfahr- und Parksuchverkehrs zeigen beispielhaft die Abb. 30 und 31, Abb. 30 für den P+R-Platz in Abhängigkeit von der Anzahl der Stellplätze, Abb. 31 in Abhängigkeit von der Netto-Verkaufsfläche.

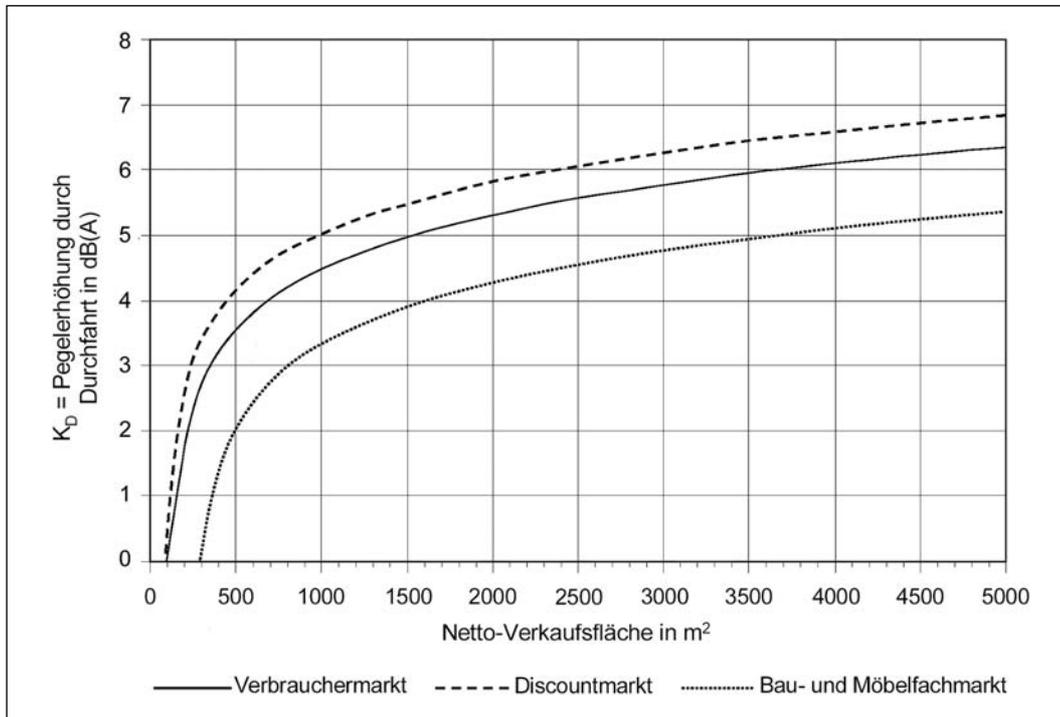


Abb. 31: Durchfahranteil für Parkplätze an verschiedenen Einkaufsmärkten in Abhängigkeit von der Bezugsgröße „Netto-Verkaufsfläche“

7.1.3 Getrenntes Berechnungsverfahren

Der längenbezogene Schalleistungspegel aus dem Durchfahrverkehr ist anhand des Schallemissionspegels $L_{m,E}$ nach RLS-90 [5] und nach folgendem Zusammenhang zu ermitteln:

$$L_{W,1h} = L_{m,E} + 19 \text{ dB(A)}$$

Formel 4

Dabei ist eine Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h anzusetzen und die Schallausbreitung gemäß TA Lärm [2] nach der Norm DIN ISO 9613-2 [9] zu berechnen. Am Immissionsort werden die Schallanteile aus den verschiedenen Teilflächen und aus den gesondert davon berücksichtigten Fahrgassen energetisch addiert.

Mit den heute vorhandenen Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung (s. auch [20]) kann man bei dieser Rechenmethode mit relativ geringem Aufwand sehr gut die Auswirkungen verschiedener Planungsvarianten, wie z.B. die Verlegung einer Einfahrt, auf die Immissionsorte untersuchen.

7.1.4 Zuschläge für Impulshaltigkeit (K_I und K_I^*)

Bei impulshaltigen Geräuschen ist gemäß TA Lärm der Taktmaximalpegel heranzuziehen, wobei der Zuschlag für die Impulshaltigkeit als Differenz des Mittelungspegels nach dem Taktmaximalpegel-Verfahren und des Mittelungspegels ohne Berücksichtigung des Taktmaximalpegel-Verfahrens definiert ist (TA Lärm [2], Abschnitt A.3.3.6).

K_I^* (vgl. Tabelle 18 und 28) ist ohne den Einfluss des Parksuchverkehrs in 7,5 m Entfernung ermittelt worden. Da Geräusche aus dem Ein- und Ausparkverkehr stets zusammen mit denen aus dem Parksuchverkehr auftreten, ist der bei einer Prognoseberechnung anzusetzende Impulzzuschlag deutlich niedriger als K_I^* . Deshalb werden beim getrennten Berechnungsverfahren auch für die Berechnung des Teilbeurteilungspegels aus dem Ein- und Ausparken die in Tabelle 29 genannten Zuschläge K_I angesetzt.

Tab. 28:
Zuschläge K_I^* für die Impulshaltigkeit (Ein- und Ausparken ohne Parksuchverkehr)

Parkplatzart	K_I^* in dB(A)	Bemerkungen
P+R-Platz	7,4	
Parkplatz an einem Einkaufsmarkt	7,6	Einkaufswagen auf Asphalt
	7,2	Einkaufswagen auf Pflastersteinen
Parkplatz an einer Diskothek	7,4 ⁴⁷⁾	
Zentrale Omnibushaltestelle	4,3 ⁴⁸⁾	Standard-Omnibus
	3,4 ⁴⁹⁾	Niederflur-Stadtbus (Erdgas)
Autohof für Lastkraftwagen	4,2	
Motorradparkplatz	4,9	

Der Zuschlag K_I für das Taktmaximalpegelverfahren hängt zwar auch vom Durchfahranteil ab. Da jedoch ein möglichst einfach zu handhabender Zuschlag entwickelt werden sollte, wurde dafür im Rahmen dieser Studie für jede Parkplatzart eine in der Praxis häufig vorkommende Größe angenommen. In der Tabelle 29 sind für die einzelnen Parkplatzarten die Zahl der Stellplätze, für die die Pegelerhöhungen ausgerechnet wurden, und die (gerundeten) Zuschläge K_I aufgeführt.

Streng genommen müsste man diesen – für den Abstand von 19 m ermittelten – Zuschlag für das Taktmaximalpegelverfahren auch noch vom Abstand Emissionsort – Immissionsort abhängig machen, da die kurzzeitigen Geräuschspitzen mit zunehmender

Tab. 29:
Zuschläge K_I für die Impulshaltigkeit (Parkvorgang einschließlich Durchfahranteil)

Parkplatzart	Anzahl der Stellplätze	K_I in dB(A)	Bemerkungen
P+R-Platz	100	4	
Parkplatz an einem Einkaufsmarkt	150	4	Einkaufswagen auf Asphalt
	150	4	Einkaufswagen auf Pflaster
Parkplatz an einer Diskothek	100	4	
Zentrale Omnibushaltestelle	10	4	Standard-Omnibus
	10	3	Niederflur-Stadtbus (Erdgas)
Autohof für Lastkraftwagen	20	3	
Motorradparkplatz	10	4	

Entfernung vom Emittenten immer weniger aus dem Hintergrundgeräusch herausragen und damit der Unterschied zwischen Mittelungspegel und Taktmaximalpegel immer geringer wird. Um die Parkplatzformel nicht unnötig kompliziert werden zu lassen, vernachlässigen wir diesen Effekt und betrachten die dadurch eigentlich etwas zu hohen Rechenergebnisse als Beitrag zu einer „Rechnung auf der sicheren Seite“.

7.1.5 Zuschläge für die Parkplatzart (K_{PA})

In Tabelle 30 sind die für die einzelnen Parkplatzarten messtechnisch ermittelten Schallleistungspegel L_{W0} (jeweils für eine Bewegung je Stunde) zusammengefasst; s. auch Tabelle 18.

Parkplatzart	L_{W0} in dB(A)	Bemerkungen
P+R-Platz	62,7	
Parkplatz an einem Einkaufsmarkt	65,4	Einkaufswagen auf Asphalt
	67,2	Einkaufswagen auf Großsteinen mit Rasenfuge
Parkplatz an einer Diskothek	64,6 ⁴⁸⁾	
Zentrale Omnibushaltestelle	72,8 ⁴⁹⁾	Standard-Omnibus
	69,9 ⁴⁹⁾	Niederflur-Stadtbus (Erdgas)
Abstellplatz bzw. Autohof für Lastkraftwagen:	77,0	
Motorradparkplatz	65,7	

Tab. 30:
Durch Messungen ermittelte Schallleistungspegel L_{W0} für eine Bewegung je Stellplatz und Stunde

Als Ausgangsschallleistungspegel L_{W0} für eine Bewegung je Stellplatz und Stunde auf einem P+R-Platz wird im Weiteren der (gerundete) Wert von 63 dB(A) angesetzt. Die unterschiedlichen Schallleistungspegel der einzelnen Parkplatzarten werden im Berechnungsverfahren durch gerundete Zuschläge K_{PA} nach Tabelle 31 und Tabelle 34 im Vergleich zum leisesten der betrachteten Parkplätze, dem P+R-Platz, berücksichtigt.

Parkplatzart	K_{PA} in dB(A)	Bemerkungen
P+R-Platz	0	
Parkplatz an einem Einkaufsmarkt	3	Standard-Einkaufswagen
	5	
Parkplatz an einem Einkaufsmarkt	3	lärmarme Einkaufswagen
	3	
Parkplatz an einer Diskothek	4 ⁵⁰⁾	
Zentrale Omnibushaltestelle	10	Standard-Omnibus
	7	Niederflur-Stadtbus (Erdgas)
Abstellplatz bzw. Autohof für Lastkraftwagen	14	
Motorradparkplatz	3	

Tab. 31:
Zuschläge K_{PA} für die Parkplatzart

7.1.6 Zuschläge für unterschiedliche Oberflächen der Fahrgassen (K_{StrO} und K_{StrO}^*)

Die im Abschnitt 6.2 genannten Zuschläge für unterschiedliche Fahrbahnoberflächen beziehen sich rein auf den Vorbeifahrpegel, so dass diese in der folgenden Liste gerundeten Werte nur im sog. „getrennten Verfahren“ (Sonderfall) bei der Ermittlung der Schallemissionen des Parksuch- und Durchfahrverkehr nach RLS-90 angesetzt werden können. K_{StrO}^* tritt an die Stelle der Korrektur D_{StrO} in Tabelle 4 der RLS-90 [5].

Zuschlag K_{StrO}^* nur auf die Teilbeurteilungspegel „Fahrgassen“ beim getrennten Berechnungsverfahren (Sonderfall):

- 0 dB(A) bei asphaltierten Fahrgassen,
- 1,0 dB(A) bei Betonsteinpflaster mit Fugen ≤ 3 mm,
- 1,5 dB(A) bei Betonsteinpflaster mit Fugen > 3 mm,
- 4,0 dB(A) bei wassergebundenen Decken (Kies),
- 5,0 dB(A) bei Natursteinpflaster.

Da die Vorbeifahrt nur ein Teilvorgang eines kompletten Parkvorgangs ist, bedarf es einer weitergehenden Einarbeitung dieses Zuschlags in den Berechnungsansatz für den Normalfall, d.h. für das „zusammengefasste Verfahren“. Hierzu wird auf Messungen zurückgegriffen, die in [30] wiedergegeben sind. Dort wird durch Addition der einzelnen Teilschalleistungspegel der Teilvorgänge der Gesamtschalleistungspegel des Parkvorgangs auf Asphalt ermittelt. Durch eine Erhöhung der Teilschallquelle Vorbeifahrt um den o.g. Zuschlag K_{StrO}^* kann für den gesamten Parkvorgang (bzw. für eine Parkbewegung) und unterschiedliche Fahrbahnoberflächen der um den Zuschlag K_{StrO} erhöhte Schalleistungspegel bestimmt werden.

Zuschlag K_{StrO} beim zusammengefassten Verfahren (Normalfall):

- 0 dB(A) bei asphaltierten Fahrgassen,
- 0,5 dB(A) bei Betonsteinpflaster mit Fugen ≤ 3 mm,
- 1,0 dB(A) bei Betonsteinpflaster mit Fugen > 3 mm,
- 2,5 dB(A) bei wassergebundenen Decken (Kies),
- 3,0 dB(A) bei Natursteinpflaster.

7.2 Tiefgaragenrampen

7.2.1 Allgemeines

Zur Entwicklung eines Rechenmodells der schalltechnischen Situation bei Tiefgaragen ist es zweckmäßig, die Gesamtsituation in folgende Teilvorgänge zu differenzieren:

„geschlossene“ Tiefgarage (Rampe eingehaust):

- Zu- und Abfahrverkehr außerhalb der Tiefgaragenrampe,
- Schallabstrahlung über geöffnetes Garagentor bei Ein- und Ausfahrten,
- u.U. sonst. Schallquellen (Überfahren einer Regenrinne, Geräusche beim Öffnen eines Garagenrolltores usw.),

„offene“ Tiefgarage (Rampe nicht eingehaust):

- Zu- und Abfahrverkehr außerhalb der Tiefgaragenrampe,
- Fahrverkehr auf der Rampe,
- u.U. sonstige Schallquellen (Überfahren einer Regenrinne, Geräusche beim Öffnen eines Garagenrolltores usw.).

7.2.2 Zu- und Abfahrtverkehr, Fahrverkehr auf nicht eingehausten Rampen

Die in Abschnitt 6.3.1 dargestellten Messergebnisse an nicht eingehausten Tiefgaragenrampen zeigen, dass eine Berechnung der Schallemissionen der Zu- und Abfahrten gemäß den RLS-90 [5] auf der „sicheren“ Seite liegt.

Für ein möglichst einfaches Rechenverfahren wird der längenbezogene Schalleistungspegel aus dem Zu- und Abfahrtverkehr sowie dem Fahrverkehr auf nicht eingehausten Rampen anhand des Schallemissionspegels $L_{m,E}$ nach den RLS-90 nach folgendem Zusammenhang ermittelt:

$$L_{W', 1h} = L_{m,E} + 19 \text{ dB(A)}$$

Formel 4

Bei der Berechnung des Emissionspegels $L_{m,E}$ nach RLS-90 wird eine Geschwindigkeit von 30 km/h angesetzt. Die Steigung der Tiefgaragenrampe, eventuelle Korrekturen für unterschiedliche Straßenoberflächen (RLS-90, Tabelle 4) sowie die Anzahl an Fahrzeugbewegungen je Stunde sind bei der Berechnung des Emissionspegels $L_{m,E}$ gemäß den Vorgaben der RLS-90 zu berücksichtigen. Die Schallausbreitung wird gemäß TA Lärm [2] nach der Norm DIN ISO 9613-2 [9] berechnet.

Die Geräuschcharakteristik des Zu- und Abfahrtverkehrs wird als nicht impulsartig eingestuft; ein Zuschlag für das Taktmaximal-Pegelfverfahren ist demnach nicht erforderlich. Das impulsartige Geräusch beim Überfahren einer Regenrinne wird separat behandelt (s. unten); ohne Impulzzuschlag ist der Beitrag der Regenrinne zum Mittelungspegel aufgrund der kurzen Zeitdauer gering.

Für eine Berücksichtigung von kurzzeitigen Geräuschspitzen aus dem Zu- und Abfahrtverkehr wurden anhand der Messergebnisse die in Tabelle 21 und 23 aufgelisteten Schalleistungspegel für Punktschallquellen ermittelt.

Zusammenfassend ergeben sich folgende Schalleistungspegel von kurzzeitigen Geräuschspitzen aus dem Zu- und Abfahrtverkehr:

offene Rampe, Rampenbereich:

- Einfahrt: $L_{W, \max} = 87,1 \text{ dB(A)}$
- Ausfahrt: $L_{W, \max} = 93,1 \text{ dB(A)}$

geschlossene Rampe, vor Garagentor:

- Ausfahrt: $L_{W, \max} = 87,2 \text{ dB(A)}$

Ggf. sind auch Emissionen von Motorrädern zu berücksichtigen (vgl. auch Abschnitt 8.3.1).

7.2.3 Schallabstrahlung über geöffnetes Garagentor bei eingehauster Rampe

In Tabelle 22 wurden die messtechnisch ermittelten flächenbezogenen Schallleistungspegel der Schallabstrahlung über das geöffnete Garagentor bei der Ein- bzw. Ausfahrt eines Pkw aufgeführt. Zusätzlich wurde die Richtcharakteristik messtechnisch bestimmt: gegenüber der senkrechten Richtung zum Garagentor wurden seitlich des Garagentors (90° zur senkrechten Richtung) um etwa 8 dB(A) geringere Schallpegel gemessen.

Zusammenfassend ergeben sich folgende Messergebnisse für die Schallabstrahlung über ein geöffnetes Garagentor (jeweils eine Fahrzeugbewegung je Stunde):

Einfahrt:

$$L_{W'', 1h} = 47,9 \text{ dB(A)} ; dL(90^\circ) = - 8 \text{ dB(A)}$$

Ausfahrt:

$$L_{W'', 1h} = 49,6 \text{ dB(A)} ; dL(90^\circ) = - 8 \text{ dB(A)}$$

Im Folgenden werden die ermittelten Messergebnisse zur weiteren Untersuchung rechnerischen Ansätzen gegenübergestellt.

Die an der Ein- bzw. Ausfahrtsöffnung zu erwartenden Schallemissionen werden anhand eines in [32] aufgeführten Verfahrens für Tunnelportale berechnet, da die hier vorliegende schalltechnische Situation mit der eines Tunnelportals verglichen werden kann. Gemäß [32] wird der Schallpegel durch Reflexionen in der Tunnelmitte um Δ_L [dB] nach folgender Formel erhöht:

Formel 6

$$\Delta L = 10 \cdot \lg \cdot \left[1 + 2,5 \cdot \left\{ \sqrt{1 + \left(\frac{SR}{1 + \alpha \cdot SR} \right)^2} - 1 \right\} \right]$$

mit

$$SR = 0,5 \cdot \frac{s}{r}$$

r = Radius eines Halbkreises, dessen Fläche der Tunnelquerschnittsfläche entspricht

s = Tunnellänge

α = mittlerer Absorptionsgrad der Tunnelwände

Im vorliegenden Fall wurde in Mitte der beiden eingehausten Tiefgaragenrampen eine rechnerische Erhöhung des Schallpegels durch Reflexionen von

$$\Delta_L = 8,8 \text{ dB(A)} \text{ bzw. } \Delta_L = 8,9 \text{ dB(A)}$$

ermittelt

mit: $r = 1,92 \text{ m}$ bzw. $2,14 \text{ m}$; $s = 20,8 \text{ m}$ bzw. $23,4 \text{ m}$ und $\alpha = 0,1$.

Der in der Mitte der jeweiligen eingehausten Tiefgaragenrampe (bei freier Schallausbreitung) im Abstand r zu erwartende Schallpegel wurde infolge der Reflexionen um

$$\Delta_L = 8,8 \text{ dB(A)} \text{ bzw. } \Delta_L = 8,9 \text{ dB(A)}$$

erhöht und aus dem Innenschallpegel der flächenbezogene Schallleistungspegel der Ein- bzw. Ausfahrtsöffnung ermittelt⁵¹⁾.

Die nach o.g. Berechnungsverfahren errechneten Schallleistungspegel liegen im Mittel um ca. 1,9 dB(A) über den messtechnisch ermittelten Werten, wobei die Schallemissionen

nen an der Rampe gemäß den RLS-90 errechnet wurden, s. Abschnitt 6.3.1.

Das in [32] aufgeführte Verfahren zur Berechnung der Schallabstrahlung von Tunnelportalen liefert somit an den Ein- bzw. Ausfahrtsöffnungen der beiden untersuchten eingehausten Tiefgaragenrampen Ergebnisse auf der „sicheren“ Seite.

Es wird vorgeschlagen, für eine schalltechnische Prognose die im Rahmen dieser Studie ermittelten Messwerte anzusetzen. Bei einer schallabsorbierenden Ausführung der Innenwände der eingehausten Tiefgaragenrampen kann von um 2 dB(A) geminderten Werten ausgegangen werden. Weichen die Gegebenheiten an der zu beurteilenden Tiefgaragenrampe von der Situation an den messtechnisch untersuchten Rampen ab, kann das o.g. rechnerische Verfahren angewandt werden, das Ergebnisse auf der „sicheren“ Seite liefert.

7.2.4 Überfahren einer Regenrinne

Wenn die Abdeckung der Regenrinne lärmarm ausgebildet ist, z.B. mit verschraubten Gusseisenplatten, so ist sie akustisch nicht auffällig und muss deshalb auch nicht berücksichtigt werden.

Wird die Abdeckung nicht nach dem Stand der Lärminderungstechnik ausgebildet, so sind folgende Ausführungen zu berücksichtigen. In Tabelle 21 und 23 sind die messtechnisch ermittelten Schalleistungspegel kurzzeitiger Geräuschspitzen beim Überfahren einer nicht lärmarmen Regenrinne aufgeführt.

Der Schalleistungspegel je Stunde nach dem Taktmaximal-Pegelverfahren ($L_{WTeq, 1h}$) errechnet sich anhand der in Tabelle 21 und 23 angegebenen maximalen Schalleistungspegel unter Berücksichtigung des 5 sec.-Taktes des Taktmaximalverfahrens wie folgt:

$$\begin{aligned} L_{WTeq, 1h} &= L_{W, max} + 10 \cdot \lg(5 \text{ sec} / 3600 \text{ sec.}) \\ &= L_{W, max} - 28,6 \text{ dB(A)} \end{aligned} \quad \text{Formel 7}$$

Somit ergeben sich folgende Schalleistungspegel beim Überfahren einer Regenrinne (jeweils eine Fahrzeugbewegung je Stunde):

- offene Rampe (Regenrinne unterhalb der Rampe):

Einfahrt:

$$L_{WTeq, 1h} = 71,0 \text{ dB(A)} \quad L_{W, max} = 99,6 \text{ dB(A)}$$

Ausfahrt:

$$L_{WTeq, 1h} = 71,9 \text{ dB(A)} \quad L_{W, max} = 100,5 \text{ dB(A)}$$

- geschlossene Rampe (Regenrinne oberhalb der Rampe):

Einfahrt:

$$L_{WTeq, 1h} = 62,4 \text{ dB(A)} \quad L_{W, max} = 91,0 \text{ dB(A)}$$

Ausfahrt:

$$L_{WTeq, 1h} = 59,4 \text{ dB(A)} \quad L_{W, max} = 88,0 \text{ dB(A)}$$

7.2.5 Öffnen oder Schließen eines Garagentores

Bei einer der untersuchten Tiefgaragen waren signifikante Geräusche beim Öffnen und Schließen des Garagenrolltores zu verzeichnen (siehe Abb. 25). In Tabelle 23 sind die messtechnisch ermittelten Schalleistungspegel kurzzeitiger Geräuschspitzen beim Öffnen des Garagenrolltores aufgeführt.

Aufgrund der Impulshaltigkeit dieses Geräusches errechnet sich der Schalleistungspegel je Stunde nach dem Taktmaximal-Pegelverfahren ($L_{WTeq, 1h}$) anhand der o.g. maximalen Schalleistungspegel unter Berücksichtigung des 5 sec.-Taktes des Taktmaximalverfahrens wiederum wie folgt:

Formel 7

$$L_{WTeq, 1h} = L_{W, max} + 10 \cdot \lg (5 \text{ sec} / 3600 \text{ sec})$$

$$= L_{W, max} - 28,6 \text{ dB(A)}$$

Zusammenfassend ergeben sich folgende Schalleistungspegel beim Öffnen bzw. Schließen eines Garagenrolltores (ein Vorgang je Stunde), das nicht dem Stand der Lärm-minderungstechnik entspricht:

$$L_{WTeq, 1h} = 68,2 \text{ dB(A)} \quad L_{W, max} = 96,8 \text{ dB(A)}$$

Garagentore, die dem Stand der Lärm-minderungstechnik entsprechen, sind so leise, daß sie nicht berücksichtigt werden müssen (vgl. Abschnitt 6.3.2.1).

7.3 Parkhäuser

Im Folgenden wird ein Berechnungsverfahren für die schalltechnische Prognose von Parkhäusern entwickelt, das die Vorgaben der TA Lärm [2] berücksichtigt und möglichst handhabbar sein soll. Anhand der in Abschnitt 6.4 beschriebenen Ergebnisse von Schallpegelmessungen an Parkhäusern wird das Rechenverfahren auf seine Praxistauglichkeit überprüft.

Das vorgeschlagene Rechenverfahren wird in Abschnitt 8.4 im Einzelnen erläutert. Im Folgenden wird eine Übersicht über die Einzelschritte des Berechnungsverfahrens gegeben und es werden ergänzende Details beschrieben.

Berechnungsschritte des Rechenverfahrens:

- **Berechnungsschritt 1:**
Ermittlung des Schalleistungspegels der Park- und Durchfahrflächen je Parketage (vgl. Abschnitt 8.2),
- **Berechnungsschritt 2:**
Ermittlung des Innenschallpegels je Parketage nach der Richtlinie VDI 2571 [18].
Im zweiten Berechnungsschritt wird der Einfluss der Begrenzungsflächen des Parkhauses rechnerisch berücksichtigt. Aufgrund der Schallreflexionen an der Decke, am Boden und den Wänden im Parkhaus erhöht sich der Schallpegel bei einer Parkbewegung im Parkhaus i.d.R. gegenüber der vergleichbaren Situation im Freien. Diese Pegeldifferenz ist u.a. von der Raumgeometrie und den Absorptionseigenschaften der Begrenzungsflächen abhängig. Im vorgeschlagenen Näherungsverfahren (s. Abschnitt 8.4) wird vereinfachend davon ausgegangen, dass im Parkhaus ein diffuses Schallfeld vor-

Bei der Ermittlung des Innenschallpegels können ggf. vorhandene Schallabsorber berücksichtigt werden (s. Berechnungsschritt 2)

liegt, obwohl streng genommen bei einer Flachraumcharakteristik nicht mit einer diffusen Schallverteilung zu rechnen ist. Für ein möglichst einfaches Rechenverfahren schlagen wir dennoch dieses i.d.R. auf der „sicheren Seite“ liegende Rechenverfahren vor. Für genauere Berechnungen kann die Schallstreuung durch die Kraftfahrzeuge und die Mehrfachreflexionen an den Begrenzungsflächen nach der Richtlinie VDI 3760 „Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen“ berechnet werden [19]; s. auch [26].

Zu dieser Thematik wird in Abschnitt A.2.3.3 der TA Lärm folgendes angemerkt: „Die von Teilflächen der Außenhaut eines Gebäudes abgestrahlten Schalleistungen sind nach der Richtlinie VDI 2571, Abschnitt 3, möglichst in Oktavbändern zu ermitteln. Die in der Richtlinie angegebene Formel zur Berechnung der Innenschallpegel setzt ein diffuses Schallfeld im Raum voraus und ergibt in Fabrikhallen in der Regel zu hohe und nur für nahe an Außenhautelementen gelegene laute Schallquellen etwas zu niedrige Werte. Wenn genauere Berechnungsgrundlagen, z.B. nach VDI 3760, Ausgabe Februar 1996, vorliegen, kann von den damit berechneten Innenschallpegeln ausgegangen werden.“

• Berechnungsschritt 3:

Ermittlung der abgestrahlten Schalleistungspegel nach der Richtlinie VDI 2571. Im dritten Berechnungsschritt werden anhand des Innenschallpegels und der Größe der schallabstrahlenden Flächen bzw. Bauteile und deren Schalldämm-Maße die Schalleistungspegel der Außenbauteile nach der Richtlinie VDI 2571 ermittelt. Für ein möglichst einfaches Rechenverfahren werden in Abschnitt 8.4 den Berechnungen im Regelfall A-bewertete Summenpegel zugrunde gelegt.

Sind spektrale Berechnungen erforderlich, kann das Oktavspektrum des Innenschallpegels wie folgt anhand des im Berechnungsschritt 2 ermittelten (Summen)-Innenschallpegels L_{AFeq} und dem in Tabelle 25 angegebenen normierten Oktavspektrum errechnet werden.

Für sämtliche relevanten Flächen bzw. Bauteile wird der je Oktave abgestrahlte Schalleistungspegel anhand der Vorgaben der VDI 2571, Gleichung (9a), wie folgt berechnet:

$$L_W = L_I - R' - 6 + 10 \cdot \log(S/S_0)$$

mit:

L_W Schalleistungspegel je Oktave in dB(A)

L_I Innenschallpegel in dB(A)

R' Schalldämm-Maß des betrachteten Bauteils je Oktave nach VDI 2571, Abschnitt 3.2 in dB

S abstrahlende Fläche in m^2

S_0 Bezugsfläche, $S_0 = 1 m^2$

Gemäß TA Lärm sind die abgestrahlten Schalleistungen möglichst in Oktavbändern zu ermitteln.

Formel 8

• Berechnungsschritt 4:

Berechnung der Schallausbreitung gemäß DIN ISO 9613-2.

Zur Überprüfung des Rechenverfahrens werden im Folgenden Ergebnisse von Schallpegelmessungen an Parkhäusern Rechenergebnissen gegenübergestellt, die die jeweilige Situation vor Ort berücksichtigen.

In Tabelle 32 sind die an den untersuchten Parkhäusern messtechnisch ermittelten Erhöhungen des Schallpegels bei einer Parkbewegung im Parkhaus gegenüber der vergleichbaren Situation im Freien (s. Abschnitt 6.4) Rechenergebnissen nach dem o.g. Berechnungsverfahren gegenübergestellt.

Wie aus Tabelle 32 ersichtlich ist, stimmen die Rechenergebnisse mit den Messergeb-

nissen gut überein. Das im Berechnungsschritt 2 gewählte Näherungsverfahren zur Ermittlung der Pegelerhöhungen infolge der Schallreflexionen an der Decke, am Boden und den Wänden im Parkhaus liefert trotz der o.g. Vereinfachungen (Annahme einer diffusen Schallverteilung) bei den hier untersuchten Fällen realitätsnahe Ergebnisse.

Tab. 32:
Vergleich Messung –
Berechnung für ein offe-
nes Parkhaus

Art des Parkhauses	Erhöhung des Schallpegels bei einer Parkbewegung im Parkhaus gegenüber einer Parkbewegung im Freien in dB(A)	
	Berechnung	Messung
Offenes Parkhaus ohne schallmindernde Maßnahmen	+ 8,5	+ 9
Offenes Parkhaus mit Parkdeck mit schallabsorbierender Decke	+ 3,6	+ 2
Parkhaus-Untergeschoß ⁵²⁾ bzw. Tiefgarage ohne schallmindernde Maßnahmen	+ 9,9	+ 9

8 Empfohlenes Berechnungsverfahren für die schalltechnische Prognose

8.1 Allgemeines

In dieser Studie ist ein Verfahren zur Berechnung der Schallimmissionen durch Parkplatzlärm weiter entwickelt worden, das – im Vergleich zu Messungen – in der Regel zu Ergebnissen auf der sicheren Seite führt. Dieses Rechenverfahren berücksichtigt sowohl die Emissionen aus dem Parksuchverkehr auf den Fahrgassen als auch die Emissionen aus dem Ein- und Ausparken in die einzelnen Stellplätze, also das Rangieren, An- und Abfahren und Türenschnagen.

Entsprechend den im Abschnitt 10.2 genannten Beurteilungsgrundsätzen sind die Beurteilungspegel der Schallimmissionen aus dem Betrieb von nicht öffentlichen Parkplätzen nach Abschnitt A.1.4 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm zu berechnen. Der Zusammenhang zwischen flächenbezogenem Schalleistungspegel $L_{W''}$ bzw. längenbezogenem Schalleistungspegel $L_{W'}$ und dem Schalleistungspegel L_W ergibt sich aus den Beziehungen (vgl. [13])

$$L_W = L_{W''} + 10 \lg \frac{S}{S_0};$$

Formel 9

mit S = Teilfläche und $S_0 = 1 \text{ m}^2$

$$L_W = L_{W'} + 10 \lg \frac{l}{l_0}$$

Formel 10

mit l = Teilstreckenlänge und $l_0 = 1 \text{ m}$.

Die wesentliche Eingangsgröße für die Berechnung des Schalleistungspegels eines Parkplatzes ist die Bewegungshäufigkeit. In vorliegender Untersuchung ist eine Fahrzeugbewegung als Anfahrt oder Abfahrt einschließlich Rangieren, Türenschnagen usw. definiert, d.h. ein vollständiger Parkvorgang mit Anfahrt und Abfahrt besteht aus zwei Fahrzeugbewegungen. In Tabelle 33 sind die Ergebnisse der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführten Erhebungen von Fahrzeugbewegungen auf verschiedenen Parkplätzen zusammengefasst. Der jeweilige Wert N , der die Anzahl von Fahrzeugbewegungen je Einheit B_0 der Bezugsgröße B je Stunde ausdrückt, kann als Anhaltswert aus dieser Tabelle abgelesen werden. Von den Anhaltswerten sollte nur in begründeten Ausnahmefällen nach unten abgewichen werden. Die Werte beziehen sich auf den jeweils angegebenen Beurteilungszeitraum, nicht auf die jeweiligen Öffnungszeiten.

Für die Nachtzeit sind 2 Anhaltswerte angegeben, und zwar der Mittelwert für die gesamte Nachtzeit von 22 bis 6 Uhr und der Wert für die ungünstigste Nachtstunde. Die Mittelwerte für die Tag- und Nachtzeit können zur Bestimmung des Verkehrsaufkommens herangezogen werden, weil nach Abschnitt 7.4 der TA Lärm Geräusche des An- und Abfahrtverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen in einem Abstand von bis zu 500 Metern vom Parkplatz bzw. von der Anlage des ruhenden Verkehrs u.U. zu berechnen und zu beurteilen sind. Der Wert für die ungünstigste Nachtstunde ist nach Abschnitt 6.4, letzter Absatz, TA Lärm für die Berechnung und Beurteilung der nächtlichen Schallimmissionen aus dem Grundstück der Parkplatzanlage heranzuziehen.

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.

Die wesentliche Eingangsgröße für die Berechnung des Schalleistungspegels eines Parkplatzes ist die Bewegungshäufigkeit. In vorliegender Untersuchung ist eine Fahrzeugbewegung als Anfahrt oder Abfahrt einschließlich Rangieren, Türenschnagen usw. definiert, d.h. ein vollständiger Parkvorgang mit Anfahrt und Abfahrt besteht aus zwei Fahrzeugbewegungen.

Um bei schalltechnischen Prognosen für Anlagen des ruhenden Verkehrs Ergebnisse „auf der sicheren Seite“ zu erhalten, sind die Anhaltswerte N der Tab. 33 anzusetzen.

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).

Tab. 33:
Anhaltswerte N der Bewegungshäufigkeit bei verschiedenen Parkplatzarten für schalltechnische Prognosen

Parkplatzart	Einheit B ₀ der Bezugsgröße B	N = Bewegungen/(B ₀ ·h) ^{53) 54)}		
		Tag 6 - 22 Uhr	Nacht 22 - 6 Uhr	ungünstigste Nachtstunde
P+R-Platz				
P+R-Platz ⁵⁵⁾ , stadtnah, gebührenfrei *)	1 Stellplatz	0,30	0,06	0,16
P+R-Platz ⁵⁵⁾ , stadtfern, gebührenfrei **)	1 Stellplatz	0,30	0,10	0,50
*) Abstand des Bahnhofs zur Stadtmitte unter 20 km; **) Abstand des Bahnhofs zur Stadtmitte über 20 km				
Tank- und Rastanlage				
Bereich Tanken (keine Bezugsgröße: Angaben in Bewegungen je Stunde)				
Pkw	-	40	15	30
Lkw	-	10	6	15
Bereich Rasten				
Pkw	1 Stellplatz	3,50	0,70	1,40
Lkw	1 Stellplatz	1,50	0,50	1,20
Wohnanlage				
Tiefgarage	1 Stellplatz	0,15	0,02	0,09
Parkplatz (oberirdisch)	1 Stellplatz	0,40	0,05	0,15
Diskotheek⁵⁶⁾				
Diskotheek	1 m ² Netto-Gastraumfläche	0,02	0,30	0,60
Einkaufsmarkt⁵⁶⁾				
Kleiner Verbrauchermarkt (Netto-Verkaufsfläche bis 5000 m ²)	1 m ² Netto-Verkaufsfläche	0,10	-	-
Großer Verbrauchermarkt bzw. Warenhaus (Netto-Verkaufsfläche über 5000 m ²)	1 m ² Netto-Verkaufsfläche	0,07	-	-
Discounter ⁵⁷⁾ und Getränkemarkt	1 m ² Netto-Verkaufsfläche	0,17	-	-
Elektrofachmarkt	1 m ² Netto-Verkaufsfläche	0,07	-	-
Bau- und Möbelmarkt	1 m ² Netto-Verkaufsfläche	0,04	-	-
Speisegaststätte⁵⁶⁾				
Gaststätte in Großstadt	1 m ² Netto-Gastraumfläche	0,07	0,02	0,09
Gaststätte im ländlichen Bereich	1 m ² Netto-Gastraumfläche	0,12	0,03	0,12
Ausfluggaststätte	1 m ² Netto-Gastraumfläche	0,10	0,01	0,09
Schnellgaststätte (mit Selbstbedienung)	1 m ² Netto-Gastraumfläche	0,40	0,15	0,60
Autoschalter an Schnellgaststätte (keine Bezugsgröße, sondern Angabe in Bewegungen je Stunde)				
Drive-In	-	40	6	36
Hotel⁵⁸⁾				
Hotel mit weniger als 100 Betten	1 Bett	0,11	0,02	0,09
Hotel mit mehr als 100 Betten	1 Bett	0,07	0,01	0,06
Parkplatz oder Parkhaus in der Innenstadt, allgemein zugänglich				
Parkplatz, gebührenpflichtig ⁵⁹⁾	1 Stellplatz	1	0,03	0,16
Parkhaus, gebührenpflichtig	1 Stellplatz	0,50	0,01	0,04

- keine Bewegungen vorhanden

Die Werte für die Bewegungen je Bezugsgröße und Stunde beziehen sich auf den jeweiligen Beurteilungszeitraum, nicht auf die Öffnungszeiten.

Von den Anhaltswerten der Tab. 33 sollte nur in begründeten Ausnahmefällen nach unten abgewichen werden.

Hinweise zur Annahme der Bewegungshäufigkeit bei Hotels mit Gaststätte bzw. Restaurant finden sich im Abschnitt 5.8. Danach ist bei Hotels mit gut gehender Gaststätte bei der Ermittlung der Bewegungen je Bezugsgröße und Stunde die Summe der Bewegungen aus dem Betrieb der Speisegaststätte und des Übernachtungsbetriebes zu berücksichtigen. Weitere Hinweise zu den Erhebungsergebnissen und den angesetzten Bezugsgrößen können Kapitel 5 entnommen werden.

Es konnte beobachtet werden, dass gebührenpflichtige Parkplätze deutlich geringere Bewegungshäufigkeiten und Belegungen als gebührenfreie Parkplätze aufweisen, solange im Nahbereich gebührenfreie Parkmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Diese Erscheinung gilt insbesondere für gebührenpflichtige P+R-Plätze und Parkhäuser. Zum Beispiel ging bei einem P+R-Platz die Belegung von Vollaustlastung (bei früherer Gebührenfreiheit) auf unter 50 % Auslastung (nach der Installation von Gebührenautomaten) zurück. Insoweit fördert die Erhebung von Parkgebühren nicht das Umsteigen vom Individualverkehr auf den öffentlichen Nahverkehr. Ob die neue Tendenz zur Gebührenerhebung von Dauer ist, lässt sich noch nicht sagen. Sie konnte bis jetzt noch nicht quantifiziert werden. Weil nicht sicher ist, ob für immer Gebühren erhoben werden, sollten im Rahmen der schalltechnischen Prognose die in dieser Studie genannten Bewegungshäufigkeiten für gebührenfreie, ebenerdige Parkplätze angesetzt werden. Etwas anderes ist dies bei Parkhäusern, die in der Regel von vornherein für gebührenpflichtiges Parken errichtet werden.

Bei Stellplätzen in der Nähe des Zieles, z. B. am Eingang zum Einkaufsmarkt, kann die Anzahl der Bewegungen höher als bei weniger attraktiven, weiter entfernten Stellplätzen sein. Abschn. 5.10.2 enthält hierzu exemplarische Erhebungsergebnisse. Bei der schalltechnischen Prognose für größere Parkplätze ist es daher sinnvoll, den Parkplatz in Teilflächen zu zerlegen, die mit unterschiedlichen Bewegungshäufigkeiten zu belegen sind.

Bei den untersuchten Speisegaststätten und Hotels wurden folgende Zusammenhänge zwischen der Netto-Gastraumfläche und der Sitzplatzanzahl bzw. zwischen der Anzahl an Betten und der Zimmeranzahl ermittelt, wobei diese Zusammenhänge nicht genügend abgesichert sind:

- 1,2 m² Netto-Gastraumfläche je Sitzplatz,
- 1,7 Betten je Zimmer.

In erster Näherung können diese Umrechnungen jedoch in Ansatz gebracht werden, wenn bei schalltechnischen Prognosen von Speisegaststätten und Hotels die Bezugsgrößen Netto-Gastraumfläche und Bettenzahl nicht verfügbar sind.

Bei der Berechnung sind die in Tabelle 33 genannten Anhaltswerte für die Bewegungshäufigkeit und die in Tabelle 34 genannten Zuschläge K_{PA} für die Parkplatzart sowie K_I für das Taktmaximalpegelverfahren zu berücksichtigen, ebenso die in Tabelle 35 genannten Maximalpegel. Zu beachten ist, dass der Zuschlag K_I beim getrennten Berechnungsverfahren nur bei der Ermittlung der Teilbeurteilungspegel für das Ein- und Ausparken berücksichtigt wird, nicht aber bei der Ermittlung der Teilbeurteilungspegel aus dem Verkehr auf den Fahrgassen.

Streng genommen müsste man den Zuschlag K_I vom Abstand Emissionsort - Immissionsort abhängig machen, da die kurzzeitigen Geräuschspitzen mit zunehmender Entfernung vom Emittenten immer weniger aus dem Hintergrundgeräusch herausragen und damit der Unterschied zwischen Mittelungspegel und Taktmaximalpegel immer geringer wird. Um die Parkplatzformel nicht unnötig kompliziert werden zu lassen, vernachlässigen wir diesen Effekt und betrachten die dadurch in größerer Entfernung zu hohen Rechenergebnisse als Beitrag zu einer „Rechnung auf der sicheren Seite“.

Von den Anhaltswerten der Tabelle 33 sollte nur in begründeten Ausnahmefällen nach unten abgewichen werden.

Der Zuschlag K_{PA} für Gaststätten und Schnellgaststätten ist nicht explizit ermittelt wor-

Bei Hotels mit gut gehender Gaststätte ist bei der Ermittlung der Fahrzeugbewegungen je Bezugsgröße und Stunde die Summe der Bewegungen aus dem Betrieb der Speisegaststätte und des Beherbergungsbetriebes zu berücksichtigen.

In Sonderfällen Aufteilung des Parkplatzes in Teilflächen mit unterschiedlicher Bewegungshäufigkeit

Der Zuschlag K_I nimmt mit zunehmender Entfernung vom Parkplatz ab. Dieser Effekt wird im Hinblick auf Ergebnisse „auf der sicheren Seite“ vernachlässigt.

den. Da Parkplätze für Gaststätten deutlich lauter als P+R-Parkplätze, aber leiser als Diskotheken-Parkplätze sind, kann bei Gaststätten-Parkplätzen $K_{PA} = 3 \text{ dB(A)}$ und $K_I = 4 \text{ dB(A)}$ angesetzt werden. Bei diesem Wert wären zusätzliches Türeinschlagen und Unterhaltung berücksichtigt. Für Schnellgaststätten, die überwiegend von jungen Leuten aufgesucht werden, sollte $K_{PA} = 4 \text{ dB(A)}$, also wie bei Diskotheken, und $K_I = 4 \text{ dB(A)}$ gewählt werden.

Ein besonderer Zuschlag für den Anfahrtsbereich zu sog. Drive-in-Schaltern ist nicht angegeben. Soweit diese Schalter bevorzugt von jungen Leuten benutzt werden, kann es dort zum sog. Roll-Disco-Effekt kommen, nämlich dann, wenn die Anfahrt mit geöffneten Autofenstern und gleichzeitig auf volle Lautstärke eingestellten Autoradios erfolgt. Diese verhaltensbezogenen Geräusche wurden bei den beiden untersuchten Drive-in-Schaltern nicht festgestellt. Im Einzelfall muss der schalltechnische Gutachter gesonderte Überlegungen anstellen.

Im Hinblick auf die in der TA Lärm angegebenen Immissionsrichtwerte für einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen wurden die maximalen Schallpegel, die bei den Parkvorgängen auftreten, in einem Abstand von 7,5 m ermittelt.

In Tabelle 35 werden die Maximalpegel³⁵⁾ für die einzelnen Fahrzeugarten zusammengefasst.

Die Geräuschgrenzwerte für Lkw sind unterteilt für drei Leistungsklassen (< 75 kW; 75 bis 150 kW; ≥ 150 kW). Im Sinne einer oberen Abschätzung wurden nur die Werte für die Leistungsklasse ≥ 150 kW ermittelt und in Tabelle 35 angegeben.

Hinweis zum sog. Roll-Disco-Effekt an Drive-in-Schaltern (Autoschaltern von Schnellgaststätten)

Tab. 34:
Zuschläge K_{PA} und K_I für die verschiedenen Parkplatzarten

Parkplatzart	Zuschläge in dB(A)	
	K_{PA}	K_I
Pkw-Parkplätze		
P+R-Parkplätze, Parkplätze an Wohnanlagen, Besucher- und Mitarbeiterparkplätze, Parkplätze am Rand der Innenstadt	0	4
Parkplätze an Einkaufszentren		
Standard-Einkaufswagen auf Asphalt	3	4
Standard-Einkaufswagen auf Pflaster	5	4
Parkplätze an Einkaufszentren		
lärmarme Einkaufswagen auf Asphalt	3	4
lärmarme Einkaufswagen auf Pflaster	3	4
Parkplätze an Diskotheken (mit Nebengeräuschen von Gesprächen und Autoradios)	4	4
Gaststätten	3	4
Schnellgaststätten	4	4
Zentrale Omnibushaltestellen		
Omnibusse mit Dieselmotor	10	4
Omnibusse mit Erdgasantrieb	7	3
Abstellplätze bzw. Autohöfe für Lastkraftwagen ⁶⁰⁾	14	3
Motorradparkplätze	3	4

	beschleunigte Abfahrt bzw. Vorbeifahrt	Türenschießen	Heck- bzw. Kofferraumklappenschießen⁶¹⁾	Druckluftgeräusch
Pkw	67 ⁶²⁾ (Messung 1984)	72 (Messung 1999)	74 (Messung 1999)	-
Motorrad	73 (Messung 1999)	-	-	-
Omnibus	78 (Messung 1999)	71 (Messung 1986)	-	77 (Messung 1986)
Lkw	79 (Messung 2005)	73 (Messung 2005)	-	78 (Messung 2005)

Tab. 35:
Mittlere Maximalpegel³⁵⁾ in 7,5 m Entfernung in dB(A)

8.2 Ebenerdige Parkplätze

8.2.1 Normalfall (sog. zusammengefasstes Verfahren)

Mit diesem vereinfachten Berechnungsverfahren lassen sich im Normalfall für alle von Parkplatzlärm beeinflussten Immissionsorte Beurteilungspegel „auf der sicheren Seite“ berechnen. Weitere Erläuterungen siehe im Abschnitt 7.1.2. Die folgende empirische Formel zur Ermittlung des flächenbezogenen Schalleistungspegels $L_{W''}$ des Parkplatzes mit Berücksichtigung des Fahrverkehrs auf dem Parkplatz kann im Normalfall für die Berechnung der Schallemission eines Parkplatzes herangezogen werden, d.h. dann, wenn sich für die einzelnen Fahrgassen das Verkehrsaufkommen nicht genügend zuverlässig prognostizieren lässt:

$$L_{W''} = L_{W0} + K_{PA} + K_I + K_D + K_{Stro} + 10 \cdot \lg(B \cdot N) - 10 \cdot \lg(S/1m^2) \text{ in dB(A)} \quad \text{Formel 11a}$$

$L_{W''}$ = Flächenbezogener Schalleistungspegel aller Vorgänge auf dem Parkplatz (einschließlich Durchfahranteil);

L_{W0} = 63 dB(A) = Ausgangsschalleistungspegel für eine Bewegung/h auf einem P+R - Parkplatz (nach Tabelle 30, vgl. Abschnitt 7.1.5);

K_{PA} = Zuschlag für die Parkplatzart (nach Tabelle 34, vgl. auch Abschnitt 7.1.5);

K_I = Zuschlag für die Impulshaltigkeit (nach Tabelle 34, vgl. auch Abschnitt 7.1.4, gilt nur für das zusammengefasste Berechnungsverfahren);

K_D = $2,5 \cdot \lg(f \cdot B - 9)$ dB(A); $f \cdot B > 10$ Stellplätze; $K_D = 0$ für $f \cdot B \leq 10$; Formel 3

K_D = Pegelerhöhung infolge des Durchfahr- und Parksuchverkehrs [dB(A)];

f = Stellplätze je Einheit der Bezugsgröße;

f = 0,50 Stellplätze/m² Netto-Gastraumfläche bei Diskotheken,

= 0,25 Stellplätze/m² Netto-Gastraumfläche bei Gaststätten,

= 0,07 Stellplätze/m² Netto-Verkaufsfläche bei Verbrauchermärkten und Warenhäusern,

= 0,11 Stellplätze/m² Netto-Verkaufsfläche bei Discountmärkten,

= 0,04 Stellplätze/m² Netto-Verkaufsfläche bei Elektrofachmärkten,

= 0,03 Stellplätze/m² Netto-Verkaufsfläche bei Bau- und Möbelfachmärkten,

= 0,50 Stellplätze/Bett bei Hotels

= 1,0 bei sonstigen Parkplätzen (P+R-Plätze, Mitarbeiterparkplätze u.ä.)

Bei Omnibushaltestellen und Parkplätzen mit weniger als 10 Stellplätzen entfällt K_D . Der Wert für K_D liegt auch bei Parkplätzen mit mehr als 150 Stellplätzen nicht zu sehr auf der sicheren Seite, so dass bei großen Parkplätzen eine Aufteilung auf kleinere Teilflächen nur erforderlich ist, wenn sich auf diesen die Bewegungen je Bezugsgröße und Stunde unterscheiden. Eine Aufteilung in Teilflächen unter Berücksichtigung des Punkt-

schallquellenkriteriums (Diagonale der Teilfläche $\leq 0,5 \cdot$ Abstand zwischen Immissionsort und Mitte der Teilfläche) führt dagegen das schalltechnische Berechnungsprogramm automatisch durch.

K_{StrO} = Zuschlag für unterschiedliche Fahrbahnoberflächen:

- 0 dB(A) für asphaltierte Fahrgassen;
für andere Oberflächen:
- 0,5 dB(A) bei Betonsteinpflaster mit Fugen ≤ 3 mm,
- 1,0 dB(A) bei Betonsteinpflaster mit Fugen > 3 mm,
- 2,5 dB(A) bei wassergebundenen Decken (Kies),
- 3,0 dB(A) bei Natursteinpflaster.

Der Zuschlag K_{StrO} entfällt bei Parkplätzen an Einkaufsmärkten mit asphaltierter oder mit Betonsteinen gepflasterter Oberfläche, da die Pegelerhöhung durch klappernde Einkaufswagen pegelbestimmend ist und im Zuschlag K_{PA} für die Parkplatzart bereits berücksichtigt ist.

- B = Bezugsgröße (Anzahl der Stellplätze, Netto-Verkaufsfläche in m^2 , Netto-Gastraumfläche in m^2 oder Anzahl der Betten).
Bei mehreren räumlich getrennten Parkplätzen, die zu einer bestimmten Bezugsgröße, z.B. Netto-Verkaufsfläche eines Verbrauchermarktes, gehören, ist für die Berechnung des Schalleistungspegels die Bezugsgröße proportional zu den einzelnen Parkplatzflächen aufzuteilen.
- N = Bewegungshäufigkeit (Bewegungen je Einheit der Bezugsgröße und Stunde).
Falls für N keine exakten Zählungen vorliegen, sind sinnvolle Annahmen zu treffen. Anhaltswerte für N sind in Tabelle 33 zusammengestellt ⁶³);
- $B \cdot N$ = alle Fahrzeugbewegungen je Stunde auf der Parkplatzfläche;
- S = Gesamtfläche bzw. Teilfläche des Parkplatzes.

Anhang 2 enthält ein Beispiel für die schalltechnische Berechnung nach dem zusammengefassten Berechnungsverfahren.

8.2.2 Sonderfall (sog. getrenntes Verfahren)

In dem Sonderfall, dass sich das Verkehrsaufkommen auf der bzw. auf den Fahrgassen einigermaßen genau bzw. flächenproportional abschätzen lässt, z.B. bei Parkplätzen nach Art einer Sackstraße, können für den jeweiligen Immissionsort Teil-Beurteilungspegel aus dem Ein- und Ausparkverkehr einerseits und aus dem Parksuch- und Durchfahrverkehr andererseits getrennt berechnet und zum Gesamt-Beurteilungspegel zusammengefasst werden. Mit diesem Berechnungsverfahren erhält man niedrigere bis gleich hohe Beurteilungspegel als mit dem zusammengefassten Verfahren, wobei Immissionsorte in der Nähe der Zufahrt zum Parkplatz lauter sind als solche, die von der Zufahrt weiter entfernt liegen. Weitere Erläuterungen siehe in den Abschnitten 7.1.2 und 7.1.3.

8.2.2.1 Teilemissionen aus dem Ein- und Ausparken ohne Fahrverkehr

Der flächenbezogene Schalleistungspegel für das Ein- und Ausparken wird nach folgender Formel berechnet:

$$L_{W''} = L_{W0} + K_{PA} + K_I + 10 \cdot \lg(B \cdot N) - 10 \cdot \lg(S/1\text{m}^2) \text{ in dB(A)} \quad \text{Formel 11b}$$

Sie entspricht der im Abschnitt 8.2.1 angegebenen Formel (11a), jedoch ohne die Glieder K_D und K_{Str0} . K_{PA} und K_I sind Tabelle 34 zu entnehmen.

8.2.2.2 Teilemissionen aus dem Parksuch- und Durchfahrverkehr

Die Schallemission $L_{m,E}$ aus dem Parksuch- bzw. Durchfahrverkehr wird nach RLS-90 ermittelt, wobei anstelle von D_{Str0} in Formel (6) der RLS-90 [5] bei der Ermittlung der Schallemissionen von Parkplätzen folgende Werte K_{Str0}^* einzusetzen sind:

K_{Str0}^* nur auf die Teilbeurteilungspegel „Fahrgassen“ beim getrennten Berechnungsverfahren (Sonderfall):

- 0 dB(A) bei asphaltierten Fahrgassen,
- 1,0 dB(A) bei Betonsteinpflaster mit Fugen ≤ 3 mm,
- 1,5 dB(A) bei Betonsteinpflaster mit Fugen > 3 mm,
- 4,0 dB(A) bei wassergebundenen Decken (Kies),
- 5,0 dB(A) bei Natursteinpflaster.

8.3 Tiefgaragen

Für die Erstellung einer schalltechnischen Prognose bei Tiefgaragen ist es zweckmäßig, die Gesamtsituation in folgende Teilvorgänge zu differenzieren:

„geschlossene“ Tiefgarage (Rampe eingehaust):

- Zu- und Abfahrverkehr außerhalb der Tiefgaragenrampe,
- Schallabstrahlung über geöffnetes Garagentor bei Ein- und Ausfahrten,
- u.U. sonst. Schallquellen (Überfahren einer Regenrinne, Geräusche beim Öffnen eines Garagenrolltores usw.);

„offene“ Tiefgarage (Rampe nicht eingehaust) ⁶⁴⁾:

- Zu- und Abfahrverkehr außerhalb der Tiefgaragenrampe,
- Fahrverkehr auf der Rampe,
- u.U. sonst. Schallquellen (Überfahren einer Regenrinne, Geräusche beim Öffnen eines Garagenrolltores usw.).

In Abschn. 7.2 wurden für einzelne schalltechnisch relevante Teilvorgänge Berechnungsverfahren vorgeschlagen, die anhand von Messergebnissen entwickelt bzw. überprüft wurden.

Für die Beurteilung der schalltechnischen Situation ist es gemäß TA Lärm [2] notwendig, neben der Berücksichtigung von Mittelungspegeln auch die maximalen Schallpegel bei kurzzeitigen Geräuschspitzen zu ermitteln.

Die im Folgenden aufgeführten Schalleistungspegel stellen für Ein- bzw. Ausfahrten die jeweils höchsten Werte dar; für eine differenzierte Betrachtung der Ein- und Ausfahrten können die in Abschn. 7.2 aufgeführten Werte herangezogen werden.

Die folgenden Teilvorgänge sind bei schalltechnischen Prognosen für Tiefgaragen i.d.R. zu berücksichtigen:

8.3.1 Zu- und Abfahrtverkehr, Fahrverkehr auf nicht eingehausten Rampen

Für ein Rechenverfahren auf der „sicheren“ Seite wird der längenbezogene Schalleistungspegel aus dem Zu- und Abfahrtverkehr sowie dem Fahrverkehr auf nicht eingehausten Rampen anhand des Schallemissionspegels $L_{m,E}$ nach den RLS-90 nach folgendem Zusammenhang ermittelt:

Formel 4

$$L_{W', 1h} = L_{m,E} + 19 \text{ dB(A)}$$

Bei der Berechnung des Emissionspegels $L_{m,E}$ nach RLS-90 wird eine Geschwindigkeit von 30 km/h angesetzt. Die maßgebende Verkehrsstärke M in Kfz/h, die Steigung der Tiefgaragenrampe und eventuelle Korrekturen für unterschiedliche Straßenoberflächen sind bei der Berechnung des Emissionspegels $L_{m,E}$ gemäß den Vorgaben der RLS-90 [5] anzusetzen.

Ggf. sind auch Emissionen von Motorrädern zu berücksichtigen. In diesem Fall können insbesondere kurzzeitige Geräuschspitzen bei der beschleunigten Abfahrt von Motorrädern von Bedeutung sein. In Tabelle 35 sind gemessene Maximalpegel in 7,5 m Entfernung angegeben, die einer Beurteilung zugrunde gelegt werden können. Der Motorradanteil kann für eine Prognoseberechnung auf der sicheren Seite wie ein Lkw-Anteil nach RLS-90 berücksichtigt werden.

Die Schalleistungspegel der Zu- und Abfahrten vor der Tiefgaragenrampe sind getrennt von den Zu- und Abfahrten im Rampenbereich zu berechnen.

Die Schallausbreitung wird gemäß TA Lärm [2] nach der Norm DIN ISO 9613-2 [9] berechnet.

Die Geräuschcharakteristik des Zu- und Abfahrtverkehrs wird als nicht impulsartig eingestuft, falls hierzu keine „Hindernisse“ wie Regenrinnen o.ä. Anteile liefern. Berechnungsvorschläge für diese zusätzlichen Geräuschquellen werden im Abschn. 8.3.3 und 8.3.4 angegeben.

Für eine Berücksichtigung von kurzzeitigen Geräuschspitzen aus dem Zu- und Abfahrtverkehr können folgende Schalleistungspegel für Punktschallquellen zugrunde gelegt werden:

offene Rampe, Rampenbereich:

$$L_{W, \max} = 94 \text{ dB(A)}$$

geschlossene Rampe, vor Garagentor:

$$L_{W, \max} = 88 \text{ dB(A)}$$

8.3.2 Schallabstrahlung über geöffnetes Garagentor bei Ein- und Ausfahrten, eingehauste Tiefgaragenrampe

Folgende flächenbezogene Schalleistungspegel berücksichtigen die Schallabstrahlung über das geöffnete Garagentor, wobei die Richtcharakteristik der Schallabstrahlung zu beachten ist (gegenüber der senkrechten Richtung zum Garagentor treten seitlich des Garagentors (90° zur senkrechten Richtung) um etwa 8 dB(A) geringere Schallpegel auf):

$$L_{W'', 1h} = 50 \text{ dB(A)} + 10 \lg B \cdot N; \quad \text{Formel 12}$$

$$dL(90^\circ) = -8 \text{ dB(A)} ;$$

$$B \cdot N = \text{Anzahl an Fahrzeugbewegungen je Stunde}$$

Die o.g. Schalleistungspegel wurden anhand von Schallpegelmessungen ermittelt (s. Abschn. 6.3.2 und 7.2.3). Weichen die Gegebenheiten an der zu beurteilenden Tiefgaragenrampe von der Situation an den messtechnisch untersuchten Rampen ab, kann ein rechnerisches Verfahren angewandt werden, das Ergebnisse auf der „sicheren“ Seite liefert (s. Abschn. 7.2.3). Bei einer schallabsorbierenden Ausführung der Innenwände der eingehausten Tiefgaragenrampen kann der Wert des flächenbezogenen Schalleistungspegels aus Formel (12) um 2 dB(A) gemindert werden.

8.3.3 Überfahren einer Regenrinne

Wenn die Abdeckung der Regenrinne lärmarm ausgebildet ist z. B. mit verschraubten Gusseisenplatten, so ist sie akustisch nicht auffällig und muss deshalb auch nicht berücksichtigt werden.

Bei Abdeckungen, die nicht dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen, ist die Geräuschcharakteristik beim Überfahren einer Regenrinne als impulshaltig einzustufen. In diesem Fall können folgende Schalleistungspegel für Punktschallquellen beim Überfahren einer Regenrinne zusätzlich zum Mittelungspegel aus dem Zu- und Abfahrtverkehr angesetzt werden:

„offene“ Rampe
(Regenrinne unterhalb der Rampe):

$$L_{W\text{Teq}, 1h} = 72 \text{ dB(A)} + 10 \cdot \lg B \cdot N \quad \text{Formel 13}$$

„geschlossene“ Rampe
(Regenrinne oberhalb der Rampe):

$$L_{W\text{Teq}, 1h} = 63 \text{ dB(A)} + 10 \cdot \lg B \cdot N \quad \text{Formel 14}$$

$B \cdot N = \text{Anzahl an Fahrzeugbewegungen je Stunde}$

Für eine Berücksichtigung von kurzzeitigen Geräuschspitzen beim Überfahren einer Regenrinne, deren Abdeckung nicht dem Stand der Lärminderungstechnik entspricht, kann folgender Schalleistungspegel für Punktschallquellen zugrunde gelegt werden:

$$L_{W, \max} = 101 \text{ dB(A)}$$

8.3.4 Öffnen oder Schließen eines Garagenrolltores

Garagentore, die dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen, bleiben in schalltechnischen Berechnungen unberücksichtigt.

Für den Fall, dass die Garagentore nicht dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen, können folgende Schalleistungspegel für Punktschallquellen angesetzt werden:

Formel 15

$$L_{W\text{Teq}, 1h} = 69 \text{ dB(A)} + 10 \cdot \lg(2 \cdot B \cdot N)$$

$B \cdot N$ = Anzahl der Öffnungs- bzw. Schließvorgänge des Garagentores je Stunde
(i.d.R. zwei Vorgänge je Fahrzeugbewegung),

für kurzzeitige Geräuschspitzen:

$$L_{W, \text{max}} = 97 \text{ dB(A)}$$

Anhang 3 enthält ein Beispiel für die schalltechnische Berechnung einer Tiefgaragenzufahrt.

8.4 Parkhäuser

Für die Erstellung einer schalltechnischen Prognose bei Parkhäusern ist es zweckmäßig, die schalltechnischen Berechnungen in folgende Berechnungsschritte zu unterteilen:

Berechnungsschritt 1:

Ermittlung des Schalleistungspegels der Park- und Durchfahrflächen je Parketage nach dem im Abschnitt 8.2.1 beschriebenen Berechnungsverfahren

Berechnungsschritt 2:

Ermittlung des Innenschallpegels je Parketage nach der Richtlinie VDI 2571

Berechnungsschritt 3:

Ermittlung der abgestrahlten Schalleistungspegel nach der Richtlinie VDI 2571

Berechnungsschritt 4:

Berechnung der Schallausbreitung gemäß DIN ISO 9613-2

8.4.1 Ermittlung des Schalleistungspegels der Park- und Durchfahrflächen je Parketage

In einem ersten Berechnungsschritt wird der flächenbezogene Schalleistungspegel je Parketage anhand des zusammengefassten Berechnungsverfahrens (s. Abschn. 8.2.1) bestimmt. Für diesen Berechnungsschritt sind je Parketage folgende Eingangsgrößen erforderlich:

- Anzahl der Stellplätze,
- Bewegungshäufigkeit (Anzahl der Bewegungen je Bezugsgröße und Stunde),
- anzusetzende Parkplatzart.

Den Berechnungen wird i.d.R. die Parkplatzart „P+R-Platz“ zugrunde gelegt; falls im Parkhaus Einkaufswagen und entsprechende Verladetätigkeiten zu erwarten sind, kann die Parkplatzart „Parkplätze an Einkaufsmärkten“ berücksichtigt werden.

8.4.2 Ermittlung des Innenschallpegels je Parketage

In einem zweiten Berechnungsschritt wird der Einfluss der Begrenzungsflächen des Parkhauses rechnerisch berücksichtigt. Aufgrund der Schallreflexionen an der Decke, am Boden und an den Wänden im Parkhaus erhöht sich der Schallpegel bei einer Parkbewegung im Parkhaus i.d.R. gegenüber der vergleichbaren Situation im Freien. Diese Pegeldifferenz ist u.a. von der Raumgeometrie und den Absorptionseigenschaften der Begrenzungsflächen abhängig.

Anhand der Näherungsformel (6) der Richtlinie VDI 2571 „Schallabstrahlung von Industriebauten“ [18] lässt sich unter Zugrundelegung des Schalleistungspegels der Park- und Durchfahrtsflächen, der Raumgeometrie und der Absorptionseigenschaften der Begrenzungsflächen der Innenschallpegel je Parketage wie folgt bestimmen:

$$L_I \approx L_W + 14 + 10 \log (T/V) = L_W + 14 + 10 \log (0,16/A) \quad \text{Formel 16}$$

mit:

L_I = Innenschallpegel in dB(A)
 L_W = Schalleistungspegel in dB(A)

$$L_W = L_{W''} + 10 \log(S/S_0) \quad \text{Formel 9}$$

mit:

S = abstrahlende Fläche (Park- und Durchfahrtsflächen) in m²
 S_0 = Bezugsfläche, $S_0 = 1 \text{ m}^2$
 $L_{W''}$ = flächenbezogener Schalleistungspegel, Ergebnis von Berechnungsschritt 1

T = Nachhallzeit in Sekunden; $T = 0,16 V / A$

V = Raumvolumen in m³

A = äquivalente Absorptionsfläche in m²

$$\text{mit: } A = \alpha_1 \cdot A_1 + \alpha_2 \cdot A_2 + \dots + \alpha_n \cdot A_n$$

Formel 17

α_i = Absorptionskoeffizienten der Begrenzungsflächen

A_i = Teilflächen der Begrenzungsflächen in m²

Bei der Ermittlung des Innenschallpegels können ggf. vorhandene Schallabsorber berücksichtigt werden

Anmerkung: der Absorptionskoeffizient von Beton beträgt z.B. ca. $\alpha_{\text{Beton}} \approx 0,03$

Bei diesem Verfahren wird vereinfachend davon ausgegangen, dass im Parkhaus ein diffuses Schallfeld vorliegt, obwohl streng genommen bei einer Flachraumcharakteristik nicht mit einer diffusen Schallverteilung zu rechnen ist. Für ein möglichst einfaches Rechenverfahren schlagen wir dennoch dieses i.d.R. auf der „sicheren Seite“ liegende Rechenverfahren vor. Für genauere Berechnungen kann die Schallstreuung durch die Kraftfahrzeuge und die Mehrfachreflexionen an den Begrenzungsflächen nach der Richt-

linie VDI 3760 „Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen“ berechnet werden [19]; s. auch [26].

8.4.3 Ermittlung der abgestrahlten Schalleistungspegel

In einem dritten Berechnungsschritt werden anhand des Innenschallpegels und der Größe der schallabstrahlenden Flächen bzw. Bauteile und deren Schalldämm-Maße die Schalleistungspegel der Außenbauteile nach der Richtlinie VDI 2571 ermittelt.

Für ein möglichst einfaches Rechenverfahren werden den Berechnungen im Regelfall A-bewertete Summenpegel zugrunde gelegt. Falls spektrale Berechnungen erforderlich werden, können die Hinweise in Abschn. 7.3 berücksichtigt werden.

Für sämtliche relevanten Flächen bzw. Bauteile wird der abgestrahlte Schalleistungspegel anhand der Vorgaben der VDI 2571, Gleichung (9b), wie folgt berechnet:

Formel 18

$$L_{WA} = L_I - R'_W - 4 + 10 \log(S/S_0)$$

mit:

L_{WA} = Schalleistungspegel in dB(A)

L_I = Innenschallpegel in dB(A)

R'_W = bewertetes Schalldämm-Maß des betrachteten Bauteils

S = abstrahlende Fläche in m^2

S_0 = Bezugsfläche, $S_0 = 1 m^2$

8.4.4 Berechnung der Schallausbreitung

Die Schallausbreitung wird gemäß TA Lärm anhand der Norm DIN ISO 9613-2 [9] ermittelt. Die Zu- und Abfahrtbereiche können mit dem in Abschn. 8.3 vorgeschlagenen Verfahren für Tiefgaragenrampen berechnet werden.

Anhang 4 enthält ein Beispiel für die schalltechnische Berechnung eines Parkhauses.

8.4.5 Maximalpegel

Die Messungen im Abstand von 2 m von der Außenwand eines Parkhauses haben gezeigt, dass die von der Außenwand eines Parkhauses ohne Fenster bzw. mit nicht schalldämmten Lüftungsöffnungen abgestrahlten Maximalpegel in der gleichen Größenordnung liegen wie die Maximalpegel eines ebenerdigen Parkplatzes in 7,5 m Entfernung. Im Parkhaus können daher die für ebenerdige Parkplätze ermittelten Maximalpegel (vgl. Tabelle 35) analog angewendet werden.

9 Berechnungsergebnisse im Vergleich mit Ergebnissen der Kontrollmessungen

Die im Abschnitt 8.2 beschriebenen Berechnungsverfahren wurden durch Kontrollmessungen an den Parkplatzarten P+R-Platz, Einkaufsmarkt und Diskothek überprüft. Diese sind im Abschnitt 9.1 erläutert. Im Abschnitt 9.2 sind die Ergebnisse der Kontrollmessungen den nach Abschnitt 8.2.2 berechneten Ergebnissen gegenübergestellt.

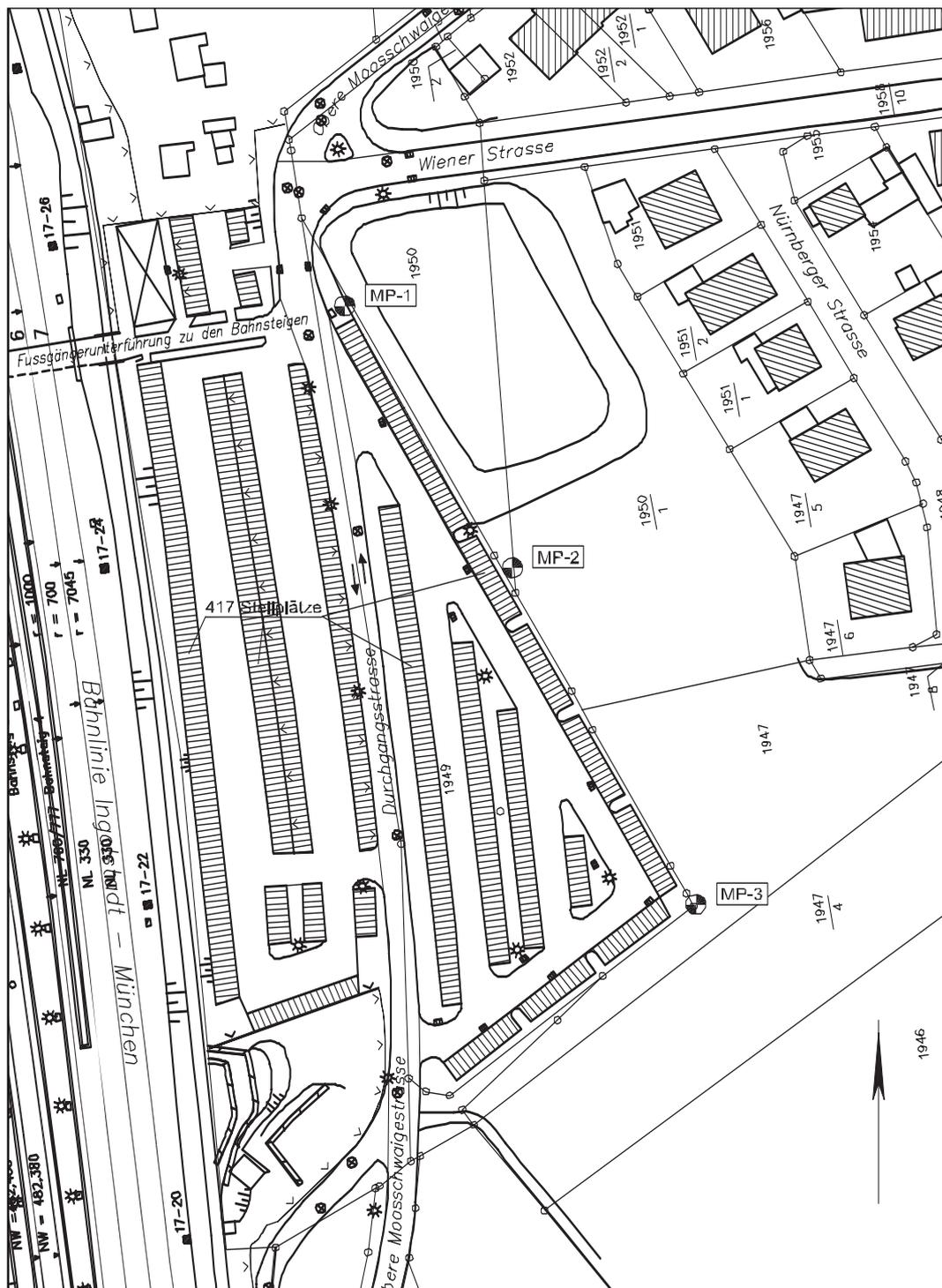


Abb. 32: Lageplan der Kontrollmessungen am P+R-Platz Dachau, Messpunkte (MP) 4 m über Gelände (Nutzung der Basisdaten der Bayer. Vermessungsverwaltung; Wiedergabe der Flurkarte Nr. NW VI.5.15 M=1:1000 mit Genehmigung des Bayer. Landesvermessungsamtes München Nr. 1442/03)

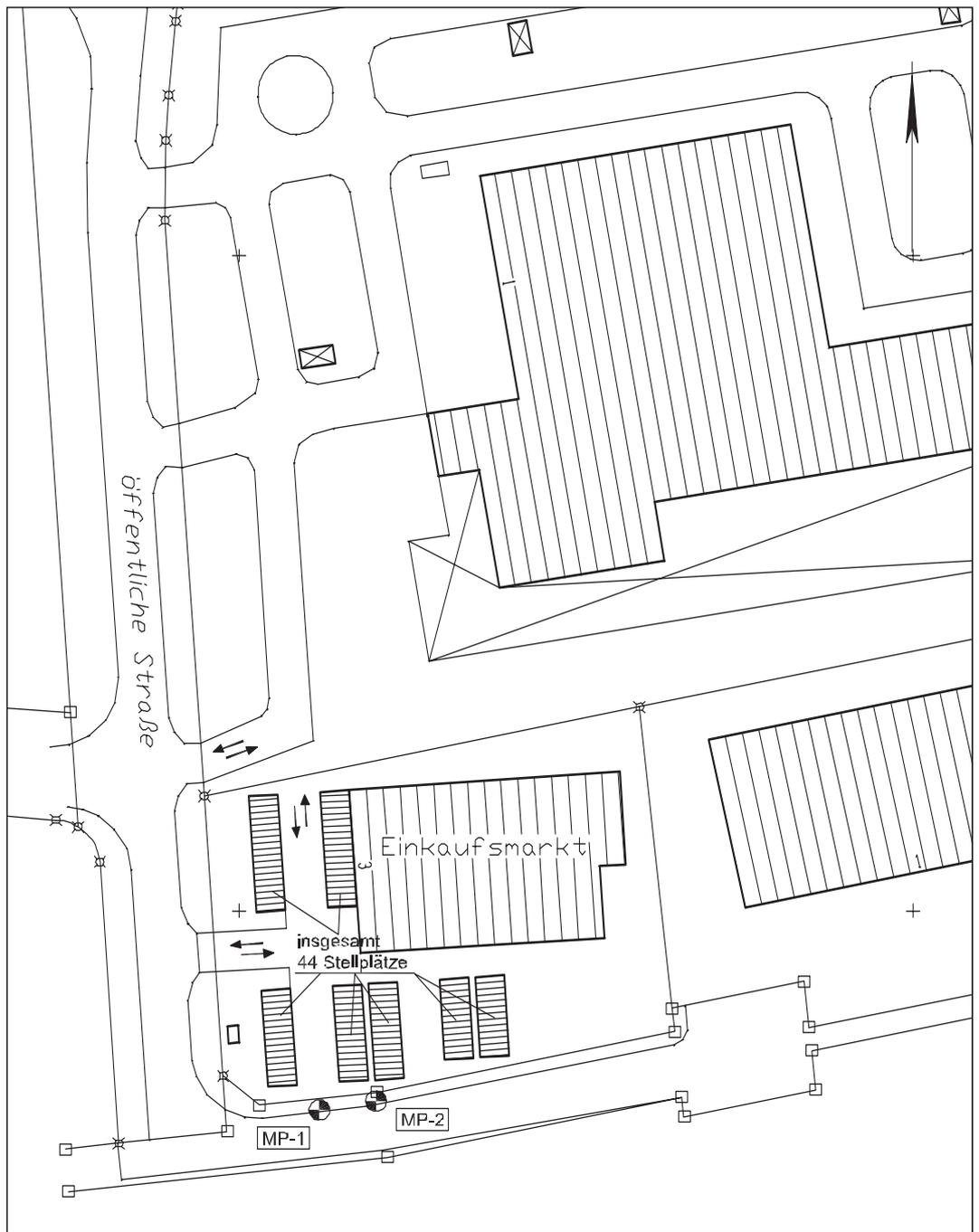


Abb. 33:
Lageplan der Kontrollmessungen an einem Einkaufsmarkt, Messpunkte (MP) 3 m über Gelände (Nutzung der Basisdaten der Bayer. Vermessungsverwaltung; Wiedergabe der Flurkarte M=1:1000 mit Genehmigung des Bayer. Landesvermessungsamtes München Nr. 1442/03)

9.1 Kontrollmessungen

Die Schallpegelmessungen fanden während eines Zeitraumes von jeweils ca. 3 Stunden statt, wobei die Messzeiträume je Untersuchungsort nach der maximal zu erwartenden Fahrzeugbewegungsichte festgelegt wurden. Die Aufstellung der Mikrophone wurde so gewählt, dass einerseits die vom Parkplatz in der Summe abgestrahlten Geräusche (Parkvorgänge, Durchgangsverkehr, z.T. Einkaufswagen, z.T. Unterhaltungen von Diskothekenbesuchern) messtechnisch erfasst werden konnten und andererseits der Einfluss sonstiger Fremdgeräusche gering gehalten werden konnte. Parallel zu den Schallpegelmessungen wurde die Anzahl der Fahrzeugbewegungen erfasst.

Zur Veranschaulichung der Messbedingungen sind in Abb. 32, 33 und 34 die Lagepläne der Schallpegelmessungen mit Angabe der Lage der Messpunkte aufgeführt ⁶⁵⁾.

In Abb. 35 und 36 sind exemplarische Pegel-Zeit-Diagramme der Kontrollmessungen angegeben, die den zeitlichen Verlauf des Schalldruckpegels und des Taktmaximalpegels zeigen. Der Taktmaximalpegel wird gemäß TA Lärm bei impulshaltigen Geräuschen berücksichtigt, wobei der Zuschlag K_1 für die Impulshaltigkeit als Differenz des Mittelungspegels nach dem Taktmaximalpegel-Verfahren und des Mittelungspegels ohne Berücksichtigung des Taktmaximalpegel-Verfahrens definiert ist ([2], Abschn. A.3.3.6).

Bei den Auswertungen wurden die bei den Messungen aufgetretenen Zeiträume mit relevanten Fremdgeräuschen (z.B. Zugvorbeifahrten am P+R-Platz) ausgeblendet.

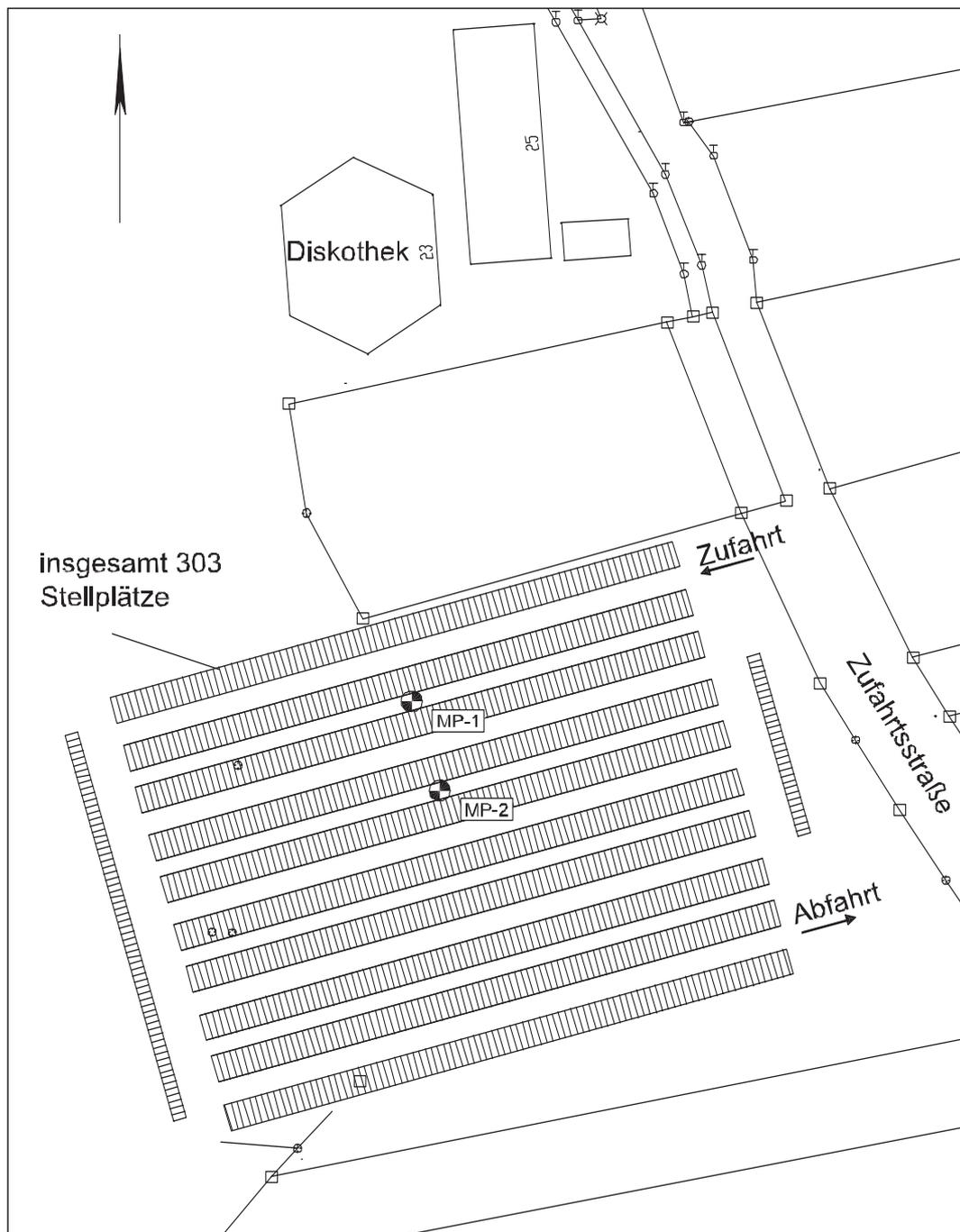


Abb. 34:
Lageplan der Kontrollmessungen an einer Diskothek, Messpunkte (MP) 6,5 m über Gelände (Nutzung der Basisdaten der Bayer. Vermessungsverwaltung; Wiedergabe der Flurkarte M=1:1000 mit Genehmigung des Bayer. Landesvermessungsamtes München Nr. 1442/03)

Abb. 35:
Exemplarisches
Pegel-Zeit-Diagramm,
Kontrollmessungen

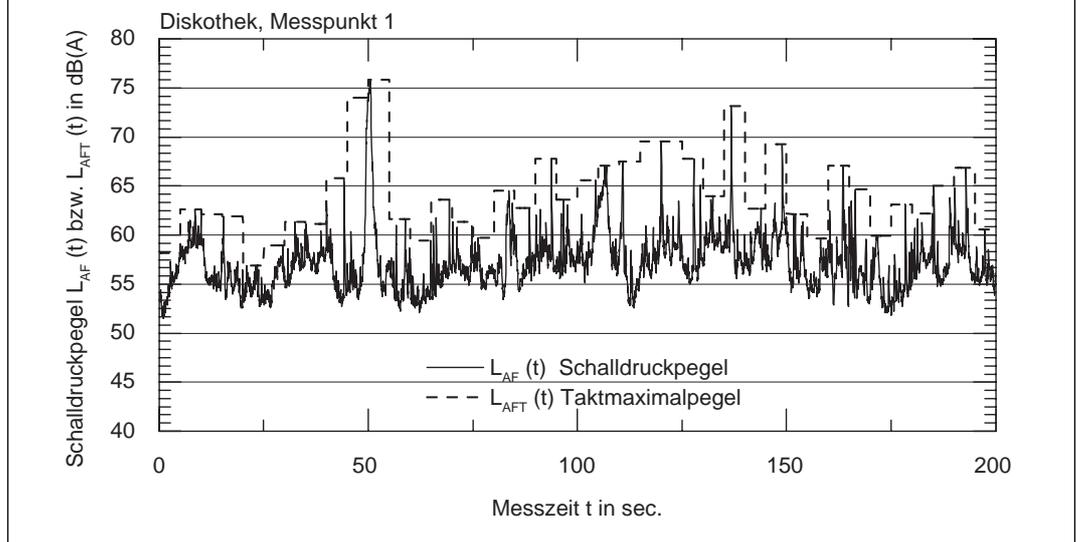
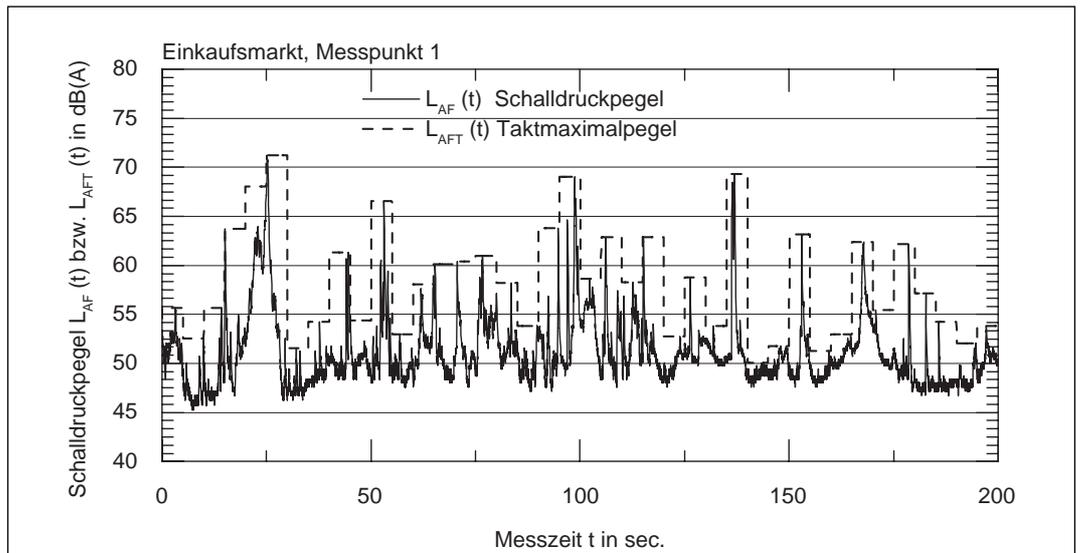
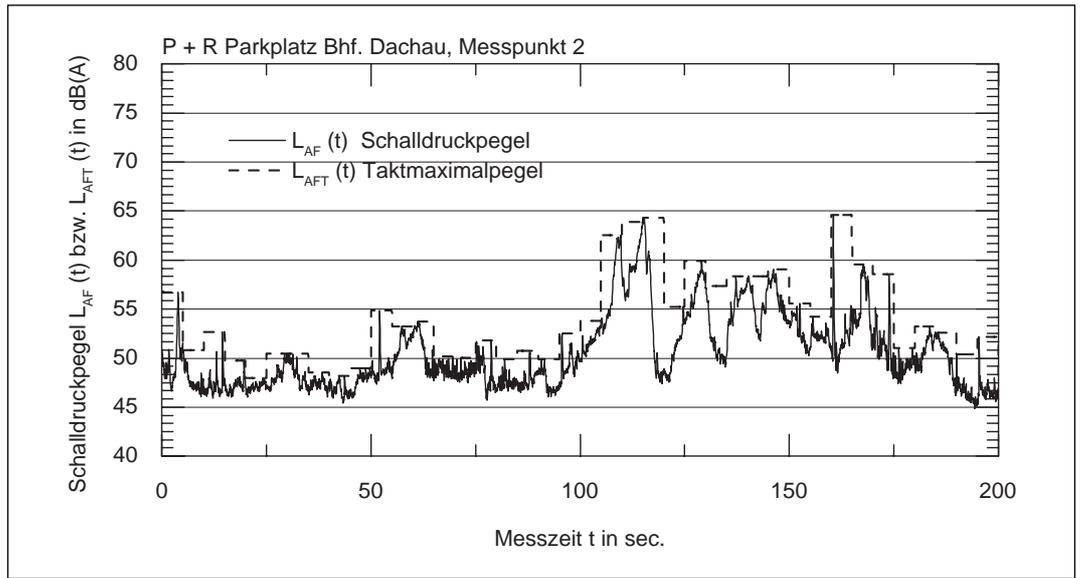


Abb. 36:
Exemplarisches
Pegel-Zeit-Diagramm,
Kontrollmessungen

9.2 Vergleich der gemessenen mit den berechneten Beurteilungspegeln

In Tabelle 36 sind die Messergebnisse der Kontrollmessungen an den Parkplatzarten Einkaufsmarkt, Diskothek und P+R-Platz Berechnungsergebnissen nach dem „getrennten“ Berechnungsverfahren (vgl. Abschn.8.2.2) gegenübergestellt. Die Berechnung nach dem „zusammengefassten“ Berechnungsverfahren (vgl. Abschn. 8.2.1) liefert im Vergleich zur Messung deutlich höhere Ergebnisse.

Der bei den Kontrollmessungen am Einkaufsmarkt ermittelte Zuschlag K_1 für die Impulshaltigkeit in Höhe von 8,3 dB(A) bis 8,5 dB(A) liegt etwas über dem in Abschn. 8.2.2.1 eingeführten Wert in Höhe von 8 dB(A), jedoch im Rahmen der Messgenauigkeit. Außerdem waren die Entfernungen für die Ermittlung von K_1 bei den Kontrollmessungen und bei den im Abschn. 6.1.1 beschriebenen Messungen (vgl. auch Tabelle 18, Tabelle 28 u. ³⁴⁾) unterschiedlich: Bei der Kontrollmessung am Einkaufsmarkt lag der Messpunkt in 5 bzw. 8 m Entfernung, bei den im Abschnitt 6.1.1 beschriebenen Messungen für die Ermittlung der Schalleistungspegel in 19 m Entfernung.

Untersuchungsort	An den Messpunkten ermittelte Schallpegel					Vergleichsrechnung nach dem getrennten Berechnungsverfahren	
	Lage der Messpunkte siehe Lagepläne					L_{AFeq} [dB(A)]	K_1^* [dB(A)]
	Messdauer [sec.]	L_{AFmax} [dB(A)]	L_{AFeq} [dB(A)]	L_{AFTeq} [dB(A)]	$K_{1, gemess}$ [dB(A)]		
Einkaufsmarkt im Lkr. München, ländlicher Bereich (44 Stellplätze)							
Messpunkt 1	4780	81,4	51,9	60,2	8,3	60,7	8
Messpunkt 2	5280	73,0	50,9	59,4	8,5	61,7	8
Diskothek in einer Kleinstadt im Lkr. Aichach-Friedberg (303 Stellplätze)							
Messpunkt 1	5295	75,9	55,7	61,0	5,3	62,9	8
Messpunkt 2	5250	75,6	56,1	61,8	5,7	63,4	8
P+R-Platz Dachau (417 Stellplätze)							
Messpunkt 1	2320	71,4	54,2	58,8	4,6	60,3	8
Messpunkt 2	2320	72,2	52,7	57,5	4,8	57,2	8
Messpunkt 3	2320	64,5	49,4	52,0	2,6	53,3	8

Tab. 36: Ergebnisse der Kontrollmessungen im Vergleich mit Berechnungsergebnissen

10 Schalltechnische Beurteilung von Parkplätzen und anderen Anlagen des ruhenden Verkehrs in Deutschland

Bearbeitung: Bayerisches Landesamt für Umwelt

10.1 Beurteilungsgrundsätze

Zu den Flächen und Bauten des „ruhenden Verkehrs“ gehören Parkstreifen und Parkbuchten im öffentlichen Straßenraum sowie Parkplätze, Parkhäuser, Tiefgaragen und mechanische Parksysteme

Parkplätze

Parkplätze sind in schalltechnischer Hinsicht dadurch gekennzeichnet, dass bei ihnen nicht – wie bei vielbefahrenen Straßen – Geräusche des fließenden Verkehrs überwiegen, sondern ungleichmäßigere, zum Teil informationshaltige Geräusche, z.B. Türenschlagen, Anlassen des Motors, Stimmengewirr, An- und Abfahrgeräusche, Geräusche von Fahrzeugen mit Zusatzaggregaten, Tonwiedergabegeräten, Verladebetrieb usw. Somit gleicht die Geräuschcharakteristik von Parkplätzen jener von Anlagen mehr als der von fließendem Straßenverkehr. Die schalltechnische Beurteilung von Anlagen nach § 3 Abs. 5 in Verbindung mit § 22 BImSchG mit ihren Differenzierungsmöglichkeiten wird der Vielzahl der Parkplatzarten und -zwecke am ehesten gerecht. Sie ist anspruchsvoller als eine Beurteilung unter Verwendung der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV. Alle Parkplätze sollten aus der Sicht des Schallschutzes lärmwirkungsgerecht, d.h. wie immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Anlagen beurteilt werden. Dies ist derzeit jedoch nicht möglich, da die Verwaltungs- und Rechtsprechungspraxis bei der schalltechnischen Beurteilung zwischen nicht öffentlichen Parkplätzen mit höheren Anforderungen an den Schallschutz und öffentlichen Parkplätzen mit geringeren Anforderungen unterscheidet.

Alle Parkplätze sollten aus der Sicht des Schallschutzes lärmwirkungsgerecht, d.h. wie immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Anlagen beurteilt werden. Im Gegensatz zu diesem fachlichen Standpunkt beurteilen Verwaltungs- und Rechtsprechungspraxis öffentliche Parkplätze jedoch mit den geringeren Anforderungen der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV [4] an den Schallschutz.

Nach der Rechtslage ist die Anwendung der TA Lärm u.a. bei straßenrechtlich nicht gewidmeten, d.h. nicht öffentlichen Parkplätzen vorgesehen. Zur Klärung der Frage öffentlicher oder nicht öffentlicher Parkplatz hat das Bundesverwaltungsgericht in seinem Urteil vom 27.08.1998, Az. 4 C 5/98, festgestellt, dass Parkplätze nicht schon dann öffentlich sind, wenn sie der Öffentlichkeit zur Benutzung offen stehen, sondern erst dann, wenn sie nach den Straßengesetzen öffentlich gewidmet sind.

Öffentliche Parkplätze und Parkplätze für Sportanlagen sind seit dem Inkrafttreten der Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV und der Sportanlagenlärmschutzverordnung – 18. BImSchV nach den Vorgaben dieser Vorschriften zu behandeln. Geräusche, die durch das Parken von Kunden, Arbeitnehmern und Besuchern auf einem öffentlichen Parkplatz oder auf öffentlichem Straßenraum entstehen, sind jedoch dann wie Anlagenlärm zu beurteilen, wenn sie der Anlage zugerechnet werden können [40]. Andernfalls wäre kaum vermittelbar, warum der zurechenbare Parkverkehr auf öffentlichen Flächen weniger differenziert beurteilt und eher als zumutbar eingestuft werden sollte als der auf einem privaten Parkplatz.

Auch das Bundesverwaltungsgericht merkt in seinem o.g. Urteil vom 27.08.1998 ergänzend an, dass der Lärm, der durch die Inanspruchnahme öffentlicher Verkehrsflächen für Parkzwecke entsteht, nicht mit dem Verkehrslärm auf öffentlichen Straßen vergleichbar ist und es daher nicht angemessen ist, auf die Verkehrslärmschutzverordnung abzustellen. Die TA Lärm biete brauchbare Anhaltspunkte zur Beurteilung des so verursachten Lärms. Diese Rechtsauffassung hat das Bundesverwaltungsgericht in seiner Entscheidung vom 14.11.2000, 4 BN 44/00, bestätigt. Nach seiner Ansicht „ist die Verkehrs-

lärmschutzverordnung weder unmittelbar noch – als Orientierungshilfe – mittelbar bei der Beurteilung der Zumutbarkeit des von öffentlichen Parkplätzen ausgehenden Zu- und Abgangsverkehrs anwendbar“. Nachzutragen ist, dass sich das Urteil vom 27.08.1998 mit der schallschutztechnischen Beurteilung des zu einer Anlage gehörenden Verkehrs auf einer öffentlichen Verkehrsfläche (Kurhausvorplatz) befasste.

Entsprechend dem in § 50 BImSchG ausgesprochenen Planungsgrundsatz für raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen sowie den Anforderungen nach § 22 BImSchG sind die von Parkplätzen ausgehenden Emissionen zu minimieren. Dieser Grundsatz gilt auch für die Planung öffentlicher Straßen und Parkplätze.

Auch die Bestimmungen der §§ 12 und 15 der Baunutzungsverordnung (BauNVO) [8] dienen dem Lärmschutz. Nach § 12 Abs. 2 und 3 BauNVO sind in Kleinsiedlungsgebieten, reinen Wohngebieten und allgemeinen Wohngebieten sowie Sondergebieten, die der Erholung dienen, Stellplätze und Garagen nur für den durch die zugelassene Nutzung verursachten Bedarf zulässig. Unzulässig sind Stellplätze und Garagen für Lastkraftwagen und Omnibusse sowie für Anhänger dieser Fahrzeuge in reinen Wohngebieten. Unzulässig sind auch Stellplätze und Garagen für Kraftfahrzeuge mit einem Eigengewicht über 3,5 Tonnen sowie für Anhänger dieser Kraftfahrzeuge in Kleinsiedlungsgebieten und allgemeinen Wohngebieten.

Nach § 15 BauNVO sind Stellplätze und Garagen im Einzelfall unzulässig, wenn sie nach Anzahl, Umfang oder Zweckbestimmung der Eigenart des Baugebiets widersprechen. Sie sind auch unzulässig, wenn von ihnen Belästigungen oder Störungen ausgehen können, die nach der Eigenart des Baugebiets im Baugebiet selbst oder in dessen Umgebung unzumutbar sind.

Soweit Stellplätze bauliche Anlagen im Sinne der Landesbauordnungen darstellen, sind auch deren Bestimmungen zu beachten. Zum Beispiel müssen nach Art. 52 Abs. 6 der Bayerischen Bauordnung Stellplätze und Garagen so angeordnet und ausgeführt werden, dass ihre Benutzung die Gesundheit nicht schädigt und das Arbeiten, das Wohnen und die Ruhe in der Umgebung durch Lärm oder Gerüche nicht erheblich stört.

Schallschutzmaßnahmen an Parkplätzen können im Bebauungsplan festgesetzt und in der Baugenehmigung oder im Planfeststellungsbeschluss auferlegt werden.

Für *Parkhäuser* und *Tiefgaragen* enthalten die durch die Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV [4] eingeführten RLS-90 [5] kein Berechnungsverfahren. Sie fallen daher auch nicht mittelbar – wie die öffentlichen Parkplätze – unter die Regelungen der 16. BImSchV. Das Gleiche gilt für die Beurteilung von Tankstellengeräuschen.

Parkhäuser und Tiefgaragen

Für *Längs- und Querparkstreifen* im öffentlichen Straßenraum ist das in dieser Studie vorgestellte Berechnungs- und Beurteilungsverfahren nicht anzuwenden. Außerdem sind kleinere dem Eigenbedarf der Grundstücksnutzung dienende Parkplätze grundsätzlich zulässig. Für Parkplätze, die nur aus wenigen Stellplätzen bestehen und einzelnen Gebäuden zugeordnet sind, z.B. für Stellplätze einer Wohnanlage, kann das hier erläuterte Berechnungs- und Beurteilungsverfahren für eine schallschutztechnische Optimierung in Betracht kommen.

Längs- und Querparkstreifen

Mit Hilfe des in Kapitel 8 empfohlenen Berechnungsverfahrens, der in Kapitel 10 beschriebenen Beurteilungskriterien und der in Kapitel 11 gegebenen Planungsempfehlungen lassen sich Planungsmängel vermeiden oder zumindest erkennen und häufig ohne bauliche Mehrkosten beheben. Durch dieses Vorgehen ist eine Minimierung der Immissionen auch im Sinne des § 50 BImSchG und damit eine Planung möglich, die den Belangen der Betroffenen und der Verursacher unter Berücksichtigung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit Rechnung trägt.

10.2 Nicht öffentliche Parkplätze, Parkhäuser und Tiefgaragen

10.2.1 Einzelheiten der Beurteilung

Zur Beurteilung der Geräuschimmissionen aus nicht öffentlichen Parkplätzen wird die TA Lärm 1998 herangezogen. Danach müssen Parkplätze, Tiefgaragen und Parkhäuser so errichtet und betrieben werden, dass „schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche verhindert werden, die nach dem Stand der Technik zur Lärminderung vermeidbar sind und nach dem Stand der Technik zur Lärminderung unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche auf ein Mindestmaß beschränkt werden“ (Nr. 4.1 der TA Lärm).

Bei der Prognose und Beurteilung von Parkplatzlärm sind nach Abschnitt 6.5 in Verbindung mit Abschnitt 6.1 der TA Lärm für bestimmte Gebietsnutzungen auch die Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (sog. Ruhezeiten), z. B. an Werktagen von 6 bis 7 Uhr und von 20 bis 22 Uhr, zu beachten. Entspricht die Zahl der Fahrzeugbewegungen in den „Ruhezeiten“ dem Mittelwert des Tagzeitraumes, so ergibt sich für diesen ein um 1,9 dB(A) höherer Beurteilungspegel, vgl. Anhang 2. Im Kapitel 5 sind für bestimmte Parkplatztypen charakteristische Bewegungsganglinien dargestellt. Aus ihnen lässt sich ableiten, ob für die genannten „Ruhezeiten“ vom Mittelwert abweichende oder gar keine Fahrzeugbewegungen zu prognostizieren sind und damit ein „Ruhezeitenzuschlag“ nach Abschnitt 6.5 der TA Lärm zu berücksichtigen ist oder nicht. Auch bei nur zeitweiser Belegung ist der Beurteilungspegel immer über die gesamten 16 Stunden des Tages zu bilden.

Bei einem Parkplatz treten impulshaltige Geräusche auf, z. B. das Türeenschlagen oder das Druckluftgeräusch bei Lkw's, was durch den Zuschlag K_I berücksichtigt wird. Unabhängig vom Zuschlag K_{PA} für die Parkplatzart kann noch ein weiterer Zuschlag K_T gerechtfertigt sein, z. B. bei Parkplätzen an Diskotheken, auf denen sich Besucher zum Teil lautstark unterhalten. Eine Berücksichtigung ständig einwirkender Fremdgeräusche i. S. v. Nr. 3.2.1. Abs. 5 TA Lärm (z. B. von einer nahe gelegenen Autobahn) kommt nur bei größerer Entfernung des Parkplatzes vom Immissionsort in Frage.

Nach Nr. 7.4 der TA Lärm sind u. U. auch die Geräusche durch den An- und Abfahrtverkehr des Parkplatzes auf öffentlichen Verkehrsflächen bis zu einem Abstand von 500 m von dem Betriebsgrundstück zu berücksichtigen, wenn die in Nr. 7.4 Abs. 2 genannten Voraussetzungen erfüllt sind. Diese Geräusche werden nach RLS-90 berechnet und anhand der Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV beurteilt.

In die Summenwirkung aller Geräusche von Anlagen nach § 3 Abs. 5 BImSchG sind auch die Geräusche von Parkplätzen einzubeziehen. Beim Zusammentreffen von Anlagenlärm einerseits und Lärm von öffentlichen Verkehrsflächen andererseits sind die Geräuscharten aufgrund der Rechtslage nicht zu summieren. Eine Betrachtung des Gesamtlärms kann nach der Rechtsprechung dann im Einzelfall in Frage kommen, wenn aufgrund der Gesamtlärmsituation eine gesundheitsgefährdende oder eigentumsrechtlich kritische Belastung vorliegt.

Falls die Schallpegel an den maßgebenden Immissionsorten durch Maßnahmen nach dem Stand der Schallschutztechnik nicht mehr weiter vermindert werden können, ist entsprechend § 22 BImSchG eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte (oder der zulässigen Teilbeurteilungspegel) in gewissem Umfang möglich, soweit nicht Vorschriften des Bauplanungsrechts entgegenstehen.

Wenn ein Parkplatz, eine Tiefgarage oder ein Parkhaus im Rahmen der Bauleitplanung

zu beurteilen ist, gelten die mit den Immissionsrichtwerten der TA Lärm im wesentlichen zahlenmäßig übereinstimmenden Orientierungswerte des Beiblattes 1 zu DIN 18 005 Teil 1 „Schallschutz im Städtebau - Berechnungsverfahren“ für Gewerbelärm, wobei die Beurteilungspegel für Parkverkehr nach dem im Kapitel 8 dieser Studie beschriebenen Verfahren ermittelt werden.

10.2.2 Besucher- und Mitarbeiter-Pkw-Parkplätze

Besucher- und Mitarbeiter-Pkw-Parkplätze sind regelmäßig nach § 22 BImSchG zu beurteilen. Auch räumlich getrennt angelegte Parkplätze für Besucher und Mitarbeiter zählen zum Werksgelände. Bei genehmigungsbedürftigen Anlagen gehören sie allerdings nicht zu den Nebenanlagen.

10.2.3 Parkplätze in Wohnanlagen

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass Stellplatzimmissionen auch in Wohnbereichen gewissermaßen zu den üblichen Alltagserscheinungen gehören und dass Garagen und Stellplätze, deren Zahl dem durch die zugelassene Nutzung verursachten Bedarf entspricht, auch in einem von Wohnbebauung geprägten Bereich keine erheblichen, billigerweise unzumutbaren Störungen hervorrufen. Vgl. hierzu u.a. den Beschluss des Verwaltungsgerichtshofes Baden-Württemberg vom 20.07.1995, Az. 3 S 3538/94. Trotzdem sollte auch bei Parkplätzen in Wohnanlagen das unter 10.1 und 10.2.1 beschriebene Beurteilungsverfahren zur schallschutztechnischen Optimierung herangezogen werden. In o.g. Beschluss wird die Auffassung vertreten, dass Maximalpegel nicht zu berücksichtigen sind. Aus fachlicher Sicht ist zu betonen, dass die prognostizierte Überschreitung der Immissionsrichtwerte der TA Lärm für einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen („Maximalpegelkriterium“) durch derartige Schallereignisse auf Planungsmängel im Bereich des Immissionsschutzes hinweist. Daher sollte eine verbesserungsbedürftige Planung z.B. durch eine Verlegung der Zufahrt oder der störendsten Stellplätze oder eine Einhausung der Tiefgaragenrampe auf den Stand der Technik (vgl. § 3 Abs. 6 BImSchG) gebracht werden.



Abb. 37:
Besucher- und Mitarbeiterparkplatz des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Aufnahme: Günter Krause)

10.2.4 Parkplätze bei Gaststätten

Geräusche, die in unmittelbarem Zusammenhang mit Gaststätten stehen, sind in Bayern gemäß der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Gaststättengesetzes (GastVwV), Bekanntmachung des Bayer. Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie (StMWV) vom 25.08.1998 (AllMBl. S. 735) [21] grundsätzlich nach TA Lärm zu beurteilen.

Für nicht öffentliche Parkplätze nach Nr. 7.4 Abs. 1 TA Lärm soll dabei das in der Parkplatzlärmstudie enthaltene Berechnungsverfahren angewendet werden. Park- und Fahrgeräusche auf öffentlichen Verkehrsflächen sind nach RLS-90 zu berechnen und nach 7.4 Abs. 2 der TA Lärm zu beurteilen. Parkgeräusche sollen wie Anlagenlärm beurteilt werden, wenn sie der Gaststätte zugerechnet werden können (s. unter 10.1 Beurteilungsgrundsätze).

In beiden Fällen werden störende Geräusche aus dem Verhalten der Gäste vor dem Besuch oder nach dem Verlassen der Gaststätte, insbesondere bei der An- und Abfahrt mit Kraftfahrzeugen, dem Anlagengeräusch der Gaststätte zugerechnet. Soweit der Betreiber darauf keinen Einfluss hat, kann gegen solche Geräusche nach den verhaltensbezogenen Lärmbekämpfungsvorschriften, z.B. nach § 117 OWiG [7] vorgegangen werden. Gaststätten (einschließlich ihrer Verkehrsgeräusche) von Sportanlagen, sind gemäß der o.a. Bekanntmachung zusammen mit der Sportanlage einheitlich nach der Sportanlagenlärmschutzverordnung – 18. BImSchV (s. Abschn.10.3) zu beurteilen.

10.2.5 Bahnhofsparkplätze (P+R-Plätze)

P+R-Parkplätze sind Flächen, die i.d.R. der Deutschen Bahn AG (DB), den örtlichen Verkehrsunternehmen oder den Gemeinden gehören und häufig nicht straßenrechtlich gewidmet sind. Bei ihrer schalltechnischen Berechnung und Beurteilung bestehen seit langem Meinungsunterschiede hinsichtlich der Frage, ob P+R-Plätze öffentliche oder nicht öffentliche Parkplätze sind. Zunächst sei in diesem Zusammenhang auf die Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs – EAR 91 [11] verwiesen, die sich mit Planung, Gestaltung und Betrieb von Anlagen des ruhenden Verkehrs befassen. Hinweise zum Immissionsschutz enthalten sie zwar nicht, aber die EAR sind im Februar 1992 – nach dem Inkrafttreten der 16. BImSchV – veröffentlicht worden und unterscheiden unter Ziffer „6.3.4.4 P+R-Anlagen“ richtigerweise

- solche, die ohne förmliche Widmung auf privatrechtlicher Grundlage betrieben werden und deshalb auf Nutzer öffentlicher Verkehrsmittel eingeschränkt werden können, und
- solche, „die förmlich als öffentliche Verkehrsfläche gewidmet sind“ und bei denen P+R-Kunden nicht bevorzugt werden können.

Mit der Überarbeitung der EAR wurde schon kurze Zeit nach ihrem Erscheinen begonnen. Sie sind inzwischen durch weitere Richtlinien bzw. Hinweise ergänzt, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll [33] ff).

P+R-Plätze sind – teilweise gebührenpflichtig – i.d.R. ähnlich wie Kundenparkplätze von Firmen auf die Benutzung durch Fahrgäste beschränkt. Soweit es sich bei den P+R-Plätzen daher um nicht öffentliche Parkplätze handelt, sind sie schallschutztechnisch wie Anlagen nach § 22 BImSchG zu beurteilen (vgl. die im Abschnitt 10.1, 3. Absatz, zitierte Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichtes). Im Gegensatz dazu werden sie in den Planfeststellungsbeschlüssen bisher wie öffentliche Straßen beurteilt.

10.3 Öffentliche Parkplätze und Parkplätze an Sportanlagen

Nach der Praxis der Genehmigungs- und Planfeststellungsbehörden sowie der Verwaltungsgerichte werden öffentliche Parkplätze, d.h. straßenrechtlich dem öffentlichen Verkehr gewidmete Parkplätze, hinsichtlich des Schallschutzes nach der 16. BImSchV und damit weniger anspruchsvoll als nicht öffentliche Parkplätze beurteilt. Der Beurteilungspegel der Geräusche von öffentlichen Parkplätzen ist nach RLS-90 zu berechnen. Dabei gibt es keine Zuschläge für Impuls- und Tonhaltigkeit sowie kein Maximalpegelkriterium.

Gemäß § 1 Abs. 3 der Sportanlagenlärmschutzverordnung – 18. BImSchV zählen zur Sportanlage auch Einrichtungen, die mit der Sportanlage in einem engen räumlichen und betrieblichen Zusammenhang stehen. Aus § 3 Nr. 4 der 18. BImSchV und Anhang 1.1.d ergibt sich, dass dies auch Parkplätze mit An- und Abfahrtswegen auf dem Anlagegelände sein können. Nr. 2.1 des Anhangs zur 18. BImSchV sieht vor, dass der Mittelungspegel der Geräusche, die von solchen Parkplätzen ausgehen, nach RLS-90 zu berechnen und dem Anlagengeräusch zuzurechnen ist. Der zuzuordnende Verkehr auf öffentlichen Verkehrsflächen ist ebenfalls nach RLS-90 zu berechnen, wird aber gesondert nach der 16. BImSchV beurteilt.

10.4 Kurzfassung der schalltechnischen Beurteilung von Anlagen des ruhenden Verkehrs

In den meisten Fällen werden Parkplätze, die nach den Straßengesetzen als öffentliche Verkehrsflächen gewidmet sind, nach der 16. BImSchV [4] in Verbindung mit den RLS-90 [5] beurteilt, nicht öffentliche Parkplätze dagegen wie Anlagen nach § 22 BImSchG [1] in Verbindung mit der TA Lärm [2].

11 Planungsempfehlungen aus schallschutztechnischer Sicht

Bearbeitung: Bayerisches Landesamt für Umwelt

11.1 Allgemeines

Hauptursache für viele Lärmprobleme ist, dass der Belang „Lärmschutz“ bei der Planung von Bauvorhaben in vielen Fällen erst zum Schluss behandelt wird. In der Regel kann der schalltechnische Berater dann nur noch versuchen, „das Schlimmste zu verhindern“, da grundlegende Planänderungen häufig mit Kosten und Verzögerungen verbunden sind. Auch bei Anlagen des ruhenden Verkehrs hängen verkehrs- und bautechnische Planung einerseits und schallschutztechnische Optimierung andererseits eng zusammen. Deshalb sollten von Anfang an schalltechnische Überlegungen und Ermittlungen in die Planung Eingang finden.

Bei der Planung von Anlagen des ruhenden Verkehrs müssen von Anfang an schallschutztechnische Überlegungen Eingang finden.

Auf die Ermittlung des Stellplatzbedarfs in Abhängigkeit von der Gebäude- bzw. Flächennutzung, ebenso auf die verkehrstechnische Planung, soll hier nicht näher eingegangen werden. Hierzu wird vielmehr auf die entsprechenden Richtlinien, z.B. [11], [33]ff. ff., verwiesen. Im Folgenden sollen diese aus der Sicht des Lärmschutzes ergänzt werden.

Um die Bewegungshäufigkeiten auf einem geplanten Parkplatz abschätzen zu können, sind in Tabelle 33 Anhaltswerte für die häufigeren Parkplatzarten genannt. Sie stellen die bei den Untersuchungen ermittelten höchsten Zählwerte dar. Eine Prognoseberechnung im Rahmen einer schalltechnischen Untersuchung wird mit diesen Werten in der Regel auf der sicheren Seite liegen. Sie sollten deshalb bei der Berechnung verwendet werden, falls keine genaueren Zählergebnisse vorliegen. Auch bei Einkaufszentren sind die Werte auf den angegebenen Beurteilungszeitraum, nicht auf die Ladenöffnungszeit bezogen.

Bei Parkplatzarten, die in Tabelle 33 nicht genannt werden, sind sinnvoll erscheinende Annahmen zu treffen. So werden z.B. Firmenparkplätze ähnliche Bewegungszahlen wie P+R-Parkplätze aufweisen. Falls der Bauherr Parkplätze bewusst überdimensioniert, um z.B. an einem Einkaufszentrum auf den Spitzenbedarf eingerichtet zu sein, kann dies durch Einteilung des Parkplatzes in Teilflächen mit verschiedenen Bewegungshäufigkeiten berücksichtigt werden.

Häufig sind bei Parkplätzen „einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen“ (L_{AFmax} , vgl. Nr. 6.1 der TA Lärm) kritisch und auch Auslöser von Beschwerden. Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, z.B. durch Türeenschlagen, dürfen nach Abschnitt 6.1 der TA Lärm die Immissionsrichtwerte am Tag um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten (sog. Maximalpegelkriterium). Die danach zwischen dem Immissionsort und dem Rand des Parkplatzes beim nächstgelegenen Stellplatz erforderlichen horizontalen Mindestabstände – bei freier Schallausbreitung – sind für den Nachtzeitraum in Abhängigkeit von der Stellplatznutzung und der Art der angrenzenden Baugebiete aus Tabelle 37 ersichtlich. Bei Einhaltung dieser Abstände werden für die jeweilige Gebietsart die Nacht-Immissionsrichtwerte um nicht mehr als 20 dB(A) überschritten.

Die in Tabelle 37 genannten horizontalen Mindestabstände zwischen dem kritischen Immissionsort und dem nächstgelegenen Stellplatz unter Berücksichtigung des Nacht-Maximalpegelkriteriums wurden nach DIN ISO 9613-2 berechnet, wobei die Maximalpegel der Tabelle 35 entnommen und freie Schallausbreitung, eine Oktavmittenfrequenz von 500 Hz, eine Emissionsorthöhe von 0,5 m sowie eine Immissionsorthöhe von 5,8 m

Flächennutzung nach Abschn. 6.1 der TA Lärm	Immissionsrichtwerte in dB(A)	Erforderlicher Abstand [m] zwischen dem Rand des Parkplatzes und dem nächstgelegenen Immissionsort bei Stellplatznutzung in der Nacht durch ...				
		PKW (ohne Einkaufsmarkt)	PKW (Einkaufsmarkt)	Krafträder	Omnibusse	LKW
Reines Wohngebiet (WR)	35	43	51	47	73	80
Allg. Wohngebiet (WA)	40	28	34	32	48	51
Kern-, Dorf- und Mischgebiet (MI)	45	15	19	17	31	34
Gewerbegebiet (GE)	50	6	9	8	18	20
Industriegebiet (GI)	70	<1	<1	<1	<1	<1

Tab. 37:
Mindestabstände zwischen dem kritischen Immissionsort und dem nächstgelegenen Stellplatz zur Nachtzeit

(1. Obergeschoß) angenommen wurden.

Nach TA Lärm dürfen, wie erwähnt, einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen den Tag-Immissionsrichtwert um nicht mehr als 30 dB(A) überschreiten. Auch für das Tag-Maximalpegelkriterium sind unter Annahme der Maximalpegel nach Tabelle 35 dieser Studie die horizontalen Mindestabstände zwischen schutzwürdiger Bebauung und dem Rand des Parkplatzes errechnet worden. Sie liegen für Pkw- und Motorradstellplätze bei unter 1 m, für Omnibus- und Lkw-Abstellplätze bei 4 m. Dies zeigt, dass das Tag-Maximalpegelkriterium bei Parkplatzlärm in der Praxis allenfalls für Abstellplätze bzw. Haltestellen von Lastkraftwagen und Omnibussen zu prüfen ist.

Schalltechnische Untersuchungen bei Parkplätzen mit Nutzung auch in der Nachtzeit sind i.d.R. entbehrlich, wenn die dem Immissionsort nächstgelegenen Stellplätze diese Mindestabstände einhalten. In besonderen Fällen kann eine schalltechnische Untersuchung dennoch erforderlich sein, z.B. bei Parkplätzen mit hoher Bewegungshäufigkeit in der maßgebenden vollen Nachtstunde.

Schalltechnische Untersuchungen bei Parkplätzen mit Nutzung auch in der Nachtzeit sind i.d.R. entbehrlich, wenn die dem Immissionsort nächstgelegenen Stellplätze die in Tab. 37 genannten Mindestabstände einhalten.

11.2 Das Verkehrsumfeld des Parkplatzes und die Anordnung von Stellplätzen und Zufahrten

Bei der Planung eines Parkplatzes ist nicht nur die zu verplanende Parkplatzfläche, sondern auch das „Verkehrsumfeld“ zu betrachten. Art, Größe und Form eines Parkplatzes, ebenso die bauliche Nutzung in den angrenzenden Gebieten sind wichtige Einflussgrößen für die umweltfreundliche Planung einer Parkplatzanlage. Zu den häufigen Mängeln gehört die schallschutztechnisch ungünstige Anordnung von Zufahrten oder von bestimmten Stellplatzbereichen.

Besonderes Augenmerk ist auf die Anordnung der Ein- und Ausfahrten von Parkplätzen, Parkhäusern und Tiefgaragen zu legen. Die Zufahrt zur Anlage des ruhenden Verkehrs soll von einer verkehrsreichen Straße aus auf kürzestem Weg erfolgen und auf keinen Fall durch bisher ruhige Anliegerstraßen führen. Bahnhöfen zugeordnete Parkplätze sollten in der Nähe der ohnehin lauten Gleisanlagen angeordnet werden. Aus der Sicht des Schallschutzes kann es zweckmäßig sein, mehrere Zufahrten und für die Fahrgassen eine Einbahnregelung festzulegen, um den Parksuchverkehr besser zu lenken.

Langgestreckte Parkplätze in Art einer Sackstraße verursachen im Bereich der einzigen Zufahrt höhere Emissionen als rechteckige Parkplätze mit mehreren Ein- und Ausfahrten. Falls größere Parkplätze, Tiefgaragen oder Parkhäuser neu errichtet werden, ist die Zu-

Zu den häufigen Planungsmängeln bei Anlagen des ruhenden Verkehrs gehört die schallschutztechnisch ungünstige Anordnung von Zufahrten oder von bestimmten Stellplatzbereichen.

fahrt in ausreichendem Abstand von benachbarter Wohnbebauung anzuordnen.

Bei zu geringen Abständen der Stellplätze von der schutzwürdigen Bebauung kann das Maximalpegelkriterium nach TA Lärm [2] nicht mehr eingehalten werden (vgl. Abschn. 11.1, 5. Absatz).

Auf Parkplätzen an Bahnhöfen werden morgens, insbesondere in den Außenbereichen von Verdichtungsräumen zum Teil noch in der Nachtzeit, zunächst die Stellplätze in der Nähe der Bahnsteigzugänge belegt. Stellplätze in der Nähe des Einganges von Einkaufszentren, Gaststätten usw. werden stärker als die entfernteren frequentiert. Diese Zusammenhänge sollten bei der schalltechnischen Optimierung der Planung beachtet werden.

Bei der Neuanlage von Parkplätzen sollten getrennte Flächen für verschiedene Fahrzeugarten besonders dann vorgesehen werden, wenn man erreichen will, dass lautere Fahrzeugarten nicht unmittelbar neben baulicher Nutzung mit hoher Erwartung an den Lärmschutz parken. Außerdem lassen sich dadurch die Immissionsanteile der einzelnen Fahrzeugarten getrennt darstellen, was unter Umständen erwünscht sein kann. Ein Beispiel dafür sind Lkw-Parkplätze, auf denen auch Lkw mit Kühlaggregaten abgestellt werden. Aufgrund der hohen Schallemissionen dieser Aggregate³⁴), die oft die ganze Nacht hindurch laufen, sollten z.B. bei Lkw-Betriebshöfen spezielle Stellplätze für Lkw mit Kühlaggregaten ausgewiesen werden, die möglichst weit von der Wohnbebauung abgerückt oder hinter abschirmenden Gebäuden oder Schallschutzwänden angeordnet werden.

11.3 Schallschutzmaßnahmen

Als Schallschutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik (vgl. auch § 3 Abs. 6 BImSchG) kommen bei Parkplätzen grundsätzlich alle allgemein üblichen Vorkehrungen zum Schallschutz in Frage. Insbesondere sind dies hier Umplanungen, Verlegung (vor allem der Zufahrt), Abschirmungen (z.B. Wälle und Wände, Nutzbauten), Betriebszeitbeschränkungen (insbesondere auf den immissionsträchtigen Bereichen), stationäre gekapselte (statt mobiler) Kompressoren für Pressluft und elektrische Anschlüsse für Kühlaggregate bei LKW-Parkplätzen. Mit den hier aufgezählten Schallschutzmaßnahmen werden meist gleichzeitig Immissionsbelastungen durch Luftverunreinigungen verringert.

Durch Wälle und Wände können insbesondere die Stellplätze am Rande des Parkplatzes abgeschirmt werden. Für größere Parkplätze, die ausgedehnte Flächenschallquellen darstellen, bewirken allerdings Wälle und Wände insgesamt meist keine ausreichende Gesamtpegelminderung.

Zufahrtsrampen von Tiefgaragen, auf denen in der Regel in niedrigen Gängen hochtourig gefahren wird, sind aus Gründen des Schallschutzes grundsätzlich einzuhausen. Sie werden dadurch nicht nur bedeutend leiser, sondern auch wintersicher. Die Zufahrtsrampen sind möglichst nicht gegenüber von schutzbedürftigen Gebäuden (Immissionsorten) anzuordnen. Lässt sich das nicht vermeiden, soll die Einhausung der Rampen, d.h. der Wände und der Decke, auf der Innenseite hochabsorbierend verkleidet werden.

Zufahrtsrampen von Tiefgaragen sind grundsätzlich einzuhausen.

12 Anhang

- Anhang 1: Abkürzungsverzeichnis
- Anhang 2: Beispiel für die schalltechnische Berechnung eines Parkplatzes
- Anhang 3: Beispiel für die schalltechnische Berechnung einer Tiefgaragenzufahrt
- Anhang 4: Beispiel für die schalltechnische Berechnung eines Parkhauses
- Anhang 5: Messergebnisse bei Omnibussen, Teilvorgänge bei Parkbewegungen
- Anhang 6: Messergebnisse der Ein- und Ausfahrten von Pkw an den untersuchten Tiefgaragenrampen
- Anhang 7: Messergebnisse an den untersuchten Parkhäusern bei simulierten Parkvorgängen
- Anhang 8: Anmerkungen
- Anhang 9: Gesetze, Regelwerke, Literatur

Anhang 1: Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Abschn.	Abschnitt
AllMBl	Allgem. Ministerialblatt der Bayer. Staatsregierung
B	Bezugsgröße (Anzahl der Stellplätze, Netto-Verkaufsfläche, Netto-Gastraumfläche, Anzahl der Betten)
B_0	Einheit der Bezugsgröße (1 Stellplatz, 1 m ² Netto-Verkaufsfläche, 1 m ² Netto-Gastraumfläche, 1 Bett)
Bek.	Bekanntmachung
BGBI	Bundesgesetzblatt
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
GE	Gewerbegebiet
GI	Industriegebiet
IP	Immissionspunkt
K_D	Schallanteil, der von durchfahrenden Kfz verursacht wird
k.A.	keine Angabe
Kap.	Kapitel
Kfz	Kraftfahrzeug
K_I	Zuschlag für die Prognoseberechnung des Taktmaximalpegelverfahrens; er ist sowohl beim zusammengefassten wie beim getrennten Berechnungsverfahren anzusetzen.
K_I^*	ohne Berücksichtigung von Parksuchverkehr messtechnisch ermittelter Zuschlag für das Taktmaximalpegelverfahren; er ist nicht für die Prognoseberechnung anzusetzen.
K_{PA}	Zuschlag für die Parkplatzart
K_{StrO}	Zuschlag für unterschiedliche Fahrbahnoberflächen (beim zusammengefassten Berechnungsverfahren)
K_{StrO}^*	Zuschlag für unterschiedliche Fahrbahnoberflächen (nur auf die Teilemission der Fahrgassen beim getrennten Berechnungsverfahren anstelle von D_{StrO} in Formel (6) der RLS-90 [5])
L_{AFeq}	A-bewerteter Mittelungspegel, Zeitbewertung „Fast“
$L_{AFeq,1h}$	A-bewerteter Mittelungspegel je Stunde, Zeitbewertung „Fast“
L_{AFmax}	A-bewerteter Maximalpegel, Zeitbewertung „Fast“

L_{AFTeq}	A-bewerteter Mittelungspegel nach dem Taktmaximalpegel-Verfahren, Zeitbewertung „Fast“
$L_{AFTeq,1h}$	A-bewerteter Mittelungspegel je Stunde nach dem Taktmaximalpegel-Verfahren, Zeitbewertung „Fast“
L_{Weq}	Mittlerer Schalleistungspegel für eine Parkbewegung je Stunde
L_{WTeq}	Mittlerer Schalleistungspegel für eine Parkbewegung je Stunde nach dem Taktmaximalpegel-Verfahren
$L_{W'}$	Längenbezogener Schalleistungspegel
$L_{W''}$	Flächenbezogener Schalleistungspegel
L_{W0}	Ausgangsschalleistungspegel für eine Bewegung pro h auf einem P+R-Parkplatz
LfU	Bayer. Landesamt für Umwelt
Lkw	Lastkraftwagen
MABI	Ministerialamtsblatt des Bayer. Staatsministeriums des Innern
MI	Mischgebiet
MP	Messpunkt
N	Fahrzeugbewegungen je Einheit der Bezugsgröße und Stunde
Pkw	Personenkraftwagen
P+R-Platz	Park-and-Ride-Platz (Bahnhofsparkplatz)
RLS-90	Richtlinien für den Lärmschutz an den Straßen, Ausgabe 1990
S	Fläche
s.	siehe
SO	Sondergebiet
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungsordnung
Tab.	Tabelle
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TG	Tiefgarage
vgl.	vergleiche
WA	Allgemeines Wohngebiet
WR	Reines Wohngebiet

Anhang 2: Beispiel für die schalltechnische Berechnung eines Parkplatzes

Es soll die Schallimmission an einem Wohnhaus berechnet werden, die von einem Firmenparkplatz mit 53 Stellplätzen herrührt (Lageplan Abb. 38). In Tabelle 33 sind keine Zählergebnisse für die Bewegungshäufigkeiten auf Firmenparkplätzen angegeben. Daher muss eine sinnvolle Annahme getroffen werden. Da in der Regel die Angestellten einer Firma ähnlich einem P+R-Platz am Morgen mit dem Auto ankommen und am Abend wieder abfahren, wird auch die Bewegungshäufigkeit einem P+R-Platz vergleichbar sein. Wir setzen somit die Werte N für P+R-Plätze zur Berechnung der Schallemission an. Da die einzelnen Vorgänge auf dem Parkplatz wegen der gleichen durchschnittlichen Zahl der Insassen pro Fahrzeug denen eines P+R-Platzes entsprechen, werden auch für die Zuschläge K_{PA} und K_I die Werte von P+R-Plätzen übernommen. Die Berechnung mit dem Rechenprogramm CadnaA Version 3.6.117 wird beispielhaft für den Tag (6–22 Uhr) und für ein Wohnhaus im Allgemeinen Wohngebiet durchgeführt; zusätzlich werden die Maximalpegel bei kurzzeitigen Geräuschspitzen ermittelt.

In der Regel wird man die Berechnung insbesondere der Schallimmissionen mit einem

Computerprogramm durchführen. Unter Umständen ist der Parkplatz zunächst per Hand in Teilflächen mit unterschiedlicher Bewegungshäufigkeit aufzuteilen. Die weitere Aufteilung des Parkplatzes in Teilflächen, die so klein sind, dass sie das Punktschallquellenkriterium erfüllen, wird dagegen vom Programm automatisch durchgeführt werden.

Da unser Parkplatz nur 53 Stellplätze hat und die Angestellten i.d.R. ihre reservierten Stellplätze haben, nehmen wir vereinfachend für alle Gebiete des Parkplatzes die gleiche Bewegungshäufigkeit an. Somit kann die Einteilung des Parkplatzes in Teilflächen automatisch per Computer erfolgen, da bei der Aufteilung des Parkplatzes in Teilflächen nur die Punktschallquellenbedingung zu berücksichtigen ist.

Bei einer Berechnung nach dem im Abschn. 8.2.1 beschriebenen Berechnungsverfahren entfällt die Festlegung der Fahrbewegungen auf den Fahrgassen. Ersatzweise wird hierfür ein von der Anzahl der Stellplätze abhängiger Zuschlag K_D auf den für die eigentlichen Parkvorgänge ermittelten Schallleistungspegel vorgenommen.

A 2.1 – Berechnung der Geräuschemissionen

Der betrachtete Parkplatz weist insgesamt 53 Stellplätze auf. Der flächenbezogene Schallleistungspegel aus den Parkvorgängen auf dem Firmenparkplatz beträgt gemäß Formel 11 a:

$$L_{W''} = L_{W0} + K_{PA} + K_I + K_D + K_{StrO} + 10 \cdot \lg(B \cdot N) - 10 \cdot \lg(S/1m^2) \text{ [dB(A)]}$$

mit:

$L_{W''}$ = flächenbezogener Schallleistungspegel;

L_{W0} = Schallleistungspegel für eine Bewegung/h bei P+R-Plätzen = 63 dB(A);

K_{PA} = Zuschlag für die Parkplatzart, bei P+R-Plätzen = 0 dB(A) (s. Tabelle 34);

K_I = Zuschlag für die Impulshaltigkeit, bei P+R-Plätzen = 4 dB(A) (s. Tabelle 34);

K_D = Zuschlag für den Durchfahr- und Parksuchverkehr in den Fahrgassen;
= $2,5 \cdot \lg(f \cdot B - 9)$ [dB(A)];

K_{StrO} = Zuschlag für unterschiedliche Fahrbahnoberflächen, im Beispiel 0 dB(A);

B = Bezugsgröße, im Beispiel = 53;

f = Stellplätze / Einheit der Bezugsgröße; hier: $f = 1$;

N = Bewegungshäufigkeit, bei P+R-Plätzen am Tag (6–22 Uhr) = 0,30 (s. Tabelle 33);

S = Größe des Parkplatzes (Stellflächen einschließlich Fahrgassen) in m^2 .

Für den Firmenparkplatz in unserem Beispiel ergibt sich somit folgender Schallleistungspegel L_W aus den Parkvorgängen (Formel 9):

$$\begin{aligned} L_W &= L_{W''} + 10 \cdot \lg(S/1m^2) \text{ [dB(A)]} \\ &= L_{W0} + K_{PA} + K_I + K_D + 10 \cdot \lg(B \cdot N) \text{ [dB(A)]} \\ &= 63 + 0 + 4 + 2,5 \cdot \lg(53 - 9) + 10 \cdot \lg(53 \cdot 0,3) \text{ [dB(A)]} \\ &= 67 + 2,5 \cdot \lg 44 + 10 \cdot \lg 15,9 \text{ [dB(A)]} = 83,1 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

A 2.2 – Berechnung der Geräuschimmissionen

Der im Abschn. A 2.1 berechnete Schallleistungspegel für den gesamten nur an Werktagen genutzten Firmenparkplatz wird gleichmäßig über die gesamte Parkplatzfläche in

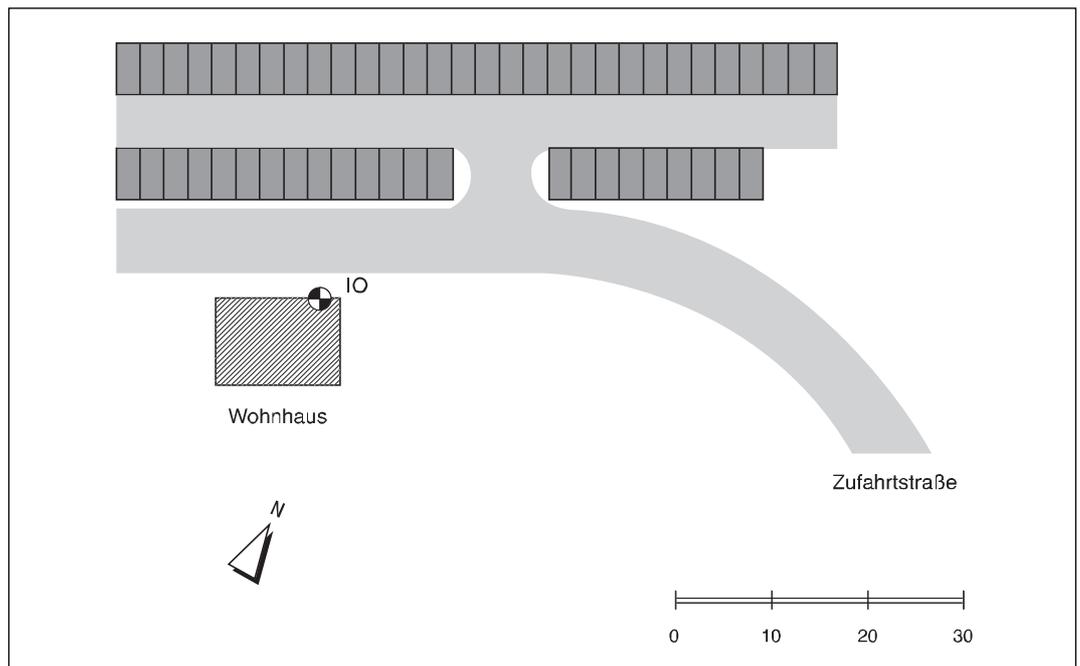


Abb. 38:
Lageplan zum Berechnungsbeispiel für einen Firmenparkplatz mit 53 Stellplätzen

einer Höhe von 0,5 m über Gelände angenommen. Die Berechnung der Schallausbreitung und der Geräuschimmissionen an dem auf der dem Parkplatz zugewandten Seite des Wohnhauses liegenden Immissionsort erfolgt gemäß Anhang zur TA Lärm nach der Richtlinie DIN ISO9613-2.

Da das Wohnhaus als zweigeschossiges Gebäude in einem Allgemeinen Wohngebiet liegt, erfolgt bei der Ermittlung der Beurteilungspegel für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (gemäß Pkt. 6.5 der TA Lärm an Werktagen die Zeiträume von 6.00 bis 7.00 Uhr und von 20.00 bis 22.00 Uhr) ein Zuschlag in Höhe von 6 dB(A). Bezogen auf den insgesamt 16-stündigen Beurteilungszeitraum ergibt sich daraus ein Zuschlag in Höhe von 1,9 dB(A), wobei angenommen wurde, dass die Zahl der Bewegungen in diesen Stunden etwa dem Mittelwert der Tagesstunden entspricht.

Die Ermittlung des Beurteilungspegel L_r aus dem einzigen Emittenten, nämlich der gesamten mit einem Zuschlag für den Fahrverkehr versehenen Parkplatzfläche erfolgt nach den Gleichungen (3) und (4) der DIN ISO 9613-2 unter Vereinfachung auf A-bewertete Gesamtpegel nach:

$$L_r = L_W + D_C - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{bar} - A_{misc} - C_{met}$$

mit:

- L_W = Schalleistungspegel der Punktschallquelle, die die Parkplatzfläche charakterisiert;
- D_C = Richtwirkungskorrektur; bei in den Halbraum abstrahlenden Schallquellen = 3;
- A_{div} = Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung;
- A_{atm} = Dämpfung aufgrund von Luftabsorption;
- A_{gr} = Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts;
- A_{bar} = Dämpfung aufgrund von Abschirmung durch Schallhindernisse;
- A_{misc} = Dämpfung aufgrund anderer Effekte (Bewuchs, Industriegelände, Bebauung);
- C_{met} = Meteorologische Korrektur zur Beschreibung verschiedener Witterungsbedingungen.

In unserem Beispiel des Firmenparkplatzes liefern die meteorologische Korrektur ebenso wie die Dämpfungsterme aufgrund von Abschirmung und anderer Effekte wegen der dem Beispiel zugrunde liegenden besonderen topografischen Verhältnisse keine Beiträge. Bei der Parkplatzfläche ergibt sich als Richtwirkungskorrektur ein Zuschlag für die Bodenreflexion in Höhe von 3 dB(A), da die Schallquelle nur in den oberen Halbraum abstrahlen kann. Bei der Ermittlung des Beurteilungspegels wird außerdem ein resultierender Zuschlag für die Zeiten mit erhöhter Störwirkung berücksichtigt.

Man erhält dann am Immissionsort für das Erdgeschoss einen Beurteilungspegel von 48,3 dB(A) und für das Obergeschoss von 48,1 dB(A), so dass der Immissionsrichtwert der TA Lärm für Allgemeine Wohngebiete von 55 dB(A) deutlich unterschritten wird.

A 2.3 – Berechnung des Maximalpegels bei kurzzeitigen Geräuschspitzen

Zur Berechnung der auftretenden Maximalpegel bei kurzzeitigen Geräuschspitzen ist der nächstgelegene Stellplatz heranzuziehen, dessen Rand in unserem Beispiel 11 m vom Wohngebäude entfernt liegt. Da das Zuschlagen der Türen beim Parken von Pkw die lautesten Geräuschspitzen liefert (s. Tabelle 35), beträgt die maßgebliche Entfernung zwischen dem Immissionsort und der relevanten Geräuschquelle etwa 13 m. Unter Zugrundelegen des in der Tabelle 35 für das Türeenschlagen angegebenen Maximalpegel in 7,5 m Entfernung errechnet sich der maximale Schallleistungspegel wie folgt:

$$L_{W,max} = L_{max}^{(7,5m)} + 25,5 \text{ dB(A)} = 72 \text{ dB(A)} + 25,5 \text{ dB(A)} = 97,5 \text{ dB(A)}.$$

Daraus lässt sich nur unter Berücksichtigung der Dämpfung aufgrund der geometrischen Ausbreitung bezogen auf den Abstand von 13 m der am Immissionsort eintreffende maximale Immissionspegel wie folgt berechnen:

$$L_{r,max} = L_{W,max} - A_{div} + D_C = 97,5 \text{ dB(A)} - 33,3 + 3 \text{ dB(A)} = 67,2 \text{ dB(A)}.$$

Somit wird der Tag-Immissionsrichtwert von 55 dB(A) in Allgemeinen Wohngebieten durch einzelne Geräuschspitzen zwar um 12,2 dB(A) überschritten. Gemäß Pkt. 6.1 der TA Lärm dürfen aber tagsüber einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen den Immissionsrichtwert um bis zu 30 dB(A) überschreiten, so dass auch das Maximalpegelkriterium der TA Lärm deutlich eingehalten wird.

Anhang 3: Beispiel für die schalltechnische Berechnung einer Tiefgaragenzufahrt

In diesem Berechnungsbeispiel wird das im Abschn. 8.3 vorgeschlagene Berechnungsverfahren für Tiefgaragenrampen angewendet. Es soll dabei die Schallimmission an zwei Wohnhäusern berechnet werden, die sich im Nahbereich einer zunächst offenen Tiefgaragenzufahrt befinden, wobei ein Immissionsort in geringem Abstand neben der Tiefgarage und der andere Immissionsort der Zufahrt direkt gegenüber liegt (Lageplan Abb. 39).

- Den Berechnungen werden folgende Annahmen zugrunde gelegt:
- 20 Fahrzeugbewegungen (je 10 Ein- und Ausfahrten) von Pkw $\leq 2,8$ t je Stunde.
 - Die Fahrgeschwindigkeit soll auf der Rampe und der Zufahrt ≤ 30 km/h betragen.
 - Rampenneigung von 13 % auf einer Länge von ca. 17 m.
 - Die Rampenzufahrt befindet sich auf dem Privatgrundstück. Das heißt: Die horizontale Zufahrt von der öffentlichen Straße zur Tiefgaragenrampe ist eine Privatstraße, und die Teilbeurteilungspegel aus dem Verkehr auf dieser Straße sind dem Anlagenlärm zuzurechnen. Würde der Verkehr von der Tiefgarage in eine öffentliche Straße münden, wäre die Regelung der TA Lärm (Abschn. 7.4, 2. Absatz) anzuwenden.
 - Rampe und Rampenzufahrt sind gepflastert, so dass ein Zuschlag für die Fahrbahnoberfläche gemäß Tabelle 4 der RLS-90 in Höhe von 3 dB(A) für eine Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h vergeben wird.
 - Es sollen keine signifikanten Reflexionen an den niedrigen Rampenwänden auftreten.
 - Regenrinne unmittelbar vor der Garageneinfahrt, Ausbildung der Abdeckung nicht auf dem Stand der Lärminderungstechnik.
 - Das Garagentor erzeugt kurzzeitige impulshaltige Geräusche beim Öffnen und Schließen.

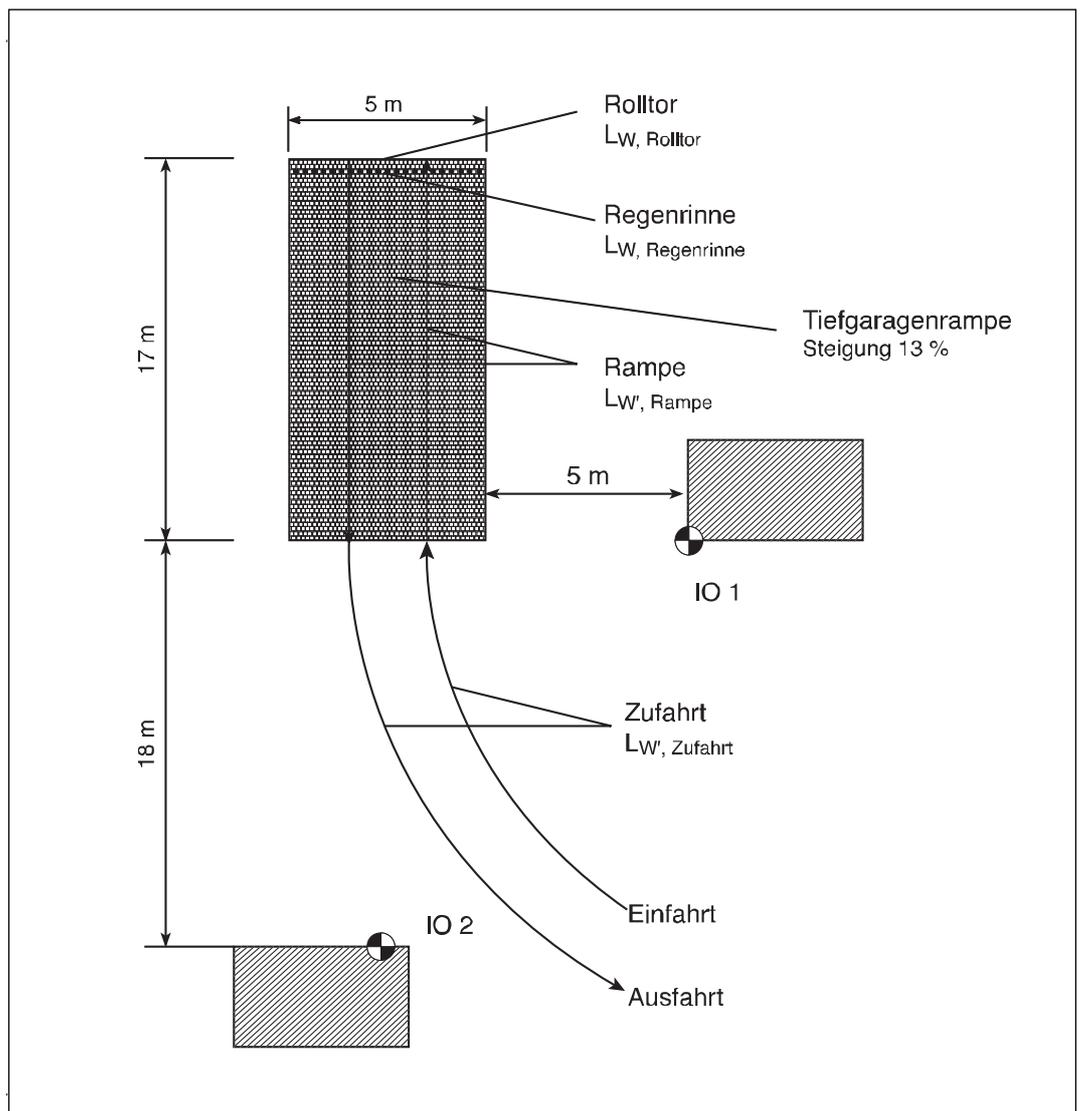


Abb. 39:
Lageplan zum Berechnungsbeispiel für eine offene Tiefgaragenrampe

In der Berechnung wird ferner die Lage der Wohnhäuser beispielhaft in einem Allgemeinen Wohngebiet (Immissionsrichtwert tags 55 dB(A), nachts 40 dB(A)) sowie der Betrieb der Tiefgarage nur am Tag (6.00 bis 22.00 Uhr) angenommen; zusätzlich werden die Maximalpegel bei kurzzeitigen Geräuschspitzen ermittelt.

Die Berechnung insbesondere der Emissionsmittlungspegel auf den Fahrwegen und der Schallimmissionen wird i.d.R. wiederum mit einem Computerprogramm durchgeführt, im Beispiel mit dem Programm SoundPlan 5.6. Bei den Fahrwegen wird dabei zwischen den Abschnitten auf und vor der Rampe unterschieden.

Die Schalleistungspegel für die kurzzeitigen Geräuschspitzen, die beim Überfahren der Regenrinne sowie beim Öffnen und Schließen des Garagentors entstehen können, werden entsprechend den im Abschn. 8.3 dafür angegebenen Grundwerten ermittelt.

A 3.1 – Berechnung für die offene Rampe

A 3.1.1 – Berechnung der Geräuschemissionen der offenen Rampe

A 3.1.1.1 – Fahrverkehr auf der Rampe

Der Emissionsmittlungspegel für beide Fahrwege (Ein- und Ausfahrt) auf der Rampe lässt sich gemäß Gleichung (6) der RLS-90 wie folgt berechnen:

$$L_{m,E} = L_m^{(25)} + D_v + D_{StrO} + D_{Stg} + D_E$$

[dB(A)]

mit:

$L_m^{(25)}$ = Mittelungspegel für eine Geschwindigkeit von 100 km/h

$$= 37,3 + 10 \cdot \lg(n) \text{ [dB(A)]}$$

$$= 37,3 + 10 \cdot \lg(10) \text{ [dB(A)]} = 47,3 \text{ dB(A)} \text{ (für } n = 10 \text{ Pkw/h);}$$

D_v = Korrektur für die zulässige Höchstgeschwindigkeit, bei 30 km/h

$$\Rightarrow D_v = -8,8 \text{ dB(A);}$$

D_{StrO} = Korrektur für unterschiedliche Straßenoberfläche, bei sonstigem Pflaster und

$$v \leq 30 \text{ km/h} \Rightarrow D_{StrO} = 3 \text{ dB(A);}$$

D_{Stg} = Korrektur für Steigungen oder Gefälle, bei 13 % $\Rightarrow D_{Stg} = 4,8 \text{ dB(A);}$

D_E = Korrektur bei Spiegelschallquellen, hier nicht zu berücksichtigen.

Für die Einfahrt oder die Ausfahrt im Rampenbereich ergibt sich somit folgender Emissionsmittlungspegel:

$$L_{m,E} = 47,3 \text{ dB(A)} - 8,8 \text{ dB(A)} + 3,0 \text{ dB(A)} + 4,8 \text{ dB(A)} = 46,3 \text{ dB(A)}.$$

Der längenbezogene Schalleistungspegel $L_{W',1h}$ für die Ein- oder Ausfahrt ergibt sich unter Berücksichtigung eines Umrechnungssummanden von 19 dB(A) (s. Abschn. 7.2.2, Formel (4)) zu:

$$L_{W',1h} = L_{m,E} + 19 \text{ [dB(A)]} = 46,3 + 19 \text{ [dB(A)]} = 65,3 \text{ dB(A)}.$$

A 3.1.1.2 – Fahrverkehr vor der Rampe

Im Bereich der ebenen Aus- und Einfahrtswege vor dem Rampenbereich entfällt gegenüber der Berechnung im Abschn. A 3.1.1.1 der Korrekturterm für Steigungen und Gefälle. Der Emissionsmittelungspegel für die Ein- oder Ausfahrt beträgt somit:

$$L_{m,E} = 47,3 \text{ dB(A)} - 8,8 \text{ dB(A)} + 3,0 \text{ dB(A)} = 41,5 \text{ dB(A)}.$$

Entsprechend ergibt sich für den längenbezogenen Schallleistungspegel $L_{W',1h}$:

$$L_{W',1h} = L_{m,E} + 19 \text{ dB(A)} = 41,5 \text{ dB(A)} + 19 \text{ dB(A)} = 60,5 \text{ dB(A)}.$$

A 3.1.1.3 – Überfahren der Regenrinne

Am Fuß der Zufahrtsrampe befindet sich unmittelbar vor der Garage eine Regenrinne, die beim Überfahren durch die Pkw kurzzeitige störende Geräuschspitzen emittiert. Entsprechend Abschn. 8.3.3 kann bei offenen Zufahrtsrampen für die Überfahrten eine Punktschallquelle in der Mitte der Regenrinne mit einem Schallleistungspegel $L_{W\text{Teq},1h}$ von 72 dB(A) für eine Rinnenüberfahrt pro Stunde angenommen werden. Bei 20 Überfahrten pro Stunde ergibt sich somit ein Schallleistungspegel L_W von:

$$L_W = L_{W\text{Teq},1h} + 10 \cdot \lg 20 \text{ [dB(A)]} = 72 \text{ dB(A)} + 13 \text{ dB(A)} = 85 \text{ dB(A)}.$$

A 3.1.1.4 – Öffnen des Garagentores

An der Garage in unserem Berechnungsbeispiel soll außerdem ein Garagenrolltor vorhanden sein, das beim Öffnen und Schließen ebenfalls kurzzeitige störende Geräuschspitzen emittiert. Entsprechend Abschn. 8.3.4 kann dafür eine Punktschallquelle in der Mitte des Garagentores mit einem Schallleistungspegel $L_{W\text{Teq},1h}$ von 69 dB(A) angenommen werden. Aus den angenommenen 20 Ein- oder Ausfahrten pro Stunde ergeben sich unter der oberen Abschätzung, dass jede Fahrbewegung separat stattfindet, somit insgesamt 40 Öffnungs- oder Schließbewegungen des Rolltores und daraus ein Schallleistungspegel L_W von:

$$L_W = L_{W\text{Teq},1h} + 10 \cdot \lg 40 \text{ [dB(A)]} = 69 \text{ dB(A)} + 16 \text{ dB(A)} = 85 \text{ dB(A)}.$$

A 3.1.2 – Berechnung der Geräuschimmissionen der offenen Rampe

Die vier Teilstrecken der Fahrstrecke werden jeweils mit dem entsprechenden in Abschn. A 3.1.1 berechneten längenbezogenen Schallleistungspegel versehen. Zudem kommen unmittelbar vor der Garage die Punktschallquellen für das Überfahren der Regenrinne und das Öffnen und Schließen des Rolltores zum Ansatz. Die Berechnung der Schallausbreitung und der Geräuschimmissionen an den beiden in der Lageskizze dargestellten Immissionsorten der angrenzenden Wohngebäude erfolgt nach dem Anhang zur TA Lärm nach der Richtlinie DIN ISO 9613-2.

Analog zum Beispiel des Firmenparkplatzes im Anhang 2 erfolgt bei der Ermittlung der

Beurteilungspegel für den Tagzeitraum mit erhöhtem Ruhebedürfnis (gemäß Abschn. 6.5 der TA Lärm sind dies an Werktagen die Zeiträume von 6.00 bis 7.00 Uhr und von 20.00 bis 22.00 Uhr) ein Zuschlag in Höhe von 6 dB(A), der bezogen auf den insgesamt 16-stündigen Beurteilungszeitraum einen Zuschlag in Höhe von ca. 1,9 dB(A) bewirkt.

Auf die ausführliche Darstellung der Ermittlung der Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$ aus den sechs Emittenten (je zwei Fahrwege vor und auf der Rampe, Regenrinne, Garagenrolltor) sei hier verzichtet, da diese analog zum Beispiel des Firmenparkplatzes erfolgt und von modernen schalltechnischen Berechnungsprogrammen automatisch ausgeführt wird.

Im Hinblick auf mögliche Maßnahmen zur Minderung der Geräuschimmissionen sind jedoch die durch die einzelnen Emittenten hervorgerufenen Teilbeurteilungspegel von Belang. Eine sinnvolle Vorgehensweise bei der Planung von Schallschutzmaßnahmen besteht darin, zunächst an dem Emittenten, der die höchsten Teilbeurteilungspegel hervorruft, Maßnahmen zur Pegelminderung vorzusehen. Falls dies noch nicht ausreichen sollte, besteht der nächste Schritt in der Minderung des zweitlautesten Emittenten usw.

Es ergeben sich dabei für die beiden mit jeweils zwei Hauptgeschossen angenommenen Wohngebäude (IO 1: Nachbargebäude seitlich neben der Tiefgaragenrampe; IO 2: in Verlängerung der Rampe liegendes Gebäude) die in Tabelle 38 aufgeführten Teilbeurteilungspegel aus den einzelnen Emittenten und Gesamtbeurteilungspegel.

Immissionsort		Teilbeurteilungspegel aus ... [dB(A)]			Gesamtbeurteilungspegel [dB(A)]
IO Nr.	Geschoss	Fahrweg	Regenrinne	Rolltor	
1	EG	54,9	53,3	53,1	58,6
	OG	53,9	52,9	52,7	58,0
2	EG	51,6	47,3	47,9	54,2
	OG	51,0	49,3	49,6	54,8

Tab. 38:
Teil- und Gesamtbeurteilungspegel zum Berechnungsbeispiel für eine offene Tiefgaragenrampe

Die ermittelten Beurteilungspegel zeigen, dass am der Tiefgaragenzufahrt benachbarten Wohngebäude der Immissionsrichtwert der TA Lärm für Allgemeine Wohngebiete von 55 dB(A) um bis zu 3,6 dB(A) überschritten wird, während am der Zufahrt gegenüber liegenden Wohnhaus dieser Richtwert eingehalten werden kann.

Um die Schallsituation zumindest am Immissionsort 1 zu verbessern, bietet sich bei der Zufahrt zur Tiefgarage als aktive Schallschutzmaßnahme sinnvollerweise die Einhausung des Rampenbereichs an, da hierdurch insbesondere die Teilbeurteilungspegel aus dem Fahrweg und der unten am Eingang der Tiefgarage verbleibenden nicht lärmarmen Regenrinne reduziert werden können.

A 3.1.3 – Berechnung des Maximalpegels bei kurzzeitigen Geräuschspitzen

Zur Berechnung der auftretenden Maximalpegel bei kurzzeitigen Geräuschspitzen sind einerseits die im Abschn. 8.3 für die offene Rampe, das Überfahren der Regenrinne und das Öffnen des Garagentores genannten Spitzenschalleistungspegel heranzuziehen:

Fahrweg im Rampenbereich:	94 dB(A);
Überfahren der Regenrinne bei offener Rampe:	101 dB(A);
Öffnen des Garagentores:	97 dB(A)

Da die Geräuschspitzen aus dem Überfahren der Regenrinne und dem Öffnen des Garagentores praktisch an der gleichen Position emittiert werden, ist für die Spitzenpegelbeurteilung nur das lautere Geräusch interessant. Für die Fahrbewegungen vor der Rampe (Privatstraße) errechnet sich unter Zugrundelegen der beschleunigten Vorbeifahrt als relevante Geräuschquelle der maximale Schallleistungspegel (s. Tabelle 35) wie folgt:

$$L_{Wmax} = L_{max}^{(7,5m)} + 25,5 \text{ dB(A)} = 67 \text{ dB(A)} + 25,5 \text{ dB(A)} = 92,5 \text{ dB(A)}.$$

Die geringsten Abstände zu den Fahrwegen bzw. der Regenrinne betragen:

Benachbartes Gebäude (IO 1):

6 m zum Fahrweg; 10 m zur Regenrinne;

Gegenüber liegendes Gebäude (IO 2):

4 m zum Fahrweg; 34 m zur Regenrinne.

Unter Berücksichtigung ausschließlich der Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung ergibt sich daraus nach DIN ISO 9613-2 für den Fahrweg auf der Rampe bezüglich IO 1:

$$L_{r,max} = L_{W,max} - A_{div} + D_C = 94 \text{ dB(A)} - 26,6 + 3 \text{ dB(A)} = 70,4 \text{ dB(A)}.$$

Analog folgt am IO 1 hinsichtlich der beim Überfahren der Regenrinne auftretenden Geräuschspitzen ein Pegel von:

$$L_{r,max} = L_{W,max} - A_{div} + D_C = 101 \text{ dB(A)} - 31,0 + 3 \text{ dB(A)} = 73,0 \text{ dB(A)}.$$

Am IO 2 ergibt die Berechnung folgende Spitzenimmissionspegel:

Hinsichtlich des Fahrwegs (ebener Bereich): 74,0 dB(A);

Hinsichtlich der Regenrinne: 62,4 dB(A).

Somit wird in allen Fällen der Tag-Immissionsrichtwert (55 dB(A)) in Allgemeinen Wohngebieten durch einzelne Geräuschspitzen nur um bis zu 19,0 dB(A) überschritten. Gemäß Pkt. 6.1 der TA Lärm dürfen tagsüber einzelne Geräuschspitzen den Immissionsrichtwert jedoch um bis zu 30 dB(A) überschreiten, so dass bereits bei der offenen Rampe das Maximalpegelkriterium der TA Lärm eingehalten wird. Würde die Tiefgaragenausfahrt auch nachts befahren, so wäre es nicht eingehalten, da nachts der Maximalpegel um nicht mehr als 20 dB(A) über dem Immissionsrichtwert für die Nacht (hier: 40 dB(A)) liegen darf.

A 3.2 – Berechnung der eingehausten Rampe

A 3.2.1 – Berechnung der Geräuschemissionen bei eingehauster Rampe

A 3.2.1.1 – Fahrverkehr auf der eingehausten Rampe

Um die Geräuschimmissionen insbesondere beim direkt angrenzenden Wohngebäude (IO 1) zu vermindern, soll der gesamte Rampenbereich der Zufahrt zur Tiefgarage einge-

haust werden (Lageplan Abb. 40). Entsprechend Abschn. 8.3.2 beträgt der flächenbezogene Schalleistungspegel $L_{W'',1h}$ auf der Öffnung der Einhausung bei einer Fahrbewegung pro Stunde auf der Rampe 50 dB(A)/m².

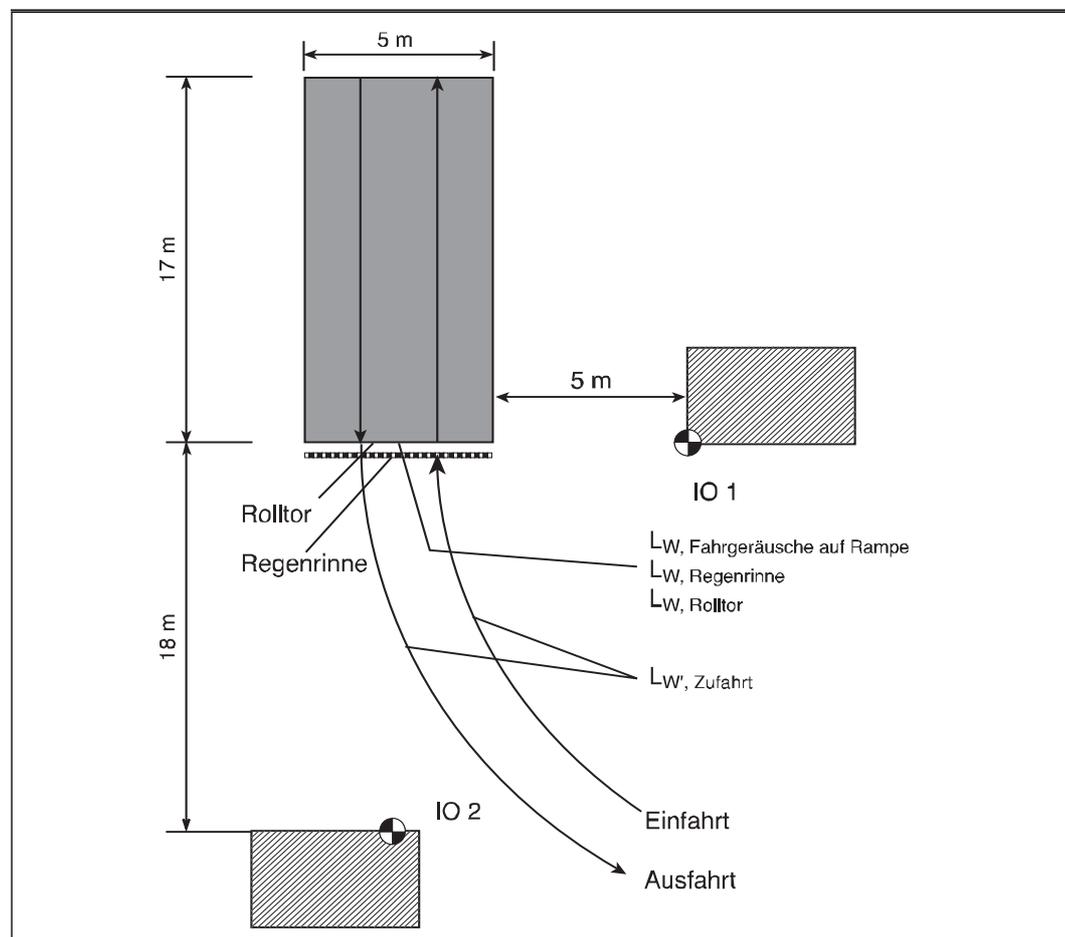


Abb. 40:
Lageplan zum Berechnungsbeispiel für eine eingebaute Tiefgaragenrampe

Hierbei ist insbesondere die Richtcharakteristik der Schallabstrahlung zu beachten, da die eingebaute Zufahrtsrampe gewissermaßen wie ein Schalltrichter wirkt. So wurden in Verlängerung der Rampe um 8 dB(A) höhere Werte gemessen als neben der Rampe (vgl. Abschn. 7.2.3). Für das an die Tiefgaragenzufahrt angrenzende Wohngebäude beträgt somit der flächenbezogene Schalleistungspegel $L_{W'',1h}$ bei einer Fahrbewegung pro Stunde auf der Rampe nur 42 dB(A)/m².

In unserem Beispiel sollen nach wie vor stündlich jeweils 10 Fahrzeuge in die Garage ein- und 10 Fahrzeuge aus der Garage ausfahren. Die für die beiden Immissionsorte daraus resultierenden flächenbezogenen Schalleistungspegel erhöhen sich entsprechend der Anzahl der Ein- und Ausfahrten durch Addition des Terms:

$$10 \cdot \lg 20 = +13 \text{ dB(A)/m}^2.$$

Bei Annahme einer Flächengröße der Öffnung der Einhausung von 10 m² (entspricht z.B. 2 m Höhe und 5 m Breite) ergeben sich für die Öffnung aufgrund der Fahrbewegungen auf der Rampe Schalleistungspegel L_W von:

65 dB(A) für den seitlich gelegenen IO 1;

73 dB(A) für den in Verlängerung der Rampe gelegenen IO 2.

Anmerkung:

Die Geräuschemissionen auf der Zufahrt vor der Rampe verändern sich im Vergleich zu Abschn. A 3.1.1.2 nicht.

A 3.2.1.2 – Überfahren der Regenrinne bei eingehauster Rampe

Entsprechend Abschn. 8.3.3 kann bei geschlossener Zufahrtsrampe für die Überfahrten einer oben vor der Garageneinfahrt befindlichen Regenrinne eine Punktschallquelle mit einem Schalleistungspegel $L_{WTeq,1h}$ von 63 dB(A) für eine Überfahung der Rinne pro Stunde angenommen werden. Bei 20 Überfahrten pro Stunde ergibt sich somit ein Schalleistungspegel L_W von:

$$L_W = L_{WTeq,1h} + 10 \cdot \lg(n) \text{ [dB(A)]} = 63 \text{ dB(A)} + 13 \text{ dB(A)} = 76 \text{ dB(A)}.$$

Es ist jedoch zu prüfen, ob die oben liegende Entwässerungsrinne bei zweckmäßiger Planung der Gefälleverhältnisse überhaupt erforderlich ist. Ggf. ist eine Regenrinne in lärmärmer Ausführung einzubauen.

A 3.2.1.3 – Öffnen des Garagenrolltors bei eingehauster Rampe

Das Garagenrolltor wird nach der Einhausung einer Rampe sinnvollerweise an das obere Ende der Rampe verlegt werden. Für die beim Öffnen und Schließen emittierten störenden Geräuschimpulse ändert sich somit nichts. Es wird dafür eine Punktschallquelle in der Mitte der Rampenöffnung mit einem Schalleistungspegel $L_{WTeq,1h}$ von 69 dB(A) angenommen werden. Bei insgesamt 40 Öffnungs- oder Schließbewegungen des Rolltores ergibt sich daraus analog zur offenen Rampe auf Höhe der Rampenöffnung ein Schalleistungspegel L_W von:

$$L_W = L_{WTeq,1h} + 10 \cdot \lg(n) \text{ [dB(A)]} = 69 \text{ dB(A)} + 16 \text{ dB(A)} = 85 \text{ dB(A)}.$$

A 3.2.2 – Berechnung der Geräuschimmissionen bei eingehauster Rampe

Die zwei Abschnitte der Fahrstrecke vor der Rampe werden jeweils mit dem entsprechenden im Abschn. A 3.1.1.2 berechneten längenbezogenen Schalleistungspegel versehen. Zudem kommen die Punktschallquellen für das Überfahren der Regenrinne und das Öffnen bzw. Schließen des Rolltores zum Ansatz sowie die Flächenschallquelle im Bereich des Rolltores (vgl. Abschn. 8.3.2) an der Öffnung der eingehausten Rampe. Die Berechnung der Geräuschimmissionen an den beiden Immissionsorten der angrenzenden Wohngebäude erfolgt wiederum nach der Richtlinie DIN ISO 9613-2.

Bei der eingehausten Rampe ergeben sich unter Berücksichtigung eines am oberen Ende der Rampeneinhausung angebrachten Rolltores für die beiden mit jeweils zwei Hauptgeschossen angenommenen Wohngebäude folgende Beurteilungspegel:

IO 1: Erdgeschoss:	60,4 dB(A);
Obergeschoss:	59,4 dB(A);
IO 2: Erdgeschoss:	55,8 dB(A);
Obergeschoss:	55,3 dB(A).

Die ermittelten Ergebnisse zeigen, dass aufgrund der Verlegung des lauten Rolltores näher zu den Immissionsorten hin trotz der Einhausung der Tiefgaragenzufahrt an beiden angrenzenden Wohngebäuden die Beurteilungspegel um 1 bis 2 dB(A) erhöht wurden, so dass der Immissionsrichtwert der TA Lärm für Allgemeine Wohngebiete von 55 dB(A) nunmehr an beiden Wohngebäuden überschritten wird.

Erst nach Instandsetzung oder Ersatz des Rolltores durch eine leisere Konstruktion (z.B. Sektional- oder Schwingtor) können die impulshaltigen Geräusche aus dem Garagentor weitgehend vermieden werden. Ohne Berücksichtigung der Rolltorgeräusche ergeben sich somit an den beiden Wohngebäuden folgende Beurteilungspegel:

IO 1: Erdgeschoss:	51,1 dB(A);
Obergeschoss:	50,2 dB(A);
IO 2: Erdgeschoss:	51,8 dB(A);
Obergeschoss:	50,9 dB(A).

Der Immissionsrichtwert der TA Lärm wird somit an beiden Wohngebäuden deutlich unterschritten. Gegenüber der offenen Rampe mit Rolltorgeräuschen ergibt sich eine Reduzierung der Beurteilungspegel um 7 bis 8 dB(A) am näheren Immissionsort und um 2 bis 4 dB(A) am entfernteren Immissionsort.

A 3.2.3 – Berechnung des Maximalpegels bei kurzzeitigen Geräuschspitzen

Nach der Einhausung der Tiefgaragenzufahrt stellen zusätzlich zu den Fahrwegen außerhalb des Rampenbereichs auch die Geräuschspitzen beim Öffnen und Schließen des Garagenrolltores oben am Beginn der Rampe aufgrund der Nähe zu den beiden Immissionsorten eine störende Geräuschquelle dar.

Die geringsten Abstände zur Mitte des oben befindlichen Rolltores betragen:
beim näheren Gebäude: 8 m; beim entfernteren Gebäude: 18 m.

Daraus ergeben sich ausgehend von dem im Abschn. 8.3.4 angegebenen Spitzenschallleistungspegel von 97 dB(A) folgende Immissionsspitzen an den beiden Gebäuden:

beim näheren Gebäude:

$$L_{r,max} = 97 \text{ dB(A)} - 29,1 + 3 \text{ dB(A)} = 70,9 \text{ dB(A)};$$

beim entfernteren Gebäude:

$$L_{r,max} = 97 \text{ dB(A)} - 36,1 + 3 \text{ dB(A)} = 63,9 \text{ dB(A)}.$$

Auch in diesem Fall (lautes Rolltor) ist das Maximalpegelkriterium nur am Tag eingehalten.

Anhang 4: Beispiel für die schalltechnische Berechnung eines Parkhauses

In diesem Berechnungsbeispiel soll die Schallimmission an einem Wohnhaus berechnet werden, das gegenüber einem Parkhaus liegt, dessen untere Etage geschlossen ist und dessen zwei oberen Etagen offen sind (Lageskizze Abb. 41). Die Berechnung mit dem Programm IMMI 5.3.1a folgt dabei dem im Abschn. 8.4 vorgeschlagenen Verfahren, wobei nur die beiden offenen Etagen Berücksichtigung finden, da von der geschlossenen Etage deutlich niedrigere und damit schalltechnisch zu vernachlässigende Geräuschemissionen nach außen gelangen.

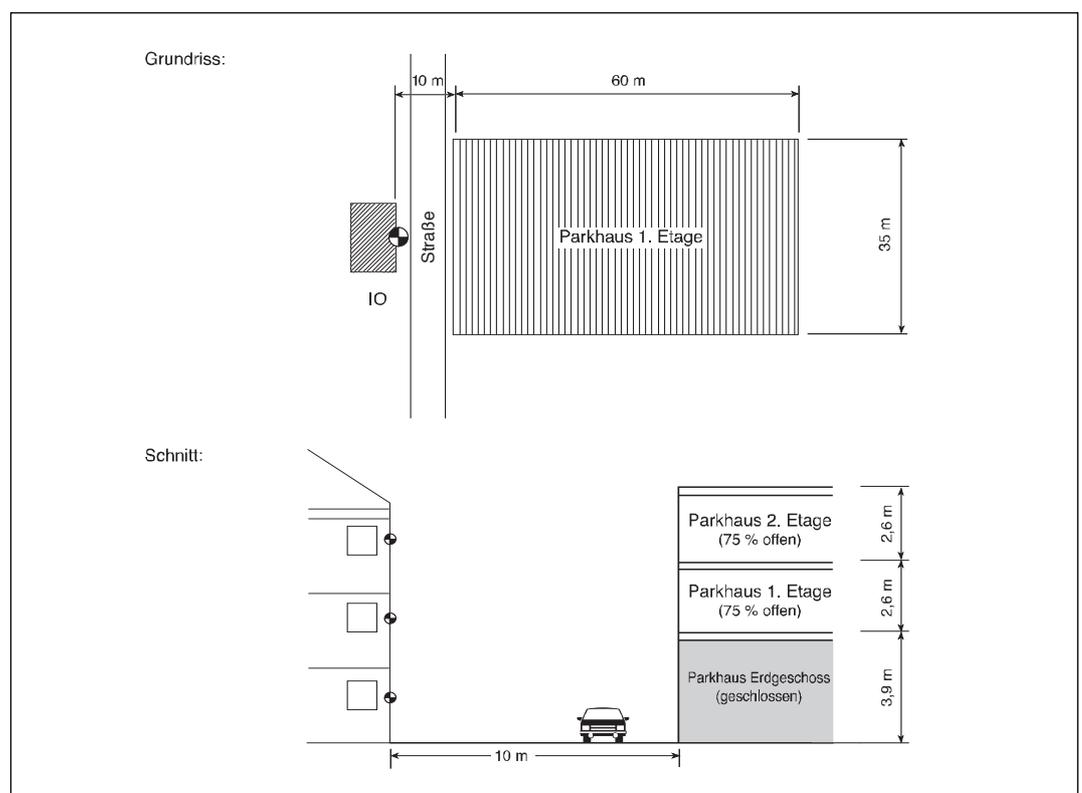


Abb. 41:
Lageplan und Schnitt
zum Berechnungsbeispiel
für ein offenes Parkhaus

Den Berechnungen werden folgende Parameter zugrunde gelegt:

- Das Parkhaus soll pro Parkdeck 100 Stellplätze aufweisen.
- Jede Parketage hat eine Größe von 60 m Breite und 35 m Tiefe.
- Die Höhe der Parketagen beträgt 2,6 m, wobei 75 % der Seitenflächen auf den beiden oberen Decks offen sein sollen.
- Decken- und Bodenflächen sowie die verbleibenden Brüstungen bestehen aus Beton (keine schallmindernden Maßnahmen vorhanden).
- Die Nutzung des Parkhauses beschränkt sich auf den Tagzeitraum (6 – 22 Uhr).
- Westlich des Parkhauses befindet sich auf der gegenüberliegenden Straßenseite ein Wohnhaus in einem Allgemeinen Wohngebiet als maßgeblicher Immissionsort.

Wie im Abschn. 8.4 ausgeführt wurde, kann die schalltechnische Prognose für Parkhäuser in folgenden vier Berechnungsschritten erfolgen:

1. Ermittlung des Schallleistungspegels der Park- und Durchfahrflächen je Parketage
2. Ermittlung des Innenschallpegels je Parketage nach der Richtlinie VDI 2571

3. Ermittlung der abgestrahlten Schalleistung nach der Richtlinie VDI 2571
4. Berechnung der Schallausbreitung gemäß DIN ISO 9613-2

Da die beiden offenen Parketagen unseres Parkhauses hinsichtlich Größe, Anzahl der Stellplätze und der baulichen Substanz identisch sind, können sich die Berechnungsschritte 1 bis 3 auf eine Parketage beschränken. Das Parkhaus ist hinsichtlich der Zuschläge für die Parkplatzart und die Impulshaltigkeit wie ein P+R-Platz zu betrachten.

A 4.1 – Ermittlung des Schalleistungspegels der Park- und Durchfahrflächen je Parketage

Zunächst ist der flächenbezogene Schalleistungspegel $L_{W''}$ einer Parketage zu bestimmen (vgl. Abschn. 8.2.1, Formel 11a):

$$L_{W''} = L_{W0} + K_{PA} + K_I + K_D + 10 \cdot \lg(B \cdot N) - 10 \cdot \lg(S / 1\text{m}^2) \text{ [dB(A)]}$$

mit

L_{W0} = Grundwert für einen Parkvorgang auf P+R-Plätzen = 63 dB(A);

K_{PA} = Zuschlag für die Parkplatzart, bei P+R-Plätzen = 0 dB(A) (siehe Tabelle 34);

K_I = Zuschlag für die Impulshaltigkeit, bei P+R-Plätzen = 4 dB(A) (siehe Tabelle 34);

K_D = Zuschlag für die Fahrgassen

$$= 2,5 \cdot \lg(f \cdot B - 9) \text{ [dB(A)];}$$

B = Bezugsgröße = Anzahl der Stellplätze auf einem Parkdeck = 100;

f = Stellplätze / Einheit der Bezugsgröße;

hier: $f = 1$

N = Bewegungshäufigkeit, bei Parkhäusern am Tag (6 – 22 Uhr) = 0,47 (vgl. Tabelle 33);

S = Flächengröße des Parkdecks in m^2 =

$$35 \text{ m} \cdot 60 \text{ m} = 2.100 \text{ m}^2.$$

Der Zuschlag für die Fahrgassen auf einer der offenen Parketagen beträgt somit:

$$\begin{aligned} K_D &= 2,5 \cdot \lg(f \cdot B - 9) \text{ [dB(A)]} = 2,5 \cdot \lg(1 \cdot 100 - 9) \text{ [dB(A)]} \\ &= 2,5 \cdot \lg 91 \text{ [dB(A)]} = 4,9 \text{ dB(A)}. \end{aligned}$$

Für den flächenbezogenen Schalleistungspegel ergibt sich dann folgender Wert:

$$\begin{aligned} L_{W''} &= L_{W0} + K_{PA} + K_I + K_D + 10 \cdot \lg(B \cdot N) - 10 \cdot \lg(S / 1\text{m}^2) \text{ [dB(A)]} \\ &= 63 + 0 + 4 + 4,9 + 10 \cdot \lg 47 - 10 \cdot \lg(2100) \text{ [dB(A)]} \\ &= 71,9 + 16,7 - 33,2 \text{ [dB(A)]} \\ &= 55,4 \text{ dB(A)}. \end{aligned}$$

A 4.2 – Ermittlung des Innenschallpegels je Parketage

Zur Ermittlung des auf einer Parketage herrschenden mittleren Innenraumpegels nach der Richtlinie VDI 2571 ist zunächst die äquivalente Absorptionsfläche zu berechnen. Entsprechend den Vorgaben soll die Wandfläche zu 75 % offen sein. Dieser offenen Wandfläche wird ein Absorptionskoeffizient $\alpha_{W,o} = 1$ zugeordnet. Brüstung, Decke und Boden sollen aus Beton mit einem Absorptionskoeffizienten $\alpha_{Bet} = 0,03$ bestehen.

Für die Teilflächen einer Parketage ergeben sich folgende Flächengrößen:

Wand, offen:	$A_{W,0}$	$= 0,75 \cdot 2 \cdot (35 \text{ m} + 60 \text{ m}) \cdot 2,6 \text{ m} = 370,5 \text{ m}^2;$
Wandsockel:	$A_{W,Bet}$	$= 0,25 \cdot 2 \cdot (35 \text{ m} + 60 \text{ m}) \cdot 2,6 \text{ m} = 123,5 \text{ m}^2;$
Decke:	A_D	$= 35 \text{ m} \cdot 60 \text{ m} = 2.100 \text{ m}^2;$
Boden:	A_B	$= 35 \text{ m} \cdot 60 \text{ m} = 2.100 \text{ m}^2.$

Für die gesamte äquivalente Absorptionsfläche A einer Parketage gilt:

$$\begin{aligned} A &= A_{W,0} \cdot \alpha_{W,0} + A_{W,Bet} \cdot \alpha_{Bet} + A_D \cdot \alpha_{Bet} + A_B \cdot \alpha_{Bet} \text{ [m}^2\text{]} = \\ &= 370,5 \text{ m}^2 \cdot 1 + (123,5 \text{ m}^2 + 2.100 \text{ m}^2 + 2.100 \text{ m}^2) \cdot 0,03 \\ &= 500,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Die Berechnung des Innenschallpegels L_I erfolgt nach der Gleichung (6) der VDI 2571 zu:

$$L_I \approx L_W + 14 + 10 \cdot \lg(0,16/A) \text{ [dB(A)]}$$

mit:

$$\begin{aligned} L_W &= L_{W''} + 10 \cdot \lg(S / 1\text{m}^2) \text{ [dB(A)]} \\ &= 55,4 + 10 \cdot \lg(2.100) \text{ [dB(A)]} = 88,6 \text{ dB(A);} \\ A &= 500,2 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Damit berechnet sich der Innenschallpegel auf einer Parketage in unserem Beispiel zu:

$$\begin{aligned} L_I &\approx L_W + 14 + 10 \cdot \lg(0,16/A) \text{ [dB(A)]} \\ &= 88,6 + 14 + 10 \cdot \lg(0,16/500) \text{ [dB(A)]} = 67,7 \text{ dB(A).} \end{aligned}$$

A 4.3 – Ermittlung der abgestrahlten Schalleistung

Zur Ermittlung der Geräuschimmissionen am maßgebenden Immissionsort ist aufgrund des hohen Schalldämmmaßes der Betonflächen nur die über die offenen Seitenflächen abgestrahlte Schallenergie von Bedeutung, wobei die Ermittlung des über die offenen Seitenflächen abgestrahlten flächenbezogenen Schallleistungspegels nach der Gleichung (7b) der VDI 2571 erfolgt:

$$L_{W''} = L_I - R'_{W'} - 4.$$

Da das bewertete Schalldämmmaß für die offenen Seitenflächen $R'_{W'} = 0 \text{ dB}$ ist, errechnet sich für die offenen Seitenflächen der 1. und 2. Etage des Parkhauses ein flächenbezogener Schallleistungspegel von 63,7 dB(A).

A 4.4 – Berechnung der Schallausbreitung

Das Parkhaus wird entsprechend einer Fabrikhalle berechnet, wobei die jeweils vier offenen Seitenflächen der beiden oberen Etagen als Flächenschallquellen definiert werden, auf denen die im Abschn. A 4.3 ermittelten, abgestrahlten flächenbezogenen Schallleistungspegel anzusetzen sind.

Unter Berücksichtigung der jeweiligen Flächengröße ergeben sich für die schmalen und die breiten Fassaden des Parkhauses pro Etage folgende Schallleistungspegel aus dem flächenbezogenen Schallleistungspegel:

breite Fassadenseite (bF):

$$\begin{aligned} L_W &= L_{W''} + 10 \cdot \lg(S_{bF}/1\text{m}^2) \text{ [dB(A)]} \\ &= 63,7 + 10 \cdot \lg(0,75 \cdot 2,6 \cdot 60) \text{ [dB(A)]} \\ &= 63,7 + 10 \cdot \lg 117 \text{ [dB(A)]} = 63,7 + 20,7 \text{ [dB(A)]} = 84,4 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

schmale Fassadenseite (sF):

$$\begin{aligned} L_W &= L_{W''} + 10 \cdot \lg(S_{sF}/1\text{m}^2) \text{ [dB(A)]} \\ &= 63,7 \text{ dB(A)} + 10 \cdot \lg(0,75 \cdot 2,6 \cdot 35) \text{ [dB(A)]} \\ &= 63,7 + 10 \cdot \lg 68,25 \text{ [dB(A)]} = 63,7 + 18,3 \text{ [dB(A)]} = 82,0 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

Die Berechnung der Schallausbreitung und der Geräuschimmissionen an dem Immissionsort bzw. an der Hausseite, die dem Parkhaus zugewandt ist, erfolgt gemäß Anhang zur TA Lärm nach der Richtlinie DIN ISO 9613-2.

Da das Wohnhaus als dreigeschossiges Gebäude in einem Allgemeinen Wohngebiet liegt, erfolgt bei der Ermittlung der Beurteilungspegel für den Tagzeitraum mit erhöhtem Ruhebedürfnis (gemäß Pkt. 6.5 der TA Lärm an Werktagen die Zeiträume von 6.00 bis 7.00 Uhr und von 20.00 bis 22.00 Uhr) ein Zuschlag in Höhe von 6 dB(A). Bezogen auf den insgesamt 16-stündigen Beurteilungszeitraum ergibt sich daraus ein Zuschlag in Höhe von 1,9 dB(A).

Die Ermittlung der Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$ aus den einzelnen Emittenten i (zwei Parketagen mit je vier offenen Seitenflächen) erfolgt nach DIN ISO 9613-2. Das Berechnungsverfahren für Gesamtpegel wurde bereits anhand des Beispiels eines Firmenparkplatzes näher erläutert.

In unserem Beispiel ergeben sich am etwa 10 m von der Westfassade des Parkhauses entfernten Immissionsort folgende Beurteilungspegel:

Erdgeschoss: 56,4 dB(A);
1. Obergeschoss: 56,8 dB(A);
2. Obergeschoss: 56,7 dB(A).

Wegen der Reflexionen an der als schallhart angenommenen Straße liegen die Beurteilungspegel im Erdgeschoss höher als in den Obergeschossen. Der Immissionsrichtwert der TA Lärm für Allgemeine Wohngebiete von 55 dB(A) am Tag wird somit um bis zu 2 dB(A) überschritten. Eine Einhaltung des Immissionsrichtwerts könnte beispielsweise relativ einfach durch eine Schließung der dem Immissionsort zugewandten Fassadenseite durch eine entsprechende Erhöhung der massiven Brüstung erreicht werden. Falls sich gegenüber von den übrigen Fassaden des Parkhauses ebenfalls schützenswerte Gebäude im Nahbereich des Parkhauses befinden, ist durch schallabsorbierende Verkleidungen der Geschosdecken und ggf. auch der Brüstungen die effektivste Verbesserung der Geräuschsituation zu erreichen.

A 4.5 – Maximalpegelkriterium

Die Simulationsmessungen haben ergeben, dass der Maximalpegel außen vor einem offenen Parkhaus etwa gleich hoch ist wie der Maximalpegel bei einem ebenerdigen

Parkplatz (vgl. Abschnitt 8.4.5). In unserem Beispiel ist die maßgebliche Geräuschquelle das Türeenschlagen im 2. Obergeschoss in 13 m Entfernung vom Immissionsort. Damit ist der Maximalpegel hier ebenso hoch wie der im Anhang 2 unter A 2.3. berechnete, nämlich 67,2 dB(A). Das Tag-Spitzenpegelkriterium ist also um 17,8 dB(A) unterschritten.

**Anhang 5:
Messergebnisse bei Omnibussen 1999
Teilvorgänge bei Parkbewegungen
Schalleistungen L_{Weq} für 1 Vorgang/Stunde und Zuschläge K_1**

Teilvorgang	Anzahl Teilmessungen	L_{Weq} [dB(A)]	K_1^* [dB(A)]
Standard-Omnibus (Kässbohrer-Setra 5212 H) Parkbewegung (Abfahrt) ⁶⁶⁾	12	72,8	4,3
Türenschießen ⁶⁷⁾	2	60,9	1,3
Starten	2	63,8	8,2
Motorbremsgeräusch/Druckluft ⁶⁹⁾	-	63,9	7,0
Standgeräusch (30sec./h)	3	72,1	1,2
Abfahrt	5	71,7	5,3
Niederflur-Stadtbus mit Erdgasbetrieb Parkbewegung (Abfahrt)	11	69,9	3,4
Türenschießen	2	60,9	1,3
Starten ⁶⁸⁾	2	63,8	8,2
Motorbremsgeräusch/Druckluft ⁶⁹⁾	-	63,9	7,0
Standgeräusch (30 sec./h)	3	67,6	1,2
Abfahrt	4	68,1	4,1

Anhang 6: Messergebnisse der Ein- und Ausfahrten von Pkw an den untersuchten Tiefgaragenrampen

	Anzahl Messungen	mittlere Mess- dauer [sec.]	L _{AFmax} [dB(A)]	L _{AFeq} [dB(A)]	L _{AFTeq} [dB(A)]	L _{AFeq, 1h} [dB(A)]	L _{AFTeq, 1h} [dB(A)]	K ₁ [dB(A)]
Tiefgaragenrampe (TG) geschlossen I, Messpunkt (MP) 1 seitlich Tor ca. 5 m								
Einfahrt	19	62	73,8	56,9	66,1	39,3	48,4	9,1
Ausfahrt	14	50	73,7	56,7	65,9	38,1	47,3	9,2
TG geschlossen I, MP2 gegenüber Tor ca. 17 m								
Einfahrt	19	66	65,6	52,7	59,2	35,3	41,8	6,5
Ausfahrt	13	56	67,8	53,0	60,6	34,9	42,5	7,6
TG geschlossen II, MP1 seitlich Tor ca. 5 m								
Einfahrt TG Ost	2	48	58,3	48,8	53,9	30,0	35,1	5,1
Ausfahrt TG Ost	9	20	61,7	53,1	59,1	30,5	36,6	6,1
Ausfahrt TG West	9	18	57,9	50,8	55,8	27,6	32,6	5,0
TG geschlossen II, MP2 vor Tor ca. 8 m								
Einfahrt TG Ost	2	48	65,4	51,0	58,2	32,2	39,4	7,3
Ausfahrt TG Ost	9	22	68,6	59,4	64,4	37,3	42,3	5,0
Ausfahrt TG West	9	17	66,1	57,0	62,4	33,8	39,1	5,4
TG offen I, MP1 seitlich Rampe								
Einfahrt	11	37	71,4	58,1	65,1	38,2	45,2	7,1
Ausfahrt	29	28	71,1	60,7	66,4	39,7	45,3	5,7
TG offen I, MP2 vor Rampe								
Einfahrt	11	28	66,6	56,3	63,4	35,1	42,2	7,1
Ausfahrt	23	24	68,3	59,3	64,5	37,6	42,8	5,2
TG offen II, MP1 seitlich Rampe								
Einfahrt	16	14	73,9	62,6	70,8	38,5	46,8	8,2
Ausfahrt	38	15	70,2	61,7	67,9	37,9	44,1	6,2
TG offen II, MP2 vor Rampe								
Einfahrt	16	14	69,6	62,0	68,0	37,8	43,9	6,0
Ausfahrt	38	15	66,7	60,9	65,2	37,1	41,5	4,4

Anhang 7:
Messergebnisse an den untersuchten Parkhäusern bei simulierten Parkvorgängen, jeweils energetische Mittelwerte der Schallpegel bei einer Fahrzeugbewegung ⁷⁰⁾

Art des Parkhauses	Anzahl Messungen	mittlere Messdauer [sec.]	L _{AFmax} [dB(A)]	L _{AFeq} [dB(A)]	L _{AFTeq} [dB(A)]	L _{AFeq, 1h} [dB(A)]	L _{AFTeq, 1h} [dB(A)]	K ₁ [dB(A)]
Parkhaus „offen“, ohne schallmindernde Maßnahmen; Messpunkt (MP) 7,5 m innen								
Anfahrt Pkw (Ottomotor)	6	27	83,8	65,8	75,4	44,5	54,1	9,6
Abfahrt Pkw (Ottomotor)	5	26	80,6	65,4	75,6	44,0	54,1	10,1
Anfahrt Pkw (Dieselmotor)	3	29	76,0	67,3	73,0	46,4	52,1	5,7
Abfahrt Pkw (Dieselmotor)	4	36	77,2	68,3	74,4	48,2	54,4	6,1
Parkhaus „offen“, ohne schallmindernde Maßnahmen; MP außen vor Fassade								
Anfahrt Pkw (Ottomotor)	3	27	75,7	60,2	70,8	38,9	49,5	10,6
Abfahrt Pkw (Ottomotor)	4	26	75,4	60,7	71,0	39,3	49,6	10,3
Anfahrt Pkw (Dieselmotor)	3	32	71,7	60,0	66,8	39,4	46,3	6,9
Abfahrt Pkw (Dieselmotor)	4	37	72,9	62,2	68,3	42,3	48,4	6,1
Parkhaus „offen“ mit Parkdeck, mit schallabsorbierender Decke; Parkvorgang Untergeschoß Nord, MP 7,5 m innen								
Anfahrt Pkw (Ottomotor)	5	23	70,4	55,3	61,7	33,4	39,8	6,3
Abfahrt Pkw (Ottomotor)	5	27	69,1	56,2	64,5	34,9	43,2	8,3
Anfahrt Pkw (Dieselmotor)	6	24	70,3	59,0	63,4	37,3	41,7	4,4
Abfahrt Pkw (Dieselmotor)	6	25	71,0	63,4	68,9	41,9	47,3	5,4
Parkhaus „offen“ mit Parkdeck, mit schallabsorbierender Decke; Parkvorgang Untergeschoß Nord, MP außen								
Anfahrt Pkw (Ottomotor)	3	24	54,0	46,2	49,1	24,5	27,4	3,0
Abfahrt Pkw (Ottomotor)	5	30	54,7	46,2	50,8	25,4	30,0	4,6
Anfahrt Pkw (Dieselmotor)	3	28	57,7	50,0	54,8	28,9	33,7	4,8
Abfahrt Pkw (Dieselmotor)	4	28	60,8	49,7	55,6	28,5	34,5	6,0
Parkhaus „offen“ mit Parkdeck, mit schallabsorbierender Decke; Parkvorgang Untergeschoß Süd, MP 7,5 m innen								
Anfahrt Pkw (Ottomotor)	4	19	67,6	55,4	64,2	32,7	41,4	8,8
Abfahrt Pkw (Ottomotor)	4	25	68,3	58,2	64,7	36,7	43,1	6,5
Anfahrt Pkw (Dieselmotor)	5	21	70,3	59,1	64,2	36,8	41,9	5,1
Abfahrt Pkw (Dieselmotor)	2	23	74,5	64,2	71,3	42,3	49,4	7,1
Parkhaus „offen“ mit Parkdeck, mit schallabsorbierender Decke; Parkvorgang Obergeschoß Nord, MP 7,5 m								
Anfahrt Pkw (Ottomotor)	6	22	64,7	54,2	58,8	32,2	36,7	4,6
Abfahrt Pkw (Ottomotor)	7	23	65,5	55,9	62,7	34,0	40,8	6,8
Anfahrt Pkw (Dieselmotor)	5	16	67,9	61,2	66,4	37,7	42,9	5,1
Abfahrt Pkw (Dieselmotor)	5	26	71,7	62,8	68,2	41,4	46,8	5,4
Parkhaus „offen“ mit Parkdeck, mit schallabsorbierender Decke; Parkvorgang Obergeschoß Nord, MP außen								
Anfahrt Pkw (Ottomotor)	5	23	51,8	46,2	48,8	24,3	26,9	2,6
Abfahrt Pkw (Ottomotor)	6	23	54,3	45,7	49,9	23,7	27,8	4,2
Anfahrt Pkw (Dieselmotor)	4	18	55,1	49,2	53,3	26,2	30,4	4,2
Abfahrt Pkw (Dieselmotor)	4	26	55,0	47,3	53,0	25,8	31,6	5,7
Parkhaus Untergeschoß, ohne schallmindernde Maßnahmen; MP 7,5 m innen								
Anfahrt Pkw (Ottomotor, lautes Türenschiagen)	2	26	81,1	63,6	75,5	42,2	54,1	11,9
Abfahrt Pkw (Ottomotor, lautes Türenschiagen)	2	59	79,2	64,1	72,6	46,2	54,7	8,5
Anfahrt Pkw (Ottomotor)	1	31	75,4	60,8	71,0	40,2	50,4	10,2
Abfahrt Pkw (Ottomotor)	1	54	77,2	63,5	70,3	45,3	52,1	6,8
Anfahrt Pkw (Dieselmotor)	2	30	77,9	67,2	72,2	46,4	51,4	5,0
Abfahrt Pkw (Dieselmotor)	2	73	76,6	68,8	72,2	51,8	55,2	3,4

Anhang 8: Anmerkungen

- 1) Diese Berechnungsschritte – insbesondere die Ermittlung der jeweiligen Schallimmissionen – erfolgen i.d.R. mit geeigneten Softwareprogrammen [20].
- 2) Als „offen“ werden in der vorliegenden Untersuchung Parkhäuser bezeichnet, die durch die Abstrahlung der Parkgeräusche im Parkhaus durch größtenteils offene Seitenflächen geprägt sind. Da die offene Bauweise von Parkhäusern eine kostengünstige Be- und Entlüftung ermöglicht, wird sie in der Regel gewählt.
- 3) Wie bereits im Abschn. 3.1.3 beschrieben, erfolgt seit der 4. Auflage bei den Parkplatzarten Einkaufsmarkt, Gaststätte, Diskothek und Hotel nicht mehr ein Bezug zur Anzahl der Stellplätze, sondern auf die Bezugsgrößen Netto-Verkaufsfläche, Netto-Gastraumfläche bzw. Anzahl an Gästebetten.
- 4) Die Erhebungen erfolgten in den Zeiträumen, wie sie in den Übersichtstabellen 4 bis 12 aufgelistet sind. Bei den Auswertungen wurde davon ausgegangen, dass im Rahmen der Erhebungen sämtliche Fahrzeugbewegungen in den relevanten Zeiträumen erfasst wurden.
- 5) In Tabelle 33 werden für schalltechnische Prognosen von Parkplätzen, Tiefgaragen und Parkhäusern Anhaltswerte für Bewegungshäufigkeiten an unterschiedlichen Parkplatzarten empfohlen.
- 6) Maximalwerte fett gedruckt (ohne die an Aktionstagen bei Discountmärkten ermittelten Höchstwerte).
- 7) zwei Teilflächen mit jeweils einer Einfahrt (= Ausfahrt).
- 8) der Wohnanlage zugehörige nicht öffentliche Stellplätze.
- 9) Für vier Diskotheken kann die Bezugsgröße Netto-Gastraumfläche nicht angegeben werden, da zum Teil die Auskunft verweigert wurde bzw. die Diskotheken mittlerweile nicht mehr betrieben werden.
- 10) Bezugsdaten nicht verfügbar.
- 11) Berücksichtigt sind nur die vom Diskothekenbetreiber zur Verfügung gestellten Stellplätze.
- 12) Auskunft der Industrie- und Handelskammer für Augsburg und Schwaben (nach der Definition des Institutes für Handelsforschung der Universität Köln).
- 13) zum Teil, falls vorhanden, einschließlich öffentlicher Stellplätze.
- 14) errechnet anhand der Anzahl der Sitzplätze mit dem Faktor 1,2 m² Nettogastrumfläche je Sitzplatz.
- 15) Hotel / Gasthof mit außenwirksamem Restaurant, Hotel wurde getrennt erhoben.

- 16) ohne Restaurant.
- 17) benachbartes Restaurant, wurde auch von Hotelgästen besucht.
- 18) mit Restaurant, Außenwirkung aufgrund der Größe des Hotels mit 330 Betten nicht eindeutig.
- 19) s. Tabelle 9 (Speisegaststätten: Bewegungen je 10 m² Nettogasträumfläche und Stunde) und Tabelle 10 (Hotels: Bewegungen je Bett und Stunde).
- 20) Gesamtanzahl der prognostizierten Bewegungen (Summe Gaststätte und Hotel), errechnet anhand der entsprechenden Bezugsgrößen und maximalen Bewegungshäufigkeiten (siehe Tabelle 9 und 10 sowie Fußnote 13).
- 21) errechnet anhand der Anzahl der Sitzplätze mit dem Faktor 1,2 m² Nettogasträumfläche je Sitzplatz.
- 22) 816 gebührenfreie Stellplätze mit unbegrenzter Parkdauer, 484 Stellplätze mit einer Höchstparkdauer von 4 Stunden, 140 Stellplätze mit einer Höchstparkdauer von 2 Stunden, 351 Stellplätze im Parkhaus an Dauermieter vermietet.
- 23) gebührenpflichtig.
- 24) Werte < 0,005.
- 25) gebührenpflichtig; Höchstparkdauer 2 Stunden.
- 26) Mittelung über drei Untersuchungsorte; dabei wurde beim Parkhaus Rosenheim der Durchschnittswert berücksichtigt.
- 27) Messung simulierter kompletter Parkvorgänge.
- 28) Der Anteil der Dieselfahrzeuge (Pkw und Lkw) bei den Neuzulassungen beträgt inzwischen 40% (nach: Rundfunksender „Bayern 5“ am 02.03.2003, 8.45 Uhr).
- 29) ohne Mofa bzw. Moped (mit Mofa bzw. Moped 50,7%).
- 30) bis zur 4. Auflage aus Teilemissionspegeln energetisch addiert, jetzt Ergebnis neuer Messungen kompletter Parkvorgänge (vgl. Abschn. 6.1.2).
- 31) Anfahrt oder Abfahrt bzw. Teilvorgänge.
- 32) mittlerer Schalleistungspegel.
- 33) $K_1^* = L_{WTeq} - L_{Weq}$ (Messpunkt in 19 m Entfernung).
- 34) zusätzl. messtechnisch ermittelt: Kühlaggregat in Betrieb: $L_W = 97$ dB(A).
- 35) Der mittlere Maximalpegel ist der energetische Mittelwert der Maximalpegel der

Einzelereignisse, s. DIN 45642 Anhang A.1 [16].

- 36) Simulation Einkaufsmarkt.
- 37) für die Normierung angesetzt bei jeder zehnten Abfahrt.
- 38) für die Normierung angesetzt bei jeder fünften Abfahrt (Anteil 2-Takt-Fahrzeuge ca. 20 % o. Mofa/ Moped).
- 39) Steigung der untersuchten Rampen: 11,7 bis 13,0%, vgl. RLS-90 [5]: Zuschlag für Steigungen und Gefälle $D_{Stg} = 4,0$ bis $4,8$ dB(A).
- 40) zum Vergleich: Schallleistungspegel nach RLS-90:
 $L_{W',1h} = L_{m,E} + 19$ dB(A);
 $L_{m,E}$ = Emissionspegel für eine Pkw-Vorbeifahrt mit $v = 30$ km/h,
 $D_{Stg} = 0$ dB(A) und $D_{StrO} = 0$ dB(A) (Korrektur für unterschiedliche Straßenoberflächen) $\Rightarrow L_{W',1h} = 28,5$ dB(A) + 19 dB(A) = $47,5$ dB(A).
- 41) Dauer der Schallimpulse bei der Überfahrt im Mittel $1,2$ sec.
- 42) Punktschallquelle in Rampenmitte („Gasgeben“ aufgrund der Steigung).
- 43) Punktschallquelle.
- 44) Steigung der untersuchten eingehausten Rampen: 12,2 bis 13,7%, vgl. RLS-90:
 $D_{Stg} = 4,3$ bis $5,2$ dB(A).
- 45) $K_I = L_{WTeq} - L_{Weq}$.
- 46) s. Abb. 27 und Lageskizze Abb. 28.
- 47) Übertrag des für P+R-Plätze ermittelten Wertes.
- 48) nicht ausreichend abgesichert, Messung nur eines Fahrzeugtyps.
- 49) unter Berücksichtigung von Literaturwerten (s. Abschn. 6.1).
- 50) Berücksichtigung zusätzlicher Nebengeräusche (Autoradios und Unterhaltung der Besucher) auf Diskothekenstellplätzen für Rechenergebnisse „auf der sicheren Seite“.
- 51) Zur Vereinfachung und um Ergebnisse auf der „sicheren“ Seite zu erhalten, wurde der Innenschallpegel in „Tunnelmitte“ ebenso für die Ermittlung des Schallleistungspegels an der Ein- bzw. Ausfahrtsöffnung angesetzt.
- 52) ohne akustisch relevante Öffnungen.
- 53) Eine Fahrzeugbewegung ist entweder eine Anfahrt oder eine Abfahrt. Ein vollständiger Ein- und Ausparkvorgang besteht aus zwei Bewegungen.

- 54) Wo die genannten Werte jeweils aufgetreten sind, ist aus den Tabellen 4 bis 12 ersichtlich.
- 55) Nach Beobachtungen sind bei gebührenpflichtigen P+R-Plätzen die Bewegungshäufigkeiten deutlich niedriger als bei gebührenfreien P+R-Plätzen, weil insbesondere die Berufspendler wegen der Parkkosten zum Leidwesen der Anlieger in bahnhofsnahe Straßen ausweichen.
- 56) Die Begriffe „Netto-Gastraumfläche“ und „Netto Verkaufsfläche“ sind im Abschn. 3.1.3 definiert.
- 57) Discounter oder Discountmärkte, z.B. Aldi, Lidl oder Plus, sind Niedrigpreismärkte mit begrenztem Sortiment. Bei Einkaufsmärkten mit Tankstelle sind zusätzlich Bewegungen für die Tankstelle zu berücksichtigen, s. Abschn. 5.10.3.
- 58) Bei Hotels mit außenwirksamer Gaststätte (sog. Gasthöfe) ist die Summe der Bewegungen aus dem Betrieb der Speisegaststätte und des Übernachtungsbetriebes zu berücksichtigen, s. Abschn. 5.8. Bei Hotels in Bahnhofsnähe (bis zu etwa 1000 m Entfernung vom Bahnhof) ist nur mit einem Drittel der hier genannten Werte zu rechnen (vgl. Tabelle 10).
- 59) mit einer Höchstparkdauer von zwei Stunden.
- 60) Kühlaggregate sind u.U. zusätzlich zu berücksichtigen (s. Abschn. 6.1.2).
- 61) Dieser Wert ist bei Einkaufsmärkten anzusetzen.
- 62) Siehe 3. Auflage der Parkplatzlärmstudie [30], Tabelle 6.
- 63) Stellt der Bauherr von Wohnanlagen mehr Stellplätze als nach den Stellplatzrichtlinien erforderlich zur Verfügung, können entsprechend niedrigere Werte N angesetzt werden.
- 64) Bei „offenen“ Tiefgaragenrampen befindet sich das Garagentor unterhalb der Rampe; die Schallabstrahlung über das geöffnete Garagentor war bei den untersuchten Tiefgaragenrampen gegenüber dem Fahrgeräusch auf der Rampe vernachlässigbar.
- 65) Die Lagepläne wurden unter Nutzung der Basisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung erstellt.
- 66) 1 Parkvorgang (= 2 Parkbewegungen) = 1 x Druckluft
2 x Türenschießen
1 x Starten
1 x Standgeräusch
1 x Abfahrt
- 67) von der Messung Niederflur-Stadtbus übertragen (keine Messergebnisse für den Omnibus „normal“).

- ⁶⁸⁾ von der Messung Omnibus „normal“ übertragen (keine Messergebnisse für den Niederflur-Stadtbus).
- ⁶⁹⁾ Angaben aus [30].
- ⁷⁰⁾ einschließlich Türeenschlagen.
- ⁷¹⁾ Der hier ausschließlich fachlich begründete Begriff „Netto-Verkaufsfläche“ ist nicht identisch mit dem Begriff „Verkaufsfläche“, der im Zusammenhang mit der Anwendung der Baunutzungsverordnung [8] juristisch diskutiert wird. Letzterer umfasst auch den Kassenbereich mit dem Vorraum zum Einpacken der gekauften Waren (vgl. Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 24.11.2005, Az. BVerwG 4 C 10/04). Die in der Parkplatzlärmstudie verwendete Größe „Netto-Verkaufsfläche“ umfasst dagegen nur die gesamte für die Kunden zugängliche Verkaufsfläche (mit Regalen, Theken, Freiflächen dazwischen) einschließlich der Fläche für Verkaufstheken, z.B. für Fleisch- und Wurstwaren. Nicht enthalten sind die Flächen für Toiletten, für den Kassenbereich, für den Vorraum zwischen Kassen und Eingang bzw. Ausgang mit Packtischen, für Leergutabstellplätze usw. sowie für Büroräume, Lagerräume und Flure außerhalb des Verkaufsraums.

Anhang 9: Gesetze, Regelwerke, Literatur

- [1] BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ – BImSchG (i. d. F. d. Bek. vom 14.05.1990):
Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge
BGBl. I S. 180, später mehrfach geändert.
- [2] BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ – BImSchG (1998):
Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 26.08.1998 zum Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm)
GMBI (1998) Nr. 26, S. 503.
- [3] BAYER. STAATSMINISTERIUMS FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (05.02.1998):
Vollzugsbekanntmachung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz.
- [4] BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ (20.06.1990):
Sechzehnte Verordnung zur Durchführung
(Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV),
- [5] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN (1990):
Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-90,
- [6] BAYERISCHE BAUORDNUNG – BayBO.
- [7] GESETZ ÜBER ORDNUNGSWIDRIGKEITEN – OWiG (i. d. F. vom 19.02.1987):
(BGBl. I S. 602), später mehrfach geändert.
- [8] BAUNUTZUNGSVERORDNUNG – BauNVO (i. d. F. vom 23.01.1990):
Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke
(BGBl. I S. 132), zuletzt geändert am 22.04.1993 (BGBl. I S. 466).
- [9] E DIN ISO 9613-2 (Entwurf vom September 1997):
„Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien;
Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“,
- [10] E DIN ISO 9613-2 (Oktober 1999):
„Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien;
Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“,
- [11] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN:
Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs – EAR 91,
Ausgabe 1991, berichtigter Nachdruck 1995.
- [12] BAYER. STAATSMINISTERIUMS DES INNERN:
Richtzahlen für den Stellplatzbedarf nach der Bek. vom 12.02.1978
Nr. II B 4-9134-79, Ministerialamtsblatt Nr.6/1978 S.189.
- [13] DIN 18005-1 (Mai 1987):
„Schallschutz im Städtebau – Teil 1: Berechnungsverfahren“,

- [14] DIN 18005-1 (Juli 2002):
„Schallschutz im Städtebau- Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung“,
- [15] E DIN 45642 (Entwurf März 1997):
„Messungen von Verkehrsgeräuschen“,
- [16] DIN 45642 (Juni 2004):
„Messungen von Verkehrsgeräuschen“,
- [17] DIN 45645 Teil 1 (Juli 1997):
„Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschemissionen“,
- [18] VDI 2571 (August 1976):
„Schallabstrahlung von Industriebauten“,
- [19] VDI 3760 (Februar 1996):
„Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen“,
- [20] E DIN 45687 (Entwurf März 2004):
„Akustik; Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschemission im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen“,
- [21] BAYER. STAATSMINISTERIUMS FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR UND TECHNOLOGIE:
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Gaststättengesetzes (GastVwV),
Bek. vom 25.08.1998 Nr. 4100-IV/6-32783,
AllIMBI Nr. 19/1998 S. 735.
- [22] HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2005):
Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, .
- [23] HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT (August 1999):
Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen und -immissionen von Tankstellen.
- [24] LANG, J:
„Lärmemissionen von Zu- und Abfahrten zu Tiefgaragen und die lärmschutztechnisch zweckmäßige Ausbildung“,
Österr. Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Heft 3/91.
- [25] PLANK, M. (07.07.2005):
Schalltechnische Messungen von Einkaufswagen in Standardausführung und gedämmter Ausführung der Wanzl Metallwarenfabrik GmbH, Gutachten (nicht veröffentlicht) der BEKON GmbH,
Augsburg.

- [26] PROBST, W., HUBER, B. (Mai 2000):
Die Berechnung der Schallemission von Parkhäusern,
Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 5/2000, S. 175–179.
- [27] IMMI Version 5;
EDV-Programm zur Schallimmissionsprognose,
Fa. Wölfel.
- [28] entfallen.
- [29] ÖSTERREICHISCHES BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND VERKEHR (1997):
Forschungsarbeiten aus dem Verkehrswesen,
HOHENWARTER, D.:
Geräuschemissionen von Fahrzeugvorbeifahrten,
Wien.
- [30] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (1994):
Parkplatzlärmstudie - Untersuchung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen,
3. vollständig überarbeitete Auflage, Schriftenreihe Heft 89.
- [31] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2003):
Parkplatzlärmstudie - Untersuchung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen,
4. vollständig überarbeitete Auflage, Schriftenreihe Heft 89.
- [32] SCHMIDT, H. (1989):
Schalltechnisches Taschenbuch
VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf
- [33] FGSV-VERLAG (1995):
Hinweise zum Einsatz mechanischer Parksysteime,
(FGSV-Schriftenreihe Nr. 238),
zu beziehen vom FGSV-Verlag, Wesselinger Straße 17, D-50999 Köln.
- [34] FGSV-VERLAG (1995):
Hinweise zum Fahrradparken,
(FGSV-Schriftenreihe Nr. 239),
zu beziehen vom FGSV-Verlag, Wesselinger Straße 17, D-50999 Köln.
- [35] FGSV-VERLAG (1996):
Hinweise zu Parkleitsystemen – Konzeption und Steuerung,
(FGSV-Schriftenreihe Nr. 373),
zu beziehen vom FGSV-Verlag, Wesselinger Straße 17, D-50999 Köln.
- [36] Hinweise zu P+R in Klein- und Mittelstädten
(FGSV-Schriftenreihe Nr. 240), Ausgabe 1998,
zu beziehen vom FGSV-Verlag, Wesselinger Straße 17, D-50999 Köln.

- [37] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2006):
Parkplatzlärmstudie - Untersuchung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen,
5. überarbeitete Auflage,
Materialienband: Bewegungs- und Belegungsganglinien, bearbeitet vom BÜRO MÖHLER + PARTNER (M + P) im Auftrag des Bayer. Landesamtes für Umweltschutz, zu beziehen bei M + P, Paul-Heyse-Straße. 27, 80336 München.
- [38] FORSCHUNGSINSTITUT GERÄUSCHE UND ERSCHÜTTERUNGEN GMBH – FIGE (ca.1986):
Vorhaben Nr. 105 05 120/05 im Auftrag des Umweltbundesamtes:
Abschlussbericht zu dem Forschungsvorhaben
„Stand der Lärminderungstechnik bei Fahrzeugen mit lärmrelevanten Zusatzaggregaten – Ladehilfen, Kühl- und Klimaanlage“.
- [39] FORSCHUNGSINSTITUT GERÄUSCHE UND ERSCHÜTTERUNGEN E.V. – FIGE (August 1980):
Geräuschmessungen an speziellen Kraftfahrzeugen;
Aachen.
- [40] LANDMANN/ROHMER/HANSMANN (2002):
Umweltrecht II, TA Lärm Nr. 7, Rdnr. 55;
außerdem:
HANSMANN, KLAUS, DR.:
Anwendungsprobleme der TA Lärm,
Zeitschrift für Umweltrecht 2002, S. 207.

