

---

Projekt 2301

# Geräusche von Trendsportanlagen

## Teil 1: Skateanlagen

---

**ACCON**

Ingenieurbüro für Schall-  
und Schwingungstechnik



Bayerisches Landesamt  
für Umwelt

---

## **Augsburg, Oktober 2005**

Verfasser: ACCON GmbH  
Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik  
Gewerbering 5  
86926 Greifenberg  
Tel.: 08192 / 9960-0  
Fax: 08192 / 9960-29  
E-Mail: [info@accon.de](mailto:info@accon.de)  
Internet: <http://www.accon.de>

Dipl.-Ing. Univ. Christian Fend  
Dr. rer. nat. Wolfgang Probst

Herausgeber,  
Projektleitung,  
und Mitwirkung: Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg  
Tel.: (0821) 90 71 - 0  
Fax: (0821) 90 71 - 55 56  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: <http://www.bayern.de/lfu>

Projektleitung:  
Dipl.-Ing. FH Andrea Wellhöfer

Mitwirkung:  
Dipl.-Ing. Hans-Michael Bohny

Finanzierung: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV)

Zitiervorschlag:  
Bayer. Landesamt für Umwelt: Geräusche von Trendsportanlagen – Teil 1: Skateanlagen, Augsburg, Oktober 2005

Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des  
Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV).

© Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Oktober 2005

Gedruckt auf Recyclingpapier

## Inhaltsverzeichnis

1	Einführung .....	3
1.1	Allgemeines.....	3
1.2	Aufgabenstellung und Untersuchungsablauf .....	4
1.3	Benutzerhinweise .....	5
2	Anlagenbeschreibung und Begriffsbestimmungen.....	5
2.1	Skate-Einrichtungen.....	5
2.2	Nutzer .....	6
3	Messungen und Erhebungen .....	7
3.1	Vorauswahl der Anlagen .....	7
3.2	Messgrößen.....	8
3.3	Schalltechnische Messungen .....	8
3.4	Messstation .....	9
3.5	Erhebungen .....	10
4	Emissionskennwerte.....	10
4.1	Schallleistungspegel und Impulshaltigkeitszuschlag .....	11
4.1.1	Halfpipe.....	11
4.1.2	Minipipe, Miniramp .....	12
4.1.3	Funbox .....	13
4.1.4	Pyramide.....	15
4.1.5	Bank.....	16
4.1.6	Jump Ramp, Coping Ramp, Quarter Pipe, Wall Ramp .....	17
4.1.7	Spine Ramp .....	19
4.1.8	Olliebox.....	20
4.1.9	Curb.....	21
4.1.10	Rail .....	22
4.1.11	Flatland.....	23
4.1.12	Vorbeifahrt .....	24
4.1.13	weitere Einrichtungen.....	24
4.2	Nutzungshäufigkeiten und Auslastung.....	28
4.3	Einfluss von Nutzern und Bauweise.....	30
4.3.1	Nutzergruppen .....	30
4.3.2	Material.....	30
4.3.3	Offene und geschlossene Bauart .....	32
4.3.4	Beherrschungsgrad der Fahrer.....	32
5	Mehrtägige nicht-überwachte Schallmessungen .....	32
5.1	Skateanlage S01 .....	32
5.2	Skateanlage S10.....	35
5.3	Skateanlage S15.....	37
6	Hinweise für die Berechnung .....	39
6.1	Allgemeines.....	39
6.1.1	Schallquellen.....	39
6.1.2	Nutzergruppen .....	39
6.1.3	Nutzungshäufigkeit und Nutzungszeiten.....	40
6.2	Emissionskennwerte.....	41
6.2.1	Schallleistungspegel einzelner Skate-Einrichtungen .....	41
6.2.2	Flächenbezogener Schallleistungspegel .....	41
6.2.3	Richtwirkung .....	42
6.2.4	Impulshaltigkeit.....	42
6.2.5	Ton- und Informationshaltigkeit.....	42

6.2.6	Maximalpegel.....	42
7	Lärmschutzmaßnahmen.....	42
7.1	Beschallungsanlagen.....	42
7.2	Technische und bauliche Maßnahmen.....	43
7.2.1	Hinweise zu Abständen.....	43
7.2.2	Aufstellung.....	43
7.2.3	Bauweise.....	44
7.2.4	Material.....	44
7.2.5	Abschirmung.....	44
7.2.6	Regelmäßige Wartung.....	44
7.3	Organisatorische Maßnahmen.....	45
7.3.1	Betriebszeitenbeschränkungen.....	45
7.3.2	Nutzerbeschränkung.....	45
8	Literaturhinweise, Schrifttum.....	46
9	Anhang.....	47
9.1	Abkürzungen, Begriffe, Symbole, Kenngrößen.....	47
9.1.1	Akustik.....	47
9.1.2	Skate-Einrichtungen und Skatetricks.....	48
9.1.3	Sonstige Abkürzungen.....	49
9.2	Liste der besichtigten Anlagen.....	50
9.3	Untersuchungs- und Auswertungsmethodik.....	51
9.3.1	Bezugsgrößen.....	51
9.3.2	Einzelmessungen.....	51
9.3.3	Messstation.....	63

# 1 Einführung

## 1.1 Allgemeines

Skateanlagen verursachen, wie viele andere Sport- und Freizeitanlagen, Geräusche. Damit sie in der Nachbarschaft nicht zu unverträglichen Immissionen führen, sind bereits im Planungsstadium schalltechnische Prognoseberechnungen notwendig. Die ACCON GmbH hat dafür im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und mit Finanzierung durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz die Geräuschemissionen und -immissionen untersucht.

In diesem Bericht werden die Geräusche von Skateanlagen beschrieben, Emissionsdaten und Tipps für deren schalltechnische Ermittlung gegeben und Maßnahmen zur Lärminderung aufgezeigt. Mit Hilfe der Emissionsdaten kann eine neue Skateanlage schalltechnisch geplant und optimiert werden. Auch für die Ermittlung der Geräuschsituation von vorhandenen Anlagen sind die Untersuchungsergebnisse hilfreich.

Für die unterschiedlichen Skate-Einrichtungen, Sportgeräte und Hilfsmittel werden im Sprachgebrauch von den Sportlerinnen und Sportlern, meist Jugendlichen, vorwiegend die englischen Begriffe verwendet. Skatanlagen werden entweder mit Skateboards oder Inline-Skates befahren. Zum Skateboardfahren wird ein aus mehrschichtigem Holz bestehendes Brett (board) verwendet, dessen übliche Länge etwa 80 cm und Breite etwa 20 cm beträgt. An die Unterseite sind zwei Achsen (trucks) geschraubt. Jede trägt zwei kugelgelagerte Rollen (wheels) aus Kunststoff. Durch die beweglich um einen Kippunkt gelagerten Achsen kann das Skateboard mittels Gewichtsverlagerung gelenkt werden. Zum besseren Halt der FahrerIn oder des Fahrers auf dem Skateboard wird ein meist schwarzes Band mit rauer Oberfläche (griptape) auf die Trittfläche geklebt. Die Skateboards haben normalerweise vorne und hinten ein jeweils über die Achsen herausragendes nach oben gebogenes Ende. Der vorne überstehende Teil des Bretts wird mit nose bezeichnet, der hintere mit tail.

Inlineskating ist die Sportart, bei der man sich auf Inline-Skates fortbewegt. Dies sind Rollschuhe, bei denen die Rollen in einer Reihe (engl. 'in line') angeordnet sind, statt wie ursprünglich paarweise nebeneinander.

In Anlagen zum Skateboard- und Inlineskating gibt es mehrere unterschiedliche Einzeleinrichtungen, die in den nachfolgenden Kapiteln anhand von Skizzen oder Fotos dokumentiert sind und näher erläutert werden. Der überwiegende Teil dieser Einrichtungen wird von beiden Nutzergruppen d.h. von Inlineskatern sowie von Skateboardern zum Einüben von „Tricks“ benutzt.

Das Skating wird im Selbstverständnis vieler Skater mehr als individualisierter Lebensausdruck denn als Sport angesehen. Wettkämpfe gibt es nur selten. Die Komplexität des Sports setzt jedoch hohe Anforderungen an Lernbereitschaft, Fitness und Körperbeherrschung voraus.

## 1.2 Aufgabenstellung und Untersuchungsablauf

Für Skateanlagen gibt es bisher in der Literatur nur wenige Emissionsdaten, die bei einer schalltechnischen Prognose in Ansatz gebracht werden können. Beispielsweise sind in der VDI Richtlinie 3770 Ergebnisse von nur vier Messungen an Half- und Fun-Pipes angegeben. Sie können insofern, wie dies auch in der Richtlinie festgehalten wurde, nur als Orientierungswerte angesehen werden. Sowohl bauliche Eigenschaften als auch die Nutzung der Anlagen haben entscheidenden Einfluss auf die anzusetzende Schallemission.

Aufgrund des Höreindrucks ging man bislang davon aus, dass das Skaten auf Einrichtungen in Holzbauweise zu höheren Immissionen führt als auf Einrichtungen in Betonbauweise. Diese Annahme sollte durch Schallpegelmessungen in verschiedenen Skateanlagen mit unterschiedlichen Skate-Einrichtungen hinterfragt werden. Die verschiedenen Einrichtungen wie Half-Pipe, Curb, Bank usw. waren differenziert zu betrachten und ihre typischen Emissionsdaten im Einzelnen zu ermitteln. Auch der Einfluss der Nutzungsart und Nutzergruppen sollte untersucht werden. Das Ziel war es über schalltechnische Messungen Emissionsdaten zu ermitteln mit denen künftig ausreichend sichere schalltechnische Prognosen erstellt werden können.

Skateboard- und Inlineskate-Anlagen sind in der Regel den immissionsschutzrechtlich nichtgenehmigungsbedürftigen Sportanlagen zuzuordnen. Zur schalltechnischen Beurteilung ist demnach die Sportanlagenlärmschutzverordnung - 18. BImSchV - heranzuziehen. Den schalltechnischen Messungen im Rahmen des Untersuchungsvorhabens wurden daher die Vorgaben der Nr. 3 des Anhangs zur 18. BImSchV zugrunde gelegt.

Im Hinblick auf die Aufgabenstellung war folgender Untersuchungsablauf und -inhalt vereinbart:

### 1. Vorbereitung der Untersuchungen

- Literatursichtung und Internetrecherche,
- Auswahl von geeigneten Standorten (z.B. Ausschluss von Fremd- und Störgeräuschen; möglichst freie Schallausbreitung),
- Vorbesichtigung, verschiedene Dokumentationsarbeiten wie Anfertigung von Lageskizzen und Fotos,
- Organisationsplanung und Testmessungen;

### 2. Durchführung der Untersuchungen

- Schalltechnische Messungen an 15 Skateanlagen mit verschiedenen aber jeweils vergleichbaren Skate-Einrichtungen:
  - Differenzierte Geräuschermittlung von einzelnen Einrichtungen,
  - Datenerhebungen,
  - Zählungen;
- Dauermessungen an 3 Skateanlagen;

### 3. Auswertung der Schallpegelmessungen

- Erstellung von Messprotokollen,
- Auswertung der Ergebnisse aus den Einzelmessungen und den Dauermessungen,
- Vergleichende Berechnungen;

### 4. Ergebnisdarstellung in einem Untersuchungsbericht

- Zusammenstellung der Messergebnisse,
- Bewertung der Ergebnisse,

- Zusammenstellung von Emissionsdaten,
- Beschreibung von Abhängigkeiten wie Art und Anzahl der Nutzer, Betriebszeiten, Bauweise und -materialien u.a.,
- Hinweise für die schalltechnische Prognose und Beurteilung,
- Vorschläge für lärmarme Alternativen, lärmindernde Maßnahmen und Bauweisen

### 1.3 Benutzerhinweise

In Kapitel 4.1 sind die auf Skateanlagen am häufigsten vorkommenden Einrichtungen erläutert sowie die aus den schalltechnischen Messungen ermittelten Daten, wie Schallleistungspegel, Maximalpegel und Impulshaltigkeit tabellarisch dargestellt. Bei Skateanlagen, auf denen in der Regel einzelne Manöver (Einzelereignisse) ausgeführt werden (z.B. Funbox, Pyramide, Olliebox; im Folgenden mit **Fall 1** bezeichnet) liegt der auf eine Stunde bezogene Schallleistungspegel für ein Ereignis  $L_{WA,1h}$  vor. Dieser Wert muss deshalb noch mit der tatsächlichen, beobachteten oder zu erwartenden Anzahl der Ereignisse in einer Stunde  $K_{E,1h}$  korrigiert werden (Kapitel 6.2.1; Akustische Begriffe siehe Kapitel 9.1.1).

Für einen dauerhaften Betrieb von Skate-Einrichtungen (z.B. Halfpipe, Minipipe, Bowl; im Folgenden mit **Fall 2** bezeichnet) ist der Schallleistungspegel  $L_{WAFm}$  angegeben. Hier müssen nur noch Überlegungen angestellt werden, welche zeitliche Auslastung anzusetzen ist. Diese fließt über einen Korrekturfaktor  $K_A$  in die Prognoseberechnung ein (Kapitel 6.2.1; Akustische Begriffe siehe Kapitel 9.1.1). Eine 100%ige Auslastung würde bedeuten, dass sich ständig ein Skater in der Halfpipe befindet. Der Korrekturfaktor  $K_A$  beträgt dann 0.

Kapitel 6 gibt eine Hilfestellung für die Vorgehensweise bei der schalltechnischen Berechnung der Geräusche von Skateboard- oder Inlineskate-Anlagen in der Prognose. Außerdem werden in Kapitel 7 Abstände angegeben und Lärmschutzmaßnahmen aufgezeigt. Zu welcher Pegelminderung die Lärmschutzmaßnahmen im einzelnen führen, kann für die jeweilige Nutzergruppe (Skateboarder oder Inline-Skater) durch einen Vergleich der Emissionsdaten in Kapitel 4 nachgewiesen werden oder muss teilweise durch Berechnung (z.B. bei Betriebszeitenbeschränkung) ermittelt werden. In Bezug auf die Materialauswahl und Bauweise können nur Empfehlungen nicht aber genaue Zahlenwerte angegeben werden, weil für Messungen nicht ausreichend viele vergleichbare Skate-Einrichtungen vorhanden sind.

## 2 Anlagenbeschreibung und Begriffsbestimmungen

### 2.1 Skate-Einrichtungen

Eine Skateanlage besteht aus mindestens einer, i.d.R. jedoch mehreren Skate-Einrichtungen. Zu den am häufigsten vorzufindenden Einrichtungen gehören Minipipe, Funbox, Bank, Coping Ramp und Curb. Weitere gängige Skate-Einrichtungen sind Halfpipe, Pyramide, Spine Ramp, Olliebox und Rail. Hingegen sind Einrichtungen wie Jump Ramp, Wallramp, Bowl, Pool, Nipple oder Vulkan eher selten zu finden. Skateboardfahrer brauchen indes nicht notwendigerweise bauliche Einrichtungen um ihre Manöver ausführen zu können: die sog. Flatland Tricks werden auf ebener freier Fläche gezeigt.

Die meisten Skate-Einrichtungen sind in DIN 33943 "Skateeinrichtungen - Begriffe, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung" aufgeführt. Ergänzend zu den dort genannten Einrichtungen seien jedoch auf jeden Fall Rail, Funbox und Pyramide genannt. Die letzteren beiden weisen teilweise komplexe Geometrien auf, v.a. in Verbindung mit Ledges, Rails oder Treppen. Sie setzen sich meist aus mehreren kombinierten Grundbausteinen nach DIN 33943 zusammen.

Im allgemeinen Sprachgebrauch werden einige Skate-Einrichtungen abweichend von der Nomenklatur der DIN 33943 bezeichnet: eine Minipipe wird meist Miniramp genannt, eine Coping Ramp häufig Quarter Pipe oder nur Quarter, eine Wallramp gelegentlich auch Wallride. In Kapitel 4.1 finden sich für alle betrachteten Skate-Einrichtungen Details zu Konstruktionsmerkmalen, Skizzen und Bilder. Einige allgemeine Merkmale sind in Bild 1 dargestellt.

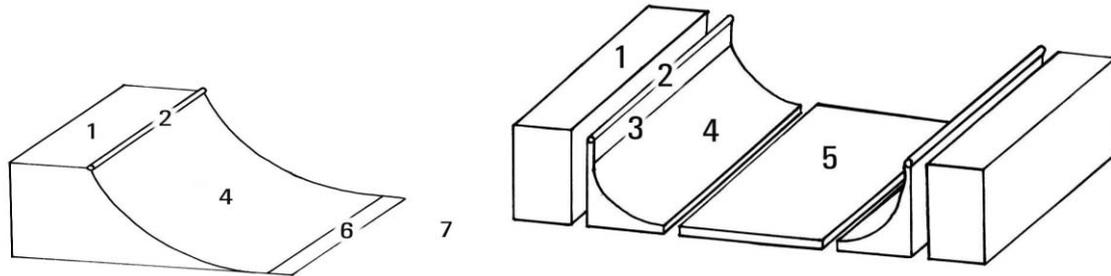


Bild 1 Konstruktionsdetails am Beispiel einer Coping Ramp (links) und einer Halfpipe (rechts)

- 1 Podest
- 2 Coping (befahrbares Rohr, Abgrenzung zum Podest)
- 3 Vert (bei Halfpipe, Wallramp)
- 4 Transition (konkave Fahrfläche)
- 5 Flat (ebene Fahrfläche zwischen den Transitions bei Halfpipe, Minipipe)
- 6 Anlaufkeil (Übergang von Anfahrfäche zu Fahrfläche, i.d.R. aus Metall)
- 7 Anfahrfäche (für An- und Auslauf), i.d.R. aus Asphalt

Die Einrichtungen innerstädtischer Skateanlagen sind in der Regel aus Beton-Fertigteilen hergestellt. Sie sind in Anschaffung und Unterhalt kostengünstig, bieten wenig Möglichkeiten zum Vandalismus und müssen praktisch nicht gewartet werden. Bei den Nutzern sind sie indes weniger beliebt, da Beton bei der Landung nicht nachgibt. Bevorzugt werden professionelle Skate-Einrichtungen, die aus einer Unterkonstruktion aus Metallrohren bestehen, auf die ein Fahrbelag aus Kunststoff aufgebracht wird. Zahlreiche Hersteller bieten heute eigene Fahrbeläge an. An nicht-kommunalen Skateanlagen oder an Vereisanlagen werden die Einrichtungen häufig aus Holz konstruiert (Unterbau und Fahrbelag), da sie auf diese Weise verhältnismäßig leicht und ohne Hilfe von Spezialfirmen nach den Wünschen der Nutzer hergestellt und verändert werden können. Selten werden andere als die zuvor genannten Fahrbeläge eingesetzt (z.B. Metall, Polymerbeton) oder andere Kombinationen von Unterkonstruktion und Fahrbelag verwendet. Gelegentlich werden Einrichtungen auch direkt im Gelände modelliert (z.B. Pool; Fahrbelag dann Asphalt oder Ort-beton).

Die Skate-Einrichtungen sind üblicherweise ortsfest (Verankerung im Boden, Betonfertigteile) und können nur mit hohem Aufwand umgestellt werden. Kleinere werden in seltenen Fällen bewusst ohne Verankerung aufgestellt, um den Nutzern individuelle Kombinationsmöglichkeiten zu bieten. Während die meisten Skateanlagen im Freien liegen und ganzjährig geöffnet sind, finden sich gelegentlich auch Anlagen, die nur saisonal (z.B. in Eisstadion im Sommerhalbjahr) oder temperatur- und wetterunabhängig in Hallen betrieben werden.

## 2.2 Nutzer

Skateanlagen sind in der Regel für das Fahren mit Skateboards und Inline-Skates vorgesehen. Vor allem bei öffentlichen Anlagen ist eine abweichende Benutzung, z.B. mit BMX-Rädern, meist untersagt. Da die typischen Abmessungen von BMX-Einrichtungen jedoch größer als die von Skate-Einrichtungen sind, weichen die BMX-Fahrer in der Regel ohnehin auf spezielle Anlagen aus. Des Weiteren werden Skateanlagen gelegentlich auch mit anderen Geräten (z.B. von Kindern mit Fahrrädern und Rollern) befahren. Dies entspricht jedoch nicht der eigentlichen Bestimmung der Anla-

gen und verursacht beim Befahren keine nennenswerten Geräusche. Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich daher auf die Nutzung von Skateanlagen mit Skateboards und Inline-Skates.

Die Skateboardfahrer nennen sich selbst kurz *Skater* und ihre Tätigkeit *skaten*. Inline-Skater werden kurz als *Inliner* oder gelegentlich ebenfalls als *Skater* bezeichnet, ihre Tätigkeit ebenfalls als *skaten*. Das Inline-Skaten auf Skateanlagen wird als "Aggressive Inline-Skating" (im Gegensatz zu Inline-Hockey, Speedskating, Downhill....) bezeichnet. Ein vergleichbarer Begriff für Skater existiert nicht. Im Folgenden werden zur Vereinfachung und zur genauen Unterscheidung die Begriffe *Skate* und *Skater* für Skateboard und Skateboardfahrer sowie *Inline* und *Inliner* für Inline-Skating und Inline-Skater verwendet.

Die von den Fahrern ausgeführten Tricks sind vielfältig (Ollie, Flip-Trick, Grind, Lip Trick, Flip usw.; siehe hierzu Anhang 9.1.2) und deren Komplexität stark vom Können abhängig. Sie reicht vom einfachen Überfahren eines Hindernisses ohne Sprung (bei Anfängern) bis zu komplizierten Sprüngen mit Drehungen oder gar Überschlügen. Vor allem bei den Skatern führt dies in der Trainingsphase eines Tricks zu unzähligen Fehlversuchen, bei denen das Skateboard lautstark auf den Boden oder die Skate-Einrichtung prallt. Der Skater kann in der Regel rechtzeitig vom Skateboard abspringen und selbst noch sicher landen, wogegen ein Inliner beim Fehlschlagen seines Tricks damit rechnen muss, mit dem Körper auf den Boden zu fallen. Er agiert daher umsichtiger, so dass Stürze bei ihm selten zu beobachten sind. Wenn sie dennoch auftreten, sind diese nicht annähernd so laut wie bei Skatern. Als spezielle Disziplin und wichtiger Bestandteil des Skateboardens sei *Flatland* an dieser Stelle noch erwähnt. Es umfasst Tricks mit dem Skateboard (v.a. Sprünge) auf einer beliebigen ebenen Fläche (z.B. auch Straße, Parkplatz) ohne die Benutzung von Skate-Einrichtungen.

### 3 Messungen und Erhebungen

#### 3.1 Vorauswahl der Anlagen

Um geeignete Anlagen für die späteren Messungen zu finden, wurden insgesamt 53 Anlagen besichtigt und nach den Gesichtspunkten Hintergrundgeräusch, mögliche Störgeräusche, Zugänglichkeit, Erreichbarkeit sowie Art, Material und Zustand der Skate-Einrichtungen bewertet. Für die Standortwahl der Dauermessstation waren zusätzlich die Aspekte Sicherheit (umzäunte, nachts abgeschlossene Anlagen) und Stromquellen wichtig.

Die besichtigten Anlagen befanden sich überwiegend in der Stadt München (20 Anlagen) und im Landkreis München (10), in der Stadt Augsburg (3) und im Landkreis Augsburg (10), sowie in den Landkreisen Landsberg am Lech, Aichach-Friedberg u.a. (10). Zwei der Anlagen waren in Hallen untergebracht (S22, S53), zwei wurden nur saisonal in Eislaufstadien betrieben (S10, S15) und drei weitere waren zwar als Skateanlagen ausgewiesen, jedoch befanden sich keine Skate-Einrichtungen auf den vorgefundenen Flächen (S21, S24, S38). Eine Übersicht über alle besichtigten Anlagen, deren Einrichtungen und Bauweise findet sich im Anhang 9.2.

Die Skate-Einrichtungen auf den 53 vorgefundenen Anlagen waren zum Großteil (43%) aus Beton hergestellt. Etwa ein Viertel (27%) wiesen Fahrflächen aus Kunststoff auf und etwa jede sechste (17%) war aus Holz gefertigt. Eine untergeordnete Rolle spielten Einrichtungen mit Fahrflächen aus Metall (7%) bzw. aus Asphalt (6%). Als zentrale Skate-Einrichtung stellte sich die Funbox heraus, die auf drei von vier Anlagen (78%) zu finden war. Coping Ramps waren Bestandteil von jeder zweiten Anlage (50%). Weitere häufig vorgefundene Einrichtungen waren Curbs (44%), Minipipes (42%) und Banks (38%), während nur an jeder dritten Anlage oder seltener Ollieboxen (32%), Rails (28%) und Halfpipes (18%) zu finden waren.

### 3.2 Messgrößen

Bei den Feldmessungen wurde der zeitliche Verlauf des Schalldruckpegels  $L_{AF}(t)$  aufgezeichnet. Je nach örtlicher Gegebenheit wurde gleichzeitig an bis zu drei Messpunkten in unterschiedlichen Richtungen bzw. unterschiedlichen Entfernungen gemessen. Im Labor konnten dann aus den Aufzeichnungen sämtliche interessierenden Messgrößen ermittelt werden. Dazu gehörten der Mittelungspegel  $L_{Am}$ , der Maximalpegel  $L_{AFmax}$  in einem bestimmten Zeitintervall (z.B. in einem Nutzungszyklus) und der Taktmaximal-Mittelungspegel (Wirkpegel)  $L_{AFTm}$  aus den im 5-s-Takt ermittelten Taktmaximalpegeln  $L_{AFT,5}$ .

### 3.3 Schalltechnische Messungen

Von den 53 möglichen Anlagen wurden 15 für die schalltechnischen Untersuchungen ausgewählt. Sie sind mit ihren einzelnen Skate-Einrichtungen in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 Für Messungen ausgewählte Skateanlagen und Skate-Einrichtungen; Messtation an S01, S10, und S15.

	Halfpipe	Minipipe	Bowl / Pool	Funbox	Pyramide	Bank	Coping Ramp	Spine Ramp	Olliebox	Curb	Rail	Vulkan	Nibble	Flatland	Vorbeifahrt
Nr.	Einrichtung														
S01				S01.3 / X Kunstst.		S01.1 / X Kunstst.	S01.2 / X Kunstst.		S01.4 / X Kunstst.	S01.5 / X Holz				S01.6 / X Asphalt	X Asphalt
S02			S02.4 Asphalt	S02.1 Beton						S02.6 Beton		S02.3 Asphalt	S02.5 Asphalt		
S03		S03.4 Kunstst.		S03.1 / 2 Metall							S03.3 Metall				
S06		S06.1 Metall													
S07				S07.3 Kunstst.	S07.5 Beton	S07.1 Asphalt	S07.2 Kunstst.			S07.4 Kunstst.				S07.7 Asphalt	S07.6 Asphalt
S09		S09.2 / 3 Holz		S09.1 Holz		S09.4 Holz									
S10	X Kunstst.	X Kunstst.		X Kunstst.		X Kunstst.	X Kunstst.	X Kunstst.	X Kunstst.	X Kunstst.				X Beton	X Beton
S11		S11.3 Beton		S11.6 Beton	S11.7 Beton	S11.2 Beton				S11.5 Beton	S11.1 Metall				
S12	S12.1 Metall														
S14		S14.8 Holz		S14.2 Holz	S14.5 Holz		S14.3 Holz	S14.1 Holz	S14.4 Holz						
S15	X Holz	X Kunstst.		X Kunstst.	X Kunstst.		X Kunstst.		X Kunstst.	X Kunstst.	X Kunstst.			X Asphalt	X Asphalt
S19	S19.3 Kunstst.		S19.4 Kunstst.	S19.1 / 2 Kunstst.											
S27				S27.1 Kunstst.		S27.3 Kunstst.				S27.2 Holz					
S31	S31.1 Kunstst.														
S42				S42.4/5 Beton			S42.3 Beton		S42.2 Beton	S42.1 Beton				S42.7 Asphalt	S42.6 Asphalt
S51				S51.3 Beton			S51.1 Holz	S51.2 Holz			S51.4 Metall			S51.5 Asphalt	S51.6 Asphalt
S52		S52.1 Metall		S52.3 Metall		S52.2 Metall	S52.4 Metall								

Anmerkung zu Tabelle 1: Die Nummerierung der Skate-Einrichtungen (z.B. S01.3) bezieht sich auf die Messprotokolle und die Auswertungen; "x" bedeutet, dass an diesen Skate-Einrichtungen keine Einzelmessungen ausgeführt worden sind, sie aber im Rahmen einer Dauermessung erfasst wurden (betrifft S01, S10 und S15; an S01 wurden auch Einzelmessungen vorgenommen).

Zu den Messterminen wurden jeweils mehrere Testfahrer (Inliner und Skater) bestellt, die zuvor über Aushänge an Skateanlagen, in einschlägigen Geschäften und Internet-Foren rekrutiert wurden. Bei den Fahrern handelte es sich um Kinder, Jugendliche und Erwachsene, darunter Geübte, Fortgeschrittene und Profis. "Reine Anfänger", die aus Sicherheitsgründen nicht im Team vertreten waren, wurden von den Testfahrern in speziellen Messreihen simuliert.

Bei den Messungen (und den späteren Auswertungen) wird zwischen den zwei unterschiedlichen Nutzungsweisen der Skate-Einrichtungen differenziert:

- einzelne Manöver (**Fall 1**)
- dauerhafte Benutzung (**Fall 2**)

**Fall 1** liegt vor, wenn die wiederholte Nutzung einer Skate-Einrichtung jeweils für sich einmalig und abgeschlossen ist, z.B. ein Sprung über eine Funbox (siehe Kapitel 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7, 4.1.8, 4.1.9, 4.1.10, 4.1.11 und einzelne Einrichtungen unter Kapitel 4.1.13). Solche Ereignisse, die zwischen einer Sekunde und fünf Sekunden dauerten, wurden jeweils separat messtechnisch erfasst. Zahlreiche Wiederholungen dieser einzelnen Messungen sicherten eine entsprechende statistische Aussagekraft.

**Fall 2** liegt vor, wenn die Benutzung einer Skate-Einrichtung typischerweise über eine gewisse Zeitspanne kontinuierlich erfolgt, z.B. das Fahren in einer Halfpipe (siehe Kapitel 4.1.1, 4.1.2, 4.1.12 und einzelne Einrichtungen unter Kapitel 4.1.13). Solche Vorgänge wurden komplett messtechnisch erfasst. Auch hier sicherten Wiederholungen der Messungen, die zwischen einer halben Minute und zwei Minuten dauerten, eine entsprechende statistische Aussagekraft.

Grundsätzlich wurden nur gesteuerte Messungen durchgeführt, d.h. bei jeder Messung wurde jeweils ein Fahrer an einer Skate-Einrichtung erfasst. Der aktive Fahrer und die Wartenden wurden angewiesen, die üblichen Nebengeräusche (Beifall, Raunen, Kommunikation etc.) zu unterlassen.

Während der Messaufzeichnungen wurden Marker gesetzt, die den Nutzertyp (Inliner oder Skater), den Beginn eines Manövers (z.B. Überfahren des Anlaufkeils beim Anlauf) und dessen Ende (z.B. Überfahren des Anlaufkeils beim Auslauf) kennzeichneten. Auf diese Weise war später bei der Auswertung der Pegelaufzeichnung die Identifizierung jedes Manövers möglich. Parallel dazu wurden zu jeder Aktion weitere Informationen handschriftlich im Messprotokoll notiert (Name des Fahrers, ggf. Fahrtrichtung, Art des Manövers, Qualität des Manövers; ggf. Information über Sturz, Nebengeräusche etc.).

Die Auswertung der Messungen ist anhand von zwei Beispielen im Kapitel 9.3.2 erläutert.

### 3.4 Messstation

Neben den gesteuerten Messungen wurden an drei Skateanlagen (S01, S10, S15) "unbeobachtete" Messungen über einen Zeitraum von jeweils einer Woche, 24 h am Tag durchgeführt. Die Besucher der Anlagen sahen zwar evtl. die dabei eingesetzte Messstation (Bild 2), deren Verhalten wurde jedoch weder durch das Messteam noch durch die Anlagenbetreiber aktiv beeinflusst. Bei diesen Messungen sind dementsprechend auch die üblichen Kommunikationsgeräusche der Nutzer und zeitweise die Musikdarbietung aus der Lautsprecheranlage (bei S10 und S15) enthalten. Die Anlagenbetreiber teilten jedoch in beiden Fällen mit, dass bereits aus Immissionschutzgründen die Musik leise im Vergleich zu den sonstigen Geräuschen der Skateanlagen ist. Dies bestätigten auch die Tonaufnahmen, die täglich von 16.00 bis 17.00 Uhr aufgezeichnet wurden.

Die Messstation registrierte stündlich neben den akustischen Messgrößen auch meteorologische Daten (siehe Kapitel 9.3.3). Andere relevante Emissionsparameter wurden soweit bekannt von den Betreibern mitgeteilt (z.B. Besucherzahlen).



Bild 2 Mobile Messstation

Die Auswertung der Langzeitmessungen ist in Kapitel 9.3.3 erläutert.

### 3.5 Erhebungen

Parallel zu den schalltechnischen Messungen wurden sämtliche für die Auswertung der Messdaten und die Erstellung eines Prognosemodells interessierenden Parameter der jeweiligen Skateanlage (Abmessungen, Material der Anfahrflächen, geometrische Lage der einzelnen Einrichtungen) und deren Skate-Einrichtungen (Abmessungen, Material, Aufbau und Stärken von Fahrflächen, Unterkonstruktion und ggf. Verkleidungen) registriert.

Um ein Maß für die typische Auslastung von Skateanlagen zu erhalten, wurden darüber hinaus die Besucherzahlen an zwei Anlagen erhoben und die Benutzungshäufigkeiten typischer Skate-Einrichtungen erfasst. An verschiedenen Wochentagen innerhalb und außerhalb der Ferien wurden dazu insgesamt sechs Zählungen durchgeführt. Diese erfolgten bei schönem und warmem Wetter in den Nachmittagsstunden bis zum frühen Abend. Sie fanden zu gleichen Teilen in den Ferien und während der Schulzeit statt und ebenfalls zu gleichen Teilen werktags und am Wochenende. Die Ergebnisse sind in Kapitel 4.2 dargestellt.

## 4 Emissionskennwerte

Aus den schalltechnischen Messungen an den 15 ausgewählten Skateanlagen wurden Schallleistungspegel, Impulshaltigkeit, Richtwirkung und Maximalpegel für die einzelnen Skate-Einrichtungen ermittelt. Die Untersuchungs- und Auswertemethodik ist in Kapitel 9.3 ausführlich dargestellt.

Bei Einrichtungen, deren Geräuschemission durch Einzelereignisse charakterisiert wird (Fall 1, z.B. Funbox: es wird nur ein Manöver von einem Nutzer absolviert, dann folgt nach einer gewissen Pause der nächste), ist der auf eine Stunde bezogene Schallleistungspegel für ein Ereignis  $L_{WA,1h}$  ermittelt worden. Da aber i.d.R. mehrere Ereignisse pro Stunde auftreten, ist dieser Wert mit einem Korrekturmaß  $K_{E,1h}$  (siehe 6.2.1) zu beaufschlagen. Anhaltswerte zur Anzahl der Ereignisse,

die in einer Stunde auf einzelnen Einrichtungen vorkommen können, sind Kapitel 6.1.3, Tabelle 27 und Tabelle 28, zu entnehmen.

Für Einrichtungen, die eher kontinuierlich genutzt werden (Fall 2, z.B. Halfpipe), ist im folgenden der gemittelte Schalleistungspegel  $L_{WA}$  für den Dauerbetrieb angegeben.

## 4.1 Schalleistungspegel und Impulshaltigkeitszuschlag

### 4.1.1 Halfpipe

Eine Halfpipe besteht aus zwei einander gegenüberliegenden senkrechten Wänden (Verts) und einem horizontalen Zwischenstück (Flat), die durch konkave Fahrflächen (Transitions) miteinander verbunden werden (siehe Bild 3 und Bild 4). Sie zählt zu den größten Einrichtungen, die auf Skateanlagen zu finden sind. Fortgeschrittene fahren bis zur Höhe des Podests und springen darüber hinaus, während Anfänger nur im unteren Bereich hin- und herrollen. Wegen der vergleichsweise aufwändigen Konstruktion und dem beschränkten Nutzerkreis (zumindest bei bestimmungsgemäßer Benutzung ist das Befahren nur für Fortgeschrittene mit entsprechender Sicherheitsausrüstung zu empfehlen) sind Halfpipes eher selten zu finden. Für die Zuschauer bieten sich hier die spektakulärsten Anblicke.

Charakteristisch für die Benutzung der Halfpipe ist das periodische Fahren von einer Seite zur anderen. Am Coping werden Manöver wie Grind, Lip Trick oder Sprünge über das Coping hinaus gezeigt. Weniger geübte Fahrer führen ihre Sprünge (Inliner und Skater) und Flip Tricks (Skater) in der Transition aus.

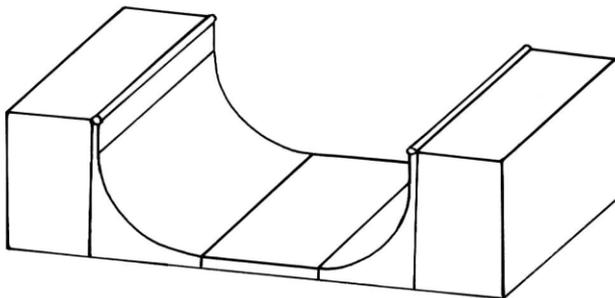


Bild 3 schematische Darstellung einer Halfpipe



Bild 4 Halfpipe mit Kunststoff-Belag auf Metall-Unterkonstruktion (S31)

Die Messungen erfolgten an drei Halfpipes, deren Fahrflächen in zwei Fällen aus Kunststoff und in einem Fall aus Metall bestanden. Die Unterkonstruktion war bei allen Einrichtungen aus Metall und ohne Verkleidung, d.h. die Unterseite der Fahrfläche war sichtbar.

Die ermittelten Emissionskennwerte sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2 Emissionsparameter Halfpipe

	Inline-Skate	Skateboard
$L_{WA}$	94 dB(A)	97 dB(A)
$K_I$	11 dB	9 dB
$L_{WAFm}$	<b>105 dB(A)</b>	<b>106 dB(A)</b>
$L_{WAFmax}$	<b>112 dB(A)</b>	<b>114 dB(A)</b>

Der Schallleistungspegel  $L_{WAFm}$  und der Spitzen-Schallleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen um 1 dB und um 2 dB über denjenigen der Inliner. Der Grund für den im Vergleich zu den anderen Skate-Einrichtungen sehr geringen Unterschied zwischen Inline und Skate mag im Anspruch an das Können der Fahrer liegen. Halfpipe ist für Skater eine sehr schwierige Disziplin (Höhe der Bahn, Skateboard "lose" unter den Füßen). Selbst die Skateboard-Profis, die an den Messungen teilnahmen, führten nur selten Sprünge, sondern hauptsächlich Lip Tricks und Grinds aus. Nach diesen Aktionen wird das Skateboard vergleichsweise sanft auf dem Vert wieder aufgesetzt. Hingegen können bereits Fortgeschrittene Inliner neben Grinds regelmäßig hohe Sprünge ausführen, die zu entsprechend lauten Landungen in der Transition führen.

#### 4.1.2 Minipipe, Miniramp

Im Gegensatz zur Halfpipe besitzt die Minipipe definitionsgemäß keinen senkrechten Fahrbauteil (Vert). Sie besteht aus zwei gegenüberliegenden konkaven Fahrflächen (Transitions), die durch ein horizontales Zwischenstück (Flat) miteinander verbunden sind (siehe Bild 5 und Bild 6). Ihre Abmessungen sind in der Regel wesentlich kleiner, v.a. bezüglich der Höhe des Podests. Daher erschließt die Minipipe einen wesentlich höheren Nutzerkreis als die Halfpipe, womit sich auch ihre große Verbreitung erklären lässt. Es sei angemerkt, dass die Bezeichnung Minipipe (nach DIN 33943) im allgemeinen Sprachgebrauch nicht verwendet wird. Vielmehr benutzen die Fahrer den Begriff Miniramp.

Charakteristisch für die Benutzung der Minipipe ist das periodische Hin- und Herfahren von einer Seite zur anderen. Am Coping werden Manöver wie Grinds oder Lip Tricks, in der Transition Sprünge (Inliner und Skater) und Flip Tricks (Skater) ausgeführt.

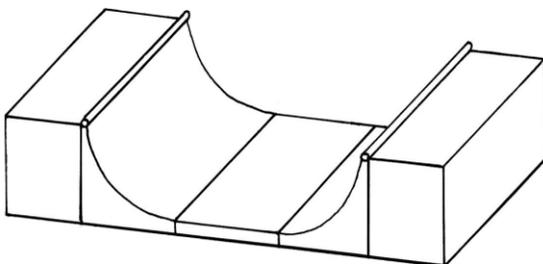


Bild 5 schematische Darstellung einer Minipipe



Bild 6 Minipipe aus Beton-Fertigteilen (S11)

Die Messungen erfolgten an sieben Minipipes, von denen eine aus Beton und drei aus Holz hergestellt waren. Zwei Einrichtungen mit Metallbelag und eine mit Kunststoffbelag waren auf Metallunterkonstruktionen gebaut. Vier Minipipes wiesen eine offene Bauart auf, drei waren an den Seiten und Stirnseiten geschlossen (Holzverkleidung).

Die übliche Podesthöhe von Minipipes liegt etwa zwischen 1,3 bis 1,8 m. Die beiden Einrichtungen der Anlage S09 bilden mit einer Höhe von 2,2 bzw. 2,7 m daher eine Ausnahme. Weniger geübte Benutzer fahren hier nicht bis zum Coping hoch, so dass diese Minipipes vom Anspruch an das Können der Fahrer eher den Halfpipes zuzuordnen wären. Durch das fehlende Vert wurden sie jedoch definitionsgemäß als Minipipes klassifiziert.

Die ermittelten Emissionsparameter sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3 Emissionsparameter Minipipe

	Inline-Skate	Skateboard
$L_{WA}$	93 dB(A)	96 dB(A)
$K_I$	9 dB	9 dB
$L_{WAFm}$	<b>102 dB(A)</b>	<b>105 dB(A)</b>
$L_{WAFmax}$	<b>108 dB(A)</b>	<b>113 dB(A)</b>

Der Schalleistungspegel  $L_{WAFm}$  und der Spitzen-Schalleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen um 3 dB und um 5 dB über denjenigen der Inliner. Der Grund für den im Vergleich zu den anderen Skate-Einrichtungen geringen Unterschied zwischen Inline und Skate mag im Anspruch an das Können der Fahrer liegen (vgl. hierzu auch Kapitel 4.1.1).

### 4.1.3 Funbox

Die Funbox besteht in der Regel aus einem Podest (Table) mit zwei oder mehr daran angebauten Rampen (Bank, Jump Ramp, Coping Ramp). Darüber hinaus sind gelegentlich Erweiterungen wie Ledge, Rail oder Treppenstufen zu finden (siehe Bild 7 und Bild 8). Die Funbox zählt zu den Standard-Einrichtungen und ist daher an fast jeder Skateanlage zu finden. Ihre Ausführung variiert von Anlage zu Anlage sehr stark bezüglich Größe, Material und Zusammenstellung der einzelnen Elemente. Sie bietet sowohl Anfängern als auch Geübten vielfältige Nutzungsmöglichkeiten.

Die Benutzung erfolgt jeweils durch einen einzelnen Fahrer, der ein Manöver in einem Zeitraum von wenigen Sekunden ausführt. Der Fahrer nimmt zunächst Anlauf auf der Anfahrfäche oder von einer anderen Skate-Einrichtung, fährt dann auf eine Rampe und führt einen Trick (Sprung, Grind, Flip-Trick) aus. Er landet an anderer Stelle der Funbox und verlässt diese wieder. Bis zur nächsten Benutzung durch den selben oder einen anderen Fahrer vergeht eine gewisse Zeit, in der die Funbox nicht benutzt wird.

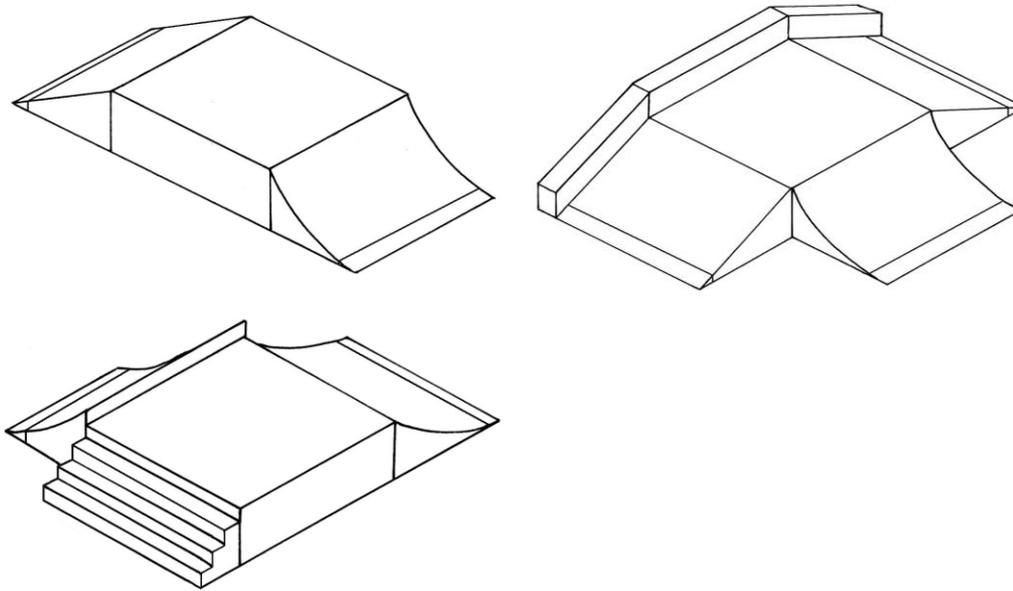


Bild 7 schematische Darstellung verschiedener Funboxen (Beispiele)



Bild 8 Funbox mit Ledge und Pyramide (S07) (oben links), Funbox mit Rail (S19) (oben rechts) und Funbox mit Treppenstufen (S42) (unten)

Die Funboxen werden für diese Untersuchung in zwei Kategorien unterschieden. Eine Funbox wird hier als 2-seitig bezeichnet, wenn sie nur in zwei Fahrtrichtungen benutzt werden kann (z.B. Bank, Table und Jump Ramp in einer Flucht; siehe links oben in Bild 7 und rechts oben in Bild 8). Bei größeren Funboxen mit weiteren Elementen ist die Benutzung in allen vier Richtungen möglich (z.B. Table mit zwei Banks, Jump Ramp und Treppenstufen), sie wird deshalb hier als 4-seitige Funbox bezeichnet.

Die Messungen erfolgten an neun 2-seitigen Funboxen. Fünf dieser Einrichtungen bestanden aus Beton, eine aus Holz, zwei hatten einen Kunststoffbelag und eine einen Metallbelag. Weitere Messungen wurden an sechs 4-seitigen Funboxen durchgeführt. Zwei dieser Einrichtungen bestanden aus Beton, zwei hatten einen Kunststoffbelag und zwei einen Metallbelag. Die Bauart war teils offen, teils an den Seiten geschlossen (Holzverkleidung) bzw. massiv (Beton).

Die ermittelten Emissionsparameter für die 2-seitige Funbox sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4 Emissionsparameter 2-seitige Funbox

	Inline-Skate	Skateboard
<b>L<sub>WA,1h</sub></b>	<b>62 dB(A)</b>	<b>71 dB(A)</b>
<b>K<sub>1</sub></b>	<b>9 dB</b>	<b>10 dB</b>
<b>L<sub>WAFmax</sub></b>	<b>107 dB(A)</b>	<b>116 dB(A)</b>

Der auf eine Stunde bezogene Schallleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  und der Spitzen-Schallleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen jeweils um 9 dB über denjenigen von Inlinern.

Die ermittelten Emissionsparameter für die 4-seitige Funbox sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5 Emissionsparameter 4-seitige Funbox

	Inline-Skate	Skateboard
<b>L<sub>WA,1h</sub></b>	<b>66 dB(A)</b>	<b>70 dB(A)</b>
<b>K<sub>1</sub></b>	<b>9 dB</b>	<b>10 dB</b>
<b>L<sub>WAFmax</sub></b>	<b>111 dB(A)</b>	<b>118 dB(A)</b>

Der auf eine Stunde bezogene Schallleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  und der Spitzen-Schallleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen um 4 dB und um 7 dB über denjenigen der Inliner.

#### 4.1.4 Pyramide

Die Pyramide besteht in der Regel aus einem zentralen Podest (Table) und vier geneigten ebenen Fahrflächen (Banks) um das Podest herum (siehe Bild 9 und Bild 10). Varianten weisen gelegentlich Erweiterungen wie ein Ledge auf oder sind mitunter Teil einer Funbox (vgl. Bild 8 links oben).

Die Benutzung erfolgt jeweils durch einen einzelnen Fahrer, der ein Manöver in einem Zeitraum von wenigen Sekunden ausführt. Der Fahrer nimmt zunächst Anlauf auf der Anfahrfäche oder von einer anderen Skate-Einrichtung, fährt auf eine Rampe und führt einen Trick (Sprung, Flip-Trick) aus. Er landet auf einer der drei anderen Seiten der Pyramide und verlässt diese wieder. Bis zur nächsten Benutzung durch den selben oder einen anderen Fahrer vergeht eine gewisse Zeit, der die Pyramide nicht benutzt wird.

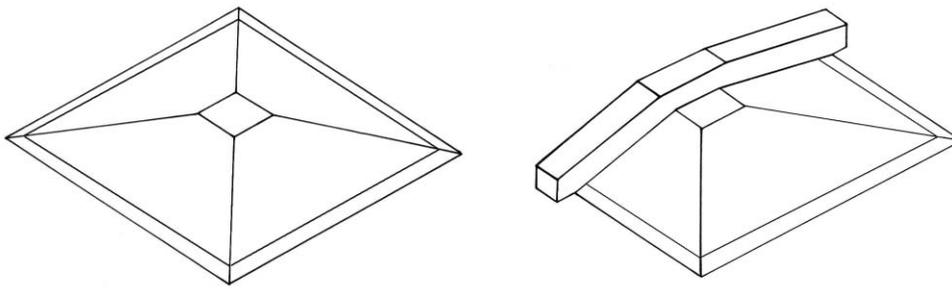


Bild 9 schematische Darstellung einer Pyramide (links) und einer Pyramide mit Ledge (rechts)



Bild 10 Pyramide aus Beton (S07) (links) und Pyramide mit Ledge aus Beton (S08) (rechts)

Die Messungen erfolgten an drei Pyramiden, von denen zwei aus Beton und eine aus Holz hergestellt waren. Aufgrund der Geometrie war ihre Bauweise stets geschlossen.

Die ermittelten Emissionsparameter für die Pyramide sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6 Emissionsparameter Pyramide

	Inline-Skate	Skateboard
<b>L<sub>WA,1h</sub></b>	<b>63 dB(A)</b>	<b>69 dB(A)</b>
<b>K<sub>i</sub></b>	<b>10 dB</b>	<b>11 dB</b>
<b>L<sub>WAFmax</sub></b>	<b>109 dB(A)</b>	<b>116 dB(A)</b>

Der auf eine Stunde bezogene Schalleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  und der Spitzen-Schalleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen um 6 dB und um 7 dB über denjenigen der Inliner.

#### 4.1.5 Bank

Eine Bank ist eine geneigte ebene Fahrfläche (siehe Bild 11 und Bild 12), die sich jedoch auf Skateanlagen selten frei stehend finden lässt. Meist ist ein Podest angeschlossen oder die Bank ist integraler Bestandteil einer Funbox oder Pyramide. Mit Podest dient sie in der Regel als Anlauf-rampe und zählt daher zu den am weitesten verbreiteten Skate-Einrichtungen. Skater führen darüber hinaus auch Tricks auf der Bank aus (z.B. Ollie, Flip Trick), was bei Inlinern nur selten zu beobachten ist.

Die Benutzung erfolgt jeweils durch einen einzelnen Fahrer, der ein Manöver in einem Zeitraum von wenigen Sekunden ausführt. Der Fahrer nimmt zunächst Anlauf auf der Anfahrfäche oder von einer anderen Skate-Einrichtung und fährt auf die Bank. Dann führt er einen Trick aus, landet auf der Rampe und verlässt diese wieder. Bis zur nächsten Benutzung durch den selben oder einen anderen Fahrer vergeht eine gewisse Zeit, in der die Bank nicht benutzt wird.

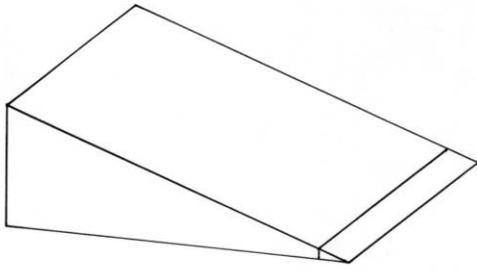


Bild 11 schematische Darstellung einer Bank



Bild 12 frei stehende Bank (S27) (links) und Bank mit Podest (S01) (rechts)

Die Messungen erfolgten an sechs Banks, von denen zwei frei standen und vier an ein Podest angeschlossen waren. Je eine Einrichtung war aus Beton, Asphalt und Holz hergestellt. Zwei besaßen eine Metallunterkonstruktion mit Kunststoffbelag bzw. Metallbelag, eine wies einen Kunststoffbelag auf einer Holzunterkonstruktion auf. Die zwei Einrichtungen mit Metallunterkonstruktion waren von offener Bauart, die anderen entweder an den Seiten verkleidet oder bauartbedingt geschlossen (Beton, Asphalt).

Die ermittelten Emissionsparameter für die Bank sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7 Emissionsparameter Bank

	Inline-Skate	Skateboard
<b>L<sub>WA,1h</sub></b>	<b>64 dB(A)</b>	<b>71 dB(A)</b>
<b>K<sub>I</sub></b>	<b>9 dB</b>	<b>10 dB</b>
<b>L<sub>WAFmax</sub></b>	<b>109 dB(A)</b>	<b>118 dB(A)</b>

Der auf eine Stunde bezogene Schallleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  und der Spitzen-Schallleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen um 7 dB und um 9 dB über denjenigen der Inliner.

#### 4.1.6 Jump Ramp, Coping Ramp, Quarter Pipe, Wall Ramp

Eine *Jump Ramp* ist eine konkave Fahrfläche (siehe Bild 13 und Bild 14), die sich jedoch auf Skateanlagen selten frei stehend finden lässt. Meist ist ein Podest mit Coping angeschlossen (Coping

Ramp, siehe unten) oder sie ist integraler Bestandteil einer Funbox. Jump Ramps werden im folgenden nicht weiter betrachtet, da ihre Geräuschemission bereits in den genannten übergeordneten Skate-Einrichtungen enthalten ist.

Eine *Coping Ramp* besteht aus einer konkaven Fahrfläche, die an ein Podest anschließt (siehe Bild 13 und Bild 14). Am Übergang beider Teile ist ein Rohr (Coping) angebracht. Coping Ramps zählen zu den am weitesten verbreiteten Skate-Einrichtungen. Die Fahrer benutzen sie entweder als Anlaufmöglichkeit oder führen Manöver darauf aus (z.B. Ollie, Flip Trick, Grind, Lip Trick). Es sei angemerkt, dass die Bezeichnung Coping Ramp (nach DIN 33943) im allgemeinen Sprachgebrauch nicht verwendet wird. Vielmehr benutzen die Fahrer die Begriffe *Quarter* oder *Quarter Pipe*.

Eine *Wall Ramp* ist eine konkave Fahrfläche, die in ein Vert übergeht (siehe Bild 15). Sie ist selten zu finden und eher typisch für BMX-Anlagen. Eine Messung an der einzigen auf den 53 besichtigten Skateanlagen vorgefundenen Wall Ramp war wegen deren schlechtem Zustand aus Sicherheitsaspekten nicht möglich. Daher werden Wall Ramps in dieser Untersuchung nicht weiter betrachtet. Sie sind aber vom Aufbau und von der Benutzung mit Coping Ramps vergleichbar. Ihre Geräuschentwicklung ist eher geringer einzuschätzen, weil die Fahrer in der Regel ständig im Kontakt mit der Fahrfläche bleiben (im Normalfall also keine Landung in der Transition zu erwarten ist) und die Oberkante nicht befahren oder überschreiten. Es wird daher empfohlen, Wall Ramps für Planungszwecke wie Coping Ramps anzusetzen.

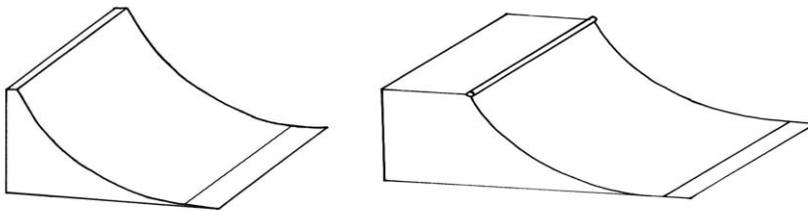


Bild 13 schematische Darstellung einer Jump Ramp (links) und einer Coping Ramp (rechts)



Bild 14 Jump Ramp mit Kunststoffbelag auf Metall-Unterkonstruktion (S27) (rechts) und Coping Ramp mit Kunststoffbelag mit seitlicher Verkleidung (S07) (rechts)

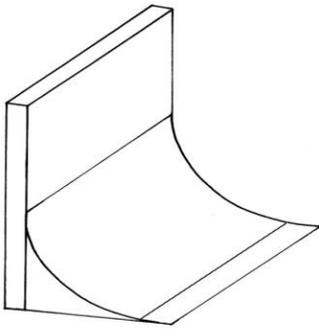


Bild 15 schematische Darstellung einer Wall Ramp

Die Benutzung der Coping Ramp erfolgt jeweils durch einen einzelnen Fahrer, der ein Manöver in einem Zeitraum von wenigen Sekunden ausführt. Der Fahrer nimmt zunächst Anlauf auf der Anfahrfäche oder von einer anderen Skate-Einrichtung und fährt auf die Coping Ramp. Dann führt er einen Trick aus, landet auf der Rampe und verlässt diese wieder. Bis zur nächsten Benutzung durch den selben oder einen anderen Fahrer vergeht eine gewisse Zeit, in der die Coping Ramp nicht benutzt wird.

Die Messungen erfolgten an sechs Coping Ramps, von denen je zwei einen Holz- bzw. Kunststoffbelag und eine einen Metallbelag aufwiesen. Eine weitere war aus Beton hergestellt. Je eine Einrichtung mit Holz- bzw. Kunststoffbelag waren an den Seiten geschlossen, die anderen wiesen eine offene bzw. massive Bauart auf.

Die ermittelten Emissionsparameter für die Coping Ramp sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8 Emissionsparameter Coping Ramp

	Inline-Skate	Skateboard
<b><math>L_{WA,1h}</math></b>	<b>62 dB(A)</b>	<b>69 dB(A)</b>
<b><math>K_i</math></b>	<b>10 dB</b>	<b>9 dB</b>
<b><math>L_{WAFmax}</math></b>	<b>109 dB(A)</b>	<b>115 dB(A)</b>

Der auf eine Stunde bezogene Schallleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  und der Spitzen-Schallleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen um 7 dB und um 6 dB über denjenigen der Inliner.

#### 4.1.7 Spine Ramp

Eine Spine Ramp besteht aus zwei aneinander gestellten konkaven Fahrflächen an deren gemeinsamer Oberkante sich i.d.R. ein Coping befindet (siehe Bild 16). Ihre Verbreitung auf Skateanlagen ist gering. Charakteristisch für ihre Benutzung ist das Springen von der einen Seite zur anderen (Transfer), was aber v.a. an die Skater hohe Anforderungen stellt. Alternativ kann die Spine Ramp auch halbseitig (wie eine Coping Ramp) befahren werden.

Die Benutzung erfolgt jeweils durch einen einzelnen Fahrer, der ein Manöver in einem Zeitraum von wenigen Sekunden ausführt. Der Fahrer nimmt zunächst Anlauf auf der Anfahrfäche oder von einer anderen Skate-Einrichtung und fährt auf die Spine Ramp. Dann führt er einen Trick aus, landet auf der Rampe und verlässt diese wieder. Bis zur nächsten Benutzung durch den selben oder einen anderen Fahrer vergeht eine gewisse Zeit, in der die Spine Ramp nicht benutzt wird.

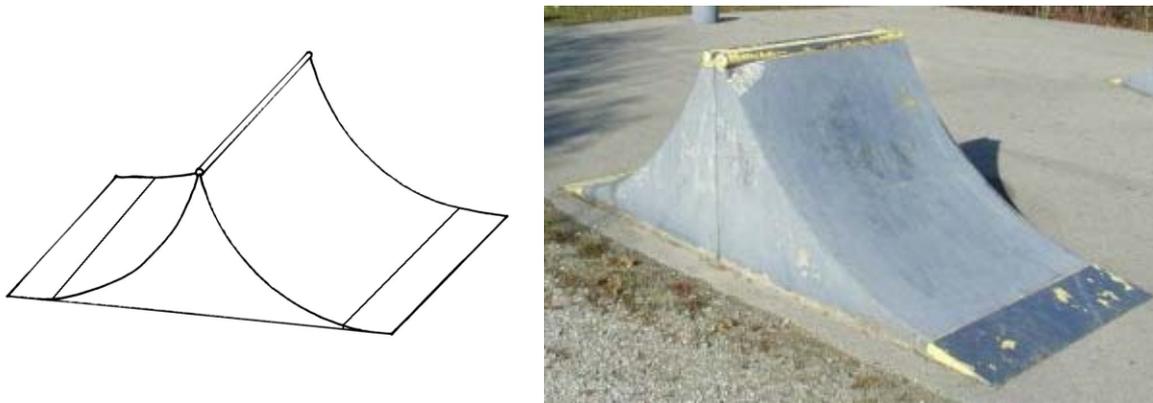


Bild 16 schematische Darstellung einer Spine Ramp (links) und Spine Ramp aus Beton-Fertigteilen (S20) (rechts)

Aufgrund der geringen Verbreitung der Spine Ramp konnten Messungen nur an zwei Anlagen erfolgen, die beide aus Holz hergestellt waren und eine offene Bauart aufwiesen.

Die ermittelten Emissionsparameter für die Spine Ramp sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9 Emissionsparameter Spine Ramp

	Inline-Skate	Skateboard
<b>L<sub>WA,1h</sub></b>	<b>64 dB(A)</b>	<b>68 dB(A)</b>
<b>K<sub>I</sub></b>	<b>8 dB</b>	<b>8 dB</b>
<b>L<sub>WAFmax</sub></b>	<b>109 dB(A)</b>	<b>113 dB(A)</b>

Der auf eine Stunde bezogene Schalleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  und der Spitzen-Schalleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen jeweils um 4 dB über denjenigen der Inliner.

#### 4.1.8 Olliebox

Eine Olliebox ist ein niedriges Podest, an dessen Kanten oftmals Copings oder Metallschienen angebracht sind (siehe Bild 17 und Bild 18). Sie ist bei den Skatern sehr beliebt, für Inliner jedoch weniger attraktiv. Charakteristisch für die Benutzung durch Skater ist das Springen von der Anfahrfläche auf die Fahrfläche, ggf. mit Manövern darauf (z.B. Wheelie) und das Herabspringen. Alternativ kann ein evtl. vorhandenes Coping befahren werden. Die Nutzung der Olliebox gleicht dann der eines Curbs (siehe Kapitel 4.1.9) und ist wiederum für Inliner und Skater gleichermaßen reizvoll.

Die Benutzung erfolgt jeweils durch einen einzelnen Fahrer, der ein Manöver in einem Zeitraum von wenigen Sekunden ausführt. Der Fahrer nimmt zunächst Anlauf auf der Anfahrfläche oder von einer anderen Skate-Einrichtung und springt auf die Olliebox bzw. das Coping. Dann fährt er auf der Einrichtung entlang bzw. grindet am Coping und verlässt sie mit einem erneuten Sprung. Bis zur nächsten Benutzung durch den selben oder einen anderen Fahrer vergeht eine gewisse Zeit, in der die Olliebox nicht benutzt wird.

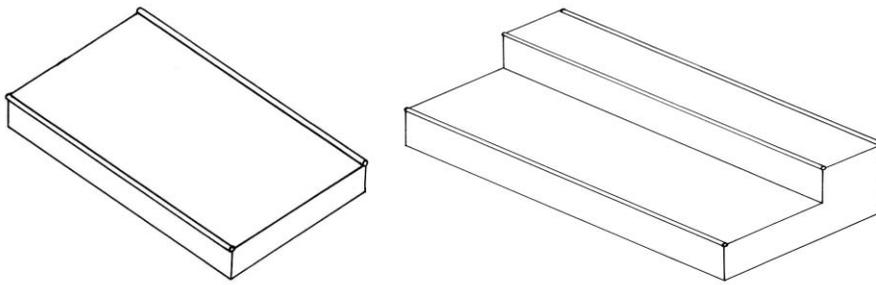


Bild 17 Schematische Darstellung einer typischen Olliebox (links) und einer Variante (rechts)



Bild 18 Olliebox mit Kunststoffbelag auf Metall-Unterkonstruktion (S23) (links) und Olliebox aus Beton (S17) (rechts)

Die Messungen erfolgten an drei Ollieboxen, wovon eine aus Beton (massiv) und eine aus Holz (offene Bauweise) hergestellt war. Eine weitere wies einen Kunststoffbelag auf einer Holzunterkonstruktion bei geschlossener Bauweise auf.

Die ermittelten Emissionsparameter für die Olliebox sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

Tabelle 10 Emissionsparameter Olliebox

	Inline-Skate	Skateboard
<b>L<sub>WA,1h</sub></b>	<b>61 dB(A)</b>	<b>69 dB(A)</b>
<b>K<sub>l</sub></b>	<b>9 dB</b>	<b>9 dB</b>
<b>L<sub>WAFmax</sub></b>	<b>106 dB(A)</b>	<b>114 dB(A)</b>

Der auf eine Stunde bezogene Schallleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  und der Spitzen-Schallleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen jeweils um 8 dB über denjenigen der Inliner.

#### 4.1.9 Curb

Das Curb ist eine Skate-Einrichtung zum Grinden (siehe Bild 19 und Bild 20). Es ist in der Regel horizontal, kann aber auch geneigt oder geknickt sein. Die Oberkante kann aus einem oder zwei Copings bestehen, bei breiteren Einrichtungen finden sich an den Kanten statt Copings oft Metallwinkel. Curbs zählen zu den am weitesten verbreiteten Skate-Einrichtungen.

Die Benutzung erfolgt jeweils durch einen einzelnen Fahrer, der ein Manöver in einem Zeitraum von wenigen Sekunden ausführt. Der Fahrer nimmt zunächst Anlauf auf der Anfahrfäche oder von einer anderen Skate-Einrichtung und springt auf das Curb. Dann grindet er auf dem Copping ent-

lang und verlässt das Curb mit einem erneuten Sprung. Bis zur nächsten Benutzung durch den selben oder einen anderen Fahrer vergeht eine gewisse Zeit, in der das Curb nicht benutzt wird.

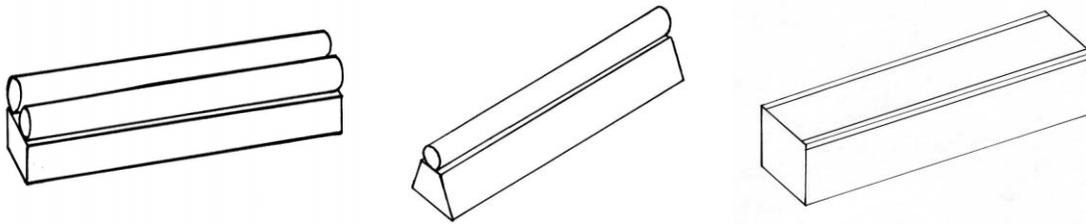


Bild 19 Schematische Darstellung verschiedener Curbs



Bild 20 Beispiele für Curbs (v.l.n.r.: S51, S42, S11)

Die Messungen erfolgten an sechs Curbs. Die eigentliche Fahrfläche bestand stets aus Metall (Coping oder Winkel). Die Unterkonstruktion war bei fünf Einrichtungen massiv, davon dreimal aus Beton und zweimal aus Holz. Eine Einrichtung wies eine Metall-Unterkonstruktion mit Kunststoff-Verkleidung auf.

Die ermittelten Emissionsparameter für das Curb sind in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11 Emissionsparameter Curb

	Inline-Skate	Skateboard
<b>L<sub>WA,1h</sub></b>	<b>59 dB(A)</b>	<b>68 dB(A)</b>
<b>K<sub>I</sub></b>	<b>10 dB</b>	<b>10 dB</b>
<b>L<sub>WAFmax</sub></b>	<b>105dB(A)</b>	<b>114 dB(A)</b>

Der auf eine Stunde bezogene Schalleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  und der Spitzen-Schalleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen jeweils um 9 dB über denjenigen der Inliner.

#### 4.1.10 Rail

Ein Rail ist eine Nachbildung eines Geländers und wie das Curb zum Grinden bestimmt (siehe Bild 21). Es kann horizontal oder geneigt sein. In der Regel ist es eine eigenständige Skate-Einrichtung, gelegentlich aber auch Teil einer Funbox (vgl. Bild 8 rechts oben).

Die Benutzung erfolgt jeweils durch einen einzelnen Fahrer, der ein Manöver in einem Zeitraum von wenigen Sekunden ausführt. Der Fahrer nimmt zunächst Anlauf auf der Anfahrfäche oder von einer anderen Skate-Einrichtung, springt auf das Rail und grindet darauf entlang. Dann verlässt er es mit einem erneuten Sprung. Bis zur nächsten Benutzung durch den selben oder einen anderen Fahrer vergeht eine gewisse Zeit, in der das Rail nicht benutzt wird.

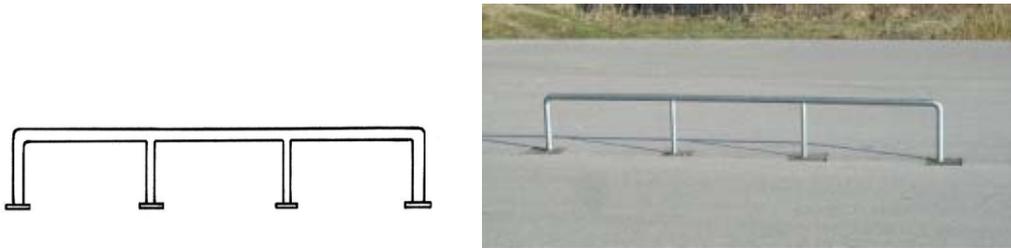


Bild 21 schematische Darstellung eines Rails (links) und Beispiel für ein Rail (S51, rechts)

Die Messungen erfolgten an drei Rails, die alle aus Metall bestanden.

Die ermittelten Emissionsparameter für das Rail sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12 Emissionsparameter Rail

	Inline-Skate	Skateboard
<b>L<sub>WA,1h</sub></b>	<b>61 dB(A)</b>	<b>68 dB(A)</b>
<b>K<sub>1</sub></b>	<b>9 dB</b>	<b>9 dB</b>
<b>L<sub>WAFmax</sub></b>	<b>108 dB(A)</b>	<b>114 dB(A)</b>

Der auf eine Stunde bezogene Schallleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  und der Spitzen-Schallleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen um 7 dB und um 6 dB über denjenigen der Inliner.

#### 4.1.11 Flatland

Unter Flatland werden Skate-Manöver zusammengefasst, die an einer beliebigen freien Stelle auf der Anfahrfäche der Skateanlage ohne Benutzung einer Einrichtung ausgeführt werden. Da Flatland bei den Skatern von großer Bedeutung ist, wurde es in diese Untersuchung aufgenommen, auch wenn es sich dabei um keine bauliche Einrichtung sondern eine spezielle Form des Skatens handelt.

Die Durchführung von Flatland Tricks erfolgte jeweils durch einen einzelnen Fahrer, der ein Manöver in einem Zeitraum von wenigen Sekunden ausführte. Der Fahrer nahm zunächst Anlauf auf der Anfahrfäche oder von einer anderen Skate-Einrichtung und führte an einer für die Messung definierten Stelle einen Sprung aus. Dann landete er und fuhr weiter. Bis zum nächsten Flatland Trick desselben oder eines anderen Fahrers verging eine gewisse Zeit.

Die Messungen erfolgten an vier Anlagen. Der Bodenbelag war dabei stets aus Asphalt. Da Flatland Tricks bei Inlinern unüblich sind, nahmen diese nur an einer Messung und lediglich zur Information teil.

Die ermittelten Emissionsparameter für Flatland Tricks sind in Tabelle 13 zusammengefasst.

Tabelle 13 Emissionsparameter Flatland

	<i>Inline-Skate</i> *	Skateboard
<b>L<sub>WA,1h</sub></b>	58 dB(A)	<b>67 dB(A)</b>
<b>K<sub>I</sub></b>	7 dB	<b>9 dB</b>
<b>L<sub>WAFmax</sub></b>	107 dB(A)	<b>114 dB(A)</b>

\* für Inliner unüblich, Darstellung nur zur Information

Der auf eine Stunde bezogene Schalleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  und der Spitzen-Schalleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen um 9 dB und um 7 dB über denjenigen der Inliner.

#### 4.1.12 Vorbeifahrt

Vorbeifahrten von Inlinern und Skatern wurden in die Untersuchung aufgenommen, um nähere Information zum reinen Rollgeräusch zu erhalten.

Gemessen wurde der Vorbeifahrtpegel jeweils eines einzelnen Fahrers. Dieser nahm zunächst Anlauf auf der Anfahrfäche, rollte dann auf einer für die Messung definierten Strecke entlang und entfernte sich danach. Die Messungen erfolgten an vier Anlagen, deren Boden stets asphaltiert war.

Die ermittelten Emissionsparameter für Vorbeifahrten sind in Tabelle 14 zusammengefasst.

Tabelle 14 Emissionsparameter Vorbeifahrt

	Inline-Skate	Skateboard
L <sub>WA</sub>	84 dB(A)	94 dB(A)
K <sub>I</sub>	4 dB	4 dB
<b>L<sub>WAFm</sub></b>	<b>88 dB(A)</b>	<b>98 dB(A)</b>
<b>L<sub>WAFmax</sub></b>	<b>92 dB(A)</b>	<b>101 dB(A)</b>

Der Schalleistungspegel  $L_{WAFm}$  und der Spitzen-Schalleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen um 10 dB und um 9 dB über denjenigen der Inliner.

#### 4.1.13 weitere Einrichtungen

Im folgenden werden die Messergebnisse von einigen sehr speziellen und entsprechend selten zu findenden Skate-Einrichtungen vorgestellt. Die angegebenen Emissionskennwerte sind als beispielhaft anzusehen.

##### Bowl

Der Bowl (übersetzt "Schüssel") besteht aus einem Flat, an das an allen 4 Seiten Transitions angesetzt sind. Den oberen Abschluss bildet ein umlaufendes Podest mit Coping (siehe Bild 22). Von der Art der Benutzung ist er vergleichbar mit einer Halfpipe oder Minipipe. Die Messungen erfolgten an einem Bowl mit einer Fahrfläche aus Kunststoff auf einer an den Seiten offenen Metall-Unterkonstruktion.

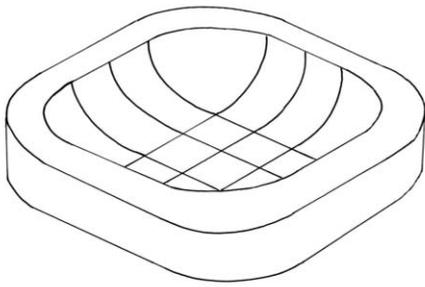


Bild 22 schematische Darstellung eines Bowls

Die ermittelten Emissionsparameter für den Bowl sind in Tabelle 15 zusammengefasst.

Tabelle 15 Emissionsparameter Bowl

	Inline-Skate	Skateboard
$L_{WA}$	95 dB(A)	100 dB(A)
$K_I$	9 dB	9 dB
$L_{WAFTm}$	<b>104 dB(A)</b>	<b>109 dB(A)</b>
$L_{WAFmax}$	<b>112 dB(A)</b>	<b>117 dB(A)</b>

Der Schallleistungspegel  $L_{WAFTm}$  und der Spitzen-Schallleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen jeweils um 5 dB über denjenigen der Inliner.

## Pool

Der Pool ist hinsichtlich Aufbau und Benutzung her mit dem Bowl vergleichbar, jedoch ist er im Boden eingelassen (siehe Bild 23). Die Messungen erfolgten an einem im Gelände einer Skateanlage modellierten Pool. Seine Fahrfläche bestand aus Asphalt.



Bild 23 Im Gelände modellierter Pool (Vordergrund) und Vulkan (im Hintergrund) (S02)

Die ermittelten Emissionsparameter für den Pool sind in Tabelle 16 zusammengefasst.

Tabelle 16 Emissionsparameter Pool

	Inline-Skate	Skateboard
$L_{WA}$	86 dB(A)	94 dB(A)
$K_I$	10 dB	10 dB
$L_{WAFTm}$	<b>96 dB(A)</b>	<b>104 dB(A)</b>
$L_{WAFmax}$	<b>105 dB(A)</b>	<b>111 dB(A)</b>

Der Schallleistungspegel  $L_{WAFTm}$  und der Spitzen-Schallleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen um 8 dB um 6 dB über denjenigen der Inliner.

## Vulkan

Der Vulkan besteht aus einem kreisförmigen Podest mit Copping und umlaufender Transition (siehe Bild 24). Von der Art der Benutzung ist er vergleichbar mit einer Copping Ramp (bei Anfahrt und Abfahrt aus gleicher Richtung, z.B. Lip Trick) bzw. einer Spine Ramp (bei Transfers, also Sprüngen von der einen Seite auf die andere). Die Messungen erfolgten an einem im Gelände einer Skateanlage modellierten Vulkan. Seine Fahrfäche bestand aus Asphalt.



Bild 24 Im Gelände modellierter Vulkan (S02)

Die ermittelten Emissionsparameter für den Vulkan sind in Tabelle 17 zusammengefasst.

Tabelle 17 Emissionsparameter Vulkan

	Inline-Skate	Skateboard
$L_{WA,1h}$	<b>54 dB(A)</b>	<b>64 dB(A)</b>
$K_I$	<b>9 dB</b>	<b>9 dB</b>
$L_{WAFmax}$	<b>106 dB(A)</b>	<b>113 dB(A)</b>

Der auf eine Stunde bezogene Schallleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  und der Spitzen-Schallleistungspegel  $L_{WAFmax}$  von Skatern liegen um 10 dB und um 7 dB über denjenigen der Inliner.

## Nipple

Der Nipple ist ein kleiner Hügel (siehe Bild 25), dessen Befahren wegen der geringen Größe praktisch nicht möglich ist. Er dient im vorliegenden Fall vielmehr als Hindernis, das von Inlinern (nicht jedoch von Skatern) übersprungen werden kann. Die Messungen erfolgten an einem im Gelände einer Skateanlage modellierten Nipple. Die Anfahrfläche bestand aus Asphalt.



Bild 25 Im Gelände modellierter Nipple (S02)

Die ermittelten Emissionsparameter für den Nipple sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

Tabelle 18 Emissionsparameter Nipple

	Inline-Skate	Skateboard *
<b>L<sub>WA,1h</sub></b>	<b>56 dB(A)</b>	
<b>K<sub>i</sub></b>	<b>9 dB</b>	
<b>L<sub>WAFmax</sub></b>	<b>108 dB(A)</b>	

\* für Skater ungeeignet

## Oldschool Flatland

Eine Spezialform der Disziplin Flatland sind die sog. Oldschool Flatland Tricks. Sie wurden in diese Untersuchung aufgenommen, auch wenn es sich dabei um keine bauliche Einrichtung handelt. Vielmehr sind sie eine spezielle Form des Skatens - eine Art akrobatisches Ballett mit dem Skateboard. Oldschool Flatland wird mehr oder weniger auf der Stelle ausgeführt, die durchschnittliche Dauer einer "Vorführung" beträgt dabei typischerweise eine halbe bis eine Minute.

Die ermittelten Emissionsparameter für Oldschool Flatland sind in Tabelle 19 zusammengefasst.

Tabelle 19 Emissionsparameter Oldschool Flatland

	Inline-Skate *	Skateboard
L <sub>WA</sub>		95 dB(A)
K <sub>I</sub>		13 dB
L <sub>WAFTm</sub>		<b>108 dB(A)</b>
L <sub>WAFmax</sub>		<b>117 dB(A)</b>

\* für Inliner unüblich

## 4.2 Nutzungshäufigkeiten und Auslastung

Um ein Maß für die typische Auslastung von Skateanlagen zu erhalten wurden parallel zu den schalltechnischen Messungen die Besucher gezählt und die Benutzungshäufigkeiten der einzelnen Skate-Einrichtungen erhoben. An verschiedenen Wochentagen innerhalb und außerhalb der Ferien wurden insgesamt sechs Zählungen durchgeführt. Diese erfolgten bei schönem und warmem Wetter in den Nachmittagsstunden bis zum frühen Abend. Sie fanden zu gleichen Teilen in den Ferien und während der Schulzeit statt und ebenfalls zu gleichen Teilen werktags und am Wochenende.

Zwei der sechs Zählungen erfolgten auf Anlage S02, die weitläufig, jedoch mit vergleichsweise kleinen Skate-Einrichtungen ausgestattet war (Funbox, Curb, Pool, Vulkan, verschiedene Rampen; vgl. Bild 26). Sie wurde deshalb besonders von Anfängern, Kindern und Inlinern aufgesucht. Bei den Zählungen wurden bis zu neun Skater und vier Inliner gleichzeitig beobachtet, wobei nicht alle auf einmal aktiv waren. Die Fahrer saßen einen großen Teil der Zeit am Rand beisammen, um sich zu unterhalten oder anderen Fahrern zuzusehen. Aus den Zählungen wurden die in Tabelle 20 und Tabelle 21 aufgeführten maximalen Nutzungshäufigkeiten bzw. Auslastungen ermittelt.

Tabelle 20 Zählung Skateanlage S02: Benutzungshäufigkeiten verschiedener Skate-Einrichtungen

Skate-Einrichtung	Ereignisse pro Minute	Ereignisse pro Stunde	Bemerkung
Funbox	2	120	
Curb	1	60	
Vulkan	1	60	sehr spezielle Einrichtung, aber hier neben der Funbox ein zentrales Element der
Coping Ramp	0,5	30	etwas abseits gelegene Skate-Einrichtung
Flatland	0,5	30	

Tabelle 21 Zählung Skateanlage S02: Auslastung des Pools

Skate-Einrichtung	zeitliche Auslastung
Pool	30%



Bild 26 Skateanlage S02

Vier der sechs Zählungen erfolgten auf Anlage S19. Diese wird mit ihren vergleichsweise großen Skate-Einrichtungen (Halfpipe, Bowl, zwei Funboxen, Banks und Coping Ramps; vgl. Bild 27) besonders von fortgeschrittenen Jugendlichen und Erwachsenen aufgesucht. Bei den Zählungen wurden bis zu 15 Skater und 13 Inliner gleichzeitig beobachtet, wobei nicht alle auf einmal aktiv waren. Die Fahrer saßen einen großen Teil der Zeit am Rand beisammen, um sich zu unterhalten oder anderen Fahrern zuzusehen. Aus den Zählungen wurden folgende in Tabelle 22 und Tabelle 23 aufgeführten maximalen Nutzungshäufigkeiten bzw. Auslastungen ermittelt.

Tabelle 22 Zählung Skateanlage S19: Benutzungshäufigkeiten verschiedener Skate-Einrichtungen

<b>Skate-Einrichtung</b>	<b>Ereignisse pro Minute</b>	<b>Ereignisse pro Stunde</b>
Große Funbox	2,5	150
Kleine Funbox	2	120
Coping Ramp	1,5	90
Bank	1,5	90
Flatland	1	60

Tabelle 23 Zählung Skateanlage S19: Auslastung von Halfpipe und Bowl

<b>Skate-Einrichtung</b>	<b>zeitliche Auslastung</b>	<b>Bemerkung</b>
Bowl	50%	
Halfpipe	100%	Dauerbetrieb



Bild 27 Skateanlage S19

## 4.3 Einfluss von Nutzern und Bauweise

### 4.3.1 Nutzergruppen

Die Schallemission einer Skate-Einrichtung ist stark abhängig von der jeweiligen Nutzergruppe (Inliner oder Skater). Skater verursachen in der Regel wesentlich höhere Geräuschemissionen als Inliner, was sich auch ohne Messung schon durch bloßes Hinhören feststellen lässt. Allein das Rollen auf der Fahrfläche führt beim Skater bereits zu beträchtlichen Geräuschen, während der Inliner vergleichsweise lautlos über den Asphalt gleitet (vgl. Kapitel 4.1.12). Auch bei der Landung nach Sprüngen ergibt sich ein derartiger Unterschied. Die Inliner landen mit einem eher dumpfen Geräusch, während die Skater bei der Landung ein krachendes Geräusch verursachen. Dies gilt besonders, wenn der Sprung misslingt, der Fahrer abspringen muss und das Skateboard unkontrolliert auf die Skate-Einrichtung oder die Fahrfläche prallt.

Bei den Emissionskennwerten in Kapitel 4.1 musste daher nach Inlinern und Skatern differenziert werden. Je nach Skate-Einrichtung beträgt der Unterschied der Schallleistungspegel bzw. Spitzen-Schallleistungspegel bis zu 10 dB. Lediglich für die Halfpipe und die Minipipe ergeben sich vergleichsweise geringe Unterschiede von 1 bzw. 3 dB, was im unterschiedlich hohen Anspruch an das Können der Inliner und Skater an diesen Einrichtungen liegen mag (vgl. hierzu auch Kapitel 4.1.1 und 4.1.2).

### 4.3.2 Material

Aufgrund der beschränkten Anzahl der Messungen (15 Skateanlagen) konnte mit der vorliegenden Untersuchung eine repräsentative, aber keine vollständige Marktabdeckung hinsichtlich aller Fahrbeläge und Konstruktionsweisen erreicht werden. V.a. bezüglich der Kunststoffbeläge gibt es zahlreiche Hersteller, deren Material sich in Dicke und Aufbau sowie der bevorzugten Unterkonstruktion unterscheidet. Hingegen kann davon ausgegangen werden, dass die Schallemissionen von Anlagen aus Beton herstellerunabhängig sind. Während sich für Anlagen aus Beton und Anlagen mit Kunststoffbelägen ein eigener Markt entwickelt hat, werden die meisten Anlagen aus Holz und Metall entweder von den Nutzern oder deren beauftragten Firmen selbst konstruiert. Sie weisen daher keinen einheitlichen Aufbau bezüglich Materialart, Materialstärke und Unterkonstruktion auf.

Die folgenden Betrachtungen zur Abhängigkeit der Emissionskennwerte von der Materialart sind deshalb nur als beispielhaft zu verstehen.

## Funbox

Von den untersuchten 2-seitigen Funboxen ist der Schallleistungspegel der Einrichtungen aus Beton am niedrigsten. Er liegt 2 dB unter dem in Kapitel 4.1.3, Tabelle 4, angegebenen Emissionskennwert. Skate-Einrichtungen mit Kunststoffbelag und aus Holz sind lauter. Sie weisen Schallleistungspegel auf, die 2 dB bzw. 3 dB über dem Emissionskennwert liegen. Beim Spitzen-Schallleistungspegel ist diese Systematik ebenso zu beobachten.

Hingegen sind die Schallleistungspegel der untersuchten 4-seitigen Funboxen mit Metall- und Kunststoffbelag am niedrigsten. Sie liegen etwa 3 bzw. 1 dB unter dem in Kapitel 4.1.3, Tabelle 5, angegebenen Emissionskennwert. Auch hier sind die Skate-Einrichtungen aus Holz lauter. Sie weisen einen Schallleistungspegel auf, der bei Skatern 3 dB und bei Inlinern 5 dB über dem Emissionskennwert liegt. Beim Spitzen-Schallleistungspegel ist diese Systematik ebenso zu beobachten, wenngleich sie weniger stark ausgeprägt ist.

## Minipipe

Auch von den untersuchten Minipipes ist der Schallleistungspegel der Einrichtungen mit Kunststoffbelag am kleinsten. Er liegt 3 dB unter dem in Kapitel 4.1.2, Tabelle 3, angegebenen Emissionskennwert. Die Schallleistungspegel der Skate-Einrichtungen mit Metallbelag und aus Holz liegen im Bereich des angegebenen Emissionskennwerts. Bei den Einrichtungen aus Beton muss zwischen den Nutzergruppen differenziert werden. Der Schallleistungspegel liegt bei Inlinern 6 dB unter dem Emissionskennwert, bei Skatern hingegen 1 dB darüber. Beim Spitzen-Schallleistungspegel ist diese Systematik nicht so deutlich ausgeprägt.

## Coping Ramp

Von den untersuchten Coping Ramps ist wiederum der Schallleistungspegel der Einrichtungen mit Metall- und Kunststoffbelag am kleinsten. Er liegt etwa 2 dB unter dem in Kapitel 4.1.6, Tabelle 8, angegebenen Emissionskennwert. Skate-Einrichtungen aus Holz sind auch hier lauter. Ihr Schallleistungspegel liegt bei Skatern 3 dB und bei Inlinern 4 dB über dem Emissionskennwert. Bei den Einrichtungen aus Beton muss auch hier zwischen den Nutzergruppen differenziert werden. Der Schallleistungspegel liegt bei Inlinern 3 dB unter dem Emissionskennwert, bei Skatern hingegen 2 dB darüber. Beim Spitzen-Schallleistungspegel ist diese Systematik nicht so deutlich ausgeprägt.

## Bank

Schließlich ist auch von den untersuchten Banks der Schallleistungspegel der Einrichtungen mit Metall- und Kunststoffbelag am kleinsten. Er liegt etwa 1 bis 4 dB unter dem in Kapitel 4.1.5, Tabelle 7, angegebenen Emissionskennwert. Skate-Einrichtungen aus Holz sind auch hier lauter. Ihr Schallleistungspegel liegt bei Skatern 2 dB und bei Inlinern 3 dB über dem Emissionskennwert. Bei den Einrichtungen aus Beton muss auch hier zwischen den Nutzergruppen differenziert werden. Der Schallleistungspegel liegt bei Inlinern 3 dB unter dem Emissionskennwert, bei Skatern im Bereich des angegebenen Emissionskennwerts. Beim Spitzen-Schallleistungspegel ist diese Systematik nicht so deutlich ausgeprägt.

## Fazit

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die aus Holz hergestellten Skate-Einrichtungen am lautesten sind, die mit Kunststoff- oder Metallbelag in der Regel am leisesten. Die Beurteilung des Materials Beton ist schwieriger. Während es bei Inlinern zu einer geringeren Geräuschemission führt, ergibt sich bei Skatern aufgrund der stärkeren Anregung der aufprallenden Bretter eine höhere Geräuschemission.

### 4.3.3 Offene und geschlossene Bauart

Eine Aussage über unterschiedliche Emissionen bei offener und geschlossener Bauweise und ansonsten gleicher Konstruktion lässt sich aus den ermittelten Emissionswerten nicht ableiten. Es sind keine messtechnisch vergleichbaren Skate-Einrichtungen mit v.g. Kriterien in den untersuchten Anlagen vorhanden. Trotzdem kann davon ausgegangen werden, dass offene Einrichtungen durch die leichtere Anregbarkeit zu Schwingungen und durch die freie Abstrahlung von der Unterseite der Fahrflächen eher zu höheren Geräuschemissionen neigen als geschlossene.

### 4.3.4 Beherrschungsgrad der Fahrer

Bei der Messung an einer Halfpipe (S31.1) haben die teilnehmenden Testfahrer (Profis) in einem gesonderten Messdurchgang das Fahrverhalten von Anfängern simuliert. Dabei hat sich gezeigt, dass der Schallleistungspegel von Anfängern bei den Inlinern etwa 2 dB und bei den Skatern etwa 3 dB geringer ist als bei Fortgeschrittenen bzw. Profis. Der Spitzen-Schallleistungspegel liegt 1 dB bzw. 2 dB niedriger. Höhere Unterschiede zwischen Anfängern und Könnern sind durchaus vorstellbar, wenn ein Anfänger durch bloßes Hin- und Herrollen die Anlage benützt. Dieses Verhalten wurde hier jedoch nicht untersucht.

Bei erster Betrachtung mag der geringe Unterschied von Anfängern und Fortgeschrittenen überraschen, denn Fortgeschrittene springen häufiger und höher als Anfänger. Dabei verursachen sie auch entsprechend höhere Geräuschemissionen. Dieser Effekt scheint jedoch durch die sanftere Landung des geübten Fahrers teilweise kompensiert zu werden.

Für die Planung einer Skateanlage ist der Unterschied zwischen Anfängern und Könnern jedoch nicht relevant, weil das Können der zukünftigen Nutzer nicht vorausgesagt werden kann. Da die ermittelten Emissionskennwerte (Kapitel 4.1) auf Messungen der "lauteren" Fortgeschrittenen und Profis basieren, wird eine Prognose auf der sicheren Seite im Sinne des Immissionsschutzes liegen.

## 5 Mehrtägige nicht-überwachte Schallmessungen

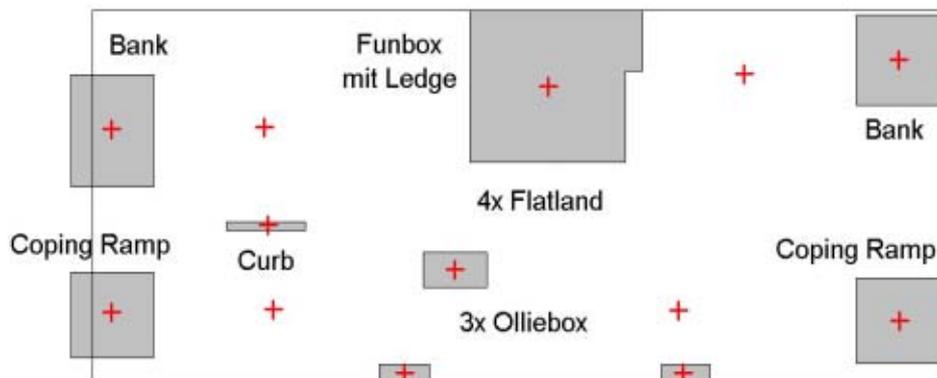
Im folgenden sollen für drei Skateanlagen die Aufzeichnungen der Messstation mit Berechnungen auf Basis der ermittelten Emissionskennwerte (Kapitel 4.1) und Nutzungshäufigkeiten (Kapitel 4.2 und 6.1.3) verglichen werden.

### 5.1 Skateanlage S01

Die Skateanlage S01 gehört zu einem Sportverein. Sie ist groß, hat jedoch wegen ihrer abgelegenen Lage ein eher kleines Einzugsgebiet und daher vergleichsweise wenig Nutzer. Die Anlage besitzt als zentrales Element eine große Funbox mit Ledge, je zwei Banks und Coping Ramps, drei verschieden große Ollieboxen und ein Curb (siehe Bild 28 und Bild 29). Die genauen Besucherzahlen im Zeitraum der Messung sind nicht bekannt. Nach Erfahrungswerten des Betreibers besuchen werktags etwa 10 bis 15 Skater und am Wochenende etwa 20 bis 25 Skater die Anlage, hingegen finden sich Inliner hier nur selten ein. Die Auswertung der Messdaten weist auf Nutzungszeiten von 15.00 bis 22.00 Uhr hin.



Bild 28 Skateanlage S01



  
 IP DMS  
 63 dB(A)

Bild 29 Lage der Skate-Einrichtungen und der Schallquellen des Rechenmodells für Skateanlage S01

In einem nachfolgenden Vergleich werden die Ergebnisse der mehrtägigen Messungen denen aus Prognoseberechnungen gegenübergestellt. Grundlagen für die Prognosen sind die Emissionskennwerte gemäß Kapitel 4.1, die Nutzungshäufigkeiten gemäß Kapitel 4.2 und die Planungsempfehlungen gemäß Kapitel 6.1.3 (vgl. Tabelle 24) sowie ein daraus mit dem Schallausbreitungsprogramm Cadna/A entwickeltes Rechenmodell. Ein Impulshaltigkeitszuschlag wurde für den Vergleich nicht angesetzt.

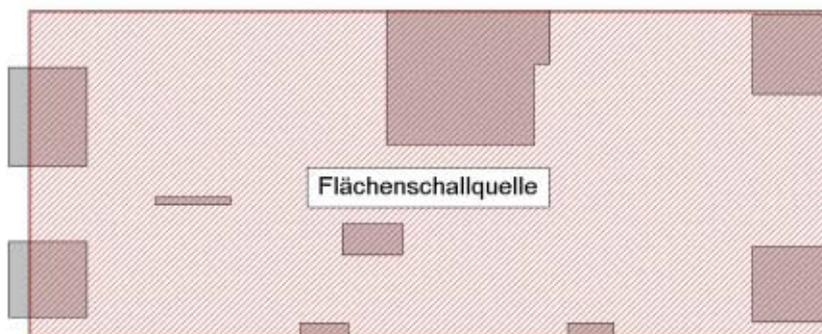
Tabelle 24 Emissionsparameter für Skateanlage S01

Schallquelle	LWA,1h dB(A)	KE,1h dB	LWA dB(A)	LWAmax dB(A)	Höhe (m)
Bank 1	71	18	89		1
Bank 2	71	18	89		1
Coping Ramp 1	69	18	87		1
Coping Ramp 1 (MAX)				115	1
Coping Ramp 2	69	18	87		1
Funbox	70	21	91		1
Olliebox 1	69	18	87		0,5
Olliebox 2	69	18	87		0,5
Olliebox 3	69	18	87		0,5
Curb	68	18	86		0,05
Flatland 1	67	15	82		0,05
Flatland 2	67	15	82		0,05
Flatland 3	67	15	82		0,05
Flatland 4	67	15	82		0,05

Nach Analyse der Aufzeichnungen der Messstation liegt bei voller Belegung der Anlage (hier meist nachmittags von 16.00 bis 20.00 Uhr) der Mittelungspegel  $L_{Am}$  zwischen 60 und 63 dB(A) bzw. der Maximalpegel  $L_{AFmax}$  zwischen 82 und 89 dB(A).

Die Berechnung ergibt einen Mittelungspegel  $L_{Am}$  von 63 dB(A) und weist damit eine gute Übereinstimmung mit den Messwerten auf. Der errechnete Maximalpegel  $L_{AFmax}$  der nächstgelegenen Einrichtung (Coping Ramp) beträgt 85 dB(A) und liegt im o.g. Intervall der Messwerte.

In einem weiteren Schritt wurde die Skateanlage noch als Flächenschallquelle mit einer Ausdehnung über den gesamten Platz von 660 m<sup>2</sup> und einer Quellhöhe von 0,5 m modelliert (siehe Bild 30). Bei einem flächenbezogenen Schallleistungspegel  $L_{WA}''$  von 71 dB(A)/m<sup>2</sup> bzw. einem Schallleistungspegel  $L_{WA}$  von 99 dB(A) ergibt sich auf diese Weise am IP der Mittelungspegel  $L_{Am}$  zu 63 dB(A).



  
 Dauermessstation  
 63 dB(A)

Bild 30 Flächenschallquelle für Skateanlage S01 mit  $L_{WA}'' = 71$  dB(A)/m<sup>2</sup>

## 5.2 Skateanlage S10

Die Skateanlage S10 wird saisonal in einem Eisstadion betrieben. Sie ist sehr groß und besitzt eine Vielzahl verschiedener Skate-Einrichtungen, u.a. auch eine Halfpipe und eine Minipipe. Wie bei S01 ist eine Funbox zentrales Element (siehe Bild 31 und Bild 32). Die genauen Besucherzahlen im Zeitraum der Messung sind nicht bekannt. Nach Angaben des Betreibers wurden während der Messtage an den Werktagen zwischen 2 und 30, am Samstag 30 und am Sonntag 8 per Eintrittskarte zahlende Nutzer gezählt. Dazu kamen eine nicht bekannte Zahl von insgesamt 17 Saisonkarteninhabern. Inliner und Skater sind hier gleichermaßen vertreten. Die Auswertung der Messdaten weist auf Nutzungszeiten von 10.00 bis 22.00 Uhr hin.



Bild 31 Skateanlage S10

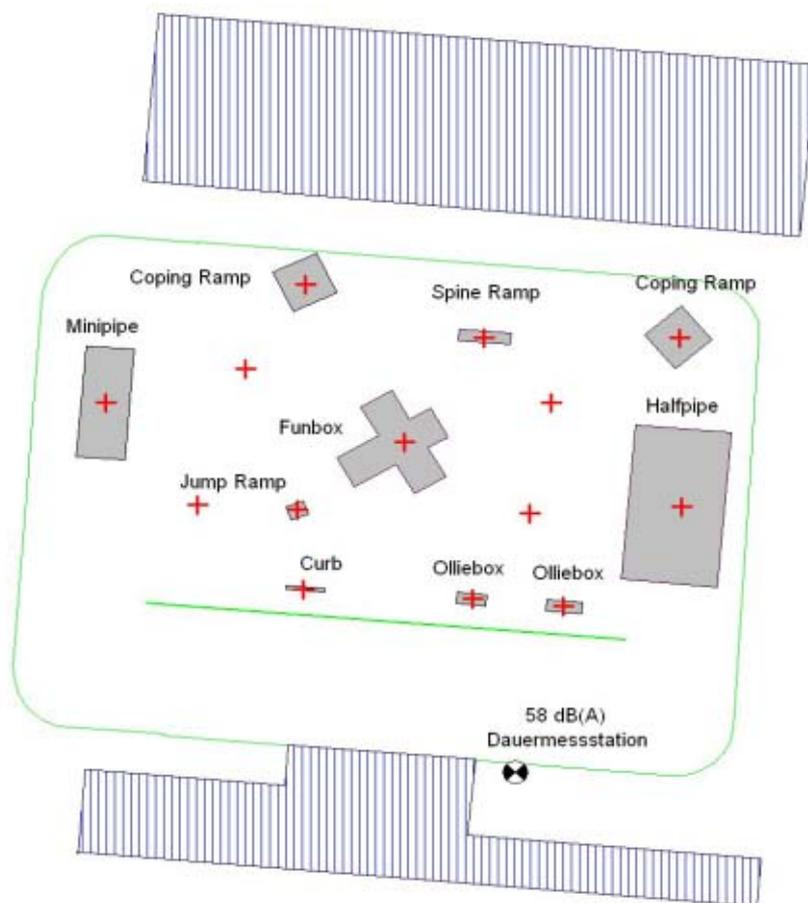


Bild 32 Lage der Skate-Einrichtungen und der Schallquellen des Rechenmodells für Skateanlage S10

Im nachfolgenden Vergleich werden die Ergebnisse der mehrtägigen Messungen denen aus Prognoseberechnungen gegenübergestellt. Grundlagen für die Prognosen sind die Emissionskennwerte gemäß Kapitel 4.1, die Nutzungshäufigkeiten gemäß Kapitel 4.2 und die Planungsempfehlungen gemäß Kapitel 6.1.3 (vgl. Tabelle 25) sowie ein daraus mit dem Schallausbreitungsprogramm Cadna/A entwickeltes Rechenmodell. Ein Impulshaltigkeitszuschlag wurde für den Vergleich nicht angesetzt. Abweichend von den Nutzungshäufigkeiten gemäß Kapitel 4.2 und Kapitel 6.1.3 wurde für die Benutzung der Halfpipe und der Minipipe kein Dauerbetrieb unterstellt. Dies ließ sich aus den Tonaufzeichnungen schließen. Bei beiden Skate-Einrichtungen wurde eine Korrektur für die zeitliche Auslastung von  $K_A = -3$  dB (50 %ige Auslastung) angerechnet.

Tabelle 25 Emissionsparameter für Skateanlage S10

Schallquelle	LWA,1h	LWA	KE,1h	KA	LWA	LWAmax	Höhe
	dB(A)	dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	(m)
Halfpipe		97		-3	94		1,5
Minipipe		96		-3	93		1
Funbox	70		21		91		1
Coping Ramp 1	69		18		87		1
Coping Ramp 2	69		18		87		1
Spine Ramp	68		15		83		1
Curb	68		15		83		0,05
Flatland 1	67		15		82		0,05
Flatland 2	67		15		82		0,05
Flatland 3	67		15		82		0,05
Flatland 4	67		15		82		0,05
Olliebox 1	69		15		84		0,5
Olliebox 2	69		15		84		0,5
Jump Ramp	71		15		86		0,5
Funbox MAX						118	1
Halfpipe MAX						115	1,5
Olliebox MAX						114	0,5
Flatland MAX						114	0,05

Nach Analyse der Aufzeichnungen der Messstation liegt bei voller Belegung der Anlage (hier meist nachmittags von 16.00 bis 20.00 Uhr) der Mittelungspegel  $L_{Am}$  zwischen 57 und 64 dB(A) bzw. der Maximalpegel  $L_{AFmax}$  zwischen 78 und 85 dB(A).

Die Berechnung ergibt hingegen einen Mittelungspegel  $L_{Am}$  von 58 dB(A) und liegt damit an der Untergrenze des o.g. Intervalls der Messwerte. Der errechnete Maximalpegel  $L_{AFmax}$  der nächstgelegenen Einrichtung (Funbox) beträgt 78 dB(A) und liegt ebenfalls an der Untergrenze des o.g. Intervalls der Messwerte.

In einem weiteren Schritt wurde die Skateanlage noch als Flächenschallquelle mit einer Ausdehnung über den gesamten Platz von 1330 m<sup>2</sup> und einer Quellhöhe von 0,5 m modelliert. Bei einem flächenbezogenen Schallleistungspegel  $L_{WA}''$  von 71 dB(A)/m<sup>2</sup> bzw. einem Schallleistungspegel  $L_{WA}$  von 103 dB(A) ergibt sich auf diese Weise am IP der Mittelungspegel  $L_{Am}$  zu 62 dB(A).

### 5.3 Skateanlage S15

Die Skateanlage S15 wird – wie S10 - ebenfalls saisonal in einem Eisstadion betrieben. Auch sie ist sehr groß und besitzt eine Vielzahl verschiedener Skate-Einrichtungen, u.a. eine (abseits von der eigentlichen Anlage gelegene) Halfpipe und eine Minipipe. Zentrales Element ist wiederum eine Funbox (siehe Bild 33 und Bild 34). Die genauen Besucherzahlen im Zeitraum der Messung sind nicht bekannt. Nach Angaben des Betreibers wurden während der Messwoche insgesamt 417 per Eintrittskarte zahlende Nutzer gezählt, d.h. im Schnitt 60 Besucher pro Tag. Dazu kamen eine nicht bekannte Zahl von insgesamt 47 Saisonkarteninhabern. 44 weitere Besucher wurden vormittags im Rahmen des Schulsportunterrichts gezählt. Inliner und Skater sind hier gleichermaßen vertreten. Die Auswertung der Messdaten weist auf Nutzungszeiten von 10.00 bis 22.00 Uhr hin.



Bild 33 Skateanlage S15

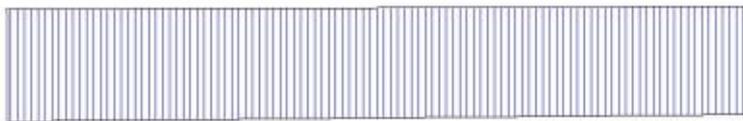


Bild 34 Lage der Skate-Einrichtungen und der Schallquellen des Rechenmodells für Skateanlage S15

Im nachfolgenden Vergleich werden die Ergebnisse der mehrtägigen Messungen denen aus Prognoseberechnungen gegenübergestellt. Grundlagen für die Prognosen sind die Emissionskennwerte gemäß Kapitel 4.1, die Nutzungshäufigkeiten gemäß Kapitel 4.2 und die Planungsempfehlungen gemäß Kapitel 6.1.3 (vgl. Tabelle 26) sowie ein daraus mit dem Schallausbreitungsprogramm Cadna/A entwickeltes Rechenmodell. Ein Impulshaltigkeitszuschlag wurde für den Vergleich nicht angesetzt. Abweichend von den Nutzungshäufigkeiten gemäß Kapitel 4.2 und Kapitel 6.1.3 wurde für die Benutzung der Halfpipe und Minipipe kein Dauerbetrieb unterstellt. Dies ließ sich aus den Tonaufzeichnungen schließen. Bei beiden Skate-Einrichtungen wurde eine Korrektur für die zeitliche Auslastung von  $K_A = -3$  dB (50 %ige Auslastung) angerechnet.

Tabelle 26 Emissionsparameter für Skateanlage S15

Schallquelle	LWA,1h dB(A)	LWA dB(A)	KE,1h dB	KA dB	LWA dB(A)	LWAmax dB(A)	Höhe (m)
Funbox MAX						118	1
Minipipe MAX						114	1,5
Flatland MAX						114	0,05
Halfpipe		97		-3	94		1,5
Minipipe		96		-3	93		1
Funbox	70		21		91		1
Funbox klein	71		21		92		1
Pyramide	69		21		90		1
Coping Ramp 1	69		18		87		1
Coping Ramp 2	69		18		87		1
Coping Ramp 3	69		18		87		1
Spine Ramp	68		15		83		1
Flatland 4	67		15		82		0,05
Flatland 3	67		15		82		0,05
Flatland 2	67		15		82		0,05
Flatland 1	67		15		82		0,05
Rail	68		15		83		0,2
Rail	68		15		83		0,2
Olliebox 1	69		15		84		0,5
Olliebox 2	69		15		84		0,5
Olliebox 3	69		15		84		0,5

Nach Analyse der Aufzeichnungen der Messstation liegt bei voller Belegung der Anlage (hier meist nachmittags von 16.00 bis 21.00 Uhr) der Mittelungspegel  $L_{Am}$  zwischen 57 und 68 dB(A) bzw. der Maximalpegel  $L_{AFmax}$  zwischen 85 und 91 dB(A).

Die Berechnung ergibt einen Mittelungspegel  $L_{Am}$  von 64 dB(A) und weist damit eine gute Übereinstimmung mit den Messwerten auf. Der errechnete Maximalpegel  $L_{AFmax}$  der lautesten nächstgelegenen Einrichtungen (Funbox, Minipipe, Flatland) ergibt maximal 84 dB(A) und liegt an der Untergrenze des o.g. Intervalls der Messwerte.

In einem weiteren Schritt wurde die Skateanlage noch als Flächenschallquelle mit einer Ausdehnung über den gesamten Platz von 1190 m<sup>2</sup> und einer Quellhöhe von 0,5 m modelliert. Bei einem flächenbezogenen Schallleistungspegel  $L_{WA}''$  von 71 dB(A)/m<sup>2</sup> bzw. einem Schallleistungspegel  $L_{WA}$  von 102 dB(A) ergibt sich auf diese Weise am IP der Mittelungspegel  $L_{Am}$  zu 66 dB(A).

## 6 Hinweise für die Berechnung

### 6.1 Allgemeines

#### 6.1.1 Schallquellen

##### **Skate-Einrichtungen**

Bei der Benutzung der Skate-Einrichtungen entstehen kurzzeitig hohe Geräuschspitzen, z.B. beim Überfahren des Anlaufkeils oder anderer Fugen in der Fahrfläche, beim Landen nach einem Sprung oder (bei Skatern) nach einem misslungenen Trick, wenn das Skateboard unkontrolliert auf die Skate-Einrichtung oder die Fahrfläche trifft. Das eigentliche Rollen ist in diesem Zusammenhang von untergeordneter Bedeutung.

##### **Kommunikationsgeräusche**

Die Kommunikationsgeräusche haben im Normalfall nur einen untergeordneten Einfluss auf das Gesamtgeräusch. Bedeutung können sie allenfalls bei Veranstaltungen erlangen (Beifall, Raunen, vgl. Kommunikationsgeräusche nach VDI 3770). In diesem Fall sind sie gesondert zu ermitteln.

##### **Beschallung**

Fest installierte Beschallungsanlagen finden sich in der Regel nur bei kommerziellen Anlagen. Deren Emissionen sind dann entsprechend zu berücksichtigen.

Von den Nutzern mitgebrachte tragbare Musikwiedergabegeräte sind je nach Einsatz mehr oder weniger belästigend. Ihre Berücksichtigung in schalltechnischen Prognosen ist jedoch nicht praktikabel. Sollten diesbezüglich berechnete Beschwerden auftreten, kann ggf. auch nachträglich durch entsprechende Vorschriften (z.B. durch Beschilderung) auf der Anlage Abhilfe geschaffen werden.

##### **An- und Abfahrverkehr**

Die Geräusche aus dem An- und Abfahrverkehr haben im Normalfall nur einen untergeordneten Einfluss auf das Gesamtgeräusch, da die Anlagen vorwiegend zu Fuß, mit dem Rad oder dem ÖPNV gut erreichbar sind und die zumeist jugendlichen Nutzer häufig keine eigenen motorisierten Fahrzeuge besitzen. Bedeutung können derartige Geräusche allenfalls bei Veranstaltungen mit größeren Zuschauerzahlen erlangen. In diesem Fall sind sie gesondert zu ermitteln.

#### 6.1.2 Nutzergruppen

Bezüglich der Schallleistungspegel empfiehlt es sich stets von den Werten für Skater auszugehen, die höher als diejenigen der Inliner liegen. Die Prognose liegt damit im Sinne des Immissions-schutzes auf der sicheren Seite.

Wenn das Verhältnis von Skatern zu Inlinern genügend genau abgeschätzt werden kann, kann der Schallleistungspegel der Skate-Einrichtungen durch entsprechende energetische Gewichtung der einzelnen Werte für Inliner und Skater ermittelt werden. Die Frage nach dem Verhältnis von Skatern zu Inlinern wird im Rahmen einer Prognose jedoch i.d.R. nicht zu beantworten sein. Es wird von den Präferenzen der Nutzer im Einzugsgebiet der Anlage, von der Art und Ausstattung der Skateanlage u.v.m. abhängen.

### 6.1.3 Nutzungshäufigkeit und Nutzungszeiten

Die in Tabelle 27 und Tabelle 28 angegebenen Nutzungshäufigkeiten können als Anhaltswerte für die Prognose herangezogen werden, wenn keine anderen Angaben vorliegen. Die Schallleistungspegel der Skate-Einrichtungen sind mit den aufgeführten Werten zu korrigieren (vgl. Kapitel 6.2.1).

Bei bestehenden Anlagen sollten die tatsächlichen Nutzungshäufigkeiten ermittelt werden, da sie von einer Vielzahl von Faktoren abhängen, z.B. von Lage, Größe und Einzugsgebiet der Anlage, vom Schwierigkeitsgrad der Skate-Einrichtungen oder vom Zeitpunkt (Ferien, Schulzeit, Tageszeit).

Weiterhin sind bei der Berechnung der Beurteilungspegel durch eine Zeitkorrektur diejenigen Zeitanteile zu berücksichtigen, in denen die Skateanlage nicht genutzt wird (z.B. 08.00 bis 10.00 Uhr). Liegen keine anderen Kenntnisse vor (z.B. über Beschränkung der Nutzungszeiten durch andere Auflagen), sollte eine Betriebszeit von 10.00 bis 22.00 Uhr angenommen werden. In jedem Fall sollte davon ausgegangen werden, dass in den für die Beurteilung besonders kritischen Zeiträumen der Ruhezeit von 13:00-15:00 (an Wochenenden) und 20.00 bis 22.00 Uhr die Skateanlagen ausgelastet sind, sofern keine Betriebszeitenbeschränkungen vorliegen.

Tabelle 27 Nutzungshäufigkeit von Skate-Einrichtungen mit kurzzeitiger Benutzung (Fall 1)

Skate-Einrichtung	Ereignisse pro Minute	Ereignisse pro Stunde	Korrektur $K_{E,1h}$ ermittelt nach Kapitel 6.2.1
als zentrale Einrichtung mit vielen Möglichkeiten der Benutzung z.B. Funbox, Pyramide, Olliebox, Curb, Rail	2	120	+21 dB
als untergeordnetes Element und als Element, das als Anlauf oder Auslauf dient z.B. Coping Ramp, Bank, Spine Ramp	1	60	+18 dB
als abgelegene, einfache Einrichtungen z.B. Curb, Olliebox, Rail	0,5	30	+15 dB
Flatland	1	60	+18 dB

Tabelle 28 Auslastungen von Skate-Einrichtungen mit dauerhafter Benutzung (Fall 2)

Skate-Einrichtung	zeitliche Auslastung	Korrektur $K_A$ ermittelt nach Kapitel 6.2.1
Bevorzugte Einrichtungen wie Halfpipe, Minipipe	100%	0 dB
Sonstige Einrichtungen wie Bowl, Pool, etc.	50%	- 3 dB

## 6.2 Emissionskennwerte

Die Ausgangsdaten zur schalltechnischen Beurteilung von Skateanlagen wie Schallleistungspegel, Impulshaltigkeit und Maximalpegel sind in Kapitel 4.1 für die jeweiligen Skate-Einrichtungen tabellarisch aufgeführt. Für die Prognoserechnung empfiehlt sich als Quellenhöhe die mittlere Höhe der jeweiligen Skate-Einrichtung anzusetzen (beträgt z.B. die Podest-Höhe einer Coping Ramp 1,2 m, so wird eine Quellenhöhe von 0,6 m angesetzt).

### 6.2.1 Schallleistungspegel einzelner Skate-Einrichtungen

#### Skate-Einrichtungen mit kurzzeitiger Benutzung (Fall 1)

Für Skate-Einrichtungen auf denen normalerweise abgeschlossene Einzelereignisse stattfinden, z.B. ein Sprung über eine Funbox, ist in den jeweiligen Tabellen der auf eine Stunde bezogene Schallleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  angegeben. Mit der Korrektur für die typische Anzahl an Ereignissen in einer Stunde  $K_{E,1h}$ , erhält man den Schallleistungspegel  $L_{WA}$  der Skate-Einrichtung:

$$L_{WA} = L_{WA,1h} + K_{E,1h}$$

mit

$$K_{E,1h} = 10 \log (n / n_0) \text{ dB}$$

$n$  = Anzahl der Ereignisse in einer Stunde

$n_0$  = 1 Ereignis / h

Anhaltswerte zur Anzahl der Ereignisse, die in einer Stunde auf einer Einrichtung üblicherweise vorkommen können, sind Kapitel 6.1.3, Tabelle 27 zu entnehmen. Die auf eine Stunde bezogenen Schallleistungspegel eines Ereignisses  $L_{WA,1h}$  für die jeweiligen Skate-Einrichtungen sind in den Kapiteln 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, 4.1.6, 4.1.8, 4.1.9, 4.1.10, 4.1.11 und vereinzelt in Kapitel 4.1.13 tabellarisch aufgeführt.

#### Skate-Einrichtungen mit dauerhafter Benutzung (Fall 2)

Wenn die Benutzung einer Skate-Einrichtung typischerweise über eine gewisse Zeitspanne kontinuierlich erfolgt, z.B. das Fahren in einer Halfpipe, ist der Schallleistungspegel  $L_{WAFTm}$  für den dauerhaften Betrieb angegeben. Er enthält definitionsgemäß bereits den Impulshaltigkeitszuschlag  $K_I$ .

Da nicht alle betroffenen Skate-Einrichtungen auch ununterbrochen (dauerhaft) benutzt werden, wird ggf. eine Korrektur für die zeitliche Auslastung  $K_A$  in Ansatz gebracht:

$$K_A = 10 \log (x_A / x_0) \text{ dB}$$

$x_A$  = Auslastung in % über die gesamte Nutzungszeit

$x_0$  = 100% (Vollauslastung)

Anhaltswerte zur üblichen zeitlichen Auslastung einer Einrichtung sind Kapitel 6.1.3, Tabelle 28 zu entnehmen. Die Schallleistungspegel  $L_{WAFTm}$  für die jeweiligen Skate-Einrichtungen bei Vollauslastung sind in den Kapiteln 4.1.1, 4.1.2, 4.1.12 und vereinzelt in 4.1.13 tabellarisch aufgeführt.

### 6.2.2 Flächenbezogener Schallleistungspegel

Liegen für eine Planung noch keine Angaben über die Aufstellung und Art der Skate-Einrichtungen vor, kann im Rahmen einer groben Abschätzung der flächenbezogene Schallleistungspegel  $L_{WA}'' = 71 \text{ dB(A)}$  herangezogen werden (vgl. Kapitel 5), der jedoch noch keinen Zuschlag für die Impulshaltigkeit enthält. Wie in Kapitel 4.1 gezeigt wurde, liegen die Impulshaltigkeitszuschläge je nach Ska-

te-Einrichtung und Nutzer in der Regel zwischen 9 und 11 dB. Daher wird empfohlen, zur sicheren Seite im Sinne des Immissionsschutzes einen Zuschlag von  $K_I = 11$  dB zu vergeben.

### 6.2.3 Richtwirkung

Eine für die einzelnen Skate-Einrichtungen typische Richtwirkung konnte messtechnisch nicht nachgewiesen werden. Bei der Prognoserechnung sollte deshalb von ungerichteter Abstrahlung ausgegangen werden.

### 6.2.4 Impulshaltigkeit

Die Geräusche der Inliner und Skater enthalten eine hohe Impulshaltigkeit. Kurzzeitige Geräuschspitzen entstehen z.B. beim Überfahren des Anlaufkeils oder anderer Fugen in der Fahrfläche, beim Landen nach einem Sprung oder (bei Skatern) nach einem misslungenen Trick, wenn das Skateboard unkontrolliert auf die Skate-Einrichtung oder die Fahrfläche trifft.

#### Skate-Einrichtungen mit kurzzeitiger Benutzung (Fall 1)

Für Skate-Einrichtungen auf denen normalerweise abgeschlossene Einzelereignisse stattfinden, ist auf den nach Kapitel 6.2.1 ermittelten Schallleistungspegel  $L_{WA}$  einer Skate-Einrichtung der in der jeweils zugehörigen Tabelle in Kapitel 4.1 angegebene Impulshaltigkeitszuschlag  $K_I$  zu berücksichtigen.

#### Skate-Einrichtungen mit dauerhafter Benutzung (Fall 2)

Für üblicherweise dauerhaft genutzte Skate-Einrichtungen, ist in den jeweiligen Tabellen in Kapitel 4.1 der Schallleistungspegel  $L_{WAFTm}$  angegeben. Dieser enthält definitionsgemäß bereits den Impulshaltigkeitszuschlag  $K_I$  ( $K_I = L_{AFTm} - L_{Am}$ ), da der Schallleistungspegel  $L_{WAFTm}$  aus dem Taktmaximalmittelungspegel  $L_{AFTm}$  ermittelt wurde.

Die in Kapitel 4.1 ermittelten Emissionsdaten liegen aus immissionsschutztechnischer Sicht auf der „sicheren Seite“. Auch wenn die Impulshaltigkeit separat für jede Skate-Einrichtung in eine Prognoseberechnung eingeht, ist aber eine Überschätzung des für den Betrieb einer Skateanlage zu daraus zu ermittelnden Beurteilungspegels nicht zu befürchten.

### 6.2.5 Ton- und Informationshaltigkeit

Der reine Fahrbetrieb auf einer Skateanlage weist weder Tonhaltigkeit noch Informationshaltigkeit auf, entsprechend ist kein Zuschlag  $K_T$  zu vergeben. Hingegen muss in speziellen Fällen, z.B. bei Veranstaltungen mit Lautsprecherdurchsagen oder auf kommerziellen Anlagen mit Musikwiedergabe, dieser Zuschlag entsprechend der Beurteilungsvorschrift angesetzt werden.

### 6.2.6 Maximalpegel

Für die Beurteilung einzelner kurzzeitiger Geräuschspitzen wird deren Maximalpegel  $L_{AFmax}$  herangezogen. Für Ermittlung dieser Maximalpegel am maßgeblichen Immissionsort sind die in den Tabellen unter Kapitel 4.1 aufgeführten „Spitzen-Schallleistungspegel“  $L_{WAFTmax}$  angegeben.

## 7 Lärmschutzmaßnahmen

### 7.1 Beschallungsanlagen

Fest installierte Beschallungsanlagen befinden sich in der Regel nur in kommerziellen Anlagen. Deren Aufstellung und Betrieb sind mit besonderer Rücksicht auf die Nachbarschaft zu planen.

Führen von den Nutzern mitgebrachte tragbare Musikwiedergabegeräte zu berechtigten Beschwerden, kann deren Betrieb ggf. auch nachträglich durch entsprechende Vorschriften auf der Anlage eingeschränkt oder untersagt werden. Hinweise zur Ermittlung der Geräusche von Beschallungsanlagen sind in der Sächsischen Freizeitlärmstudie des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, in der Studie zu musikalischen Freiluftveranstaltungen des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie in Mecklenburg-Vorpommern und in der Lärmschutzrichtlinie für Freiluftveranstaltungen des Österreichischen Umweltbundesamtes zu finden.

## 7.2 Technische und bauliche Maßnahmen

### 7.2.1 Hinweise zu Abständen

Aufgrund der großen Variationsbreite von möglichen Skate-Einrichtungen, deren Bauart sowie der Nutzung kann die immissionsschutztechnische Verträglichkeit einer Anlage nur im Rahmen einer detaillierten Immissionsprognose (Planung) oder durch Messung geklärt werden. Um im frühen Planungsstadium möglichst schnell eine Aussage über die Realisierbarkeit einer Anlage treffen zu können, sind in Tabelle 29 Anhaltswerte für Mindestabstände angegeben. Sie wurden auf Basis der Emissionskennwerte und Impulshaltigkeitszuschläge aus Kapitel 4.1 und die Nutzungshäufigkeiten aus Kapitel 6.1.3, Tabelle 27 und Tabelle 28 ermittelt.

Tabelle 29 Anhaltswerte für Abstände in Abhängigkeit von der Baugebietsnutzung

Ausstattung der Skateanlage	Nutzungszeiten	Mindestabstand vom Rand der Anlage zur schutzbedürftigen Bebauung in einem		
		WR	WA	MI
Halfpipe oder Minipipe	ganztags	260 m	160 m	100 m
	tags außerhalb der Ruhezeiten	160 m	100 m	70 m
Kleine Skateanlage (Berücksichtigung von Bank, Funbox, Coping Ramp, Flatland)	ganztags	210 m	130 m	80 m
	tags außerhalb der Ruhezeiten	130 m	80 m	60 m
Große Skateanlage (Berücksichtigung von Bank, Funbox, Coping Ramp, Minipipe, Rail, Curb, Olliebox, Flatland)	ganztags	360 m	210 m	130 m
	tags außerhalb der Ruhezeiten	210 m	130 m	80 m

### 7.2.2 Aufstellung

Besonders laute oder häufig genutzte Skate-Einrichtungen sollten so aufgebaut werden, dass ein möglichst großer Abstand zu den nächstgelegenen Immissionsorten entsteht. Die Platzierung ist jedoch häufig eingeschränkt: während eine zentrale Einrichtung wie die Funbox sinnvoller Weise in der Mitte der Skateanlage steht, kann eine von anderen Anlagenteilen unabhängige Einrichtung wie die Minipipe an einem beliebigen Platz aufgestellt werden.

### 7.2.3 Bauweise

Die geschlossene Bauweise ist gegenüber der offenen zu bevorzugen. Dies kann auch aus anderen Gründen, z.B. gegen Verschmutzung oder Verletzungsgefahr, sinnvoll sein.

### 7.2.4 Material

Die Auswahl des Materials für die Einrichtungen einer Skateanlage wird in der Regel durch nicht-akustische Kriterien bestimmt, z.B. Kosten, Resistenz vor Vandalismus oder Sicherheit der Fahrer.

So gehören die Skate-Einrichtungen aus Beton bei der Nutzung durch Inliner zwar zu den relativ leisen Einrichtungen, jedoch beklagen sich die Fahrer, dass durch die massive Bauweise und die damit fehlende Nachgiebigkeit die Gelenke stark beansprucht werden. Bei den Skatern zählen die Einrichtungen aus Beton ohnehin zu den lauterer Anlagen, so dass auch aus akustischer Sicht Beton bei der Materialwahl eher ungünstig ist.

Werden Skate-Einrichtungen mit Kunststoff- oder Holzbelag auf einer Metall- oder Holzunterkonstruktion gebaut, können sie bei der Landung nachgeben und sind damit wesentlich Gelenk schonender. Diese Bauweise wird daher von den Fahrern bevorzugt. Der Nachteil der Einrichtungen aus Holz ist jedoch, dass diese sehr witterungsanfällig sind und ohne regelmäßige Pflege schnell zum Sicherheitsrisiko werden können. Da sie zu den lautesten Bauformen gehören, ist auch aus akustischer Sicht Holz bei der Materialwahl eher ungünstig.

Zusammenfassend ergibt sich, dass die Bauweise Kunststoffbelag auf Metallunterkonstruktion zumindest aus akustischen und gesundheitlichen Gesichtspunkten günstig ist (siehe auch Kapitel 4.3.2).

### 7.2.5 Abschirmung

In Einzelfällen kann die Errichtung einer Schallschutzwand als Lärminderungsmaßnahme technisch zielführend sein. Die Kosten für Bau und Unterhalt werden in der Praxis jedoch dem beschränkten Budget v.a. für öffentliche Skateanlagen entgegenstehen, daher ist es sinnvoll ausreichende Abstände einzuhalten. Beim Neubau von größeren Skateparks, die oft mit aufwändigen Landschaftsarbeiten einhergehen, wäre die Einplanung von Senken und Wällen als integraler Bestandteil der Anlage gleichzeitig ein probates Mittel zur Abschirmung von Geräuschen.

### 7.2.6 Regelmäßige Wartung

Lockere Bauteile (Fahrbelag, Überlaufkeil, Verkleidungsteile) und wackelnde oder instabile Einrichtungen können beim Befahren zusätzlichen und unnötigen Lärm verursachen. Eine regelmäßige Wartung der Skate-Einrichtungen ist deshalb nicht nur aus Sicherheitsgründen zu empfehlen.

Je nach Art der Einrichtung und lärmtechnischen Mängeln, wird empfohlen:

- Dämmmaterialien anzubringen, z.B. Kanten oder Stufen auf die Skateboards knallen,
- Bauteile oder Blechplatten zu versteifen,
- Löcher, Lücken oder Risse z.B. mit Gießharz auszubessern,
- Platten- oder Bodenübergängen anzugleichen.

## **7.3 Organisatorische Maßnahmen**

### **7.3.1 Betriebszeitenbeschränkungen**

Die Einschränkung der Nutzungszeiten z.B. in den besonders schutzwürdigen Ruhezeiten (täglich 20.00 bis 22.00 Uhr, Sonntags 13.00 bis 15.00 Uhr) kann ein probates Mittel des Lärmschutzes im Nahbereich schutzbedürftiger Bebauung sein. Die Kontrolle und der Vollzug derartiger Einschränkungen muss jedoch in der Praxis auch gewährleistet sein.

### **7.3.2 Nutzerbeschränkung**

Da die Schalleistungspegel der Skate-Einrichtungen bei Inlinern um bis zu 10 dB unter denjenigen der Skater liegen, wäre eine Beschränkung des Nutzerkreises (z.B. Verbot der Skateboards in den Ruhezeiten) als organisatorische Schallschutzmaßnahme denkbar. Die Vermittlung des Verbots gegenüber den Betroffenen sowie die Kontrolle und der Vollzug dieser Einschränkungen müssen jedoch in der Praxis auch möglich sein und durchgeführt werden.

## 8 Literaturhinweise, Schrifttum

Achtzehnte Verordnung der Bundesregierung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Sportanlagenlärmschutzverordnung - 18. BImSchV) vom 18. Juli 1991 (BGBl. I S. 1588)

DIN 33943 "Rollsportgeräte - Skateeinrichtungen - Begriffe, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung", Ausgabe 2000-11

VDI 3770 "Emissionskennwerte technischer Schallquellen - Sport- und Freizeitanlagen", Ausgabe 2002-04

"Geräuscentwicklung von Sportanlagen und deren Quantifizierung für immissionsschutztechnische Prognosen", Wolfgang Probst, Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Köln: sb 67 Verl.-Ges., 1994

"Planung und Ausbau von Skateboard- und Inlineskate-Anlagen", Helmut Tietz und Günter Breuer, Köln: sb 67 Verl.-Ges., 1997

Sächsische Freizeitlärmstudie – Untersuchungen der Geräuschemissionen ausgewählter Freizeiteinrichtungen und Freizeitaktivitäten und Erarbeitung eines Berechnungsverfahrens zur schalltechnischen Prognose der daraus resultierenden Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, erarbeitet vom Akustik Bureau Dresden, Dr. Roy + Dr. Ederer GbR, Gußmannstraße 31, 01217 Dresden, November 2002

Studie zu musikalischen Freiluftveranstaltungen – Untersuchungen zur Prognose der Lärmimmissionen großer musikalischer Freiluftveranstaltungen und zu Maßnahmen zur Minderung der von ihnen ausgehenden Lärmbelastigungen Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie, erarbeitet vom Sachverständigenbüro Dr. Degenkolb für Lärmschutz und Umweltmanagement, Knud-Rasmussen-Straße 6, 18106 Rostock, Fassung vom 23.07.2004

Lärmschutzrichtlinie für Freiluftveranstaltungen von Christoph Lechner, Monographien Band 122, Umweltbundesamt Österreich, Wien, 2000

## 9 Anhang

### 9.1 Abkürzungen, Begriffe, Symbole, Kenngrößen

#### 9.1.1 Akustik

$K_A$	Korrekturmaß für die zeitliche Auslastung bei dauerhafter Benutzung einer Skate-Einrichtung z.B. Halfpipe ( <b>Fall 2</b> )
$K_{E,1h}$	Korrekturmaß für die Anzahl der Ereignisse pro Stunde bei kurzzeitiger Benutzung einer Skate-Einrichtung z.B. Funbox ( <b>Fall 1</b> )
$K_I$	Impulshaltigkeitszuschlag ( $K_I = L_{AFTm} - L_{Am}$ )
$K_T$	Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit
$L_{AF}(t)$	Zeitverlauf des Schalldruckpegels mit der Zeitkonstante FAST (A-bewertet)
$L_{AFmax}$	Maximalpegel von Impulsen und/oder auffälligen Pegeländerungen (A-bewertet)
$L_{AFT,5}$	im 5-s-Takt ermittelter Taktmaximalpegel (A-bewertet)
$L_{AFTm}$	Taktmaximal-Mittelungspegel (Wirkpegel) aus den im 5-s-Takt ermittelten Taktmaximalpegeln $L_{AFT,5}$ (A-bewertet)
$L_{Am}$	Mittelungspegel (A-bewertet)
$L_{Am,1h}$	der auf eine Stunde bezogene Mittelungspegel eines Ereignisses (A-bewertet)
$L_{WA}$	Schallleistungspegel (A-bewertet)
$L_{WA}''$	flächenbezogener Schallleistungspegel (A-bewertet)
$L_{WA,1h}$	der auf eine Stunde bezogene Schallleistungspegel eines Ereignisses (A-bewertet)
$L_{WAFTm}$	A-bewerteter Schallleistungspegel, ermittelt aus dem Taktmaximal-Mittelungspegel $L_{AFTm}$
$L_{WAFmax}$	A-bewerteter Schallleistungspegel, ermittelt aus dem Maximalpegel $L_{AFmax}$ ("Spitzen-Schallleistungspegel")

### 9.1.2 Skate-Einrichtungen und Skatetricks

Anfahrfläche	Befestigte Fläche einer Skateanlage für An- und Auslauf
Anlaufkeil	Übergang von Anfahrfläche zu Fahrfläche einer Skate-Einrichtung
Bank	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.5)
Bowl	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.13)
Coping	befahrbares Rohr für Grinds und Lip Tricks, Abgrenzung der Fahrfläche vom Podest
Coping Ramp	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.6)
Curb	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.9)
Flat	ebene Fahrfläche zwischen den Transitions bei Halfpipe, Minipipe
Flatland Trick	Skate-Manöver auf freier Fläche (ohne Skate-Einrichtung) (siehe Kapitel 4.1.11)
Flip	Salto
Flip Trick	Rotieren des Skateboards unter den Füßen während der Flugphase
Funbox	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.3)
Grab	Greifen der Hand an die Skates oder das Skateboard
Grind	Rutschen auf einer Hinderniskante (z.B. Coping, Curb oder Rail)
Halfpipe	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.1)
Jump Ramp	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.6)
Ledge	Teil einer Funbox mit Möglichkeit zum Grinden
Lip Trick	Balancetrick am Coping (ohne Rutschen wie beim Grind)
Minipipe	kleine Halfpipe, Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.2)
Miniramp	umgangssprachlich für Minipipe
Nipple	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.13)
Oldschool Flatland	akrobatisches Ballett mit dem Skateboard, mehr oder weniger auf der Stelle ausgeführt (siehe Kapitel 4.1.13)
Ollie	aktiver Sprung mit dem Skateboard (auch ohne Skate-Einrichtung möglich)
Olliebox	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.8)
Podest	Teil einer Skate-Einrichtung, Standplatz
Pool	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.13)
Pyramide	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.4)
Quarter Pipe	gebräuchlicher Begriff für Coping Ramp
Rail	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.10)
Skateanlage	ebene befestigte Fläche mit mehreren Skate-Einrichtungen
Skate-Einrichtung	bauliche Einrichtung auf einer Skateanlage, z.B. Funbox, Halfpipe etc.
Slide	vgl. Grind
Spine Ramp	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.7)
Table	Podest in einer Funbox oder Pyramide
Transfer	Sprung von einer Skate-Einrichtung auf eine andere oder auf einen anderen Bereich der gleichen Skate-Einrichtung (z.B. bei Spine-Ramp)

Transition	konkave Fahrfläche einer Skate-Einrichtung
Treppenstufen	optionaler Teil einer Funbox
Vert	senkrechter Teil der Fahrfläche bei Halfpipe und Wallramp
Vulkan	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.13)
Wallramp	Skate-Einrichtung (siehe Kapitel 4.1.6)
Wallride	Wallramp

### 9.1.3 Sonstige Abkürzungen

IP	Immissionspunkt
Inline	Inline-Skating
Inliner	Inline-Skater
Kunstst.	Kunststoff
MI	Mischgebiet
MP	Messpunkt
Skate	Skateboard, Skateboarden
Skater	Skateboarder, Skateboardfahrer
WA	Allgemeines Wohngebiet
WR	Reines Wohngebiet

## 9.2 Liste der besichtigten Anlagen

Bez.	Stadt / Landkreis	Einrichtungen	vorwiegendes Material
S01	A-Land	Coping Ramp, Bank, Funbox, Olliebox, Curb	Kunststoff
S02	A-Land	Funbox, Curb, sonstige	Asphalt, Beton
S03	A-Land	Minipipe, Funbox, Rail	Metall, Kunststoff
S04	A-Land	Funbox, Olliebox, Curb	Holz
S05	A-Land	Minipipe, Coping Ramp, Spine Ramp, Funbox, Curb	Kunststoff
S06	AIC	Minipipe	Metall
S07	AIC	Coping Ramp, Funbox, Pyramide, Curb, sonstige	Kunststoff, Beton
S08	AIC	Minipipe, Funbox, Pyramide, sonstige	Beton
S09	A-Stadt	Minipipe, Bank, Funbox	Holz
S10	M-Stadt	Halfpipe, Minipipe, Bank, Coping Ramp, Spine Ramp, Funbox, Olliebox, Curb, Sonstige	Kunststoff
S11	M-Land	Minipipe, Bank, Funbox, Curb, Rail, sonstige	Beton
S12	M-Land	Halfpipe	Metall
S13	M-Stadt	Minipipe	Asphalt
S14	M-Land	Halfpipe, Minipipe, Spine Ramp, Wall Ramp, Funbox, Rail, sonstige	Holz
S15	M-Stadt	Halfpipe, Minipipe, Coping Ramp, Funbox, Pyramide, Olliebox, Curb, Rail	Kunststoff, Holz
S16	M-Land	Halfpipe, Bank, Funbox, Olliebox, Curb	Kunststoff, Beton
S17	M-Land	Jump Ramp, Funbox, Curb, Rail	Beton
S18	FFB	Minipipe, Funbox, Coping Ramp, Rail	Kunststoff
S19	M-Land	Halfpipe, Coping Ramp, Funbox, Rail, sonstige	Kunststoff
S20	M-Land	Minipipe, Spine Ramp, Funbox, Curb	Beton
S21	M-Stadt	(aufgelassen)	-
S22	M-Stadt	Funbox, Coping Ramp, Bank, Olliebox, sonstige (Halle)	Holz
S23	A-Land	Minipipe, Coping Ramp, Funbox, Olliebox, Curb	Kunststoff, Beton
S24	A-Land	(aufgelassen)	-
S25	M-Land	Minipipe, Coping Ramp, Funbox	Holz
S26	LL	Coping Ramp, Bank, Funbox, Olliebox	Kunststoff
S27	A-Land	Bank, Jump Ramp, Funbox, Curb	Kunststoff
S28	A-Land	Halfpipe, Bank, Pyramide, Olliebox, Rail	Kunststoff
S29	M-Stadt	Bank, Coping Ramp, Spine Ramp, Funbox, Olliebox, Curb, sonstige	Beton
S30	M-Stadt	Bank, Coping Ramp, Spine Ramp, Funbox, Pyramide, Olliebox, Rail	Beton
S31	A-Land	Halfpipe	Kunststoff
S32	M-Land	Minipipe, Funbox, Rail	Kunststoff
S33	LL	Minipipe, Bank, Coping Ramp, Jump Ramp, Funbox, Olliebox, Rail	Holz
S34	LL	Minipipe, Curb, sonstige	Holz, Asphalt
S35	M-Stadt	Bank, Coping Ramp, Funbox, Olliebox	Beton
S36	M-Stadt	Minipipe	Beton
S37	M-Stadt	sonstige	Beton
S38	M-Stadt	(aufgelassen)	-
S39	M-Stadt	Bank, Coping Ramp, sonstige	Beton
S40	M-Stadt	Coping Ramp, sonstige	Beton, Asphalt
S41	M-Stadt	Funbox, Olliebox, Curb	Beton, Asphalt
S42	M-Stadt	Bank, Coping Ramp, Funbox, Olliebox, Curb	Beton
S43	M-Stadt	sonstige	Beton
S44	M-Stadt	Coping Ramp, Funbox, Pyramide	Beton
S45	M-Stadt	Bank, Coping Ramp, Funbox, Curb	Beton
S46	M-Stadt	Minipipe, Bank, Coping Ramp, Funbox	Beton
S47	M-Stadt	Funbox, Pyramide, Curb, sonstige	Beton
S48	RO	Minipipe, Bank, Coping Ramp, Spine Ramp, Funbox, Olliebox, Rail, sonstige	Kunststoff
S49	A-Stadt	Funbox, Curb, sonstige	Beton
S50	M-Land	Bank, Coping Ramp, Funbox, Curb	Beton
S51	LL	Coping Ramp, Spine Ramp, Funbox, Rail, Curb, sonstige	Holz, Beton
S52	LL	Minipipe, Funbox, Rail	Metall
S53	A-Stadt	Halfpipe, Coping Ramp, Funbox, Bank, sonstige (Halle)	Holz

## 9.3 Untersuchungs- und Auswertungsmethodik

### 9.3.1 Bezugsgrößen

Aus den Messungen einzelner Manöver (Fall 1, z.B. ein Sprung über ein Hindernis) wurden für jede Einzelmessung folgende Zwischengrößen gebildet:

- $L_{Am}$  (Mittelungspegel)
- $L_{Am,1h}$  (der auf 1 h bezogene Mittelungspegel eines Ereignisses)
- $L_{AFmax}$  (Maximalpegel)
- $L_{AFTm}$  (Taktmaximal-Mittelungspegel (Wirkpegel) aus den im 5-s-Takt ermittelten Taktmaximalpegeln; hier gleich dem Maximalpegel, da die Dauer eines Ereignisses stets kürzer als 5 s ist)

Aus den Messungen an Skate-Einrichtungen mit kontinuierlicher Benutzungen (Fall 2, z.B. Halfpipe) wurden für jede Messung folgende Zwischengrößen gebildet:

- $L_{Am}$  (Mittelungspegel)
- $L_{AFTm}$  (Taktmaximal-Mittelungspegel (Wirkpegel) aus den im 5-s-Takt ermittelten Taktmaximalpegeln)
- $L_{AFmax}$  (Maximalpegel)

Die einzelnen Messwerte können nach verschiedenen Kriterien zusammengefasst werden, z.B. nach gemessener Skate-Einrichtung (z.B. eine Funbox auf einer Skateanlage), nach allen Skate-Einrichtungen eines Typs (z.B. alle Funboxen) oder nach Skate-Einrichtungen eines Typs und einer Bauart (z.B. alle Funboxen in Bauweise Beton). Darüber hinaus können sie differenziert werden, z.B. nach Nutzergruppe (Inliner oder Skater) oder nach Können (Anfänger, Fortgeschrittene, Profis).

Dazu stehen folgende charakteristischen Größen zu den o.g. Zwischengrößen zu Verfügung:

- Kleinstwert
- Höchstwert
- arithmetischer Mittelwert
- Standardabweichung
- Energetischer Mittelwert

### 9.3.2 Einzelmessungen

Die Untersuchungsmethodik soll an zwei ausgewählten Beispielen (Coping Ramp und Halfpipe) aufgezeigt werden. Dabei steht die Coping Ramp stellvertretend für Skate-Einrichtungen, die in unregelmäßigen Abständen kurzzeitig benutzt werden (Fall 1). Die Belegung durch einen Fahrer dauert in der Regel weniger als 5 s. Die Halfpipe steht beispielhaft für Skate-Einrichtungen die kontinuierlich benutzt werden (Fall 2). Die Aufenthaltsdauer eines Fahrers beträgt in der Regel ½ bis 1 min. Verlässt dieser die Bahn, folgt bereits der Nächste.

## Messungen

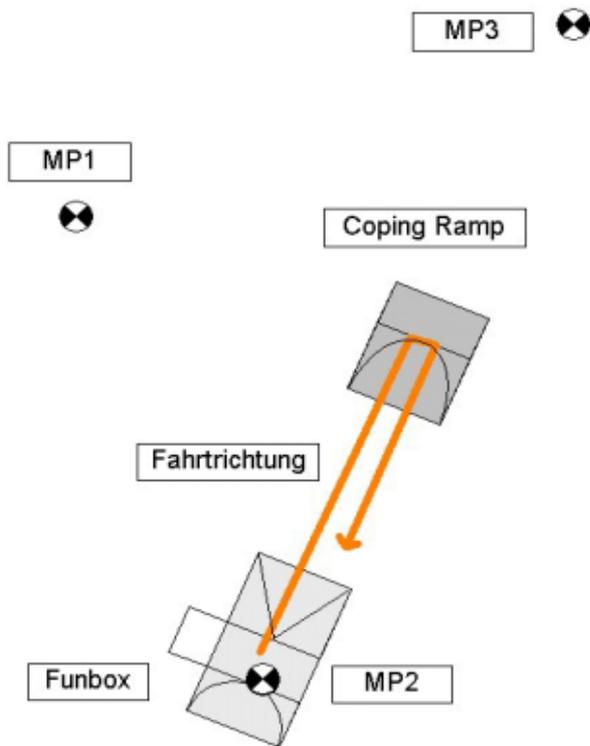


Bild 35 Messaufbau und Bewegungsrichtungen an einer Coping Ramp (links)

Die Messung an der Coping Ramp (vgl. Bild 35 und Bild 14) fand nach folgendem Schema statt:

1. die Einzelmessung wird gestartet
2. der Fahrer startet von der Funbox und nimmt Anlauf in Richtung Coping Ramp
3. kurz bevor der Fahrer den Anlaufkeil der Coping Ramp erreicht wird am Messgerät der Marker "Anfang" gesetzt
4. der Fahrer überfährt den Anlaufkeil
5. der Fahrer fährt auf die Transition, springt ab, dreht sich, landet auf der Transition (Beispiel)
6. der Fahrer überfährt den Anlaufkeil
7. kurz nachdem der Fahrer den Anlaufkeil überfährt wird am Messgerät der Marker "Ende" gesetzt
8. der Fahrer entfernt sich von der Coping Ramp
9. die Einzelmessung wird beendet

Danach begann eine neue Messung mit dem nächsten Fahrer.

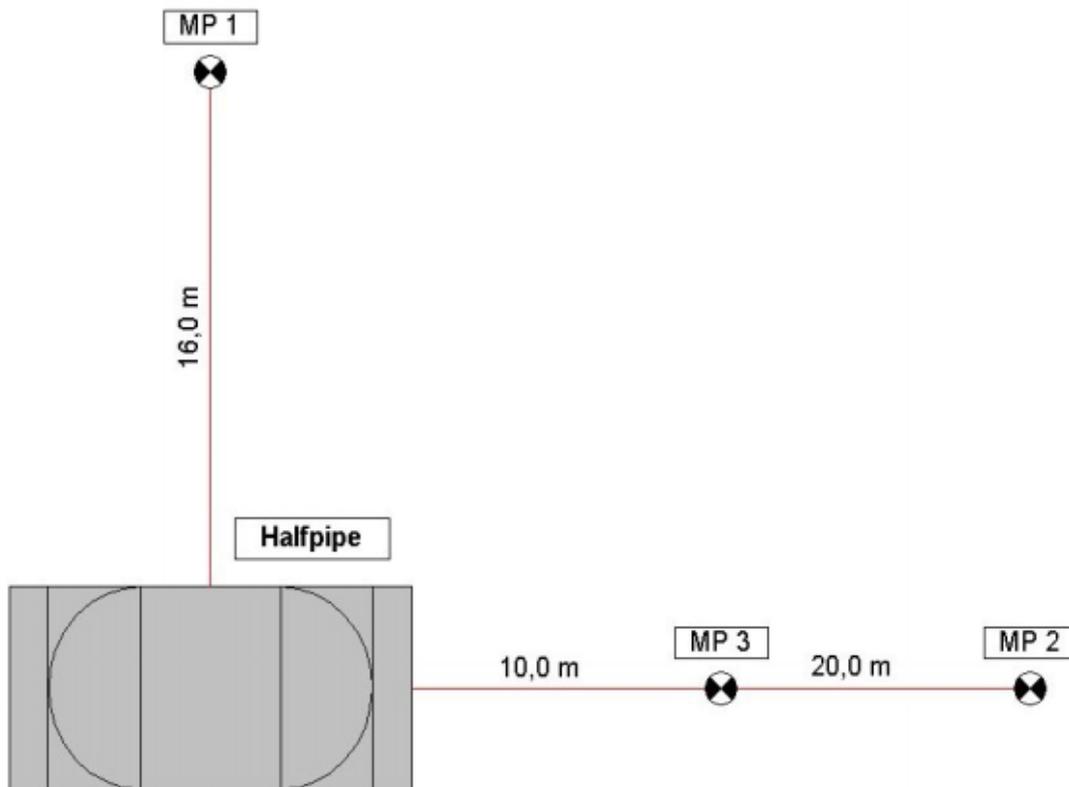


Bild 36 Messaufbau an einer Halfpipe

Die Messung an der Halfpipe (vgl. Bild 36 und Bild 4) fand nach einem ähnlichen Schema statt:

1. die Einzelmessung wird gestartet
2. am Messgerät wird der Marker "Beginn" gesetzt
3. der Fahrer startet vom Podest und fährt in die Halfpipe hinein
4. der Fahrer fährt in der Halfpipe hin- und her, an den Bahnenden werden verschiedene Tricks ausgeführt
5. der Fahrer beendet seinen Lauf indem er aus dem Vert auf das Podest springt
6. am Messgerät wird der Marker "Ende" gesetzt
7. die Einzelmessung wird beendet

Danach begann eine neue Messung mit dem nächsten Fahrer.

### Messdaten

Im Labor wurden die Daten vom Messgerät ausgelesen und in ein Tabellenkalkulationsprogramm auf den PC importiert (siehe Tabelle 30). In der Tabelle stehen die Zeiten (als Periodennummer im 125 ms Intervall und als absolute Zeit) und die dazugehörigen Messwerte  $L_{AF}(t)$  und  $L_{AFmax}$ .

Tabelle 30 Datenscrieb vom Messgerät (hier: Norsonic Typ 118,  $L_{Aeq} \triangleq L_{Am}$ ) im Tabellenkalkulationsprogramm (Ausschnitt)

Period:	Time:	$L_{Aeq}$	$L_{AF(max)}$
716	(2004-06-30 11:12:04.750)	54,8	55,0
717	(2004-06-30 11:12:04.875)	58,6	57,5
718	(2004-06-30 11:12:05.000)	66,6	66,2
719	(2004-06-30 11:12:05.125)	53,7	65,7
720	(2004-06-30 11:12:05.250)	48,2	61,6
721	(2004-06-30 11:12:05.375)	50,4	57,7
722	(2004-06-30 11:12:05.500)	51,1	54,5
723	(2004-06-30 11:12:05.625)	61,6	60,5
724	(2004-06-30 11:12:05.750)	51,9	60,1
725	(2004-06-30 11:12:05.875)	48,0	56,7
726	(2004-06-30 11:12:06.000)	46,9	53,2
727	(2004-06-30 11:12:06.125)	46,5	50,4
728	(2004-06-30 11:12:06.250)	48,5	49,0
729	(2004-06-30 11:12:06.375)	45,7	48,3
730	(2004-06-30 11:12:06.500)	45,7	46,8
731	(2004-06-30 11:12:06.625)	46,4	46,9
732	(2004-06-30 11:12:06.750)	44,8	46,2
733	(2004-06-30 11:12:06.875)	45,5	45,7
734	(2004-06-30 11:12:07.000)	46,3	46,1
735	(2004-06-30 11:12:07.125)	65,0	57,7
736	(2004-06-30 11:12:07.250)	69,5	70,2
737	(2004-06-30 11:12:07.375)	49,8	67,1
738	(2004-06-30 11:12:07.500)	59,1	62,7
739	(2004-06-30 11:12:07.625)	60,7	61,8
740	(2004-06-30 11:12:07.750)	56,4	60,5
741	(2004-06-30 11:12:07.875)	54,1	58,4

## Pegelschrieb

Aus den Daten aller vorhandenen Messpunkte (i.d.R. drei Mikrofonpositionen) einer Messung wurde jeweils ein Pegelschrieb erstellt. Die Synchronisierung der Messreihen erfolgte über einen künstlich erzeugten Impuls zu Beginn jeder Aufzeichnung. Die während der Messungen gesetzten Marker, die den Beginn und das Ende eines Manövers (getrennt nach Inline und Skate) kennzeichneten, wurden ebenfalls im Pegelschrieb dargestellt. Beispiele für einen Pegelschrieb zeigen Bild 37 (Coping Ramp) und Bild 38. (Halfpipe).

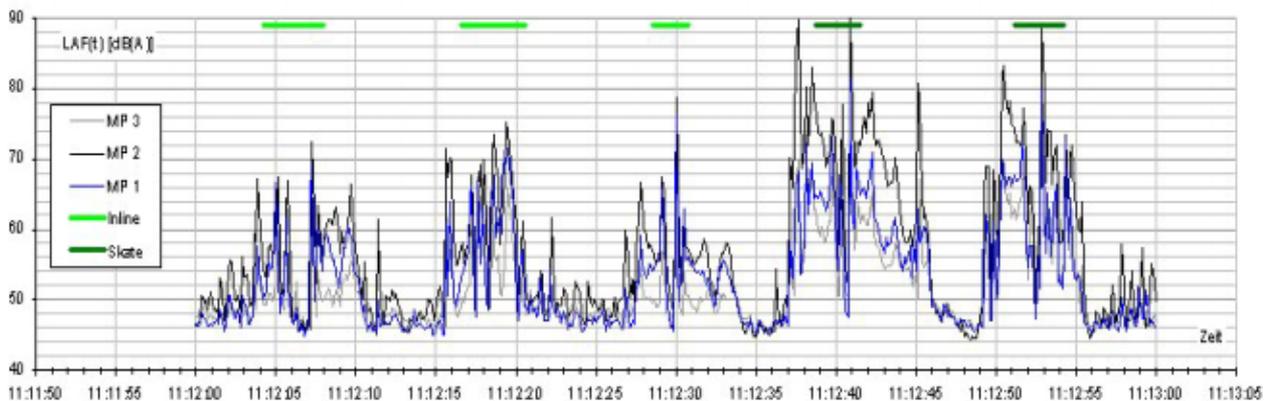


Bild 37 Ausschnitt eines Pegelschriebs an einer Coping Ramp (drei Inliner gefolgt von zwei Skatern)

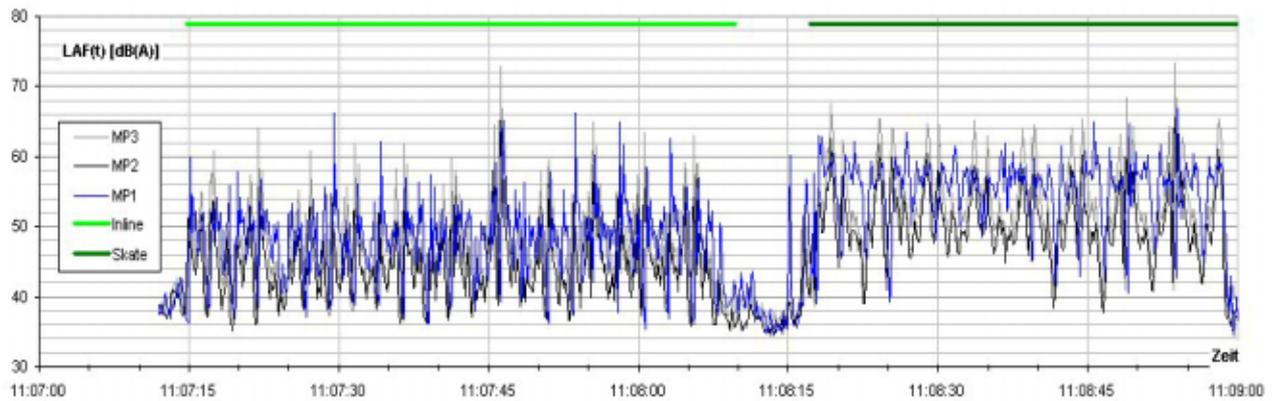


Bild 38 Ausschnitt aus einem Pegelschrieb an einer Halfpipe (ein Inliner und ein Skater)

### Pegelschrieb Details

Durch eine Streckung der Zeitachse können die einzelnen Manöver im Detail analysiert werden. Dabei helfen die während der Messung gesammelten handschriftlichen Notizen. Am Beispiel der Coping Ramp lassen sich folgende charakteristischen Merkmale erkennen (vgl. Bild 39 und Bild 40). Die Fahrer starteten auf der Funbox nahe MP 2, daher waren die Pegel an MP 2 (schwarze Kurve) an dieser Stelle deutlich höher als an den anderen Messpunkten. Sie erreichten die Coping Ramp (Anfang der Markierung) und überfuhren den Anlaufkeil (Pegelspitze), führten einen Trick aus (Pegelspitze), fuhren erneut über den Anlaufkeil (Pegelspitze) und verließen den Bereich der Coping Ramp (Ende Markierung). Der Auslauf erfolgte zurück in Richtung Funbox nahe MP 2.

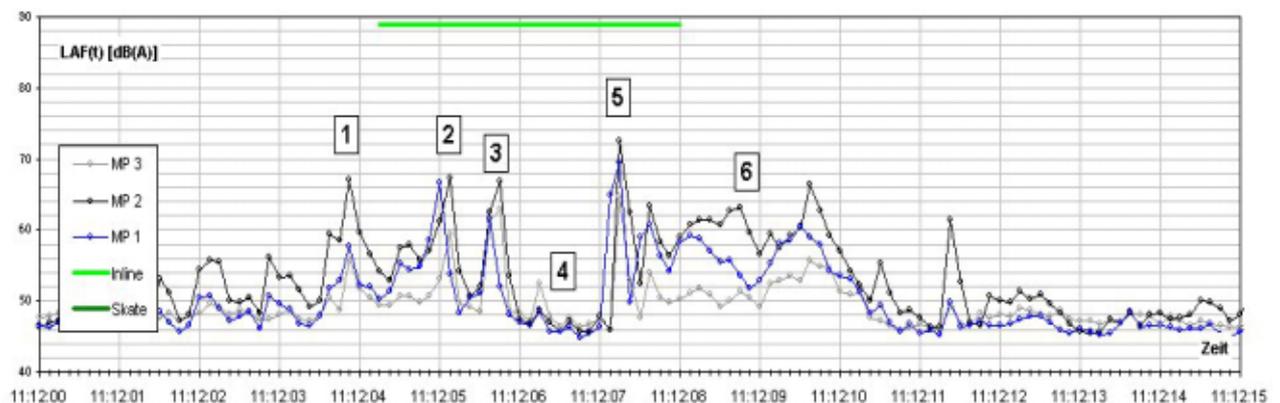


Bild 39 Detail eines Pegelschriebs (Inliner, Coping Ramp)

- 1: Start bei Funbox, Nähe MP 2 (nicht Teil der späteren Auswertung)
- 2: Überfahren des Anlaufkeils
- 3: Sprung auf Coping Rohr
- 4: "Stall" (Trick, bei dem auf dem Coping das Gleichgewicht haltend innegehalten wird)
- 5: Sprung in die Transition und Überfahren des Anlaufkeils
- 6: Entfernen Richtung Funbox, Nähe MP 2 (nicht Teil der späteren Auswertung)

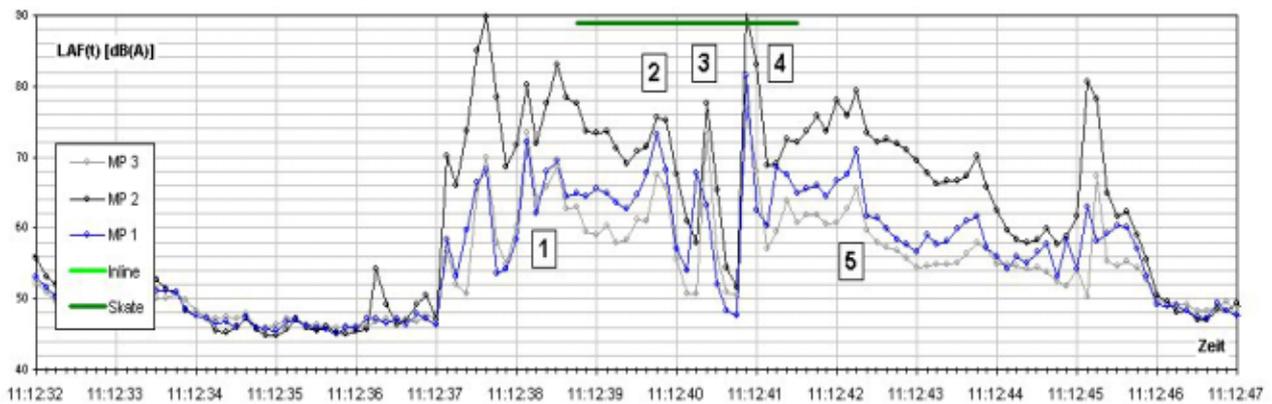


Bild 40 Detail eines Pegelschriebs (Skater, Coping Ramp)  
 1: Start bei Funbox, Nähe MP 2 (nicht Teil der späteren Auswertung)  
 2: Überfahren des Anlaufkeils  
 3: Sprung in der Transition  
 4: Überfahren des Anlaufkeils  
 5: Entfernen Richtung Funbox, Nähe MP 2 (nicht Teil der späteren Auswertung)

### Auswertung der einzelnen Vorgänge

Die Markierung jedes einzelnen Vorgangs wurde nun geprüft. Die während der Messung gesetzten Marker dienen zunächst nur als Orientierung bzw. zum Wiederauffinden von bestimmten Ausschnitten der Messung. Sie konnten aufgrund der schnellen Bewegung der Nutzer und der eigenen Reaktionszeit im Zusammenhang mit der Bedienbarkeit der Messgerätekasten nicht immer exakt zu Beginn und am Ende der Benutzung der Skate-Einrichtung gesetzt werden. Aus dem Pegelschrieb ist jedoch von den Markern ausgehend der genaue Anfangspunkt, der wenige 125-ms Zeitintervalle vor dem ersten Überfahren der Anlaufkeils liegt, und der genaue Endpunkt, der wenige Zeitintervalle nach dem Überfahren des Anlaufkeils beim Verlassen des Hindernisses liegt, ableitbar.

Innerhalb des Tabellenkalkulationsprogramms wurden nun für jede markierte Stelle automatisiert verschiedene Auswertungen durchgeführt (vgl. Tabelle 31). Die energetische Mittelung der Spalte LAM ergibt den Mittelungspegel  $L_{Am}$  (bezogen auf die jeweilige Nutzungszeit  $t_{\text{Ereignis}}$ , im Beispiel 3,25 s). Durch eine Zeitkorrektur wird der auf 1 h bezogene Mittelungspegel eines Ereignisses  $L_{Am,1h}$  berechnet. Die Korrektur beträgt

$$10 * \log (t_{\text{Ereignis}} / 3600 \text{ s}) \text{ dB},$$

im Beispiel also

$$10 * \log (3,25 \text{ s} / 3600 \text{ s}) \text{ dB} = - 30,4 \text{ dB}.$$

Der Höchstwert in der Spalte LAFmax entspricht dem Maximalpegel  $L_{AFmax}$ .

Analog erfolgt das Vorgehen bei den Einrichtungen mit kontinuierlicher Benutzung (vgl. Tabelle 32). Die energetische Mittelung der Spalte LAM ergibt den Mittelungspegel  $L_{Am}$  (bezogen auf die jeweilige Nutzungszeit, im Beispiel 47 s). Der Schallleistungspegel  $L_{Am,1h}$  wird ebenfalls berechnet, ist in diesem Zusammenhang jedoch von untergeordneter Bedeutung. Zusätzlich wird aus den im 5-s Takt ermittelten Taktmaximalpegeln  $L_{AFT,5}$  in der Spalte LAFTm der Taktmaximal-Mittelungspegel (Wirkpegel)  $L_{AFTm}$  gebildet. Der Höchstwert in der Spalte LAFmax entspricht wiederum dem Maximalpegel  $L_{AFmax}$ .

Tabelle 31 Auswertung eines einzelnen Vorgangs (Inliner, Coping Ramp)

	Period	LAM	LAFmax	Marker	LAM	LAM,1h	LAFmax
11:12:04 [0,000]	710	52,2	55,9				
11:12:04 [0,125]	711	51,9	53,9				
11:12:04 [0,250]	712	50,2	52,7	X			
11:12:04 [0,375]	713	51,3	51,4	X			
11:12:04 [0,500]	714	55,3	54,4	X			
11:12:04 [0,625]	715	54,4	54,6	X			
11:12:04 [0,750]	716	54,8	55,0	X	Anfang	Anfang	Anfang
11:12:04 [0,875]	717	58,6	57,5	X			
11:12:05 [0,000]	718	66,6	66,2	X			
11:12:05 [0,125]	719	53,7	65,7	X			
11:12:05 [0,250]	720	48,2	61,6	X			
11:12:05 [0,375]	721	50,4	57,7	X			
11:12:05 [0,500]	722	51,1	54,5	X			
11:12:05 [0,625]	723	61,6	60,5	X			
11:12:05 [0,750]	724	51,9	60,1	X			
11:12:05 [0,875]	725	48,0	56,7	X			
11:12:06 [0,000]	726	46,9	53,2	X	LAM 59,5 dB(A)	LAM,1h 29,0 dB(A)	LAFmax 70,2 dB(A)
11:12:06 [0,125]	727	46,5	50,4	X			
11:12:06 [0,250]	728	48,5	49,0	X			
11:12:06 [0,375]	729	45,7	48,3	X			
11:12:06 [0,500]	730	45,7	46,8	X			
11:12:06 [0,625]	731	46,4	46,9	X			
11:12:06 [0,750]	732	44,8	46,2	X			
11:12:06 [0,875]	733	45,5	45,7	X			
11:12:07 [0,000]	734	46,3	46,1	X			
11:12:07 [0,125]	735	65,0	57,7	X			
11:12:07 [0,250]	736	69,5	70,2	X			
11:12:07 [0,375]	737	49,8	67,1	X			
11:12:07 [0,500]	738	59,1	62,7	X			
11:12:07 [0,625]	739	60,7	61,8	X			
11:12:07 [0,750]	740	56,4	60,5	X	Ende ( 3.25 s)	Ende ( 3.25 s)	Ende ( 3.25 s)
11:12:07 [0,875]	741	54,1	58,4	X			
11:12:08 [0,000]	742	58,4	57,7	X			
11:12:08 [0,125]	743	59,3	59,2				
11:12:08 [0,250]	744	58,7	59,0				
11:12:08 [0,375]	745	57,1	58,9				
11:12:08 [0,500]	746	55,6	57,6				
11:12:08 [0,625]	747	55,7	56,7				
11:12:08 [0,750]	748	53,6	56,0				
11:12:08 [0,875]	749	51,7	54,6				

Tabelle 32 Auswertung eines kontinuierlichen Vorgangs (Skater, Halfpipe) (Ausschnitt)

	Period:	LAM	LAFmax	Marker	LAM	LAM,1h	LAFmax	LAFTm
11:08:13 [0,000]	12182	35,2	35,6					
11:08:13 [0,125]	12183	36,6	36,2					
11:08:13 [0,250]	12184	38,1	37,5					
11:08:13 [0,375]	12185	35,4	37,4					
11:08:13 [0,500]	12186	34,6	36,2		Anfang	Anfang	Anfang	Anfang
11:08:13 [0,625]	12187	34,7	35,3					
11:08:13 [0,750]	12188	36,7	35,7					
11:08:13 [0,875]	12189	35,6	36,7					
...	...	...	...	...				
11:08:36 [0,500]	12370	59,2	60,1	x	LAM 56,5 dB(A)	LAM,1h 37,7 dB(A)	LAFmax 65,7 dB(A)	LAFTm 62,7 dB(A)
11:08:36 [0,625]	12371	55,0	59,6	x				
11:08:36 [0,750]	12372	61,9	61,1	x				
11:08:36 [0,875]	12373	52,3	60,9	x				
11:08:37 [0,000]	12374	52,9	57,3	x				
11:08:37 [0,125]	12375	58,7	57,8	x				
11:08:37 [0,250]	12376	55,6	57,6	x				
...	...	...	...	...	...	...	...	...
11:09:00 [0,000]	12558	36,6	38,6	x	Ende ( 47 s)	Ende ( 47 s)	Ende ( 47 s)	Ende ( 47 s)
11:09:00 [0,125]	12559	38,2	38,2	x				
11:09:00 [0,250]	12560	35,2	38,1	x				
11:09:00 [0,375]	12561	39,8	38,6	x				
11:09:00 [0,500]	12562	44,1	43,2	x				
11:09:00 [0,625]	12563	43,4	43,8	x				
11:09:00 [0,750]	12564	36,4	42,5	x				
11:09:00 [0,875]	12565	35,7	39,8					
11:09:01 [0,000]	12566	34,8	37,5					

## Zusammenfassung der Pegelwerte

Alle ermittelten Pegelwerte wurden nun in Übersichtstabellen zusammengefasst (vgl. Tabelle 33 und Tabelle 34). Für jede Skate-Einrichtung steht eine solche Tabelle zur Verfügung, auf deren Grundlage die weiteren Auswertungen erfolgten. Diese Tabellen sind vollständig in den Messprotokollen (ACCON Bericht ACB-1004-2983/15 vom 20.10.2004) enthalten.

Tabelle 33 Zusammenfassung der ermittelten Werte für eine Coping Ramp (Ausschnitt). Pegel in dB(A), Zeit in s.  
Anmerkung: in Zeile "6" Spalte "Inline MP1" finden sich die Werte des o.g. Beispiels wieder.

Marker	Inline							Skate						
	Dauer	MP1		MP2		MP3		Dauer	MP1		MP2		MP3	
		LAM1h	LAFmax	LAM1h	LAFmax	LAM1h	LAFmax		LAM1h	LAFmax	LAM1h	LAFmax	LAM1h	LAFmax
1	3,5	30,4	71,5	33,7	76,2	32,6	74,6							
2	2,9	30,4	69,2	30,4	69,2	27,1	68,9							
3	3,5	31,1	70,5	33,9	73,8	30,2	72,8							
4								2,6	35,0	73,1	41,7	79,9	37,2	78,4
5								1,1	35,7	74,8	43,4	85,2	30,7	71,3
6	3,3	29,0	70,2	31,2	72,2	25,0	64,7							
7	4,1	34,5	71,3	37,7	74,2	30,4	67,4							
8	2,1	32,7	75,6	35,2	78,9	26,2	69,6							
9								2,0	38,4	80,6	47,0	90,4	35,1	76,9
10								2,8	37,1	78,5	45,6	88,1	37,8	81,5
11	3,8	27,5	65,6	29,3	67,5	22,6	59,7							
12	3,5	29,0	67,3	32,2	73,4	25,7	63,6							
13	3,1	29,7	70,0	31,7	72,6	24,4	63,6							
14								2,6	38,1	78,8	48,3	90,7	45,3	86,8
15								3,6	39,4	81,6	45,4	88,5	35,2	77,7

Tabelle 34 Zusammenfassung der ermittelten Werte für eine Halfpipe (Ausschnitt).Pegel in dB(A), Zeit in s.  
Anmerkung: In Zeile "28" Spalte "Skate MP1" finden sich die Werte des o.g. Beispiels wieder.

Marker	Inline							Skate						
	Dauer	MP1		MP2		MP3		Dauer	MP1		MP2		MP3	
		LAFTm	LAFmax	LAFTm	LAFmax	LAFTm	LAFmax		LAFTm	LAFmax	LAFTm	LAFmax	LAFTm	LAFmax
...														
22	30	66,5	68,7	61,1	65,6	68,1	73,7							
23	28	68,0	70,8	65,8	69,9	72,4	76,9							
24								40	68,0	75,6	61,6	64,4	67,0	68,8
25								20	61,6	65,4	60,7	64,3	67,0	70,4
26	45	67,3	73,2	62,7	67,7	69,9	72,6							
27	58	61,9	66,3	57,0	64,7	64,8	72,9							
28								47	62,7	65,7	60,6	65,7	67,1	73,4
29								19	64,1	68,1	53,9	58,6	59,0	63,9
30	22	63,6	65,8	63,4	67,5	70,6	75,7							
31	53	61,2	67,6	56,3	60,9	62,9	66,5							
32								45	60,8	62,5	59,8	60,9	65,7	67,9
33								31	64,9	70,9	63,3	70,3	68,3	74,4
...														

## Ermittlung der Schalleistungspegel

In einem nächsten Schritt wurden die ermittelten Schalldruckpegel in Schalleistungspegel umgewandelt. Deren Bestimmung erfolgte durch Rückrechnung von einer virtuellen Punktschallquelle zum jeweiligen Immissionsort (Messpunkt). Die Berechnung wurde mit Hilfe des Schallausbreitungsprogramms Cadna/A gemäß 18. BImSchV i.V.m. VDI 2714 durchgeführt (vgl. Bild 41), davon ausgehend, dass die Quelle ungerichtet abstrahlt (immissionsbezogener Schalleistungspegel). Die Höhe der Immissionspunkte im Modell entspricht der Höhe der Messpunkte (3 m), die Quellenhöhe der mittleren Höhe der Skate-Einrichtung (beträgt z.B. die Podest-Höhe der Coping Ramp 1,2 m, so wird eine Quellenhöhe von 0,6 m angesetzt). Die Lage der Schallquelle wurde im geometrischen Mittelpunkt der Skate-Einrichtung und deren Schalleistung zu 0 dB(A) festgelegt. Aus den so berechneten Pegeln an den Immissionsorten und aus den ermittelten Pegeln an den korrespondierenden Messpunkten ergibt sich der gesuchte Schalleistungspegel der Skate-Einrichtung.

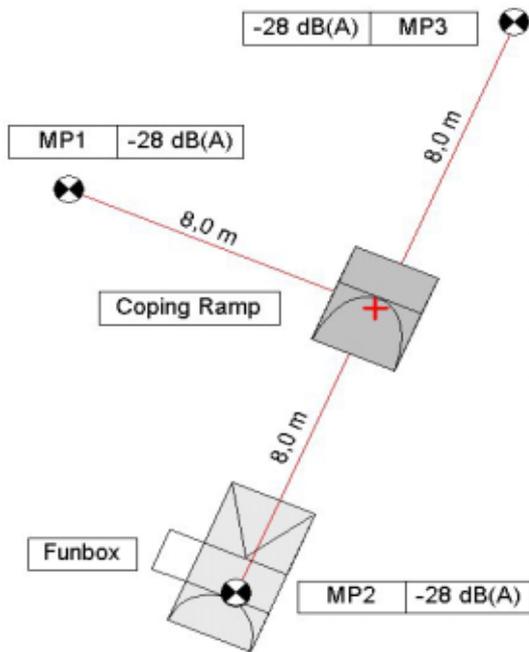


Bild 41 Modell zur Rückrechnung auf den Schalleistungspegel

Die Korrektur zur Rückrechnung auf den Schalleistungspegel aus dem Schalldruckpegel wird im wesentlichen durch das Abstandsmaß  $D_s$  und das Raumwinkelmaß  $K_0$  bestimmt. Alle anderen Einflüsse nach VDI 2714 sind wegen der vergleichsweise geringen Abstände von der Quelle zu den Immissionspunkten vernachlässigbar (vgl. Tabelle 35).

Tabelle 35 Details der Schallausbreitungsrechnung (Beispiel)

Messpunkt	MP2		hier: Messpunkt MP2
ID	S42-3		hier: Messung an der Olliebox auf Anlage S42
X	6,29 m		x-Koordinate des MP im Rechenmodell
Y	21,64 m		y-Koordinate des MP im Rechenmodell
Z	3,00 m		Höhe des MP
Boden	0,00 m		Höhe des Bodens beim MP
Quelle	S42.3		hier: Olliebox auf Skate-Anlage S42
ID	S42-3		hier: Messung an der Olliebox auf Anlage S42
X	10,14 m		x-Koordinate der Quelle im Rechenmodell
Y	30,38 m		y-Koordinate der Quelle im Rechenmodell
Z	0,50 m		Höhe Quelle
Boden	0,00 m		Höhe Boden bei der Quelle
RefIOrd	0		Reflexionsordnung
LxT	0,00 dB(A)		hier: fiktiver Ausgangswert 0 dB(A)
L/F	1 dB		Korrektur bei Linien und Flächenschallquellen
Abst.	9,87 m		Abstand
hm	1,75 m		mittlere Höhe
Freq	500 Hz		Mittenfrequenz für die Berechnung
$D_s$	30,89 dB		Abstand
$K_0$	2,89 dB		Raumwinkel
$D_{bm}$	0,00 dB		Boden- und Meteorologie
$D_e$	0,00 dB		Einfügungsdämpfung
$z$	0,00 dB		Schirmwert
$D_l$	0,02 dB		Luftdämpfung
$D_d$	0,00 dB		Bewuchs
$D_g$	0,00 dB		Bebauung
$D_{lang}$	0,00 dB		Langzeitmittelung
$D_{rw}$	0,00 dB		
$D_{RV}$	0,00 dB		Reflexionsverlust
<b>Lges</b>	<b>-28,02 dB(A)</b>		<b>Korrektur für das Modell</b>

### Mittlerer Schalleistungspegel einer Skate-Einrichtung

Nach der Umrechnung auf die immissionsbezogenen Schalleistungspegel begann die Zusammenfassung der einzelnen Messwerte, weiterhin gesondert nach Inlinern und Skatern und zunächst noch getrennt für jeden Messpunkt. Die Anzahl der Messwerte, Höchst- und Kleinstwerte, der energetische Mittelwert sowie der arithmetische Mittelwert und dessen Standardabweichung wurden dabei berechnet (siehe Tabelle 36 und Tabelle 37).

Tabelle 36 Auswertung der Messgrößen einer Coping Ramp. Pegel in dB(A), Zeit in s.

	Inline							Skate						
	Dauer	MP1		MP2		MP3		Dauer	MP1		MP2		MP3	
		LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax		LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax
mittlere Schalleistung		59							71					
Abweichung vom Mittel		-1		2		-2		-3		3		-5		
mittl. Maximalpegel		105							121					
Abweichung vom Mittel		-1		2		-2		-5		4		-4		
Anzahl der Messwerte		21	21	21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20
größter Messwert	4,1	62	103	66	107	61	103	3,6	73	115	81	124	73	117
energetischer Mittelwert		58	98	61	102	57	98		68	109	75	117	67	109
arithmetischer Mittelwert	3,2	58	97	61	101	56	97	2,6	67	108	74	116	65	107
Standardabweichung	0,6	2	2	2	3	3	4	0,6	2	4	3	4	4	5
kleinster Messwert	2,1	55	93	57	96	51	88	1,1	63	101	70	108	59	98
Schallausbreitung		-28	-28	-28	-28	-28	-28		-28	-28	-28	-28	-28	-28

Tabelle 37 Auswertung der Messgrößen einer Halfpipe. Pegel in dB(A), Zeit in s.

	Inline							Skate						
	Dauer	MP1		MP2		MP3		Dauer	MP1		MP2		MP3	
		LWATm	LWAmax	LWATm	LWAmax	LWATm	LWAmax		LWATm	LWAmax	LWATm	LWAmax	LWATm	LWAmax
mittlere Schalleistung		99							99					
Abweichung vom Mittel		0		-2		1		0		-2		1		
mittl. Maximalpegel		109							108					
Abweichung vom Mittel		2		-4		0		1		-3		1		
Anzahl der Messwerte		17	17	17	17	17	17	16	16	16	16	16	16	16
größter Messwert	62	103	111	102	105	106	109	56	104	109	100	105	103	110
energetischer Mittelwert		99	104	97	101	101	105		99	105	97	101	100	104
arithmetischer Mittelwert	41	98	103	96	100	100	104	32	98	103	96	100	99	103
Standardabweichung	13	3	3	3	3	3	3	12	3	5	3	4	3	4
kleinster Messwert	20	93	96	91	96	95	98	12	92	95	89	93	91	96
Schallausbreitung		-34	-34	-35	-35	-32	-32		-34	-34	-35	-35	-32	-32

Die so ermittelten Zwischenergebnisse können nun auf unterschiedliche Parameter bezogen weiter analysiert werden, z.B. nach Nutzergruppe (Inliner, Skater), Material der Skate-Einrichtung, Können des Fahrers oder Art der Skate-Einrichtung. Die Bestimmung der Schalleistungspegel kann über eine einzelne oder über mehrere Einrichtungen (z.B. gleicher Bauart) oder über spezielle Messungen einer oder mehrerer Einrichtungen (z.B. nur mit Profis) erfolgen.

Für jeden Typ einer Skate-Einrichtung (z.B. Funbox) wurden nun aus allen zugehörigen Messungen die kennzeichnenden Schallleistungspegel ermittelt, indem die entsprechenden Tabellenblätter zusammengeführt wurden. Dabei wurde von der Bezeichnung *Messpunkt* (MP) zur Bezeichnung *Immissionspunkt* (IP) übergegangen. Dies erschien zweckmäßig, da sich die Lage der Messpunkte zur Skate-Einrichtung (links, rechts, vorne, hinten) und die Nummerierung der Messpunkte (MP1, MP2, MP3) nach den örtlichen Gegebenheiten richtete und daher zwischen den verschiedenen Messungen variierte. Für die weitere Untersuchung (v.a. im Zusammenhang mit Richtungsabhängigkeiten und Symmetriebetrachtungen) war es aber erforderlich eindeutige Zuordnungen der Lage der Immissionspunkte zur Skate-Einrichtung zu erhalten. Daher wurde die Bezeichnung *Immissionspunkt* (IP) mit Angabe der Richtung im Bezug auf die Quelle (IP vorne, IP seitlich, IP hinten, IP längs usw.) gewählt. Dieses Vorgehen hilft gleichzeitig, gemessene Werte (z.B. Schalldruckpegel am MP) von ausgewerteten (z.B. Beurteilungspegeln am IP) zu unterscheiden und Symmetrien zu berücksichtigen. Im vorliegenden Beispiel einer Olliebox (siehe Bild 42) ergeben sich durch die bevorzugten Bewegungsrichtungen der Nutzer zwei Symmetrien: an den beiden IP "seitlich" sind im Mittel die gleichen Schallleistungspegel zu erwarten, ebenso an den beiden IP "längs".

Da die Messungen an maximal drei Messpunkten erfolgten, wurde dem vierten (virtuellen) Immissionspunkt je nach Anlage und Einrichtung der Wert eines anderen MP aus einer Symmetriebeziehung zugewiesen. Falls keine solche Beziehung hergestellt werden konnte, wurde der energetische Mittelwert aus den vorliegenden Werten der restlichen IP verwendet. Damit war die Angabe eines mittleren die Skate-Einrichtung kennzeichnenden Schallleistungspegels und einer Richtwirkung in 90°-Schritten möglich.

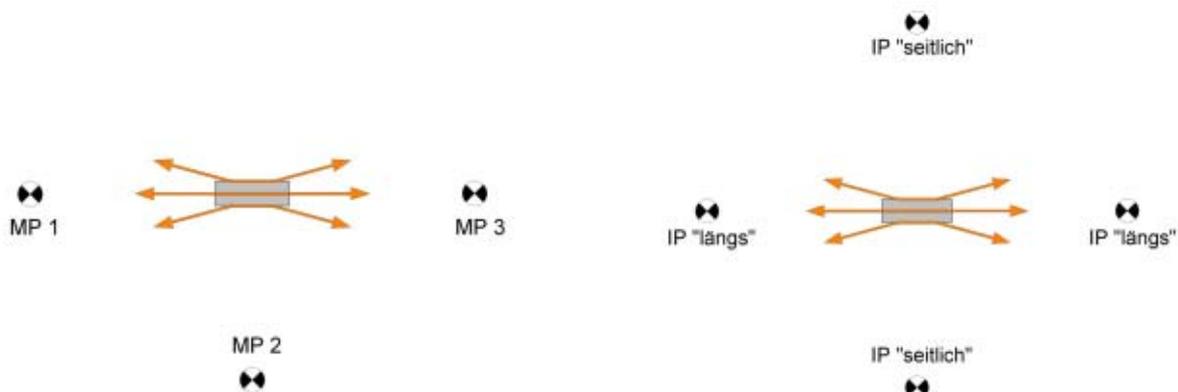


Bild 42 Messpunkte (Beispiel) und Bewegungsrichtungen an einer Olliebox (links) und Übergang zu Immissionspunkten in der Auswertung (rechts)

Aus den mittleren Schallleistungspegeln der untersuchten Einrichtungen an den einzelnen Skateanlagen (hier: Olliebox bei Anlage S01, S14 und S42) wurde wiederum ein Mittelwert für jeden IP getrennt nach Inlinern und Skatern gebildet. Der kennzeichnende Schallleistungspegel ergab sich aus der energetischen Mittelung über alle vier Richtungen, die Abweichungen der einzelnen Richtungen vom Mittelwert werden ebenfalls angegeben (siehe Tabelle 38).

Tabelle 38 Ermittlung des kennzeichnenden Schallleistungspegels einer Olliebox bei Benutzung durch Inliner. Pegel in dB(A) (für die Darstellung gerundet). Dauer in s.

		Inline							
		seitlich		längs		längs		seitlich	
Dauer		LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax
LWA1h									
DI		1		-2		-2		1	
LWA1h		62		59		59		62	
LWAmax							106		
DI			1		-2		-2		1
LWAmax			108		105		105		108
N		3	3	3	3				
max	2,0	63	110	61	106				
enrg.m		62	108	59	105				
arith.m	2,0	62	108	59	104				
stabw	0,0	2	2	2	2				
min	1,9	60	106	56	102				
diff		3	4	4	4				
		Inline							
		seitlich		längs		längs		seitlich	
Anlage	Dauer	LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax				
S01.4	1,9	62	107	59	104				
S14.4	2,0	63	110	61	106				
S42.2	2,0	60	106	56	102				

Eine Interpretation der Berechnungsergebnisse erfolgt im Kapitel 4, da an dieser Stelle soll nur die Vorgehensweise bei der Auswertung dokumentiert werden soll.

### Spitzen-Schallleistungspegel einer Skate-Einrichtung

Befinden sich Ausreißer unter den Messwerten, bleiben diese zunächst unberücksichtigt (vgl. Bild 43). Die Entscheidung darüber wurde unter Berücksichtigung der jeweiligen Messsituation getroffen. Bei den meisten Messungen der 70 Skate-Einrichtungen waren jedoch keine Ausreißer zu verzeichnen.

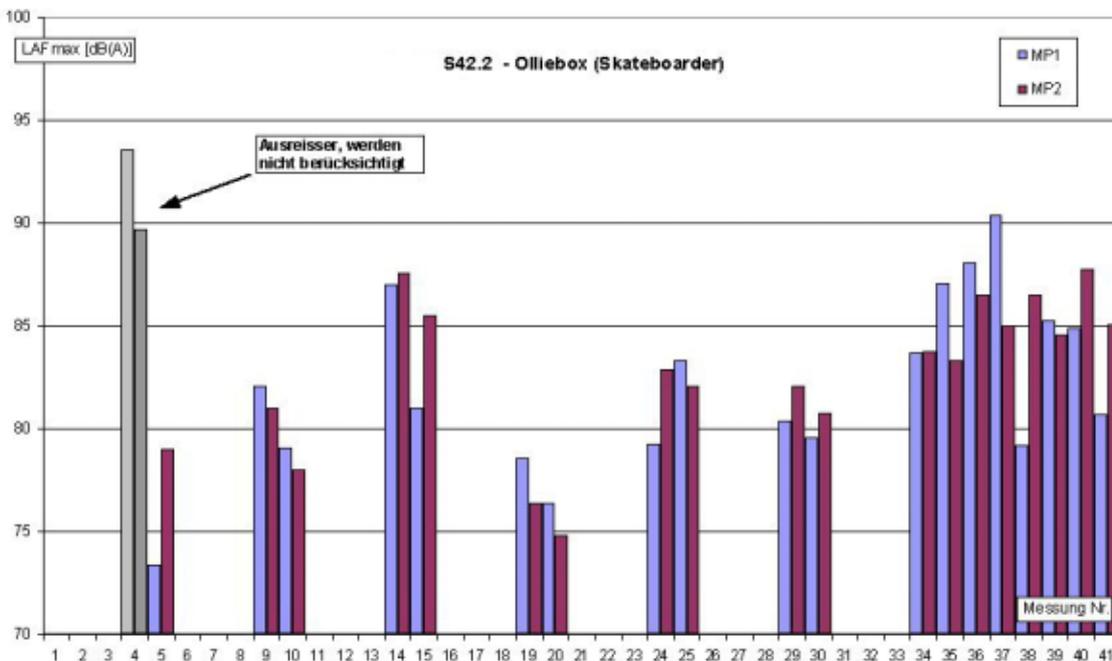


Bild 43 Beispiel für einen Ausreißer bei der Messung von Skatern an einer Olliebox

Aus den Messwerten wurde zunächst der Höchstwert für alle Immissionspunkte an jeder einzelnen Skate-Einrichtung ermittelt. Im Beispiel in Tabelle 39 beträgt der Spitzen-Schallleistungspegel  $L_{WAF,max}$  an Anlage S01 beim IP "längs" 112 dB(A). Danach wurde über alle Einrichtungen eines Typs gemittelt. Im Beispiel beträgt der Mittelwert aller Ollieboxen (S01, S14 und S42) in Längsrichtung 114 dB(A). Der kennzeichnende Spitzen-Schallleistungspegel ergibt sich schließlich aus der energetischen Mittelung über die einzelnen Immissionsrichtungen, im Beispiel 114 dB(A).

Tabelle 39 Ermittlung des kennzeichnenden Spitzen-Schallleistungspegel einer Olliebox bei Benutzung durch Skater.  
Pegel in dB(A) (für die Darstellung gerundet). Dauer in s.

		Skate								
		seitlich		längs		längs		seitlich		
		Dauer	LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax
LWA1h						69				
DI			0		0		0		0	
LWA1h			68		69		69		68	
LWAmax							114			
DI			0		0		0		0	
LWAmax			114		115		115		114	
N			3	3	3	3				
max	2,2		69	116	70	116				
enrg. m.			68	114	69	115				
arith. m.	2,1		68	114	69	115				
stabw	0,1		1	2	1	1				
min	2,1		67	113	68	114				
diff			2	3	2	2				
		Skate								
		seitlich		längs		längs		seitlich		
Anlage	Dauer	LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax	LWA1h	LWAmax	
S01 4	2,2	67	113	68	114					
S14 4	2,1	69	113	70	116					
S42 2	2,1	68	116	69	114					

### Richtungsabhängigkeit

Das Richtwirkungsmaß  $D_i$  wird für jede der vier Richtungen (IP) aus der Differenz des Schallleistungspegels zum energetischen Mittelwert gebildet (vgl. Tabelle 38 und Tabelle 39). Die Summe der  $D_i$  über alle vier Richtungen beträgt definitionsgemäß 0 dB.

### 9.3.3 Messstation

Die Messstation (Typ deBAKOM 2000 M, Bild 44) wurde an drei Skateanlagen für jeweils eine Woche betrieben (vgl. Kapitel 3.4 und 5). Sie zeichnete stündlich die Mittelungspegel  $L_{Amr}$ , die Maximalpegel  $L_{AF,max}$ , die Perzentilpegel sowie meteorologische Daten auf. Zur stichpunktartigen Überprüfung der Vorgänge auf den Skateanlagen wurde darüber hinaus täglich in der Zeit von 16.00 bis 17.00 Uhr eine Tonaufzeichnung vorgenommen.

Die Aufbereitung der Messdaten erfolgte wiederum in einem Tabellenkalkulationsprogramm. Die vollständigen Tabellen sind in den Messprotokollen (ACCON Bericht ACB-1004-2983/15 vom 20.10.2004) enthalten, ein Beispiel zeigt Tabelle 40. Aus den Messwerttabellen wurden Pegelschriebe (vgl. Bild 45) generiert, die z.B. auf die tatsächlichen Nutzungszeiten der Skateanlagen schließen lassen. Die Messwerte für die daraus ermittelten Stunden mit Skate-Betrieb wurden für den Vergleich mit Berechnungen auf Basis der ermittelten Emissionskennwerte (siehe Kapitel 4.1) herangezogen.



Bild 44 Mobile Messstation

Tabelle 40 Messwerte der Dauermessstation (Ausschnitt)

Datum	Zeit	Leq	L95	L90	L70	L50	L30	L05	L01	L0.1	L0	R	Wg	Wr	T	F
21.07.04	14:00:06	43,4	36,1	36,4	37,3	38,2	39,5	46,0	54,8	65,1	68,0	0	1	227	31	45
21.07.04	15:00:07	49,3	35,6	36,0	37,0	38,0	39,4	53,3	63,4	69,5	72,4	0	1	230	32	42
21.07.04	16:00:08	40,5	36,2	36,6	37,9	39,0	40,3	44,1	48,7	55,3	58,6	0	1	234	31	42
21.07.04	17:00:07	47,1	36,6	37,1	38,5	39,7	41,4	49,6	59,8	68,9	76,6	0	1	232	32	40
21.07.04	18:00:07	53,3	39,0	39,9	42,2	44,0	46,3	57,6	66,7	73,6	78,2	0	0	232	33	38
21.07.04	19:00:08	51,9	37,8	38,5	40,6	43,0	46,0	55,6	64,3	73,8	83,6	0	0	222	33	38
21.07.04	20:00:08	59,1	40,8	43,5	48,4	51,4	55,2	65,4	70,8	78,1	83,4	0	0	180	32	40
21.07.04	21:00:08	57,5	40,0	40,8	43,8	47,6	51,9	63,2	69,6	78,3	86,1	0	0	180	27	55
21.07.04	21:55:08	50,5	38,9	39,2	40,3	41,7	44,1	54,2	61,7	73,2	82,4	0	0	226	21	77
21.07.04	23:00:08	41,7	37,2	37,7	38,9	39,8	41,1	46,2	50,1	54,1	55,5	0	0	242	18	85
:																
:																
28.07.04	00:00:08	41,3	39,0	39,2	39,9	40,4	41,1	44,6	47,0	49,2	50,6	0	0	243	9	92
28.07.04	01:00:08	40,5	38,1	38,3	38,8	39,2	39,8	44,1	47,8	51,3	53,3	0	0	205	8	93
28.07.04	02:00:07	39,5	38,3	38,4	38,7	39,0	39,3	41,7	44,6	50,3	54,7	0	0	210	8	94
28.07.04	03:00:08	38,3	37,5	37,6	37,9	38,2	38,4	39,2	41,2	45,5	49,1	0	0	208	8	95
28.07.04	04:00:07	39,8	38,2	38,3	38,7	39,0	39,4	42,8	46,7	48,7	50,0	0	0	216	7	95
28.07.04	05:00:08	42,0	38,8	39,0	39,5	40,0	40,7	46,6	51,5	53,7	56,9	0	0	180	7	95
28.07.04	06:00:07	43,1	39,8	40,2	41,2	41,9	42,8	46,6	49,8	58,2	60,6	0	0	180	6	96
28.07.04	07:00:11	45,4	42,9	43,4	44,2	44,9	45,6	48,1	50,2	57,5	62,2	0	0	230	7	96
28.07.04	08:00:08	45,9	43,7	43,9	44,6	45,2	45,9	48,4	51,8	56,9	61,7	0	0	236	12	94
28.07.04	09:00:08	48,4	40,1	40,7	42,5	44,4	45,3	52,6	61,2	65,2	66,7	0	0	321	19	66

Datum, Zeit: Ende des Messintervalls  
 Leq: LAeq  
 L95..L0.1: Perzentilpegel L95%..L0,1%  
 L0: LAFmax  
 R: Regen (0=nein, 1=ja), Wg: Windgeschwindigkeit in m/s, Wr: Windrichtung (0°=N, 90°=O, usw.)  
 T: Temperatur in °C, F: relative Luftfeuchtigkeit in %

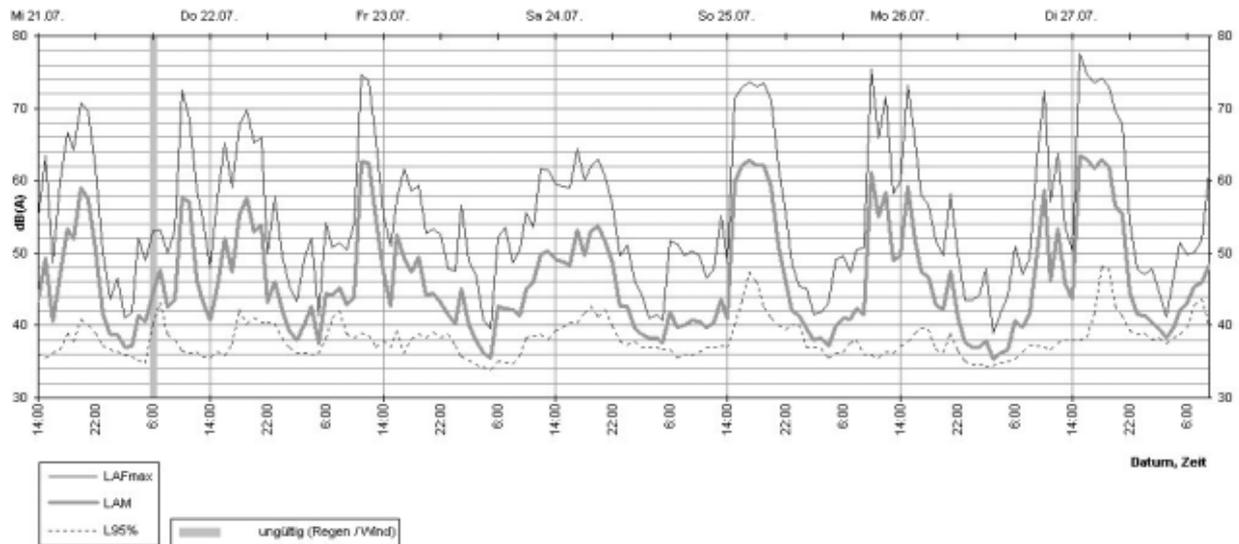


Bild 45 Pegelaufzeichnung über 7 Messtage dargestellt

Auf Grundlage der Messdaten lassen sich detaillierte Analysen zum Betrieb der Skateanlagen durchführen. Dies soll am Beispielen der Skateanlage S01 dokumentiert werden.

Die Identifizierung von Skate-Betrieb erfolgt über die Tonaufzeichnung (täglich 16.00 bis 17.00 Uhr) oder die Betrachtung der Messdaten  $L_{Am}$  und  $L_{AFmax}$ .

Beispielsweise konnte am 25.07.2004 in der Zeit von 16.00 bis 22.00 Uhr nonstop Skate-Betrieb auf der Anlage festgestellt werden (siehe auch Bild 46). Tabelle 41 weist für diesen Zeitraum einen Mittelungspegel  $L_{Am}$  von 62 dB(A) und einen Maximalpegel  $L_{AFmax}$  von 82 dB(A) aus. In der vorausgehenden Stunde von 15.00 bis 16.00 Uhr liegt der Mittelungspegel etwa 3 dB niedriger, was auf die halbe Auslastung schließen lässt. Es handelt sich offensichtlich um den Zeitraum, in der die Skater zur Anlage kommen. Die Stunden zwischen 16.00 und 20.00 Uhr weisen alle in etwa den gleicher Betriebszustand aus, in der folgenden Stunde bis 21.00 Uhr nimmt der Betrieb wieder auf die Hälfte ab, d.h. die Skater verlassen nach und nach die Anlage.

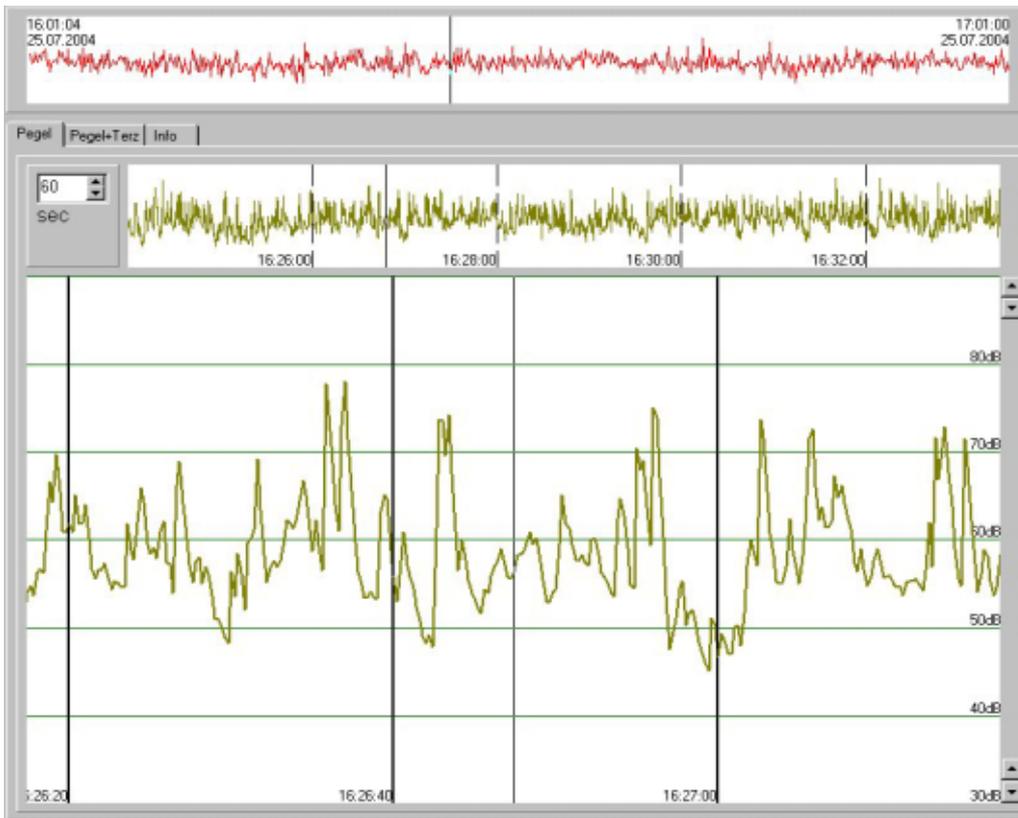


Bild 46 Pegelschrieb Anlage S01, Sonntag, 25.07.2004.  
 Oben: Übersicht 16.00 bis 17.00 Uhr; Mitte: 10-Minuten Ausschnitt; Unten: Detail (60s)

Tabelle 41 Messwerte Anlage S01 (Ausschnitt)

Datum	Zeit	Leq	L95	L90	L70	L50	L30	L05	L01	L0.1	L0	R	Wg	Wr	T	F
25.07.04	12:00:08	40,4	37,0	37,5	38,5	39,3	40,2	43,7	47,8	53,1	56,4	0	0	248	25	54
25.07.04	13:00:07	43,7	37,2	37,8	39,0	40,1	41,5	47,5	55,2	61,8	64,4	0	0	267	25	48
25.07.04	14:00:08	40,9	36,9	37,5	38,6	39,6	40,7	44,3	48,6	53,5	58,0	0	1	250	24	50
25.07.04	15:00:08	59,7	40,0	42,1	49,2	52,9	56,6	66,0	71,4	76,9	82,2	0	1	249	27	43
25.07.04	16:00:08	62,2	43,3	46,8	53,3	56,8	60,2	68,3	72,9	78,9	85,8	0	1	245	27	39
25.07.04	17:00:08	62,8	47,4	49,6	54,1	57,2	60,6	68,8	73,6	80,3	85,9	0	0	265	27	39
25.07.04	18:00:08	62,2	46,1	48,5	53,3	56,5	59,9	68,3	73,1	79,4	87,8	0	1	254	27	39
25.07.04	19:00:08	62,2	42,5	44,7	50,6	54,8	58,6	68,3	73,5	81,6	88,5	0	0	257	25	47
25.07.04	20:00:08	59,0	41,0	42,2	46,4	50,8	54,8	64,9	71,1	77,9	85,5	0	0	238	24	53
25.07.04	21:00:08	50,9	40,0	40,7	42,8	44,9	47,8	55,5	62,0	71,7	78,1	0	0	210	22	63
25.07.04	21:55:07	46,1	39,4	39,8	40,7	41,4	42,6	48,6	55,4	69,8	74,0	0	0	233	17	80

Datum, Zeit: Ende des Messintervalls  
 Leq: LAeq  
 L95..L0.1: Perzentilpegel L95%..L0,1%  
 L0: LAFmax  
 R: Regen (0=nein, 1=ja), Wg: Windgeschwindigkeit in m/s, Wr: Windrichtung (0°=N, 90°=O, usw.)  
 T: Temperatur in °C, F: relative Luftfeuchtigkeit in %