



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Auswirkungen von Verkehrs- beruhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen**

**Impact of traffic calming measures on noise immissions**

**Impacts des mesures de modération du trafic sur les  
immissions sonores**

**B+S AG, 3000 Bern 31  
René Bayer  
Remo Schwarz  
Mark Ströhle**

**Forschungsauftrag VSS 2000/467 auf Antrag des  
Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute**

## Impressum

### **Forschungsstelle und Projektteam**

**Projektleitung**

René Bayer

**Mitglieder**

Remo Schwarz

Mark Ströhle

### **Federführende Fachkommission**

Fachkommission 2: Planung und Projektierung

### **Begleitkommission**

**Präsident**

Markus Weber

**Mitglieder**

Peter Graf

Dr. Kurt Heutschi

Dr. Urs Jörg

Didier Racine

Gregor Schgvanin

Peter Staub

Martin Stauber

Peter Wagner

### **Antragsteller**

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS

### **Bezugsquelle**

Das Dokument kann kostenlos von <http://partnershop.vss.ch> heruntergeladen werden.

## **Inhalt**

<b>Zusammenfassung</b>	<b>7</b>
<b>1 Ausgangslage</b>	<b>10</b>
1.1 Einleitung	10
1.2 Zielsetzungen und Untersuchungsschwerpunkte	10
<b>2 Methodik</b>	<b>11</b>
<b>3 Verkehrsberuhigungsmassnahmen</b>	<b>12</b>
3.1 Ziel und Zweck von Verkehrsberuhigungsmassnahmen (aus Sicht Verkehrsingenieur)	12
3.2 Arten von Verkehrsberuhigungsmassnahmen	12
3.3 Einsatz der Verkehrsberuhigungselemente	16
<b>4 Umfrageaktion</b>	<b>18</b>
4.1 Zielsetzung und Vorgehensweise	18
4.2 Fragebogen	18
4.3 Rücklauf	18
4.4 Auswahl der Projektvorschläge	18
<b>5 Messkonzept</b>	<b>19</b>
5.1 Zielsetzung und Vorgehensweise	19
5.2 Messanordnung	19
5.3 Messvorgang	20
5.4 Messgeräte	20
5.5 Messperiode	20
5.6 Messstandorte	21
5.7 Geschwindigkeitserfassung	22
5.8 Referenzobjekt Stöckackerstrasse	22
<b>6 Messresultate</b>	<b>24</b>
6.1 Zielsetzung	24
6.2 Vorgehensweise bei der Auswertung der Messungen	24
6.3 Die Messobjekte	25
6.4 Frequenzanalyse Vertikalversatz (Pflästerung)	46
6.5 Zusammenstellung der Messresultate	48

<b>7 Gegenüberstellung der Verkehrsberuhigungsmassnahmen</b>	<b>49</b>
7.1 Zielsetzung	49
7.2 Horizontalversatz und seitliche Einengung	49
7.3 Vertikalversatz	51
7.4 Massnahme in Tempo-50-Zone	53
7.5 Erkenntnisse aus dem Systemvergleich	54
7.6 Vergleich aller Messobjekte	55
<b>8 Folgerungen aus den Untersuchungen</b>	<b>59</b>
8.1 Erkenntnisse aus den messtechnischen Untersuchungen	59
8.2 Wesentliche Punkte aus akustischer Sicht	60
<b>9 Weiteres Vorgehen</b>	<b>61</b>

## **Beilagen**

1 - 15	Datenblätter aller Messsituationen
16	Fragebogen an die kantonalen und kommunalen Stellen
17	Umfrageergebnisse
18	Projektabschluss
19	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1: Trapezförmiger Vertikalversatz (Quelle: SN 640 213)	13
Abb. 3.2: Viereckförmiger Vertikalversatz, „Kissen“ (Quelle: SN 640 213)	13
Abb. 3.3: Kreissegmentförmiger Vertikalversatz (Quelle: SN 640 213)	13
Abb. 3.4: Horizontalversatz (Quelle: SN 640 213)	14
Abb. 3.5: Seitliche Einengung (Quelle: SN 640 213)	15
Abb. 3.6: Sperre (Quelle: SN 640 213)	15
Abb. 3.7: Zweckmässigkeit der Verkehrsberuhigungselemente (Quelle: SN 640 213)	17
Abb. 5.1: Prinzipskizze der Messanordnung	19
Abb. 5.3: Übersicht der Messstandorte	21
Abb. 5.4: Radar- und Lärmmessungen am Strassenrand	22
Abb. 5.5: Messaufbau Parallelmessung (7.5 m / 5.0 m Abstand zur Strassenachse)	22
Abb. 5.6: Mittelungspegel der Parallelmessung	23
Abb. 6.1: Messung M1 – Stöckackerstrasse, Bern	25
Abb. 6.2: Messung M2 – Reichenbachstrasse, Bern	26
Abb. 6.3: Messung M3 – Egghölzlistrasse, Bern	27
Abb. 6.4: Messung M4 – Freiestrasse, Thun	28
Abb. 6.5: Messung M5 – Blickensdorferstrasse, Steinhausen	29
Abb. 6.6: Messung M6 – Tellstrasse, Bern	30
Abb. 6.7: Messung M7 – Altwiesenstrasse, Zürich	31
Abb. 6.8: Messung M8 – Dennlerstrasse, Zürich	32
Abb. 6.9: Messung M9 – Morgenstrasse, Bern	33
Abb. 6.10: Messung M10 – Reichenbachstrasse, Bern	34
Abb. 6.11: Auszug aus dem Pegel-Zeit-Verlauf von Messung M10 – Reichbachstrasse	35
Abb. 6.12: Messung M11 – Seminarstrasse, Bern	36
Abb. 6.13: Auszug aus dem Pegel-Zeit-Verlauf von Messung M11 – Seminarstrasse	37
Abb. 6.14: Messung M12 – Blickensdorferstrasse, Steinhausen	38
Abb. 6.15: Auszug aus dem Pegel-Zeit-Verlauf von Messung M12 – Blickensdorferstrasse	39
Abb. 6.16: Messung M13 – Lüssiweg, Zug	40
Abb. 6.17: Auszug aus dem Pegel-Zeit-Verlauf von Messung M13 – Lüssiweg	41
Abb. 6.18: Messung M14 – Route du Centre, Corminboeuf	42
Abb. 6.20: Messung M15 – Route du Centre, Corminboeuf	44
Abb. 6.22: Frequenzanalyse Vertikalversatz (Pflästerung), Messung M11	46
Abb. 6.23: Zusammenstellung der Messresultate	48
Abb. 7.1: Mittelungspegel und Durchschnittsgeschwindigkeiten der Massnahme „Horizontalversatz ...“	50
Abb. 7.2: Mittelungspegel und Durchschnittsgeschwindigkeiten der Massnahme „Vertikalversatz“	51
Abb. 7.3: Mittelungspegel und Durchschnittsgeschwindigkeiten der Massnahme in Tempo-50-Zone	53
Abb. 7.4: Mittelungspegel aller Messobjekte	56
Abb. 7.5: Durchschnittsgeschwindigkeit aller Messobjekte	58

## Abkürzungen

ASTRA	Bundesamt für Strassen
dBA	Dezibel (A-bewerteter Schallpegel)
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr im Jahresmittel
Fz	Fahrzeug
GS	Gemeindestrasse
Hz	Hertz (Frequenz)
KS	Kantonsstrasse
LW	Lastwagen
Mik	Mikrofon
MIV	Motorisierter Individualverkehr
PW	Personenwagen
StL-86+	Strassenlärm-Berechnungsmodell
TBA	Tiefbauamt
VBM	Verkehrsberuhigungsmassnahme

## Zusammenfassung

Massnahmen zur Verkehrsberuhigung werden speziell in Wohnquartieren angeordnet. Das primäre Ziel ist allgemein die Herabsetzung der Verkehrsgeschwindigkeit und Verstetigung des Verkehrsflusses und damit die Erhöhung der Sicherheit der Strassenteilnehmer. Dabei steht der Lärmschutz zunächst an zweiter Stelle. In der Regel treten erst nachdem die Verkehrsberuhigungsmassnahmen realisiert sind Beschwerden der betroffenen Anwohner hinsichtlich höherer Lärmimmissionen durch die neuen Elemente auf.

Bisher wurden die akustischen Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen in der Regel ortsspezifisch oder punktuell ermittelt, ein Gesamtkontext mit einer systematischen Beurteilung oder Gegenüberstellung von verschiedenen Massnahmen ist nicht vorhanden.

Die vorliegende Forschungsarbeit untersucht die akustischen Eigenschaften der massgeblichen Verkehrsberuhigungselemente Horizontalversatz, seitliche Einengung und Vertikalversatz in Tempo-30-Zonen. Für die Untersuchung wurden Pegel-Zeit-Verläufe und Fahrgeschwindigkeiten von Einzeldurchfahrten im Bereich von Verkehrsberuhigungsmassnahmen an insgesamt 15 Standorten durchgeführt. Aus den Auswertungen resultiert neben den konkreten Zahlenwerten für Schallpegel, Geschwindigkeit und Störpotenzial der einzelnen Systeme eine Projektierungshilfe für den planenden Ingenieur mit Anhaltspunkten für die Realisierung von Massnahmen zur Verkehrsberuhigung.

Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Über alle Messobjekte in Tempo-30-Zonen betrachtet, ist der Mittelungspegel im Bereich der Verkehrsberuhigungsmassnahme erstaunlich gleichmässig. Die tiefsten Schallpegel wurden bei Messobjekten mit Horizontalversatz und seitlicher Einengung gemessen, gefolgt von Vertikalversätzen mit asphaltierten Rampen.
- Die Überfahrt von gepflästerten Rampen bei Vertikalversätzen beinhaltet ein erhebliches Störpotenzial. Die aufgezeichneten Pegel-Zeit-Verläufe belegen, dass teilweise jede Fahrzeugachse als sichtbarer Peak im Pegelschrieb erscheint, d.h. pro Fahrzeug wird neben dem eigentlichen Vorbeifahrtsgeräusch noch zusätzlich ein Schlaggeräusch erzeugt.
- Die tiefsten Durchschnittsgeschwindigkeiten konnten an Messobjekten mit Vertikalversätzen nachgewiesen werden. Je nach Art und Ausführung des Vertikalversatzes (Neigung, Grösse und Art der Rampe) kann die Geschwindigkeitsreduktion sehr gross sein.

Eine Einengung des Verkehrsraums durch Horizontal- oder Vertikalversätze wirkt sich in der Regel ungünstig auf die Lärmimmission aus; hingegen kann eine Verkehrsverstetigung sowohl Verbesserungspotenzial für die Lärmsituation als auch für die Sicherheit der Strassenbenutzer bewirken. Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass eine deutliche Geschwindigkeitsreduktion in Verbindung mit tieferen Schallpegeln mit den untersuchten Verkehrsberuhigungsmassnahmen praktisch nicht möglich ist.

## Summary

Traffic calming measures are mainly required in residential areas. The most important reason of traffic calming is to reduce traffic volumes and speeds in order to improve the safety of streets. Noise protection is seldom the main issue when establishing traffic calming measures. In local areas there are usually complaints from the residents first after the implementation of traffic calming measures owing to the higher noise pollution by the new elements.

Until now, the acoustic impacts of traffic calming measures were measured site-directed or selectively. There is no general methodology for systematic evaluating or comparing different measures.

The present research studies the acoustic attributes of the most important traffic calming elements, such as horizontal deflections, lateral road narrowing and vertical deflections in low speed areas (30 kph zones). For this investigation were at 15 locations of traffic calming level versus time measurements carried out and the speeds of individual passages were measured. Analysis of the results indicate that in addition to the explicit numerical values for sound pressure level, speed and interference potential of individual systems the results were summarised in a planning assistance for engineers with clues for the future implementation of traffic calming measures.

The most important findings can be summarised as follows:

- At all measured objects in low speed areas (30 kph) is the equivalent A-weighted sound pressure level  $L_{eq}$  in the field of traffic calming amazingly regular. The lowest sound pressure level was measured on horizontal deflections and road narrowing, following by vertical deflections with asphalt ramps.
- Asphalt ramps at vertical deflections are traffic calming measures which create a big interference potential. The recorded level versus time measurements have been shown that partly each vehicle axis appeared as an individual "noise peak" on the instrument. So each car produces next to the proper pass-by noise an impact noise was created.
- Vertical deflections have the greatest impact in reducing vehicle speed than any other measure. The effect of this measure mainly depends on the type and design (slope, size and type of ramp) and they results in a large speed reduction.

Constraining the transportation areas through horizontal- or vertical deflections has generally a negative effect on noise. However, the reducing of traffic volume signifies an improvement potential for the noise situation and the safety of street users. The present study shows, that a significant reduction of speed in combination with a lower sound pressure level is practically not possible.



## Résumé

Des mesures de modération du trafic sont implantées en particulier dans les quartiers résidentiels. L'objectif primaire est généralement de réduire la vitesse et de fluidifier le trafic et ainsi d'augmenter la sécurité pour les usagers de la route. La protection contre le bruit est dans un premier temps secondaire. En règle générale, les plaintes des riverains concernant des immissions de bruit plus élevées liées aux nouveaux aménagements ne sont émises qu'une fois les mesures de modération du trafic réalisées.

Jusqu'à présent, l'impact acoustique des mesures de modération du trafic ont été déterminées de manière ponctuelle et selon les conditions locales mais jamais dans un contexte général avec une évaluation systématique ou une comparaison de différentes mesures.

La présente étude analyse les propriétés acoustiques des aménagements principales de modération du trafic, à savoir le décrochement horizontal, le rétrécissement latéral et le décrochement vertical dans les zones 30. L'évolution temporelle du niveau de pression acoustique ainsi que la vitesse ont été mesurées à chaque passage d'un véhicule pour l'enquête dans des zones d'aménagements de modération du trafic à 15 emplacements. L'étude apporte, outre des valeurs numériques concrètes concernant le niveau de pression acoustique, la vitesse et le potentiel de gêne des différents dispositifs, une aide à l'élaboration de projet destinée à l'ingénieur chargé de la planification, proposant des points de repères pour la réalisation de mesures de modération du trafic.

Les résultats les plus importants peuvent se résumer ainsi:

- Sur l'ensemble des mesures effectuées dans les zones 30, le niveau sonore moyen au passage des dispositifs de modération est étonnamment régulier. Les niveaux de pression acoustique les plus bas ont été mesurés aux dispositifs avec décrochements horizontaux et rétrécissements latéraux, ainsi qu'aux dispositifs avec décrochements verticaux et rampes goudronnées.
- Le passage de rampes pavées chez les décrochements verticaux présente un potentiel de gêne important. L'enregistrement de l'évolution du niveau de pression acoustique révèle que, pour une partie des véhicules, chaque essieu dessine un pic distinct dans le diagramme de bruit, ce qui veut dire qu'en plus du bruit de passage intrinsèque, chaque passage produit en outre un bruit de choc.
- Les vitesses moyennes les plus basses ont été relevées aux dispositifs avec décrochements verticaux. Selon la forme et le type du décrochement vertical (inclinaison, taille et type de la rampe), la réduction de vitesse peut être très importante.

Un rétrécissement de la voie de circulation par des décrochements horizontaux ou verticaux a en principe un impact défavorable sur les immissions de bruit; en revanche, une meilleure fluidité du trafic peut contribuer à améliorer la situation tant en matière d'impact sonore que de sécurité des usagers de la route. La présente étude montre que vouloir réduire sensiblement à la fois la vitesse de passage des véhicules et son bruit avec des mesures de modération du trafic est pratiquement impossible.

## **1 Ausgangslage**

### **1.1 Einleitung**

Verkehrsberuhigungsmassnahmen gelangen primär in Siedlungsbereichen zur Anwendung, mit dem Ziel, den Automobilisten zur Temporeduktion und vorsichtigen Fahrweise zu zwingen. Im Vordergrund solcher Verkehrsberuhigungsmassnahmen stand ursprünglich primär die Verkehrssicherheit in Wohnquartieren. Wir begegnen denn auch den Verkehrsberuhigungsmassnahmen mehrheitlich in Verbindung mit Tempo-30-Zonen. Verschiedene Systeme wurden im Laufe der Zeit entwickelt und gelangen zum Teil in unterschiedlicher Ausführung an verschiedenen Orten zur Anwendung. Von der Anwohnerseite wurden diese Massnahmen hinsichtlich ihrer lärmtechnischen Auswirkungen unterschiedlich aufgenommen.

Bisher wurden die akustischen Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen in der Regel ortsspezifisch oder punktuell ermittelt, ein Gesamtkontext mit einer systematischen Beurteilung oder Gegenüberstellung ist nicht vorhanden.

Die vorliegende Arbeit soll diese Lücke schliessen und neben der Evaluation der massgeblichen Verkehrsberuhigungsmassnahmen oder -systeme auch ihre akustischen Eigenschaften darlegen.

Dem planenden Ingenieur sollen hinsichtlich akustischer Wirkungen Anhaltspunkte mitgeteilt werden, welche ihn bei der Evaluation des geeigneten Systems unterstützen.

### **1.2 Zielsetzungen und Untersuchungsschwerpunkte**

Die übergeordnete Zielsetzung der Ermittlung der Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen wurde in folgende Teilziele und Untersuchungsschwerpunkte unterteilt:

#### **A. Systemanalyse**

Ermittlung der massgebenden Verkehrsberuhigungsmassnahmen/-systeme und Typisierung derselben

#### **B. Lärmtechnische Aufnahme**

Erfassung der lärmtechnischen Auswirkungen und Relevanz der verschiedenen Systeme

#### **C. Charakterisierung**

Charakterisierung der Systeme, z.B. hinsichtlich ihrer akustischen Eigenschaften und Störwirkung etc.

#### **D. Projektierungshilfe**

Formulierung von Anhaltspunkten für die Projektierung von Verkehrsberuhigungsmassnahmen

## 2 Methodik

Wie die Praxis zeigt, sind zahlreiche Formen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen anzutreffen, seien dies Verengungen in irgendwelcher Form oder horizontale Fahrbahnversätze bis hin zu Markierungen, welche solche Massnahmen vortäuschen. Ziel der vorliegenden Studie ist nicht die Erfassung möglichst exotischer Massnahmen, sondern die Aufnahme der wesentlichen und häufigsten Anwendungssysteme und deren Auswirkungen.

Zu diesem Zweck sind realisierte Verkehrsberuhigungsmassnahmen zu erfragen, um eine gewisse Systematik in die Massnahmenmöglichkeiten einzubringen.

Zur Erreichung der festgelegten Teilziele wurde methodisch wie folgt vorgegangen:

### A. Systemanalyse

- Literaturstudien, Normenkonsultation und Expertengespräche
- Definition des Anforderungsprofils an die zu untersuchenden verkehrsberuhigten Strassenabschnitte sowohl aus verkehrs- und systembedingter Sicht als auch infolge der akustischen Anforderungen
- Umfrage bei kantonalen und städtischen Fachstellen betreffend charakteristischen Referenzobjekten von Verkehrsberuhigungsmassnahmen, welche dem festgelegten Anforderungsprofil entsprechen
- Auswahl und Definition der Messobjekte basierend auf den Umfrageergebnissen

### B. Lärmtechnische Aufnahme

- Messtechnische Aufnahme der Verkehrsberuhigungsmassnahmen. Ermittlung der Pegelverläufe (Differenzen, Spektren) und Fahrgeschwindigkeiten von Einzeldurchfahrten zwischen Massnahmen- und Zwischenbereich (siehe Kapitel 5 „Messkonzept“).
- Auswertung der Ergebnisse hinsichtlich Fahrgeschwindigkeiten, Pegelverläufe, resultierende Lärmbelastungen und Störwirkung (siehe Kapitel 6 „Messresultate“)
- Klassifizierung, Einordnung der Untersuchungsergebnisse nach Verkehrsberuhigungssystemen

### C. Charakterisierung

- Prüfung der verkehrlichen und akustischen Auswirkungen der einzelnen Massnahmen innerhalb desselben Massnahmensystems. Gegenüberstellung der unterschiedlichen Systeme (s. Kap. 7)
- Ermittlung der unterschiedlichen Einflussgrössen auf die Lärmentwicklung und Charakterisierung der Systeme
- Diskussion der Systeme und ihrer Eignungskriterien in Abhängigkeit von Verkehrsmenge und Lärmausbreitung

### D. Projektierungshilfe

- Hinweise zur Systemwahl in Bezug auf die Lärmausbreitung
- Beschreibung kritischer Punkte, Hinweise zum Optimierungspotenzial bei definierter Systemwahl
- Zusammenstellung wesentlicher Punkte aus akustischer Sicht (siehe Kapitel 8.2)

## 3 Verkehrsberuhigungsmassnahmen

### 3.1 Ziel und Zweck von Verkehrsberuhigungsmassnahmen (aus Sicht Verkehrsingenieur)

Verkehrsberuhigende Massnahmen kommen in der Regel auf siedlungsorientierten Strassen, also Sammelstrassen und Erschliessungsstrassen zum Einsatz. Sie können baulicher oder betrieblicher Natur sein. In Verkehrsberuhigungsprojekten kommt häufig ein Mix von baulichen und betrieblichen Massnahmen zur Anwendung (z.B. Tempo 30 mit seitlichen Einengungen).

Die Norm SN 640 213 „Entwurf des Strassenraums, Verkehrsberuhigungselemente“ nennt die folgenden Zwecke von Verkehrsberuhigungselementen:

- Reduktion der Geschwindigkeit des motorisierten Verkehrs
- Beschränkung des Durchgangsverkehrs in den Wohnquartieren, ohne gleichzeitige Einschränkung der Zugänglichkeit der Grundstücke für die Anwohner oder für die Fahrzeuge der öffentlichen Dienste.
- Verbesserung der Sicherheit der schwächsten Verkehrsteilnehmer
- Reduktion der Umweltbelastung durch den Verkehr
- Anpassung der Strassenraumgestaltung an die Besonderheiten der umliegenden Bebauung und an die Bedürfnisse der Anwohner.
- Verbesserung der Wohnqualität

### 3.2 Arten von Verkehrsberuhigungsmassnahmen

Die baulichen Massnahmen zur Verkehrsberuhigung umfassen gemäss Norm SN 640 213 folgende Elemente:

- Vertikalversätze
- Horizontalversätze
- Seitliche Einengungen
- Sperren

Zu den betrieblichen Massnahmen zählen in erster Linie signaltechnische Massnahmen wie Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeiten etc. Die betrieblichen Massnahmen werden in der vorliegenden Untersuchung nicht weiter behandelt.

#### 3.2.1 Vertikalversatz

Der Vertikalversatz ist eine punktuelle Erhöhung der Fahrbahn zur örtlichen Reduktion der Geschwindigkeit des motorisierten Verkehrs (Norm SN 640 213). Die Norm unterscheidet:

- Trapezförmiger Vertikalversatz (Abbildung 3.1)  
Plattenförmige Erhöhung über die gesamte Fahrbahnbreite im Querschnitt oder im Knoten.
- Viereckförmiger Vertikalversatz, sogenanntes „Berliner Viereck“ bzw. „Kissen“ (Abbildung 3.2)  
Plattenförmige Erhöhung über einen Teil der Fahrbahnbreite im Querschnitt.
- Kreissegmentförmiger Vertikalversatz (Abbildung 3.3)  
Kreissegmentförmige Erhöhung über die gesamte Fahrbahnbreite im Querschnitt.

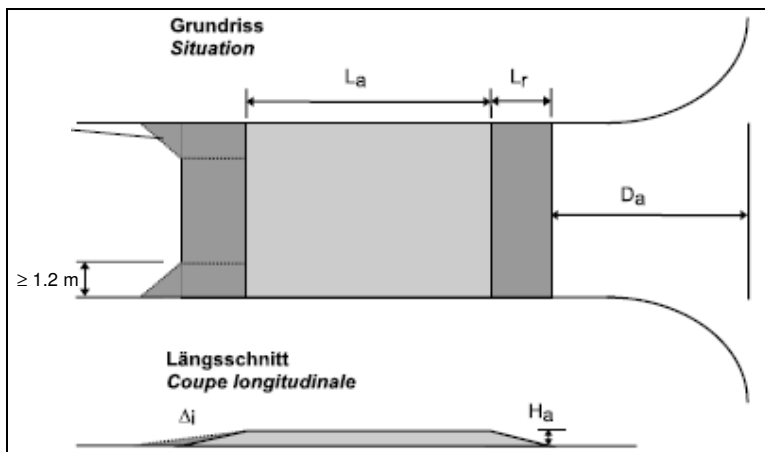


Abb. 3.1: Trapezförmiger Vertikalversatz (Quelle: SN 640 213)

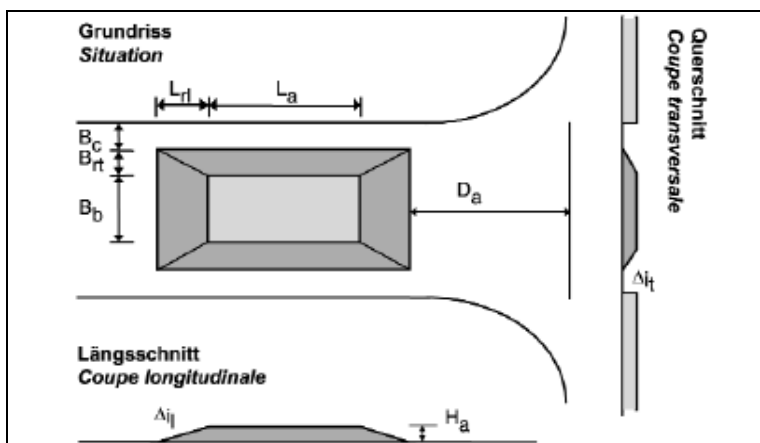


Abb. 3.2: Viereckförmiger Vertikalversatz, „Kissen“ (Quelle: SN 640 213)

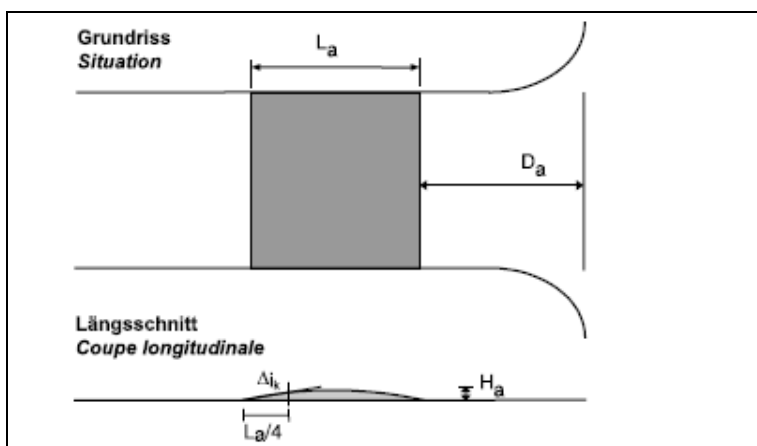


Abb. 3.3: Kreissegmentförmiger Vertikalversatz (Quelle: SN 640 213)

### Eigenschaften der Vertikalversätze

Vertikale Versätze vermindern die gefahrenen Geschwindigkeiten am wirksamsten. Sind sie in sinnvollen Abständen angeordnet, führen sie auch zu einer Homogenisierung der gefahrenen Geschwindigkeiten. Gerade für schwächere Verkehrsteilnehmer wie Kinder kann der vertikale Versatz in Kombination mit einer Strassenquerung das optimale Element sein.

Nachteilig sind die Komforteinbussen insbesondere für den öffentlichen Verkehr, je nach Ausführung auch für Fahrräder. Nur befriedigend ist die Reduktion von Umweltbelastungen hinsichtlich Lärm und Luft.

Darüber hinaus sind vertikale Versätze aufwendig im Unterhalt, insbesondere bei hohem Anteil Schwerverkehr, und behindern auch den Winterdienst.

### 3.2.2 Horizontalversatz

Der Horizontalversatz (Abb. 3.4) ist ein gewollter Unterbruch der Geradlinigkeit der Fahrbahn, welcher durch eine seitliche Verschiebung der Fahrbahnachse erzielt wird.

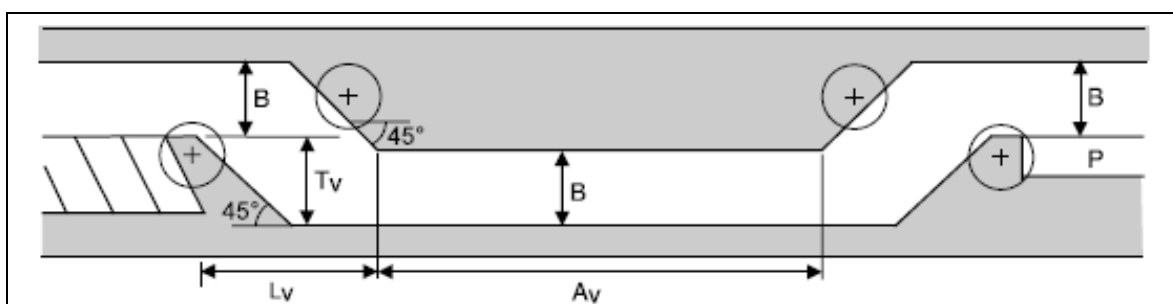


Abb. 3.4: Horizontalversatz (Quelle: SN 640 213)

Ziel eines Horizontalversatzes ist die Unterteilung des Strassenraumes in Längsrichtung in optisch abgegrenzte Teilräume. Dies führt zu einer Reduktion der gefahrenen Geschwindigkeiten und in der Regel auch zu einer Homogenisierung. Der Komfort für den ÖV und Langsamverkehr bleibt gewahrt. Für die Gestaltung des Strassenraums bestehen diverse Optionen.

Ungünstig bei dieser Massnahmen: Sie lässt sich häufig bei bestehenden Strassen aufgrund der Umgebung (Bebauung) nicht einfach oder gar nicht realisieren.

### 3.2.3 Seitliche Einengung

Eine seitliche Einengung der Fahrbahn (siehe Abbildung 3.5) wird mittels baulichen Massnahmen am Strassenrand ausgebildet und bezweckt die Breite der Fahrbahn örtlich zu reduzieren.

Seitliche Einengungen ähneln in ihrer Wirkung den horizontalen Versätzen. Die Geschwindigkeitsreduktionen und -homogenisierungen sind jedoch eingeschränkter, insbesondere bei wenig Verkehr. Die Überquerbarkeit der Fahrbahn verbessert sich bei Einengungen.

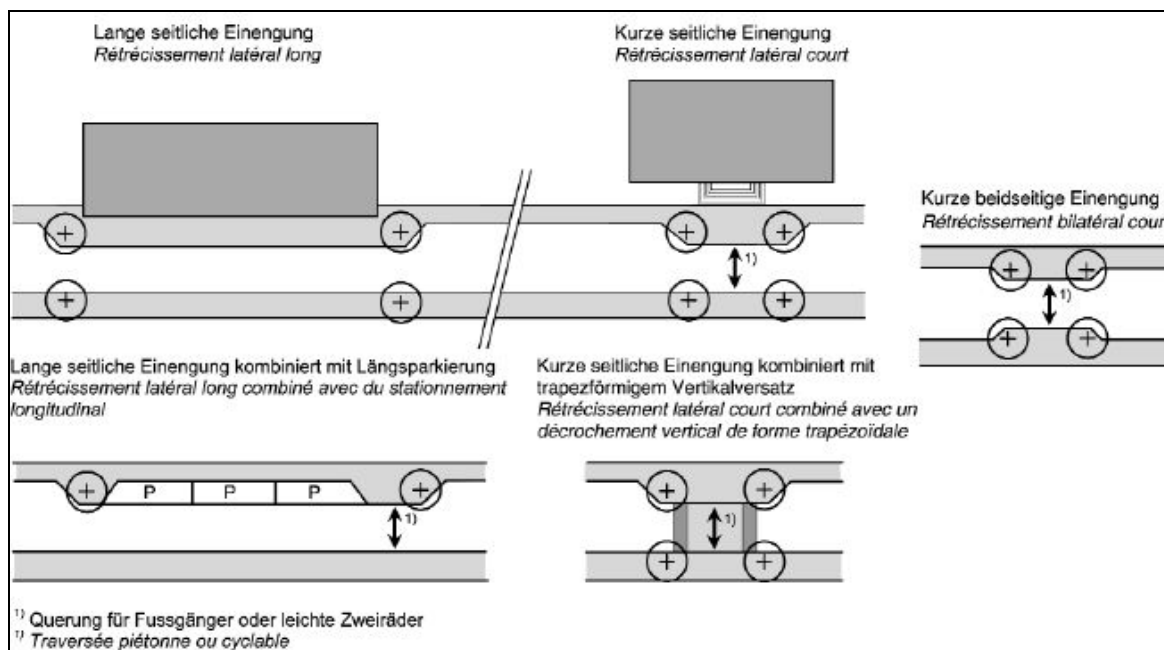


Abb. 3.5: Seitliche Einengung (Quelle: SN 640 213)

### 3.2.4 Sperre (Keine Untersuchung im vorliegenden Bericht)

Eine Sperre (Abbildung 3.6) ist eine bauliche Massnahme zur teilweisen oder vollständigen Unterbindung des motorisierten Individualverkehrs, der in einem Quartier oder auf einer Strasse als gebietsfremd gilt.

Sperrungen führen in der Regel zu Verkehrsabnahmen, damit nehmen natürlich auch die Umweltbelastungen ab. Nachteilig ist häufig eine eingeschränkte Erschliessungsqualität verbunden mit Umwegfahrten.

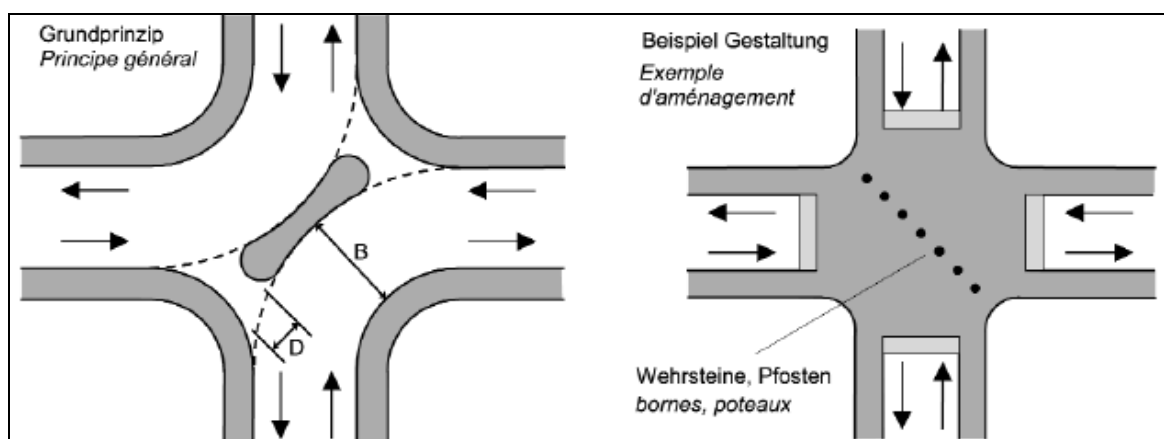


Abb. 3.6: Sperre (Quelle: SN 640 213)

In der vorliegenden Untersuchung werden Sperren nicht weiter behandelt, da bei dieser Verkehrsberuhigungsmassnahme keine Fahrzeugbewegungen mehr stattfinden und somit auch keine messbaren Lärmimmissionen entstehen.

### **3.3 Einsatz der Verkehrsberuhigungselemente**

Je nach Wahl der baulichen Elemente werden die folgenden Kriterien (Nutzungsansprüche) unterschiedlich gut erfüllt:

- Sicherheit der Verkehrsteilnehmer
- Qualität des Verkehrsablaufes
- Qualität der Erschliessung
- Umfeldverträglichkeit
- Gestaltung des Strassenraums

Abbildung 3.7 zeigt in einer Übersicht, welche Ansprüche mit welchen Elemente besser oder weniger gut abgedeckt werden (gemäss Norm SN 640 213 „Entwurf des Strassenraums, Verkehrsberuhigungselemente“).

Die pauschale Betrachtung der Umweltverträglichkeit für die einzelnen Verkehrsberuhigungselemente ist im Einzelfall ungenügend. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist u.a. die Lärmsituation für die verschiedenen Massnahmen differenzierter zu analysieren.



Nutzungsansprüche an den Strassenraum		Verkehrsberuhigungselemente						
		Vertikalversatz			Horizontalversatz	Seitliche Einengung	Sperrung	
		trapezförmig	viereckförmig	kreis-segmentförmig			quer	diagonal
<b>Sicherheit der Verkehrsteilnehmer</b>								
Motorisierter Verkehr	Reduktion der gefahrenen Geschwindigkeiten	++	++	++	++	o	o	o
Leichte Zweiräder	Verbesserung der Verkehrsbedingungen	o	++	o	o	o	o	++
Fussgänger	Verbesserung der Überquerbarkeit der Fahrbahn	++	o	o	o	++	++	o
<b>Qualität des Verkehrsablaufes</b>								
Motorisierter Individualverkehr	Homogenisierung der gefahrenen Geschwindigkeiten	++	++	++	++	o	o	o
	Reduktion der Menge des motorisierten Verkehrs	o	o	o	o	--	++	++
Öffentlicher Verkehr	Aufrechterhaltung der Reisegeschwindigkeit	--	o	o	++	++		
	Aufrechterhaltung des Komforts für Passagiere	--	++	o	++	++		
Leichte Zweiräder	Aufrechterhaltung/Verbesserung des Fahrkomfortes	o	++	o	++	++	o	++
Fussgänger	Erhöhung der Querungsmöglichkeiten	++	o	o	++	++	o	o
	Verbesserung der Qualität von Fahrbahnquerungen	++	o	o	++	++	o	o
<b>Qualität der Erschliessung</b>								
	Aufrechterhaltung Zugänglichkeit der Grundstücke	++	++	++	++	++	o	o
	Aufrechterhaltung/Verbesserung Parkierungsbedingungen	++	++	++	++	++	o	o
	Aufrechterhaltung/Verbesserung der Liefer-, Auf- u. Abladebedingungen	++	++	++	++	++	o	o
<b>Umfeldverträglichkeit</b>								
	Reduktion der Umweltbelastung (Lärm, Luftverunreinigung)	o	o	o	++	o	++	++
	Reduktion der funktionalen Trennwirkung	++	o	o	o	++	++	o
	Verbesserung der Aufenthaltsbedingungen	++	o	o	++	++	++	++
<b>Gestaltung des Strassenraumes</b>								
	Wahrnehmbarkeit der Elemente und Kontinuität der optischen Führung	++	++	++	++	++	++	++
	Einbindung der Seitenräume	++	o	o	++	++	++	o
	Vielzahl der Strassenraumfunktionen	++	o	o	++	++	++	o

++ Gut

o Befriedigend

-- Ungenügend oder unvereinbar

Abb. 3.7: Zweckmässigkeit der Verkehrsberuhigungselemente (Quelle: SN 640 213)

## 4 Umfrageaktion

### 4.1 Zielsetzung und Vorgehensweise

Für die lärmtechnische Beurteilung von Verkehrsberuhigungsmassnahmen werden konkrete, in der Schweiz bereits realisierte Beispiele gesucht, welche anschliessend messtechnisch untersucht werden können. Daher wurden in einem ersten Schritt 25 Lärmfachstellen der Deutschschweiz nach entsprechenden Beispielen angefragt und in einem zweiten Schritt wurden die ausgewählten Beispiele auf ihre messtechnische Tauglichkeit überprüft.

### 4.2 Fragebogen

In Abstimmung mit der Begleitkommission wurde ein Fragebogen entwickelt, der die 3 wesentlichen Elemente von Verkehrsberuhigungsmassnahmen Vertikalversatz, Horizontalversatz sowie seitliche Einengung enthält. Um allfällige weitere Möglichkeiten auflisten zu können gab es noch die Kategorie „Sonstige“ (siehe Beilage 16).

Der Fragebogen wurde an die kantonalen Lärmfachstellen der Deutschschweiz und die Städte Bern, Luzern, Winterthur und Zürich versandt. Insgesamt wurden 25 Fachstellen angeschrieben.

### 4.3 Rücklauf

Von den 25 angeschriebenen Fachstellen gingen 10 bzw. 13 Antworten ein (1 Anfrage im Kanton Bern generierte 4 Antworten infolge der TBA-Kreise), mit folgenden Projektvorschlägen (siehe Beilage 17):

- Vertikalversatz: 4 Projektvorschläge
- Horizontalversatz: 2 Projektvorschläge
- Seitliche Einengung: 8 Projektvorschläge
- Sonstiges: 6 Projektvorschläge

### 4.4 Auswahl der Projektvorschläge

Zur Prüfung der messtechnischen Tauglichkeit der Projektvorschläge wurden folgende Kriterien herangezogen:

- Verkehrszahlen  
Auf dem entsprechenden Strassenabschnitt sollte ein DTV > 2'000 Fahrzeuge herrschen, damit bei der Messung eine genügend grosse Anzahl von Fahrzeugen erfasst werden kann.
- Verkehrsberuhigungselemente  
Im betreffenden Strassenabschnitt müssen mindestens 2 aufeinanderfolgende Elemente gleichen Typs vorhanden sein.
- Inaugenscheinnahme der Situation  
Prüfung der Situation vor Ort, um Lärmmessungen durchführen zu können (Platzverhältnisse zur Installation der Messgeräte, Vorhandensein von Störgeräuschen z.B. von Baustellen oder weiteren Strassen).

Von den 20 Projektvorschlägen der Lärmfachstellen konnten nach der Prüfung auf Messtauglichkeit schliesslich 10 Vorschläge ins Messprogramm aufgenommen werden. Aufgrund von eigenen Untersuchungen konnten 4 weitere Messobjekte gefunden werden.

## 5 Messkonzept

### 5.1 Zielsetzung und Vorgehensweise

Um Verkehrsberuhigungsmassnahmen hinsichtlich Lärmwirkung zu beurteilen, ist eine parallele messtechnische Erfassung der Schallpegel bei der Durchfahrt von Verkehrsberuhigungselementen und von konventionell gestalteten Strassenbereichen erforderlich. Gleichzeitig muss die Registrierung der verkehrstechnischen Daten erfolgen.

### 5.2 Messanordnung

Bei den Messungen wurden der Verkehr und der Lärm jeweils parallel erfasst. Beide Mikrofone wurden dabei in einem Abstand von 7.5 m bzw. 5.0 m (bei engen Platzverhältnissen) zur Strassenachse und auf einer Höhe von 1.20 m über Terrain installiert. Mikrofon 1 war per Definition der Massnahme zugeordnet, Mikrofon 2 der „freien Strecke“, d.h. ohne Verkehrsberuhigungsmassnahme (siehe Prinzipskizze).

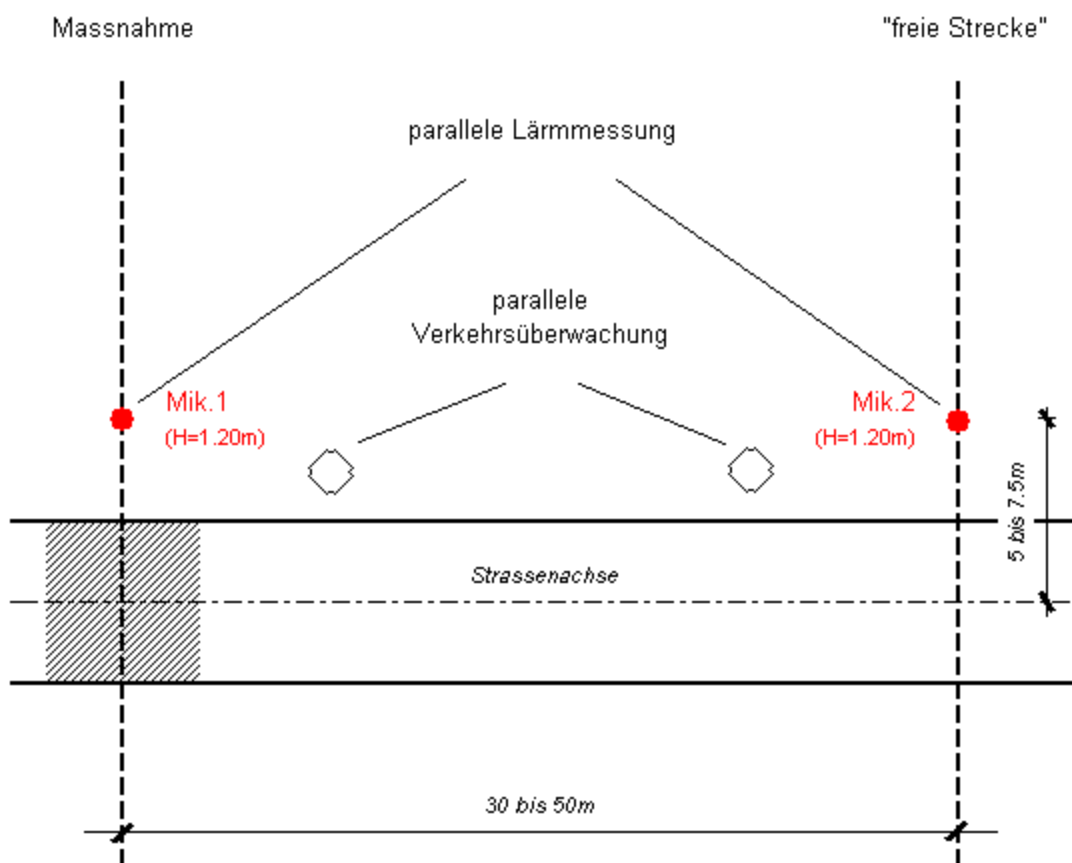


Abb. 5.1: Prinzipskizze der Messanordnung

In Abbildung 5.2 ist die Messanordnung am Beispiel Blickensdorferstrasse in Steinhausen (Messung M5) dargestellt.

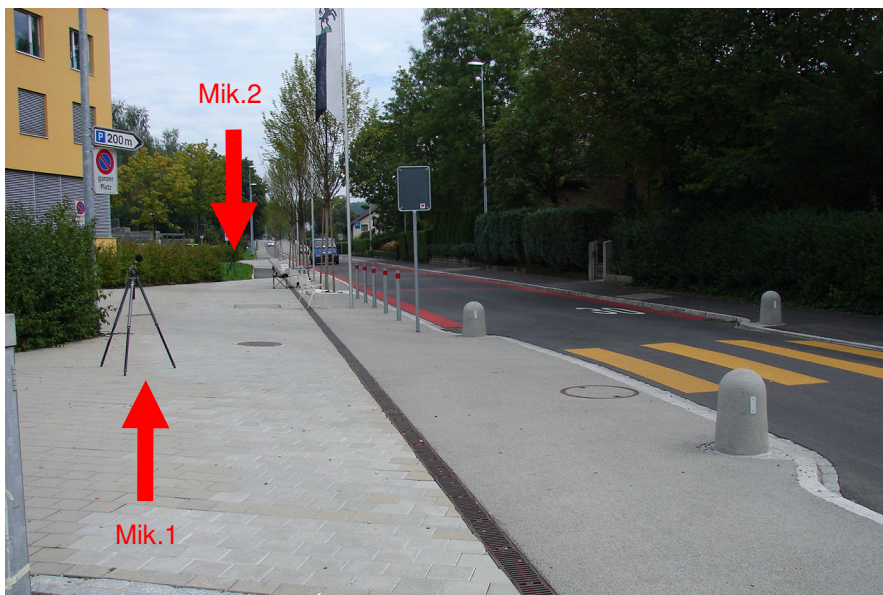


Abb. 5.2: Messaufbau am Beispiel Blickensdorferstrasse, Steinhausen (Messung M5)

### 5.3 Messvorgang

Während den Messungen wurden der Mittelungspegel sämtlicher Fahrzeuge sowie die Verkehrsmengen an beiden Positionen parallel aufgezeichnet.

- Akustik: - Mittelungspegel  $L_{eq}$  (A-bewertet); Zeitkonstante FAST  
- Frequenzanalyse 6.3 – 5'000 Hz
- Verkehr: - Anzahl Fahrzeuge  
- Geschwindigkeit der Fahrzeuge

Störgeräusche wurden während den Messungen elektronisch markiert. Für die Auswertung wurden nur solche Zeitabschnitte verwendet, die keine Störgeräusche aufwiesen.

### 5.4 Messgeräte

Für die Messungen wurde folgendes Messequipment verwendet:

- 2-kanaliger Schallpegelmesser Norsonic 121
- 2 Vorverstärker Norsonic 1201 und 2 Mikrofonskapseln Norsonic 1220
- 2 Verkehrsstatistikgeräte Sierzega SR3

Sämtliche bei den Messungen verwendete Geräte und Zubehör sind amtlich geprüft. Das Messgerät wurde vor und nach den Messungen akustisch kalibriert.

### 5.5 Messperiode

Die Messungen an den verschiedenen Standorten fanden im Zeitraum zwischen August und November 2006 statt.

## 5.6 Messstandorte

Für die lärmtechnische Untersuchung der Verkehrsberuhigungsmassnahmen wurden an insgesamt 15 Standorten Messungen durchgeführt. 2 der 15 Standorte befinden sich im Bereich einer Tempo-50-Zone (Route du Centre, Corminboeuf).

Messung	Kanton	Adresse	Massnahme	Datenblatt
M1	Bern	Bern, Stöckackerstrasse	KEINE; Referenzobjekt	Beilage 1
M2	Bern	Bern, Reichenbachstrasse	Horizontalversatz, versetzte Parkplätze mit Barrieren	Beilage 2
M3	Bern	Bern, Egghölzlistrasse	Horizontalversatz mit Parkplätzen	Beilage 3
M4	Bern	Thun, Freiestrasse	Seitliche Einengung, nur 1 Seite	Beilage 4
M5	Zug	Steinhausen, Blickensdorferstrasse	Seitliche Einengung, beidseitig mit Poller	Beilage 5
M6	Bern	Bern, Tellstrasse	Seitliche Einengung, beidseitig mit Poller und Parkplätze	Beilage 6
M7	Zürich	Zürich, Altwiesenstrasse	Vertikalversatz, asphaltierte Rampen („Kissen“)	Beilage 7
M8	Zürich	Zürich, Dennlerstrasse	Vertikalversatz, asphaltierte Rampen („Kissen“)	Beilage 8
M9	Bern	Bern, Morgenstrasse	Vertikalversatz, asphaltierte Rampen	Beilage 9
M10	Bern	Bern, Reichenbachstrasse	Vertikalversatz, gepflästerte Rampen, seitliche Einengung (einseitig)	Beilage 10
M11	Bern	Bern, Seminarstrasse	Vertikalversatz, gepflästerte Rampen	Beilage 11
M12	Zug	Steinhausen, Blickensdorferstrasse	Vertikalversatz, 1 gepflästerte Rampe	Beilage 12
M13	Zug	Zug, Lüssiweg	Vertikalversatz, 1 gepflästerte Rampe	Beilage 13
M14	Fribourg	Corminboeuf, Route du Centre	Vertikal- und Horizontalversatz, gepflästerte Rampen, Längsrinne in Fahrbahnmitte (Entwässerung) → Tempo-50-Zone	Beilage 14
M15	Fribourg	Corminboeuf, Route du Centre	Vertikal- und Horizontalversatz (Strasse mündet in Platzbereich), gepflästerte Rampen, Längsrinne in Fahrbahnmitte (Entwässerung) → Tempo-50-Zone	Beilage 15

Abb. 5.3: Übersicht der Messstandorte

## 5.7 Geschwindigkeitserfassung

Die Messgeräte für die Radar- und Lärmpegelmessungen mussten vielerorts am Strassenrand der Messobjekte platziert werden, damit eine Messung überhaupt möglich war (Sichtkontakt zu den Fahrzeugen). Dies hatte teilweise zur Folge, dass die PW-Lenker die Geräte für eine polizeiliche Geschwindigkeitskontrolle hielten, ihre Geschwindigkeit entsprechend anpassten und somit die Geschwindigkeitserfassung beeinflussten. Tendenziell sind die bei der Untersuchung erfassten Geschwindigkeiten zu tief.



Abb. 5.4: Radar- und Lärmmessungen am Strassenrand

## 5.8 Referenzobjekt Stöckackerstrasse

Um die Messwerte mit unterschiedlichen Abständen zur Strassenachse (5.0 m bzw. 7.5 m) umzurechnen, wurde beim Referenzobjekt Stöckackerstrasse eine Parallelmessung durchgeführt. In der Abbildung 5.5 ist der Messaufbau dargestellt.



Abb. 5.5: Messaufbau Parallelmessung (7.5 m / 5.0 m Abstand zur Strassenachse)

Die im Diagramm der Abbildung 5.6 eingezeichneten Trendlinien verlaufen praktisch parallel zueinander, d.h. über den gesamten Geschwindigkeitsbereich (18 bis 51 km/h) beträgt der Abstand der beiden Linien 2.4 dB. Die Abweichung vom theoretischen Wert<sup>1</sup> von 0.6 dB liegt einerseits an der ungleichmässigen Verteilung der untersuchten Fahrzeuge auf der „nahen“ bzw. „fernen“ Spur. Andererseits sind gewisse Reflexionseinflüsse durch die parkierten Fahrzeuge (siehe Situation in Beilage 1) vorhanden.

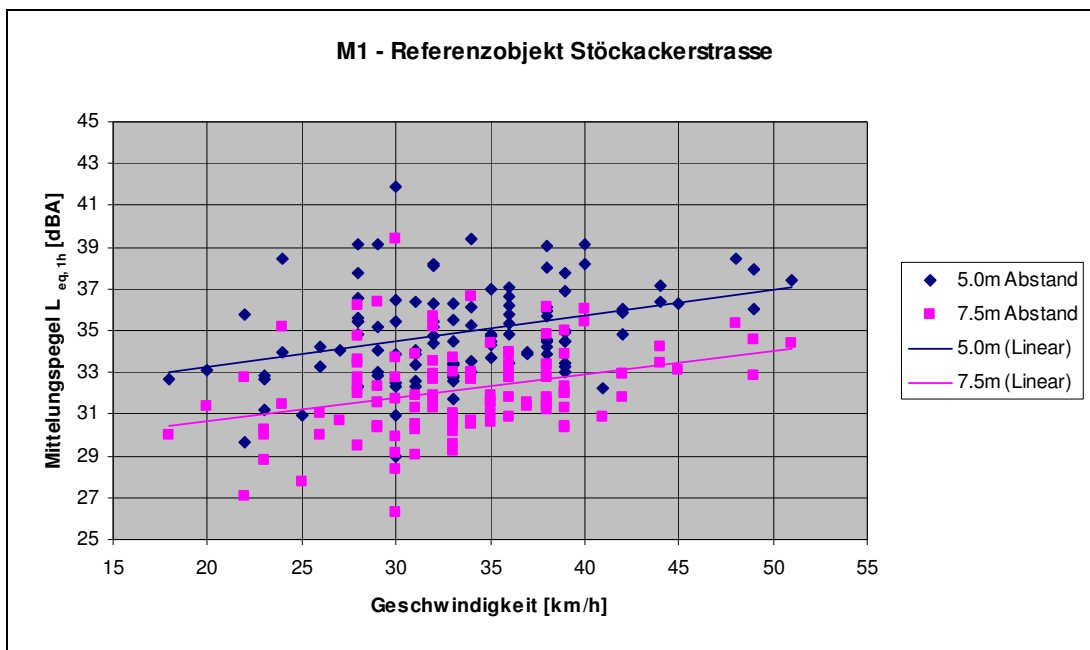


Abb. 5.6: Mittelungspegel der Parallelmessung

<sup>1</sup> Das Abstandmass zwischen 7.5 m und 5.0 m ergibt einen theoretischen Wert von  $10 \cdot \lg(7.5 / 5.0) = 1.8$  dB.

## 6 Messresultate

### 6.1 Zielsetzung

Um die verschiedenen Verkehrsberuhigungselemente hinsichtlich ihrer Lärmwirkung bewerten zu können, müssen bei der Auswertung zunächst Bedingungen geschaffen werden, die eine Vergleichbarkeit der einzelnen Messobjekte resp. Massnahmensysteme überhaupt erst ermöglichen. Die an insgesamt 15 Standorten durchgeführten Messungen werden anschliessend hinsichtlich resultierender Lärmbelastung, Fahrgeschwindigkeiten, Pegelverläufe und Störwirkung ausgewertet.

### 6.2 Vorgehensweise bei der Auswertung der Messungen

Aufgrund des elektronischen Pegelschriebs wurden in einem ersten Schritt nur solche Vorbeifahrten ausgewählt, die keine Störgeräusche aufwiesen und keine „aussergewöhnlich“ lauten Fahrzeuge darstellten wie z.B. Traktoren, Lastwagen, Töffs mit Kavalerstart. In einem zweiten Schritt wurde für jede einzelne Vorbeifahrt der Mittelungspegel und die Messdauer bestimmt.

An einigen Messstandorten konnten die Lärmmessungen aufgrund der engen Platzverhältnisse nur in 5.0 m Abstand zur Strassenachse durchgeführt werden. Mit Hilfe der Referenzmessung (M1, Stöckackerstrasse), bei welcher parallel in einem Abstand zur Strassenachse von 7.5 m und 5.0 m gemessen wurde, fand eine Umrechnung aller Messungen auf einen Strassenabstand von 7.5 m statt.

Mit der folgenden Beziehung wurden die Mittelungspegel aller Vorbeifahrten „normalisiert“:

$$L_{eq, 1h} = L_{eq} + 10 \cdot \lg (T / 3600s) + \Delta L_{7.5-5.0} \quad [dBA] \quad (Gl. 6.1)$$

mit  $L_{eq, 1h}$  Mittelungspegel der Vorbeifahrt bezogen auf 1 Stunde [dBA]

$L_{eq}$  Mittelungspegel der Vorbeifahrt [dBA]

T Messdauer einer Vorbeifahrt [s]

$\Delta L_{7.5-5.0}$  Umrechnungsfaktor: -2.4 dB (Referenzmessung Stöckackerstrasse, siehe Kap. 5.8)

Mittels der zeitsynchronen Radarmessung war die Zuordnung der Geschwindigkeit für jede einzelne Vorbeifahrt möglich, anhand der die normalisierten Mittelungspegel in Geschwindigkeitsklassen (Klassenbreite: 3 km/h) unterteilt wurden.



### 6.3 Die Messobjekte

Die untersuchten Messobjekte werden auf den folgenden Seiten kurz vorgestellt. Es wird dabei die vor-  
gefundene Messsituation beschrieben, auf spezielle Umstände bei der Messung hingewiesen und die  
Messergebnisse erläutert. Die detaillierten Messergebnisse finden sich in den Beilagen 1 bis 15 und eine  
Übersicht mit den wichtigsten Ergebnissen der Auswertung ist im Kapitel 6.5 dargestellt.

#### 6.3.1 Messung M1 – Stöckackerstrasse, Referenzobjekt

Bei der Stöckackerstrasse in Bern (Messung M1) handelt es sich um eine Quartierstrasse in einer Tem-  
po-30-Zone ohne Verkehrsberuhigungselement (siehe Abbildung 6.1 und Situation in Beilage 1). Die  
Messungen am Referenzobjekt dienen zur Umrechnung der unterschiedlichen Messabstände.

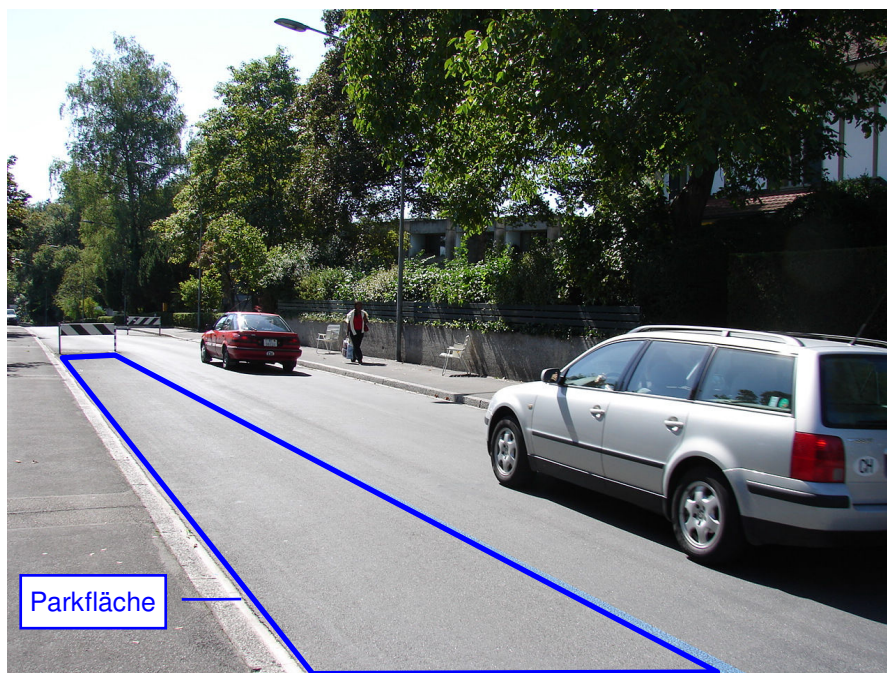


**Abb. 6.1:** Messung M1 – Stöckackerstrasse, Bern

Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Messungen liegt bei ca. 34 km/h und ist damit um 5 km/h höher als  
der Mittelwert aller Messobjekte in Tempo-30-Zonen (an der freien Strecke). Der Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$   
beträgt ca. 33 dBA und liegt 0.9 dB tiefer als der Durchschnitt aller Messobjekte in Tempo-30-Zonen (an  
der freien Strecke).

### 6.3.2 Messung M2 – Reichenbachstrasse, Horizontalversatz

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist in der Reichenbachstrasse in Bern (Messung M2) ein Horizontalversatz bestehend aus versetzten Parkplätzen mit Barrieren eingerichtet (siehe Abbildung 6.2 und Situation in Beilage 2).



**Abb. 6.2:** Messung M2 – Reichenbachstrasse, Bern

Aufgrund der Anordnung der Parkfläche auf der Seite fahren die Fahrzeuge näher am aufgestellten Mikrophon vorbei, so dass dies die Ursache für die höheren absoluten Schallpegel darstellt.

Die Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  der erfassten Fahrzeuge sind am Horizontalversatz geringfügig tiefer (0.4 dB, d.h. nicht wahrnehmbar) als im Bereich der freien Strecke (ohne Massnahme). Der Geschwindigkeitsunterschied mit/ohne Horizontalversatz beträgt 0.6 km/h.

#### Fazit

Die in der Reichenbachstrasse installierte Verkehrsberuhigungsmassnahme verhält sich, was die Schallpegel und Geschwindigkeit betrifft, neutral (keine Pegel- und Geschwindigkeitsdifferenz). Der Horizontalversatz kann von entgegen gesetzten Fahrzeugen nicht gleichzeitig Befahren werden. Bei höherem Verkehrsaufkommen bremsen und beschleunigen die Fahrzeuglenker stärker, was zu höheren Lärmemissionen führt.

### 6.3.3 Messung M3 – Egghölzlistrasse, Horizontalversatz

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist in der Egghölzlistrasse in Bern (Messung M3) ein Horizontalversatz bestehend aus Parkplätzen eingerichtet (siehe Abbildung 6.3 und Situation in Beilage 3).



**Abb. 6.3:** Messung M3 – Egghölzlistrasse, Bern

Bei der Fahrt durch den Horizontalversatz erzeugen die Fahrzeuge je nach Fahrspur und Fahrtrichtung einerseits Pegelerhöhungen, während gleichzeitig auf der anderen Strassenseite Pegelminderungen gemessen werden.

Die Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  der erfassten Fahrzeuge sind am Horizontalversatz um ca. 1.7 dB höher als im Bereich der freien Strecke (ohne Massnahme). Dagegen ist die Durchschnittsgeschwindigkeit in der Massnahme um 1.2 km/h tiefer als an der freien Strecke.

#### Fazit

Der in der Egghölzlistrasse installierte Horizontalversatz reduziert zwar die Geschwindigkeit, führt jedoch zu einer wahrnehmbaren Pegelerhöhung, die nicht schlüssig erklärbar ist. Einerseits entstehen an den parkierten Fahrzeugen gewisse Schallreflexionen, andererseits wählen die Fahrzeuglenker aufgrund der Strassenbreite eine Fahrtroute näher am Mikrofon als unbedingt erforderlich. Absolut betrachtet sind die Schallpegel um ca. 3.5 dB tiefer als bei Messung M2 (Reichenbachstrasse, Horizontalversatz).

### 6.3.4 Messung M4 – Freiestrasse, seitliche Einengung

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist in der Freiestrasse in Thun (Messung M4) eine seitliche Einengung auf einer Seite installiert (siehe Abbildung 6.4 und Situation in Beilage 4).



**Abb. 6.4:** Messung M4 – Freiestrasse, Thun

Durch die seitliche Einengung wird die Fahrbahn der Freiestrasse auf 3.5 m Breite reduziert. Ein gleichzeitiges Befahren der Strasse in der Einengung ist dadurch beinahe ausgeschlossen.

Die Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  der erfassten Fahrzeuge sind an der Einengung um ca. 1 dB höher als im Bereich der freien Strecke (ohne Massnahme). Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist im Bereich der Massnahme um 1.4 km/h tiefer als an der freien Strecke.

#### Fazit

Die in der Freiestrasse eingebaute seitliche Einengung vermindert die Geschwindigkeit, führt dennoch zu einer Pegelerhöhung (knapp wahrnehmbar). Absolut betrachtet sind die Schallpegel sehr tief (vergleichbar mit den Messungen M3 (Egghölzlistrasse, Horizontalversatz) und M5 (Reichenbachstrasse, seitliche Einengung)).

### 6.3.5 Messung M5 – Blickensdorferstrasse, seitliche Einengung

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist in der Blickensdorferstrasse in Steinhausen (Messung M5) eine seitliche Einengung auf beiden Seiten mit baulich massiven Pollern eingerichtet (siehe Abbildung 6.5 und Situation in Beilage 5).



**Abb. 6.5:** Messung M5 – Blickensdorferstrasse, Steinhausen

Die seitliche Einengung mit beidseitigen Pollern reduziert die Fahrbahnbreite auf total 4.60 m. Durch eine entsprechende Signalisation (roter Fahrbahnstreifen) wird eine Einengung der Fahrbahn auch ausserhalb der Poller angedeutet.

Die Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  der erfassten Fahrzeuge sind an der Einengung nur geringfügig um ca. 0.4 dB höher als im Bereich der freien Strecke (ohne Massnahme). Der Geschwindigkeitsunterschied mit/ohne Einengung beträgt 0.3 km/h.

#### Fazit

Die in der Blickensdorferstrasse installierte seitliche Einengung mittels Poller hat nahezu keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit, führt allerdings auch zu keiner wahrnehmbaren Pegelveränderung, so dass von einer unwirksamen Verkehrsberuhigungsmassnahme gesprochen werden kann. Absolut betrachtet sind die Schallpegel ebenfalls tief (vergleichbar mit den Messungen M3 (Egghölzlistrasse, Horizontalversatz) und M4 (Freiestrasse, seitliche Einengung)).

### 6.3.6 Messung M6 – Tellstrasse, seitliche Einengung

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist in der Tellstrasse in Bern (Messung M6) eine seitliche Einengung auf beiden Seiten mit Poller und Parkplätzen installiert (s. Abbildung 6.6 und Situation in Beilage 6).



**Abb. 6.6:** Messung M6 – Tellstrasse, Bern

Bei der Messung wurden die Fahrzeuge nicht in die Zustände mit/ohne Massnahme unterschieden. Für die Auswertung ist daher ein Durchschnittswert der Fahrzeuganzahl eingesetzt.

Insgesamt fällt im Vergleich zu den bisherigen Messungen M2 – M5 eine um ca. 2.5 km/h höhere Durchschnittsgeschwindigkeit auf. Der Pegelunterschied mit/ohne seitliche Einengung ist nicht wahrnehmbar (0.3 dB).

#### Fazit

Für die in der Tellstrasse eingerichtete Verkehrsberuhigungsmassnahme kann abschliessend keine vollumfängliche Beurteilung vorgenommen werden, da bei den Geschwindigkeiten keine Unterscheidung zwischen den Massnahmen (mit/ohne) vorgenommen werden konnte. Absolut betrachtet liegen die Mittelungspegel im Bereich von Messung M2 (Reichenbachstrasse, Horizontalversatz), was auf die insgesamt hohe Geschwindigkeit der erfassten Fahrzeuge zurückzuführen sein könnte.

### 6.3.7 Messung M7 – Altwiesenstrasse, Vertikalversatz

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist in der Altwiesenstrasse in Zürich (Messung M7) ein Vertikalversatz mit asphaltierten Rampen (sogenanntes „Kissen“) mit Neigungen von bis zu 17% eingebaut (siehe Abbildung 6.7 und Situation in Beilage 7).



Abb. 6.7: Messung M7 – Altwiesenstrasse, Zürich

Die in der Altwiesenstrasse eingebauten „Kissen“ sind bereits älter, so dass durch den Alterungsprozess und die Befahrung mit Fahrzeugen eine Abflachung der Rampen stattgefunden hat. Die Ermittlung der Geschwindigkeit im Bereich der freien Strecke wurde merklich beeinflusst (siehe auch Kap. 5.7), so dass diese Werte deutlich zu tief sind.

Die Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  der erfassten Fahrzeuge sind am Vertikalversatz nur geringfügig um ca. 0.3 dB höher als im Bereich der freien Strecke (ohne Massnahme). Der Geschwindigkeitsunterschied mit/ohne „Kissen“ beträgt 1 km/h (inkl. Geschwindigkeitsbeeinflussung).

#### Fazit

Der in der Altwiesenstrasse eingerichtete Vertikalversatz führt zu keiner wahrnehmbaren Pegelveränderung. Die Durchschnittsgeschwindigkeit im Bereich der Massnahme ist vergleichbar mit derjenigen von Messung M8 (Dennlerstrasse, Vertikalversatz); absolut betrachtet liegt sie um ca. 4 km/h tiefer als bei Messobjekten mit Horizontalversatz und seitlicher Einengung.

### 6.3.8 Messung M8 – Dennlerstrasse, Vertikalversatz

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist in der Dennlerstrasse in Zürich (Messung M8) ein Vertikalversatz mit asphaltierten Rampen (sogenanntes „Kissen“) mit Neigungen von bis zu 20% eingebaut (siehe Abbildung 6.8 und Situation in Beilage 8).



**Abb. 6.8:** Messung M8 – Dennlerstrasse, Zürich

Bei den in der Dennlerstrasse installierten „Kissen“ handelt es sich um neue Vertikalversätze, so dass die Rampen noch nicht ausgefahren sind und eine gute Wirkung aufweisen.

Der Pegelunterschied mit/ohne Vertikalversatz ist Null. Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist im Bereich des „Kissens“ um 2.5 km/h tiefer als an der freien Strecke (ohne Massnahme).

#### Fazit

Der in der Dennlerstrasse eingerichtete Vertikalversatz ist ein gelungenes Beispiel einer Verkehrsberuhigungsmassnahme: Die Massnahme führt zu keiner wahrnehmbaren Pegelveränderung und gleichzeitig wird die Durchschnittsgeschwindigkeit im Bereich der Massnahme merklich reduziert.



### 6.3.9 Messung M9 – Morgenstrasse, Vertikalversatz

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist in der Morgenstrasse in Bern (Messung M9) ein Vertikalversatz mit asphaltierten Rampen im Kreuzungsbereich eingerichtet mit Neigungen von bis zu 12% (s. Abbildung 6.9 und Situation in Beilage 9).



**Abb. 6.9:** Messung M9 – Morgenstrasse, Bern

Bei der Messung wurden die Fahrzeuge nicht in die Zustände mit/ohne Massnahme unterschieden. Für die Auswertung ist daher ein Durchschnittswert der Fahrzeuganzahl eingesetzt.

Der Vertikalversatz in der Morgenstrasse ist bereits älter, so dass durch den Alterungsprozess und die Befahrung mit Fahrzeugen eine Abflachung der Rampen stattgefunden hat. Insgesamt fällt im Vergleich zu den restlichen Messungen mit Vertikalversatz (M7, M8, M10 – M13) eine um ca. 3.5 km/h höhere Geschwindigkeit auf. Die Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  der erfassten Fahrzeuge sind am Vertikalversatz nur geringfügig um ca. 0.3 dB höher als im Bereich der freien Strecke (ohne Massnahme).

#### Fazit

Für die im Kreuzungsbereich der Morgenstrasse eingerichtete Verkehrsberuhigungsmassnahme kann abschliessend keine vollumfängliche Beurteilung vorgenommen werden, da bei den Geschwindigkeiten keine Unterscheidung zwischen den Massnahmen (mit/ohne) vorgenommen werden konnte. Die absoluten Mittelungspegel liegen im Bereich der Messungen M12 (Blickensdorferstrasse, Vertikalversatz) und M13 (Lüssiweg, Vertikalversatz).

### 6.3.10 Messung M10 – Reichenbachstrasse, Vertikalversatz

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist in der Reichenbachstrasse in Bern (Messung M10) ein Vertikalversatz mit gepflästerten Rampen mit Neigungen von bis zu 20% und einer seitlichen Einengung installiert (siehe Abbildung 6.10 und Situation in Beilage 10).



Abb. 6.10: Messung M10 – Reichenbachstrasse, Bern

Die seitliche Einengung im Bereich des Vertikalversatzes reduziert die Fahrbahnbreite auf total 4 m. In Verbindung mit den relativ steilen, kurzen Rampen wird die Geschwindigkeit massiv reduziert, so dass die Differenz mit/ohne Massnahme 11.4 km/h beträgt. Infolge der sehr tiefen Geschwindigkeit im Bereich der Massnahme ist der Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  ebenfalls tief (in der Grössenordnung der Messungen M3 – M5 mit Horizontalversatz und seitlicher Einengung). Der Pegelunterschied mit/ohne Massnahme liegt bei 0.5 dB, allerdings ist der Mittelungspegel an der Massnahme tiefer als der Pegel an der freien Strecke.

#### Störpotenzial Vertikalversatz

In Abbildung 6.11 ist der Pegel-Zeit-Verlauf des Mittelungspegels  $L_{eq}$  von 2 erfassten Fahrzeugen aufgezeichnet. Der blaue Kurvenverlauf stellt die Fahrzeuge am Vertikalversatz dar, während der rote Kurvenverlauf die Fahrzeuge an der freien Strecke (ohne Massnahme) zeigt. Im Pegelschrieb ist deutlich die Überfahrt der gepflästerten Rampen ersichtlich, jedoch liegen die Peaks des Schallpegels nicht höher als diejenigen an der freien Strecke.

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)

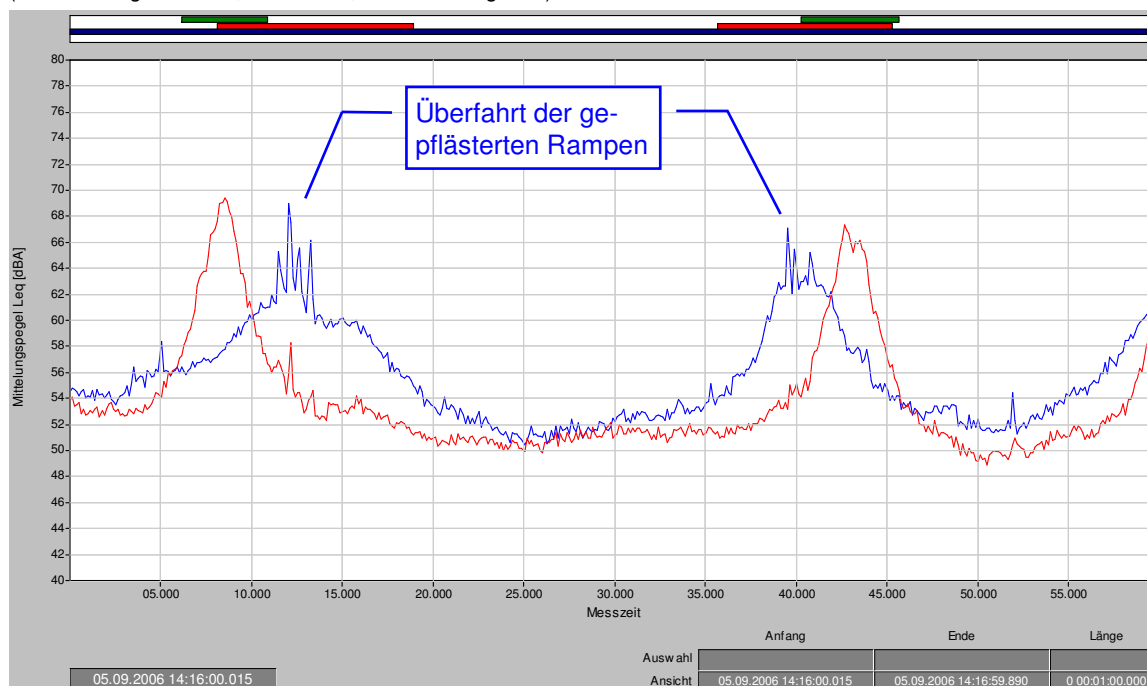


Abb. 6.11: Auszug aus dem Pegel-Zeit-Verlauf von Messung M10 – Reichbachstrasse

### Fazit

Durch die relativ steilen, kurzen Rampen des Vertikalversatzes in Verbindung mit der seitlichen Einingung wird in der Reichenbachstrasse eine massive Geschwindigkeitsreduktion erreicht. Die gepflästerten Rampen führen zwar zu störenden Peaks, allerdings sind deren Schallpegel absolut gesehen nicht höher als die Pegel an der freien Strecke. Grund hierfür ist sicherlich die tiefe Geschwindigkeit an der Massnahme. In diesem speziellen Beispiel ist das akustische Störpotenzial durch die Pflasterung geringer als z.B. bei Messung M11 (Seminarstrasse, Vertikalversatz, lange Rampen).

### 6.3.11 Messung M11 – Seminarstrasse, Vertikalversatz

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist in der Seminarstrasse in Bern (Messung M11) ein Vertikalversatz mit gepflästerten Rampen mit Neigungen von bis zu 10% eingebaut (siehe Abbildung 6.12 und Situation in Beilage 11).



Abb. 6.12: Messung M11 – Seminarstrasse, Bern

Die gepflästerten Rampen in der Seminarstrasse sind in einem schlechten Zustand, da sie stark ausgefahren sind. Entsprechend hoch sind die Mittelungspegel am Vertikalversatz: Die Pegeldifferenz mit/ohne Massnahme beträgt 2.7 dB und stellt damit die grösste Differenz aller Messobjekte dar. Die Durchschnittsgeschwindigkeit am Vertikalversatz ist um 7.2 km/h tiefer als an der freien Strecke (ohne Massnahme).

#### Störpotenzial Vertikalversatz

In Abbildung 6.13 ist der Pegel-Zeit-Verlauf des Mittelungspegels  $L_{eq}$  der erfassten Fahrzeuge aufgezeichnet. Der blaue Kurvenverlauf stellt die Fahrzeuge am Vertikalversatz dar, während der rote Kurvenverlauf die Fahrzeuge an der freien Strecke (ohne Massnahme) zeigt. Im Pegelschrieb sind die Rampenüberfahrten anhand der Peaks (mehrfache Schläge) deutlich zu erkennen. Die Schallpegel der Schläge sind wesentlich höher als bei einer Vorbeifahrt an der freien Strecke und stellen somit eine massive Störwirkung dar.

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)

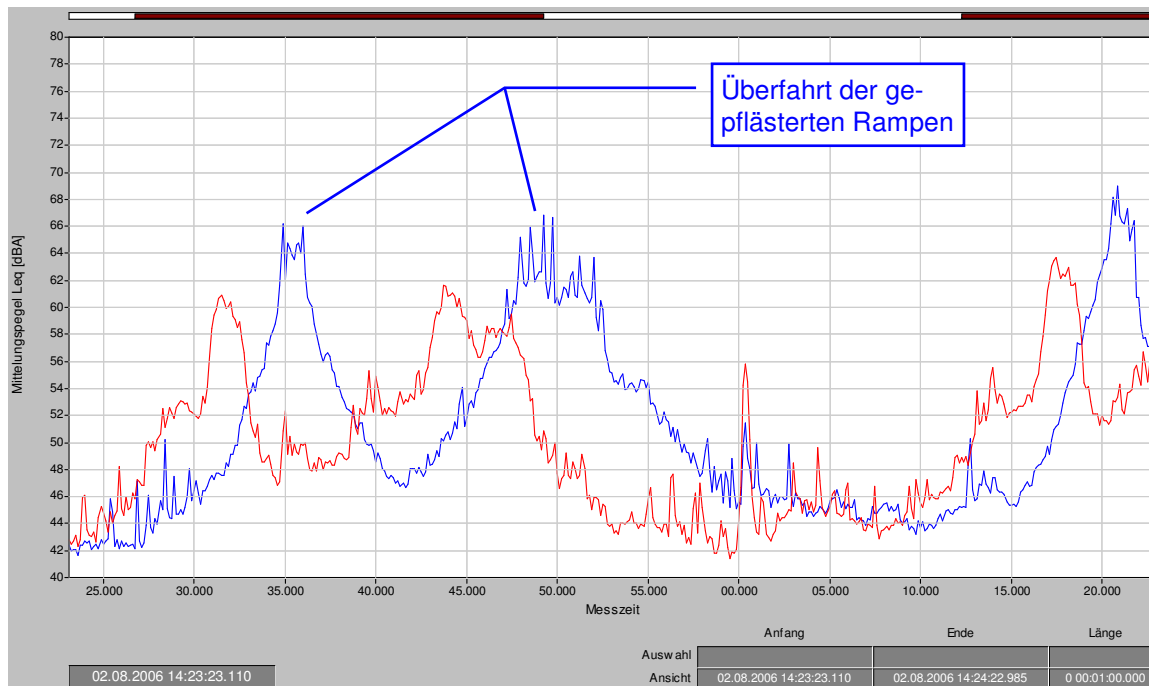


Abb. 6.13: Auszug aus dem Pegel-Zeit-Verlauf von Messung M11 – Seminarstrasse

### Fazit

Die in der Seminarstrasse installierte Verkehrsberuhigungsmassnahme vermindert die Geschwindigkeit erheblich. Allerdings erfolgt die Geschwindigkeitsreduktion auf Kosten eines massiven Pegelanstieges. Dies wird in erster Linie durch die ausgefahrenen Rampen verursacht, deren Pflästerung sehr unregelmässig eingebaut ist und bei der Überfahrt zu deutlichen Peaks führt. Da die Rampen länger sind als z.B. bei Messung M10 (Reichenbachstrasse, Vertikalversatz), fahren die Fahrzeuge länger über die Pflästerung und bewirken somit einen höheren Schallpegel.

### 6.3.12 Messung M12 – Blickensdorferstrasse, Vertikalversatz

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist in der Blickensdorferstrasse in Steinhausen (Messung M12) ein Vertikalversatz mit einer gepflästerter Rampe (Neigung: 4%) eingebaut (siehe Abbildung 6.14 und Situation in Beilage 12).



Abb. 6.14: Messung M12 – Blickensdorferstrasse, Steinhausen

In diesem Beispiel ist die gepflästerter Rampe im Vergleich zu den anderen Vertikalversätzen flacher. Die Massnahme stellt nur eine Auffahrt dar, die erst nach mehr als 300 m wieder mit einer Abfahrt endet. Bei der Messung wurde nur eine gepflästerter Rampe erfasst.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist im Bereich der Rampe um 2.7 km/h tiefer als an der freien Strecke (ohne Massnahme). Die Pegeldifferenz mit/ohne Massnahme beträgt 0.3 dB und ist somit nicht wahrnehmbar.

#### Störpotenzial Vertikalversatz

In Abbildung 6.15 ist der Pegel-Zeit-Verlauf des Mittelungspegels  $L_{eq}$  am Messobjekt aufgezeichnet. Der blaue Kurvenverlauf stellt die Fahrzeuge an der gepflästerter Auffahrt dar, während der rote Kurvenverlauf die Fahrzeuge an der freien Strecke (ohne Massnahme) zeigt. Im Pegelschrieb erscheint jede Fahrzeugachse als deutlich sichtbarer Peak. Die Pegel der Schläge heben sich nicht sehr klar von denjenigen an der freien Strecke ab, so dass die Störwirkung geringer ist als bei Messung M11 (Seminarstrasse, Vertikalversatz).

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)

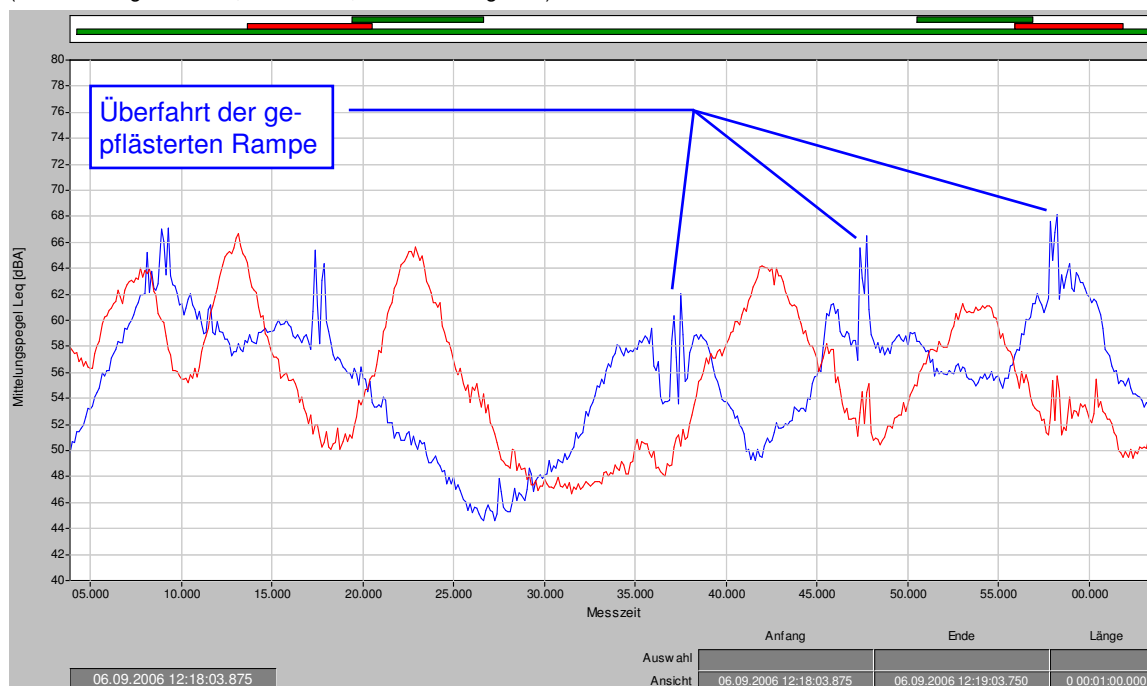


Abb. 6.15: Auszug aus dem Pegel-Zeit-Verlauf von Messung M12 – Blickensdorferstrasse

### Fazit

Durch die Verkehrsberuhigungsmassnahme in der Blickensdorferstrasse wird die Geschwindigkeit deutlich reduziert, allerdings weniger stark als bei den Messungen M10 (Reichenbachstrasse, Vertikalversatz) und M11 (Seminarstrasse, Vertikalversatz), da die Rampe flacher ist. Obwohl es sich hier nicht um zwei aufeinander folgende Rampen handelt und das Pegelniveau ungefähr vergleichbar ist mit demjenigen auf der freien Strecke (ohne Massnahme), erzeugt die Rampenüberfahrt ein wiederkehrendes Geräusch, das sich lokal gut zuordnen lässt und somit eine Störf Wirkung hat.

### 6.3.13 Messung M13 – Lüswiweg, Vertikalversatz

Als Verkehrsberuhigungsmassnahme ist im Lüswiweg in Zug (Messung M13) ein Vertikalversatz sowohl mit einer gepflasterten als auch mit einer asphaltierten Rampe eingebaut (siehe Abbildung 6.16 und Situation in Beilage 13).



**Abb. 6.16:** Messung M13 – Lüswiweg, Zug

Die Messung wurde an der gepflasterten Rampe (Neigung: 10%) durchgeführt. Die Länge der Rampe ist kürzer als bei Messung M12.

Der Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  ist an der Rampe um 0.5 dB tiefer als an der freien Strecke (ohne Massnahme). Absolut betrachtet liegen die Schallpegel im Vergleich mit den anderen Messungen der Vertikalversätze relativ hoch: Nur die Messung an der Seminarstrasse (Messung M11) weist noch höhere Pegel auf. Der Geschwindigkeitsunterschied mit/ohne Massnahme beträgt 2.1 km/h.

#### Störpotenzial Vertikalversatz

In Abbildung 6.17 ist der Pegel-Zeit-Verlauf des Mittelungspegels  $L_{eq}$  der erfassten Fahrzeuge aufgezeichnet. Der blaue Kurvenverlauf stellt die Fahrzeuge an der gepflasterten Rampe dar, während der rote Kurvenverlauf die Fahrzeuge an der freien Strecke (ohne Massnahme) zeigt. Die Peaks im Pegelschrieb sind nicht besonders ausgeprägt, so dass die Störwirkung durch die gepflasterte Rampe als eher gering zu bezeichnen ist.



(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)

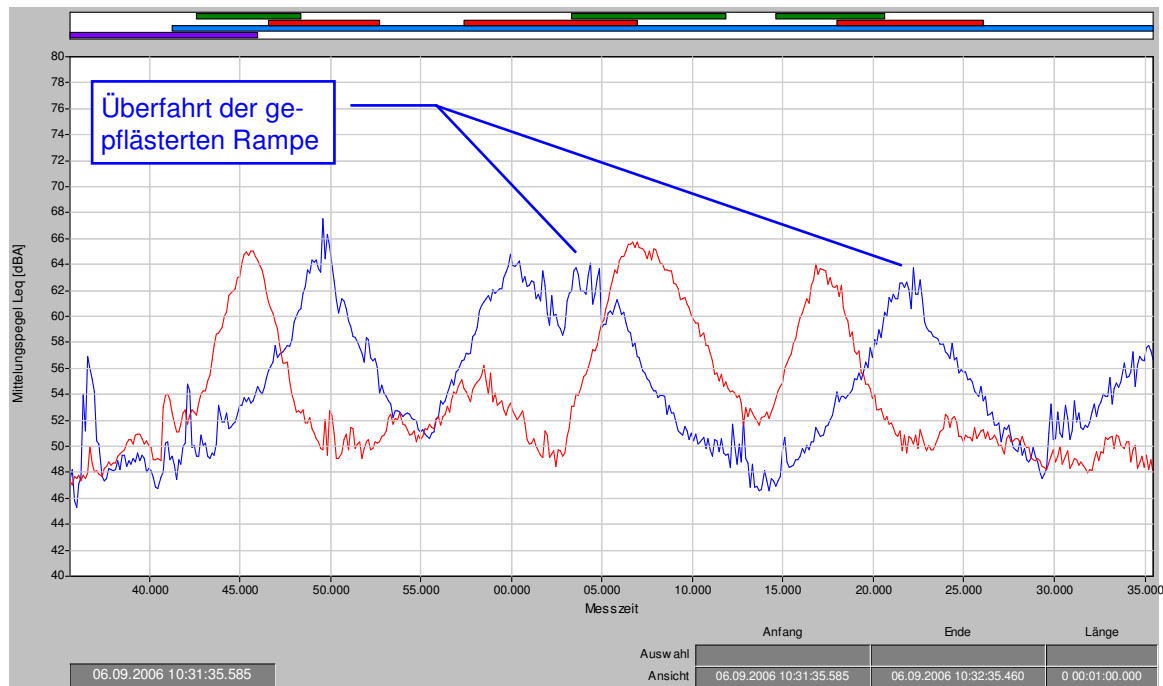


Abb. 6.17: Auszug aus dem Pegel-Zeit-Verlauf von Messung M13 – Lüssiweg

### Fazit

Der im Lüssiweg eingebaute Vertikalversatz führt zu einer merklichen Reduktion der Geschwindigkeit. Das Störpotenzial der gepflästerten Rampe ist im Vergleich mit den Messungen M10 – M12 am geringsten, jedoch liegen die absoluten Schallpegel relativ hoch.

### 6.3.14 Messung M14 – Route du Centre, Vertikal- und Horizontalversatz

Die beiden folgenden Objekte an der Route du Centre in Corminboeuf (Messung M14 und M15) stellen in der Untersuchung Spezialfälle dar, da sie neben der höheren zulässigen Geschwindigkeit von 50 km/h auch Vertikal- und Horizontalversatz miteinander verbinden. Zielsetzung des Umbaus der Ortsdurchfahrt war in erster Linie die Reduktion des Durchgangsverkehrs, insbesondere des Lastwagenverkehrs.

Die Abbildung 6.18 zeigt das Messobjekt M14 mit der Entwässerungsrinne in der Fahrbahnmitte (siehe auch Situation in Beilage 14).



Abb. 6.18: Messung M14 – Route du Centre, Corminboeuf

Der Pegelunterschied mit/ohne Massnahme beträgt 0.1 dB (nicht wahrnehmbar), allerdings liegt die Durchschnittsgeschwindigkeit an der Massnahme um ca. 7 km/h tiefer als an der freien Strecke (ohne Massnahme). Ursache für die hohen Schallpegel bei gleichzeitig tiefen Geschwindigkeiten der erfassten Fahrzeuge ist die Entwässerungsrinne in Fahrbahnmitte.

#### Störpotenzial Entwässerungsrinne

In Abbildung 6.19 ist der Pegel-Zeit-Verlauf des Mittelungspegels  $L_{eq}$  von vorbeifahrenden Fahrzeugen dargestellt. Der blaue Kurvenverlauf bildet die Fahrzeuge an der Massnahme (Vertikal- und Horizontalversatz) ab, während der rote Kurvenverlauf die Fahrzeuge an der freien Strecke (ohne Massnahme) zeigt. Im Pegelschrieb ist deutlich der Peak zu erkennen, welcher durch das Überfahren der Entwässerungsrinne verursacht wird. Dagegen ist der Verlauf des Mittelungspegels mit/ohne Massnahme nahezu gleich, falls die Rinne nicht überfahren wird (rechtes Beispiel in Abbildung 6.19).

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)

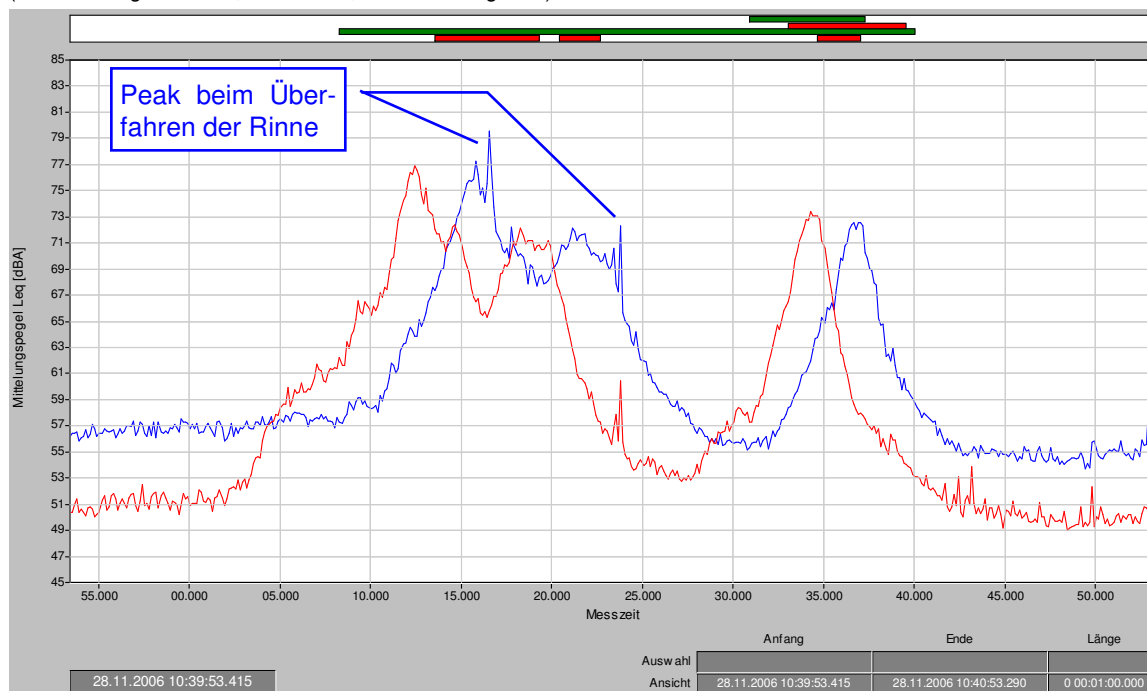


Abb. 6.19: Auszug aus dem Pegel-Zeit-Verlauf von Messung M14 – Route du Centre

### Fazit

Die in der Route du Centre eingebauten Verkehrsberuhigungselemente führen zu einer merklichen Reduktion der Geschwindigkeit. Jedoch führt das Überfahren der Entwässerungsrinne zu hohen Schallpegeln. Die absoluten Pegel liegen gegenüber den Messobjekten in Tempo-30-Zonen um ca. 7 dB höher, wobei 2 dB auf die höheren Geschwindigkeiten zurückzuführen sind.

### 6.3.15 Messung M15 – Route du Centre, Vertikal- und Horizontalversatz

Das Messobjekt M15 liegt ebenfalls in der Route du Centre in Corminboeuf, wobei der Vertikal- und Horizontalversatz hier in einen Platzbereich mündet (siehe Abbildung 6.20 und Situation in Beilage 15).



**Abb. 6.20:** Messung M15 – Route du Centre, Corminboeuf

Das Fahrverhalten der Automobilisten im Bereich der Massnahme war je nach Fahrtrichtung sehr unterschiedlich: Auf der rechten Spur in Abbildung 6.20 wurde praktisch mit unveränderter Geschwindigkeit weitergefahren (kein Abbremsen oder Beschleunigen). Hingegen kann auf der linken Spur der Vertikalversatz über- oder umfahren werden. Dies führt zu sehr grossen Schwankungen sowohl beim Schallpegel als auch bei der Geschwindigkeit.

Über alle Einzeldurchfahrten betrachtet beträgt der Geschwindigkeitsunterschied mit/ohne Massnahme lediglich 0.5 km/h. Der Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  ist an der Massnahme um 2.7 dB tiefer als an der freien Strecke (ohne Massnahme).

#### Störpotenzial Vertikalversatz

In Abbildung 6.21 ist der Pegel-Zeit-Verlauf des Mittelungspegels  $L_{eq}$  von vorbeifahrenden Fahrzeugen dargestellt. Der blaue Kurvenverlauf bildet die Fahrzeuge an der Massnahme (Vertikal- und Horizontalversatz) ab, während der rote Kurvenverlauf die Fahrzeuge an der freien Strecke (ohne Massnahme) zeigt. Deutlich zu erkennen sind die sehr grossen Unterschiede beim blauen Kurvenverlauf infolge unterschiedlicher Fahrrouten (Abb. 6.21, links sind 2 Einzeldurchfahrten beim Umfahren des Vertikalversatz zu sehen, während rechts Beispiele für das Überfahren darstellen). Die Entwässerungsrinne in Strassenmitte hat hier keinen so grossen Einfluss auf den Schallpegel wie bei der Messung M14.

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)

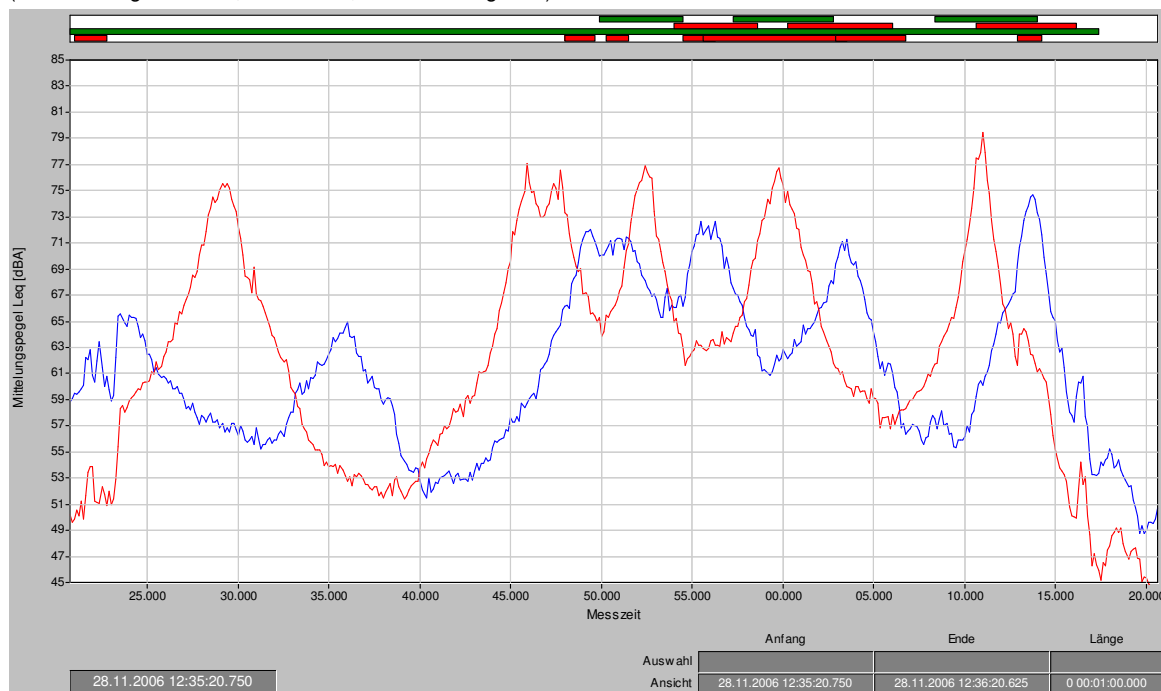


Abb. 6.21: Auszug aus dem Pegel-Zeit-Verlauf von Messung M15 – Route du Centre

### Fazit

Aufgrund der sehr speziellen Situation kann hier im Vergleich zu allen anderen Messungen ein gegenläufiger Trend festgestellt werden. Trotz der praktisch identischen Geschwindigkeit an der Massnahme und auf der freien Strecke, ist der Schallpegel im Bereich der Massnahme deutlich tiefer als im Bereich der freien Strecke. Eine Erklärung liegt sicherlich an der besonderen Situation (siehe auch Beilage 15): Aufgrund des Platzbereiches wählten die Fahrzeuglenker unterschiedliche Fahrrouten (Über- oder Umfahrung des Vertikalversatzes), so dass der Mikrofonabstand deutlich variierte. Andererseits wird in einer Tempo-50-Zone nach dem Verkehrsberuhigungselement stärker beschleunigt, was in der Regel zu höheren Pegeln führt.

### 6.4 Frequenzanalyse Vertikalversatz (Pflästerung)

Speziell bei der Überfahrt der gepflästerten Vertikalversätze konnten z.T. sehr deutliche Peaks im Pegel-Zeit-Verlauf messtechnisch erfasst werden (vgl. Messungen M10 – M12). Mittels Frequenzanalysen wurden Einzeldurchfahrten über Vertikalversätze mit Vorbeifahrten auf freien Strecken verglichen. In Abbildung 6.22 ist exemplarisch eine solche Frequenzanalyse dargestellt. Im unteren Teil der Abbildung ist der Pegel-Zeit-Verlauf aufgezeichnet (BLAU: Überfahrt gepflästerter Vertikalversatz; ROT: freie Strecke), über welchen jeweils eine Frequenzanalyse durchgeführt wurde (Bezugszeit: 2 s, schraffierter Bereich).

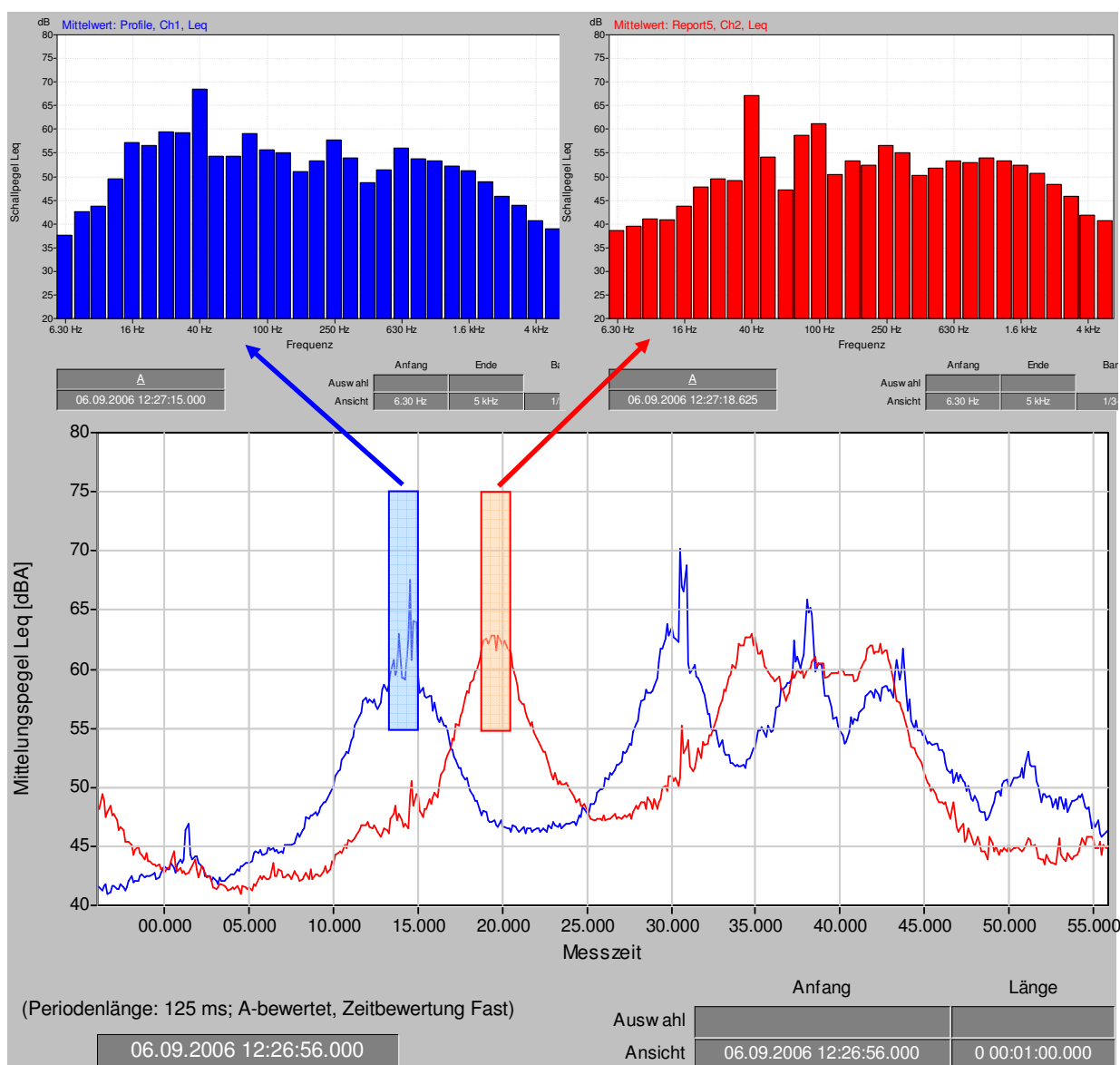


Abb. 6.22: Frequenzanalyse Vertikalversatz (Pflästerung), Messung M11

### **Kommentar**

- Der Frequenzverlauf der beiden Analysen mit/ohne Massnahme ist sehr ähnlich. Mit Ausnahme des Terzpegels bei 40 Hz ragt keine Frequenz aus dem Gesamtspektrum hervor.
- Im Bereich zwischen 12.5 und 31.5 Hz sind die Terzpegel bei der Überfahrt des Vertikalversatzes deutlich höher (9 – 13 dB) als an der freien Strecke (ohne Massnahme).

### **Fazit**

Insgesamt haben die Frequenzanalysen gezeigt, dass bei der Überfahrt von gepflästerten Vertikalversätzen speziell in den tiefen Frequenzbändern die Schallpegel höher sind, während im mittleren und hohen Frequenzbereich keine Unterschiede zur freien Strecke (ohne Massnahme) festgestellt werden konnten. Allerdings werden die Peaks infolge der Überfahrten von den Bewohnern als unangenehm wahrgenommen. Diese impulshaltigen Geräusche können vom menschlichen Gehör besonders leicht lokal geortet werden.

## 6.5 Zusammenstellung der Messresultate

In nachfolgender Tabelle sind die wichtigsten Ergebnisse der Auswertungen aller Messobjekte kurz zusammengestellt. Bei der Differenzbildung wurde vom Wert mit Massnahme der Wert ohne Massnahme abgezogen, d.h. negative Zahlen führen sowohl beim Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  als auch bei der Durchschnittsgeschwindigkeit  $v_{mittel}$  zu einer Reduktion infolge der Verkehrsberuhigungsmassnahme und damit zu einer Verbesserung.

Messung	Bezeichnung	Massnahme	Fz.-Anzahl	$L_{eq, 1h}$ [dBA]			$v_{mittel}$ [km/h]			Bemerkungen
				mit M.	ohne M.	Diff.	mit M.	ohne M.	Diff.	
M1	Stöckackerstr.	KEINE	110	--	32.7	--	--	33.7	--	Referenzobjekt
M2	Reichenbachstr.	Horizontalversatz	50	35.2	35.6	-0.4	29.4	28.8	+0.6	Reduktion der Strassenbreite durch feste Barrieren
M3	Egghölzlistr.	Horizontalversatz	55	32.6	30.9	+1.7	28.1	29.3	-1.2	Grosszügige Platzverhältnisse (Strassenbreite)
M4	Freiestr.	Seitliche Eienung	51	32.3	31.4	+0.9	27.8	29.2	-1.4	Reduktion der Strassenbreite durch feste Barriere
M5	Blickensdorferstr.	Seitliche Eienung	59	32.7	32.3	+0.4	29.8	30.1	-0.3	Neutrale Massnahme ohne Vor- und Nachteile
M6	Tellstr.	Seitliche Eienung	35	35.3	35.0	+0.3	31.6	31.6	--	Keine Geschwindigkeitsdifferenz
M7	Altwiesenstr.	Vertikalversatz	62	32.7	32.4	+0.3	23.9	22.9	+1.0	Asphalтиerte Kissen, Neigung: 17%, Geschw. ohne Massnahme beeinflusst
M8	Dennlerstr.	Vertikalversatz	59	33.2	33.2	0.0	24.1	26.6	-2.5	Asphalтиerte Kissen, Neigung: 20%
M9	Morgenstr.	Vertikalversatz	67	34.5	34.2	+0.3	30.9	30.9	--	Keine Geschwindigkeitsdiff., asphaltierte Rampen, Neigung: 12%
M10	Reichenbachstr.	Vertikalversatz	48	32.6	33.1	-0.5	15.9	27.3	-11.4	Gepfl. Rampen, Neigung: 20%, Störpotenzial gering
M11	Seminarstr.	Vertikalversatz	34	38.2	35.5	+2.7	20.1	27.3	-7.2	Gepfl. Rampen, Neigung: 10%, Störpotenzial hoch; wahrnehmbare Pegelerh.
M12	Blickensdorferstr.	Vertikalversatz	51	34.1	34.4	-0.3	28.1	30.8	-2.7	Gepfl. Rampe, Neigung: 4%, Störpotenzial mittel
M13	Lüssiweg	Vertikalversatz	25	34.8	35.3	-0.5	26.2	28.3	-2.1	Gepfl. Rampe, Neigung: 10%, Störpotenzial gering
M14	Route du Centre	V- u. H-Versatz Tempo-50-Zo.	37	41.8	41.7	+0.1	33.5	40.4	-6.9	Störpotenzial Entwässerungsrinne hoch
M15	Route du Centre	V- u. H-Versatz Tempo-50-Zo.	56	39.0	41.7	-2.7	41.3	40.8	+0.5	Spezielle Situation (Platzbereich)

Abb. 6.23: Zusammenstellung der Messresultate



## 7 Gegenüberstellung der Verkehrsberuhigungsmassnahmen

### 7.1 Zielsetzung

Die Zielsetzungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen aus akustischer Sicht sind

- ein tiefer Schallpegel und
- ein gleichmässiges Fahrgeräusch ohne zusätzliches Störpotenzial.

Diese Ziele können durch eine gleichmässige Fahrweise auf tiefem Geschwindigkeitsniveau erreicht werden und stellen insbesondere an die Fahrbahnoberfläche gewisse Anforderungen. Damit ist es möglich, die Lärmbelastung an den umliegenden Gebäuden auf tiefem Niveau zu halten.

Zur Charakterisierung der Systeme werden die einzelnen Massnahmen innerhalb deren Kategorien miteinander verglichen. Aufgrund der untersuchten Messobjekte wird die Massnahmeneinteilung wie folgt vorgenommen:

- Horizontalversatz und seitliche Einengung
- Vertikalversatz mit asphaltierter oder gepflasterter Rampe
- Massnahme in Tempo-50-Zone

### 7.2 Horizontalversatz und seitliche Einengung

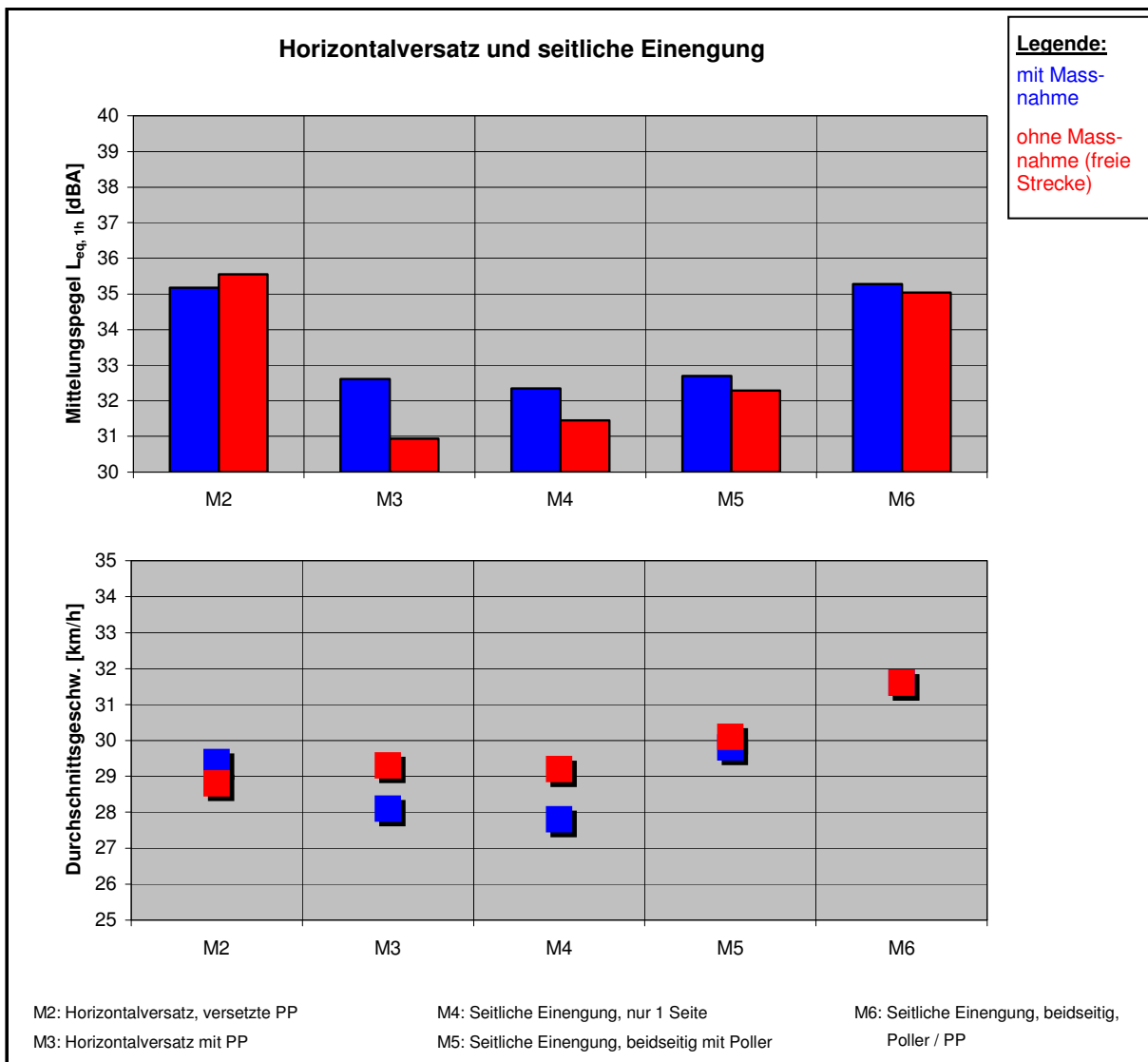
In Abbildung 7.1 auf der folgenden Seite sind die auf 1 Stunde bezogenen Mittelungspegel und Durchschnittsgeschwindigkeiten der Messobjekte mit Horizontalversatz und seitlicher Einengung gegenübergestellt. Dabei stellt jede Säule (Mittelungspegel) eines Messobjektes das energetische Mittel aller Fahrzeuge dar, die berücksichtigt wurden, getrennt nach Verkehrsberuhigungsmassnahme und „freier Strecke“. Jeder Punkt (Durchschnittsgeschwindigkeit) eines Messobjektes bildet das arithmetische Mittel aller Fahrzeuge ab.

#### Kommentar

- Der Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  an der Massnahme liegt an 4 der 5 Messobjekte über demjenigen an der freien Strecke (ohne Massnahme). An der Massnahme liegt der Pegel bei 33.6 dBA, ohne Massnahme bei 33.1 dBA.
- Die Durchschnittsgeschwindigkeit auf der freien Strecke (ohne Massnahme) ist an 4 der 5 Messobjekte höher als an der Verkehrsberuhigungsmassnahme; sie beträgt 29.8 km/h (ohne Massnahme) bzw. 29.3 km/h (mit Massnahme).
- Bei der absoluten Betrachtung der Mittelungspegel fällt auf, dass bei den Messobjekten M2 und M6 deutlich höhere Schallpegel gemessen wurden. Dies liegt einerseits an der speziellen Messsituation (Messung M2, siehe Kap. 6.3.2) und andererseits an der höheren Durchschnittsgeschwindigkeit der erfassten Fahrzeuge (Messung M6, siehe Kap. 6.3.6).

#### Fazit

Messobjekte mit Horizontalversatz oder seitlicher Einengung zeichnen sich durch relativ gleichmässige Durchschnittsgeschwindigkeiten und Mittelungspegel aus. Die Bandbreite, in der die Messwerte liegen, betragen für die Geschwindigkeit 3.8 km/h und für die Schallpegel 4.6 dB. Dagegen muss die Geschwindigkeitsreduktion durch den Horizontalversatz als gering bezeichnet werden, allerdings ist die durchschnittliche Lärmbelastung im Bereich der Massnahme absolut betrachtet tiefer, d.h. günstiger als bei den Vertikalversätzen.



**Abb. 7.1:** Mittelungspegel und Durchschnittsgeschwindigkeiten der Massnahme „Horizontalversatz und seitliche Einengung“

### 7.3 Vertikalversatz

In Abbildung 7.2 sind die auf 1 Stunde bezogenen Mittelungspegel und Durchschnittsgeschwindigkeiten der Messobjekte mit Vertikalversatz gegenüber gestellt.

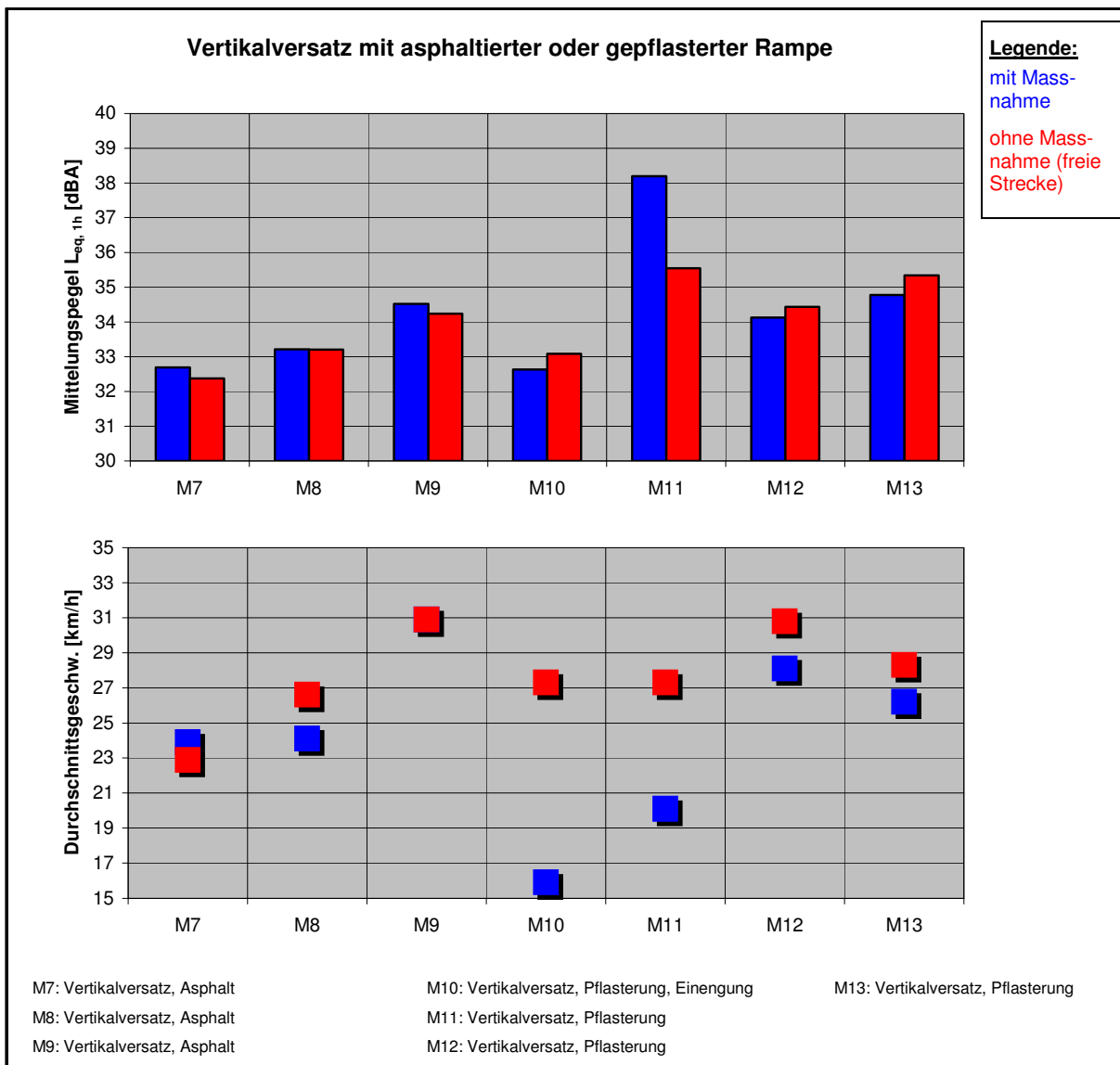


Abb. 7.2: Mittelungspegel und Durchschnittsgeschwindigkeiten der Massnahme „Vertikalversatz“

## Kommentar

- Die Durchschnittsgeschwindigkeit am Vertikalversatz (mit Massnahme) ist an 6 der 7 Messobjekte tiefer als an der freien Strecke (ohne Massnahme). Am Messobjekt M10 beträgt der Geschwindigkeitsunterschied 11.4 km/h, was sicherlich auf die Verknüpfung der Massnahmen Versatz und seitliche Einengung zurückzuführen ist (siehe auch Kap. 6.3.10). Insgesamt liegt die Durchschnittsgeschwindigkeit am Vertikalversatz bei 24.2 km/h und an der freien Strecke bei 27.7 km/h.
- Der Pegelunterschied mit/ohne Vertikalversatz ist mit Ausnahme des Messobjektes M11 nur sehr gering. Dies ist im Zusammenhang mit der tieferen Durchschnittsgeschwindigkeit als positiv zu bewerten. An der Massnahme beträgt der Schallpegel im Schnitt 34.3 dBA und an der freien Strecke 34.0 dBA.
- Die gepflästerte Rampe am Messobjekt M11 ist ursächlich für die sehr hohe Pegeldifferenz von 2.7 dB (siehe auch Kap. 6.3.11).
- Bei den Vertikalversätzen mit asphaltierten Rampen (Messungen M7 – M9) können im Schnitt 1.4 dB tiefere Mittelungspegel festgestellt werden.

## Fazit

Bei Messobjekten mit Vertikalversatz muss nach der Gestaltungsart des Versatzes (Pflästerung, Asphalt, Neigung und Grösse der Rampe) unterschieden werden. Der Streubereich für den Mittelungspegel liegt bei asphaltierter Rampe bei 2.1 dB, für die gepflästerten Rampen dagegen bei 5.6 dB (insbesondere wegen Messung M11 (Seminarstrasse, lange Rampe)). Auch bei den Geschwindigkeiten ist die Bandbreite sehr unterschiedlich: Beim Asphalt beträgt sie 8.0 km/h, bei der Pflästerung 14.9 km/h.

Insgesamt betrachtet schneiden Vertikalversätze mit asphaltierten Rampen günstiger ab, da die Schallpegel in der Grössenordnung von Horizontalversätzen liegen, gleichzeitig aber eine stärkere Geschwindigkeitsreduktion erreichen.

## 7.4 Massnahme in Tempo-50-Zone

In Abbildung 7.3 sind die auf 1 Stunde bezogenen Mittelungspegel und Durchschnittsgeschwindigkeiten der beiden Messobjekte im Bereich einer Tempo-50-Zone gegenüber gestellt.

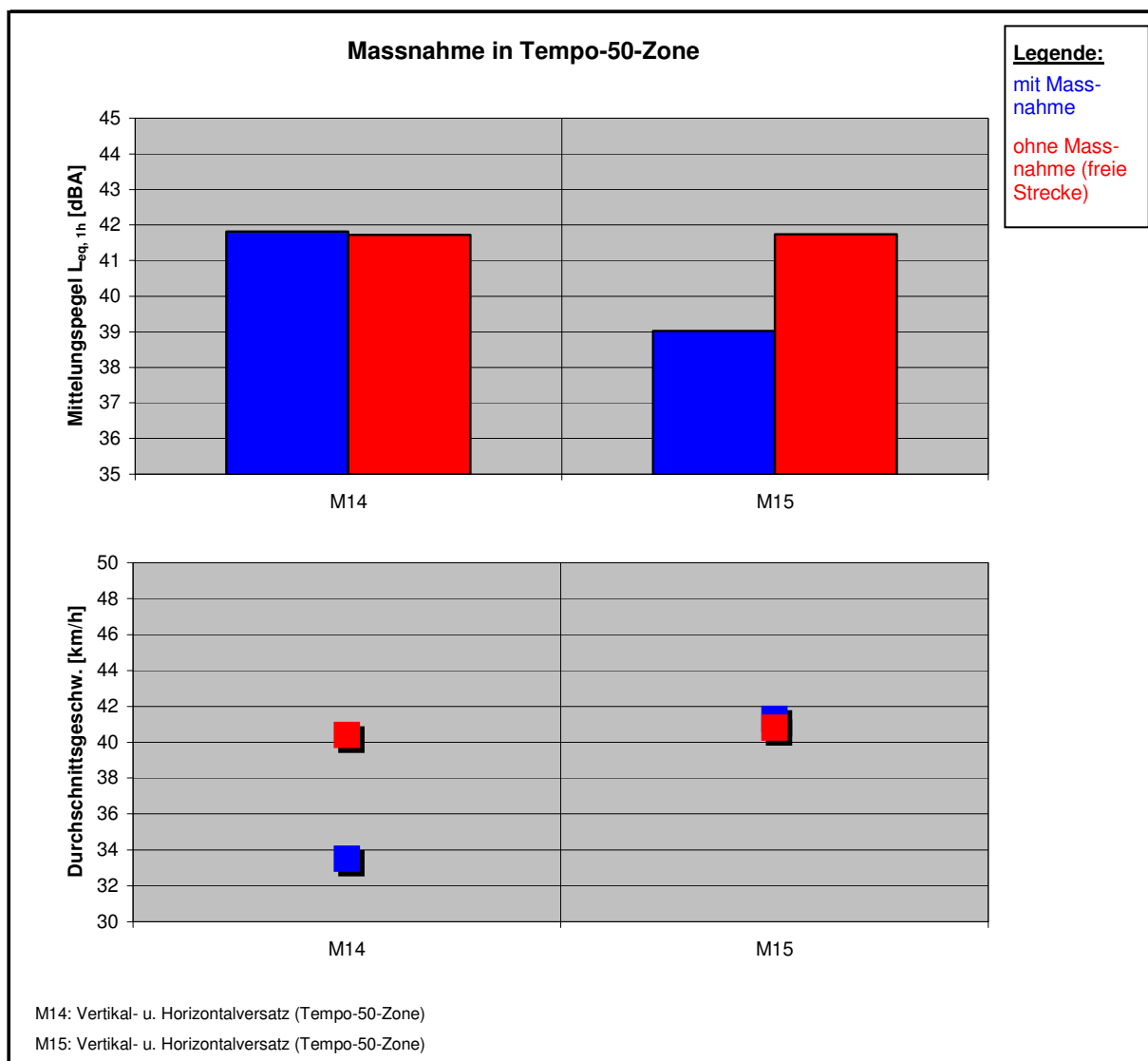


Abb. 7.3: Mittelungspegel und Durchschnittsgeschwindigkeiten der Massnahme in Tempo-50-Zone

### Kommentar

Die beiden Objekte stellen in der Untersuchung Spezialfälle dar, da sie neben der höheren zulässigen Geschwindigkeit von 50 km/h auch Vertikal- und Horizontalversatz miteinander verbinden. Die Durchschnittsgeschwindigkeit an der Massnahme beträgt 37,4 km/h und ist damit um 3,2 km/h tiefer als auf der freien Strecke (ohne Massnahme). Die Pegeldifferenz mit/ohne Massnahme liegt bei 1,3 dB (mit Massnahme: 40,4 dB(A); ohne Massnahme: 41,7 dB(A)).

Aus akustischer Sicht ist die in Fahrbahnmitte befindliche Entwässerungsrinne besonders problematisch.

## 7.5 Erkenntnisse aus dem Systemvergleich

Basierend auf den durchgeführten Messungen an den verschiedenen Verkehrsberuhigungsmassnahmen resultieren die nachfolgenden Erkenntnisse.

### Pegelniveau

- Die Mittelungspegel an Messobjekten mit Horizontalversatz und seitlicher Einengung liegen um 0.7 dB tiefer als an Messobjekten mit Vertikalversatz.
- Die Pegelunterschiede mit/ohne Massnahme können beim grössten Teil der untersuchten Messobjekten in Tempo-30-Zonen als nicht wahrnehmbar bezeichnet werden, da die Differenz weniger als 1 dB beträgt (siehe Tabelle in Kapitel 6.5). Ausnahmen stellen lediglich die Messungen M3 (Horizontalversatz) und M11 (Vertikalversatz) dar.
- Der Mittelungspegel an den beiden Messobjekten in einer Tempo-50-Zone ist wesentlich höher (mehr als 6 dB) als bei den Messungen in Tempo-30-Zonen.

### Geschwindigkeitsniveau

- Die Geschwindigkeitsdifferenzen mit/ohne Massnahme sind an Messobjekten mit Vertikalversatz grösser (Differenz: 3.5 km/h) als an Objekten mit Horizontalversatz und seitlicher Einengung (Differenz: 0.5 km/h), d.h. die Massnahme Vertikalversatz reduziert stärker die Geschwindigkeit des motorisierten Verkehrs.
- Die Durchschnittsgeschwindigkeit von Messobjekten mit Vertikalversatz ist im Bereich der Massnahme um 5.1 km/h deutlich tiefer als bei Messobjekten mit Horizontalversatz und seitlicher Einengung.
- Die Durchschnittsgeschwindigkeit an den beiden Messobjekten in einer Tempo-50-Zone ist wesentlich höher (mehr als 11 km/h) als bei den Messungen in Tempo-30-Zonen.

### Fazit

Da bei der Verkehrsberuhigungsmassnahme Vertikalversatz grössere Geschwindigkeitsreduktionen bei gleichzeitig kaum wahrnehmbaren höheren Mittelungspegeln erreicht werden können, ist diese Massnahme als effektiv zu bewerten. Bei der Planung des Vertikalversatzes (Neigung, Grösse und Art der Gestaltung der Rampe) ist darauf zu achten, dass nicht ein zusätzliches Störpotenzial geschaffen wird, welches den Gesamteindruck der Massnahme mindert.

## 7.6 Vergleich aller Messobjekte

Im Folgenden werden die Schallpegel und die Durchschnittsgeschwindigkeiten aller Messobjekte miteinander verglichen.

### 7.6.1 Schallpegel

In Abbildung 7.4 (siehe nachfolgende Seite) sind die auf 1 Stunde bezogenen Mittelungspegel aller Messobjekte gegenüber gestellt. Jede Säule stellt das energetische Mittel aller untersuchter Fahrzeuge dar, getrennt nach Verkehrsberuhigungsmassnahme und „freier Strecke“. Zusätzlich ist die Differenz der Schallpegel mit Massnahme und ohne Massnahme gegenüber gestellt.

#### Kommentar

- Pro Messobjekt konnten in der Regel 50 oder mehr Fahrzeuge ausgewertet werden. Ausnahmen stellen die Messobjekte M6, M10, M11, M13 (nur 25 Fz.) und M14 dar. Die Auswertung der Mittelungspegel (und auch der Durchschnittsgeschwindigkeit) über alle Fahrzeuge pro Messobjekt basiert damit auf einer ausreichenden statistischen Sicherheit.
- Der Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  aller Messobjekte in Tempo-30-Zonen beträgt mit Massnahme 34.0 dBA und ohne Massnahme (freie Strecke) 33.6 dBA.
- Der Streubereich, in welchem sich die gemittelten Schallpegel aller Messobjekte in Tempo-30-Zonen befinden, beträgt mit Massnahme 5.9 dB und ohne Massnahme (freie Strecke) 4.7 dB.
- Der Mittelungspegel  $L_{eq, 1h}$  der beiden Messobjekte im Bereich einer Tempo-50-Zone beträgt mit Massnahme 40.4 dBA und ohne Massnahme (freie Strecke) 41.7 dBA. Die Differenz zwischen der Tempo-30-Zone und Tempo-50-Zone liegt somit bei 6.4 dB (mit Massnahme) bzw. 8.1 dB (ohne Massnahme). Die Pegeldifferenz beinhaltet einen Zuschlag von 2 dB für die Geschwindigkeitszunahme von 30 auf 50 km/h (nach Berechnungsmodell STL-86+).
- Der Pegelunterschied mit/ohne Massnahme beträgt über alle Messobjekte in Tempo-30-Zonen gesehen 0.4 dB, während er bei den beiden Objekten in einer Tempo-50-Zone bei 1.3 dB liegt.

#### Fazit

Über alle Messobjekte in Tempo-30-Zonen betrachtet, ist der Mittelungspegel im Bereich der Verkehrsberuhigungsmassnahmen erstaunlich gleichmässig. Mit Ausnahme der Messobjekte M2 und M6 (Horizontalversatz und seitliche Einengung) und M11 (Vertikalversatz), die die Bandbreite bestimmen, liegen die energetischen Mittelungspegel beinahe unabhängig von der Art der Massnahme im Bereich von 32.3 bis 34.8 dBA. Es konnte festgestellt werden, dass die Massnahme Horizontalversatz und seitliche Einengung die tiefsten Mittelungspegel ergaben (Messobjekte M3 bis M5), gefolgt von Vertikalversätzen mit asphaltierten Rampen (Messobjekte M7 und M8). Vertikalversätze mit gepflasterten Rampen schneiden erwartungsgemäss deutlich schlechter ab, insbesondere wenn die Pflasterung in einem schlechten Zustand ist, nimmt das Störpotenzial durch die Rampenüberfahrt stark zu (Messobjekt M11).

Die Ergebnisse der beiden Messobjekte in Tempo-50-Zonen zeigen, dass dort die Mittelungspegel wesentlich höher liegen, was primär auf die höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten der Fahrzeuge im Bereich der Massnahmen zurückzuführen ist. Man kann sich auch vorstellen, dass bauliche Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf hohem Geschwindigkeitsniveau (grösser 50 km/h) schwieriger zu realisieren sind.

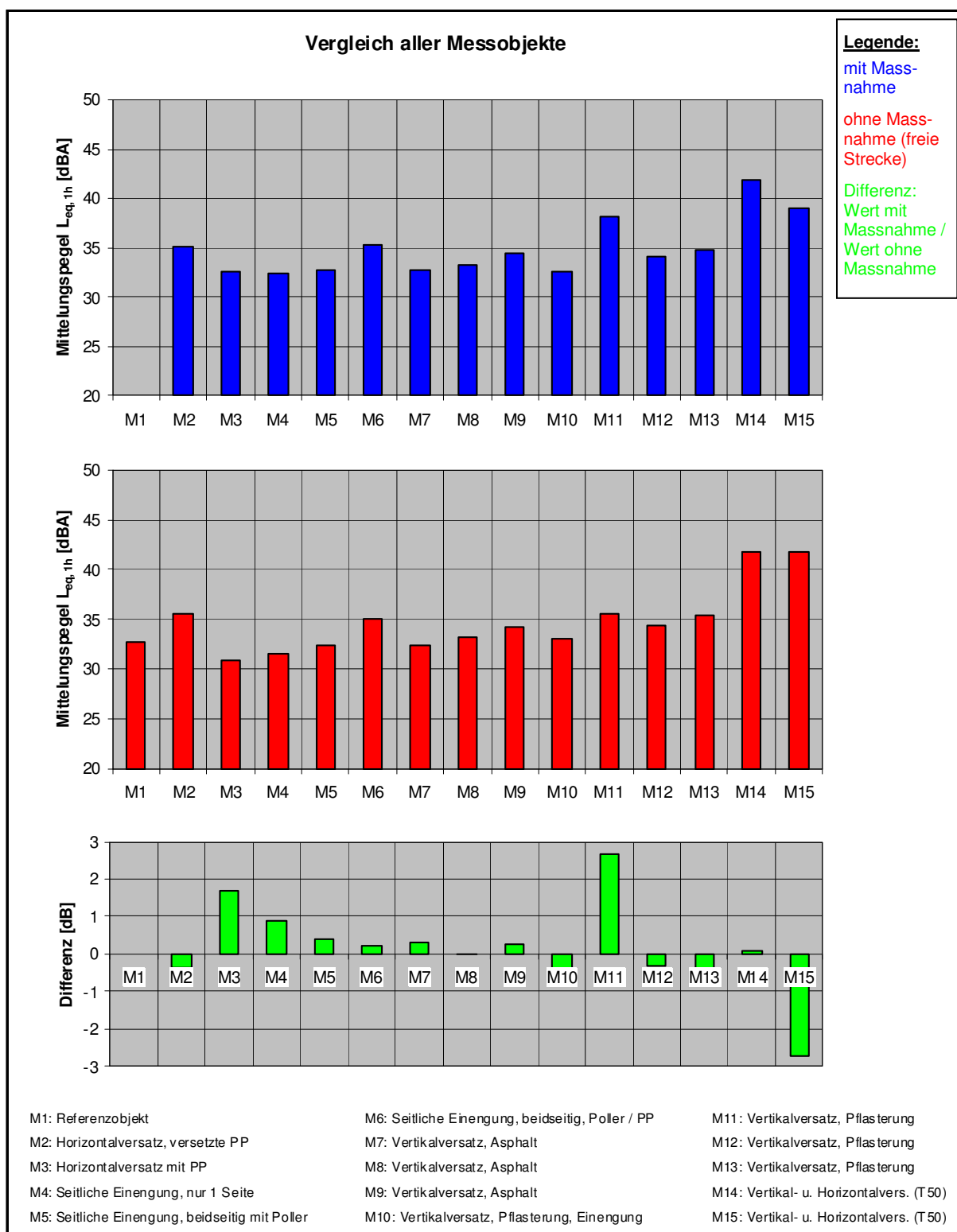


Abb. 7.4: Mittelungspegel aller Messobjekte



## 7.6.2 Durchschnittsgeschwindigkeit

In Abbildung 7.5 (siehe nachfolgende Seite) ist die Durchschnittsgeschwindigkeit aller Messobjekte gegenüber gestellt. Jeder Punkt bildet das arithmetische Mittel aller untersuchten Fahrzeuge ab, getrennt nach Verkehrsberuhigungsmassnahme und „freier Strecke“.

### Kommentar

- Was die statistische Sicherheit betrifft, gelten die gleichen Aussagen wie in Kap. 7.6.1. Es wurde dieselbe Anzahl Fahrzeuge ausgewertet wie beim Mittelungspegel im vorherigen Kapitel.
- Die Durchschnittsgeschwindigkeit aller Messobjekte in Tempo-30-Zonen beträgt mit Massnahme 26.3 km/h und ohne Massnahme (freie Strecke) 28.6 km/h.
- Die Durchschnittsgeschwindigkeit der beiden Messobjekte im Bereich einer Tempo-50-Zone beträgt mit Massnahme 37.4 km/h und ohne Massnahme (freie Strecke) 40.6 km/h. Die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Tempo-30- und Tempo-50-Zone liegt somit bei 11.1 km/h (mit Massnahme) bzw. 12.0 km/h (ohne Massnahme).
- Der Geschwindigkeitsunterschied mit/ohne Massnahme beträgt bei den Messobjekten in Tempo-30-Zonen 2.3 km/h, während er bei den beiden Objekten in einer Tempo-50-Zone bei 3.2 km/h liegt.
- Der Kurvenverlauf über alle Messobjekte zeigt, dass die Durchschnittsgeschwindigkeit der Messobjekte in Tempo-30-Zonen ohne Massnahmen (freie Strecke) nur geringfügig schwankt (einen Ausreisser nach unten stellt Messobjekt M7 dar): Die Bandbreite beträgt 5.0 km/h; dagegen ist die Streuung mit Verkehrsberuhigungsmassnahme wie erwartet hoch (Streuung: 15.7 km/h).

### Fazit

Anhand der Durchschnittsgeschwindigkeit lässt sich die Wirkung der jeweiligen Verkehrsberuhigungsmassnahme gut dokumentieren: Bei Horizontalversätzen und seitliche Einengungen (Messobjekte M2 bis M6) ist der Geschwindigkeitsverlauf relativ gleichmässig und der Unterschied mit/ohne Massnahme ist eher gering, d.h. die Geschwindigkeitsreduktion ist nicht besonders gross. Dagegen ist bei Vertikalversätzen (Messobjekte M7 bis M13) die Bandbreite sehr hoch, d.h. je nach Art des Vertikalversatzes kann die Reduktion der Geschwindigkeit sehr gross sein. Insgesamt betrachtet ist die Durchschnittsgeschwindigkeit an den Vertikalversätzen tiefer als an den Horizontalversätzen und seitlichen Einengungen.

Die beiden Messobjekte in Tempo-50-Zonen haben gezeigt, dass die Geschwindigkeiten erwartungsgemäss höher liegen als in Tempo-30-Zonen.

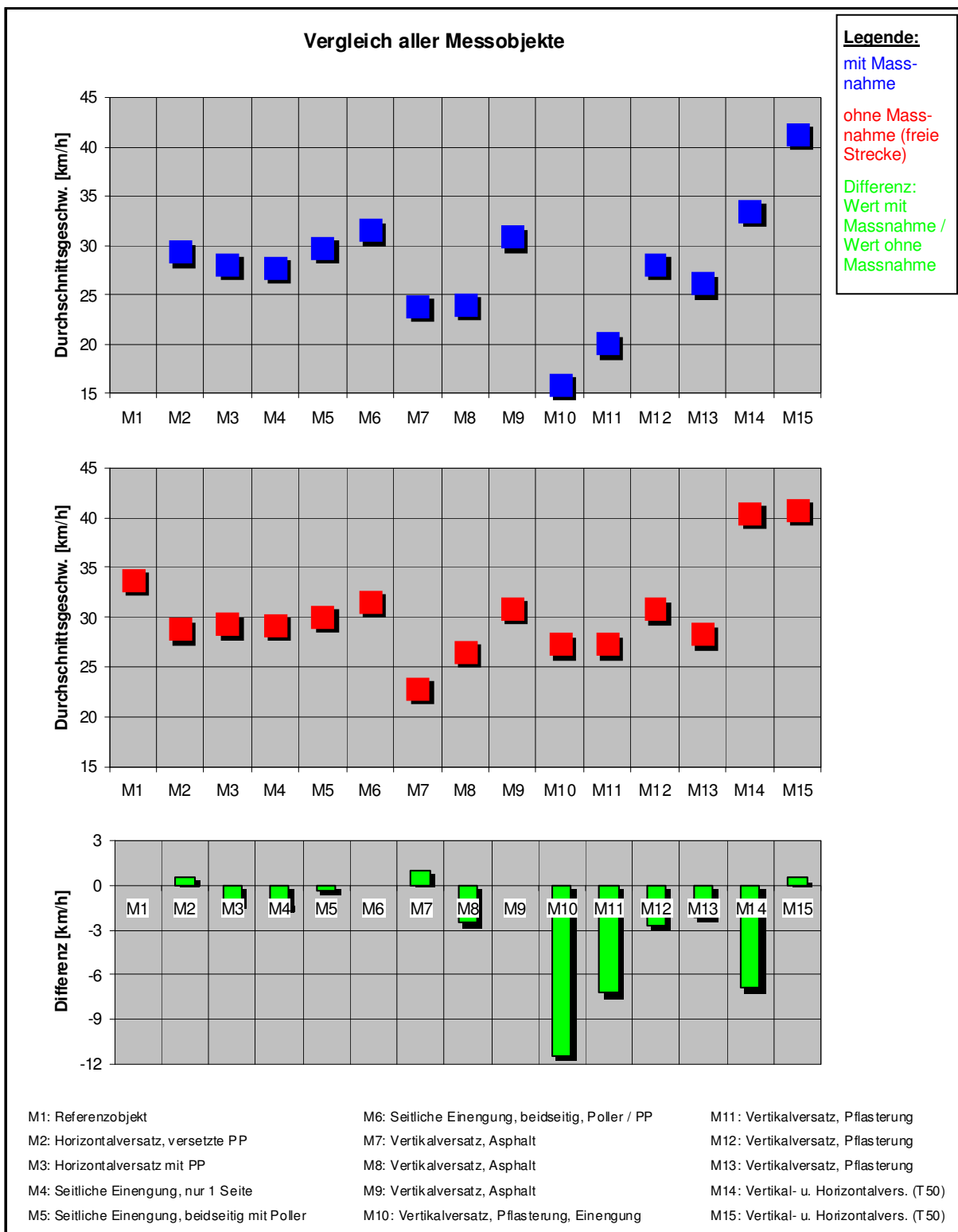


Abb. 7.5: Durchschnittsgeschwindigkeit aller Messobjekte

## 8 Folgerungen aus den Untersuchungen

### 8.1 Erkenntnisse aus den messtechnischen Untersuchungen

Die Ergebnisse der messtechnischen Untersuchungen (Kap. 6) und die Systemvergleiche der Verkehrsberuhigungsmassnahmen (Kap. 7) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

#### Schallpegel

- Über alle untersuchten Verkehrsberuhigungsmassnahmen gesehen, sind die Schallpegel bei Messobjekten mit Horizontalversatz und seitlicher Einengung am tiefsten, d.h. die Lärmbelastung durch die Massnahme ist an den umliegenden Liegenschaften am geringsten.
- Messobjekte mit Vertikalversätzen weisen je nach Art der Gestaltung unterschiedliche Ergebnisse auf: Die gemessenen Schallpegel bei asphaltierten Auffahrtsrampen liegen im Bereich der Pegel von Horizontalversätzen und seitlichen Einengungen; dagegen weisen gepflästerte Rampen deutlich höhere Schallpegel auf.
- Die Überfahrt von gepflästerten Rampen bei Vertikalversätzen beinhaltet ein erhebliches Störpotenzial. Die aufgezeichneten Pegel-Zeit-Verläufe belegen, dass einzelne Fahrzeugachsen als markante Peaks auftreten, d.h. pro Fahrzeug wird neben dem eigentlichen Vorbeifahrtsgeräusch noch zusätzlich ein Schlaggeräusch erzeugt, welches lokalisiert werden kann und als unangenehm empfunden wird.
- Die Unterschiede der Mittelungspegel mit/ohne Massnahme sind nur an 3 der 14 untersuchten Messobjekte grösser als 1 dB.
- Über alle Messobjekte in Tempo-30-Zonen betrachtet, ist der Mittelungspegel im Bereich der Verkehrsberuhigungsmassnahmen gleichmässig: Die Bandbreite ohne Berücksichtigung der 3 Ausreisser (Messobjekt M2, M6 und M11) beträgt lediglich 2.5 dB.
- Die beiden Messobjekte in Tempo-50-Zonen weisen im Bereich der Verkehrsberuhigungsmassnahmen um ca. 6 dB höhere Mittelungspegel auf, wobei 2 dB auf die Geschwindigkeitsdifferenz von 30 auf 50 km/h zurückzuführen ist. Die verbleibende Pegeldifferenz wird von der Fahrt mit höherer Geschwindigkeit durch das Verkehrsberuhigungselement (Vertikalversatz, Entwässerungsrinne) verursacht.

#### Geschwindigkeit

- Die tiefsten Durchschnittsgeschwindigkeiten konnten an Messobjekten mit Vertikalversätzen nachgewiesen werden. Je nach Art und Ausführung des Vertikalversatzes (Neigung, Grösse und Art der Rampe) kann die Geschwindigkeitsreduktion für die Strassenbenutzer sehr gross sein.
- Bei Messobjekten mit Horizontalversätzen und seitlichen Einengungen ist die Durchschnittsgeschwindigkeit ähnlich: Der Streubereich beträgt 3.8 km/h. Die Differenz der Geschwindigkeit mit/ohne Massnahme ist hier ebenfalls gering.
- Die Durchschnittsgeschwindigkeit am Referenzobjekt (siehe Kap. 5.8) ist höher als an allen Messobjekten in Tempo-30-Zonen (im Bereich zwischen den Verkehrsberuhigungselementen), d.h. eine reine Geschwindigkeitssignalisation führte im untersuchten Fall zu höheren Fahrzeuggeschwindigkeiten als bei Messobjekten mit Verkehrsberuhigungsmassnahmen.
- Die beiden Messobjekte in Tempo-50-Zonen weisen im Bereich der Verkehrsberuhigungsmassnahmen um ca. 11 km/h höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten auf als in Tempo-30-Zonen.

## 8.2 Wesentliche Punkte aus akustischer Sicht

Bei der Planung von Verkehrsberuhigungsmassnahmen besteht ein Zielkonflikt zwischen Lärmschutz und Verkehrssicherheit: Die Einengung des Verkehrsraumes wirkt sich in der Regel ungünstig auf die bestehende Lärmsituation aus; hingegen birgt eine Geschwindigkeitsversteigerung Verbesserungspotenzial für den Lärmschutz. Die Auswahl des geeigneten Verkehrsberuhigungselementes sollte nicht nur vom Verkehrsaufkommen und den Unterhaltsaufwendungen abhängen, sondern auch aus akustischer Sicht beurteilt werden. Deshalb werden im Folgenden speziell aus der Sichtweise des Lärmschutzes die wichtigsten Punkte für die Projektierung von Verkehrsberuhigungsmassnahmen zusammengestellt.

### Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung

- Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass mit Vertikalversätzen grössere Geschwindigkeitsreduktionen erreicht werden als mit Horizontalversätzen und seitlichen Einengungen. Allerdings können je nach Art der Gestaltung des Vertikalversatzes die Lärmemission und das Störpotenzial bei Rampenüberfahrt zunehmen.
- Platzierung der Verkehrsberuhigungsmassnahme: Die Massnahme (insbesondere Vertikalversätze) sollte nicht direkt vor Fenster lärmempfindlicher Räume zu liegen kommen.
- Ausführung eines Vertikalversatzes: Plattenförmige Vertikalversätze über die gesamte Fahrbahnbreite (siehe Abb. 3.1) mit asphaltierten Rampen haben sich als besonders günstig in Bezug auf die Lärmemissionen und die Geschwindigkeitsreduktionen erwiesen. Je nach Grösse können viereckförmige Vertikalversätze („Kissen“, siehe Abb. 3.2) von den Verkehrsteilnehmern umfahren werden ohne die Geschwindigkeit zu vermindern. Dies sollte vermieden werden.
- Bei den untersuchten Vertikalversätzen wurden Rampen mit Neigungen von 4 bis 20% angetroffen. Sämtliche Konstruktionen führten zu einer messbaren Verringerung der Geschwindigkeit im Bereich der Massnahmen.
- Gepflästerte Rampen weisen in der Regel höhere Lärmemissionen auf als asphaltierte Rampen. Insbesondere bei Rampenlängen von mehr als 0.5 m kann bei gepflästerter Ausführung die Lärmbelastung wahrnehmbar zunehmen. Auf Pflästerungen im Rampenbereich sollte daher verzichtet werden.
- Auffällige Struktur- und Farbkontraste (siehe Bsp. Blickensdorferstrasse, Messung M12) können die Wirksamkeit der Massnahmen (hier: Vertikalversatz mit Rampenneigung von 4%) verbessern.
- Entwässerung als Gestaltungselement: Zur Verschmälerung und Gliederung des Strassenraumes werden überfahrbare Entwässerungsrinnen in Strassenmitte oder am Strassenrand ausgeführt (siehe Bsp. Route du Centre, Messung M13). Das Befahren der Abdeckgitter der Entwässerungsrinnen stellt eine erhebliche Lärmquelle und Störpotenzial für Liegenschaften entlang der Strasse dar (siehe Abb. 6.19). Falls solche Gestaltungselemente zum Einsatz kommen, sollte die Planung und Ausführung auch aus akustischer Sicht geprüft werden.

## 9 Weiteres Vorgehen

Zur weiteren Absicherung der Daten und Aussagen sowie Klärung verbleibender offener Fragen zu diesem Fachthema schlagen wir vor die folgenden Untersuchungsschritte noch abzuklären:

- Ausarbeitung eines akustischen Messkonzeptes zur einfachen methodischen Erfassung der Lärmimmissionen an Verkehrsberuhigungselementen. Als Zielsetzung wäre grundsätzlich eine messtechnische Kontrolle nach Fertigstellung neuer Verkehrsberuhigungsmassnahmen in Tempo-30-Zonen durchzuführen.
- Ermittlung des Einflusses der Verkehrsmenge (DTV) bzw. des Verkehrsflusses zusammen mit der realisierten Verkehrsberuhigungsmassnahme auf die Lärmsituation (z.B. Auswirkung pulsierender Verkehrsströme infolge Querschnittsverengungen auf die Lärmsituation). Basierend auf diesen Erkenntnissen kann die Verkehrsberuhigungsmassnahme in Abhängigkeit der Verkehrsmenge optimiert werden.

Bern, November 2010

**B+S AG**

## Situation



### Messstandort

Kanton Bern, Stadt Bern, Stöckackerstrasse

### Massnahme

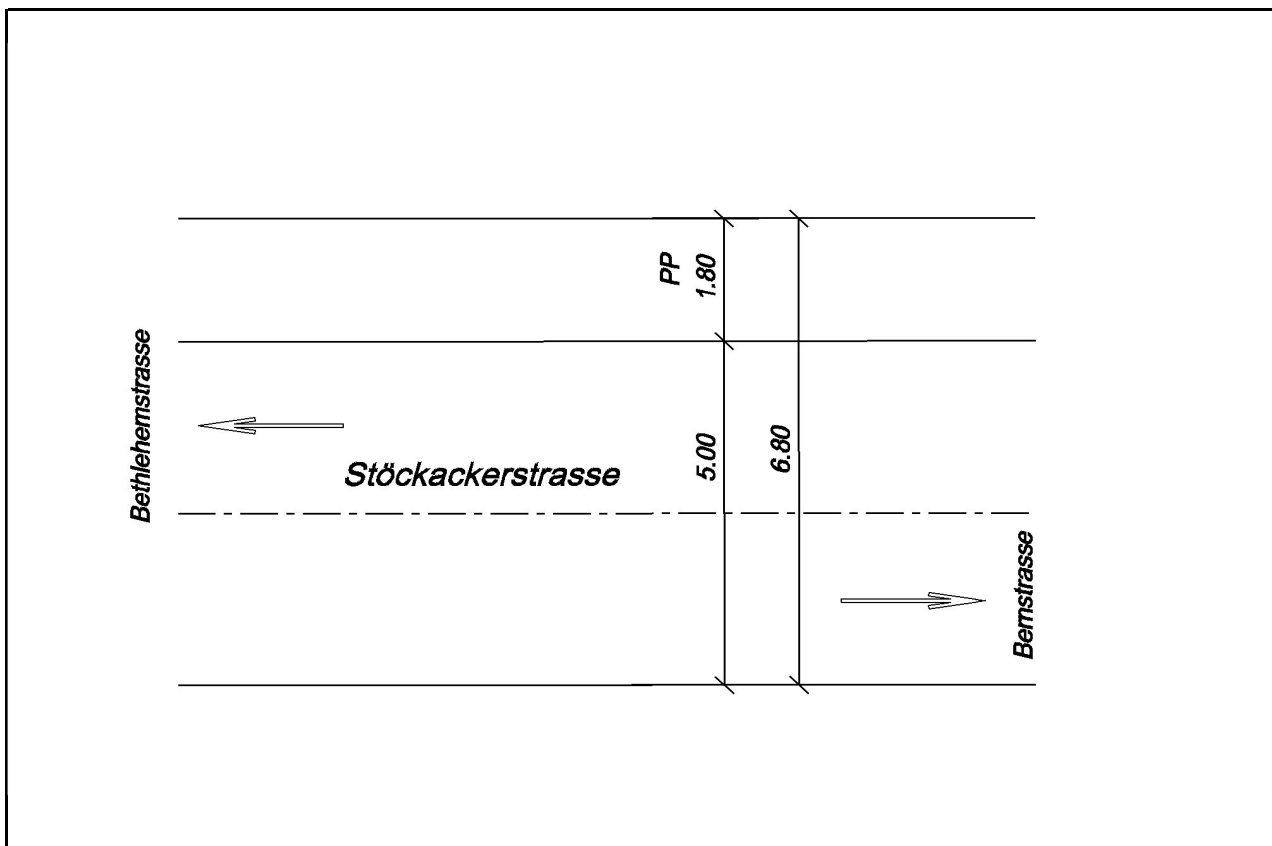
KEINE; Referenzobjekt

### Messung

Datum: 07.09.2006

Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 5.0m / 7.5m

## Grundriss / Längsschnitt

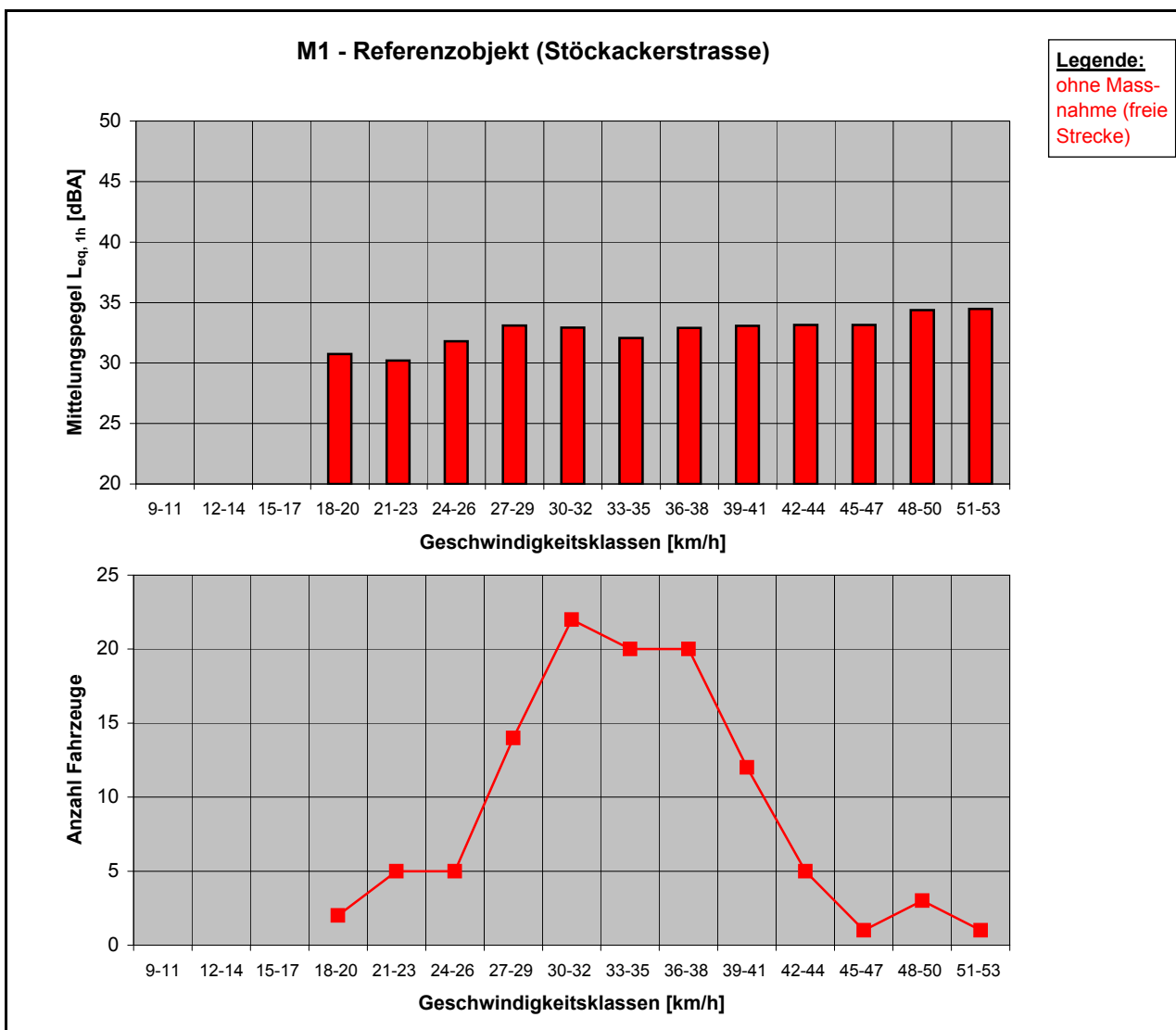


## Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



## Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messtandort

Kanton Bern, Stadt Bern, Reichenbachstrasse

### Massnahme

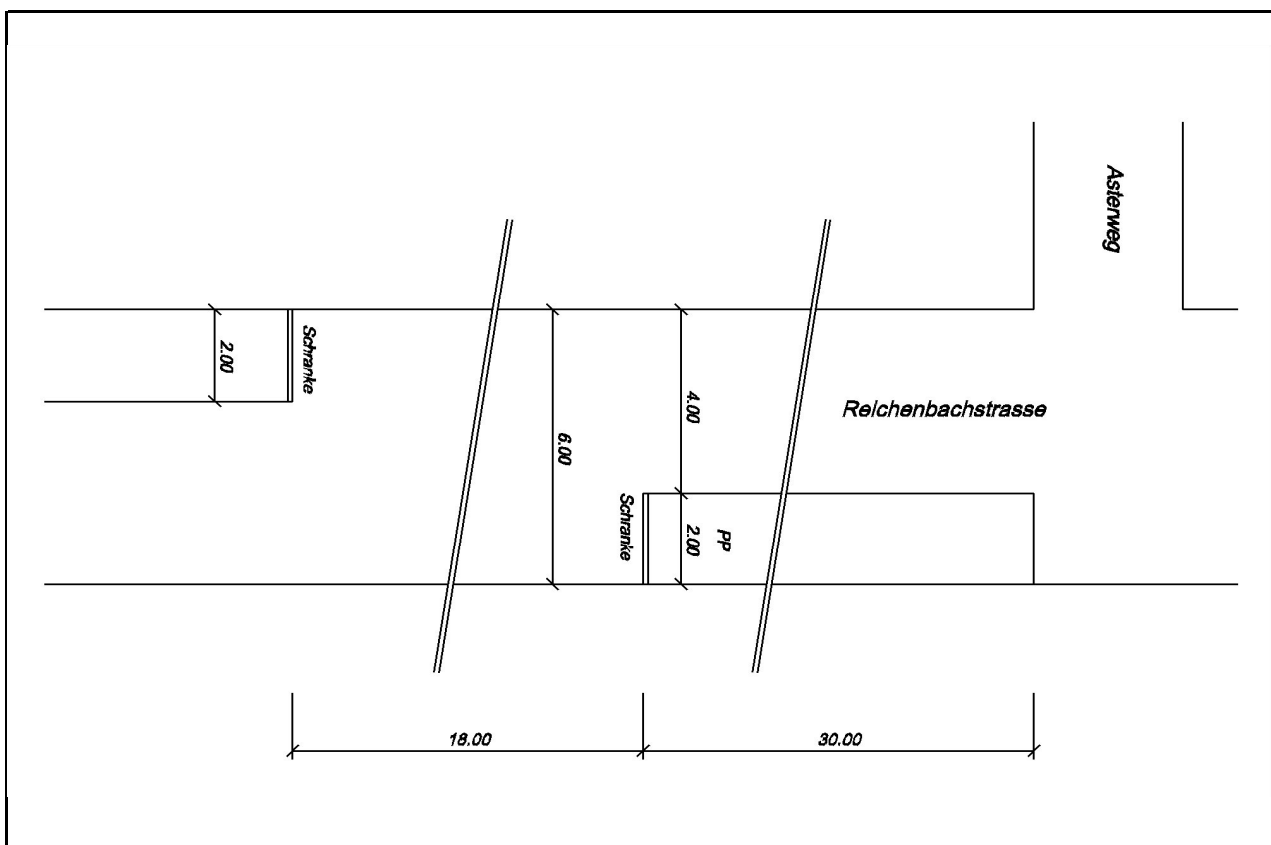
Horizontalversatz, versetzte Parkplätze mit Barrieren

### Messung

Datum: 05.09.2006

Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 5.0m

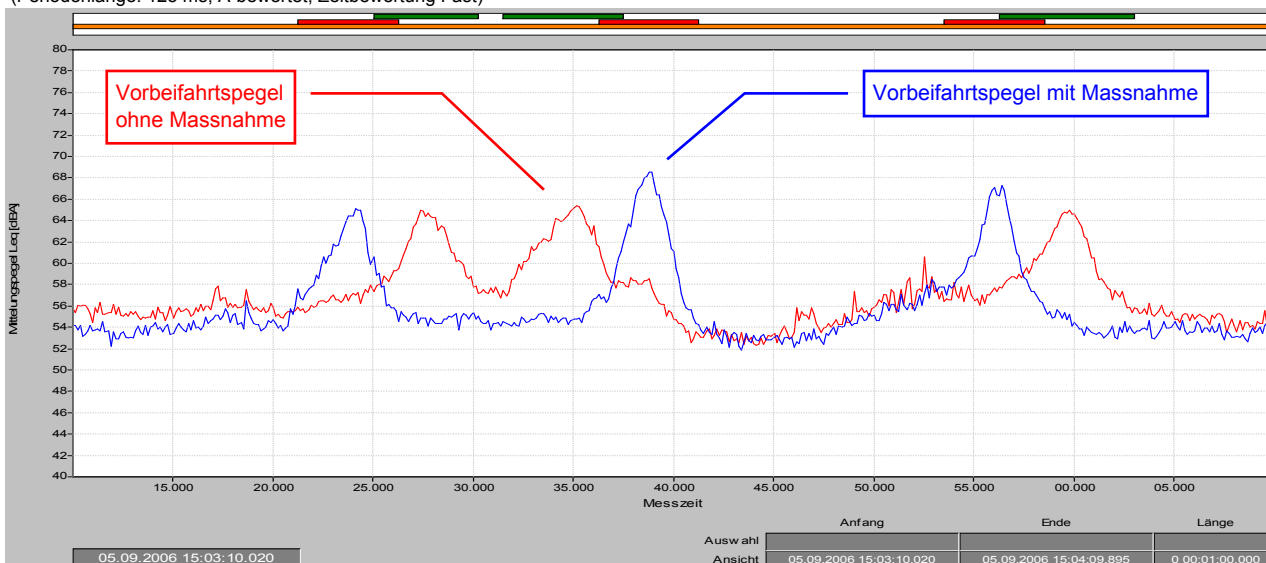
## Grundriss / Längsschnitt



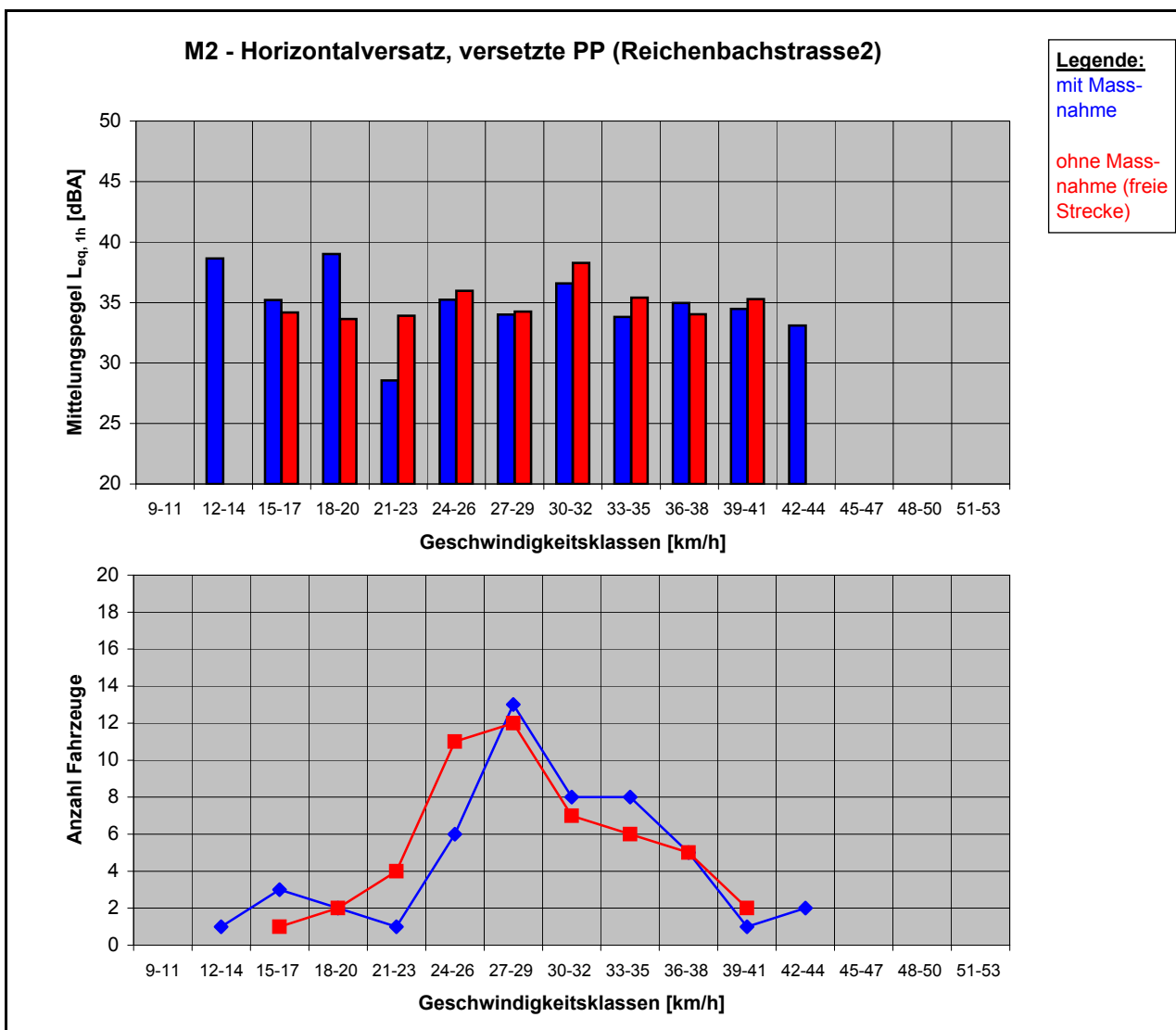


## Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



## Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messstandort

Kanton Bern, Stadt Bern, Egghölzlistrasse

### Massnahme

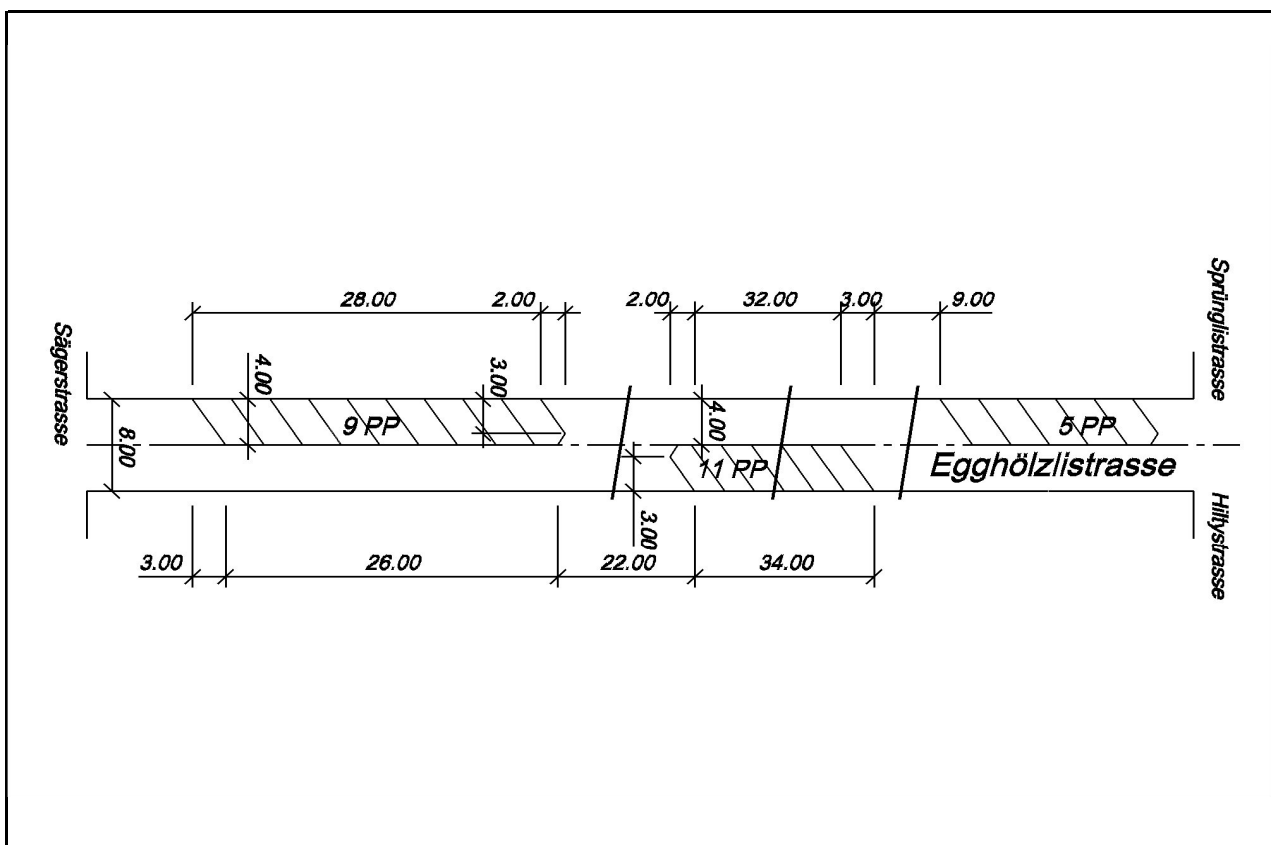
Horizontalversatz mit Parkplätzen

### Messung

Datum: 01.09.2006

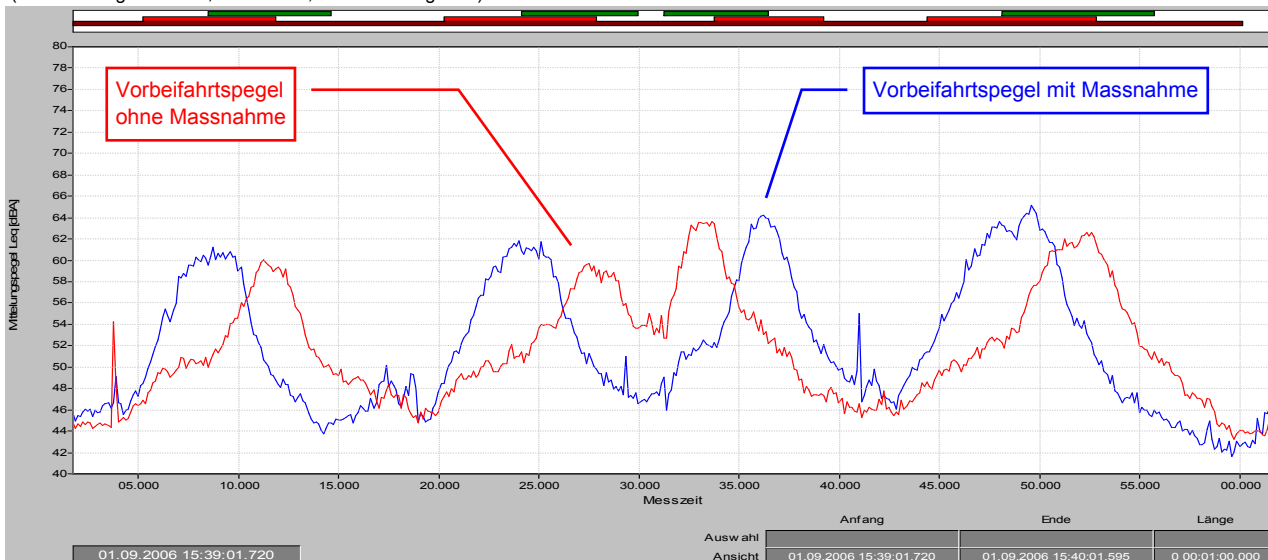
Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 7.5m

## Grundriss / Längsschnitt

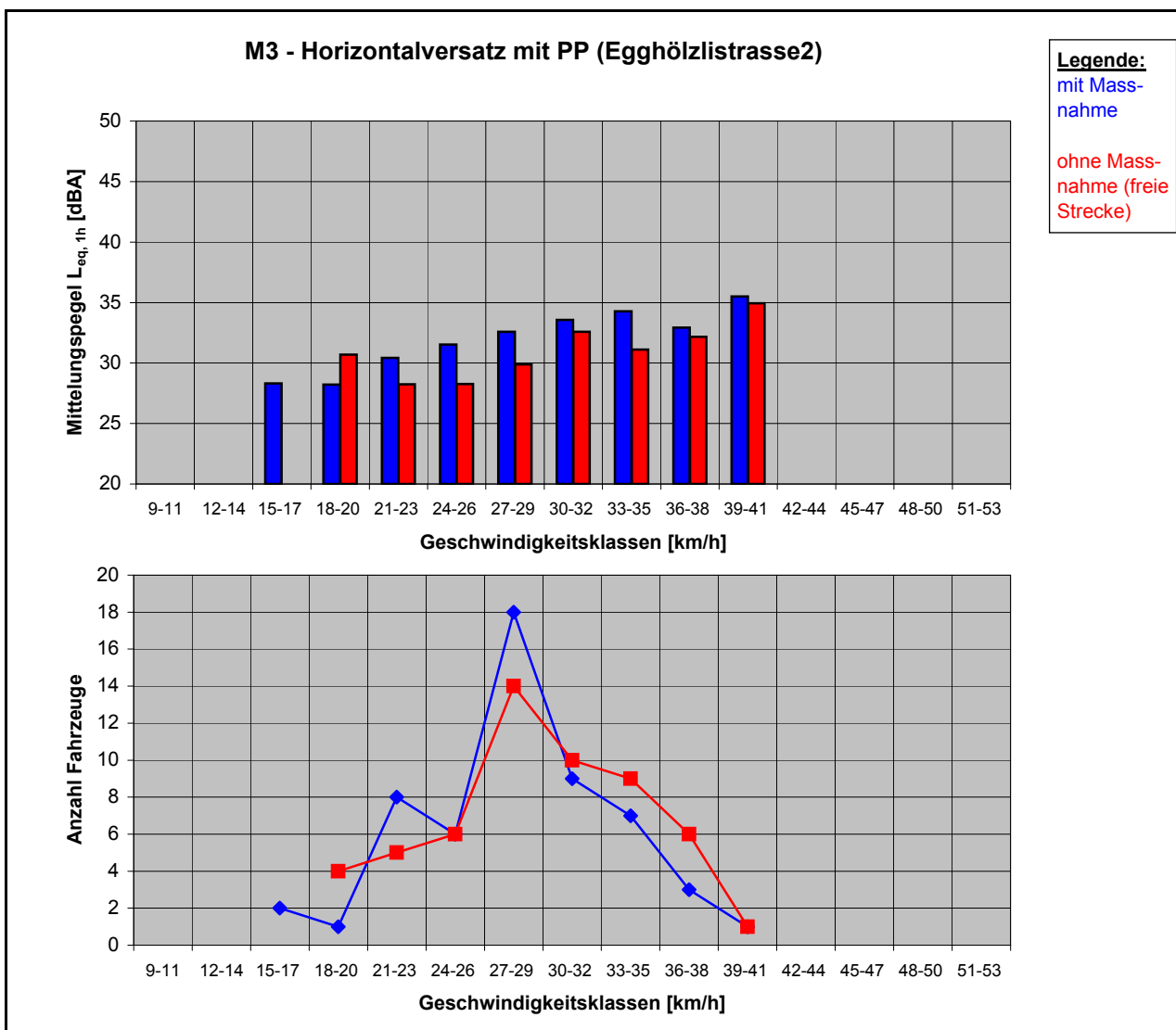


### Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



### Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messstandort

Kanton Bern, Stadt Thun, Freiestrasse

### Massnahme

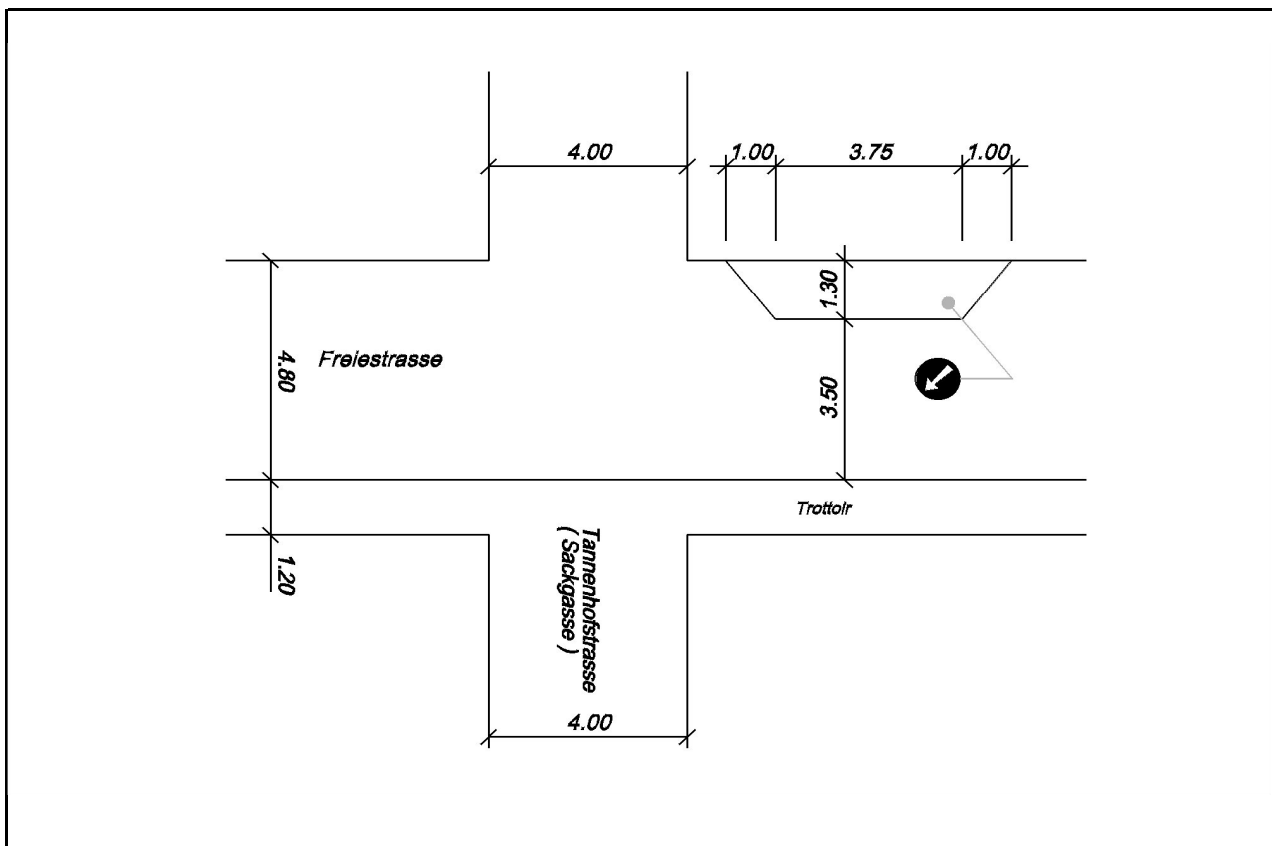
Seitliche Einengung, nur 1 Seite

### Messung

Datum: 05.09.2006

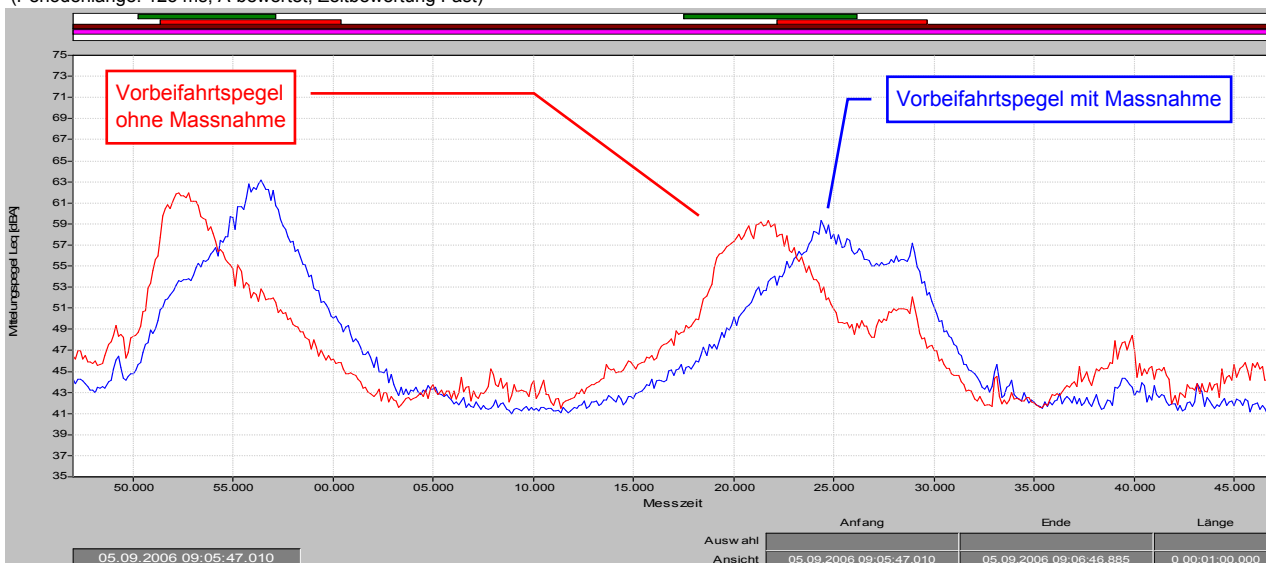
Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 7.5m

## Grundriss / Längsschnitt

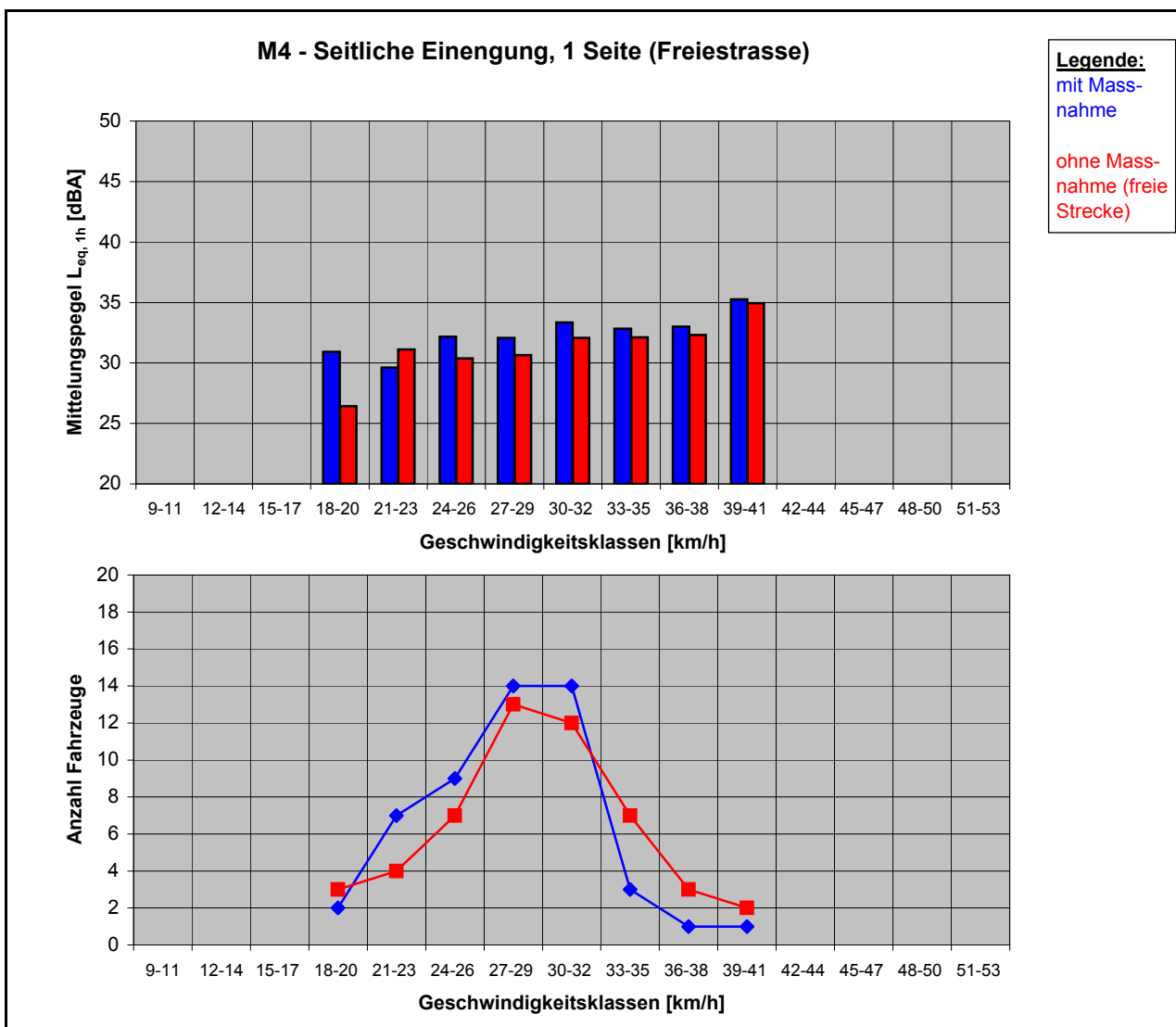


## Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



## Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messtandort

Kanton Zug, Gemeinde Steinhausen, Blickensdorferstrasse

### Massnahme

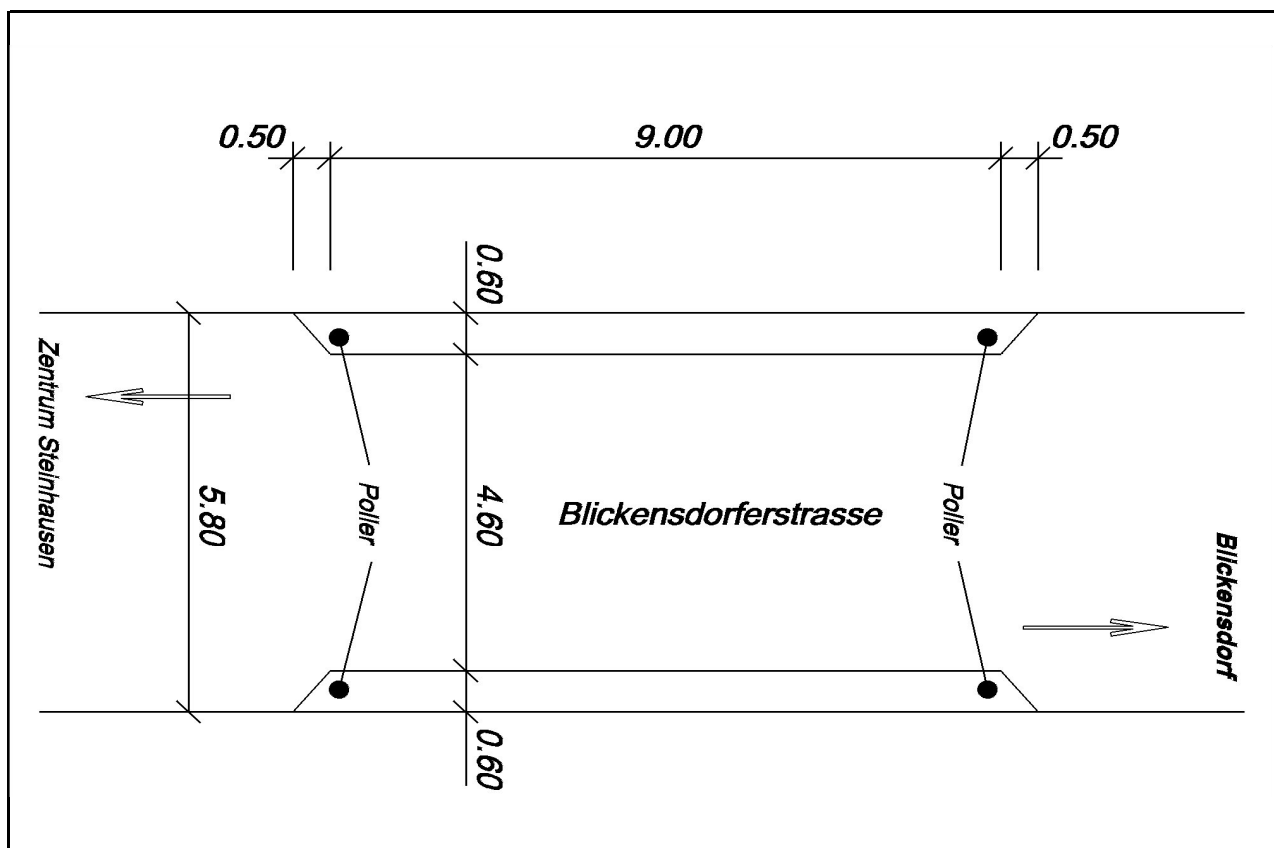
Seitliche Einengung, beidseitig mit Poller

### Messung

Datum: 06.09.2006

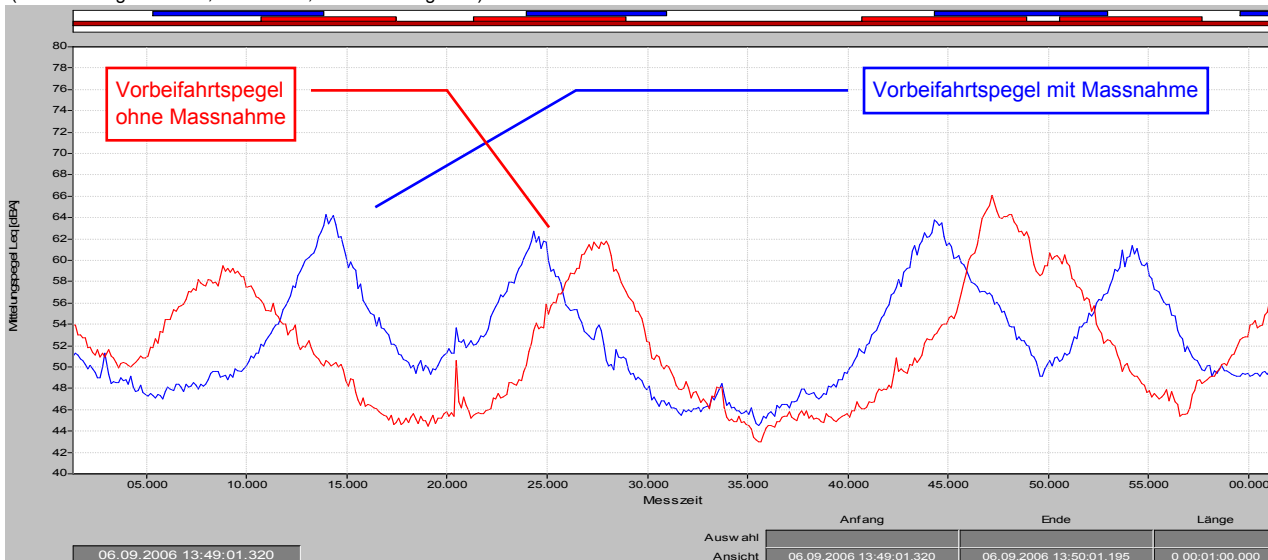
Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 7.5m

## Grundriss / Längsschnitt

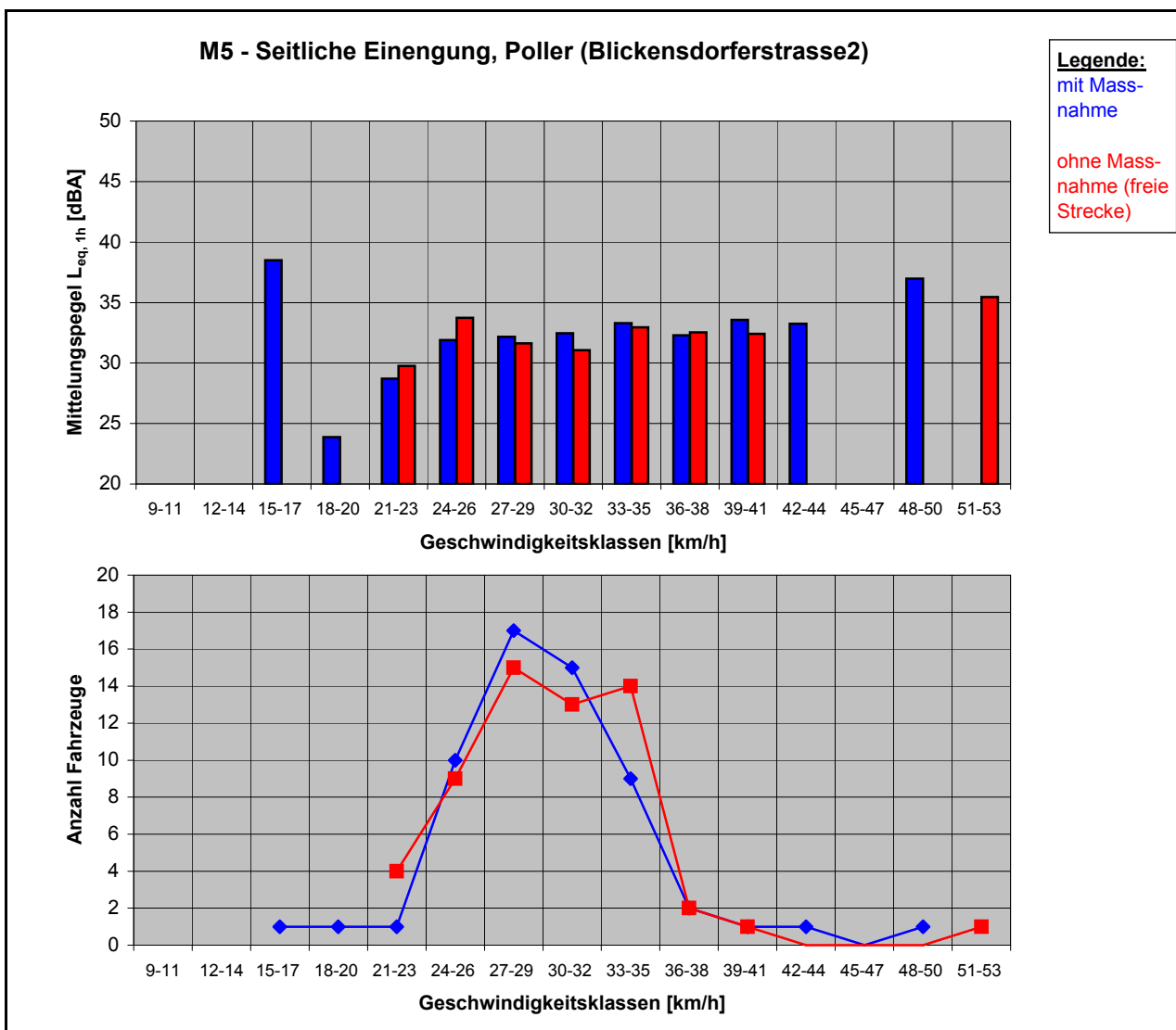


### Pegel-Zeit-Verlauf

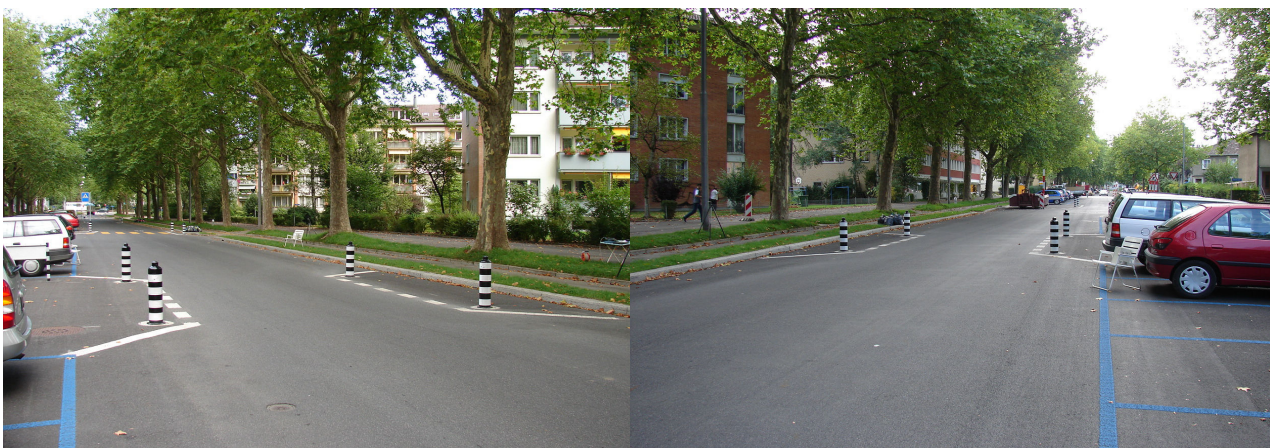
(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



### Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messtandort

Kanton Bern, Stadt Bern, Tellstrasse

### Massnahme

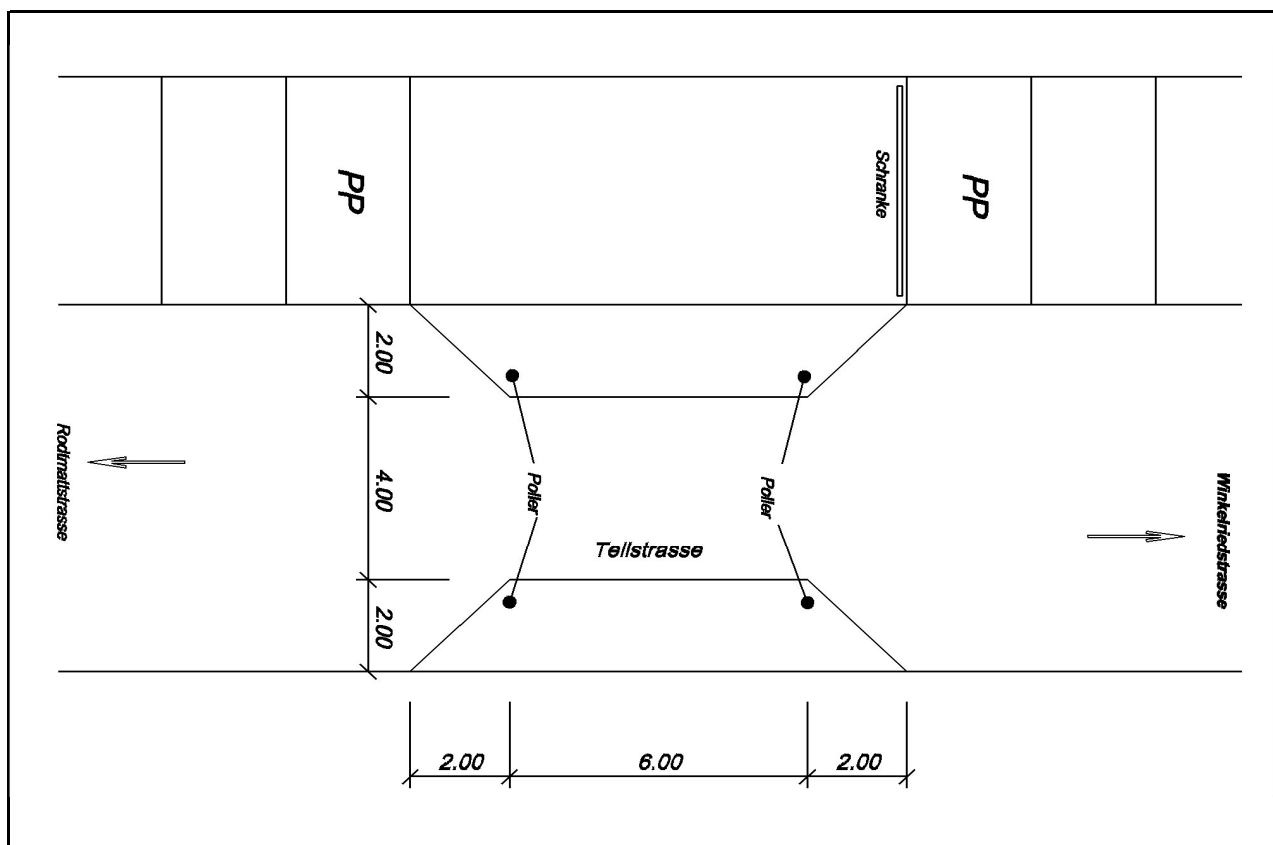
Seitliche Einengung, beidseitig mit Poller und Parkplätze

### Messung

Datum: 04.09.2006

Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 7.5m

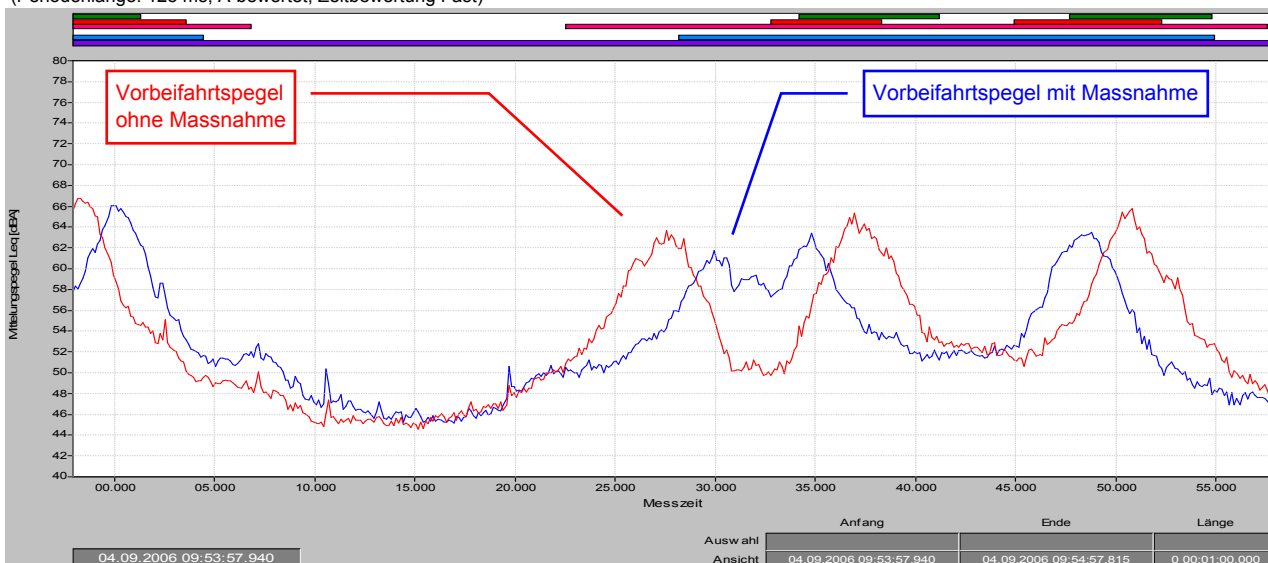
## Grundriss / Längsschnitt



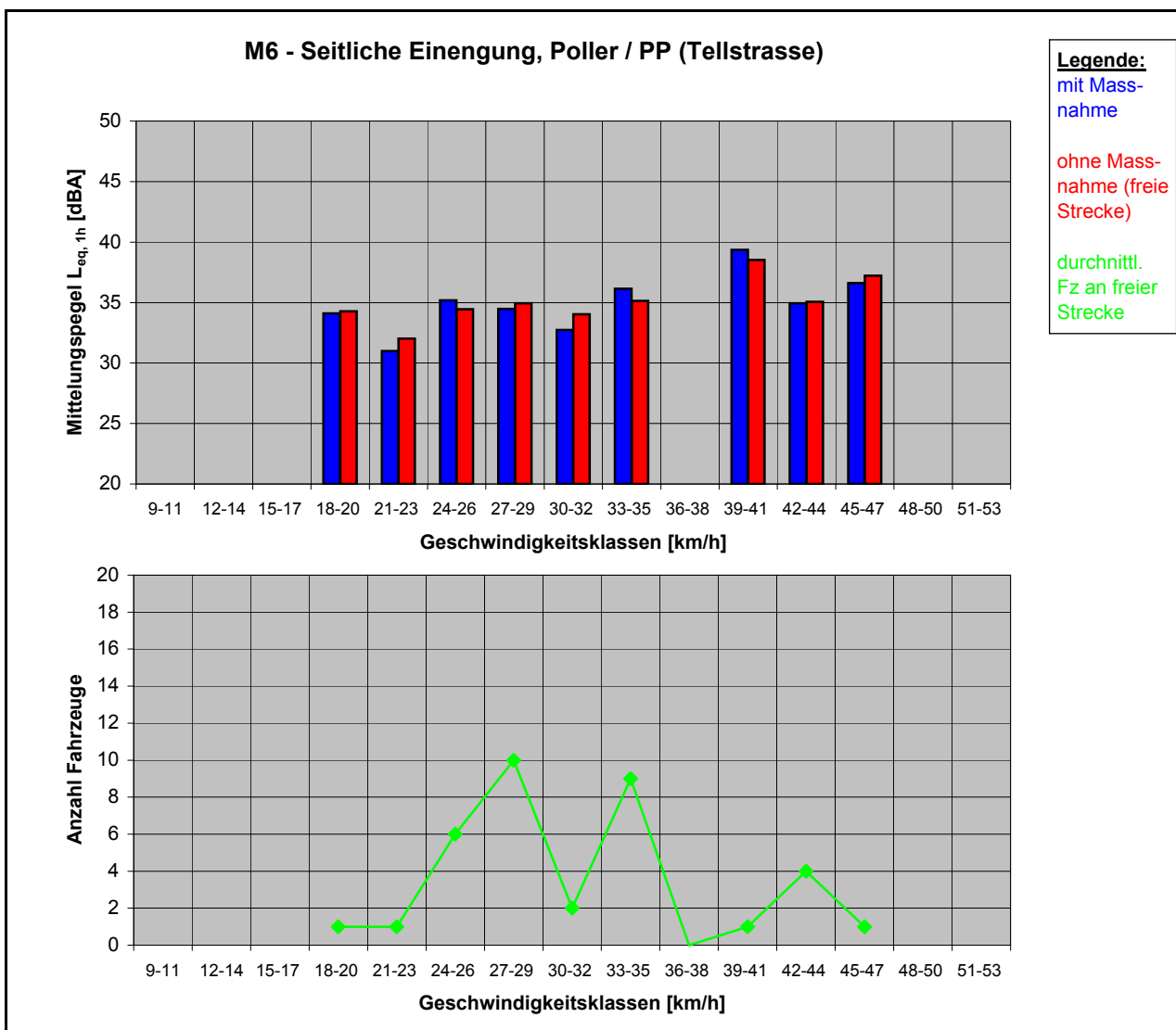


### Pegel-Zeit-Verlauf

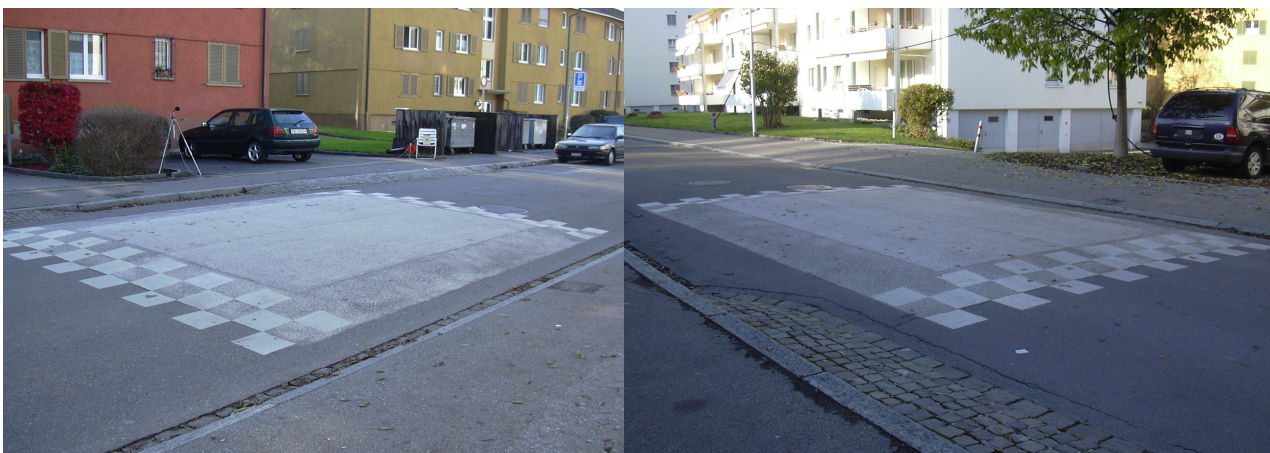
(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



### Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messstandort

Kanton Zürich, Stadt Zürich, Altwiesenstrasse

### Massnahme

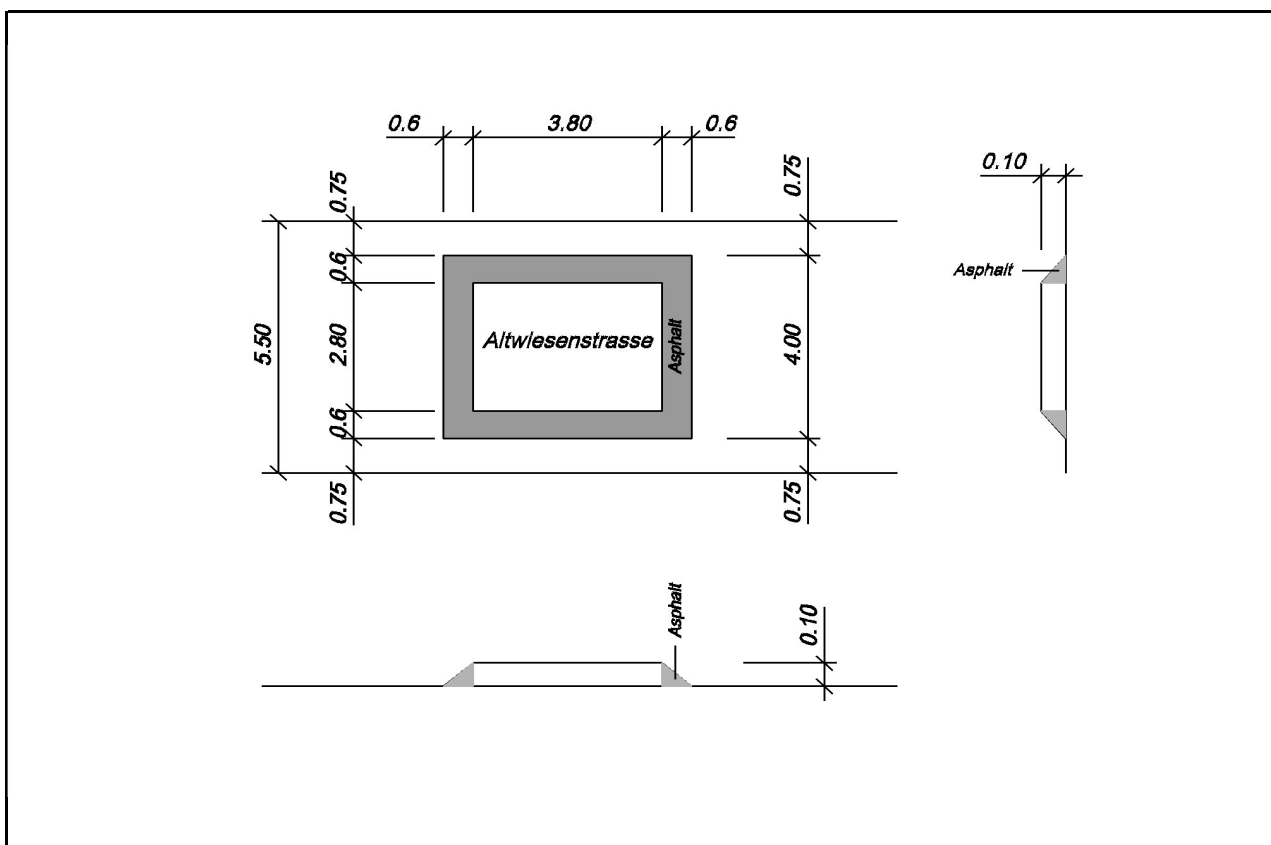
Vertikalversatz, asphaltierte Rampen ("Kissen"), Neigung: 17%

### Messung

Datum: 16.11.2006

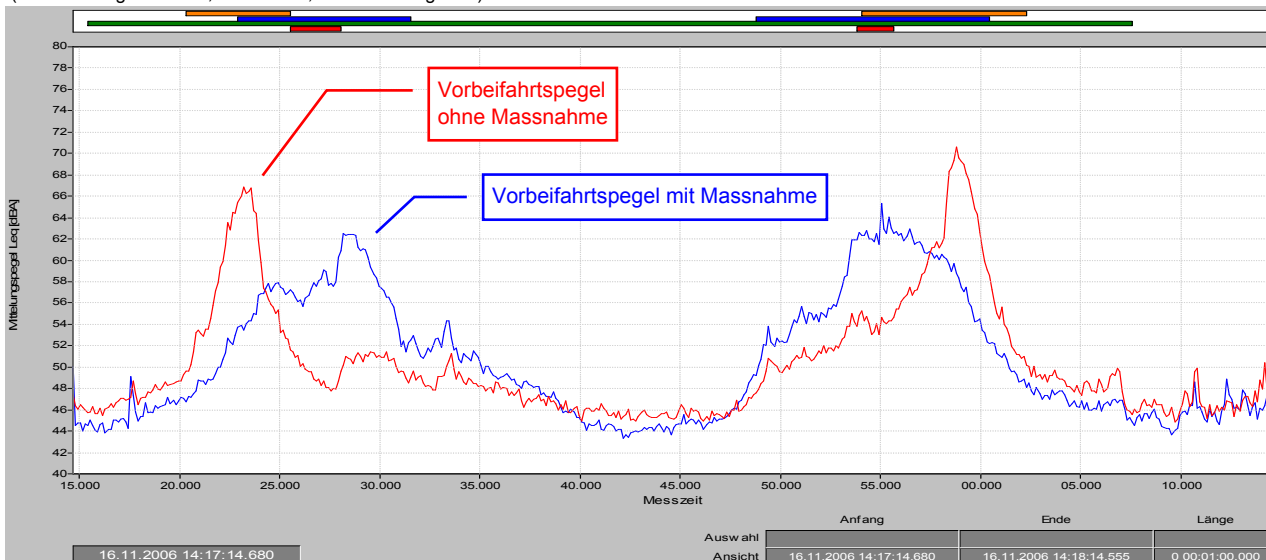
Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 5.0m

## Grundriss / Längsschnitt

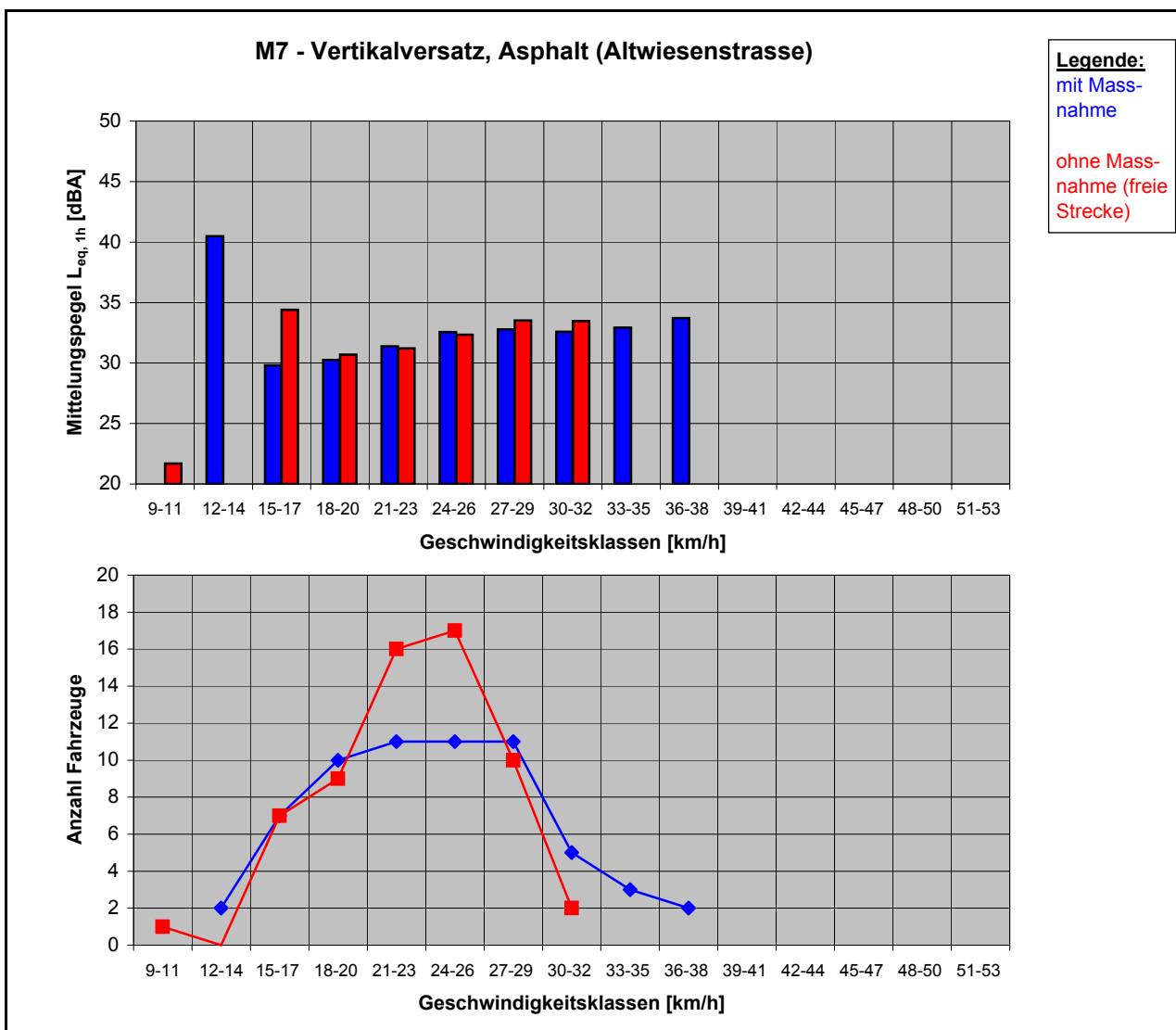


## Pegel-Zeit-Verlauf

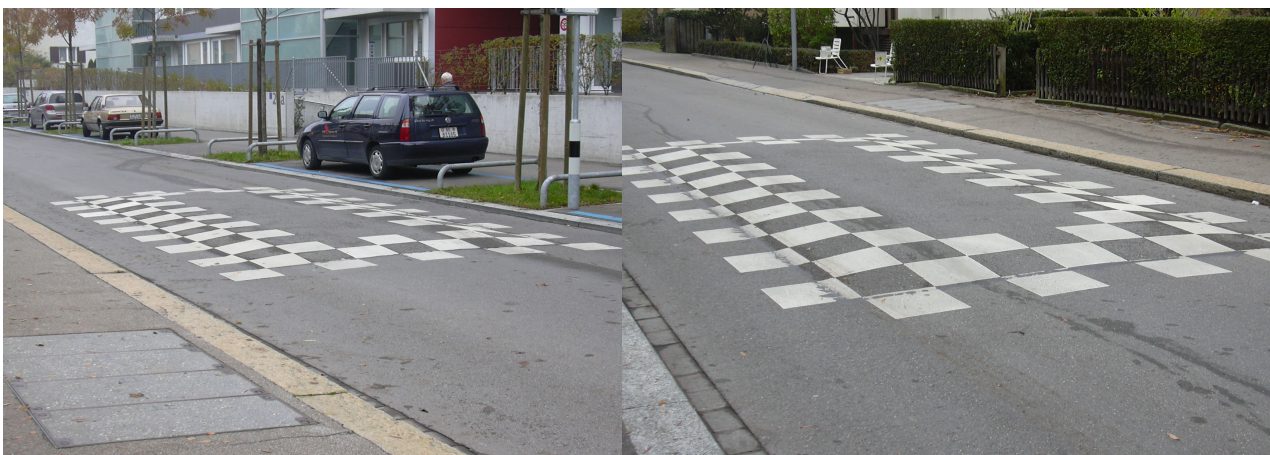
(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



## Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messstandort

Kanton Zürich, Stadt Zürich, Dennlerstrasse

### Massnahme

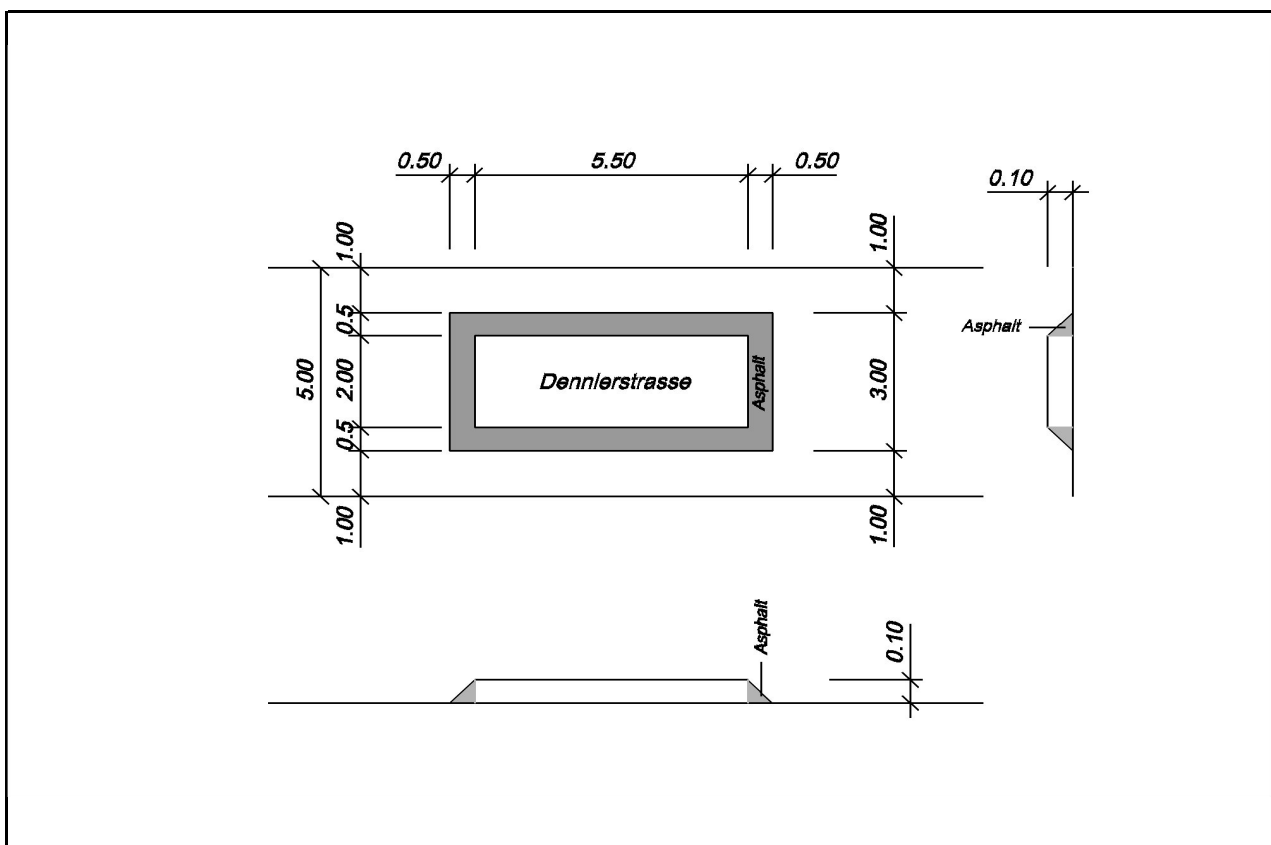
Vertikalversatz, asphaltierte Rampen ("Kissen"), Neigung: 20%

### Messung

Datum: 16.11.2006

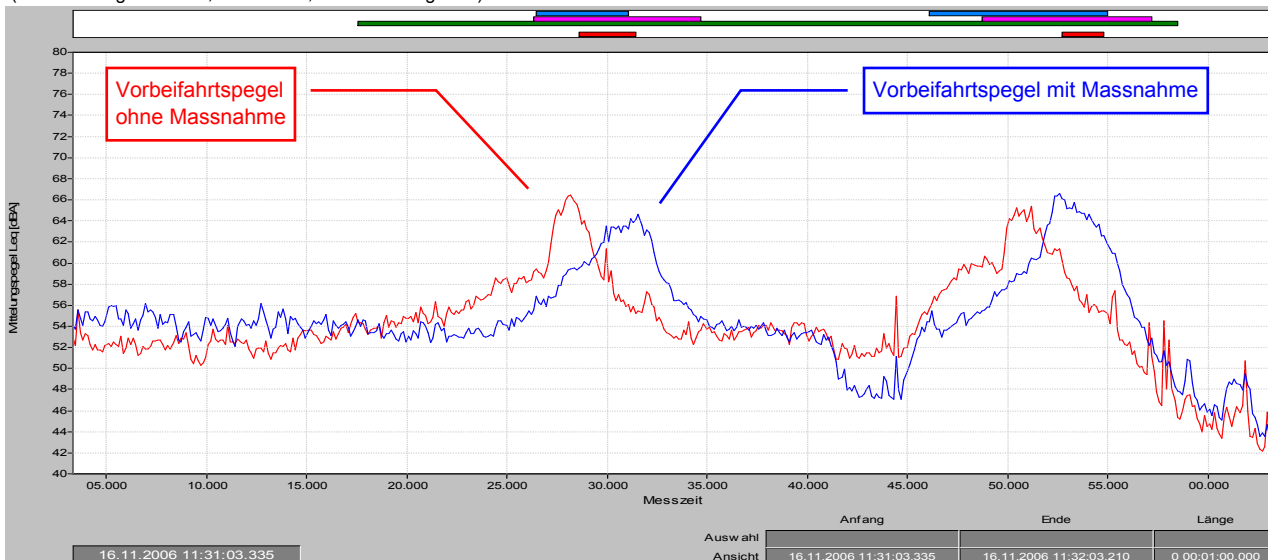
Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 5.0m

## Grundriss / Längsschnitt

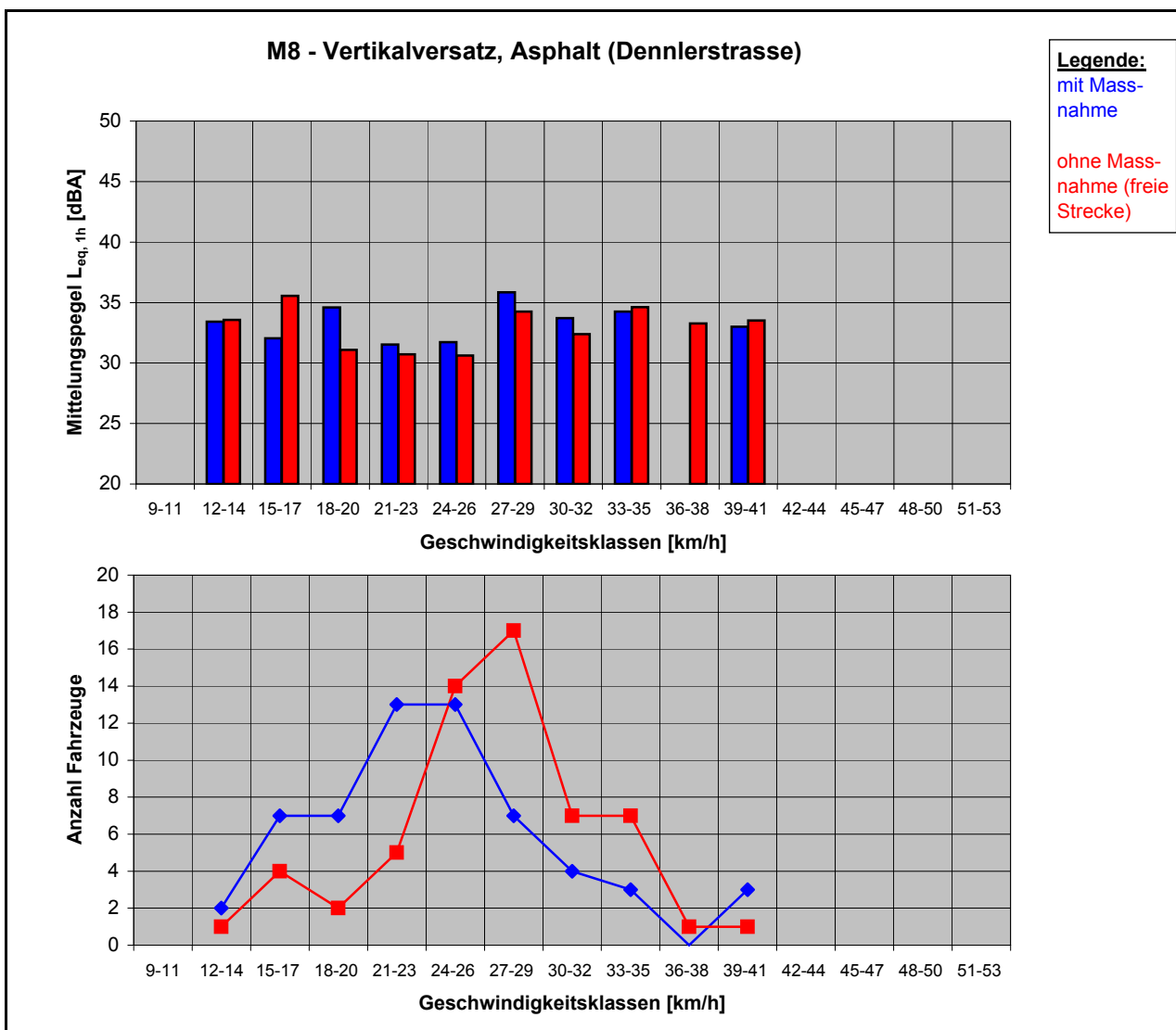


### Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



### Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messstandort

Kanton Bern, Stadt Bern, Morgenstrasse

### Massnahme

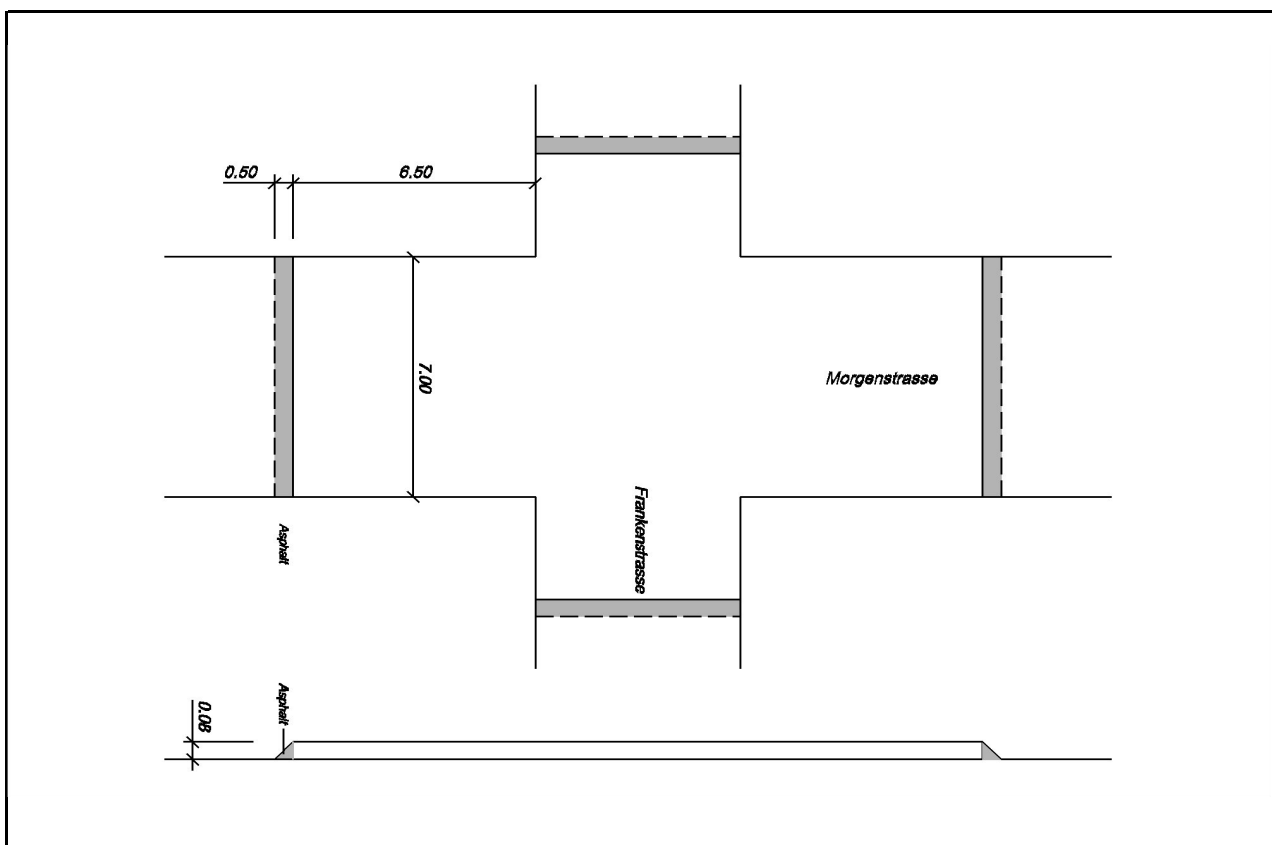
Vertikalversatz, asphaltierte Rampen, Neigung: 12%

### Messung

Datum: 04.09.2006

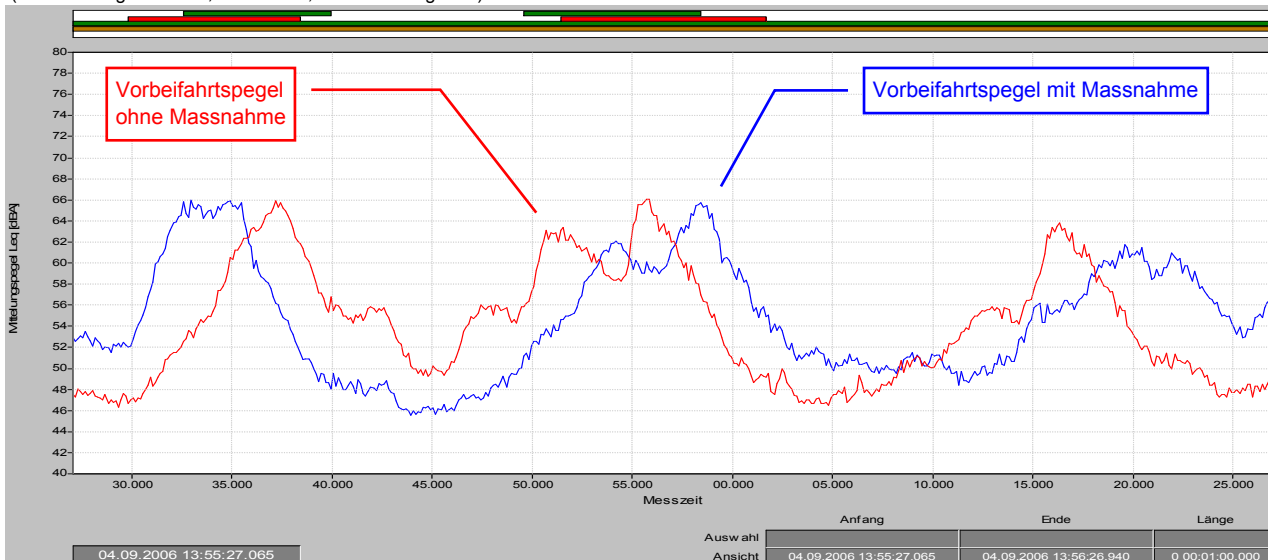
Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 7.5m

## Grundriss / Längsschnitt

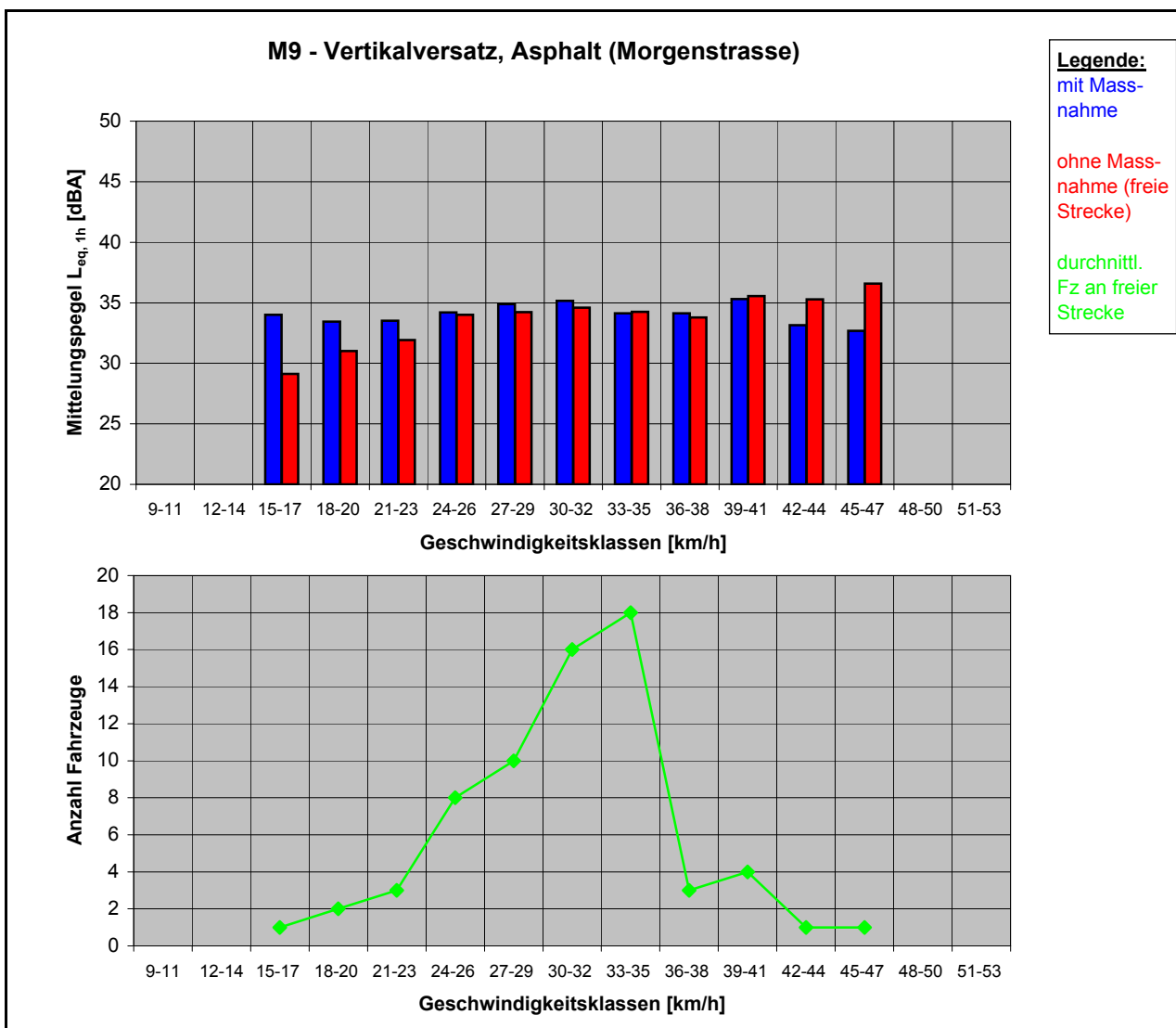


### Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



### Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messstandort

Kanton Bern, Stadt Bern, Reichenbachstrasse

### Massnahme

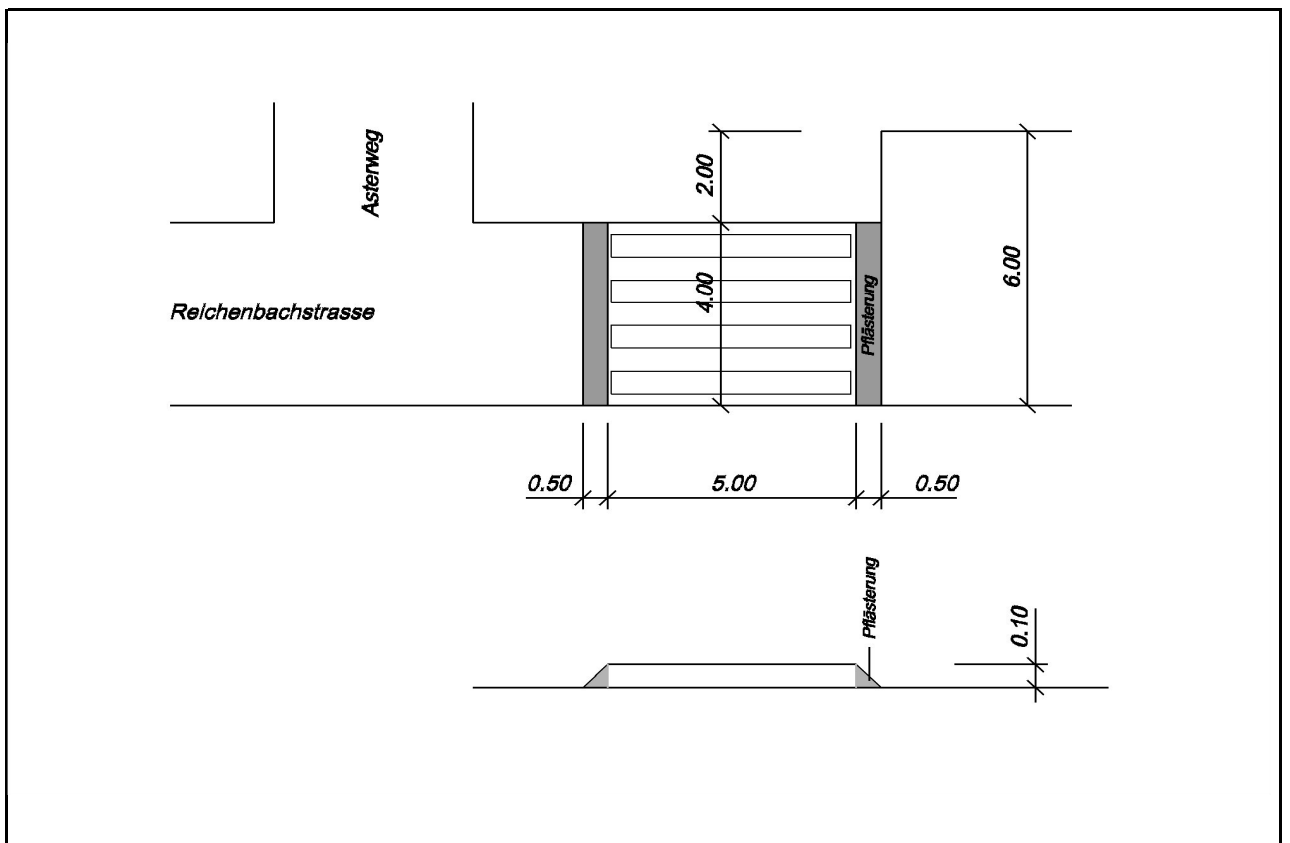
Vertikalversatz, gepflästerte Rampen, Neigung: 20%, seitliche Einengung (einseitig)

### Messung

Datum: 05.09.2006

Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 5.0m

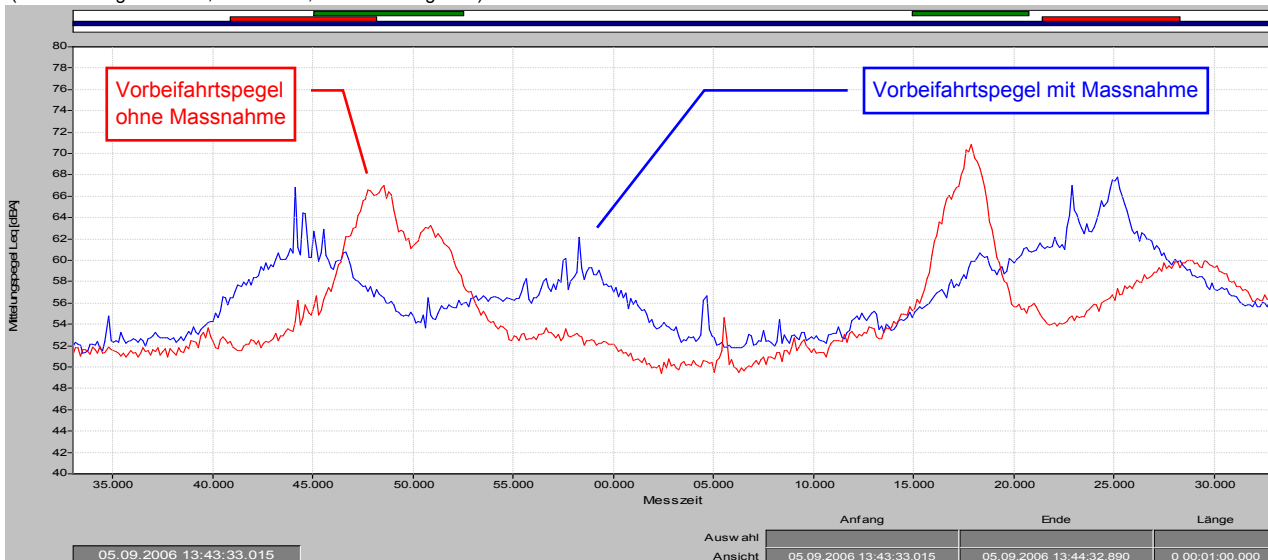
## Grundriss / Längsschnitt



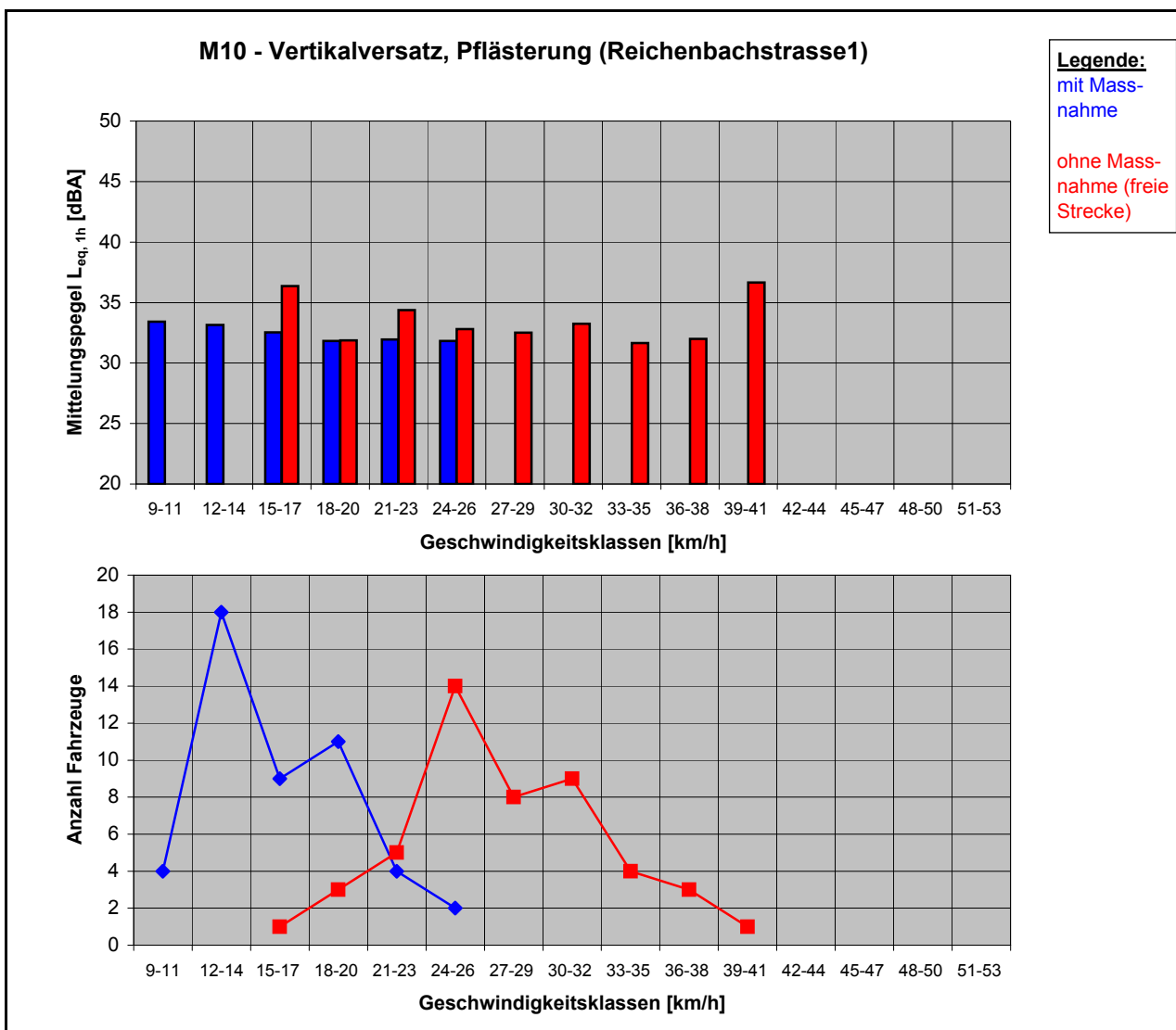


### Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



### Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messstandort

Kanton Bern, Stadt Bern, Seminarstrasse

### Massnahme

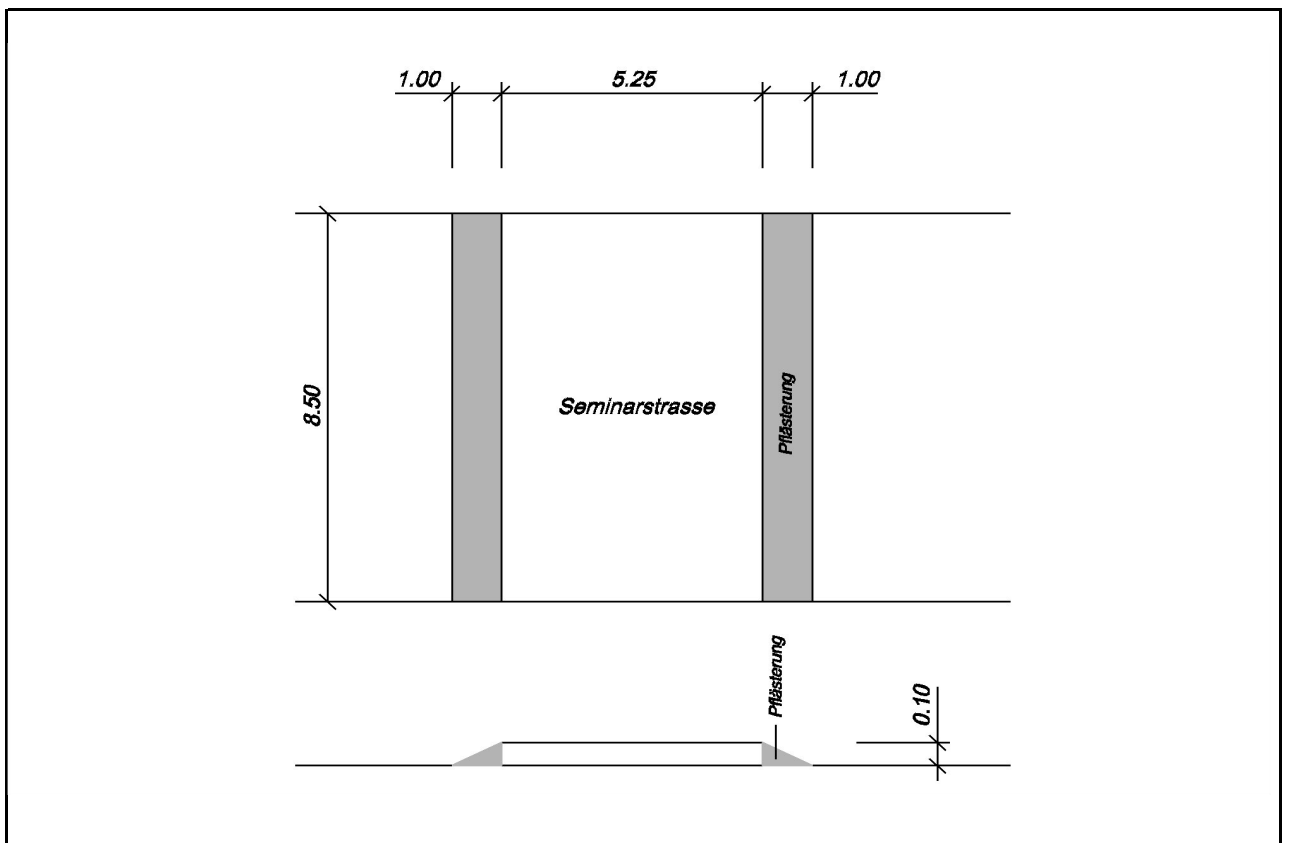
Vertikalversatz, gepflästerte Rampen, Neigung: 10%

### Messung

Datum: 02.08.2006

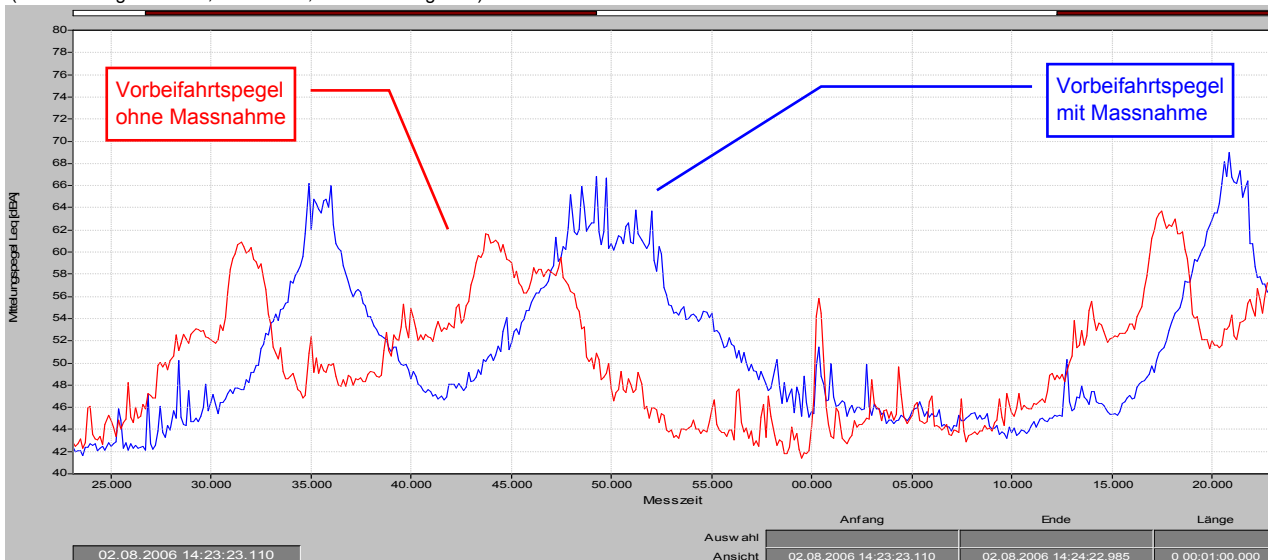
Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 7.5m

## Grundriss / Längsschnitt

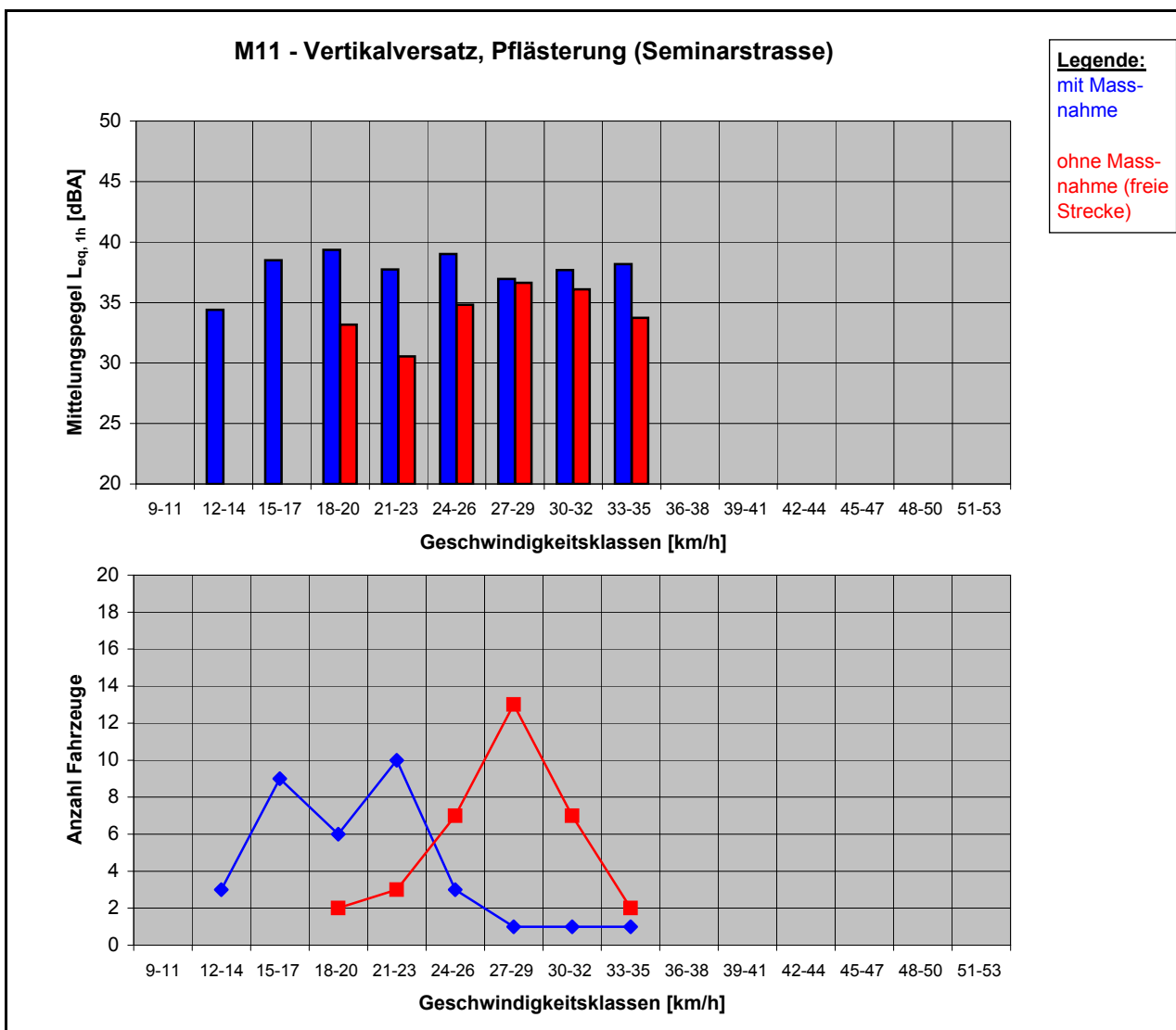


### Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



### Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messstandort

Kanton Zug, Gemeinde Steinhausen, Blickensdorferstrasse

### Massnahme

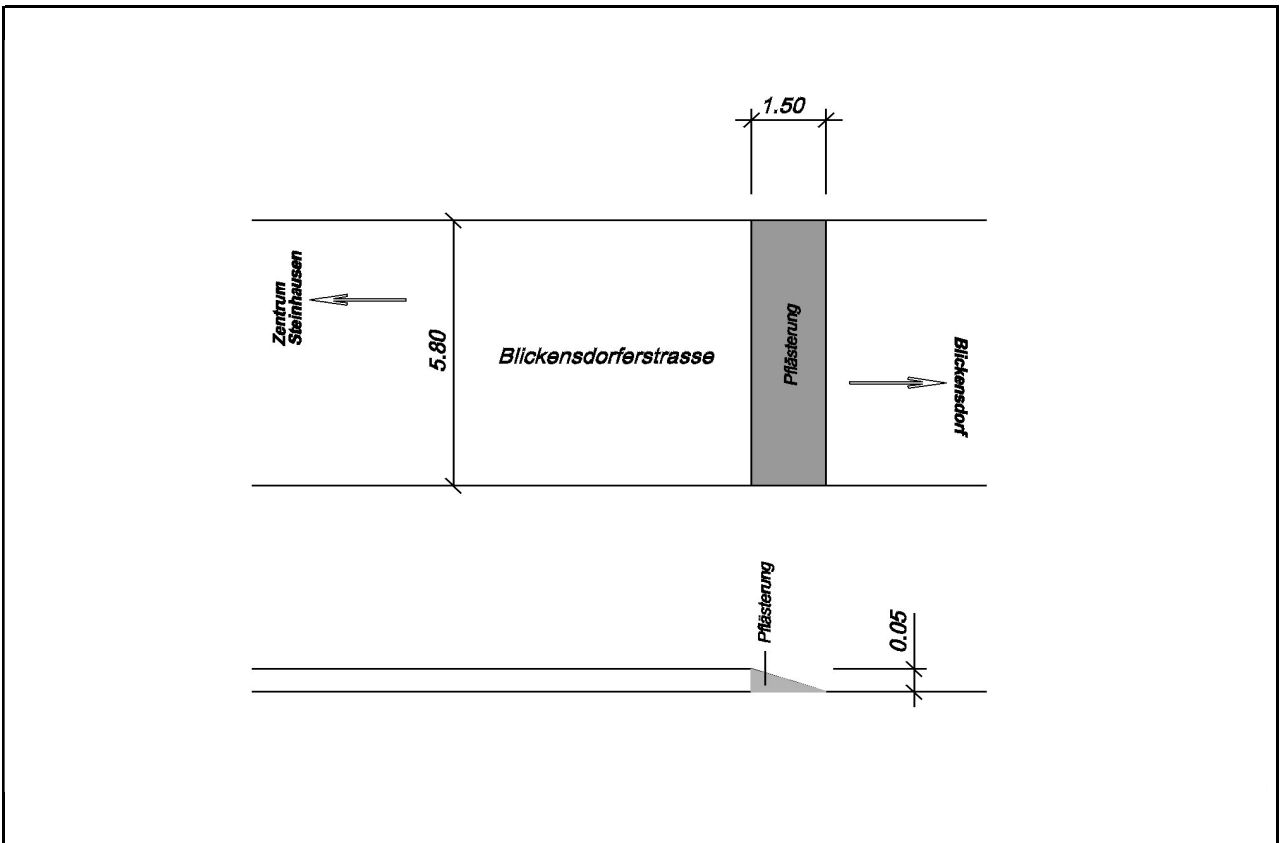
Vertikalversatz, gepflästerte Rampen, Neigung: 4%

### Messung

Datum: 06.09.2006

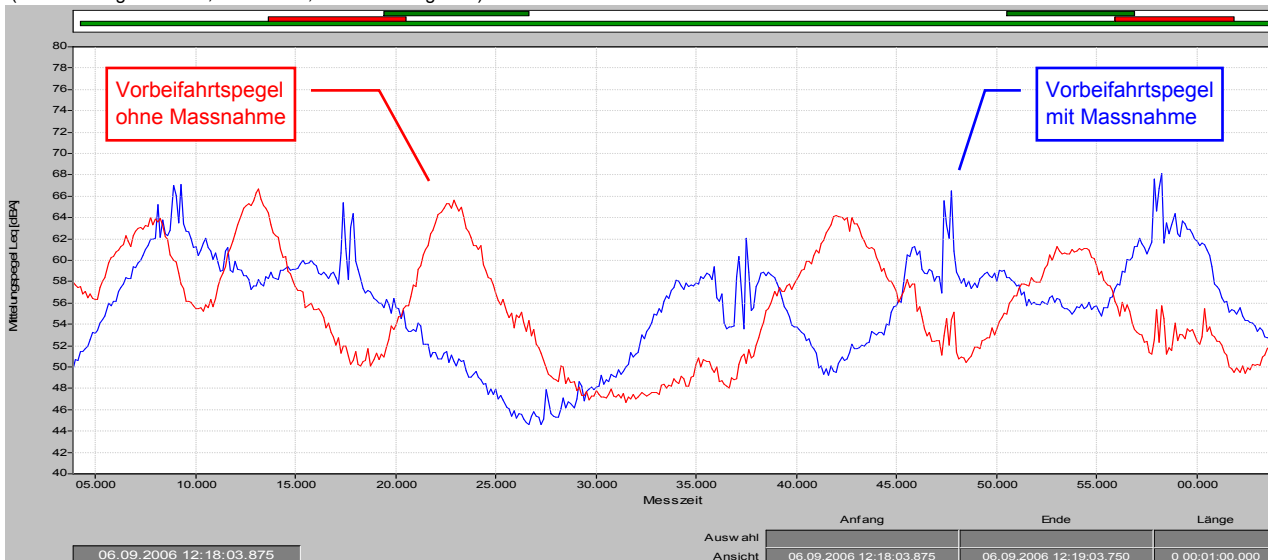
Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 7.5m

## Grundriss / Längsschnitt

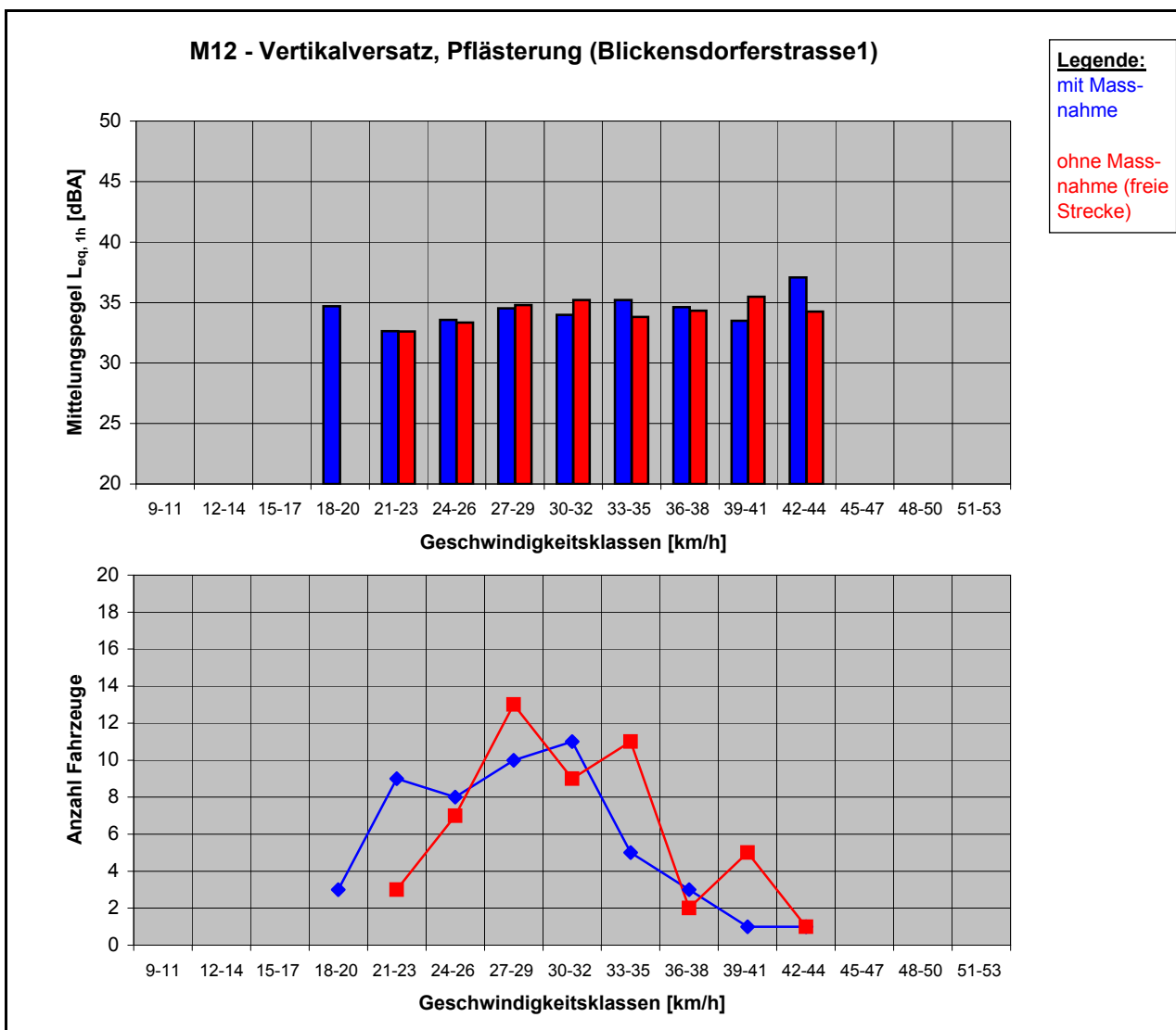


### Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



### Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



## Situation



### Messstandort

Kanton Zug, Stadt Zug, Lüssiweg

### Massnahme

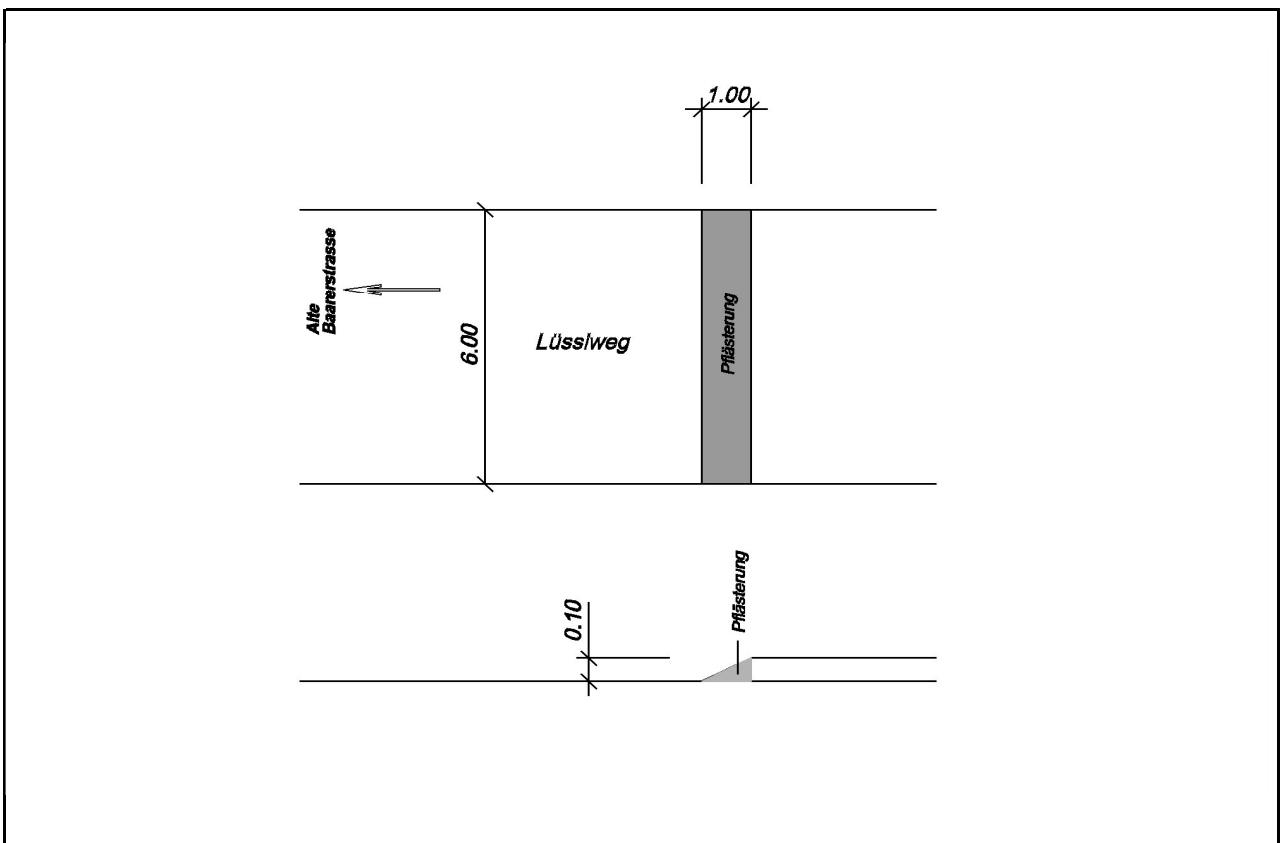
Vertikalversatz, 1 gepflästerte Rampe (und 1 asphaltierte Rampe), Neigung: 10%

### Messung

Datum: 06.09.2006

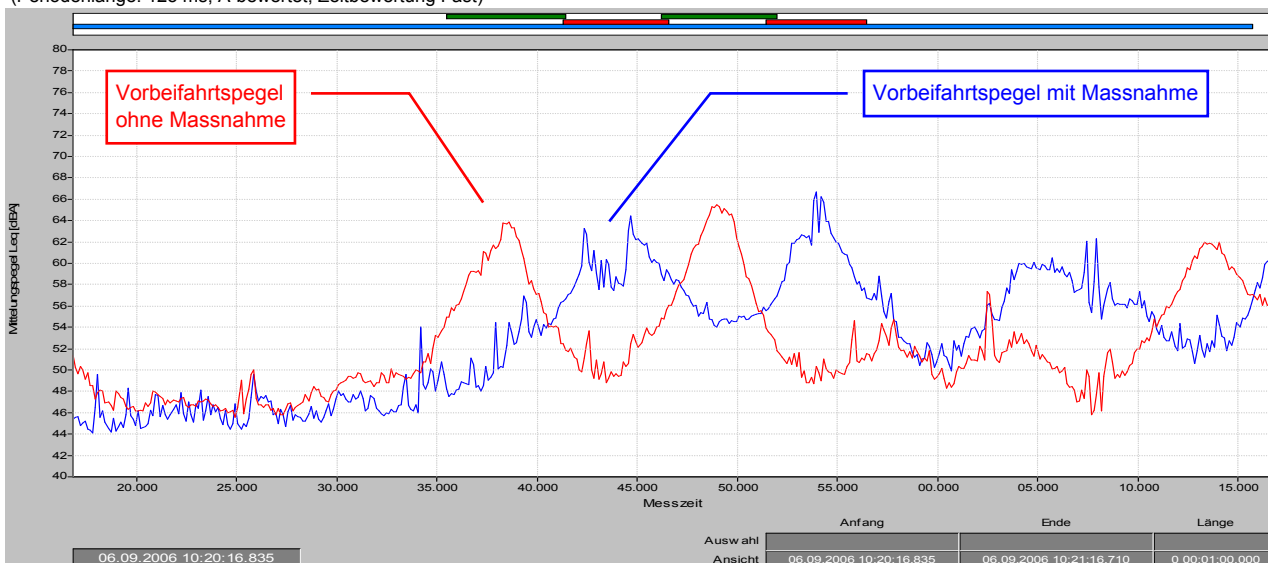
Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 7.5m

## Grundriss / Längsschnitt

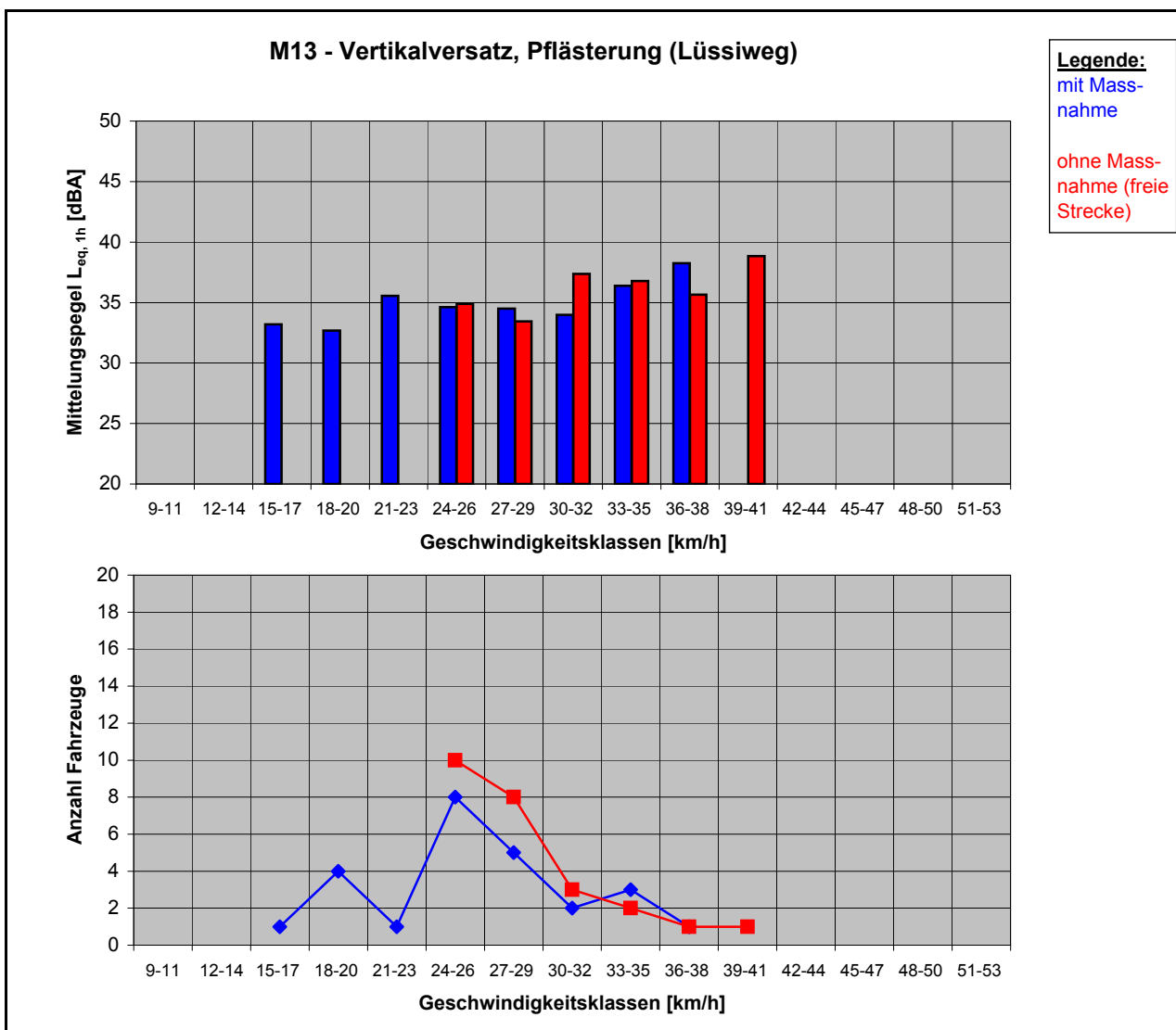


### Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



### Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



**Situation**



**Messstandort**

Kanton Fribourg, Gemeinde Corminboeuf, Route du Centre (Tempo 50)

**Massnahme**

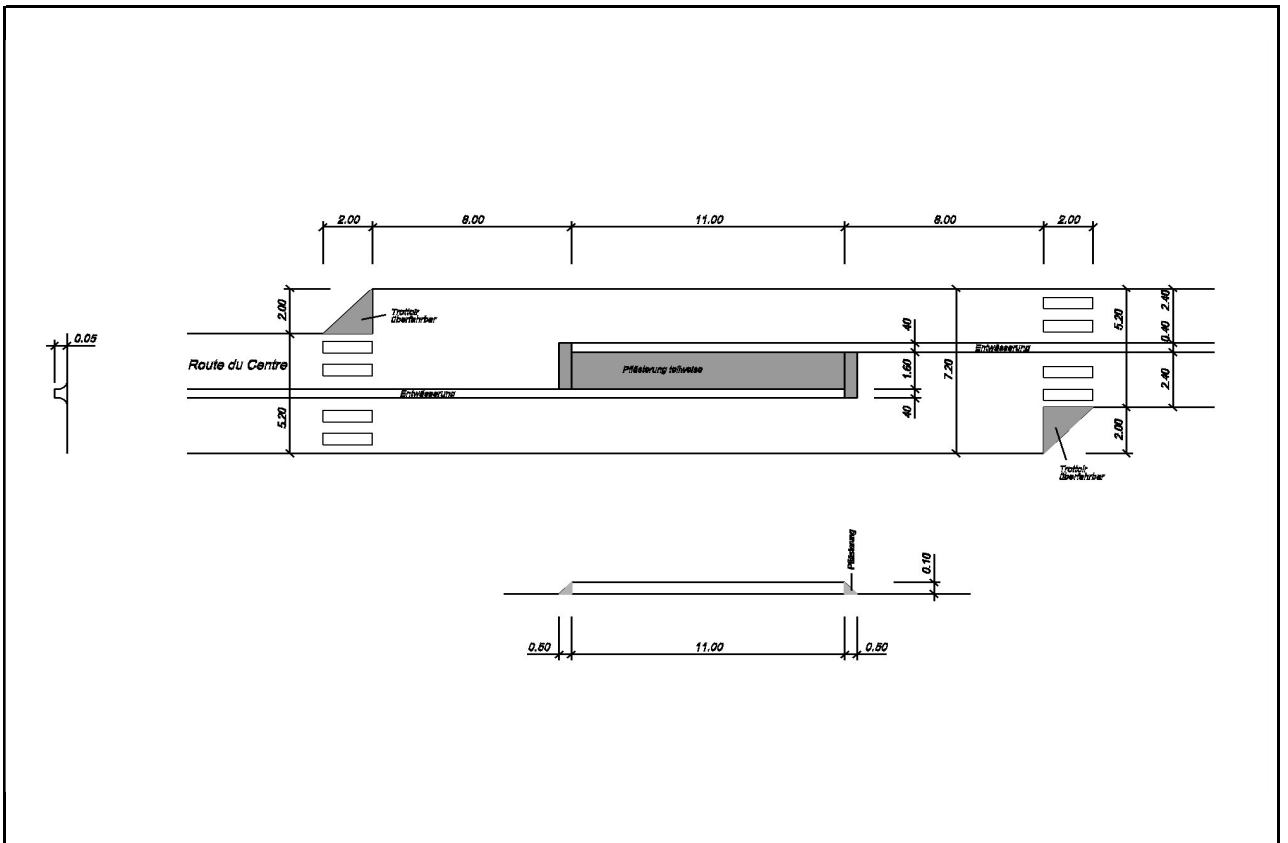
Vertikal- und Horizontalversatz, gepflästerte Rampen, Längsrinne in Fahrbahnmitte (Entwässerung)

**Messung**

Datum: 28.11.2006

Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 7.5m

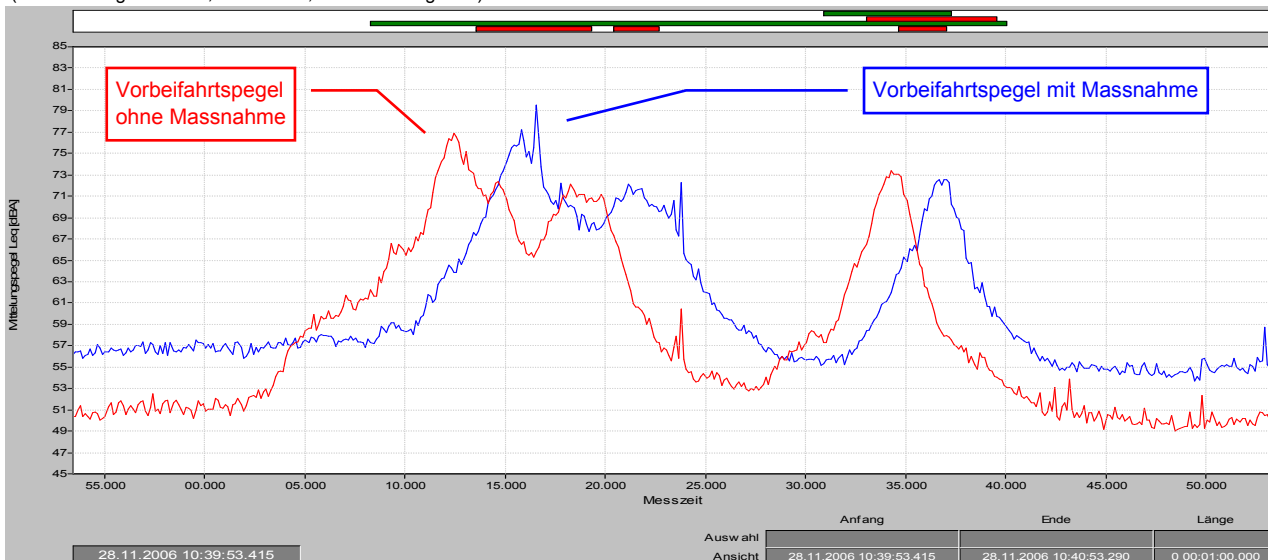
**Grundriss / Längsschnitt**



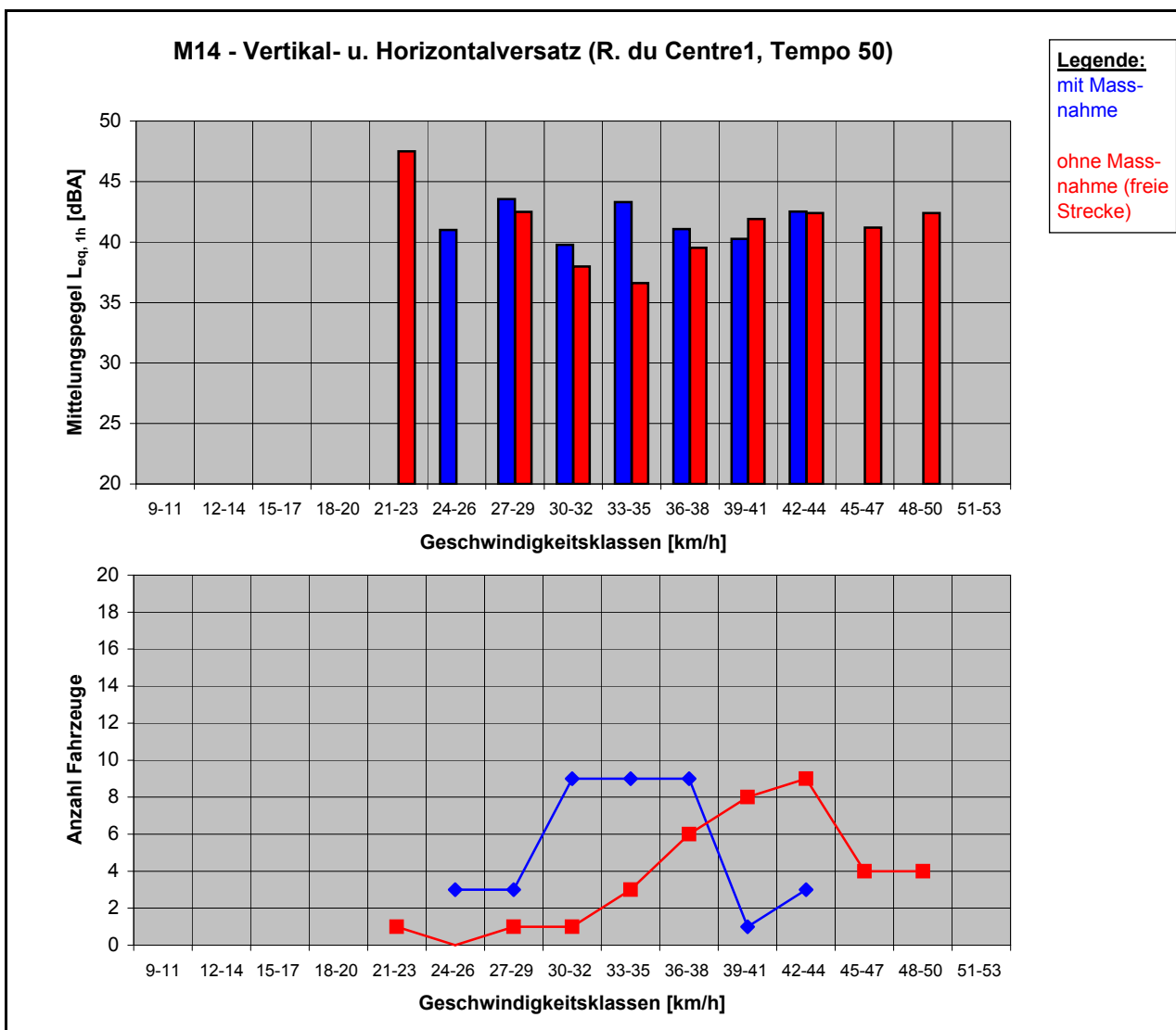


### Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



### Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



**Situation**



**Messtandort**

Kanton Fribourg, Gemeinde Corminboeuf, Route du Centre (Tempo 50)

**Massnahme**

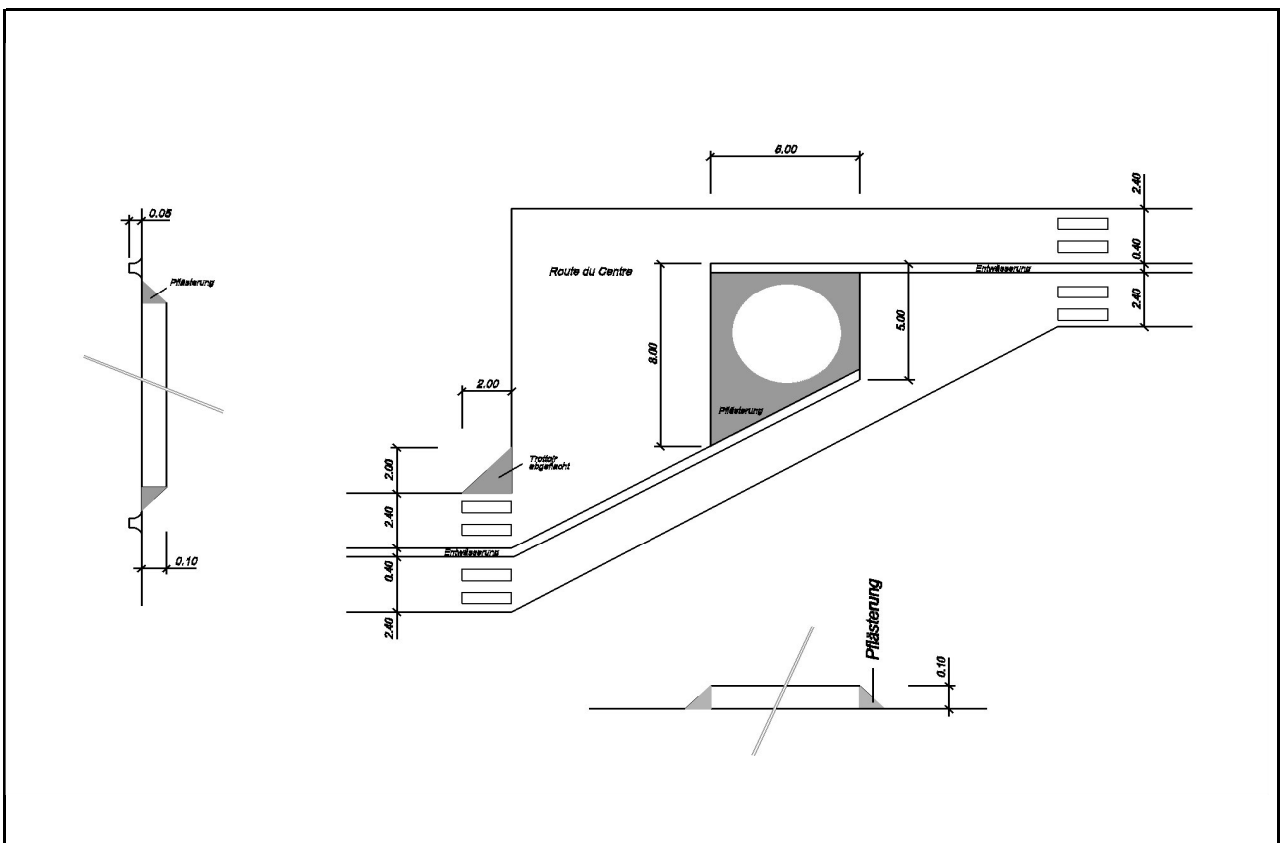
Vertikal- und Horizontalversatz (Strasse mündet in Platzbereich), gepflästerte Rampen, Längsrinne in Fahrbahnmitte

**Messung**

Datum: 28.11.2006

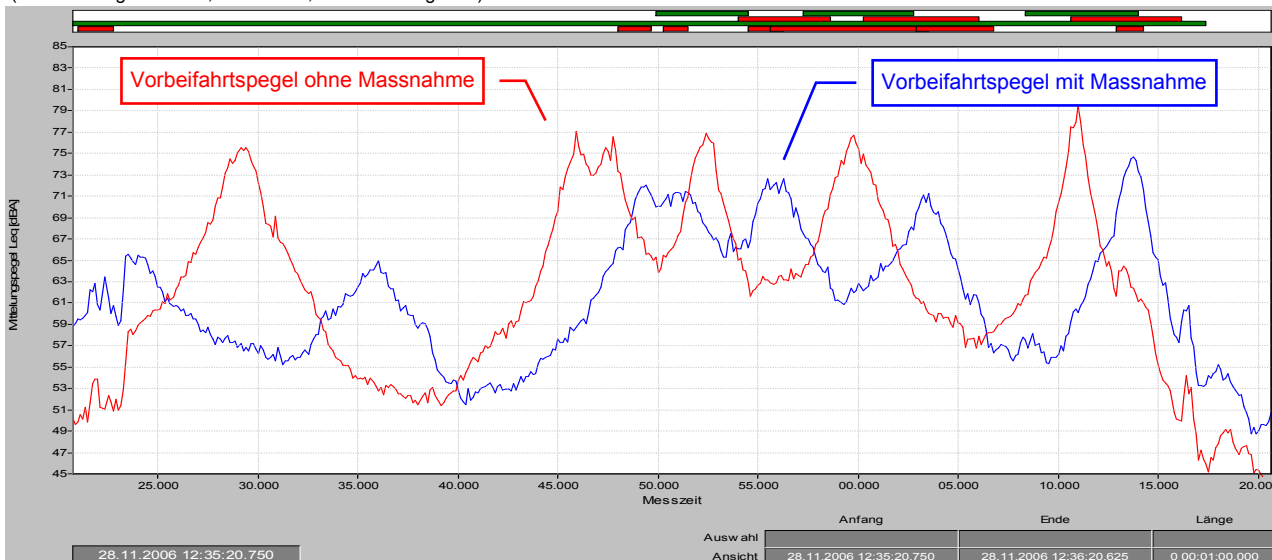
Messabstand: Mikrofon - Strassenachse 7.5m

**Grundriss / Längsschnitt**

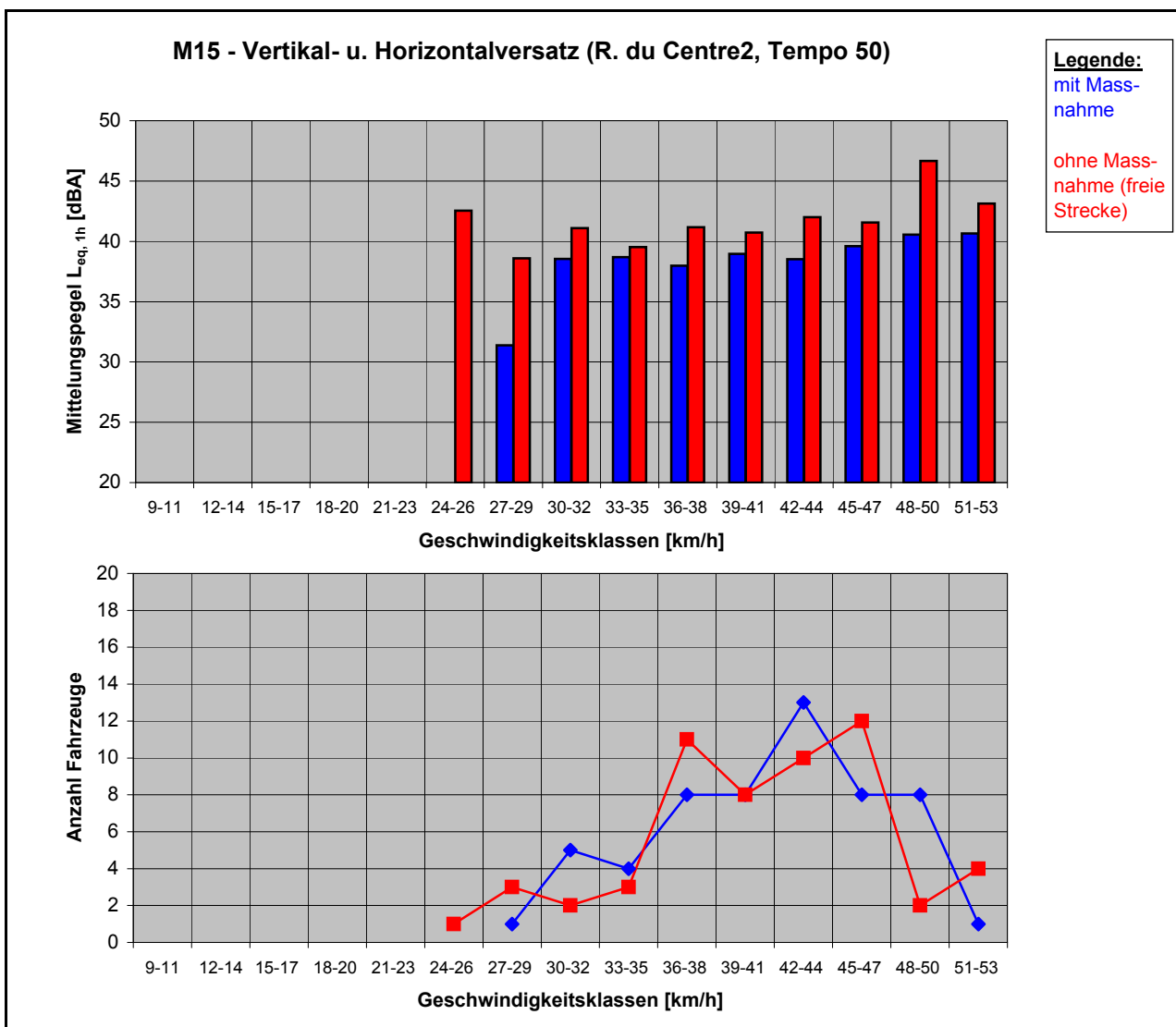


### Pegel-Zeit-Verlauf

(Periodenlänge: 125 ms; A-bewertet, Zeitbewertung Fast)



### Pegel-Geschwindigkeits-Diagramm



**Fragebogen**

**Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen**

Umfrage betreffend geeigneter Prüf- und Messobjekte (Forschungsauftrag VSS 2000/467)

**Betrifft:** Verkehrsberuhigte Strassenabschnitte mit DTV ≥ 2000 Fz und mindestens zwei aufeinander folgenden typengleichen Verkehrsberuhigungselementen,

Bitte tragen Sie geeignete Objekte in der untenstehenden Liste ein. Aufgrund einer Auswahl werden in einem weiteren Arbeitsschritt einzelne Abschnitte detailliert auf ihre lärmtechnischen Auswirkungen untersucht.

Gemeinde	Strassenname, Kantonsstrasse (KS)/Gemeindestrasse (GS), Strassennummer (falls vorhanden)  Bsp: <i>Wiesenstrasse, GS, Nr. 8</i>	Vortrittsregelung		DTV mit LW-Anteil in %		Belag Zutreffendes ankreuzen					Gibt es Unterlagen/ Erhebungen zum betreffenden Strassenabschnitt? <i>Zutreffendes ankreuzen</i>			Ansprechperson Tel.		
		vortrittsberechtig	Rechtsvortritt	geschätzt	erhoben	schwarz (Asphalt)	Pflasterung	Asphalt mit grossflächigen Pflasterungen (z.B. ganze Knotenbereiche)	Asphalt mit kleinflächigen Pflasterungen (z.B. Bänder, Streifen)	Andere	Verkehrserhebungen	V-Messungen	Immissionsmessungen			

Erklärende Skizzen

### Beispiel Vertikalversatz

Bei starkem Zweiradverkehr ist die Neigung  $\Delta l$  der Rampen so anzupassen, dass diese 3...5% am Fahrbahnbord nicht übersteigt.

*En cas de trafic deux-roues légers important, la pente  $\Delta l$  des rampes est à adapter de manière à ne pas excéder 3...5% au bord de la chaussée*

Grundriss Stradaion

Längsschnitt Coupe longitudinale

### Beispiel seitliche Einengung

Longue seitliche Einengung Rétrécissement latéral long

Kurze seitliche Einengung Rétrécissement latéral court

Longue seitliche Einengung kombiniert mit Längsparkierung Rétrécissement latéral long combiné avec du stationnement longitudinal

Kurze seitliche Einengung kombiniert mit trapezförmigem Vertikalversatz Rétrécissement latéral court combiné avec un décrochement vertical de forme trapézoïdale

<sup>1)</sup> Querung für Fussgänger oder leichte Zweiräder  
<sup>2)</sup> Traversée piétonne ou cyclable

### Strasse mit mindestens 2 aufeinander folgenden typengleichen Verkehrsberuhigungselementen

hier: Vertikalversatz

hier: Seitliche Einengung

hier: Horizontalversatz

## Liste der Eingänge

Kanton	Person	Antwort		Verkehrsberuhigungsmassnahmen Anzahl			
		nein	Ja	vertikal	horizontal	Einengung	Sonstige
Aargau	Ulrich Studer		X	-	-	-	-
Appenzell-Innerrhoden	Fritz Wiederkehr						
Appenzell-Ausserrhoden	Peter Rohrer		X	-	-	-	-
Bern	Hansjürg Fischer		X	2	2	2	-
	Hans Peter Hubert		X	-	-	-	-
	Heinz Ellenberger		X	(4)	-	-	-
	André König		X	-	1	1	-
Basel Land	Jürg Widmer						
Basel Stadt	Peter Mohler						
Freiburg	Bernard Mauron						
Glarus	Peter Zopfi						
Graubünden	Fortunat Sprecher						
Luzern	Marius Oetterli						
Nidwalden	Bruno Buchmann						
Obwalden	Karl Rohrer		X	-	-	-	-
St. Gallen	Martin Hohl						
Schaffhausen	Roland Schwarz		X				3
	Ralph Kern						
Solothurn	Rolf Müller						
Schwyz	Markus Isaak						
Thurgau	Peter Staub		X	-	-	-	-
Uri	Beat Planzer		X	-	-	-	-
Wallis	Leander Schmidt						
Zug	Marcel Fisch		X	2	-	1	-
Zürich	Peter Graf						

Stadt	Person	Antwort		Verkehrsberuhigungsmassnahmen Anzahl			
		nein	ja	vertikal	horizontal	Einengung	Sonstige
Bern	Luc Schiffmann		X	7	-	-	-
Luzern	Daniel Burkhardt						
Winterthur	Roman Müller		X	2	1	3	-
Zürich	Hans Huber						

## Projektvorschläge (1)

Vertikaler Versatz						
Kanton	Gemeinde	Person	Str. Nr.	DTV	Unterlagen	Vorschlag Erhebung
Bern	Biglen	Hans Jürg Fischer	KS Nr. 229	6'500	Verkehrserhebung V-Messungen Immissionsmessungen	evtl.
	Gurzelen	Hans Jürg Fischer	KS Nr. 1266	2'000	V-Messungen	evtl.
Zug	Zug	Marcel Fisch	Lüssiweg GS, Pflästerung kleinflächig	6'000	Tempo 30-Zone	ja
	Steinhausen	Marcel Fisch	Blickensdorferstr, GS	4'400	Tempo 30-Zone	ja

Stadt	Person	Str. Nr.	DTV	Unterlagen	Vorschlag Erhebung
Bern	Luc Schiffmann	Seminarstrasse (GS)	5000		ja
		Morgenstrasse (GS)	4000		ja
Winterthur	Roman Müller	Römerstrasse, GS Pflästerung kleinflächig	800	Verkehrserhebungen V-Messungen	evtl.
		Guggenbühlstrasse, GS	700	Verkehrserhebungen V-Messungen	evtl.

Horizontaler Versatz						
Kanton	Gemeinde	Person	Str. Nr.	DTV	Unterlagen	Vorschlag Erhebung
Bern	Wahlem (Pösche)	Hans Jürg Fischer	KS Nr. 183	2'0600	Verkehrserhebung V-Messungen	evtl.
	Münsingen, Wichtrach	Hans Jürg Fischer	KS Nr. 6	11'100	V-Messungen	evtl.
	Pieterlen	Bernard Progin	K.Str. Nr. 5	7'600	-	ja
Freiburg	Corminboeuf		Ortsdurchfahrt			ja

Stadt	Person	Str. Nr.	DTV	Unterlagen	Vorschlag Erhebung
Winterthur	Roman Müller	H.Bosshardstrasse, GS	900	Verkehrserhebungen V-Messungen	evtl.

## Projektvorschläge (2)

Seitliche Einengung						
Kanton	Gemeinde	Person	Str. Nr.	DTV	Unterlagen	Vorschlag Erhebung
Bern	Rubigen	Hans Jürg Fischer	KS Nr. 6	9'800	-	evtl.
	Albigen	Hans Jürg Fischer	KS Nr. 233.1	2'000	-	evtl.
	Pieterlen	Bernard Progin	K.Str. Nr. 5	7'600	-	ja
	Kandergrund	Herr Ellenberger				nein
	Schönried Guttannen Wilderswil	OIK I				
Zug	Baar	Marcel Fisch	Mühlegasse, GS	-	Verkehrserhebungenn	ja

Stadt	Person	Str. Nr.	DTV	Unterlagen	Vorschlag Erhebung
Bern	Luc Schiffmann	Fabrikstrasse (GS)	3000		ja
		Egghölzlistrasse (GS)	3000		ja
		Lorrainestrasse (GS)	2000		ja
		Tellstrasse (GS)	3000		ja
		Scheibenstrasse (GS)	3000		ja
Winterthur	Roman Müller	Eidbergstrasse, GS	800	Verkehrserhebungen V-Messungen	evtl.
		Langgasse, GS	1'700	(Verkehrserhebungen) (V-Messungen)	ja
		Ricketwilerstrasse, GS	600	Verkehrserhebungen (V-Messungen)	evtl.

Sonstige						
Kanton	Gemeinde	Person	Str. Nr.	DTV	Unterlagen	Vorschlag Erhebung
Schaffhausen	Schaffhausen	Roland Schwarz Ralph Kern	Emmersbergstr. 65	4028	--	evtl.
			Alpenstrasse 7	2028		evtl.
			Otteregasse 3	2185		evtl.

Stadt	Person	Str. Nr.	DTV	Unterlagen	Vorschlag Erhebung
Zürich	Herr Daubenmeyer	Bertastrasse			evtl.
		Pflasterung kleinflächig			
		Riedhofstrasse			evtl.
		Altwiesenstrasse			evtl.



## Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

ARAMIS SBT

## Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 25.11.2008

## Grunddaten

Projekt-Nr.: ASTRA SBT / VSS 2000 / 467

Projekttitel: Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen

Enddatum: 15.12.2008

## Projektleiter

Name: Bayer Vorname: René

Amt, Firma, Institut: B+S AG

Strasse, Nr.: Muristrasse 60

PLZ: 3000 Email: r.bayer@bs-ing.ch

Ort: Bern 31 Telefon: 031 356 80 80

Kanton, Land: Bern, Schweiz Fax: 031 356 80 81

## Texte:

Zusammenfassung der  
Projektresultate:

Die vorliegende Forschungsarbeit untersucht die akustischen Eigenschaften der massgeblichen Verkehrsberuhigungselemente Horizontalversatz, seitliche Einengung und Vertikalversatz in Tempo-30-Zonen. Für die Untersuchung wurden Pegel-Zeit-Verläufe und Fahrgeschwindigkeiten von Einzeldurchfahrten im Bereich von Verkehrsberuhigungsmassnahmen an insgesamt 15 Standorten durchgeführt. Aus den Auswertungen resultieren konkreten Zahlenwerte für Schallpegel, Geschwindigkeit und Störpotenzial der einzelnen Systeme.

Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die tiefsten Schallpegel wurden bei Messobjekten mit Horizontalversatz und seitlicher Einengung gemessen, gefolgt von Vertikalversätzen mit asphaltierten Rampen.

Die Überfahrt von gepflasterten Rampen bei Vertikalversätzen beinhaltet ein erhebliches Störpotenzial. Die aufgezeichneten Pegel-Zeit-Verläufe belegen, dass teilweise jede Fahrzeugachse als sichtbarer Peak im Pegelschrieb erscheint, d.h. pro Fahrzeug wird neben dem eigentlichen Vorbeifahrtsgeräusch noch zusätzlich ein Schlaggeräusch erzeugt.

Die tiefsten Durchschnittsgeschwindigkeiten konnten an Messobjekten mit Vertikalversätzen nachgewiesen werden. Je nach Art und Ausführung des Vertikalversatzes (Neigung, Grösse und Art der Rampe) kann die Geschwindigkeitsreduktion sehr gross sein.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

Das Ziel der Forschungsarbeit wurde erreicht. Es wurden die Einzeldurchfahrten an insgesamt 15 Standorten mit Horizontalversatz, seitlicher Einengung und Vertikalversatz hinsichtlich Schallpegel, Geschwindigkeit und charakteristische Störwirkung ausgewertet.

Die Messungen zeigten, dass einzelne Beruhigungsmassnahmen sich lärmässig negativ auswirken und andere sich eher im neutralen Bereich bewegen. Eine effektive Verbesserung der Lärmsituation im Bereich der Massnahme konnte bei keiner Messung festgestellt werden.

Folgerungen und Empfehlungen:

Die Forschungsarbeit zeigt, dass sich einzelne Beruhigungsmassnahmen negativ auf die Lärmimmissionen auswirken könne und deshalb in lärmempfindlichen Gebieten zu vermeiden sind.

Detaillierte Angaben und Empfehlungen zu den einzelnen Massnahmen lassen sich aber aus den vorliegenden Messungen nicht ableiten, da die Unterschiede zwischen den Messsituationen und damit die Streuung der Resultate zu gross sind.

Publikationen:

--



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Strassen ASTRA**

**Beurteilung der Begleitkommission:**

Diese Beurteilung der Begleitkommission ersetzt die bisherige separate fachliche Auswertung.

Beurteilung:

Die Zielsetzung der Forschungsarbeit sind erreicht worden. Die Messungen sind wie vorgesehen durchgeführt und ausgewertet worden.

Die Auswertung zeigt, dass einzelne Beruhigungsmassnahmen sich sehr ungünstig auf die Lärmimmissionen auswirken. Aus der Anzahl der gemessenen Fallbeispiele lassen sich keine definitiven Regeln für alle Beruhigungsmassnahmen ableiten, da die individuellen Unterschiede zwischen den Situationen zu gross sind.

Umsetzung:

Die Umsetzung der Resultate in die Praxis wird einerseits durch den Forschungsbericht und weitere Publikationen erfolgen.

Aus der Forschungsarbeit kann die Empfehlung abgeleitet werden, dass auf gewisse Beruhigungsmassnahmen in lärmempfindlichen Gebieten verzichtet werden soll. Im Übrigen jedoch sind die örtlichen und verkehrsmässigen Unterschiede zu hoch, damit eine generelle Empfehlung herausgegeben werden könnte. Zudem sind in vielen Fällen die gestalterischen Aspekte von grosser Bedeutung.

weitergehender Forschungsbedarf:

Es ergibt sich zurzeit kein weiterer Forschungsbedarf in diem Gebiet. Auch aus vertieften Untersuchungen sind keine weitergehenden Erkenntnisse zu erwarten.

Einfluss auf Normenwerk:

Die Erkenntnisse aus der Forschungsarbeit sollen bei der nächsten Revision in die Normen 640213 "Entwurf des Strassenraumes, Verkehrsberuhigungselemente" und 640572 "Lärmschutz an Strassen, Planerische Massnahmen" einfließen.

**Präsident Begleitkommission:**

Name:

Weber

Vorname:

Markus

Amt, Firma, Institut:

Basler & Hofmann AG

Strasse, Nr.:

Bachweg 1

PLZ:

8133

Email:

Markus.weber@bhz.ch

Ort:

Esslingen

Telefon:

044 387 16 33

Kanton, Land:

Schweiz

Fax:

044 387 15 00

**Unterschrift Präsident Begleitkommission:**

*M. Weber*

## Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen (Stand: 3. Quartal 2010)

Bericht-	Projekt Nr.	Titel	Datum
1287	VSS 2008/301	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von komplexen ungesteuerten Knoten: Analytisches Schätzverfahren <i>Procédure analytique d'estimation de la capacité et du niveau de service de carrefours sans feux complexes</i> <i>Analytic procedure to estimate capacity and level of service at complex uncontrolled intersections</i>	2009
1299	VSS 2008/502	Projet initial - Enrobés bitumineux à faibles impacts énergétiques et écologiques <i>Initial Projekt - Asphalt-Mischgut mit geringer energetischer und ökologischer Belastung</i> <i>Initial Project - Bituminous mixture with low energy and ecological impacts</i>	2009
1301	SVI 2007/006	Optimierung der Strassenverkehrs- unfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen <i>Affinement des statistiques des accidents de la route par la prise en compte des données de la santé publique</i> <i>Optimization of road traffic accident statistics by consideration of public health care data</i>	2009
617	AGB 2005/100	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Synthesebericht <i>Rapport de synthèse</i> <i>Synthesis report</i>	2010
619	AGB 2005/103	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Ermittlung des Netzrisikos <i>Estimation du risque pour le réseau</i> <i>Estimation of the network risk</i>	2010
624	AGB 2005/108	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Risikobeurteilung für Kunstbauten <i>Appréciation des risques pour les ouvrages d'art</i> <i>Risk assessment for highway structures</i>	2010
630	AGB 2002/016	Korrosionsinhibitoren für die Instandsetzung chloridverseuchter Stahlbetonbauten <i>Inhibiteurs de corrosion pour la remise en état des ouvrages en béton armé, contaminés par des chlorures</i> <i>Corrosion inhibitors for the rehabilitation of chloride contaminated reinforced concrete structures</i>	2010

632	AGB 2008/201	Sicherheit des Verkehrssystem Strasse und dessen Kunstbauten Testregion - Methoden zur Risikobeurteilung Schlussbericht <i>Région test - Méthodes pour l'appréciation des risques</i> <i>Rapport final</i> <i>Test region - Methods of risk assessment</i> <i>Final report</i>	2010
640	AGB 2003/011	Nouvelle méthode de vérification des ponts mixtes à âme pleine <i>Neue Bemessungsmethode für Stahlbetonverbundbrücken mit Vollwandträger</i> <i>New method for design of steel-concrete composite plate girder bridges</i>	2010
645	AGB 2005/021	Grundlagen für die Verwendung von Recyclingbeton aus Betongranulat <i>Bases pour l'utilisation du béton de recyclage en granulats de béton</i> <i>Fundamentals for the use of recycled concrete comprised of concrete material</i>	2010
1272	VSS 2007/304	Verkehrsregelungssysteme - behinderte und ältere Menschen an Lichtsignalanlagen <i>Aménagement des feux de signalisation pour les personnes à mobilité réduite ou âgées</i> <i>Traffic control systems - Handicapped and older people at signalized intersections</i>	2010
1277	SVI 2007/005	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie <i>Niveaux de service multimodales de la circulation routière - études préliminaires</i> <i>Multimodal level of service of road traffic - preliminary study</i>	2010
1282	VSS 2004/715	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Zusatzkosten infolge Vor- und Aufschub von Erhaltungsmaßnahmen <i>Coûts supplémentaires engendrés par l'exécution anticipée ou retardée des mesures d'entretien</i> <i>Additional costs caused by bringing forward or delaying of standard interventions for road maintenance</i>	2010
1284	VSS 2004/203	Evacuation des eaux de chaussée par les bas-cotés <i>Entwässerung über das Bankett</i> <i>Road runoff on road sides</i>	2010

1288	ASTRA 2006/020	Footprint II- Long Term Pavement Performance and Environmental Monitoring on A1 <i>Footprint II- Langzeit Belag Performance und Umwelt Monitoring an der A1</i> <i>Footprint II- Long terme performance des chaussées et à la surveillance de l'environnement A1</i>	2010
1289	VSS 2005/505	Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen, nationale Umsetzung der EN <i>Affinité entre granulats et bitume, mise en application nationale de la EN</i> <i>Affinity between aggregate and bitumen, national implementation of the EN</i>	2010
1291	ASTRA 2009/005	Fahrmuster auf überlasteten Autobahnen Simultanes Berechnungsmodell für das Fahrverhalten auf Autobahnen als Grundlage für die Berechnung von Schadstoffemissionen und Fahrzeitgewinnen <i>Modèles de conduite sur autoroutes surchargées</i> <i>Speed patterns on congested highways</i>	2010
1293	VSS 2005/402	Détermination de la présence et de l'efficacité de dope dans les bétons bitumineux <i>Bestimmung der Anwesenheit und Wirksamkeit von Haftmittel im Asphaltbeton</i> <i>Determination of the presence and efficiency of adhesion agent in asphalt concrete</i>	2010
1294	VSS 2007/405	Wiederhol- und Vergleichspräzision der Druckfestigkeit von Gesteinkörnungen am Haufwerk <i>Répétabilité et reproductibilité de la résistance à la compression des granulats en vrac</i> <i>Repeatability and Reproducibility of the compressive Strength on the Stack</i>	2010
1295	VSS 2005/305	Entwurfsgrundlagen für Lichtsignalanlagen und Leitfaden <i>Base de projet pour installations de feux de circulation et guide</i> <i>Design basics for traffic light systems and guidelines</i>	2010
1298	ASTRA 2007/012	Griffigkeit auf winterlichen Fahrbahnen <i>Adhérence sur les chaussées hivernales</i> <i>Skid resistance of winter road surfaces</i>	2010
1303	ASTRA 2009/010	Geschwindigkeiten in Steigungen und Gefällen; Überprüfung <i>Speed on upgrades and downgrades; revision</i> <i>Les vitesses dans les rampes et les pentes; vérification</i>	2010