

Texte

**52**  
**00**

ISSN  
1862-4804

## **Planungsempfehlungen für eine umweltentlastende Verkehrsberuhigung Minderung von Lärm- und Schadstoffemissionen an Wohn- und Verkehrsstraßen**

**Umwelt  
Bundes  
Amt**



**Für Mensch und Umwelt**

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT  
- Lärmbekämpfung -

Forschungsbericht 291 54 507  
UBA-FB 000122



## **Planungsempfehlungen für eine umweltentlastende Verkehrsberuhigung**

### **Minderung von Lärm-und Schadstoffemissionen an Wohn- und Verkehrsstraßen**

von

**Jochen Richard**

Planungsbüro Richter-Richard, Aachen

**Heinz Steven**

Forschungsinstitut Geräusche und Erschütterungen (FIGE),  
Herzogenrath

im Auftrag des Umweltbundesamtes

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte eine schriftliche Bestellung mit Nennung der **Texte-Nummer** und Angabe ob Print-Ausgabe oder CD-ROM sowie des **Namens** und der **Anschrift des Bestellers** an die Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in dem Bericht geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt  
Postfach 33 00 22  
14191 Berlin  
Tel.: 030/8903-0  
Telex: 183 756  
Telefax: 030/8903 2285  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet I 3.1  
Bernhard Specht

Berlin, November 2000

---

# INHALT

## VORWORT

1.	EINLEITUNG	1
2.	UMWELTLASTUNGSPOTENTIALE - GRUNDLAGEN UND EINFLUSSPARAMETER	3
2.1	Werkzeuge zur Verkehrslärmbekämpfung	3
2.2	Einbindung in die Lärminderungsplanung	8
2.3	Auswirkungen auf die Schadstoffemissionen	9
3.	VORGEHENSWEISE BEI DER PLANUNG	19
3.1	Planungsvorbereitung	19
3.1.1	Einbindung in ein Gesamtkonzept	19
3.1.2	Sicherung städtebaulicher Belange	21
3.1.3	Analyse der Ausgangssituation	22
3.1.4	Bewertung der Ausgangssituation	26
3.1.5	Festlegung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	30
3.2	Auswahl geeigneter Maßnahmen	30
3.2.1	Festlegung und Abstimmung der Maßnahmentypen	30
3.2.2	Abstand zwischen "harten" Einzelmaßnahmen	37
3.2.3	Erscheinungsbild des Straßenraums	41
3.2.4	Einfluß von Verkehrsmenge und -zusammensetzung	42
3.3	Testphase und Optimierung	44
3.4	Kostenaspekte	45
3.5	Öffentlichkeitsarbeit	46
4.	SPEZIELLE PLANUNGSHINWEISE FÜR VERSCHIEDENE STRASSENTYPEN	47
4.1	Wohn- und Sammelstraßen	47
4.1.1	Auswahl und Bemessung der Maßnahmen	47
4.1.2	Gestaltung von Aufpflasterungen	50
4.1.3	Punktuelle und lineare Fahrbahneinengungen	51
4.1.4	Pflaster als Fahrbahnbelag	52

---

4.2	Innerörtliche Verkehrs- und Geschäftsstraßen .....	54
4.2.1	Vorbemerkungen .....	54
4.2.2	Knotenpunkte .....	54
4.2.3	Bemessung des Fahrbahnquerschnitts .....	58
4.2.4	Punktuelle und lineare Fahrbahneinengungen .....	59
4.2.5	Gestaltung der Fahrbahnoberfläche .....	62
4.2.6	Belebtheit der Straße .....	67
4.3	Ortsdurchfahrten .....	70
4.3.1	Osteinfahrt .....	70
4.3.2	Ortsdurchfahrt .....	73
4.3.3	Ortsausfahrt .....	79

## ANLAGEN

I	Einzelelemente zur Verkehrsberuhigung .....	81
II	Verwendete Literatur .....	109

---

## Vorwort

In den letzten Jahren war der Umweltschutz auf zahlreichen Gebieten erfolgreich, allerdings gibt es immer noch Bereiche, in denen erheblicher Handlungsbedarf besteht. So bereiten die Auswirkungen des Straßenverkehrs nach wie vor Probleme. Sie reichen von einer Verminderung der Lebensqualität bis hin zu Gesundheitsbeeinträchtigungen. In dem Forschungsprojekt „Lärm- und Schadstoffminderung an Hauptverkehrsstraßen“ wurden Möglichkeiten zur Lösung dieser Probleme erarbeitet, die insbesondere den Anwohnern von stark belasteten innerörtlichen Straßen zugute kommen sollen.

Der wesentliche Ursache für die negativen Auswirkungen des Verkehrs ist das veränderten Mobilitätsverhalten der Bevölkerung. Der wachsende Wohlstand hat dazu geführt, dass immer mehr Wege mit dem Auto zurückgelegt werden. War es in den fünfziger und sechziger Jahren selbstverständlich, sich zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit den öffentlichen Verkehrsmitteln zu bewegen, so ist heute für viele Bürgerinnen und Bürger eine Mobilität ohne das eigene Auto nahezu unvorstellbar. Durch diese Entwicklung hat vor allem die Attraktivität der Städte stark gelitten. Die mit dem großzügigen Ausbau der Verkehrswege verbundene Hoffnung, der Autoflut gerecht zu werden, hat sich nicht erfüllt. Im Gegenteil: Von den Verkehrsteilnehmern wurde die verbesserte Straßeninfrastruktur verstärkt dazu genutzt, um immer häufiger immer entferntere Ziele anzusteuern. Als Folge nimmt die Verkehrsleistung seit Jahren zu, die Zersiedelung der Landschaft setzt sich fort, die Anwohner von Hauptverkehrsstraßen werden immer stärkeren Belastungen ausgesetzt, und die Innenstädte veröden.

Wie kann diesen unerwünschten Folgen begegnet werden? Zwar konnte durch die Einführung der Katalysatortechnik der Schadstoffausstoß von Ottomotoren drastisch reduziert werden, doch die Dieselmotoren haben dieses geringe Emissionsniveau allerdings noch nicht erreicht. Zu diesen Emissionen sind auch die Feinstäube zu rechnen die auch durch Abrieb der Reifen, Bremsen und Kupplungen entstehen. Gravierend sind auch die Belastungen durch die Geräuschemissionen der Fahrzeuge. Im Vergleich zu den wirksamen gesetzlichen Regelungen bei der Schadstoffminderung hinkt die Gesetzgebung bei der Minderung des Lärms noch hinterher.

Die Verringerung der vom Verkehr ausgehenden Umweltbeeinträchtigungen gehört mit zu den wichtigsten Aufgabengebieten des Umweltschutzes. Besonderer Handlungsbedarf besteht an Hauptverkehrsstraßen, an denen die Anwohner zum Teil über Gebühr belastet werden. In den vorliegenden Planungsempfehlungen werden wertvolle Hinweise gegeben, wie eine Entlastung der Bürger mit planerischen Mitteln erreicht werden kann.

Prof. Dr. Andreas Troge  
Präsident des Umweltbundesamtes

---

## 1. EINLEITUNG

Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung gehören inzwischen zum Planungskonzept jeder Kommune. Vielfach sind bauliche Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung in Wohnstraßen bereits durchgeführt oder stehen vor dem Abschluß. Auch für Tempo 30-Zonen, die in großem Umfang in den Kommunen entstanden sind, existieren zahlreiche, z.T. beispielhafte Realisierungen. Maßnahmen zur städtebaulichen Integration von Hauptverkehrsstraßen durch Um- und Rückbau sind dagegen zwar vielfach erprobt, können aber immer noch nicht als Planungsstandard bezeichnet werden.

Maßnahmen zur Reduzierung der Umweltbelastung (Lärm, Schadstoffe) müssen nicht nur das Geschwindigkeitsniveau senken, sondern darüber hinaus auf niedrigerem Geschwindigkeitsniveau zu einer gleichmäßigen, niedertourigen Fahrweise führen. Dies gilt vor allem im Hinblick auf die Reduzierung der Schadstoffbelastung. Die Zielsetzung einer gleichmäßigen, niedertourigen Fahrweise auf niedrigem Geschwindigkeitsniveau erfordert aber eine Planung mit sorgfältig aufeinander abgestimmten, an der Ausgangssituation ausgerichteten Maßnahmen. Nur so können die vorhandenen Umweltentlastungspotentiale ausgeschöpft werden. Dieser Sachverhalt soll mit den hier vorgelegten Planungsempfehlungen konkretisiert bzw. praxisbezogen verdeutlicht werden.

Im Rahmen dieser Untersuchung werden ausschließlich Maßnahmen behandelt, die der Minderung der Lärm- und Schadstoffemission des vorhandenen Verkehrs dienen. Dies bedeutet, daß andere Möglichkeiten, deren Priorität höher anzusetzen ist als die der Verkehrsberuhigung, bereits ausgeschöpft sind. Dabei handelt es sich in ihrer Rangfolge um Maßnahmen zur

- # Verkehrsreduzierung und -verhinderung,
- # Verlagerung auf öffentliche oder nichtmotorisierte Verkehrsmittel (Umweltverbund),
- # Verlagerung des Güter- und Durchgangsverkehrs (z.B. auf Ortsumgehungen).

Das nachfolgend beschriebene Instrumentarium zur Reduzierung von Verkehrslärm und des Schadstoffausstoßes steht somit an vorletzter Stelle, oder: Straßenumbaumaßnahmen, die diesen Zweck verfolgen, sind die "vorletzte Rettung", den vorhandenen und nicht zu verhindernden Verkehr erträglich zu gestalten. Weshalb "vorletzte Rettung"? Weil die Maßnahmen, die zum Schutz vor Verkehrslärm häufig an die erste Stelle gesetzt werden, nämlich Schallschutzfenster und Lärmschutzwände/-wälle), ihrem Wesen nach eigentlich nur die "ultimo ratio" darstellen.

Im Rahmen zweier einander ergänzender Forschungsvorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes wurden lärm- und verkehrstechnische Untersuchungen an ausgeführten Beispielen baulicher Verkehrsberuhigungsmaßnahmen durchgeführt, um nähere Erkenntnisse zu den strittigen bzw. noch offenen Fragen zu gewinnen /1,2/, die in einem weiteren Vorhaben /3/ vertieft wurden. Die Ergebnisse wurden schwerpunktmäßig im Hinblick auf die Auswirkung von Verkehrsberuhigungsmaßnahmen auf die Lärmsituation und das Fahrverhalten ausgewertet.

Ein abschließender Untersuchungsteil der genannten Vorhaben bestand jeweils in der Umsetzung der Ergebnisse in konkrete Empfehlungen für die Planung von Verkehrsberuhigungsmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung der Lärminderung. Die hieraus abgeleiteten Planungsempfehlungen wurden 1990 und in einer überarbeiteten Fassung 1992 veröffentlicht. Der nunmehr vorliegende Bericht ist eine auf Grundlage der in diesem Forschungsvorhaben durchgeführten Untersuchungen fortgeschriebene, aktualisierte und redaktionell überarbeitete Fassung dieses Berichts, der in einer

---

breiten Öffentlichkeit Beachtung gefunden hat und in verschiedene Sprachen übersetzt wurde. In diesem, wie auch in den vorherigen Vorhaben wurden die meßtechnischen Untersuchungen und die Auswertung der Meßergebnisse im Hinblick auf die Geräuschsituation vom FIGE durchgeführt. Die Auswertung vorhandener Ergebnisse aus städtebaulicher Sicht sowie die Umsetzung der Forschungsergebnisse in Planungsempfehlungen übernahm das Planungsbüro Richter-Richard.

Die nachfolgend dargestellten Hinweise und Empfehlungen für eine Verkehrsberuhigung mit möglichst hoher Umweltentlastung können und sollen Planungsempfehlungen, wie sie beispielsweise in den EAE 85/95 /4/ und EAHV 93 /5/ zu finden sind, nicht ersetzen. Sie sollen sie aber um den bisher zu wenig berücksichtigten Umweltaspekt, vor allem den Lärmaspekt ergänzen. In den EAE 85/95 und den EAHV 93 wird bewußt auf die Darstellung von allgemein übertragbaren Entwurfsschemata mit der Begründung verzichtet, daß die Kreativität und der planerische Spielraum für typische, lokale Lösungen erhalten bleiben muß. Diese Maxime gilt auch dann, wenn der Umweltaspekt verstärkt in der Planung Berücksichtigung findet. Die Ausführungen in den Kapiteln 3. und 4. geben Hinweise darauf, welche Anforderungen an geeignete Maßnahmenkombination in einem ganzheitlichen und kreativen Planungsentwurf zu stellen sind, ohne daß damit bestimmte Maßnahmentypen festgelegt werden.

Mit der Lokalen Agenda 21 hat über die Forderungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes hinaus die Minderung des Verkehrslärms eine verstärkte Bedeutung im Rahmen integrierter Umweltentlastungskonzepte erhalten. So wird vom Deutschen Städtetag als eines der Handlungsfelder der Lokalen Agenda 21 ausdrücklich die "Flächendeckende Lärminderung" genannt, der folgende Handlungsmöglichkeiten zugeordnet werden:

- # Erarbeitung eines umfassenden kommunalen Lärmschutzprogramms, das unter anderem die Lärmquelle Verkehr erfaßt,
- # flächendeckende Aufstellung von Lärminderungsplänen,
- # Konsequente Umsetzung der Handlungsmöglichkeiten zur Verringerung und Verlangsamung des Kfz-Verkehrs,
- # Verkehrsentwicklungsplanung auch und gerade unter Lärmschutzgesichtspunkten.

Flächenhafte Konzepte zur Verkehrsberuhigung mit einem Um- und Rückbau von Verkehrsstraßen und der Umgestaltung von Wohnstraßen können in erheblichem Maße zur Lärminderung beitragen, so daß die nachfolgend dargestellten Maßnahmenvorschläge ein wesentlicher Beitrag für ein Umsetzungskonzept zur Lokalen Agenda 21 sein können und sich so in eine gesamtstädtische, nachhaltige Stadtentwicklungspolitik einordnen. Bisher wurde jedoch der Aspekt Lärm in Lokalen Agenden selten berücksichtigt. Die vorliegende Broschüre soll deshalb auch dazu beitragen, die Minderung des Verkehrslärms stärker in Lokalen Agenda 21-Prozessen. Da die Broschüre in ihrem Aufbau ein breites Publikum ansprechen soll, genügt sie auch der Forderung der Agenda 21, eine kommunale Umweltbewegung "von unten" zu unterstützen.



## 2. UMWELTENTLASTUNGSPOTENTIALE - GRUNDLAGEN UND EINFLUSSPARAMETER

### 2.1 Werkzeuge zur Verkehrslärmbekämpfung

Das Instrumentarium zur Verkehrslärmbekämpfung an der Quelle umfaßt im wesentlichen die folgenden "Werkzeuge":

- # Reduzierung der Verkehrsstärke,
- # Reduzierung des Lkw-Anteils,
- # Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit mit Verstetigung des Geschwindigkeitsverlaufs.

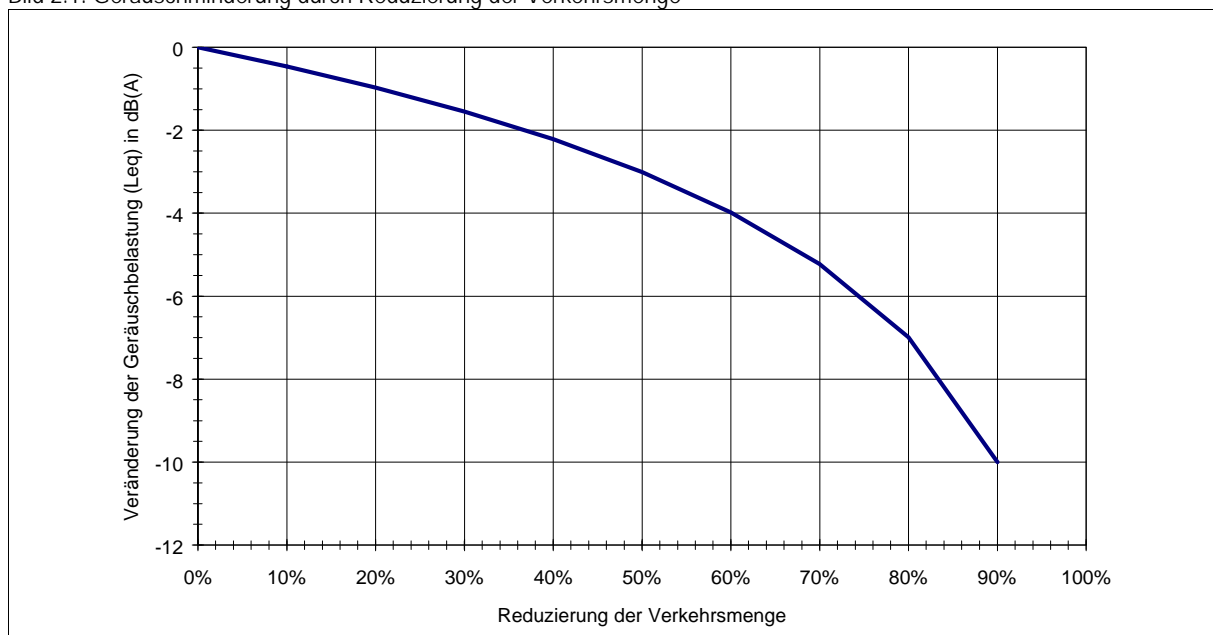
#### REDUZIERUNG DER VERKEHRSTÄRKE

Die Wirkung der Reduzierung der Verkehrsmenge läßt sich qualitativ auf den ganz einfachen Nenner bringen:

<b>Viele Fahrzeuge</b>	-	<b>viel Lärm</b>
<b>weniger Fahrzeuge</b>	-	<b>weniger Lärm</b>
<b>keine Fahrzeuge</b>	-	<b>kein Lärm</b>

Diesen Zusammenhang verdeutlicht auch die nachfolgende Abbildung:

Bild 2.1: Geräuschminderung durch Reduzierung der Verkehrsmenge



## REDUZIERUNG DES LKW-ANTEILS

Auf Straßen mit hohen Lkw-Anteilen wird die Geräuschbelastung (= Mittelungspegel) überwiegend durch die Lkw bestimmt, vor allem wenn der Lkw-Verkehr einen hohen Prozentsatz an Schwerverkehr aufweist. Mit "Schwerverkehr" werden hier Lkw mit zul. Gesamtgewicht über 7,5 t bezeichnet.

Bild 2.2: Ein Lkw verursacht die gleiche Geräuschbelastung wie n Pkw

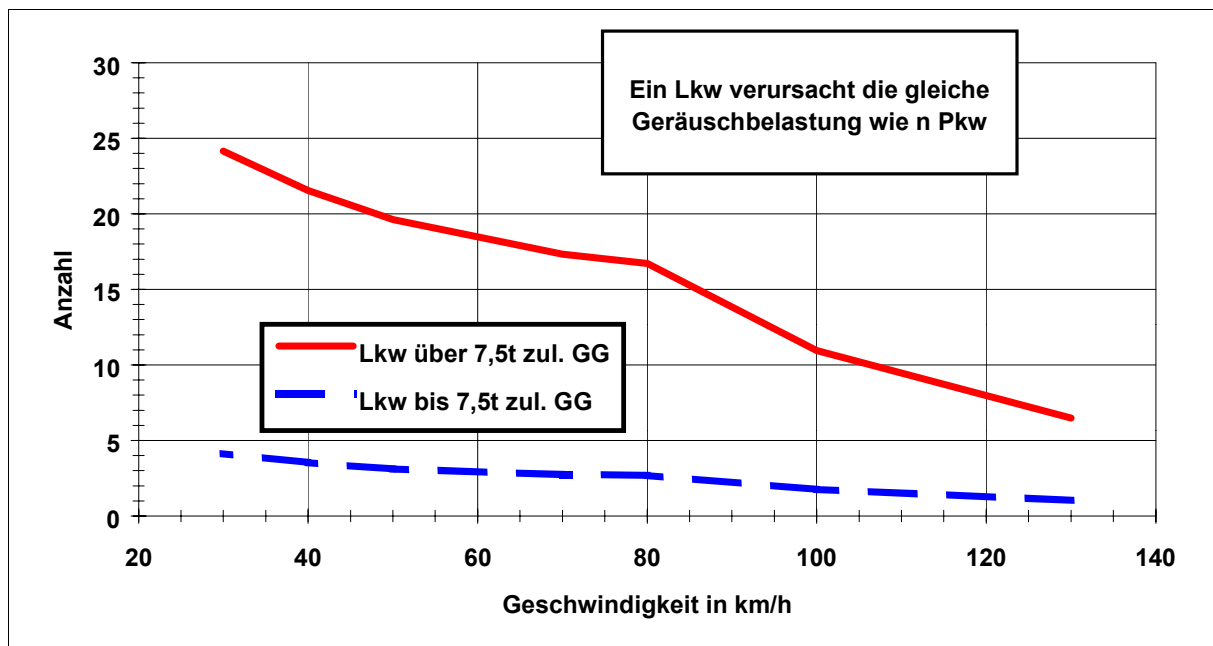
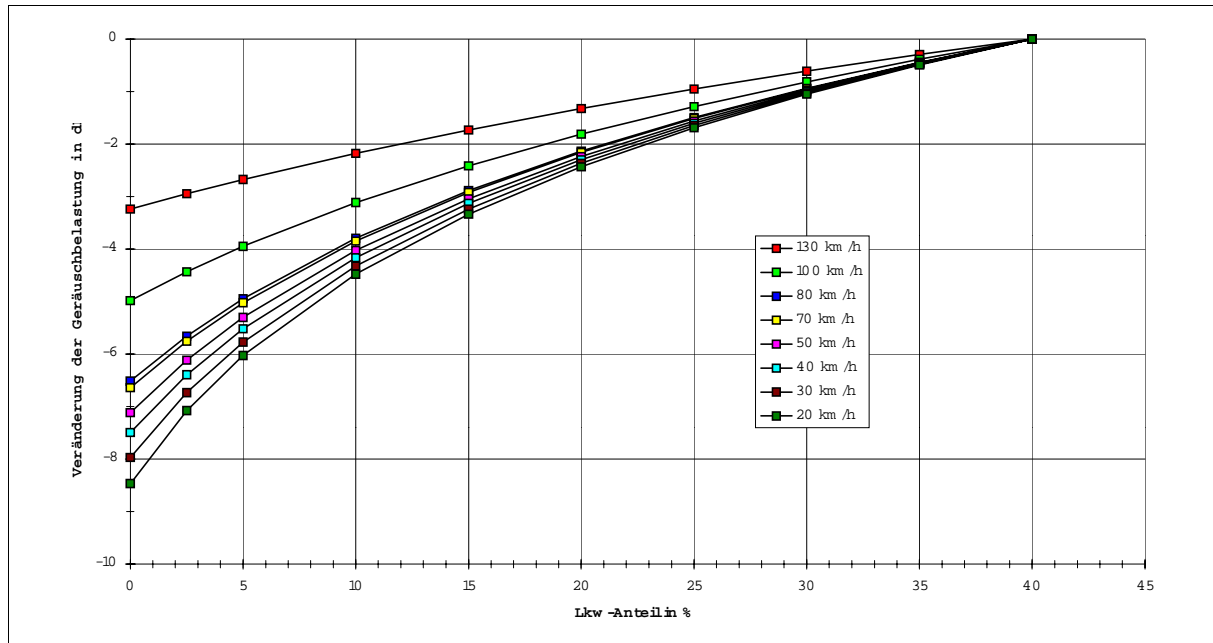


Bild 2.2 gibt eine Entscheidungshilfe für Prioritäten bei den Lärminderungsmaßnahmen. Im oberen Teil des Bildes ist für unterschiedliche zul. Höchstgeschwindigkeiten angegeben, wieviel Pkw zusammengekommen die gleiche Geräuschbelastung verursachen wie ein einziger Lkw. Bei Tempo 50 z.B. verursacht ein schwerer Lkw die gleiche Geräuschbelastung wie 19 Pkw. Das Bild macht deutlich, daß die Geräuschbelastung durch Lkw in Relation zum Pkw (nicht absolut) zu niedrigen Geschwindigkeiten hin zunimmt. Daraus folgt, daß bei Verringerung der Fahrgeschwindigkeiten (z.B. durch Verkehrsberuhigungsmaßnahmen) die geräuschemäßige Bedeutung des Lkw-Verkehrs zunimmt. Dies muß vor allem bei Verkehrsberuhigungsmaßnahmen an Verkehrsstraßen berücksichtigt werden. Was damit qualitativ erreicht werden kann, ist im Bild 2.3 dargestellt.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei darauf hingewiesen, daß Bild 2.2 nicht auf Mittelungspegeln der RLS-90 beruht, sondern auf gemessenen Mittelungspegeln, die aus statistischen Vorbeifahrtspegeln bestimmt wurden.

Bild 2.3: Minderungspotential Reduzierung des Lkw-Anteils



Wird z.B. auf einer Tempo 80-Straße der Lkw-Anteil von 15 % (Reduzierungspotential -3 dB) auf 5 % (Reduzierungspotential -5 dB) verringert, wird die Geräuschbelastung um die Differenz, also 2 dB gemindert. Daraus folgt: Auf Straßen mit hohen Lkw-Anteilen ist ein Lkw-Fahrverbot das wirksamste Mittel zur Lärmbekämpfung, sofern geeignete, lärmverträgliche Ausweichrouten vorhanden sind. Es ist auch dann wirksam, wenn es nur auf ein Teilkollektiv (Lkw über 7,5 T zul. Gesamtgewicht) oder zeitlich (Nachtfahrverbot) beschränkt wird.

#### REDUZIERUNG DER FAHRGESCHWINDIGKEIT MIT VERSTETIGUNG DES GESCHWINDIGKEITSVERLAUFS

Wenn die Potentiale zur Reduzierung des Verkehrsaufkommens und der Lkw-Anteile ausgeschöpft sind, ist die Beruhigung des verbleibenden Verkehrs das nächste Lärmminderungsinstrument. Seine Wirkung läßt sich pauschal mit

**langsamer + gleichmäßiger = leiser**

auf den Punkt bringen.

Bild 2.4

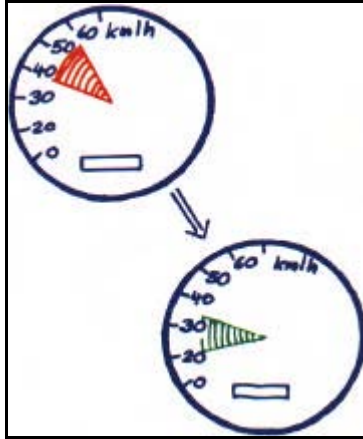
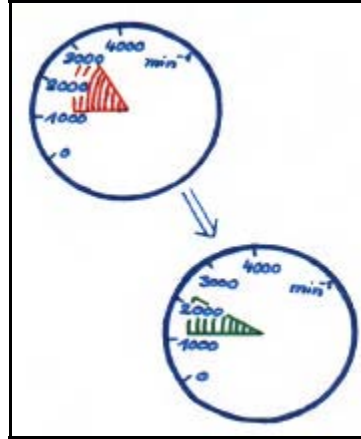
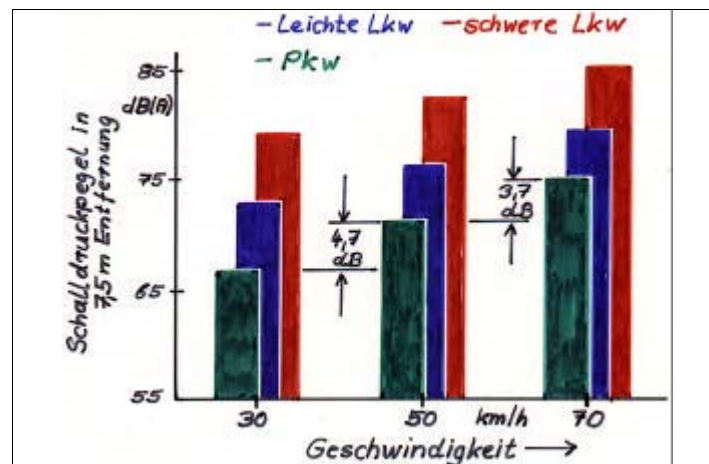


Bild 2.5



Qualitativ kann das Minderungspotential einer Geschwindigkeitsreduzierung aus Bild 2.6 abgelesen werden:

Bild 2.6: Minderungspotential Reduzierung der Geschwindigkeit

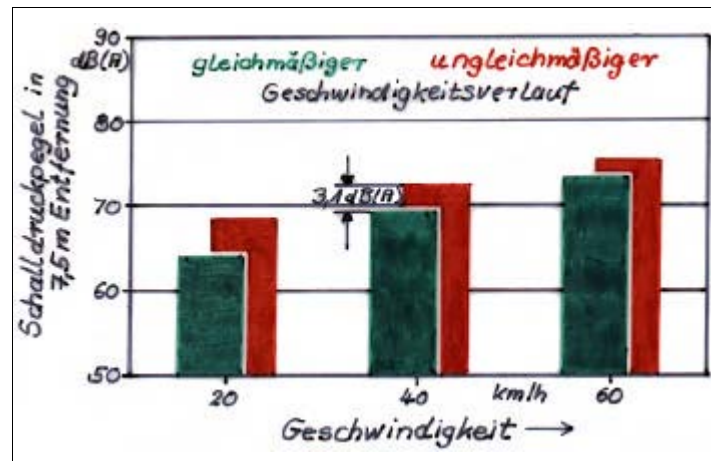


Das Ausmaß der Minderung ist durch das Verhältnis der Geschwindigkeiten vor und nach Einführung der Verkehrsberuhigungsmaßnahmen festgelegt. Die in Bild 2.6 wie auch in den folgenden Abbildungen angegebenen Geräuschpegel stellen durchschnittliche Emissionswerte dar, die aus Geräuschmessungen an einzelnen Kraftfahrzeugen im realen Verkehr bestimmt wurden. Bei diesen Messungen wird der Maximalwert des Schalldruckpegels während der Vorbeifahrt des Kraftfahrzeuges in 7,50 m Abstand zusammen mit der Fahrzeuggeschwindigkeit registriert. Es handelt sich also nicht um Mittelungspegel, man kann aber aus diesen Werten unmittelbar Rückschlüsse auf die Mittelungspegel für typische Immissionssituationen ziehen.

Mit dem Begriff Geschwindigkeitsverlauf wird die Änderung der Geschwindigkeit im Fahrtverlauf bezeichnet. Ist die Ausgangssituation durch ungleichmäßigen Geschwindigkeitsverlauf gekennzeichnet

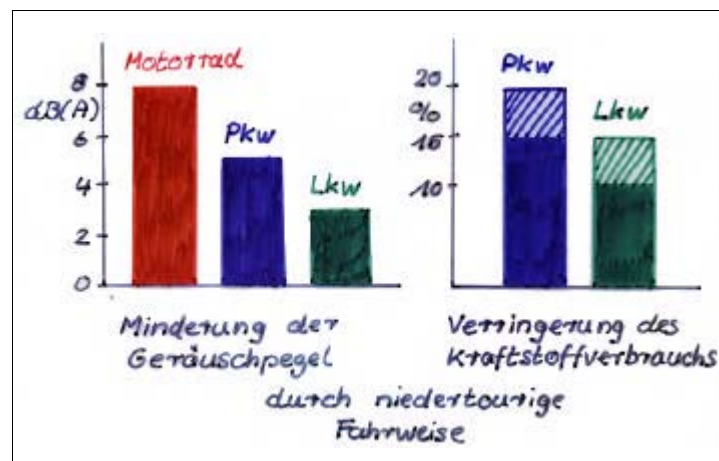
und gelingt es, durch die Verkehrsberuhigung eine Verstetigung zu erreichen, so erhält man einen weiteren Minderungsbeitrag (vgl. Bild 2.7). Es kann jedoch in der Praxis bei nicht sorgfältig abgestimmten Verkehrsberuhigungsmaßnahmen auch der umgekehrte Fall eintreten. Dann wird der Minderungsbeitrag der Geschwindigkeitsreduzierung durch einen ungleichmäßigeren Verkehrsablaufs zum Teil wieder zunichte gemacht.

Bild 2.7: Minderungspotential Verstetigung der Geschwindigkeit



Sorgfältig auf die Ausgangssituation abgestimmte Verkehrsberuhigungsmaßnahmen können dazu führen, daß eine niedertourige Fahrweise auch ohne bewußte Mitwirkung des Fahrers erreicht wird. Dies bedeutet einen zusätzlichen Beitrag für die Lärminderung (Bild 2.8) und übrigens auch für die Schadstoffemissionen und den Kraftstoffverbrauch.

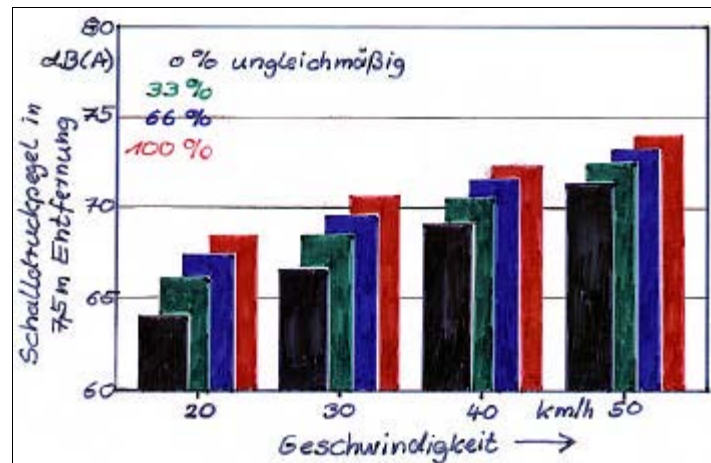
Bild 2.8: Minderungspotential niedertourige Fahrweise



In Bild 2.9 ist der Einfluß des Geschwindigkeitsverlaufs auf die Geräusche von Pkw quantitativ für den Bereich von 20 bis 50 km/h auf einem durchschnittlichen Asphaltbelag dargestellt. Es erlaubt eine

Abschätzung des jeweils von der Ausgangssituation abhängigen Minderungspotentials (aus Geschwindigkeitsdämpfung und -verstetigung). In Kapitel 3. und 4. wird gezeigt, durch welche Maßnahmen, bzw. Maßnahmenkombinationen und -abstände die angestrebte Wirkung erreicht werden kann.

Bild 2.9: Minderungspotential Reduzierung und Verstetigung der Geschwindigkeit



## 2.2 Einbindung in die Lärminderungsplanung

In fast allen Kommunen stellt die Belastung der Bürger durch Lärm eine zunehmende Einschränkung der Lebensqualität dar. Besonders nachteilig hat sich die starke Zunahme des Straßenverkehrs ausgewirkt. An vielen Hauptverkehrsstraßen liegen die Lärmbelastungen bereits im gesundheitsschädlichen Bereich, ca. 75 % der Einwohner der Mittel- und Oberzentren fühlen sich durch Lärm stark belastigt. Aufgrund dieser Situation erhalten im Rahmen einer ausgewogenen städtebaulichen, verkehrlichen und wirtschaftlichen Entwicklung Maßnahmen zur Minderung des Verkehrslärms zunehmende Bedeutung in den Kommunen.

Mit Einfügung des § 47a in das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) im Jahr 1990 sind die Gemeinden unter bestimmten Voraussetzungen gefordert, Lärminderungspläne aufzustellen. Lärminderungspläne sind durch die Gemeinden oder die nach Landesrecht zuständigen Behörden aufzustellen, wenn in Wohngebieten und anderen schutzwürdigen Gebieten nicht nur vorübergehend schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche hervorgerufen werden oder zu erwarten sind und die Beseitigung oder Verminderung ein abgestimmtes Vorgehen gegen verschiedenartige Lärmquellen erfordert.

Die Aufgabe von Lärminderungsplänen besteht in erster Linie darin, eine Vorgehensweise zur systematischen Verminderung der Lärmbelastung der Bevölkerung zu entwickeln und eine koordinierte Durchführung der erforderlichen Maßnahmen zu ermöglichen. Aufgrund der Dominanz des Verkehrslärms in der Lärmbelastung der Bevölkerung kommen Maßnahmen zur Minderung der Lärmemissionen an innerörtlichen Verkehrsstraßen und in Wohngebieten besondere Bedeutung zu. Die nachfolgenden Ausführungen können deshalb dazu beitragen, in einem Lärminderungskonzept Leitlinien zu entwickeln, die Handlungsspielräume für eine kostenoptimierte und daher praktikable Vorgehensweise zur

---

Lärmminderung umreißen. Diese Leitlinien sollen sowohl den eigentlichen Planungsprozeß als auch die Umsetzung von Maßnahmen betreffen.

Es hat sich in der Praxis bewährt, die Lärmminderungsplanung integriert mit der Verkehrsentwicklungsplanung durchzuführen. Dies sichert einen integrierten Planungsansatz, hat erhebliche Kostenvorteile bei der Aufstellung (z.B. Nutzung von aktuellen Verkehrszählungen als gemeinsame Datenbasis) und erleichtert die Förderung von Maßnahmen nach GVFG.

Angesichts der erheblichen Belastung der Bevölkerung durch Verkehrslärm, die häufig bereits über die Schwelle der Gesundheitsgefährdung hinausgeht, ist eine kommunale Lärmminderungsplanung kein unnötiger Luxus in Zeiten knapper Kassen, sondern eine Investition in die Zukunft als Teil der Standortsicherung.

## 2.3 Auswirkungen auf die Schadstoffemissionen

Die Höhe der Schadstoffemission in einer Straße wird von

- # der Verkehrsstärke,
- # dem Lkw-Anteil,
- # der Straßenkategorie (Fahrgeschwindigkeit, Fahrzustände, Kaltstartanteile),
- # der Flottenzusammensetzung (Anteil Dieselfahrzeuge, Kat-Fahrzeuge usw.).

bestimmt.

### EINFLUSS VON VERKEHRSSTÄRKE UND LKW-ANTEIL

Der Zusammenhang mit der Verkehrsstärke ist für geringe bis mittlere Verkehrsstärken proportional. Steigt die Verkehrsstärke jedoch bis in solche Bereiche, daß Stop+Go-Zustände auftreten, so wächst die Emission überproportional an. Bei  $\text{NO}_x$  und Ruß nehmen die Emissionen bei gleicher Verkehrsbelastung mit zunehmendem Lkw-Anteil stark zu, da die spezifischen Emissionen (Emission je Fahrzeug und Kilometer) erheblich höher sind als bei den Pkw ( $\text{NO}_x$ : Faktor 15 bis 25, Ruß: Faktor 28 bis 45, Bezugsjahr 1998) und die Unterschiede mit zunehmender Verkehrsbelastung größer werden. Die Bild 2.10 und 2.10 zeigen die genannten Zusammenhänge quantitativ am Beispiel einer innerörtlichen, ampelgeregelten Hauptverkehrsstraße.

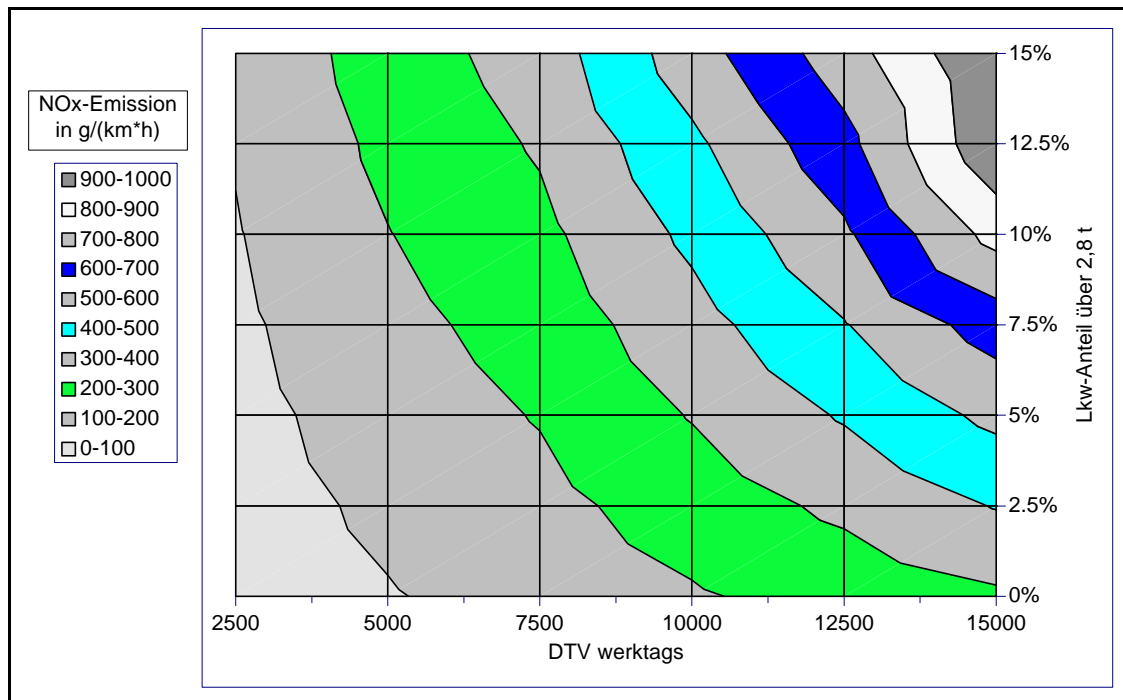


Bild 2.10: Abhängigkeit der NOx-Emission auf einer ampelgeregelten Hauptverkehrsstraße von Verkehrsbelastung und Lkw-Anteil

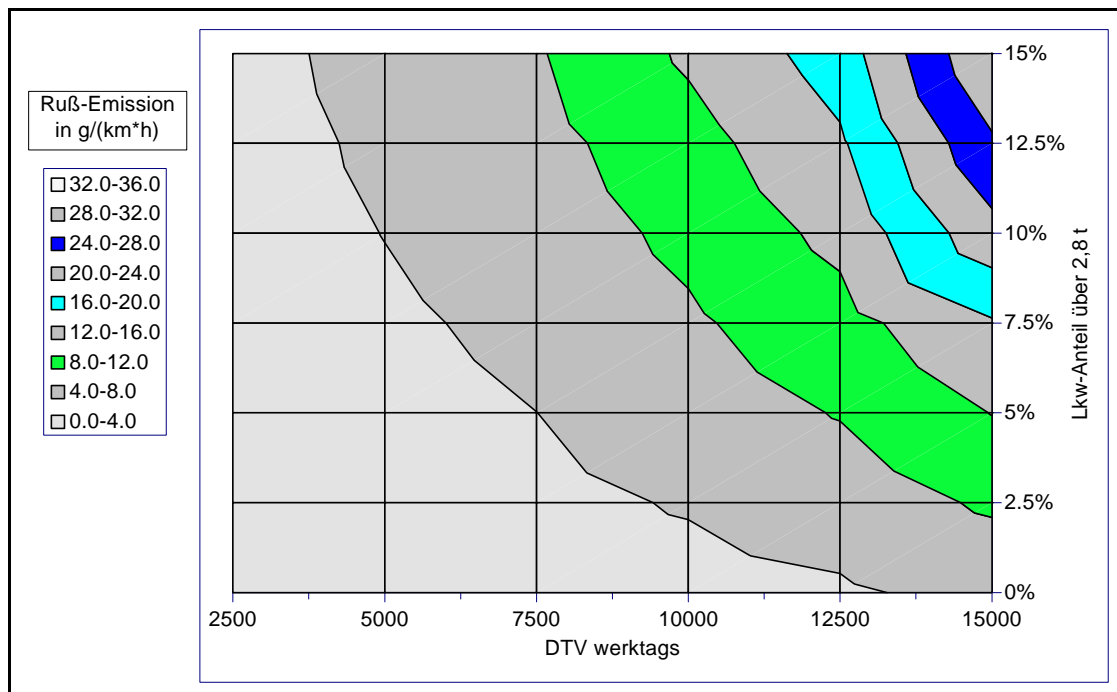


Bild 2.11: Abhängigkeit der Ruß-Emission auf einer ampelgeregelten Hauptverkehrsstraße von Verkehrsbelastung und Lkw-Anteil



Für die Benzol-Emissionen spielt der Lkw-Anteil dagegen nur eine untergeordnete Rolle, da die spezifischen Emissionen mit denen der Pkw vergleichbar, zum Teil sogar geringer sind. Hier ist praktisch nur die Verkehrsbelastung von Bedeutung (Bild 2.12).

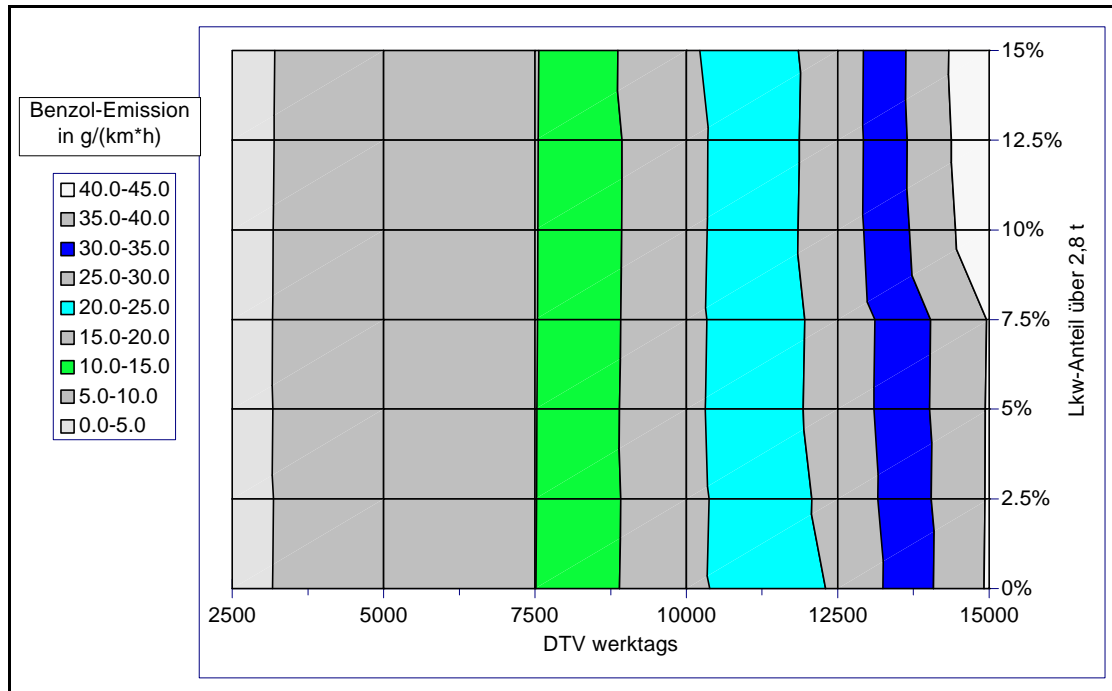


Bild 2.12: Abhängigkeit der Benzol-Emission auf einer ampelgeregelten Hauptverkehrsstraße von Verkehrsbelastung und Lkw-Anteil

## EINFLUSS VON STRASSENKATEGORIE UND LKW-ANTEIL

Die Straßenkategorie beeinflusst die Höhe der Emissionen bei gleicher Verkehrsbelastung und gleichem Lkw-Anteil über zwei verschiedene Parameter. Zum einen sind Geschwindigkeitsniveau und Geschwindigkeitsverlauf von ihr bestimmt, zum anderen sind die Kaltstartanteile je nach Straßenkategorie verschieden. Die Kaltstartanteile sind letztlich aber nur für die Benzol-Emissionen von Bedeutung.  $\text{NO}_x$ - und Ruß-Emissionen werden durch den Kaltstart nur geringfügig erhöht.

Die Flottenzusammensetzung entscheidet über das mittlere Emissionsniveau eines durchschnittlichen Fahrzeugs. Sie ändert sich mit den Veränderungen im Fahrzeugbestand und macht so das ganze System bezugsjahrabhängig. Für die folgenden Betrachtungen wurde das Bezugsjahr 1998 gewählt.

## KONVENTIONELLE TEMPO 50-INNERORTSSTRASSE

Geschwindigkeitsniveau und Geschwindigkeitsverlauf auf konventionellen Straßen werden vor allem durch

- 
- # die zulässige Höchstgeschwindigkeit,
  - # den Ausbauzustand,
  - # die Knotenpunktabstände und Knotenpunktsregelungen und
  - # die aktuelle Verkehrsbelastung

bestimmt. Die Durchschnittsgeschwindigkeiten auf Hauptverkehrsstraßen mit zul. Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h liegen im Bereich von ca. 20 km/h (z.B. Stadtkern) bis knapp unter 50 km/h (z.B. vorfahrtberechtigte Hauptverkehrsstraßen im Stadtrandbereich), wobei die Stillstandszeiten mit abnehmender Durchschnittsgeschwindigkeit stark zunehmen (bis auf Werte über 30 %). Darüber hinaus wird der Geschwindigkeitsverlauf mit abnehmender Geschwindigkeit unstetiger. Dies führt dazu, daß die wegbezogenen Schadstoffemissionen auf derartigen Straßen mit abnehmender Geschwindigkeit zunehmen.

Die Bilder 2.13 bis 2.19 verdeutlichen dies für die Kohlenwasserstoffe, die Stickoxide und das Kohlendioxid jeweils am Beispiel eines Pkw mit Ottomotor und geregelterm 3-Wege-Katalysator und einem Pkw mit Dieselmotor, dessen Emissionen die Anforderungen nach Anlage XXIII der StVZO (vergleichbar mit EURO I) erfüllen. Benzol ist in den Kohlenwasserstoffen enthalten. Die Ergebnisse beruhen auf Berechnungen, die im Rahmen von /7/ mit den neuen Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes und im realen Verkehr erhobenen Geschwindigkeitszeitverläufen durchgeführt wurden. Für Ruß, der als krebserregend einzustufen und deshalb von besonderer Bedeutung ist, können keine Berechnungen durchgeführt werden. Sie entsprechen jedoch den Berechnungen für Partikel.

#### VERKEHRSBERUHIGTE STRASSEN (TEMPO 30/TEMPO 20)

Flächenhafte und in ein Gesamtkonzept eingebundene Verkehrsberuhigungsmaßnahmen führen zu einer Verstetigung der Geschwindigkeitsverläufe und damit bei gleicher Durchschnittsgeschwindigkeit überwiegend auch zu niedrigeren Schadstoffemissionen. Für die Minderung der Schadstoffemissionen eines Kraftfahrzeuges ist ein gleichmäßiger Geschwindigkeitsverlauf noch wichtiger als für die Lärm-minderung. Wenn bei niedrigen Geschwindigkeiten gleichmäßig gefahren wird, gilt wie bei der Lärm-minderung die Formel:

**langsamer + gleichmäßiger = schadstoffärmer.**

Insbesondere bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen konventionellen Straßen und verkehrsberuhigten Straßen (vgl. Bilder 10, 11). Ähnliches gilt für die CO<sub>2</sub>-Emission (vgl. Bilder 2.17, 2.18). Lediglich bei den HC-Emissionen sieht die Bilanz für Gkat-Pkw nicht so günstig aus (vgl. Bilder 2.13, 2.14), die spezifischen Emissionen sind jedoch auch nicht höher als bei den konventionellen Straßen.

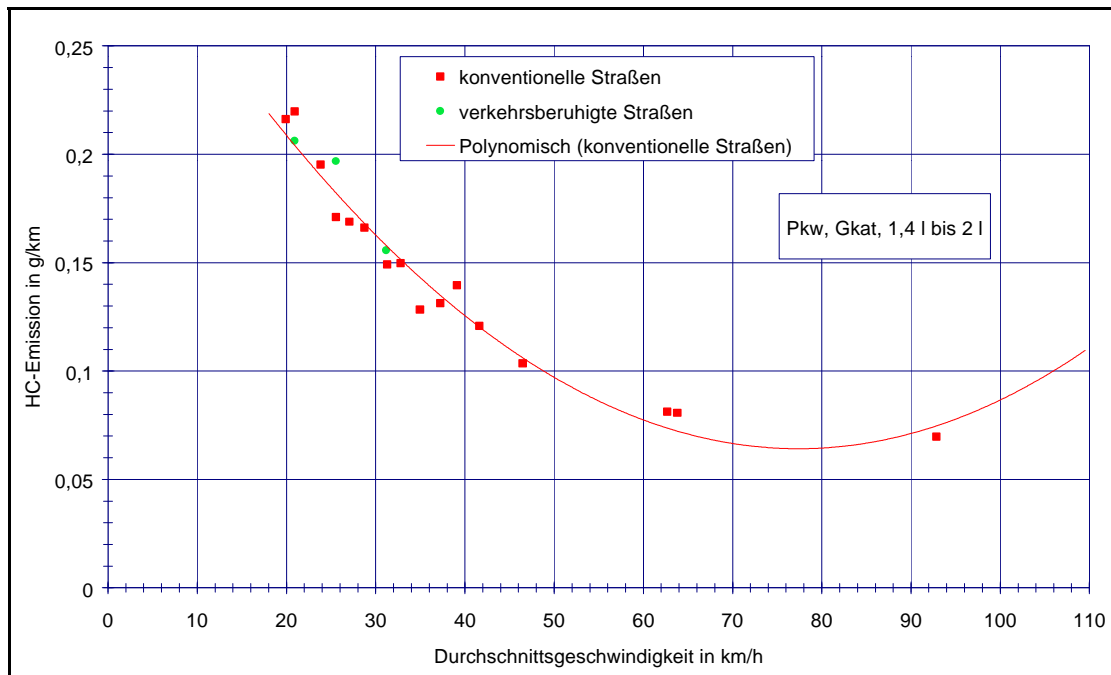


Bild 2.13: Spez. HC-Emissionen eines Gkat-Pkw auf konventionellen Straßen und verkehrsberuhigten Straßen bei unterschiedlichen Reisegeschwindigkeiten

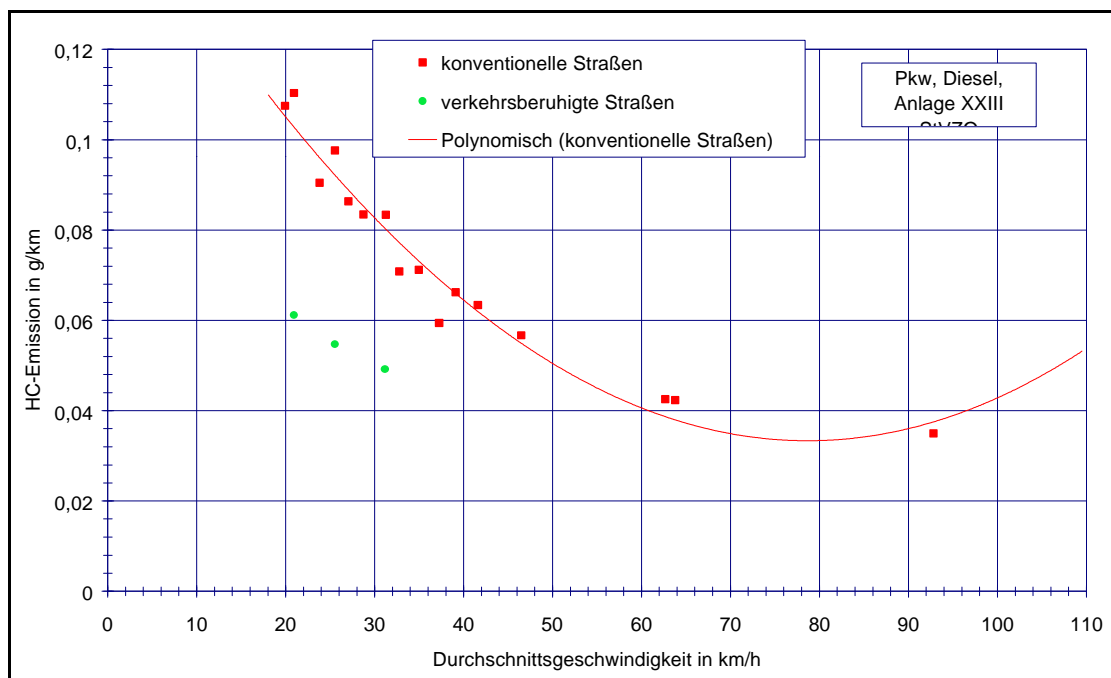


Bild 2.14: Spez. HC-Emissionen eines Diesel-Pkw auf konventionellen Straßen und verkehrsberuhigten Straßen bei unterschiedlichen Reisegeschwindigkeiten

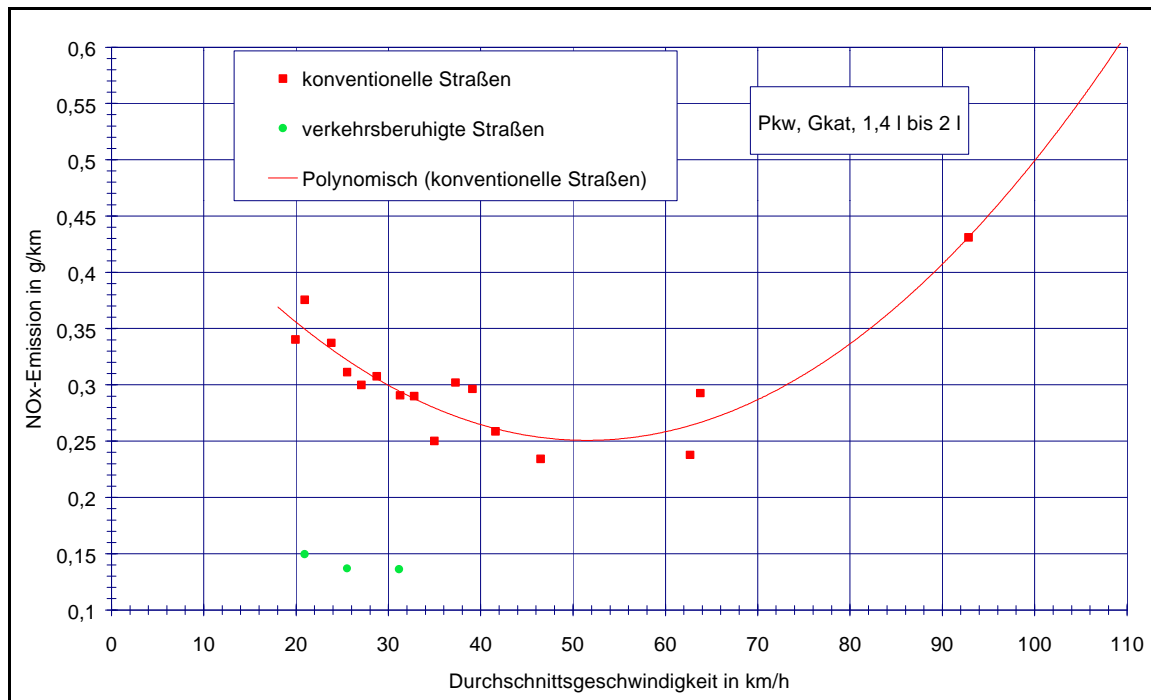


Bild 2.15: Spez. NOx-Emissionen eines Gkat-Pkw auf konventionellen Straßen und verkehrsberuhigten Straßen bei unterschiedlichen Reisegeschwindigkeiten

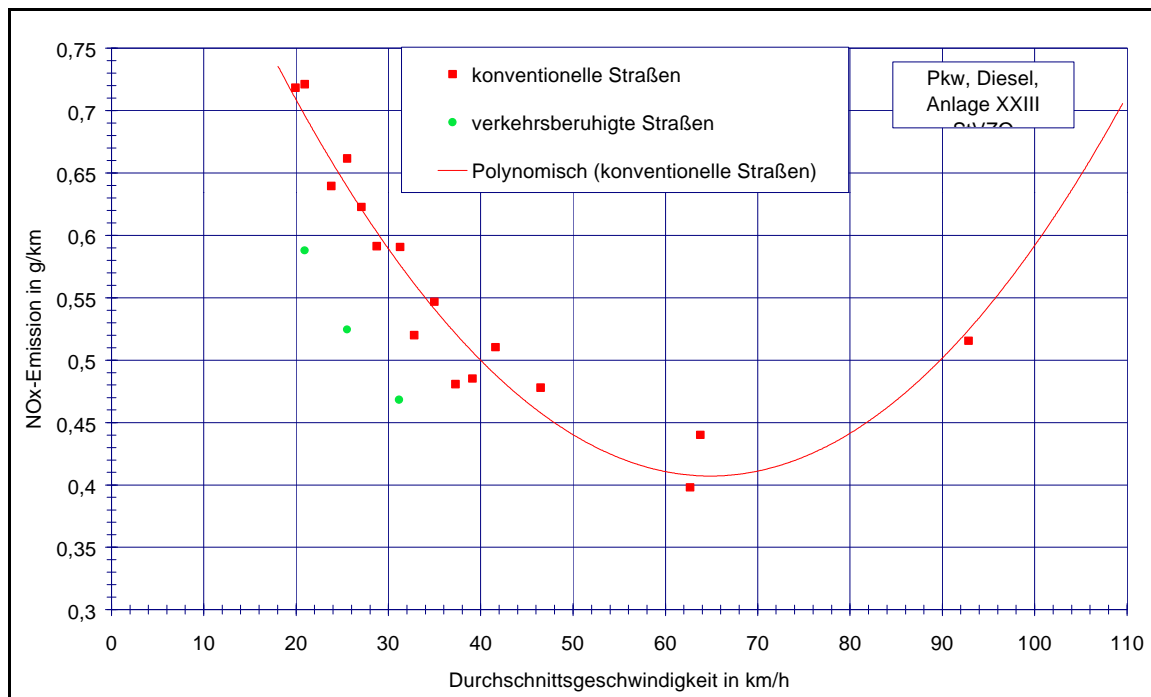


Bild 2.16: Spez. NOx-Emissionen eines Diesel-Pkw auf konventionellen Straßen und verkehrsberuhigten Straßen bei unterschiedlichen Reisegeschwindigkeiten

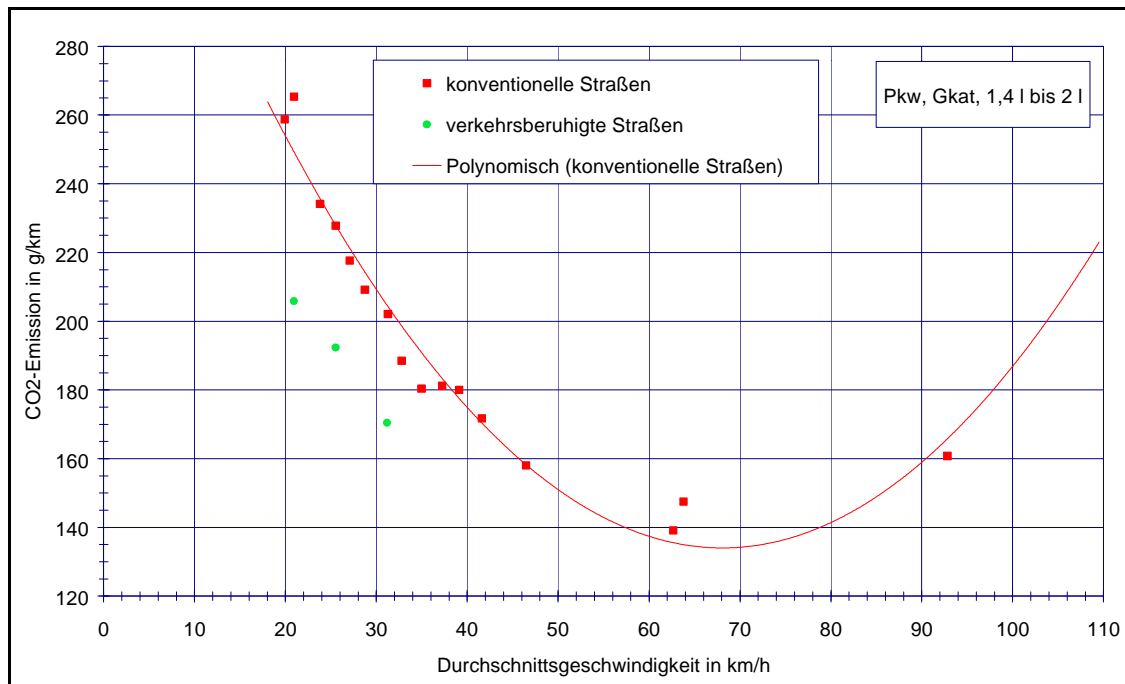


Bild 2.17: Spez. CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Gkat-Pkw auf konventionellen Straßen und verkehrsberuhigten Straßen bei unterschiedlichen Reisegeschwindigkeiten

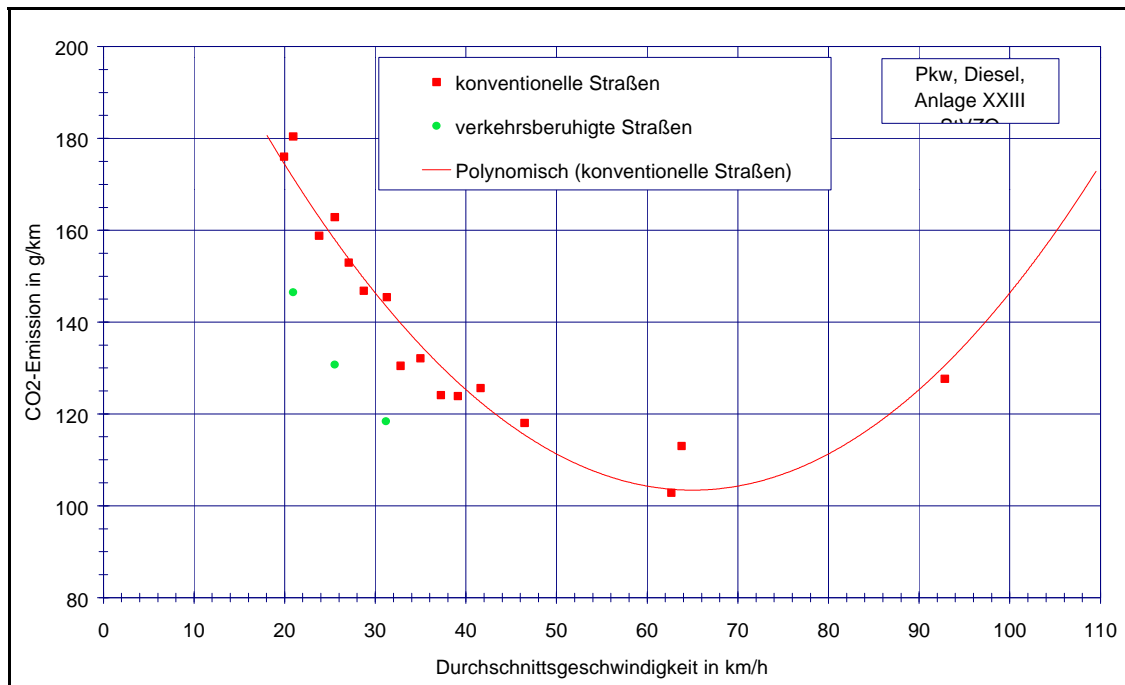


Bild 2.18: Spez. CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Diesel-Pkw auf konventionellen Straßen und verkehrsberuhigten Straßen bei unterschiedlichen Reisegeschwindigkeiten

Will man für eine konventionelle Straße die Auswirkungen verkehrsberuhigender Maßnahmen prognostizieren, so müssen die jeweiligen Reisegeschwindigkeiten (nicht zulässige Höchstgeschwindigkeiten!) gekannt sein. Dies liegen in der Regel nicht vor, so daß eine Prognose der Schadstoffentwicklung mit Hilfe der Bilder 2.13 bis 2.18 nicht möglich ist. Hier helfen die Bilder 2.19-2.21 weiter, die zeigen, welche durchschnittlichen Emissionsänderungen erwartet werden können, wenn eine konventionelle Wohnstraße durch Einführung von Tempo 30 verkehrsberuhigt wird.

Auch hierzu wurden im Rahmen von /7/ entsprechende Berechnungen durchgeführt, wobei nicht nur, wie in den vorangegangenen Bildern, ausgewählte Fahrzeugschichten, sondern Pkw mit Ottomotor und Dieselmotor sowie leichte Nutzfahrzeuge in der für 1998 zu erwartenden Flottenzusammensetzung fahrleistungsgewichtet berücksichtigt wurden. Das Ergebnis ist in den Bildern 2.19-2.21 zusammengestellt. Leichte Nutzfahrzeuge sind Lieferwagen und kleine Lkw bis 3,5 t zul. Gesamtgewicht.

Auf verkehrsberuhigten Straßen mit Tempo 30 sind für die Kohlenwasserstoffe bei den Pkw nur geringfügige Minderungen zu verzeichnen, allerdings kommt es auch zu keiner Verschlechterung (vgl. Bild 2.19). Bei Pkw mit Ottomotor und leichten Nutzfahrzeugen sind die  $\text{NO}_x$ -Emissionen auf verkehrsberuhigten Tempo 30 Straßen dagegen deutlich geringer als auf konventionellen Tempo 50 Straßen (vgl. Bild 2.20). Die Minderungen der  $\text{CO}_2$ -Emissionen liegen zwischen denjenigen für HC und  $\text{NO}_2$  (vgl. Bild 2.21). Dies kann ebenso für die Ruß-Emissionen angesetzt werden.

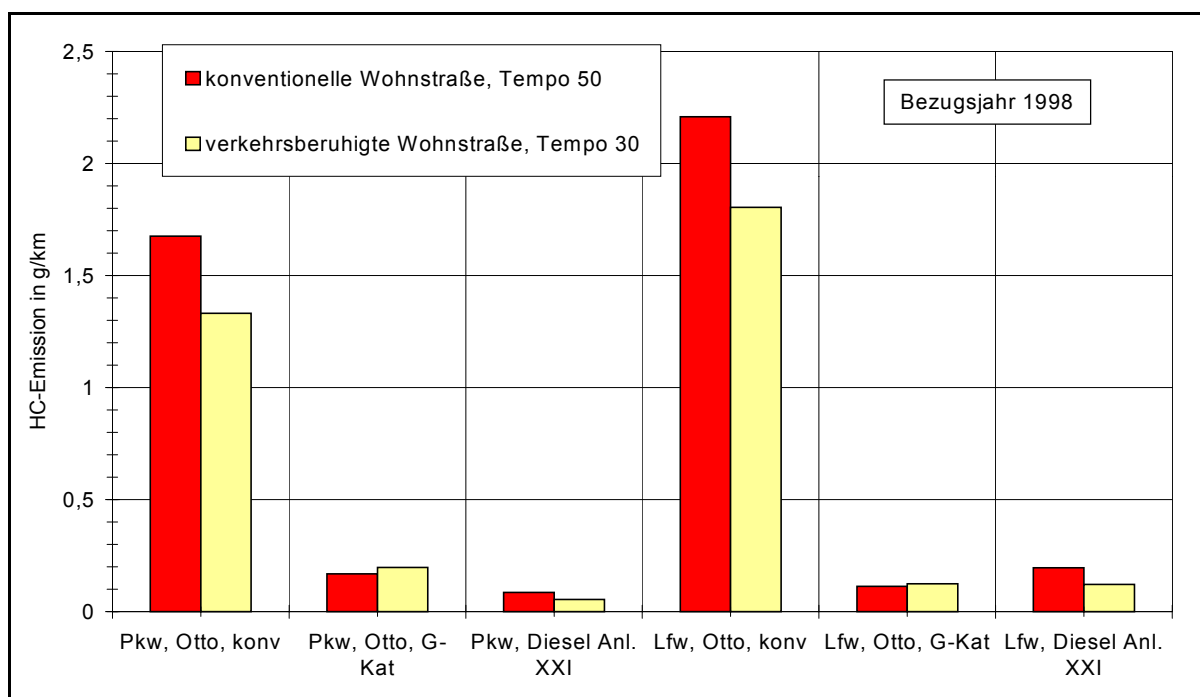


Bild 2.19: Vergleich der spez. Emissionen für konventionelle Wohnstraßen mit Tempo 50 und verkehrsberuhigte Wohnstraßen mit Tempo 30 bei HC

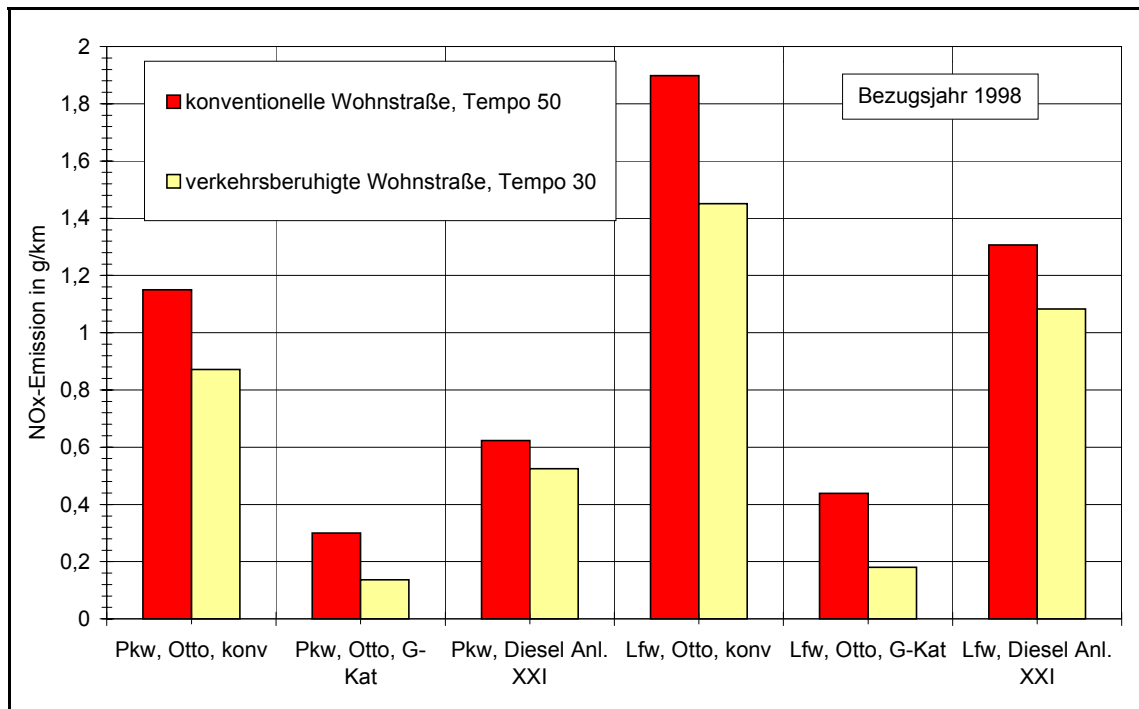


Bild 2.20: Vergleich der spez. Emissionen für konventionelle Wohnstraßen mit Tempo 50 und verkehrsberuhigte Wohnstraßen mit Tempo 30 bei  $\text{NO}_x$

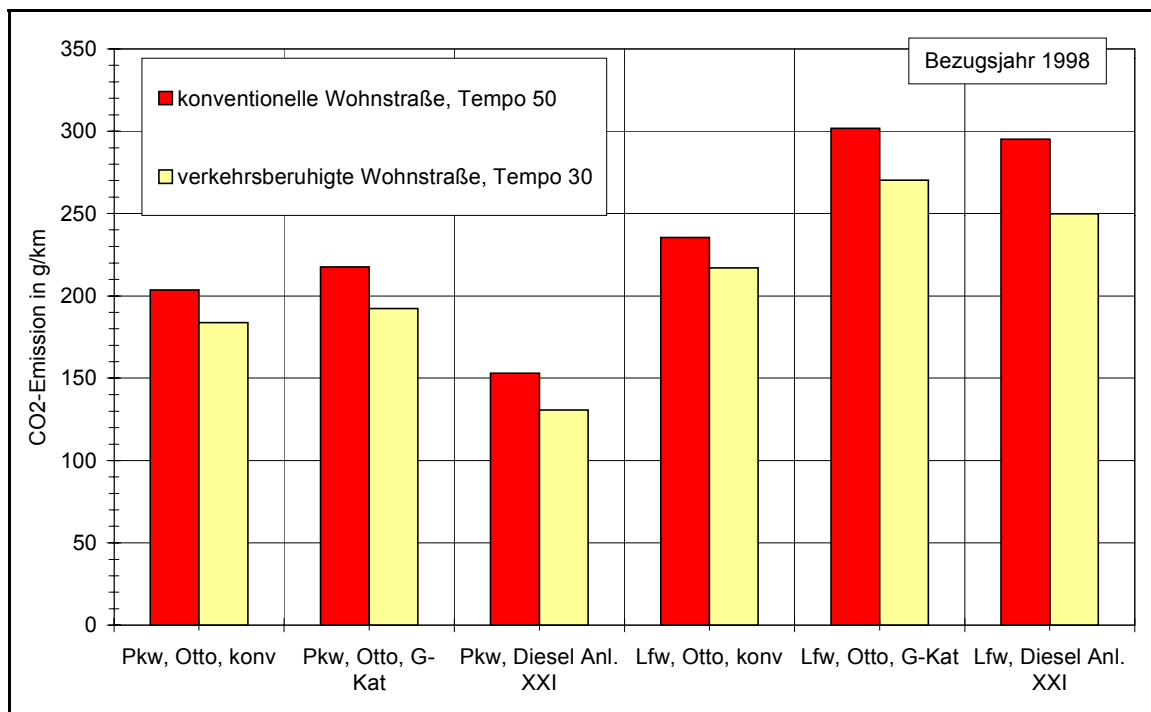


Bild 2.21: Vergleich der spez. Emissionen für konventionelle Wohnstraßen mit Tempo 50 und verkehrsberuhigte Wohnstraßen mit Tempo 30 bei  $\text{CO}_2$

---

Aus obigen Betrachtungen und weiteren Ergebnissen von Fahrverlaufsuntersuchungen läßt sich verallgemeinernd folgendes Fazit ziehen:

- # Man kann die Anzahl der Brems- und Beschleunigungsvorgänge und damit die Schwankungen im Geschwindigkeitsverlauf gegenüber Tempo 50 in etwa gleich halten oder sogar verringern, wenn einander ergänzende verkehrsberuhigende Maßnahmen kombiniert und in ein flächenhaftes Gesamtkonzept eingebunden werden, wie in den vorliegenden Planungsempfehlungen dargestellt. In diesem Fall kann man mit deutlichen Reduzierungen der Emissionen von Stickoxiden, Ruß und Kohlendioxid rechnen. Bei den Kohlenwasserstoffen und damit beim Benzol sind nur geringe Reduzierungen zu erwarten, allerdings tritt auch keine Verschlechterung ein. Das Ergebnis fällt insgesamt umso günstiger aus, je ungleichmäßiger der Geschwindigkeitsverlauf vorher (Tempo 50) war und je niedertouriger und gleichmäßiger nach Durchführung der Verkehrsberuhigungsmaßnahmen gefahren wird.
- # Die Anzahl der Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen nimmt allerdings gegenüber Tempo 50 zu, wenn Verkehrsberuhigungsmaßnahmen nur punktuell ohne flächenhaftes Konzept durchgeführt werden. Dies hat entsprechende Auswirkungen auf die Schadstoffemissionen.

Anmerkung:

*Zur Berechnung der Schadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes das PC-Programm CITAIR entwickelt, das gegen eine Schutzgebühr abgegeben wird. Ausführliche Informationen sind beim Umweltbundesamt erhältlich.*



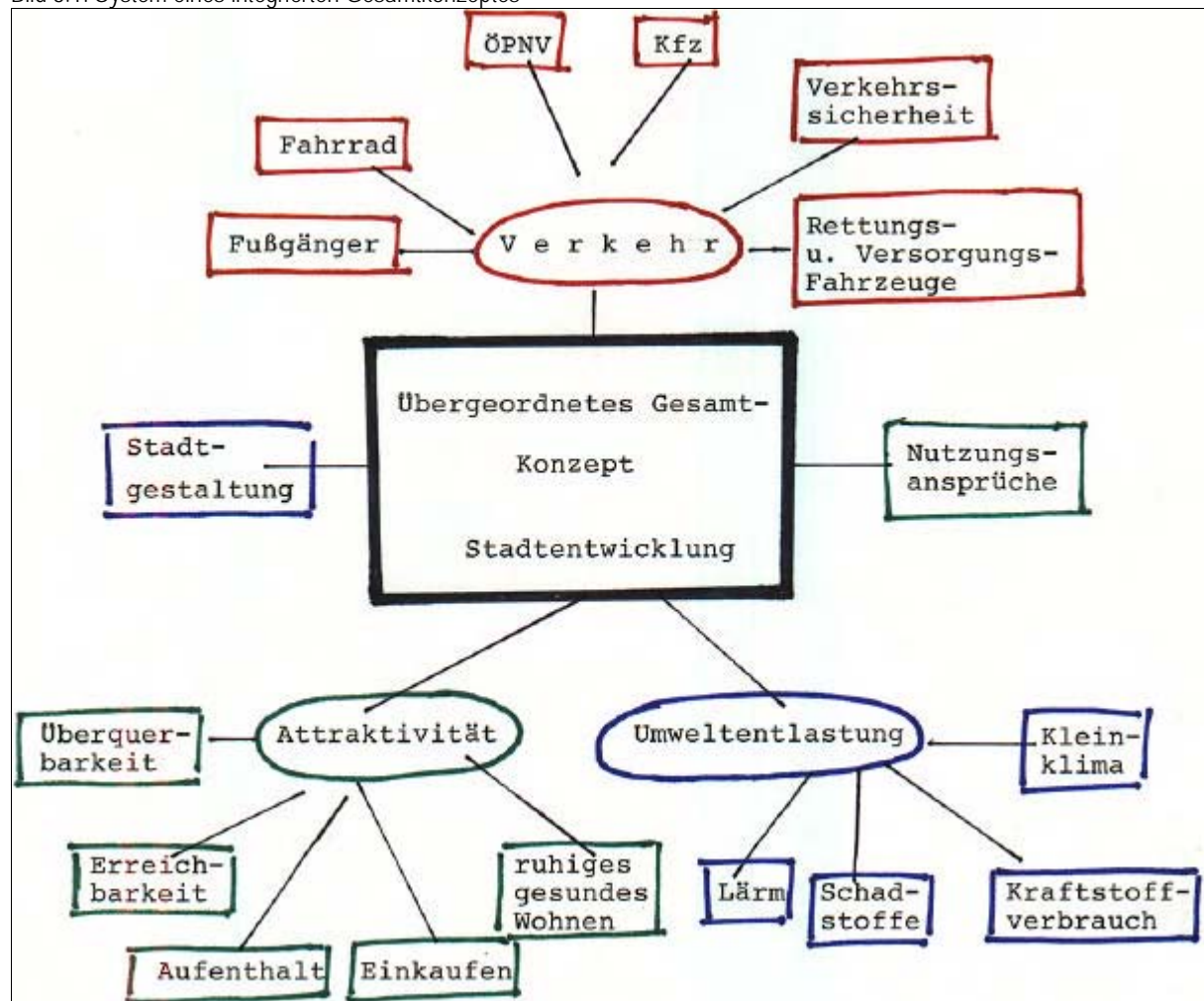
### 3. VORGEHENSWEISE BEI DER PLANUNG

#### 3.1 Planungsvorbereitung

##### 3.1.1 Einbindung in ein Gesamtkonzept

Verkehrsberuhigung, die die Erhöhung der Verkehrssicherheit und gleichzeitig die Entlastung der Umwelt (also der Minderung der von Kraftfahrzeugen verursachten Lärm- und Luftbelastungen) zum Ziel hat, muß zunächst einmal flächenhaft, also gebietsumfassend ausgerichtet sein und alle Straßenkategorien - auch die Hauptverkehrsstraßen - in ein integriertes Verkehrskonzept, das alle Verkehrsmittel betrachtet und insbesondere die Potentiale der Verkehrsmittel des Umweltverbundes (Fußgänger und Fahrradverkehr, Öffentlicher Personennahverkehr) ausschöpft, für die gesamte Stadt oder Gemeinde einbeziehen. Dieser Grundsatz ist inzwischen allgemein anerkannt.

Bild 3.1: System eines integrierten Gesamtkonzeptes



In einem integrierten Verkehrskonzept sind die verschiedenen Anforderungen an den Straßenraum im Sinne einer Optimierung des Gesamtsystems gegeneinander abzuwägen (siehe Abb. 3.1). In einem solchen Gesamtkonzept müssen vor allem die verkehrlichen, städtebaulichen und Umweltaspekte integriert betrachtet werden. Ebenso selbstverständlich ist, die Belange und unterschiedlicher Interessen (z.B. Handel und Handwerk, Freizeitaktivitäten, Rettungsdienste, Winterdienst u.ä.) zu berücksichtigen. Nur dann können Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung ihre größtmögliche Wirkung erzielen.

Die Konzeption der baulichen Maßnahmen sollte aber nicht nur an den Auswirkungen auf Geschwindigkeitsniveau und Geschwindigkeitsverlauf ausgerichtet sein. Wesentliche Beiträge zur Verkehrssicherheit und Umweltentlastung werden auch dadurch geleistet, daß unerwünschter Durchgangsverkehr aus besonders sensiblen Bereichen herausgehalten wird (Bild 3.2). Dies kann neben straßenverkehrsrechtlichen Maßnahmen (z.B. Tempo 30-Zone, verkehrsberuhigter Bereich) vor allem dadurch geschehen, daß die Reisezeiten durch diese Bereiche durch bauliche Verkehrsberuhigungsmaßnahmen deutlich länger werden als auf alternativen Routen des übergeordneten Straßennetzes.



Bild 3.2

Auch die entsprechende Ausgestaltung der Gebietsein- und -ausfahrten trägt zur Verlagerung des unerwünschten Durchgangsverkehrs bei (Bild 3.3).



Bild 3.3

Aus der Sicht des Umweltschutzes ist in diesem Zusammenhang zu untersuchen:

- # Wo die größten Umweltdefizite (Ökologie, Lärm- und Schadstoffbelastung) auftreten und auf welche Weise sie zu verringern sind,
- # welche Veränderung durch Verkehrsorganisation (z.B. Parkleitsystem) und durch Substitution der Kfz-Benutzung durch umweltschonendere Verkehrsmittel (Bus, Fahrrad, zu Fuß gehen) erfolgen und wie eine solche Veränderung der Verkehrsmittelwahl erreicht werden kann,
- # durch welche Maßnahmen eine umweltschonende Abwicklung des verbleibenden Kfz-Verkehrs - u.U. in Verbindung mit einer Verbesserung der ökologischen Situation - erzielt wird.

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Abwägungsprozeß einzubringen.

---

### 3.1.2 Sicherung städtebaulicher Belange

In den letzten Jahren wurden die für den Bau und Ausbau klassifizierter Straßen maßgeblichen Richtlinien RAS, die eigentlich nur für die Situation außerorts gedacht sind und die trotzdem über Jahrzehnte hinweg auch innerorts angewandt wurden, durch Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen (EAHV 93 /5/) ergänzt. Schon der Begriff "Empfehlungen" soll deutlich machen, daß sie nicht schematisch angewandt werden sollen, sondern je nach der Funktion der Straße im großräumigen Straßennetz und der Ansprüche der Nutzungen im Straßenumfeld Ermessensspielräume zugunsten eines situationsangepaßten Verkehrsablaufs geben. Dabei können fallweise auch einmal die Interessen des überörtlichen Durchgangsverkehrs hinter den örtlichen Belangen zurückgestellt werden.

Wie der Einführungserlaß des BMV zur EAHV 93 /5/ deutlich macht, sind bei Bundesfernstraßen die Interessen des überörtlichen Verkehrs generell höher einzustufen als lokale Belange (Ausnahmen wären nach dem Wortlaut des Einführungserlasses allenfalls für Straßenabschnitte denkbar, wo die Aufenthaltsfunktion ganz klar dominiert; im Prinzip müßte hier jedoch bei gravierenden Nutzungskonflikten der Bau einer Ortsumgehung angestrebt werden). Aus diesem Grunde sollen lt. Erlaß auf den Ortsdurchfahrten von Bundesstraßen generell Geschwindigkeiten von 50 km/h oder mehr ermöglicht werden, was gleichzeitig einen Fahrbahnquerschnitt von 6,5 m oder mehr erfordert.

In der Praxis zeigt sich nun, daß die Straßenbaulastträger die Spielräume, die ihnen durch die EAHV gegeben werden, nicht oder erst nach langen Diskussionen hinreichend ausnutzen bzw. wegen übergeordneter Planungen nicht ausnutzen können. In der Planungspraxis ist vielfach zu beobachten, daß - vereinfacht dargestellt - einerseits Straßenentwürfe ingenieurtechnisch ausfallen und wenig Rücksicht auf das städtebauliche Umfeld nehmen. Andererseits disqualifizieren sich häufig städtebaulich gute "Gegenentwürfe" durch schwerwiegende verkehrsplanerische Mängel. Fährt man durch die Lande, sind die Mängel der fehlenden interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Straßenbauern und Stadtplanern allenthalben zu sehen. Hinzu kommen manchmal erhebliche Reibungsverluste zwischen beteiligten Fachdienststellen wie Straßenbauämter, Denkmalpflege, betroffene Gemeinden und ggf. weiteren Planungspartnern.

Eine Lösung liegt darin, dem Straßenentwurf bei städtebaulich empfindlichen Ortsdurchfahrten einen "Städtebaulichen Entwurf" vorzuschalten. Dieser Entwurf hat die Aufgabe, die Straßengestalt bzw. den Lageplan und die Gestaltungsdetails zu erstellen und mit allen an der Planung Beteiligten abzustimmen, einschließlich der Träger öffentlicher Belange und des Beschlusses durch die Gemeinde. Aus diesem abgestimmten Gestaltungsentwurf wird dann der eigentliche Straßenentwurf ("RE-Entwurf") entwickelt. Zwangsläufig müssen für die Erstellung des städtebaulichen Entwurfs gute Grundkenntnisse im Straßenentwurf vorhanden sein, um nicht etwas in der Lage zu planen, was später technisch nicht umsetzbar ist. An ein solches Verfahren können auch Beiräte und ähnliche Strukturen unter Einbeziehung der lokalen Schlüsselpersonen angebunden werden.

Bezüglich der Honorierung wäre denkbar, daß entsprechend der Gebührenordnung (HOAI) die Vorplanung, Teile des Entwurfs und die Ausführungsplanung im Bereich Gestaltungsdetails zu einem "städtebaulichen Entwurf" zusammengefaßt werden. Das Honorar ist ggf. um eine zusätzliche Vergütung für den effektiven Mehraufwand (ergänzende städtebauliche Untersuchungen, zusätzliche Abstimmungsgespräche, Bürgerbeteiligung und ähnliches) zu erhöhen. Dokumentiert man im Rahmen eines Projekt-Qualitätsmanagements vermeidbare Reibungsverluste, kann bei Bedarf durch eine An-

passung von Runderlassen oder Verwaltungsvereinbarungen dieses Verfahren schrittweise effektiver gestaltet werden.

Der Anreiz für eine städtebaulich integrierte, umweltschonende Planung von Ortsdurchfahrten und Wohnstraßen könnte für Kommunen und Straßenbauämter dadurch erhöht werden, daß solche Maßnahmen eine höhere Priorität erhalten bzw. mit höheren Fördersätzen unterstützt werden, um so modellhafte Beispiele zu erhalten. Es wird empfohlen, ein bundesweit oder in den einzelnen Bundesländern Modellvorhaben zur stadtverträglichen Gestaltung von Ortsdurchfahrten und Hauptverkehrsstraßen ins Leben zu rufen, die

- # interministeriell betreut werden,
- # mit entsprechenden Förderkonditionen für die kommunalen Baulastteile ausgestattet sind und entsprechende Prioritäten erhalten, ggf. zu Lasten "normaler" Straßenbauprogramme,
- # als Vorgabe die Verkehrsfunktion und die gängigen Richtlinien, Runderlasse und Empfehlungen beachten, aber auch deren Spielräume ausnutzen,
- # ggf. durch Beiräte, begleitende Untersuchungen, intensive Öffentlichkeitsarbeit und ähnliche Elemente unterstützt werden.

### 3.1.3 Analyse der Ausgangssituation

Welcher Art diese Verkehrsberuhigungsmaßnahmen und ihre Kombinationen sein müssen, um eine höchstmögliche Wirkung im Hinblick auf Verkehrssicherheit und Umweltentlastung zu bewirken, hängt in hohem Maße von der Ausgangssituation ab. Konkreten Festlegungen über Art und Umfang von Verkehrsberuhigungsmaßnahmen muß daher eine Analyse der Ausgangssituation im jeweils betrachteten Gebiet vorausgehen. Diese Analyse der Ausgangssituation sowie eine Abschätzung der Auswirkung von Verkehrsberuhigungsmaßnahmen kann auf der Grundlage der in Kapitel 2. dargelegten prinzipiellen Zusammenhänge zwischen Fahrgeschwindigkeit, Geschwindigkeitsverlauf und Fahrweise einerseits und Geräuscentwicklung, Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen andererseits, erfolgen. Im allgemeinen wird eine qualitative Einschätzung anhand von Beobachtungen vor Ort genügen müssen. In Fällen, in denen die Ausgangslage nur schwer einzuschätzen ist, kann das nachfolgend beschriebene, vereinfachte Beobachtungsverfahren eingesetzt werden.

Parameter, die die Straße oder den Streckenabschnitt allgemein beschreiben:

- # **Straßentyp**
  - " Verkehrstechnische Bedeutung
- # **Baustruktur**
  - " Art und Maß der angrenzenden Bebauung
  - " Nutzung der angrenzenden Bebauung
  - " Gestaltung des Straßenraums
- # **Straßenbau**

- 
- " Zahl der Fahrspuren
  - " Breite und Belag der Fahrbahnen
  - " Abbiegespuren
  - " Querungshilfen
  - " Anordnung des ruhenden Verkehrs
  - " Signalisierung
  - " sonstige Ge- und Verbote
  - " öffentlicher Verkehr/Haltestellen

Hierdurch ergeben sich bereits wichtige Strukturierungen, die die Randbedingungen für den zukünftigen Straßenbau festlegen.

Zur Beurteilung der bestehenden Lärmemission und zur Einschätzung des Lärminderungspotentials sind jedoch vor allem Parameter des Verkehrsgeschehens von Bedeutung:

- # **Verkehrsdaten**
  - " Verkehrsstärke
  - " Verkehrszusammensetzung (v.a. Lkw-Anteile)
  - " Fahrgeschwindigkeiten
  - " Geschwindigkeitsverläufe
- # **Verkehrsbeobachtung**
  - " Verkehrskonflikte
  - " Park- und Liefervorgänge
  - " Verkehrsfluß
  - " Fußgänger- und Radfahrerquerungen

Um die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Verkehrsparametern und Lärm- bzw. Schadstoffemissionen herauszuarbeiten, reicht in den meisten Fällen das im folgenden skizzierte, vereinfachte Erhebungsverfahren aus, bei dem Angaben zu folgenden Merkmalen an Straßenquerschnitten erhoben werden:

- # Verkehrsstärke
- # Verkehrszusammensetzung
- # Verkehrsfluß
- # Geschwindigkeitsniveau
- # Geschwindigkeitsverlauf
- # Parkvorgänge
- # Linienverkehr
- # Verkehrskonflikte
- # Fußgänger- und Radfahrerquerungen

Die Anzahl der Querschnitte richtet sich nach der individuellen Problemstellung vor Ort, in der Regel sind ein bis zwei Querschnitte je Straße ausreichend, wobei für Straßen mit ähnlichen Struktur- und Verkehrsparametern nur ein Querschnitt erfaßt zu werden braucht.

Bei den Verkehrszählungen soll nach folgenden Kategorien unterschieden werden:

- 
- # Pkw, Kombi,
  - # Lieferwagen bis 3,5 t Gesamtmasse,
  - # Lkw über 7,5 t Gesamtmasse,
  - # Busse,
  - # Motorräder.

Für Lärmuntersuchungen ist eine gesonderte Unterscheidung zwischen Pkw und Lieferwagen nicht erforderlich, gleiches gilt für Busse und Lkw bis zu 7,5 t. Aus Vergleichbarkeitsgründen mit den Routinezählungen der Straßenbauämter sollte die oben angeführte Gliederung jedoch angewandt werden. Im Bedarfsfall ist es ein Leichtes, die Daten zusammenzufassen.

Geschwindigkeitsmessungen können im einfachsten Fall mittels Stoppuhr durchgeführt werden. Einfache Meßgeräte (Radar, Lichtschranken) erleichtern jedoch die Erhebung. Die Messungen sollten in der Nähe der Zählquerschnitte erfolgen. Bei Stoppuhr-Messungen muß die Mindestlänge der Meßstrecke aus Genauigkeitsgründen an das Niveau der Fahrgeschwindigkeit angepaßt werden. Als Faustformel gilt: Die Mindestlänge in m muß dem Geschwindigkeitsniveau in km/h entsprechen, anderenfalls beträgt die Meßunsicherheit mehr als  $\pm 10\%$ . Es sollten je Untersuchungsintervall mindestens 50 Kfz erfaßt werden, ein Stichprobenumfang von 100 sollte angestrebt werden. Eine Erfassung von mehr als 200 Kfz ist unwirtschaftlich, weil die statistische Genauigkeit nicht mehr nennenswert erhöht werden kann. Auch für die Geschwindigkeitsmessungen gilt: Ist das Geschwindigkeitsniveau auf beiden Richtungsfahrbahnen unterschiedlich (Unterschied geschätzt  $> 20\%$ ), so sind getrennte Messungen erforderlich. Es ist darauf zu achten, daß die Messung nicht allzu offensichtlich durchgeführt wird, da die Fahrzeuge in Erwartung einer Geschwindigkeitskontrolle abbremesen und die Messung verfälschen.

Um Ausprägungen für die übrigen Merkmale erheben zu können, ist ein einsehbarer Straßenabschnitt von 50 bis 80 m Länge erforderlich, der den Meßquerschnitt bei Zählungen bzw. die Meßstrecke für die Geschwindigkeitsmessungen möglichst enthalten sollte. Der jeweilige Beobachter stuft das Verkehrsgeschehen anhand von Merkmalsklassen ein, die z.B. folgendermaßen gewählt werden können (Bezug auf Einzelfahrzeuge):

- # **Geschwindigkeitsverlauf**
    - " ungleichmäßig (z. B. Kreuzungen und Einmündungen)
    - " überwiegend ungleichmäßig
    - " überwiegend gleichmäßig
    - " gleichmäßig (nahezu konstante Geschwindigkeit)
  
  - # **Verkehrsfluß**
    - " Unbehinderte Fahrt: Kfz durchfährt den beobachteten Straßenabschnitt mit frei gewählter und durch nichts eingeschränkter Geschwindigkeit.
    - " Kolonnenfahrt: Die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs wird durch ein vorausfahrendes Kfz bestimmt.
    - " Behinderte Fahrt: Behinderung des Kfz durch LSA, Vorfahrtregeln, ein- oder abbiegende Kfz, durch Fußgänger oder Radfahrer (Merkmal: aufleuchtende Bremslichter).
    - " Überholvorgänge: Zwei Fahrzeuge überholen sich, wenn ein Fahrzeug die Gegenfahrbahn oder eine Parallelfahrbahn benutzt.
-

---

#	<b>Parkvorgänge</b>	
	" Parkplatzangebot:	Alle legalen, fahrbahnbegrenzenden und öffentlichen Abstellmöglichkeiten auf dem Beobachtungsabschnitt
	" Parkraumbefüllung:	Anzahl der legal und illegal geparkten Fahrzeuge zu Beginn und am Ende eines Beobachtungszeitraums
#	<b>Lieferverkehr</b>	
	Anzahl der während des Beobachtungszeitraums im Straßenraum zur Anlieferung stehende Fahrzeuge.	
#	<b>Verkehrskonflikte</b>	
	Konflikte sind Gefahrensituationen, in denen sich Verkehrsteilnehmer räumlich zeitlich so annähern, daß eine Abstimmung des Fahr- oder Gehverhaltens zur Abwendung einer Kollisionsgefahr erforderlich ist. Konfliktgegner können jeweils Fußgänger, Radfahrer oder Kfz mit einem anderen Kfz sein.	
	" Schweregrad 1:	Kontrolliertes Bremsen und/oder Ausweichen, um Kollisionen zu verhindern
	" Schweregrad 2:	Starkes Bremsen oder Beschleunigen und/oder abruptes Ausweichen, um Kollisionen zu verhindern
	" Schweregrad 3:	Notbremsung oder sehr starkes Beschleunigen und/oder Ausweichen "in letzter Sekunde"
#	<b>Fußgänger- und Radfahrerquerungen</b>	
	Erhoben werden soll die Gesamtzahl der Fußgänger und Radfahrer, die die Fahrbahn queren. Sofern LSA vorhanden:	
	" Bei LSA "Grün":	Anzahl der Fußgänger innerhalb des gesicherten Überwegs bei Fußgänger-"Grün"
	" Bei LSA "Rot":	Wie oben, Querung jedoch bei Fußgänger-"Rot"
	" Freie Querung:	Anzahl der Fußgängerquerungen an nicht durch Überwege jedweder Art gesicherten Fahrbahnabschnitten
	" Radfahrer:	Anzahl der Querungen von Radfahrern im beobachteten Straßenabschnitt, unabhängig von Querungshilfen

Ortsspezifische Besonderheiten können zu zeitlich begrenzten Verkehrsspitzen führen. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Industriebetriebe mit Mehrschichtarbeit, Umleitungsstrecken von Autobahnen, Zufahrten von Deponien oder andere Straßen, die im Normalfall nur schwach, temporär jedoch stark belastet sind. In diesen Fällen sind zusätzliche Erhebungen zu den jeweils relevanten Tageszeiten notwendig.

Die Erhebung für die zu klassierenden Merkmale lassen sich durch Einsatz einer Videokamera wesentlich vereinfachen, da die Auswertung später am Bildschirm erfolgen kann.

Vorstehend skizzierte Erhebungen sollen vorzugsweise dienstags bis donnerstags in der Zeit von 15.00 - 19.00 Uhr, zumindest aber zwischen 16.00 und 17.00 Uhr durchgeführt werden. Um auch den Normalfall einer Straße zu erfassen, ist eine Erhebung zwischen 10.00 und 13.00 Uhr oder zumindest 10.00 und 11.00 Uhr hilfreich. Bei hohem Verkehrsaufkommen (mehr als 5.000 Kfz je Fahrstreifen) reicht es, wenn in diesem Zeitraum je Stunde ein Intervall von 15 Minuten erfaßt wird.

---

### 3.1.4 Bewertung der Ausgangssituation

Jede Straße hat die ihr eigene Charakteristik, der sich das Bewertungsinstrumentarium und auch die baulichen Maßnahmen anpassen müssen. Deshalb können bei der Bewertung der erfaßten Daten nur schwer allgemeingültige Kategorien aufgestellt werden, die nicht an die jeweils vor Ort herrschende Situation gekoppelt sind. Bei folgenden Parametern müssen differenzierte Bewertungsgrenzen festgelegt werden, wobei nur bei wenigen Parametern eindeutige Grenzwerte angegeben werden können:

- # **Verkehrsdichte und -zusammensetzung:**  
Die Multiplikation der von 15.00-19.00 Uhr gezählten Kfz mit dem Faktor 3,33 ergibt den 24 h-Wert. Ein Abgleich des 24 h-Wertes aller Kfz mit den in der EAE85/95 /4/, Tabelle 15-20, angegebenen Fahrbahnquerschnitte und Vergleich mit den vorhandenen Fahrbahnbreiten ergibt das mögliche Potential zum Rückbau des Fahrbahnquerschnitts. Bei Lkw-Anteilen von über 15 % kann von hohem Schwerlastverkehr gesprochen werden.
- # **Geschwindigkeitsmessung**  
Falls 20 % aller gemessenen Fahrzeuge schneller fahren als zulässig, besteht ein Bedarf nach baulichen oder sonstigen Maßnahmen zur Geschwindigkeitsdämpfung, woraus sich auch Potentiale zur Lärminderung ergeben.
- # **Sonstige Merkmale**
  - " Falls durch Parkvorgänge oder Lieferverkehr nach subjektiver Einschätzung häufig Fahrzeugstaus erzeugt werden, die Einfluß auf andere Verkehrsarten bzw. -beziehungen (z.B. Radweg oder Fußgängerüberweg) ausüben, besteht dringender Handlungsbedarf.
  - " Sind alle zur Verfügung stehenden legalen Parkstände ständig besetzt und warten gar Kfz auf die Räumung von Parkplätzen, entsteht ein hoher Parkdruck und die Notwendigkeit eingehender Untersuchung.
  - " Liegt der Anteil der Fahrzeuge, deren Bremsen an einer bestimmten Stelle erkennbar abrupt betätigt werden, bei einem Viertel, besteht an dieser Stelle weiterer Untersuchungsbedarf.
  - " Ist erkennbar, daß an einer bestimmten Stelle des Straßenverlaufs besonders oft gequert oder eine Querung versucht wird, ist die Einrichtung einer Querungshilfe voraussichtlich notwendig - insbesondere bei hohem Anteil an durch Kfz be- oder gar verhinderten Querungen. Damit können Fußgängerquerungen an einer Stelle konzentriert, ggf. durch LSA gesichert und so der Verkehrsfluß verstetigt werden.



Die möglichen Ausgangssituationen lassen sich in folgende Kategorien unterteilen:

Typ	Geschwindigkeitsniveau	Verkehrsfluß	Beispiele
I A	niedrig	gleichmäßig	höherbelastete Geschäftsstraßen, Straßen in mittelalterlichen Stadtkernen
I B	niedrig	ungleichmäßig	geringerbelastete Geschäftsstraßen mit hohem Parkdruck, ungünstige Verkehrsregelungen
II A	hoch	gleichmäßig	kurze Ortsdurchfahrten, breite, vorfahrtberechtigte Wohn- und Sammelstraßen
II B	hoch	ungleichmäßig	hochbelastete Hauptverkehrsstraßen, breite, nicht vorfahrtsberechtigte Wohn- und Sammelstraßen

Als niedrig kann ein Geschwindigkeitsniveau dann eingestuft werden, wenn die Durchschnittsgeschwindigkeit mindestens 10 % unter einer angemessenen Zielgeschwindigkeit liegt. Diese Bedingung kann auch dann als erfüllt angesehen werden, wenn die  $v_{85}$  dieser Zielgeschwindigkeit entspricht.

Die Zielgeschwindigkeit als nutzungsverträgliche Geschwindigkeit kann nicht allgemein angegeben werden. Sie hängt von den jeweiligen örtlichen Bedingungen ab. Für Verkehrsstraßen liegt sie im Bereich von etwa 30 bis 50 km/h, für Wohnstraßen im Bereich von der Schrittgeschwindigkeit bis 30 km/h (siehe Kap. 3.1.5).

Als gleichmäßig kann der Verkehrsfluß eingestuft werden, wenn drei von vier Kfz mit nahezu konstanter Geschwindigkeit fahren.

**Typ I A** Straßen vom Typ I A findet man z.B. in Geschäftsstraßen (Bild 3.4). Das niedrige Geschwindigkeitsniveau ist eine Folge hoher Kapazitätsauslastung und der Belebtheit des Straßenraums. Verschiedene Untersuchungen (z.B. Köln, Dürener Straße) deuten darauf hin, daß ein hoher Belebtheitsgrad auf der Strecke zwischen signalisierten Knoten zu einer Beibehaltung des niedrigen Geschwindigkeitsniveaus beiträgt. Bei diesem Straßentyp können sich im Hinblick auf eine Lärminderung die Maßnahmen weitgehend auf die Signalsteuerung und unterstützende ("weiche") Maßnahmen zur Geschwindigkeitsdämpfung und zur weiteren Förderung der Belebtheit der Straße beschränken.



Bild 3.4

Weitere Beispiele sind Verkehrs- und Wohnstraßen in mittelalterlichen Stadtkernen, deren Enge und Kurvigkeit keine hohen Geschwindigkeiten zulassen (Bild 3.5). In solchen Straßen sind die Umweltbelastungen im Vergleich zu den anderen Typen niedrig, so daß durch Verkehrsberuhigungsmaßnahmen keine oder nur eine geringe Minderung erwartet werden kann. Die Notwendigkeit eines Straßenumbaus muß sich bei dieser Straßenkategorie aus anderen Merkmalen (Verkehrssicherheit, städtebauliche Integration, Ökologie) ableiten. Die Maßnahmen zum Straßenumbau sind dann allerdings so vorzusehen, daß sich nach dem Umbau keine Erhöhung der ursprünglich bereits niedrigen Umweltbelastungen ergeben.

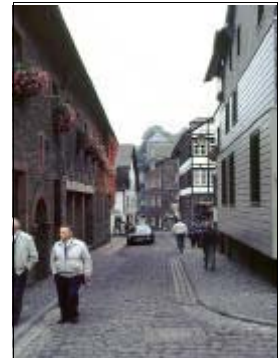


Bild 3.5

#### Typ I B

Geschäftsstraßen können auch zu Straßen vom Typ I B gehören, z.B. wenn ein zu hoher Parkdruck oder schlecht abgestimmte Signalanlagen zu ungleichmäßigem Verkehrsfluß führen (Bild 3.6). Zu diesem Straßentyp sind aber auch konventionelle Erschließungsstraßen mit Rechts-vor-Links-Regelung zu zählen, wenn Kreuzungen oder Einmündungen in geringen Abständen (< 150 m) aufeinander folgen. Maßnahmen zum Straßenumbau können hier noch zu einer Verringerung der Umweltbelastung führen, wenn sie einen Beitrag zur Verstetigung des Geschwindigkeitsverlaufs auf dem bereits vorhandenen niedrigen Geschwindigkeitsniveau leisten. Hierzu können auch konventionelle Möglichkeiten der Verkehrstechnik (wie z.B. die Senkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit oder die Veränderung der Signalschaltungen) gehören.



Bild 3.6

#### Typ II A

Straßen vom Typ II A sind am häufigsten im Bereich der Ortsdurchfahrten und Verkehrsstraßen mit geringer Kapazitätsauslastung sowie bei breiten, vorfahrtberechtigten Wohn- und Sammelstraßen anzutreffen (Bild 3.7). Maßnahmen zur Verringerung der Umweltbelastung müssen bei diesem Straßentyp primär dazu führen, die Fahrgeschwindigkeiten nachhaltig zu reduzieren. Dies ist in aller Regel nur mit restriktiven baulichen Maßnahmen (oder intensiver Überwachung) zu erreichen. Es besteht jedoch die Gefahr, daß solche Maßnahmen in der Folge eine unerwünschte Verunstetigung des ursprünglich gleichmäßig fließenden Verkehrs bewirken. Für diesen Straßentyp gilt daher die Maßgabe, durch geeignete Maßnahmen das Geschwindigkeitsniveau zu reduzieren



Bild 3.7

---

und durch unterstützende Maßnahmen die gleichmäßige Fahrweise zu erhalten bzw. umweltbelastende Beschleunigungen zwischen den Maßnahmen zu verhindern.

#### Typ II B

Straßen vom Typ II B sind vorwiegend auf stark belasteten, innerstädtischen Verkehrsstraßen sowie auf den nicht vorfahrtsberechtigten Wohn- und Sammelstraßen mit hoher zulässiger Geschwindigkeit ( $> 30$  km/h) zu finden (Bild 3.8). Diese Straßen repräsentieren hinsichtlich der Umweltbelastung den ungünstigsten Ausgangszustand, stellen damit aber gleichzeitig den günstigsten Fall für eine wirksame Verringerung der Umweltbelastung dar. Dieser Fall ist dann gegeben, wenn auf insgesamt hohem Geschwindigkeitsniveau Verkehrsströme



Bild 3.8

mit stark wechselnden Geschwindigkeiten mit einer dichten Folge von Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgängen auftreten. Hier bestehen erhebliche Potentiale, durch geeignete Maßnahmenkombinationen im Rahmen des Straßenumbaus z.B. Geräuschemissionsminderungen zu erzielen, die in einem Bereich von etwa 5 dB(A) liegen.

Diese vier Straßenkategorien decken grob die möglichen Ausgangssituationen ab, die bei einer Planung für einen Straßenumbau angetroffen werden können. Tatsächlich lassen sich nur die wenigsten Straßen unmittelbar einer dieser Kategorien zuordnen, sondern sie liegen irgendwo zwischen diesen Kategorien.

Dies gilt nicht zuletzt auch wegen tageszeitlicher Einflüsse auf die Verkehrsmenge und damit auf den Verkehrsablauf. Straßen, die tagsüber ein relativ geringes Geschwindigkeitsniveau aufweisen, können in den Abendstunden aufgrund geringerer Verkehrsmengen, abgeschalteter Signalanlagen und einer insgesamt geringeren Belebung des Straßenraums durchaus in eine andere der vier genannten Kategorien fallen. Die Umbaumaßnahmen müssen hierauf Rücksicht nehmen und entsprechend flexibel gestaltet werden, so daß auch bei unterschiedlichen Verkehrssituationen die angestrebte Wirkung eines gleichmäßigen Verkehrsflusses auf niedrigem Geschwindigkeitsniveau gewährleistet werden kann.

### 3.1.5 Festlegung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit

Als nächster Planungsschritt sind für die verschiedenen Straßen des betreffenden Gebiets Zielgeschwindigkeiten festzulegen. Zielgeschwindigkeiten sind Geschwindigkeiten, die von der Mehrheit der Kraftfahrzeuge (85 %) auch bei günstigen verkehrlichen Bedingungen nicht überschritten werden. Ihre jeweilige Höhe ist abhängig von der Lage und Funktion der Straße im Netz, der angrenzenden Nutzung und den sonstigen Nutzungsansprüchen sowie den festgestellten Defiziten.

Die Zielgeschwindigkeit soll in der Regel identisch sein mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. In Hauptverkehrs- und Verkehrsstraßen sollte Tempo 50, in Wohn- und Sammelstraßen Tempo 30 die Regel sein. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob besonders hohe Ansprüche an Verkehrssicherheit und Umweltentlastung für Teilstrecken von Verkehrsstraßen auch Tempo 30 oder weniger erforderlich machen.

Analoges gilt für Wohn- und Sammelstraßen. Hier ist im einzelnen zu prüfen, ob die Ausweisung als verkehrsberuhigter Bereich (Z 325) oder als verkehrsberuhigter Geschäftsbereich den Nutzungsansprüchen am besten gerecht wird.

In Ausnahmefällen kann es sinnvoll sein, höhere Zielgeschwindigkeiten als die o.g. festzulegen. Dies darf aber nur nach einer sorgfältigen Abwägung mit Sicherheits- und Umweltaspekten erfolgen.



Bild 3.9: Zielgeschwindigkeiten als nutzungsverträgliche Höchstgeschwindigkeiten für verschiedene Straßenkategorien

## 3.2 Auswahl geeigneter Maßnahmen

### 3.2.1 Festlegung und Abstimmung der Maßnahmentypen

Als nächster Schritt erfolgt für jede Straße des betrachteten Gebiets eine Festlegung und Abstimmung der Maßnahmentypen. Dies erfolgt auf der Grundlage der für den jeweiligen Straßentyp verträglichen Verkehrsmenge und Verkehrszusammensetzung, der festgelegten Zielgeschwindigkeit sowie unter Berücksichtigung der Analyse der Ausgangssituation. Die Auswahl geeigneter Maßnahmen und ihre umweltentlastende Detailgestaltung hängt entscheidend von dem gewünschten bzw. erzielbaren Geschwindigkeitsniveau ab. Im Hinblick auf die Lärminderung, aber auch im Hinblick auf die Bemessung, muß zunächst geprüft werden, ob

- # das zukünftige Geschwindigkeitsniveau auf 20 km/h oder darunter gedrückt werden kann. Dann kann die Wahl des Straßenbelags ohne Rücksicht auf den Lärmaspekt erfolgen, oder
- # das Geschwindigkeitsniveau eher im Bereich von 30 km/h und darüber liegt. Dann müssen die Lärmbelange in die Abwägung über den Straßenbelag mit eingebracht werden.

---

Im ersten Fall bildet neben der notwendigen Sicherung des sehr niedrigen Geschwindigkeitsniveaus die Minimierung der Antriebsgeräusche und des Abgasaustoßes durch eine gleichmäßige, niedertourige Fahrweise das wesentliche Kriterium.

Im zweiten Fall muß bei der Auswahl der Maßnahmen neben der notwendigen Geschwindigkeitsdämpfung und der Minimierung des Antriebsgeräusches den Rollgeräuschen besondere Beachtung geschenkt werden.

Vor allem bei einem angestrebten Geschwindigkeitsniveau von unter 30 km/h müssen die gewählten Maßnahmen im Hinblick auf die Schadstoffemissionen in jedem Fall sicherstellen, daß auf dem jeweiligen Geschwindigkeitsniveau gleichmäßig gefahren wird.

Ein gleichmäßiger Geschwindigkeitsverlauf auf geringem Niveau kann nur dann erreicht werden, wenn mehrere Maßnahmen mit geschwindigkeitsdämpfender Wirkung im Streckenverlauf aufeinander folgen. Die Abstände zwischen den einzelnen Maßnahmen müssen so gering gewählt werden, daß dem Fahrer ein zwischenzeitliches Beschleunigen kaum Zeitvorteile bringt und somit nicht aussichtsreich erscheint (näheres siehe Kap. 3.2.2).

Auf der Grundlage des angestrebten Geschwindigkeitsniveaus und des vorhandenen Ausbaus entscheidet sich auch, ob und in welchem Umfang "harte" Maßnahmen erforderlich sind und inwieweit "weiche" Maßnahmen zur Unterstützung der Wirkung fahrdynamisch wirksamer Maßnahmen einbezogen werden sollen.

Unter "harten" Maßnahmen werden solche Maßnahmen verstanden, die die Einhaltung einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit erzwingen (z.B. alle fahrdynamisch wirksamen Maßnahmen). Als besonders wirksam haben sich Aufpflasterungen in verschiedenen Formen, Versätze, Mittelinseln mit Versätzen und bei häufigem Begegnungsverkehr auch Engstellen erwiesen. "Weiche" Maßnahmen, wie Baumtore, Pflanzbeete u.ä. wirken dagegen nur unterstützend. So ist eine Engstelle mit Baumtor die Kombination einer harten Maßnahme (Engstelle) mit einer die Wirkung der Engstelle unterstützenden weichen Maßnahme (Baumtor). Das Baumtor alleine hätte keinen oder nur einen geringen Einfluß auf die Geschwindigkeitswahl.

Die Feinabstimmung der Einzelmaßnahmen sollte immer mit einer Kombination von "harten" und "weichen" Maßnahmen arbeiten, um eine optimale Wirkung zu erzielen. Neben der Analyse der Ausgangssituation ist deshalb die Kenntnis der Wirkungsweise der Einzelelemente notwendig (vgl. Kap. 4.). Hieraus können für die jeweilige lokale Situation individuelle Lösungen geschaffen werden, die auch den Umweltaspekt in ausreichendem Maße berücksichtigen.

Straßentyp, die Lage im Netz und die Länge einer Straße haben erhebliche Auswirkungen auf die Wahl der Einzelelemente. So muß planerisch zwangsläufig ein Unterschied bestehen zwischen einer kurzen Ortsdurchfahrt, wo die hohe Außerortsgeschwindigkeit für eine kurze Strecke um mehr als 50 % reduziert werden muß, und einer im innerstädtischen Verkehrsnetz eingebundenen Verkehrs-/Geschäftsstraße, wo aufgrund des deutlich niedrigeren Ausgangsniveaus eine um etwa 20 % reduzierte Geschwindigkeit bereits vielfach als optimale Zielgeschwindigkeit angesehen werden kann.

Tab. 3.1: Wirkung unterschiedlicher Maßnahmen(-kombinationen)

Verkehrsdaten	Wohn- und Sammel- straßen	Verkehrsstra- ßen, Geschäfts- straßen, Sammelstr. mit Schleichver- kehr	Hauptver- kehrsstraßen, Ortsdurch- fahrten	Ortsumge- hungen
---------------	---------------------------------	--	---	---------------------

DTV in Kfz/d	1500	5000	12000	16000
Spitzenbelastung in Kfz/h	100	300	720	1000
LKW-Anteil in %	3	6	12	15
davon schwere Lkw in %	0	30	50	50
mittl. Geschwindigkeit in km/h	50	50	50	100

Einzelmaßnahmen	Minderung des Mittelungspegels in dB(A)			
-----------------	---	--	--	--

1	Reduzierung Verkehrsmenge (von - auf Kfz/d)	2,0 1500 - > 1000	3,0 5000 - >2500	2,0 12000 ->7500	
2	Reduzierung Lkw-Anteil	1,0	1,0	1,0	1,0
3	Lärmarme Lkw	0,5	1,0	2,0	1,0
4	Temporeduzierung (von - auf km/h)	2,5 50 -> 30	2,5 50 -> 30	2,0 50 -> 30	2,0 100 -> 70
5	Lärmarmer Fahrbahnbelag	3,0	2,0	2,0	3,0

Maßnahmenkombination	Minderung des Mittelungspegels in dB(A)			
----------------------	---	--	--	--

6	Verkehrsberuhigung (VB) (mit baulichen Maßnahmen) 1+2+4	5,5	6,5	5,0	3,0
7	Verkehrsberuhigung plus lärmarmer Fahrbahnbelag 1+2+4+5	8,5	8,5	7,0	6,0
8	VB + lärmarme Fahrbahn + lärmarme Lkw 1+2+3+4+5	9,0	9,5	9,0	7,0
9	VB + lärmarme Fahrbahn + Lkw-Verbot 1+2+3+4+5 (nachts)	10,0	10,5	10,0	8,0



Des weiteren müssen die Maßnahmen innerhalb des Gebiets möglichst so dimensioniert bzw. angeordnet werden, daß umweltschonendere Verkehrsmittel nicht behindert werden, sondern gegenüber dem Pkw Vorteile erlangen. Das bedeutet, daß dem Flächenanspruch von Fußgängern und Radfahrern, aber auch des ÖPNV bei der Planung besondere Beachtung geschenkt werden muß.

Einen Anhaltspunkt, welche Minderungspotentiale einzelne Maßnahmen enthalten können und welche Erfolge durch die Kombination verschiedener Maßnahmen erreicht werden können, gibt Tabelle 3.1.

Die folgenden Beispiele zeigen, wie wichtig eine richtige Abstimmung der Maßnahmen ist:

### ORTSDURCHFART ALEXISBAD

Die Ortsdurchfahrt Alexisbad (B 185) im Ostharz wurde bei einem Unwetter weitgehend zerstört. Mit der Wiederherstellung bestand die Chance, die Ortsdurchfahrt besser in die Hotelkolonie zu integrieren und damit den Bedürfnissen der Gäste nach Ruhe und Sicherheit anzupassen. Doch sowohl das zuständige Straßenbauamt als auch die Gemeinde entschieden sich für einen konventionellen Ausbau, allerdings wurde für die Ortsdurchfahrt die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h zurückgenommen.



Bild 3.10

Tab. 3.2: Ergebnisse der Vorbeifahrmessungen von Pkw

Meß-datum	Anzahl Pkw	v.ar km/h	v.05 km/h	v.95 km/h	L.ar dB(A)	A	B	r <sup>2</sup>	L*40	L*50
14.4.93	120	48,8	35,6	61,7	71,4	13,178	34,596	0,648	68,6	72,0
22.3.95	194	48,2	37,4	60,9	71,7	19,115	31,342	0,521	69,3	72,4
4.9.95	194	43,9	33,0	56,7	70,1	22,081	29,329	0,527	69,1	71,9

v.ar arithm. Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h

v.05,v.95 statistisch abgesicherter Geschwindigkeitsbereich, in dem 90% der Stichprobe zu finden ist in km/h

L.ar arithmetischer Mittelwert der maximalen Vorbeifahrpegel in 7,5 m Entfernung - und 1,2 m Höhe in dB(A)

A, B Koeffizienten der logarithmischen Anpassungsfunktion  $L(v) = A + B \cdot \log(v)$

r<sup>2</sup> Bestimmtheitsmaß

L\* 40,50 Mit Hilfe der logarithmischen Anpassungsfunktion berechneter Vorbeifahrpegel für eine Geschwindigkeit von 40 km/h und 50 km/h in dB(A)

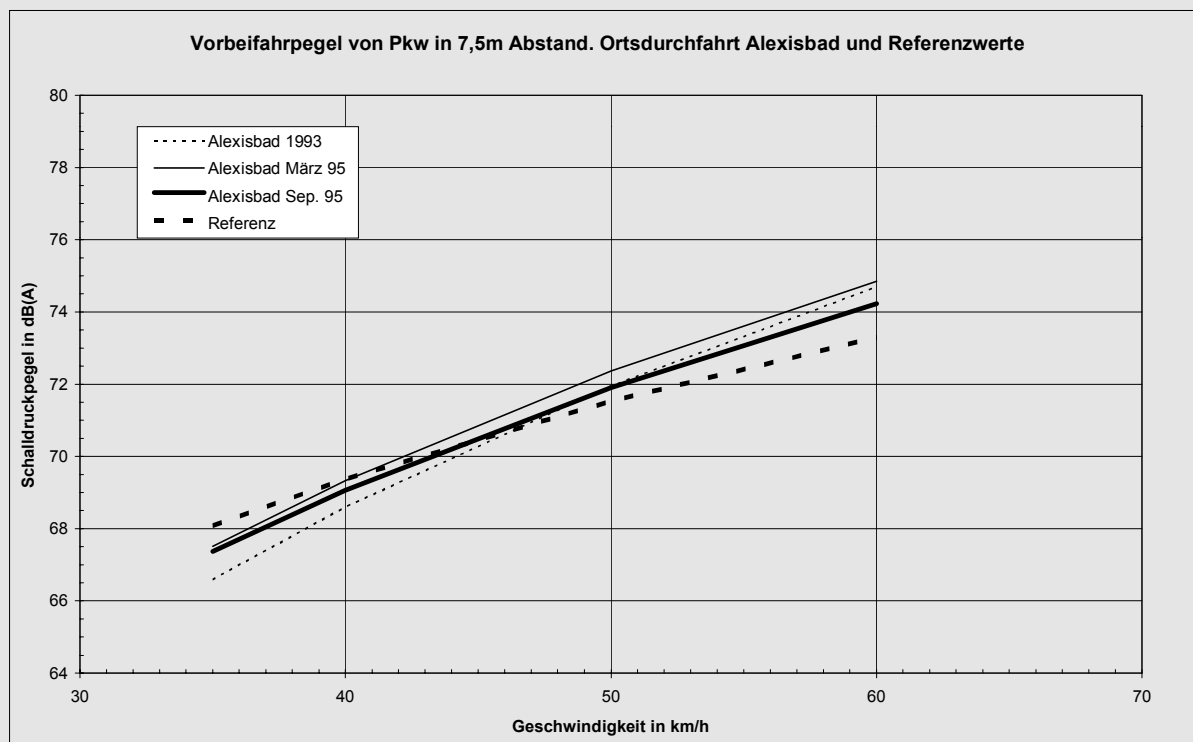


Bild 3.11: Vergleich der Vorbeifahrpegel von Pkw über der Geschwindigkeit in Alexisbad vor und nach Umbau der Straße mit Referenzwerten für eine innerörtliche Asphaltbetonstraße

Das Ergebnis: Die mittlere Geschwindigkeit ist zwar um 5 km/h zurückgegangen, doch der Mittelungspegel nahm nur um 0,8 dB(A) ab. Die Veränderung liegt im Bereich der Meßungenauigkeit. Die alleinige Ausweisung von Tempo 30 hat nicht zu einer nennenswerten Lärmentlastung geführt.

Das Beispiel zeigt, daß Einzelmaßnahmen nicht zum Erfolg führen. Bei Kombination einander ergänzender Maßnahmen können deutlich höhere Geschwindigkeitsdämpfungen und Pegelminderungen erzielt werden.



## ORTSDURCHFABRT BIRKENWERDER

In Birkenwerder nördlich von Berlin wurde die Ortsdurchfahrt (B 96) saniert. Im Rahmen der Sanierung wurde der Pflasterbelag gegen Asphalt ausgetauscht und die Nebenanlagen relativ aufwendig, mit typischen brandenburgischen Elementen gestaltet, so daß sich auch das Erscheinungsbild der Ortsdurchfahrt spürbar verändert hat.



Bild 3.12: Situation vorher



Bild 3.13: Situation nachher

Das Ergebnis: Der Mittelungspegel ist um beachtliche 8,0 dB(A) zurückgegangen. Diese Wirkung geht einzig auf den Austausch des Pflasters gegen Asphalt zurück und wird sogar ein wenig von der um 3,6 km/h höheren Geschwindigkeit "nachher" (= 50 km/h, d.h. jedes zweite Fahrzeug fährt schneller als 50 km/h) kompensiert (obwohl aus der Bauzeit noch 30 km/h ausgeschildert war). der Einbau der Asphaltfahrbahn führt erwartungsgemäß zu einer erheblichen Lärminderung, doch wird das durch eine Reduzierung des Geschwindigkeitsniveau erzielbare Minderungspotential wegen fehlender "harter" Elemente nicht ausgeschöpft. Der Ausbau von gestalteten Nebenanlagen als "weiche" Maßnahmen reicht zur Ausschöpfung der Minderungspotentiale zumindest dann nicht aus, wenn der Straßenraum nur gering belebt ist.

## KÖLN-CHORWEILER, WILLI-SUTH-ALLEE

Die Willi-Suth-Allee teilte die Stadtteile Chorweiler und Seeberg-Nord durch ihre hohen Verkehrslärm-emissionen. Lärmuntersuchungen zeigten, daß eine nachhaltige Lärminderung nur mit einer Kombination verschiedener Bausteine zu erreichen war.

Für den gesamten Straßenabschnitt:

- # Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h,
- # Verbot der Durchfahrt für Lkw  $\geq 7,5$  t Gesamtmasse, ausgenommen Busse,
- # Einengung der Fahrbahn auf einem Teilabschnitt um einen Meter.

Für einen niveaugleichen Abschnitt:

- # Rückbau der Fahrbahn mit Mittelinseln, Abbau von Busbuchten, Rückbau von Einmündungen und Knotenpunkten,
- # intensive Begrünung der entsiegelten Flächen, Erweiterung und Neugestaltung der Hausvorbereiche, optische Öffnung der Kindergartenfläche zum Straßenraum,
- # Einbau von stationären Radaranlagen zur Sicherung des niedrigen Geschwindigkeitsniveaus, insbesondere im Umfeld eines Kindergartens.

Für einen Abschnitt in Tieflage:

- # Einbau von "Flüsterasphalt",
- # hochabsorbierende Verkleidung der Betonstützmauern durch Schräglochziegel mit Mineralfaser-Absorber.



Bild 3.14: Straßenumbau im niveaugleichen Abschnitt



Bild 3.15: Straßenumbau im tiefliegenden Abschnitt

Die Geräuschmessungen zeigten im Vorher-/Nachher-Vergleich eine erhebliche Lärminderung: Die Summe der Maßnahmen hatte den Geräuschpegel um mehr als 11 dB(A) gesenkt. Das entspricht der gleichen Wirkung, als hätte man etwa 80 % des Verkehrs herausgenommen - obwohl die Verkehrsmenge etwa gleich geblieben ist. Jede einzelne Maßnahme mindert den Lärm kaum hörbar. Erst aus dem Zusammenspiel der verschiedenen, aufeinander abgestimmten Einzelmaßnahmen ergibt sich das enorme Minderungspotential.

---

### 3.2.2 Abstand zwischen "harten" Einzelmaßnahmen

Bereits in den ersten wissenschaftlichen Untersuchungen zur Wirkung verkehrsberuhigender Maßnahmen Ende der 70er Jahre in den Niederlanden hat sich ein Abstand von etwa 50 m zwischen geschwindigkeitsdämpfenden Einzelementen als sinnvoll herausgestellt. Diese Faustregel ist jedoch für das in den vorherigen Kapiteln beschriebene Konzept der situationsangepaßten, verträglichen Zielgeschwindigkeiten nicht anwendbar. Wirkt eine Einzelmaßnahme sehr stark geschwindigkeitsreduzierend (z.B. auf 10 km/h an einer "harten" Schwelle), treten bei einem Abstand zwischen den Einzelementen von ca. 50 m trotz angepaßter Zielgeschwindigkeit (beispielsweise 30 km/h) unerwünscht starke Beschleunigungs- und Verzögerungseffekte mit den erwähnten negativen Umweltwirkungen auf, weil die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Geschwindigkeit an der Schwelle und der Zielgeschwindigkeit etwa 20 km/h beträgt. Bild 3.16 zeigt diesen Zusammenhang theoretisch und Bild 3.17 in der Praxis.

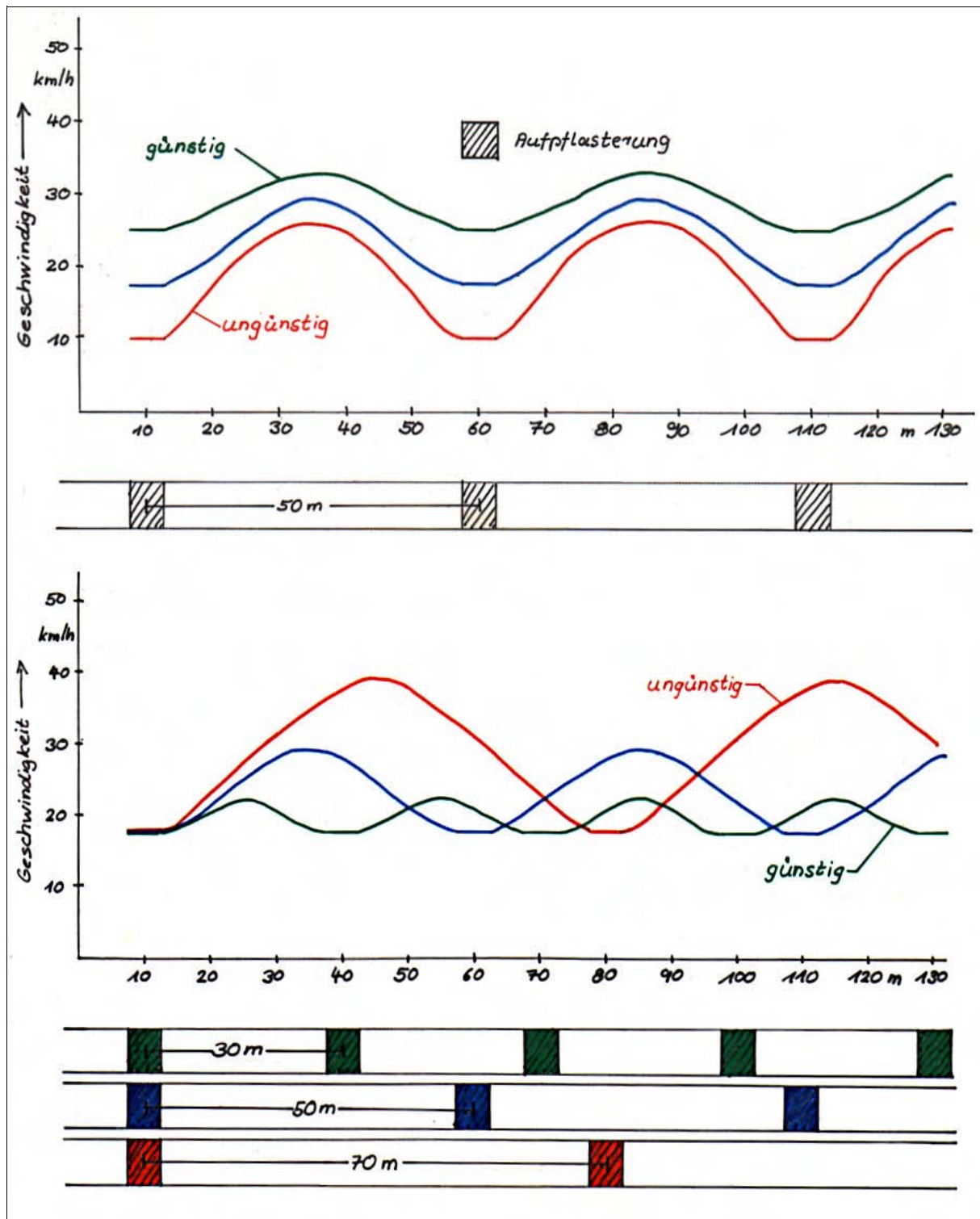


Bild 3.16: Abhängigkeit zwischen Maßnahmenabstand, punktueller Geschwindigkeitsdämpfung und Geschwindigkeitsverlauf

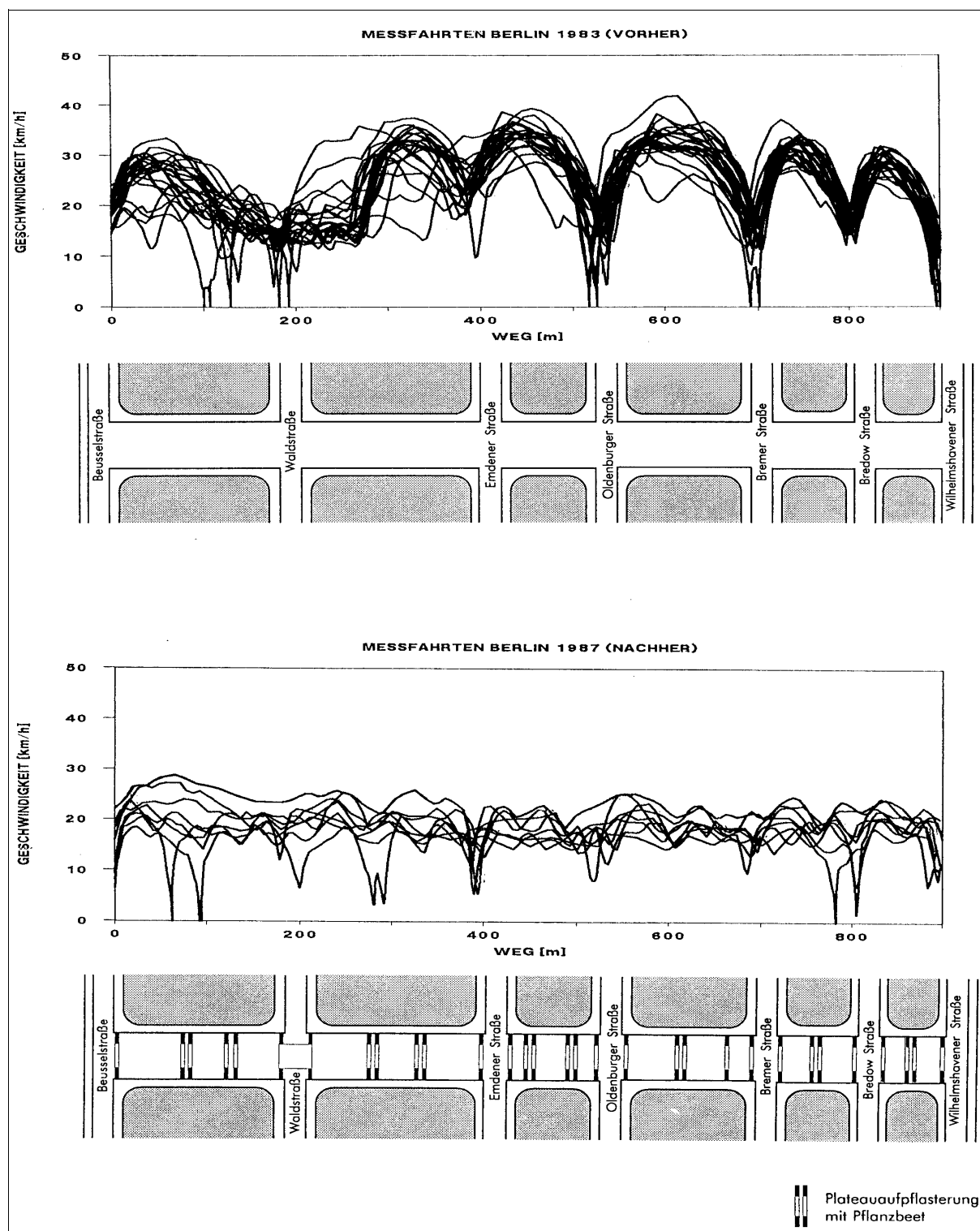


Bild 3.17: Geschwindigkeitsverläufe vor und nach Einführung von Verkehrsberuhigungsmaßnahmen

Man erkennt aus diesem Beispiel, daß ein Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit am Einzelelement, der gewünschten (gleichmäßigen) Zielgeschwindigkeit im Streckenverlauf und dem Abstand zwischen den Maßnahmen besteht. Diesem Zusammenhang entsprechen folgende Planungsempfehlungen:

- # Sehr stark geschwindigkeitsdämpfend wirkende Einzelmaßnahmen (z.B. Aufpflasterungen mit Rampenneigung größer 15 % mit einer Rampenhöhe von 5 bis 10 cm erfordern einen dichteren Abstand von 20-30 m, damit die Geschwindigkeit zwischen den Einzelelementen nicht wesentlich höher liegt als im Wirkungsbereich der Maßnahme. Diese Empfehlung gilt primär für die Planung von Straßen, bei denen es aus Gründen der Verkehrssicherheit auf ein sehr niedriges Geschwindigkeitsniveau ankommt (Maßnahmen in verkehrsberuhigten Bereichen, Tempo 20-Zonen, besondere Gefahrenpunkte wie z.B. Schulausgänge). Sonst sollte auf solch extreme Maßnahmen verzichtet werden.



Bild 3.18: Stark dämpfende Metallschwelle



3.19: Pflasterkissen mit steiler Rampe

- # Gemäßigte Einzelelemente (z.B. Aufpflasterungen mit Rampenneigungen zwischen 10 und 15 % bei einer Rampenhöhe von 5-10 cm) sollten in einem Abstand von maximal 50 m in die Fahrgasse eingebracht werden. Kürzere Abstände tragen zu einer besseren Verstetigung des Geschwindigkeitsverlaufs bei. Diese Empfehlung gilt im wesentlichen für Tempo 30-Zonen.



Bild 3.20: Aufpflasterung mit mittlerer Rampensteilheit



- # Schwach geschwindigkeitsdämpfende Einzelelemente (Aufpflasterungen mit einer Rampenneigung kleiner 10 % oder Versätze) erfordern einen Abstand von etwa 50 m. Bei begleitenden weichen Maßnahmen können auch größere Abstände gewählt werden. Diese Empfehlung gilt im Bereich zwischen Tempo 30 und Tempo 50.



Bild 3.21: Engstelle mit Versatz

Neben diesen "Faustregeln" müssen im Einzelfall verschiedene Rahmenbedingungen beachtet werden, die die Maßnahmenwirkung verstärken oder abschwächen können (Verkehrsbelastung, Parkvorgänge, Fahrbahnbreite, Belebtheit, Schleichverkehre, Vorfahrtregelung usw.). Gegebenenfalls muß die Maßnahmenintensität sogar straßenabschnittsweise abgestuft festgelegt werden, um einerseits das gewünschte Geschwindigkeitsniveau zu erreichen und andererseits die Maßnahmen nicht als unnötige Schikane erscheinen zu lassen.

Bei flächendeckenden Maßnahmen kann im Zweifelsfall eine schrittweise Verschärfung der Maßnahmen vorgenommen werden, indem man nach Fertigstellung eines Bauloses eine Wirkungskontrolle vornimmt und bei Bedarf in einer ergänzenden Umbauphase die Maßnahmen verschärft (z.B. stärkere Rampenneigung) oder die Maßnahmenfolge verdichtet (vgl. auch Kap. 3.3).

### 3.2.3 Erscheinungsbild des Straßenraums

Die Belebtheit einer Straße beeinflusst nachweislich die Wirkung verkehrsberuhigender Maßnahmen: Über diesen "passiven" Beitrag kann die Belebtheit auch aktiv als Teil der sich ergänzenden Einzelmaßnahmen eingesetzt werden, indem die Belebtheit einer Straße gezielt erhöht wird (z.B. Mischnutzung des Straßenraums, Förderung der Aufenthaltsfunktion und der Aneignung des Straßenraums durch die Bewohner).

Man sollte zudem vermeiden, daß der Fahrer Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung als "Schikanen" auffaßt. Dies geschieht z.B. bei singulärer Anwendung von Aufpflasterungen ohne weiter unterstützende Maßnahmen oder auch dann, wenn das angestrebte Geschwindigkeitsniveau überzogen und der Funktion der Straße nicht angemessen ist. Eine derart ausgeführte "Verkehrsberuhigung" führt leicht zu aggressivem Fahrverhalten und ist im Hinblick auf die Schadstoffemissionen kontraproduktiv.



Bild 3.22: Öder, wenig genutzter Straßenraum

Wesentlich besser ist es, dem Fahrer durch die Maßnahmen erkennbar zu machen, daß die Straße an dieser Stelle nicht nur Verkehrsweg für das Kraftfahrzeug, sondern gleichzeitig auch Aufenthaltsraum für andere Verkehrsteilnehmer ist und er deshalb seine Fahrgeschwindigkeit an diese Gegebenheit anpassen soll. Der Fahrer ist dann viel eher geneigt, das durch die Verkehrsberuhigung angestrebte Geschwindigkeitsniveau anzunehmen und auch zwischen den einzelnen Maßnahmen eine gemäßigte Fahrweise zu praktizieren. Derart abgestimmte Maßnahmen sind aus städtebaulichen Gründen einsichtig und lassen sich deshalb auch stadtgestalterisch wesentlich leichter integrieren.



Bild 3.23: Lebendiger, vielfältig genutzter Straßenraum

Die Gründe für die Verkehrsberuhigung müssen deutlich bzw. im ursprünglichen Sinn des Wortes "sichtbar" werden, d.h. daß der Straßenraum auch tatsächlich von anderen Verkehrsteilnehmern genutzt wird, oder wenn deutlich wird, daß Anwohner der Straße durch höhere Geschwindigkeiten in unzumutbarer Weise belastet und "verunsichert" werden.

### 3.2.4 Einfluß von Verkehrsmenge und -zusammensetzung

Bei einigen Einzelementen zur Verkehrsberuhigung hängt die umweltentlastende Wirkung auch von der Verkehrsmenge (Zahl der Begegnungsfälle) und der Verkehrszusammensetzung (Art der Begegnungsfälle) ab. Dies gilt beispielsweise für Fahrbahnverengungen und für Verschwenke ohne bauliche Trennung der Fahrstreifen. Die Wirkungen können sehr unterschiedlich sein:

- # Ist eine Maßnahme zu großzügig für die auftretenden Verkehrsmengen ausgelegt, ist ihr Verkehrswiderstand also zu gering, bleibt sie ohne Wirkung (zumindest im Hinblick auf eine Umweltentlastung). Mögliche Potentiale zur Umweltentlastung werden nicht ausgeschöpft.



Bild 3.24: Zu schwach wirkende Maßnahme



Bild 3.25: Zu stark wirkende Maßnahme



- # Wird eine Maßnahme zu beschränkend ausgelegt, kann die Geschwindigkeit punktuell so stark reduziert werden, daß sich eine erhebliche Verunstetigung des Verkehrsflusses einstellt. Die Folge ist zwar nicht unbedingt eine Erhöhung der Lärmbelastung gegenüber der Ausgangssituation jedoch eine erhöhte Belästigungswirkung und eine Erhöhung der Schadstoffemissionen.

Fahrgeometrie und Lichtraumprofil sind Zwangspunkte, die der Straßenentwurf als Vorgabe berücksichtigen muß. Bei der Querschnittsgestaltung ist jedoch zu beachten, daß zwangsläufig die Geschwindigkeitsdämpfung und damit in aller Regel auch die Minderung der Umweltbelastung um so geringer ist, je "größer" der Begegnungsfall (z.B. statt Pkw/Pkw-Begegnung Pkw-/Lkw-Begegnung als Bemessungsgrundlage) angenommen werden muß.

Allgemein gilt, daß alle Maßnahmen, die vorwiegend kapazitätsabhängig wirken, bei geringer Verkehrsstärke kaum mehr zum Tragen kommen. Maßnahmen dagegen, die fahrdynamisch wirken, tragen auch in verkehrsarmen Straßen zu einer Geschwindigkeitsdämpfung bei. Elemente wie Materialwechsel oder Engstellen können unterstützend eingesetzt werden und verstärken in einer geeigneten Maßnahmenkombination die Wirkung mitunter erheblich (z.B. Engstelle mit Fahrgassenversatz).

Tagsüber sind in aller Regel höhere Verkehrsmengen, andere Verkehrszusammensetzungen und auch andere Fahrtzwecke als abends festzustellen. Kapazitätsabhängige Maßnahmen, die tagsüber eine gute umweltentlastende Wirkung aufweisen, können abends und mehr noch nachts in ihrer Wirkung stark nachlassen. Die veränderte Wirkung resultiert in aller Regel aus dem Fehlen von Begegnungsfällen:

- # Eingeschränkt in ihrer Wirkung werden alle auf der Strecke durchgängig wirkenden Elemente, deren geschwindigkeitsreduzierende Wirkung auf dem Begegnungsfall Lkw/Pkw oder auch Pkw/Pkw bei "verminderter Geschwindigkeit", gemäß EAE 85/95 /4/, aufbauen (z.B. Schmalfahrbahnen).

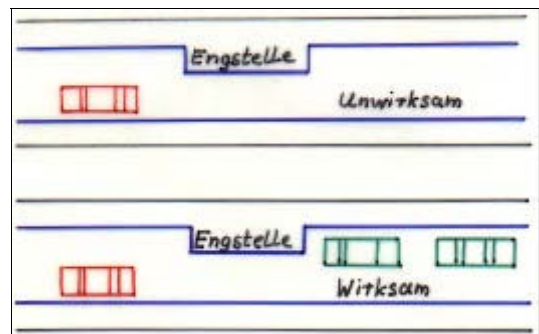


Bild 3.26: Eine Engstelle wirkt nur bei Gegenverkehr

- # Maßnahmen, die punktuelle Begegnungsfälle ausschließen (z.B. Engstellen) sind hiervon gleichfalls betroffen.

- # Auch Fahrbahnversätze und ähnliche Maßnahmen verlieren in verkehrsarmen Zeiten in erheblichem Maße ihre Wirkung, wenn geringere Bindungen durch vorausfließenden Verkehr oder fehlenden Gegenverkehr bestehen, sofern nicht durch bauliche Elemente (z.B. Versatz mit Fahrbahnsteiler) die Wirkung der Maßnahme unabhängig von der Verkehrsmenge gesichert wird.

Da zum Schutz der Nachtruhe in besonderem Maße eine Reduzierung der Geräuschbelastung erforderlich ist, sollten bei einem Straßenumbau an Straßen mit anliegender Wohnnutzung in jedem Fall Maßnahmen enthalten sein, die auch in verkehrsschwachen Zeiten zur Geschwindigkeitsdämpfung beitragen (z.B. Aufpflasterungen der unterschiedlichsten Ausbauarten, Beschränkung der Überholmöglichkeiten durch Mittelinseln oder Versätze mit Fahrbahnsteiler sowie verkehrstechnische Maßnahmen wie z.B. grüne Wellen bei niedriger Geschwindigkeit).

### 3.3 Testphase und Optimierung

Für den Umbau von Stadtstraßen kann man keine "Patentrezepte" aufstellen, die immer passen. Jede Straße hat ihr individuelles Umfeld durch typische Nutzungen, Tagesabläufe, städtebauliche Elemente, Art der Einbindung in das Verkehrsnetz und viele Merkmale mehr.

Daher sollte in Fällen, in denen die Maßnahmenwirkung vorab nicht oder nur sehr schwer abzuschätzen ist, mit provisorischen Maßnahmen eine Testphase durchgeführt werden (vgl. Bild 3.27-3.29). Diese vorläufigen Maßnahmen können bestehen aus:

- # Verkehrsregelnden Maßnahmen (z.B. Geschwindigkeitsbeschränkungen, Veränderung der Signalschaltungen, Abbiegever- und -gebote, Entfernung von Parkbeschränkungen),
- # mobilen baulichen Elementen (Blumenkübel, Montageschwellen) oder Fahrbahnmarkierungen,
- # einfachen baulichen Maßnahmen, die aller Voraussicht nach beim endgültigen Umbau nicht mehr verändert werden müssen (z.B. vorgezogene Gehwegnasen, Rückbau der Kurvenradien an Einmündungen, Materialwechsel an Übergängen).

In dieser Testphase kann die Wirkung beobachtet werden. Sich hieraus ergebende Anpassungen der Maßnahmen können so lange durchgeführt werden, bis ein abgestimmtes Konzept gefunden ist, das in die Bauausführung gehen kann.

Unabhängig von einer Testphase vor Baubeginn sollte auch die "Nachbesserung" der Maßnahmen nach Bauabschluß als Option offen bleiben. Trotz guter Vorbereitung können sich nach Fertigstellung einer Maßnahme immer wieder Gewohnheiten und Nutzungen einstellen, die im Vorhinein nicht absehbar waren und die die Wirkung des Maßnahmenbündels einschränken.

Solche Mängel werden heute vielfach hingenommen, weil der Verwaltungsaufwand für die Nachbesserung einer förder-technisch bereits abgerechneten Straße gescheut wird. Eine flexiblere Handhabung des förmlichen Bauabschlusses bis über eine Eingewöhnungsphase hinaus würde die Möglichkeit eröffnen, aus der Benutzungspraxis heraus eine Maßnahmenoptimierung vorzunehmen, auch im Hinblick auf eine Minderung der Umweltentlastung.



Bild 3.27: Situation vor Umbau



Bild 3.28: Test mit provisorischen Elementen



Bild 3.29: Endgültiger Umbau

---

### 3.4 Kostenaspekte

Da die Realisierung von Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung letztlich auch eine Kostenfrage ist, muß der Erarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes in jedem Fall eine Analyse des Ausgangszustands vorgehen. Nur so kann man feststellen, auf welche der obengenannten Parameter die Maßnahmen vorrangig abgestellt werden müssen und nur so können auch unter Kostengesichtspunkten optimale Maßnahmen festgelegt werden.

Insbesondere in Zeiten knapper Haushalte der öffentlichen Hand stellt sich zwangsläufig die Frage, ob die Ausführung von Umbaumaßnahmen nicht mit so erheblichen Investitionen verbunden ist, daß sie finanziell nicht mehr vertretbar erscheinen. Hierzu müssen die Kosten differenzierter betrachtet werden:

# Volkswirtschaftliche orientierte Kostenrechnung  
Eine praxisgerechte Kosten-Nutzen-Rechnung müssen neben Investitionskosten, diejenigen Kosten gegenübergestellt werden, die durch die Erhöhung der Verkehrssicherheit und durch die Umweltentlastung eingespart werden. Entsprechende Untersuchungen zeigen, daß allein die eingesparten Unfallkosten bereits nach zwei bis vier Jahren die Investitionskosten der Verkehrsberuhigung übersteigen. In Zeiten der Budgetierung öffentlicher Haushalte fällt es allerdings zunehmend schwer, solche volkswirtschaftlich orientierten Kosten-Nutzen-Rechnungen durchzuführen.

# Investitionskosten  
Der notwendige Abstand zwischen Einzelmaßnahmen steht zwangsläufig in direktem Zusammenhang mit den notwendigen Kosten für einen Straßenumbau. Aus Kostengründen liegt es deshalb nahe, die Abstände zwischen Einzelmaßnahmen im maximal vertretbaren Bereich zu wählen. Bei punktuellen Umgestaltungsmaßnahmen muß jedoch die Relation zwischen umzugestaltender Fläche und Gesamtfläche gesehen werden. Ein idealtypisches Rechenbeispiel:

Bei einem Regelquerschnitt von 6,50 m Fahrbahnbreite und einer Maßnahmenlänge von ca. 10 m sind je Einzelelement 65 m<sup>2</sup> umzubauen. Auf einer Strecke von 200 m (= 1.300 m<sup>2</sup> Fahrbahnfläche) haben fünf Einzelelemente mit 325 m<sup>2</sup> umzubauender Fläche einen Anteil an der Gesamtfläche von 25 %. Verkürzt man den Abstand der Einzelmaßnahmen auf 30 m, sind auf 200 m Straßenlänge sechs Elemente erforderlich. Der Anteil der umzugestaltenden Fläche erhöht sich lediglich um 5 % auf 30 %. Mit einem vergleichsweise geringen Mehraufwand wird durch einen kürzeren Maßnahmenabstand ein wesentlich gleichmäßigeres und je nach Maßnahmengestaltung auch deutlich niedrigeres Geschwindigkeitsniveau erreicht.

Die mögliche Umweltentlastung rechtfertigt allein nicht die teilweise erheblichen Investitionen für Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung. Angesichts der nach wie vor anhaltenden jährlichen Zuwächse an Um- und Rückbaumaßnahmen in Verkehrsstraßen, an verkehrsberuhigten Bereichen in Wohnstraßen und insbesondere an Tempo 30-Zonen ist jedoch die Forderung berechtigt, den Umweltaspekt bei ohnehin anstehenden Baumaßnahmen integriert zu betrachten. Mit zunehmender Flächenhaftigkeit dieser Maßnahmen, die heute bereits die Wohnquartiere ganzer Städte umfassen, kann so, quasi kostenlos, auch ein flächenhafter Beitrag zur Entlastung der Umwelt geleistet werden.

---

### 3.5 Öffentlichkeitsarbeit

Die wirksamste und zugleich kostengünstigste Art der Verkehrsberuhigung wäre durch eine Verhaltensänderung der Fahrer, also durch die Verkehrsberuhigung "im Kopf" zu erreichen. Dazu bedarf es nach den bisherigen Erfahrungen allerdings noch eines allgemeinen Wandels in den Wertvorstellungen der Menschen und erheblicher Aufklärungsarbeit. Daher stehen bei den in den folgenden Abschnitten angegebenen Planungsempfehlungen bauliche Maßnahmen im Vordergrund. Dies ist kein Nachteil, läßt sich doch damit auch der Aspekt der Stadtgestaltung berücksichtigen.

Die Wirkung von Öffentlichkeitsarbeit ist nur schwer meßbar. Ihr Stellenwert für die Erhöhung der Akzeptanz von Verkehrsberuhigungsmaßnahmen durch die Verkehrsteilnehmer ist jedoch nicht zu unterschätzen. Die Öffentlichkeitsarbeit ist eine Voraussetzung dafür, daß Verkehrsberuhigung "im Kopf" stattfindet. Insofern ist die Öffentlichkeitsarbeit eine sehr sinnvolle Ergänzung baulicher Maßnahmen, auf die nicht verzichtet werden darf.

Für den Umbau von Verkehrsstraßen und Ortsdurchfahrten ist Bürgerbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit ein wesentliches begleitendes Element zum Planungs- und Meinungsbildungsprozeß und bildet einen Mosaikstein innerhalb der "großen Öffentlichkeitsarbeit" zur Erzielung von Verhaltensänderungen.

Dies ist um so notwendiger, da Bürgerinnen und Bürger den Verkehr als wichtigstes kommunales Problem in ihren Städten und Gemeinden wahrnehmen. Die Entwicklung des Pkw-Verkehrs in den letzten Jahren und die mit der Zunahme des Straßenverkehrs verbundenen Folgeerscheinungen empfindet der überwiegende Teil der Bevölkerung als belastend. Die erwartete weitere Zunahme des Kfz-Verkehrs in den nächsten Jahren wird als negativ eingestuft. Aufgrund dieser Erwartungshaltung in der Bevölkerung muß eine öffentlichkeitswirksame Darstellung der Planungsabsichten in einer für alle Bürger verständlichen Ausdrucks- und Darstellungsform Teil eines jeden Planungsvorhabens sein.

Die frühzeitige Veröffentlichung von Informationen und Ergebnissen in der lokalen Presse gewährleistet eine öffentliche Diskussion und Beteiligung am fortschreitenden Planungsprozeß. Um diejenigen, die von der Presse nicht erreicht werden, in die laufende Planung einzubinden, können öffentliche Aushänge mit Sprechstunden in der Gemeinde, Info-Stände vor Ort mit gemeinsamen Straßenbegehungen oder auch Bürgerversammlungen zum Einsatz kommen. Die Planungsabsichten sind insbesondere dort umfassend und intensiv zu diskutieren, wo Vorbehalte gegen die Planungsüberlegungen bestehen (z.B. Befürchtung von Umsatzrückgängen im Einzelhandel).

Eine Planungskonzeption ist zwangsläufig immer ein Stück Theorie, aber auch ein Stück Vision. Eine solche Vision wird immer am besten an ausgeführten Beispielen erlebt. Referenten aus Gemeinden und Städten mit umgebauten Ortsdurchfahrten einzuladen oder eine Exkursion dorthin zu unternehmen, ist ein wichtiger Teil des Informations- und Überzeugungsprozesses.

Im besten Fall identifizieren sich die Anwohner mit ihrer Straße und beteiligen sich an der Gestaltung des Straßenraums durch Fassadenbegrünung, blühende Vorgärten, Pflege von Baumscheiben und Grünstreifen, Erhalt alter Grundstücksmauern, Durchführung des Kopfschnitts an Eingangsbäumen. Eine gute Bürgerbeteiligung kann die physikalische Lärmbelastung natürlich nicht verringern, kann aber erheblich dazu beitragen, den Lärm in der eigenen Straße als weniger belästigend zu empfinden.

---

## 4. SPEZIELLE PLANUNGSHINWEISE FÜR VERSCHIEDENE STRASSENTYPEN

### 4.1 Wohn- und Sammelstraßen

#### 4.1.1 Auswahl und Bemessung der Maßnahmen

Je nach vorherrschender oder angestrebter Nutzung liegt die Zielgeschwindigkeit auf Wohn- und Sammelstraßen zwischen Schrittgeschwindigkeit und 30 km/h (siehe Kap. 3.1.4).

Auf Wohn- und Sammelstraßen muß in aller Regel von relativ geringen Verkehrsmengen ausgegangen werden (<200 Kfz in der Spitzenstunde), so daß Begegnungsfälle nur selten auftreten. Viele Wohnstraßen sind so gering belastet, daß sie problemlos als verkehrsberuhigter Bereich umgebaut werden können. Abends und mehr noch nachts bilden Begegnungsfälle durch die weiter verringerten Verkehrsmengen zwangsläufig die Ausnahme. Dies schränkt die Auswahl geeigneter Maßnahmen, wie oben bereits ausgeführt, erheblich ein.

Das Fahrzeugkollektiv besteht in Wohn-(sammel-)straßen weitgehend aus Pkw. Lkw bilden die Ausnahme. Hierauf muß die Bemessung der Elemente Rücksicht nehmen. Einerseits muß eine Erreichbarkeit der Anlieger mit Lkw (Kommunalfahrzeuge, Möbeltransporte, Rettungsfahrzeuge u.ä.) gewährleistet sein, andererseits kann eine Wohnstraße nicht für große Lkw (von Ausnahmen in Mischgebieten abgesehen) ausgebaut werden. Eine Bemessung für große Lkw führt jede Absicht einer Geschwindigkeitsdämpfung ad absurdum.

Der Bemessungsspielraum bewegt sich in Wohn-(Sammel-)straßen zwischen den Bemessungsanforderungen eines Kommunalfahrzeugs als untere Grenze und dem Begegnungsfall Pkw/Pkw (ggf. auch Pkw/Lfw) als obere Grenze. Alle anderen Begegnungsfälle sollten über Ausweichstellen abgewickelt werden. Für die in der EAE 85/95 /4/ angegebenen Bemessungen ist in Wohnstraßen grundsätzlich von "verminderter Geschwindigkeit" auszugehen.

Bei äußerst seltenem Lkw-Verkehr kann sogar die eigentliche Fahrgasse auf die Breite eines Pkw beschränkt werden. Die notwendigen Flächen für Lkw werden in solchen Fällen durch breite Rinnen oder seitliche Flächen in Rasenpflaster oder Rasengittersteinen bereitgehalten. Die Vorfahrtregelung an Einmündungen und Knotenpunkten sollte grundsätzlich "rechts vor links" lauten. Ausnahmen hiervon sind in begründeten Ausnahmefällen nur im Zusammenhang mit der Förderung des ÖPNV zu empfehlen.

Die durch Verringerung der Fahrbahnflächen gewonnenen Räume sollten für die Verbesserung der Aufenthalts- und der ökologischen Bedingungen genutzt werden. Radverkehrsanlagen sind in Wohn- und Sammelstraßen in der Regel nicht erforderlich (und in Tempo 30-Zonen auch nicht zugelassen). Bei der Gestaltung der geschwindigkeitsdämpfenden Maßnahmen sollte jedoch darauf geachtet werden, daß der Fahrradverkehr nicht behindert wird.

Bei der Ausgestaltung von Kreuzungen und Einmündungen in Wohngebieten kann die verkehrsberuhigende Wirkung im wesentlichen durch zwei Maßnahmen erreicht werden:

Bild 4.1: Prinzipskizzen für punktuell wirksame bauliche Maßnahmen (geordnet von "hart" nach "weich")

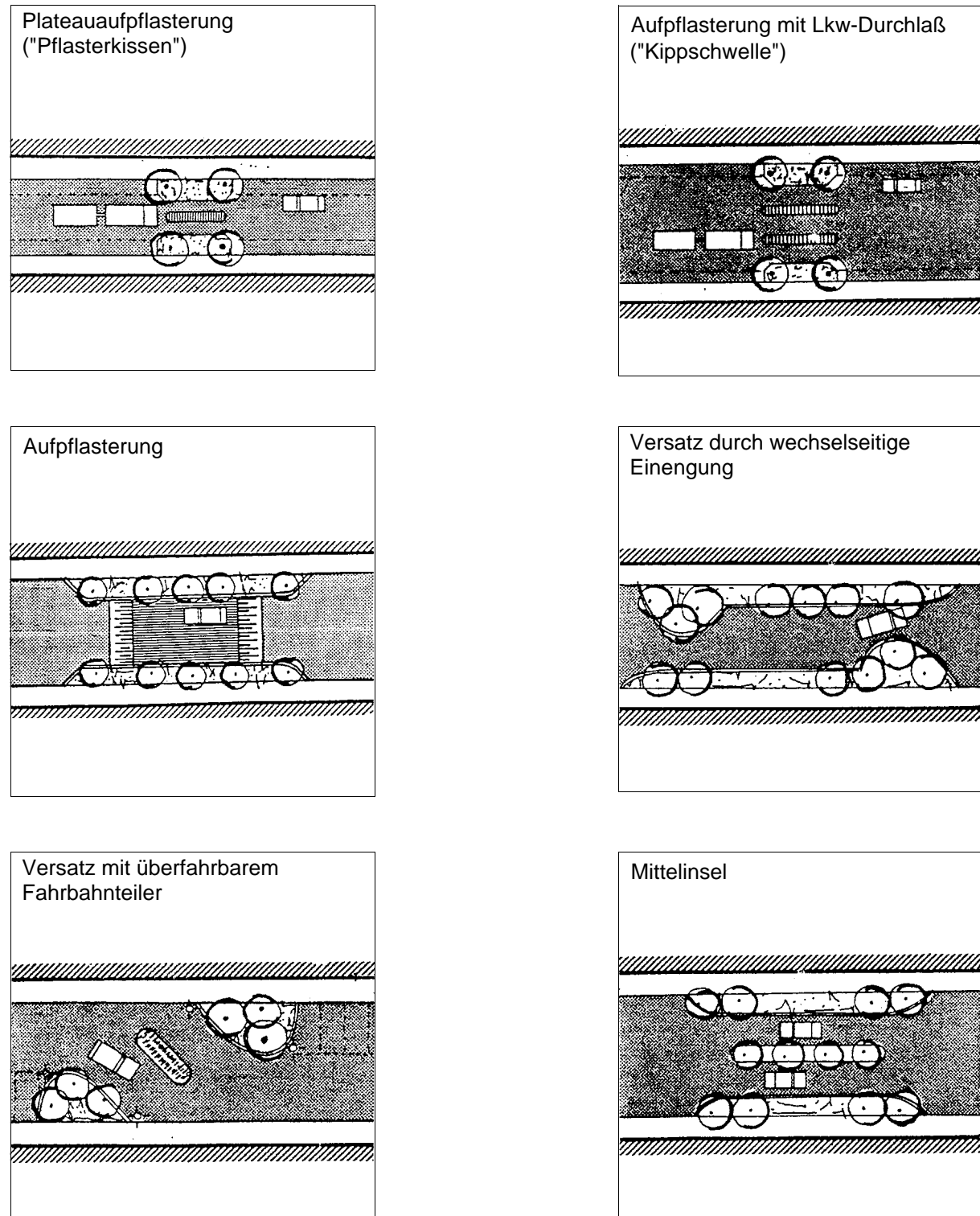
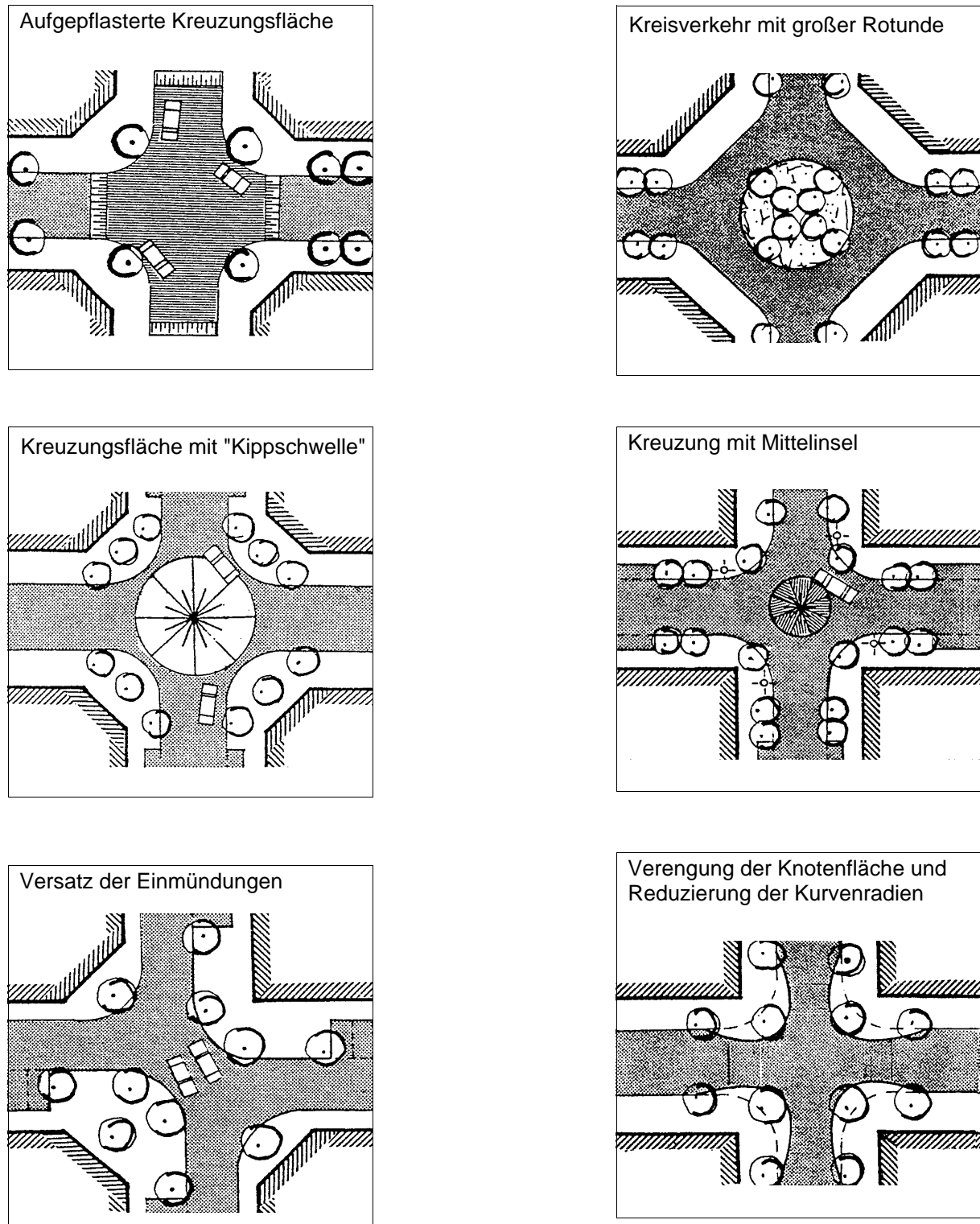


Bild 4.2: Prinzipskizzen für bauliche Verkehrsberuhigungsmaßnahmen an Knotenpunkten (geordnet von "hart" nach "weich")



- 
- # Aufpflasterung der gesamten Kreuzungsfläche,
  - # Rückbau der Kreuzungsfläche.

Für den Umbau gibt es vielfältige Möglichkeiten, die auch gestalterisch genügend Spielraum lassen (Bild 4.2). Natürlich können beide Maßnahmen auch miteinander kombiniert werden. In gesonderten Fällen lassen sich die gewünschten Effekte auch durch Teilsperren erreichen.

Einmündungen von Wohnstraßen in das übergeordnete Straßennetz sollte besondere Beachtung geschenkt werden, da sie auch eine Signalwirkung auf den in das Wohngebiet einfahrenden Fahrer ausüben sollen. Bewährt haben sich hier vor allem Aufpflasterungen bzw. Gehwegüberfahrten, durchgezogene Bordsteine, Radverkehrsanlagen, u.U. in Kombination mit Engstellen und Torsituationen.

#### 4.1.2 Gestaltung von Aufpflasterungen

Wegen der geringen Verkehrsbelastungen können in Wohnstraßen die angestrebten niedrigen Zielgeschwindigkeiten nur durch Maßnahmen erreicht werden, die unabhängig von der Verkehrsstärke geschwindigkeitsreduzierend wirken. Dies sind im wesentlichen fahrdynamische Elemente wie Aufpflasterungen.

Bei Aufpflasterungen gibt es gravierende Zielkonflikte, die im Zuge der baulichen Umgestaltung immer wieder zu kontroversen Diskussionen zwischen den Beteiligten führen. Aufpflasterungen erzielen nämlich nur dann beim Pkw die erwünschte geschwindigkeitsmindernde Wirkung, wenn die Anrampungen hoch und vor allem steil (vgl. Kap. 3.2.2) genug sind. In diesem Fall ergeben sich aber für Radfahrer, Rettungsfahrzeuge und Busse (ÖPNV) beträchtliche Komforteinbußen, die unerwünscht sind. Bei Rettungsfahrzeugen ist dies ein Problem, das auch sicherheitsrelevant ist, bei Radfahrern und Bussen steht dieses Problem der Förderung alternativer Verkehrsmittel entgegen.

Dieser Zielkonflikt läßt sich beseitigen oder zumindest weitgehend entschärfen, wenn statt der Aufpflasterungen über den gesamten Querschnitt "Pflasterkissen" oder "Plateauaufpflasterungen" eingesetzt werden. Bei diesen Elementen wird nur der Mittelbereich der Fahrgasse mit einem Pyramidenstumpf aufgepflastert, die seitlichen Flächen bleiben auf Fahrbahnniveau. Sie haben sich in der Praxis sowohl in verkehrsberuhigten Bereichen als auch in Tempo 30-Zonen gut bewährt (Bilder 4.3/4.4).

Die Bemessung von Plateauaufpflasterungen ist in der Praxis nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick scheint, da das Innenmaß zwischen den Zwillingsreifen eines Lkw gleich ist dem Innenmaß der Bereifung großer Reiselimousinen. Will man Rettungsfahrzeuge völlig erschütterungsfrei über ein "Berliner Kissen" führen, muß man in Kauf nehmen, daß ein erheblicher Teil des übrigen Fahrzeugkollektivs gleichfalls das Kissen ungehindert passiert - die Wirkung der Maßnahme wird damit erheblich eingeschränkt.

Ein etwas größerer planerischer Spielraum ergibt sich dann, wenn man sich bei den Rettungsfahrzeugen am lichten Maß zwischen den äußeren Reifen orientiert und die Basis des Pyramidenstumpfs so ausbildet (kleiner 1,70 m), daß die äußeren Reifen auf Fahrbahnniveau bleiben und die inneren Reifen über die seitliche Anrampung rollen; die Krone des Pyramidenstumpfs muß hierfür kleiner als 1,30 m sein. Die Beeinträchtigung des Fahrkomforts für Rettungsfahrzeuge und Busse ist erheblich geringer als bei einer vollständigen Aufpflasterung und stellt den günstigsten Kompromiß dar.



Geht man mit der Plateauaufpflasterung über die obengenannten Maße hinaus, haben sie gegenüber herkömmlichen Aufpflasterungen keinen Vorteil mehr für Rettungsfahrzeuge und Linienbusse. Dennoch hat eine breite Ausbauf orm des Pflasterkissens gegenüber einer Aufpflasterung über die ganze Fahrgassenbreite den Vorteil, daß eine effektive Geschwindigkeitsdämpfung bei allen Kraftfahrzeugen erzielt wird, Radfahrer aber das Element ungehindert passieren können, und bei einem nachträglichen Einbau die Straßenentwässerung nicht verändert werden muß. Plateaufpflasterungen sind deshalb gegenüber voll ausgebauten Aufpflasterungen immer kostengünstiger.

Variationen der Höhe und Rampenneigung sind bei Plateaufpflasterungen entsprechend den Erfahrungen bei Aufpflasterungen möglich. Die Wirkungszusammenhänge sind in den Kapiteln 3.2.1 und 3.2.2 beschrieben.

Im übrigen kann keine allgemein gültige Regel für die Bemessung von Pflasterkissen aufgestellt werden. Es ist im Einzelfall unter anderem in Abhängigkeit von den Rettungswegen und der Funktion der jeweiligen Straße im Netzzusammenhang abzuwägen, ob bzw. in welchem Umfang die Anforderungen der Rettungsdienste in der Planung beachtet werden müssen bzw. inwieweit die Geschwindigkeitsdämpfung als sicherheitserhöhende Präventivmaßnahme Vorrang hat. Dies ist letztlich auch eine politische Entscheidung.



Bild 4.3: Pflasterkissen und Bus



Bild 4.4: Pflasterkissen und Pkw



Bild 4.5: So nicht!

#### 4.1.3 Punktuelle und lineare Fahrbahneinengungen

Um einen möglichst gleichmäßigen Geschwindigkeitsverlauf zu erzielen, kann man als ergänzende Maßnahmen entweder punktuelle Beschränkungen der Begegnungsfälle vorsehen (Engstelle bei sonst großzügig bemessener Fahrgasse) oder die gesamte Fahrbahn für den kleinsten notwendigen Begegnungsfall dimensionieren und über Ausweichstellen die Abwicklung der übrigen Begegnungsfälle sicherstellen. Beide Lösungen erfordern, trotz gleicher Begegnungsfälle, eine unterschiedliche Dimensionierung.

Die in der EAE 85/95 /4/ dargestellte Bemessung unterschiedlicher Begegnungsfälle gilt nur für lineare Straßenquerschnitte. Die Praxis hat gezeigt, daß punktuelle Maßnahmen großzügiger bemessen sein müssen. Bei einer durchgängigen Beschränkung des Fahrbahnquerschnitts stellt sich der Kraftfahrer auf die Situation ein. Auf einer 4,00 m breiten Fahrgasse können bei verminderter Geschwindigkeit Pkw/Pkw-Begegnungen abgewickelt werden.

Bei punktuellen Engstellen hat sich dagegen gezeigt, daß ein 4,00 m breiter Durchlaß von den Kraftfahrern als einspurige Engstelle empfunden wird. Eine Ursache für dieses Verhalten liegt darin, daß Kraftfahrer in der Regel bei Einfahrt in die Engstelle einen kleinen Verschwenk fahren, also nicht unmittelbar parallel zum entgegenkommenden Fahrzeug fahren. Zudem scheuen Kraftfahrer offensichtlich die notwendige vorsichtige Fahrweise in der Engstelle, die sie, im Gegensatz zur durchgängigen Beschränkung der Fahrbahnbreite, nur auf einem sehr kurzen Streckenabschnitt praktizieren müssen. Sie ziehen es in den meisten Fällen vor, den entgegenkommenden Verkehr zuerst passieren zu lassen oder vor ihm die Engstelle zu durchfahren. Dieser Effekt kann je nach Verkehrsaufkommen zu einer unerwünschten Verunstetigung der Fahrweise führen.

In solchen Fällen muß man planerisch entscheiden, ob dieser Effekt

- # erwünscht ist, dann sollte man von vornherein eine "echte" einspurige Engstelle mit dem entsprechenden Flächengewinn ausbauen, oder
- # vermieden werden soll, dann erscheint nach derzeitigem Erfahrungsstand bei punktuellen Maßnahmen ein Zuschlag auf die Querschnittsbemessung der EAE 85/95 /4/ von 0,25-0,50 m bei verminderter Geschwindigkeit angemessen.

#### 4.1.4 Pflaster als Fahrbelag

Aus Lärmgründen ist die Verwendung von Pflaster nur bei Geschwindigkeiten von 20 km/h oder darunter völlig unkritisch. Bei diesem Geschwindigkeitsniveau sind die Unterschiede im Fahrgeräusch nicht von Bedeutung. In verkehrsberuhigten Bereichen (Schrittgeschwindigkeit) und in Zonen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 10 oder 20 km/h muß daher nur sichergestellt sein, daß die Höchstgeschwindigkeit eingehalten wird, zumindest aber 20 km/h nicht wesentlich überschritten wird. Im übrigen können hier die Einzelelemente aus der Sicht des Lärmschutzes nach dem Motto gestaltet werden: "Erlaubt ist, was gefällt."

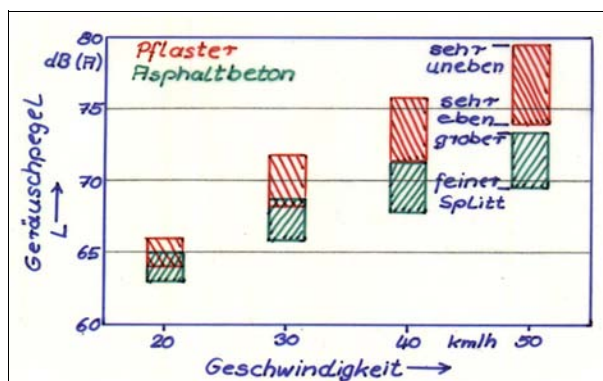


Bild 4.6: Streubereiche der mittleren Vorbeifahrtpegel von Pkw auf Pflasterbelägen im Vergleich zu Asphaltbelägen bei gleichmäßigem Geschwindigkeitsverlauf

Bei Geschwindigkeiten ab 20-30 km/h kommt es auf Natursteinpflaster, teilweise auch auf Betonsteinpflaster, zu erhöhten Rollgeräuschen und zusätzlich möglicherweise zu Klappergeräuschen von Lkw-Aufbauten, so daß der Einsatz von Pflasterbelägen je nach Pflasterart aus akustischer Sicht problematisch wird (siehe Bild 4.6). Es können folgende Regeln für den Einsatz von Pflaster im Fahrbahnbereich aufgestellt werden:

- # Gegen den Einsatz von Natursteinpflaster ist aus Lärmgründen nichts einzuwenden, wenn das Geschwindigkeitsniveau auf 20 km/h oder darunter, zumindest aber so stark gesenkt wird, daß die Pegelerhöhung durch den Pflasterbelag durch die Pegelminderung infolge der geringeren Geschwindigkeit kompensiert wird.



Bild 4.7: Aus Lärmgründen vertretbares Natursteinpflaster

- # Bei Geschwindigkeiten zwischen 20 und 30 km/h sollte aus Lärmgründen Betonsteinpflaster der Vorzug gegeben werden, da dann die Geräuschbelastung zumindest nicht über das Ausgangsniveau ansteigt.



Bild 4.8: Aus Lärmgründen sinnvoller Einsatz von Betonsteinpflaster

- # Natursteinpflaster ist grundsätzlich zu vermeiden, wenn die Geschwindigkeiten nicht gleichzeitig unter 30 km/h gesenkt werden können. Besonders an den Übergangsstellen, z.B. bei Pflasterbändern oder gepflasterten Mehrzweckstreifen, die niveaugleich an den Asphaltbelag angeschlossen werden, führen die sprunghaften Pegelanstiege von mehr als 5 dB(A) zusätzlich zu erhöhter Störwirkung.



Bild 4.9: Falsch eingesetzter Pflasterbelag

---

Darüber hinaus gibt es aber in jeder Straße zwangsläufig "Langsamfahrbereiche", auf denen deutlich langsamer als 30 km/h gefahren wird. Solche Streckenabschnitte sind:

- # Nachrangige Einmündungen in übergeordnete Straßen; Einmündungen/Kreuzungen von Wohnstraßen (rechts vor links),
- # Fahrbahnflächen im Bereich von fahrdynamisch wirksamen Maßnahmen (steile Anrampungen von Aufpflasterungen, Schwellen, enge Fahrgassenversätze, und ähnliche Streckenabschnitte).

In diesen Langsamfahrbereichen sind Pflasterbeläge aus Lärmsicht unproblematisch.

Bei einem Geschwindigkeitsniveau von  $\geq 30$  km/h entsprechen die Lösungsmöglichkeiten den Einsatzkriterien von Pflasterbelägen auf Verkehrsstraßen (siehe Kap. 4.2.5).

## 4.2 Innerörtliche Verkehrs- und Geschäftsstraßen

### 4.2.1 Vorbemerkungen

Innerörtliche Verkehrsstraßen sind dadurch gekennzeichnet, daß sich ihr Geschwindigkeitsniveau auch aus ihrer Lage und Funktion im Gesamtnetz der Hauptverkehrsstraßen ableitet. Verkehrsstraßen können deshalb nicht singulär betrachtet werden, sondern nur im Netzzusammenhang. Im Gegensatz zur Verkehrsberuhigung in Wohnbereichen gibt es bisher noch keine erprobten Konzepte, das Geschwindigkeitsniveau auf (Haupt-)Verkehrsstraßen **flächenhaft** auf ein verträgliches Maß zu reduzieren. Insbesondere der Abbau von geschwindigkeitsspitzen stellt sich hier aufgrund der notwendigen Fahrbahnbreiten als schwierig dar.

Die bisher ausgeführten Maßnahmen zum Umbau von Verkehrsstraßen beschränken sich auf einzelne Straßenzüge oder sogar nur auf einzelne Straßenabschnitte. Die nachfolgenden Hinweise leiten sich aus den in /1/ untersuchten Verkehrsstraßen ab, die im Forschungsvorhaben /3/ vertieft betrachtet wurden, sowie auf Untersuchungen des hier vorgelegten Forschungsvorhabens. Sie beziehen sich damit zwangsläufig nur auf den Umbau einzelner Straßen und nicht auf eine flächenhafte Reduzierung der Fahrgeschwindigkeiten auf Verkehrsstraßen.

### 4.2.2 Knotenpunkte

Die Leistungsgrenze von Verkehrsstraßen wird weitgehend durch die Kapazität der Knotenpunkte bestimmt. Da heute nicht nur in städtischen, sondern auch in dörflichen Bereichen Knotenpunkte zumeist in dichter Folge signalisiert sind, kann an den Knoten nicht nur die Kapazität des Straßennetzes, sondern auch der Verkehrsfluß und damit die Fahrgeschwindigkeit gesteuert werden. Maßnahmen zum Straßenumbau müssen daher zunächst an den Knotenpunkt ansetzen, da hier über Signalschaltung, Zahl und Ausbildung der Abbiegespuren, Wahl der Kurvenradien und ähnliche Elemente die "Grunddaten" wie Leistungsfähigkeit und Geschwindigkeitsniveau eingestellt werden.



Kreisverkehrsplätze sind schon seit dem 18. Jahrhundert ein Stadtgestaltungselement. Nach langer Vergessenheit ist auch in Deutschland der Kreisverkehrsplatz als Alternative zum Knoten mit Lichtsignalanlage wiederentdeckt worden. Die heutige Generation von Kreisverkehrsplätzen weist zumeist einen Durchmesser von 32-36 m auf und gehört damit zu den kleinen Kreisverkehren. Diese kompakte, platzsparende Bauweise bewirkt eine starke Verringerung der Durchfahrtgeschwindigkeit und ermöglicht die Einrichtung auch in räumlich beengten Situationen. Der geringere Flächenbedarf solcher Kreisel gegenüber einem konventionellen Knoten ergibt sich dadurch, daß keine Abbiegespuren notwendig sind und folglich die Aufweitung der einmündenden Straßen entfällt.



Bild 4.10: Gestalterisch gut eingebundener Kreisverkehrsplatz

Bei aller Euphorie für den Einsatz von Kreisverkehren muß deren Einsatz jedoch differenziert betrachtet werden:

- # Im Vergleich zu normalen Kreuzungen werden kleine Kreisverkehrsplätze langsamer durchfahren, Brems- und Beschleunigungsvorgänge sind weniger stark ausgeprägt und Wartezeiten (bei laufendem Motor) sind, vor allem in verkehrsschwachen Zeiten, geringer oder entfallen sogar. Dies bewirkt generell, daß der Anteil an schweren Unfällen mit Personenschäden deutlich abnimmt und die Lärm- und Abgasbelastungen verringert werden. Zudem entfallen die hohen Einrichtungs- und Wartungskosten für sonst zumeist notwendige Signalanlagen. Dies sind eindeutige Vorteile des Kreisverkehrs.
- # Nachteilig bei Kreisverkehrsplätzen sind die größeren Weglängen für Fußgänger und Radfahrer und die erheblichen Querschleunigungen für die Fahrgäste in Bussen. Eine Priorisierung des ÖPNV ist an Kreisverkehrsplätze schwieriger und benötigt ggf. besondere Vorkehrungen im Vorfeld. Durch den freien Verkehrsfluß sind Kreisverkehrsplätze anfällig bei Rückstauerscheinungen, da mit nur wenigen Fahrzeugen bereits alle Zufahrten blockiert sein können und sich dann der Rückstau schnell in alle Zufahrten ausdehnt. Zudem können Verkehrsströme nicht so gezielt gelenkt werden wie bei einem signalisierten Knotenpunkt (z.B. Bevorzugung einer bestimmten Fahrtrichtung). Der Einsatz von Kreisverkehrsplätzen ist deshalb in jedem Einzelfall sorgfältig zu prüfen.
- # Kreisverkehrsplätze schaffen eine markante Gestaltung (siehe Bild 4.10), die nicht nur die Gestaltqualität der Knotenpunkte erhöht, sondern auch die stadträumliche Orientierung verbessert. Aufgrund ihrer prägnanten Erscheinung und gestalterischen Wirksamkeit müssen die Einsatzbereiche auch nach städtebaulichen Gesichtspunkten sorgfältig ausgewählt werden.

Moderne, zentral und digital gesteuerte Lichtsignalanlagen bieten im Gegensatz zu den früheren "Relais-Ampeln" vielfältige Möglichkeiten, Verkehre zu lenken, den Verkehrsfluß zu steuern und bestimmte Verkehrsarten zu bevorzugen. Im Hinblick auf eine möglichst umweltschonende Abwicklung des Kfz-Verkehrs auf Hauptverkehrsstraßen und Ortsdurchfahrten haben insbesondere folgende Aspekte Bedeutung:

---

Förderung des Umweltverbundes

- " Bevorzugung des ÖPNV
- " gesicherte Führung von Radfahrern in Kreuzungsbereichen
- " konfliktfreie Schaltung für Fußgänger

Verstetigung des Kfz-Verkehrs

- " Pförtneranlagen
- " Bevorzugung bestimmter Fahrtrichtungen an Knotenpunkten
- " "Grüne Welle" auf einem angemessenen Geschwindigkeitsniveau

## Baruth, Knotenpunkt B 96 / B 115

Im Knotenpunkt veraufen die Hauptverkehrsströme "über Eck" im Zuge der B 96. Ein an den Knotenpunkt anschließender Anger bildet einen wertvollen Stadtraum und eine historische Achse in Richtung Friedhof.

Verschiedene Planungsstudien führten dazu, daß ein konventioneller Knotenpunkt den geringsten Flächenbedarf erfordert und die auftretenden Verkehrsmengen ("abknickende Vorfahrt") am ehesten verwalten kann. Ein Kreisverkehrsplatz beansprucht in dieser Situation deutlich mehr Fläche. Er greift stark in den historischen Anger ein und beeinträchtigt die oben beschriebene städtebauliche Achse.



Bild 4.11: Ursprungssituation

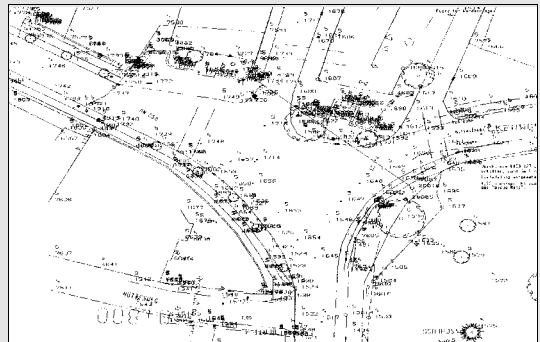


Bild 4.12: Ursprungssituation

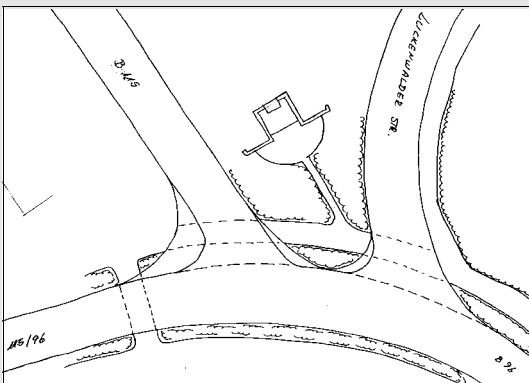


Bild 4.13: Prinzipskizze konventioneller Knoten

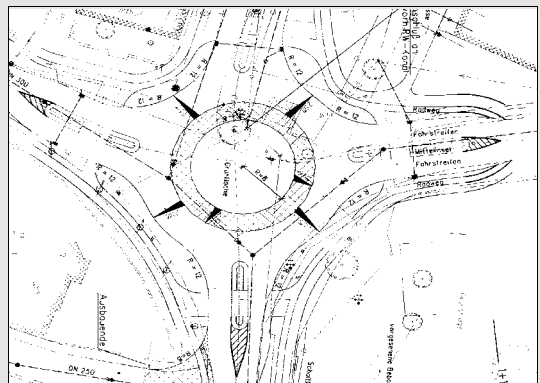


Bild 4.14: Planung Kreisverkehrsplatz

### Schwerin-Großer Dreesch, Hamburger Allee

Die Hamburger Allee bildet die zentrale Erschließungsachse für die Großsiedlung Großer Dreesch. Sie verläuft über mehrere Kilometer geradlinig durch das Wohngebiet und weist einen Parkstreifen sowie zwei, allerdings nicht markierte Fahrspuren in jeder Richtung aus. Ein begrünter Mittelstreifen trennt die beiden Fahrtrichtungen. Die in dichter Folge eingebauten Lichtsignalanlagen sind bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf eine "Grüne Welle" von 35 km/h koordiniert.

Die mittlere Geschwindigkeit hat sich bei 41,6 km eingependelt, der Vorbeifahrtpegel liegt bei 66,4 dB(A). Die mittlere Geschwindigkeit kann für eine solche einfache Maßnahme als recht günstig bezeichnet werden, der Vorbeifahrtpegel liegt etwa 3 dB(A) unter den sonst üblichen Werten. Die Werte wären günstiger, wenn nicht zwischen den Grünphasen einzelne Fahrzeuge versuchen würden, die "Grüne Welle" mit stark überhöhter Geschwindigkeit zu überrollen.

#### 4.2.3 Bemessung des Fahrbahnquerschnitts

Abhängig von der Zahl und der Dichte der Knotenpunkte müssen dann auf der Strecke die Maßnahmen so gewählt werden, daß ein weitgehend gebundener Verkehrsfluß auf niedrigem Geschwindigkeitsniveau entsteht. Bei dichter Folge signalisierter Knotenpunkte (Abstände zwischen den Signalanlagen bis etwa 200 m) genügen ggf. unterstützende "weiche" Maßnahmen.

Je nach vorherrschender oder angestrebter Nutzung liegt die Zielgeschwindigkeit von innerörtlichen Verkehrsstraßen zwischen etwa 30 und 50 km/h.

Auch die für den Umbau von Verkehrsstraßen gewählten Maßnahmen müssen so dimensioniert sein, daß sie auf die Verkehrsmenge und die Verkehrszusammensetzung abgestimmt sind. Dies betrifft sowohl die Kapazitäten der Fahrspuren (Breite des Fahrstreifens) als auch die notwendigen Begegnungsfälle.

Die sich hieraus ableitende Querschnittsbemessung für die Fahrstreifen bzw. die vorgesehenen Einzelelemente hängen von der Zielgeschwindigkeit ab, die für eine umgebaute Straße angestrebt wird. Die untersuchten Maßnahmen zeigen, daß mittlere Geschwindigkeiten zwischen 30 km/h und 40 km/h ( $v_{85} < 50$  km/h) auf Verkehrsstraßen durchaus realistisch sind und eine spürbare Abnahme der Geräuschemissionen zur Folge haben.

Die in der EAE 85/95 /4/ angegebenen Bemessungen für Begegnungsfälle bei verminderter Geschwindigkeit sind damit neben der EAHV /5/ häufig auch auf Verkehrs- und Geschäftsstraßen, aber auch auf Ortsdurchfahrten anwendbar (siehe Kap. 3.2.4). Die Bemessung der Einzelelemente richtet sich daher im Hinblick auf die Knotenpunktgestaltung nach der für den jeweiligen Straßentyp verträglichen Verkehrsmenge und in der Querschnittsgestaltung zusätzlich nach der Verkehrszusammensetzung.

Gute Geschwindigkeitsdämpfungen lassen sich kaum mit einzelnen Maßnahmen erreichen, sondern zumeist nur durch eine auf die jeweilige örtliche Situation angestimmte Kombination verschiedener Elemente.



Um einen gleichmäßigen Verkehrsfluß zu sichern, sollten an stärker belasteten Ortsdurchfahrten auf Längs- oder Schrägparkstände verzichtet werden. Längsparkstände sollten möglichst überlang ausgeführt werden, um ein Einparken in Geradeausfahrt zu erlauben, ohne den Verkehrsfluß zu verunsichtigen. Langsam fahrender Parksuchverkehr kann dabei zur Geschwindigkeitsdämpfung und Verstetigung des Verkehrs durchaus erwünscht sein.

#### 4.2.4 Punktuelle und lineare Fahrbahneinengungen

In der Beurteilung der notwendigen Begegnungsfälle ist die Querschnittsgestaltung nicht auf den größtmöglichen Begegnungsfall abzustimmen, sondern auf den in dieser Straße typischen Normalfall, der beispielsweise tagsüber außerhalb der Verkehrsspitze mehrfach stündlich abgewickelt werden muß; nur dann können die Umbaumaßnahmen zu gleichmäßigen Fahrgeschwindigkeiten auf niedrigem Niveau führen.

Um eine möglichst weitgehende Geschwindigkeitsdämpfung bei Zugrundelegung des oben beschriebenen üblichen Begegnungsfalles zu erzielen, kann man

- # entweder punktuelle Maßnahmen vorsehen, z.B. Engstellen zur Beschränkung der Begegnungsfälle, Verhinderung von Überholmöglichkeiten durch Mittelinseln oder fahrdynamisch wirksame Maßnahmen durch Fahrbahnversätze und/oder Pflasterkissen, oder



Bild 4.15: Mittelinsel mit Pflasterkissen

- # die gesamte Fahrbahn für den kleinsten notwendigen Begegnungsfall dimensionieren und ggf. über eine "flexible Querschnittsgestaltung" (z.B. mit Mehrzweckstreifen) die Abwicklung der übrigen Begegnungsfälle sicherstellen.



Bild 4.16: Mehrzweckstreifen als Ausweichfläche und zur Abwicklung des Lieferverkehrs

Dort, wo aufgrund zu geringer Steuerungsmöglichkeiten an den Knotenpunkten auch auf der Strecke "harte" geschwindigkeitsdämpfende Maßnahmen notwendig sind, können mit punktuellen Maßnahmen die gewünschten Wirkungen erzielt werden:

Die Fahrbahn wird über größere Streckenabschnitte mit großzügigem Fahrbahnquerschnitt belassen, so daß auch Ladevorgänge, Parken in der zweiten Reihe, Wendemanöver und ähnliche Abläufe leicht verkraftet werden können. Punktuell jedoch werden Kapazitätsbeschränkungen (z.B. Engstellen) bzw. geschwindigkeitsdämpfende Maßnahmen vorgesehen. Die Standorte punktueller, harter Maßnahmen sind in vielen Fällen geeignet, eine sichere Querungsstelle für Fußgänger anzubieten. Dies können sowohl Engstellen als auch Mittelinseln, ggf. in Verbindung mit Zebrastreifen oder Fußgängerampeln, leisten. Kombiniert man diese Maßnahmen zusätzlich mit Bushaltestellen, wird auch deren Erreichbarkeit und die Sicherheit während des Bushalts wesentlich erhöht.



Bild 4.17: Querungssicherung an einer Bushaltestelle

Im Sinne einer Minimierung der Umweltbelastungen müssen die Einzelelemente so aufeinander abgestimmt sein, daß der Verkehrsfluß nicht zu stark gehemmt wird, um unnötige Verzögerungs- und Beschleunigungsvorgänge zu vermeiden. Diese Ausbauf orm ist vorwiegend für Verkehrsstraßen mit geringem Lkw-/Bus-Anteil und relativ hohen Ziel- und Quellverkehren (Parksuchverkehre) geeignet, da hier ohnehin von vielen Fahrzeugen nur ein niedriges Geschwindigkeitsniveau erreicht wird.

Grundsätzlich unterscheiden sich Engstellen und Verschwenke in Verkehrsstraßen nicht von den entsprechenden Maßnahmen in Wohn- und Sammelstraßen. Die Querschnittsbemessung bzw. die Versatztiefe sind lediglich der jeweiligen Zielgeschwindigkeit und der Verkehrszusammensetzung anzupassen (vgl. Kap. 4.1.1).

Alternativ zu den punktuellen Maßnahmen gibt es auch Möglichkeiten, durchgängig den Fahrbahnquerschnitt zu beschränken und dennoch alle notwendigen Begegnungsfälle abzuwickeln:

#

Bei Straßen mit mehreren Richtungsfahrbahnen kann überprüft werden, inwieweit die Kapazität benötigt wird und in welchem Umfang ggf. ein Rückbau der Kapazität durch Verringerung der Fahrspurzahl möglich ist. Dies muß nicht, wie das Beispiel der Dürener Straße in Köln zeigt, zu einer spürbaren Abnahme der Geräuschbelastung führen, sie hat aber nicht zwangsläufig eine Erhöhung der Belastung zur Folge.



Bild 4.18: Vierstreifiger Querschnitt wird...

In diesem Ergebnis liegt eine wichtige Erkenntnis: **Trotz erheblichem Flächenentzug aus der Fahrbahn muß sich die Lärmbelastung nicht erhöhen; die städtebauliche Situation kann verbessert werden, ohne die Umwelt zu belasten.** Auch dies sind Spielräume für die städtebauliche Integration innerstädtischer Verkehrsstraßen.



Bild 4.19: ...auf zweistreifigen plus Mittelstreifen zurückgebaut

#

Es wird eine durchgängige Fahrbahn ausgebaut, die nach dem kleinsten notwendigen Begegnungsfall (im allgemeinen Pkw/Pkw) bemessen wird. Den notwendigen Spielraum im Fahrbahnquerschnitt schaffen Seitenbereiche, die so "abgesetzt" gestaltet sind (z.B. Mehrzweckstreifen in ihren unterschiedlichen Bauausführungen möglichst mit geringem Höhenversatz zur Fahrbahn), daß sie nur im Bedarfsfall überfahren werden. So entsteht eine durchgängig breite Fahrbahn, die jedoch nur im Bedarfsfall in ihrer vollen Breite genutzt wird. Da bei einem solchen Ausbau keine punktuellen Hindernisse im Verkehrsfluß geschaffen werden, kann gerade bei stärker belasteten Straßen mit relativ hohem Lkw/Bus-Anteil erwartet werden, daß durch einen solchen Ausbau ein gleichmäßiger Verkehrsfluß auf niedrigem Geschwindigkeitsniveau erreicht wird.



4.20: Baulich abgesetzter Mehrzweckstreifen

### ARNSBERG, Marktstraße

In der Marktstraße in Arnsberg wurden bauliche abgesetzte Mehrzweckstreifen in Kombination mit Engstellen und Mittelinseln ausgebaut, die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h zurückgenommen.

Ergebnis: Gegenüber dem Ausgangszustand ergibt sich eine Pegelminderung von 3,6 dB(A), liegt also deutlich über der hörbaren Schwelle von ca. 3 dB(A). Diese Pegelminderung ergibt sich fast ausschließlich aus dem Rückgang der mittleren Geschwindigkeit von ca. 45 km/h auf 35,4 km/h, also einem Rückgang von mehr als 21 %.



Bild 4.21



Bild 4.22

#### 4.2.5 Gestaltung der Fahrbahnoberfläche

Für Abschnitte von Verkehrsstraßen mit Zielgeschwindigkeiten von 30 km/h oder darunter gelten die Ausführungen in Kap. 4.1.4.

Auf (Naturstein-)Pflasterbelägen sind die Fahrzeuggeräusche bei derselben Geschwindigkeit höher als auf Asphaltbelägen. Allgemein gilt, daß die Geräuscherhöhung gegenüber Asphalt um so größer ist, je höher die Geschwindigkeit und je unebener das Pflaster ist (siehe Kap. 4.1.4, Bild 4.6). Am lautesten geht es zu, wenn auf Natursteinpflaster schnell gefahren wird. Gegenüber Asphaltstraßen kann man dann Geräuscherhöhungen bis zu 10 dB(A) feststellen. Um die Beurteilung der Einflüsse von Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsverlauf und Fahrbahnbelag auf die Höhe der Fahrzeuggeräusche zu erleichtern, sind die Ergebnisse aus den Bildern 2.9 (Kap. 2.1) und 4.6 (Kap. 4.1.4) für einen durchschnittlichen Asphaltbelag und einen durchschnittlichen Pflasterbelag in Bild 4.23 zusammengefaßt.



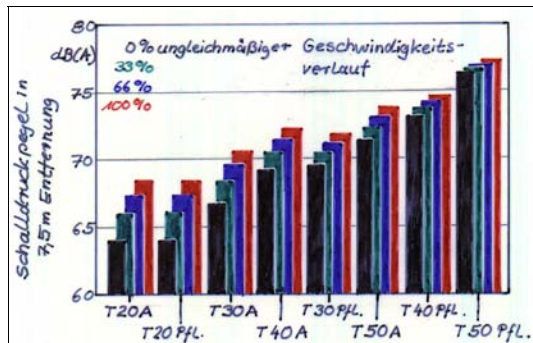


Bild 4.23: Einfluß des Verkehrsablaufs auf die mittleren Vorbeifahrtpegel von Pkw auf ebenem Pflaster mit gefasteten Steinen im Läuferverband (Pfl.) bzw. Asphaltbelag (A). Für dieses Szenario sind die Geräusche auf dem Pflasterbelag ca. 3 dB höher als auf dem Asphaltbelag (T 20 bedeutet: Durchschnittsgeschwindigkeit 20 km/h)

Für Zielgeschwindigkeiten über 30 km/h sollten deshalb aus Lärmgründen Natursteinpflaster bzw. nicht als lärmarm ausgewiesene Betonpflastersteine möglichst vermieden werden.



Bild 4.24: Auf solchen Straßen...



Bild 4.25: ...wirkt Pflaster geräuscherhöhend.

Ist aus städtebaulichen Gründen ein Pflasterbelag erwünscht, gibt es jedoch verschiedene Wege, diese nachteiligen Auswirkungen ohne Verzicht auf Pflasterbeläge auszuschließen bzw. auf ein akzeptables Maß zu reduzieren:

- # Kompensatorische Maßnahmen,
- # Beschränkung der Pflasterbeläge auf Langsamfahrbereiche oder auf selten überfahrene Fahrgassenflächen.

Kompensation bedeutet, daß die durch gepflasterte Fahrbahnoberflächen gegenüber Asphaltbelägen verursachten höheren Rollgeräusche durch eine entsprechende Geschwindigkeitsdämpfung kompensiert werden.



Bild 4.26: Kompensation des Plastereinsatzes durch geschwindigkeitsdämpfende Umgestaltung

---

Auf Verkehrsstraßen können "Langsamfahrbereiche", auf denen deutlich langsamer als 30 km/h gefahren wird, problemlos gepflastert werden. Zudem gibt es je nach Straßenentwurf auch bei knapp bemessenen Fahrgassenquerschnitten immer "Schattenflächen", die gar nicht oder nur gelegentlich befahren werden (siehe Bild 4.27), beispielsweise:

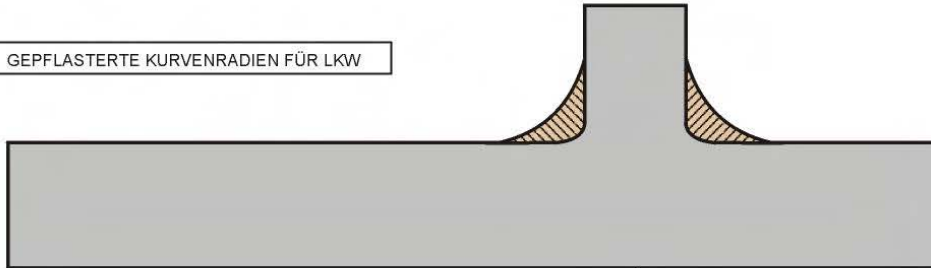
- # In Abhängigkeit von den Verkehrsströmen: Innenflächen von Kreuzungen,
- # für Lkw/Busse ausgelegte Kurvenradien,
- # "Schattenbereiche" an den Köpfen von Mittelinseln,
- # "Schattenbereiche" in den Seitenflächen an Engstellen,
- # Bereich der Rinnen seitlich der Fahrgasse,
- # Ansätze einer Linksabbiegespur, ggf. auch die gesamte Abbiegespur.

Diese Flächen können, wenn dies aus gestalterischen Gründen erwünscht ist, ohne Nachteile mit rauheren und unebeneren Pflasterungen versehen werden. Zur Verstärkung ihrer optischen und u.U. auch ihrer fahrdynamischen Wirkung können sie ggf. auch als "Hügel" mit sehr flachen Rampen gepflastert werden.

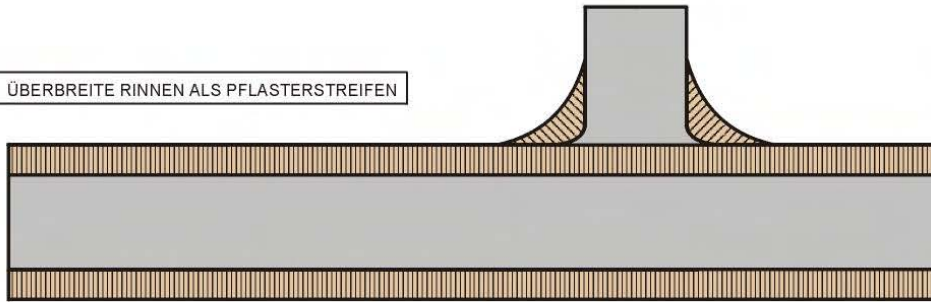
Die idealtypische Darstellung dieser Elemente in Bild 4.27 zeigt, daß sich hieraus stadtgestalterisch und funktional gute Lösungen ableiten lassen. **Umweltentlastung und Stadtgestalt schließen sich nicht aus, sondern erlauben vertretbare und befriedigende Kompromisse.**

## LÄRMUNEMPFLINDLICHE PFLASTERFLÄCHEN

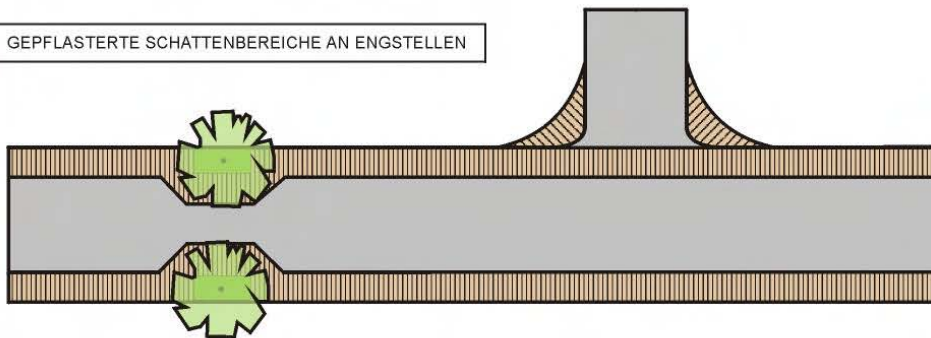
GEPFLASTERTE KURVENRADIEN FÜR LKW



ÜBERBREITE RINNEN ALS PFLASTERSTREIFEN



GEPFLASTERTE SCHATTENBEREICHE AN ENGSTELLEN



GEPFLASTERTE SCHATTENBEREICHE AN MITTELINSELN,  
ABBIEGESPUREN

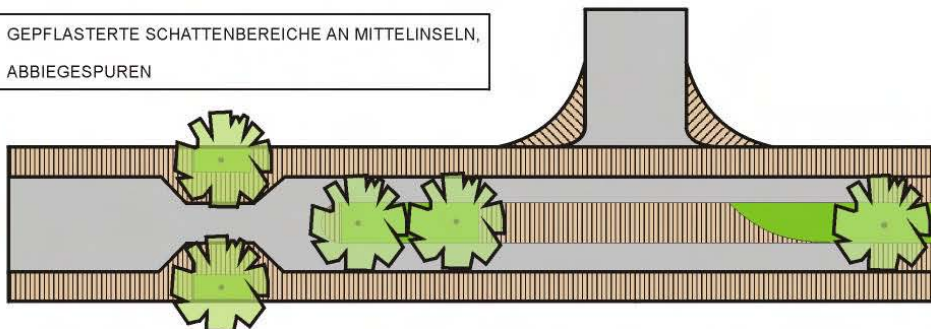


Bild 4.27: Idealtypische Darstellung von "Langsamfahr- und Schattenbereichen"

Eine weitere Alternative besteht darin, als geräuscharm ausgewiesene Betonpflastersteine zu verwenden. Durch möglichst große Formate ( $\geq 30$  Steine je  $m^2$ ) und eine Diagonalverlegung können zusätzliche Lärminderungspotentiale ausgeschöpft werden /6/.

Problematisch ist die Verlegung von Pflaster allerdings unter den Vorbedingungen der "Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen", Ausgabe 1986 (RStO 86). Diese Richtlinie enthält standardisierte Oberbauten für Bauweisen mit Pflasterdecken in Fahrbahnen nur für die Bauklassen III-VI. Die hier angesprochenen Straßen fallen jedoch je nach Verkehrsbelastung und Schwerverkehrsanteil entweder in die Bauklasse II oder III, liegen also häufig im Grenzbereich zwischen nach den Richtlinien erlaubtem und unerlaubtem Einbau von Pflaster. Die Richtlinien unterscheiden zudem keine unterschiedlichen Pflasterarten (Naturstein/Betonstein, Formate, Stärke, Oberflächenbeschaffenheit). In der Praxis gehen die Straßenbauämter eher restriktiv mit der RStO um, vor allem zu Sicherung der Haltbarkeit einer Straße, nicht zuletzt aber auch mit der Begründung der Lärmerhöhung durch Pflaster, während kommunale Tiefbauämter die RStO eher großzügig auslegen.

### Beispiel

Mit Skepsis begegnete ein Straßenbauamt dem Vorschlag, in einer Bundesstraße vor einem historischen Bahnhofsgebäude als optische Tempobremse ein ebenes, lärmarmes Pflaster zu verlegen. Die hauptsächlichen Befürchtungen des Straßenbauamtes konzentrierten sich auf zwei Punkte:

- # Das Pflaster sei nicht haltbar und würde unter den Belastungen des (Schwer-)Verkehrs in der Ortsdurchfahrt zu leicht zerstört,
- # durch das Pflaster würden gegenüber Asphaltbelag bei Tempo 50 Pegelerhöhungen von ca. 3 dB(A) eintreten, wodurch unter Umständen ein Anspruch der Bewohner auf Lärmvorsorge wegen wesentlicher Änderung der Straße (16. BImSchV) ausgelöst würde.

Wie oben ausgeführt, gibt es haltbares, ebenes Betonsteinpflaster, das den Verkehrsbelastungen einer Ortsdurchfahrt über einen langen Zeitraum standhält und das, sachgerecht und eben verlegt, gegenüber Asphaltbeton Pegelerhöhungen - wenn überhaupt - in einer Größenordnung von 1 bis 2 dB(A) bei 50 km/h nicht überschreiten. Flankierende Maßnahmen zur Geschwindigkeitsreduzierung können zudem zu einer Pegel**abnahme** führen, so daß die Wirkung der Maßnahme schlimmstenfalls neutral ausfällt.

Es gibt zwischenzeitlich eine Vielzahl von stark belasteten Verkehrsstraßen, die im Zuge der Umgestaltung eine Pflasterdecke erhalten haben und bisher keine bautechnischen Probleme aufweisen. Unter der Voraussetzung, daß

die notwendigen bautechnischen Voraussetzung im Oberbau sichergestellt werden und

die oben beschriebenen Kompensationsmöglichkeiten zur Minderung der Pegelerhöhung bei Pflastereinsatz ausgeschöpft werden,



sollte im Zweifelsfall die RStO großzügig zugunsten der Stadtgestalt ausgelegt werden. Eine Überarbeitung der RStO im Hinblick auf eine Differenzierung der Pflasterbeläge und Zuordnung zu einzelnen Bauklassen wäre zudem hilfreich.

Die Annahme, daß der Einbau von Pflaster eine wesentliche Änderung im Sinne der 16. BImSchV sei (auch wenn dadurch eine Pegelerhöhung in der Größenordnung von 3 dB(A) auftreten sollte), eindeutig zu verneinen. Der Einbau eines anderen Straßenbelags ist kein erheblicher baulicher Eingriff im Sinne der 16. BImSchV.

Geräuscherhöhungen gegenüber Asphaltbelägen sind aber nicht auf Pflasterbeläge beschränkt. Auch bei Oberflächenbehandlungen, die von den Kommunen aus finanziellen Gründen in zunehmendem Maße bei Instandhaltungsmaßnahmen im Straßennetz angewandt werden, können die Fahrzeuggeräusche lauter werden, wenn zu grobkörnige Splitte verwendet werden. Oberflächenbehandlungen bieten andererseits aber auch die Chance zur Geräuschkürzung. Nach neueren Erkenntnissen können die Rollgeräusche auf feinkörnigen, mikrorauen Belägen sogar niedriger sein als auf Asphaltbelägen.

Die in Bild 2.9 (Kap. 2.1) dargestellten Ergebnisse sind Durchschnittswerte für eine Fahrbahndeckenschicht aus Asphaltbeton. Je nach Baustoffgemisch und Bearbeitung der Oberfläche der Asphaltdeckenschicht können die Fahrzeuggeräusche um diese Mittelwerte streuen (4.6 in Kap. 4.1.4). Pauschal gilt, daß die Fahrzeuggeräusche (genauer die Rollgeräuschanteile) umso niedriger sind, je feinkörniger das Splittgemisch ist. Feinkörniger Asphalt darf jedoch nicht mit "glattem Fahrbahnbelag" verwechselt werden. Eine hohe Mikrorauhigkeit ist Voraussetzung für geringe Rollgeräusche und für die Verkehrssicherheit (Griffigkeit) erforderlich. Am geräuschgünstigsten ist eine Fahrbahnoberfläche, die in ihrer Struktur grobem Sandpapier oder Schmirgelleinen gleicht.

Auf andere im Straßenbau verwendete Belagsarten, wie z.B. Beton oder Gußasphalt, wird hier nicht eingegangen, weil sie für den innerstädtischen Bereich von untergeordneter Bedeutung sind.

#### 4.2.6 Belebtheit der Straße

Auch die Belebtheit innerstädtischer Verkehrsstraßen hat einen Einfluß auf die Wahl der Fahrgeschwindigkeit. Voraussetzungen für die Belebtheit sind neben attraktiven Nutzungen:

Gute Erreichbarkeit für ÖPNV-Benutzer sowie für den Fußgänger- und Fahrradverkehr, vielfältige Nutzungen auf dem Gehweg, möglichst gute (und freie) Querbarkeit der Fahrbahn. Das sind Elemente, die die Belebtheit einer Straße ausmachen und durch Umbaumaßnahmen gefördert werden können. Das so geprägte Erscheinungsbild einer Straße wirkt als unterstützende Maßnahme auf die Wahl der Fahrgeschwindigkeit und damit auch auf die Geräuschemissionen der Kraftfahrzeuge.



Bild 4.28: Vielfältig belebter Straßenraum

Ein ausreichendes Stellplatzangebot für Kurzparker erhöht ebenfalls die Belebtheit einer Straße, führt aber gleichzeitig zu einer Zunahme des Kfz-Verkehrs.

Da viele innerstädtische Verkehrsstraßen gleichzeitig auch die Funktion einer Geschäftsstraße erfüllen, ergibt sich mit dem Einsatz "weicher" Maßnahmen in Verbindung mit der hohen Belebtheit dieses Straßentyps eine gute Möglichkeit, funktionale, städtebauliche und stadtgestalterische Erfordernisse mit den Anforderungen an einen umweltentlastenden Umbau zu kombinieren. Städtebaulich-funktionale Belange und die Erfordernisse der Umweltentlastung stehen in direktem Zusammenhang und nicht im Widerspruch.

### SPEYER, Maximilianstraße

Die Maximilianstraße ist eine der Hauptgeschäftsstraßen im Zentrum der Stadt. Passanten und Straßencafés sorgen für ein stark belebtes Straßenbild. Die Straße ist sehr weitläufig gestaltet, Gehwege und Fahrbahn sind nur durch ein Flachbord getrennt. Die Straße ist mit Natursteinen 16-23 cm und 16x15 cm gepflastert. Es gilt eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h.

Die mittlere Geschwindigkeit liegt bei 22,6 km/h, der Vorbeifahrtpegel bei 67,4 dB(A). Der Vorbeifahrtpegel wird günstig beeinflusst von dem äußerst niedrigen Geschwindigkeitsniveau, allerdings teilweise kompensiert durch das Natursteinpflaster. Dennoch fällt der Vorbeifahrtpegel insgesamt im Vergleich mit konventionellen Straßen günstig aus.



Bild 4.29



Bild 4.30

Tab 4.1: Ergebnisse der Vorbeifahrtmessungen von Pkw

Meß- datum	Anzahl Pkw	v.ar km/h	v.05 km/h	v.95 km/h	L.ar dB(A)	A	B	r <sup>2</sup>	L*20	L*30
7.4.95	209	22,6	15,4	32,1	67,4	39,686	20,595	0,396	66,5	70,1

v.ar arithm. Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h

v.05,v.95 statistisch abgesicherter Geschwindigkeitsbereich, in dem 90% der Stichprobe zu finden ist in km/h

L.ar arithmetischer Mittelwert der maximalen Vorbeifahrtpegel in 7,5 m Entfernung - und 1,2 m Höhe in dB(A)

A, B Koeffizienten der logarithmischen Anpassungsfunktion  $L(v) = A + B \cdot \log(v)$

r<sup>2</sup> Bestimmtheitsmaß

L\* 20,30 Mit Hilfe der logarithmischen Anpassungsfunktion berechneter Vorbeifahrtpegel für eine Geschwindigkeit von 20 km/h und 30 km/h in dB(A)

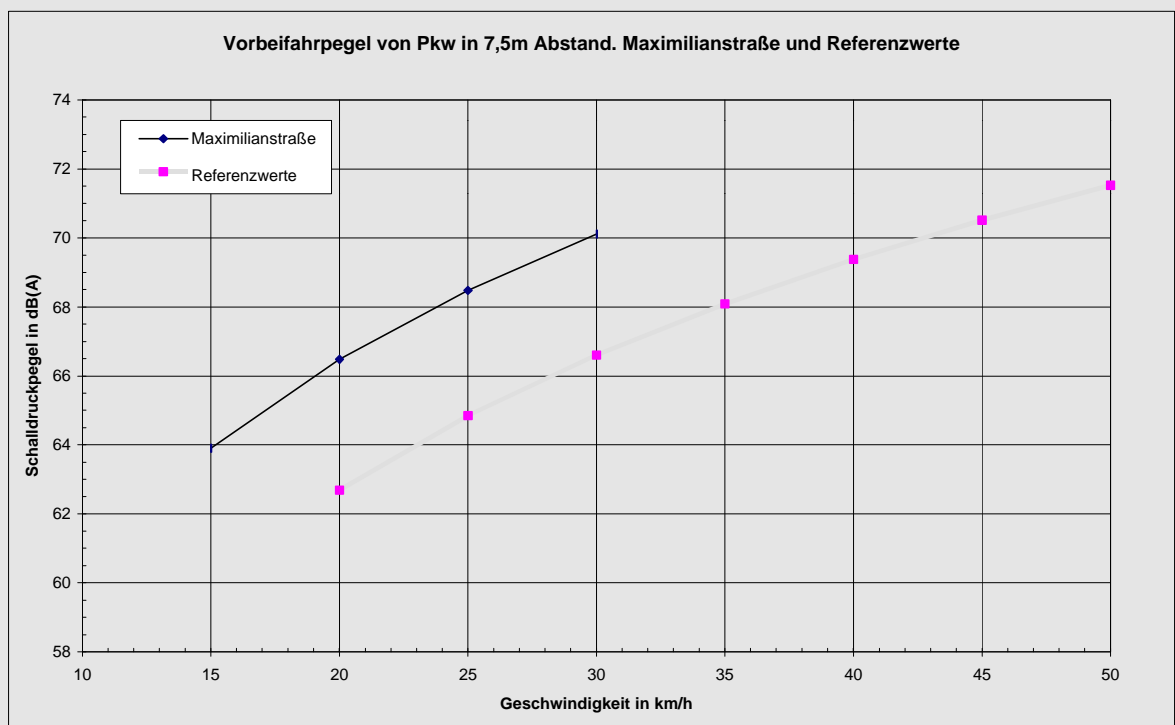


Bild 4.31: Vergleich der Vorbeifahrpegel von Pkw über der Geschwindigkeit im statistisch abgesicherten Geschwindigkeitsbereich in Speyer, Maximilianstraße mit den Referenzwerten für eine innerörtliche Asphaltbetonstraße

Die Untersuchungen auf der Maximilianstraße beweisen am praktischen Beispiel zwei, oben bereits dargestellte Zusammenhänge:

- # Ein stark belebter Straßenraum hat ähnlich geschwindigkeitsdämpfende Wirkung wie ein baulich restriktiv gestalteter Straßenraum.
- # Dort, wo auf Natursteine nicht verzichtet werden soll, kann die negative Wirkung auf den Lärm durch eine entsprechende Reduktion der Fahrgeschwindigkeiten kompensiert

### 4.3 Ortsdurchfahrten

Bei Ortsdurchfahrten ergibt sich eine klare Gliederung in Einzelabschnitte, die eines unterschiedlichen Maßnahmenspektrums bedürfen:

- # Ortseinfahrt,
- # Ortsdurchfahrt,
- # Ortsausfahrt.

#### 4.3.1 Ortseinfahrt

Ortsdurchfahrten kleiner Orts- oder Stadtteile sind dadurch gekennzeichnet, daß die "Einfahrge-schwindigkeit" der Fahrzeuge außerordentlich hoch ist (100 km/h und mehr) und ihre Ausdehnung, in des Wortes eigentlicher Bedeutung, aber überschaubar ist. Kraftfahrer reduzieren deshalb ihre Fahrge-schwindigkeit nicht in ausreichendem Maße. Eine wesentliche Schlüsselposition liegt daher im Umfang der Geschwindigkeitsreduzierung an der Ortseinfahrt.

Die Ortstafel ist zwar nach der Straßenverkehrs-ordnung die Grenze zwischen freier Strecke (Regel-höchstgeschwindigkeit: 100 km/h) und geschlossener Ortschaft (Regelhöchstgeschwindigkeit: 50 km/h), doch wird die Ortstafel in der Praxis nur ungenügend beachtet. Das Umfeld bzw. Vorfeld der Ortstafel ist damit der erste Ansatzpunkt für Umbaumaßnahmen.

Der Kraftfahrer muß bis zur eigentlichen Ortseinfahrt eine ausreichend lange Strecke haben, seine Geschwin-digkeit herabzusetzen. Eine Geschwindigkeitsreduzie-rung um 50 km/h (und mehr) kann nicht abrupt auf wenigen Metern vorgenommen werden; eine Strecken-länge von 100-200 m ist für einen solchen Verzöge-rungsvorgang erforderlich. Damit sich diese Verzöge-rungsphase nicht bis weit in den Ort hinein verlagert, müssen Umbaumaßnahmen entsprechend vorzeitig einsetzen.



Bild 4.31: Kurze, "überschaubare" Ortsdurchfahrten veranlassen Kraftfahrer kaum, die Geschwindigkeit stark zurückzunehmen

Um die erforderliche massive Geschwindigkeitsreduzierung zu erreichen, müssen abgestufte Maß-nahmen den Kraftfahrer zu der angestrebten, für den bebauten Bereich verträglichen Zielgeschwindig-keit hinleiten.

Die "harten" Maßnahmen am Ende der Maßnahmenfolge müssen so ausgebildet sein, daß sie möglichst nur mit der innerörtlichen Zielgeschwindigkeit (oder langsamer) passiert werden können. Andernfalls wird an der Ortseinfahrt keine ausreichende Geschwindigkeitsreduzierung mit einer entsprechenden Emissionsminderung zu erreichen sein.

Als "harte" Maßnahmen im Bereich der eigentlichen Ortseinfahrt haben sich Mittelinseln mit Ver-schwenken (und Baumtor) und Kreisverkehrsplätze bewährt. Auch stationäre Radaranlagen können wirkungsvoll sein.



Bild 4.32: Mittelinseln in Kurvenlage bieten die beste Geschwindigkeitsreduzierung



Bild 4.33: Gut in eine Baumalle eingepaßter Kreisverkehrsplatz

Begleitend zu den vorstehend beschriebenen Maßnahmen ist der Ortseingang auch städtebaulich klar gegenüber dem Außenbereich zu definieren. Vielfach ist durch Streubebauung im Randbereich einer Ortslage nicht eindeutig erkennbar, wo die geschlossene Ortschaft beginnt. Mit einem Bebauungsplan, der eine gezielte Auffüllung der Baulücken zuläßt, oder mit Grünelementen, die auf eine intensive Nutzung schließen lassen (z.B. Gärten mit Zäunen oder Hecken), kann zur Unterstützung der Umbaumaßnahmen am Ortseingang die Grenze zur Ortslage klarer definiert werden.

### Wildberg, Ortsdurchfahrt B 167

Kurz hinter der Ortstafel steht in Richtung Neuruppin eine automatische Geschwindigkeitsüberwachungsanlage ("Starenkasten").

Etwa 50 m hinter dieser Anlage wurden im September 1992 Vorher-Messungen und im September 1995 Nachher-Messungen durchgeführt. Die Radaranlage hat die mittlere Geschwindigkeit von 55,7 km/h auf 48,3 km/h, also um 13 % reduziert. Für die Verkehrssicherheit noch bedeutsamer ist der Rückgang der  $v_{95}$  von 75,7 km/h auf 64,6 km/h, d.h. die Spitzengeschwindigkeiten sind deutlich gebrochen worden.

Der Mittelungspegel ging nur um 0,4 dB(A) zurück, weil ein Teil der durch die Geschwindigkeitsreduktion erzielten Lärminderung durch die weitere Schädigung des schon bei der Messung 1992 unebenen Pflasterbelags kompensiert wird, die tatsächliche Lärminderung durch die Radaranlage also höher ausfiel.

Tab. 4.2: Ergebnisse der Vorbeifahrmessungen von Pkw

Meß- datum	Anzahl Pkw	v.ar km/h	v.05 km/h	v.95 km/h	L.ar dB(A)	A	B	r <sup>2</sup>	L*50 dB(A)	L*60 dB(A)
10.9.92	174	55,7	39,7	75,7	78,2	23,372	31,567	0,659	77,0	79,5
5.9.95	223	48,3	36,9	64,6	77,2	20,900	33,578	0,688	77,9	80,6

v.ar arithm. Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h

v.05,v.95 statistisch abgesicherter Geschwindigkeitsbereich, in dem 90% der Stichprobe zu finden ist in km/h

L.ar arithmetischer Mittelwert der maximalen Vorbeifahrpegel in 7,5 m Entfernung - und 1,2 m Höhe in dB(A)

A, B Koeffizienten der logarithmischen Anpassungsfunktion  $L(v) = A + B \cdot \log(v)$

r<sup>2</sup> Bestimmtheitsmaß

L\* 40,50 Mit Hilfe der logarithmischen Anpassungsfunktion berechneter Vorbeifahrpegel für eine Geschwindigkeit von 40 km/h und 50 km/h in dB(A)

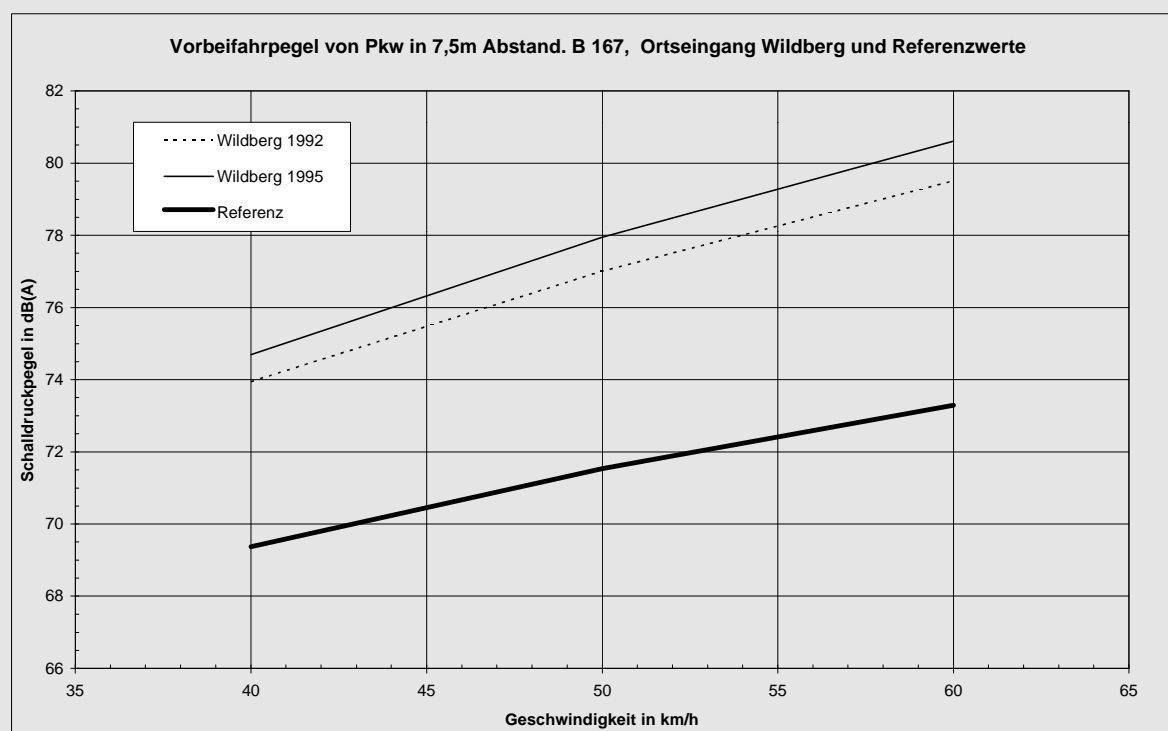


Bild 4.34: Vergleich der Vorbeifahrpegel von Pkw über der Geschwindigkeit bei den Untersuchungen in 1992 und 1995 mit Referenzwerten für eine innerörtliche Asphaltbetonstraße

Insgesamt ist jedoch festzustellen, daß der singuläre Einbau einer stationären Radaranlage zumindest in diesem Fall zwar die Geschwindigkeit im Wirkungsbereich der Anlage spürbar reduzieren kann, aber lediglich zu einer moderaten Lärminderung beitragen kann.



### 4.3.2 Ortsdurchfahrt

Unabhängig von der Länge einer Ortsdurchfahrt müssen auf der Strecke in der Ortslage weitere Verkehrsberuhigungsmaßnahmen folgen, um das durch die Maßnahmen an der Ortseinfahrt erreichte Geschwindigkeitsniveau zu halten und ggf. zum Ortskern hin weiter zu reduzieren. Maßnahmen, die sich ausschließlich auf den Ortseingang beschränken, führen zu Beschleunigungsvorgängen im Ortskern und damit zu vermeidbaren Geräusch- und Abgaserhöhungen.

Die Art der im bebauten Bereich vorzusehenden Maßnahmen hängt von dem am Ortseingang erzielten Geschwindigkeitsniveau und dem Erscheinungsbild (eng/weit, geradlinig/kurvig) und der Länge der Ortsdurchfahrt ab. Je höher der "natürliche" Verkehrswiderstand einer Ortsdurchfahrt ist, desto "weicher" können die Maßnahmen auf der Strecke sein. Bei sehr großzügig ausgebauten Ortsdurchfahrten gilt zwangsläufig der Umkehrschluß: Hier sind in stärkerem Maße "harte", geschwindigkeitsdämpfende Maßnahmen gefordert.

Eine wirksame Geschwindigkeitsdämpfung und vor allem eine Verstetigung des Geschwindigkeitsverlaufs läßt sich in vielen Fällen schon alleine dadurch erreichen, daß Überholvorgänge unterbunden werden. Neben einer entsprechenden Beschilderung haben sich, sofern der Platz ausreicht, durchgehende Mittelstreifen als sehr wirksam erwiesen. Die notwendige Überfahrbarkeit für Rettungsfahrzeuge kann dadurch sichergestellt werden, daß der Mittelstreifen in bestimmten Abständen überfahrbar ausgebaut wird (z.B. Schrägborde mit Rasengittersteinen).



4.35: Mittelstreifen mit gestalterisch...



Bild 4.36: ... eingebundenen Linksabbiegespuren

Insbesondere in gewachsenen kleinen Dörfern und historisch geprägten Ortsdurchfahrten zwingen in vielen Fällen bereits die baulich-räumlichen Vorgaben, mit flexiblen, der jeweiligen Situation angepaßten Querschnitten zu arbeiten. Häufig ist bei solchen Rahmenbedingungen eine Entwurfsgeschwindigkeit von 50 km/h nicht einzuhalten, so daß die Diskussion um die Vertretbarkeit von Tempo 30 auf Ortsdurchfahrten sich zumindest in diesen Fällen bereits durch bautechnische Zwänge erübrigt. Ortsdurchfahrten, die mit Tempo 30 ausgewiesen werden, sollten nicht in benachbarte Tempo 30-Zonen eingebunden werden, um die Hierarchie der Verkehrswege nicht zu verwischen.

Die meisten Ortsdurchfahrten wurden erst im Laufe der Zeit den verkehrstechnischen Erfordernissen angepaßt. Hierzu wurde häufig schwerwiegend in den städtebaulichen Grundriß eingegriffen:

- # Die Auswahl geeigneter Maßnahmen sollte sich deshalb zunächst nicht nur an verkehrstechnischen Vorgaben (z.B. Mindestabstand zwischen geschwindigkeitsdämpfenden Elementen) orientieren, sondern versuchen, zumindest näherungsweise den historischen Grundriß wiederaufzunehmen bzw. zu rekonstruieren. Engstellen, Fahrbahnversätze und -verschwenke und ähnliche Elemente ergeben sich dann vielfach in "natürlicher" Form aus dem Siedlungsgrundriß. Je nach Notwendigkeit können diese verkehrsberuhigenden Elemente baulich und gestalterisch verstärkt und betont werden (z.B. Ausprägung der Kurvigkeit oder von Engstellen).



Bild 4.37: Engstelle durch historische Bebauung

- # Viele Orte sind in den letzten Jahren derart gewachsen, daß der eigentliche Ortskern heute nur noch einen kleinen Teil der Ortsdurchfahrt ausmacht. Häufig ist der Ortsgrundriß durch Straßen- und Hochbaumaßnahmen soweit entstellt, daß eine Ableitung der Umbaumaßnahmen aus dem Grundriß nicht möglich ist oder nicht mehr sinnvoll erscheint. Auch hier sollten die Einzelelemente nicht nur verkehrstechnisch ausgelegt werden, sondern so gestaltet werden, daß dem Straßenbild ein Charakter mit typischen regionalen Elementen gegeben wird.

Die so gefundene Gestaltungsform für einen Straßenumbau wirkt nicht künstlich, da sie sich aus der städtebaulichen Form eines Ortes entwickelt. Sie wird vom Kraftfahrer eher akzeptiert, da sie nicht als Schikane empfunden wird. Durch die Rückführung der Einzelmaßnahmen auf historisch begründete Elemente ergibt sich die wünschenswerte Verknüpfung zwischen den Ansprüchen der Verkehrstechnik, der Stadtgestaltung sowie der Geräusch- und Abgasminderung.

Ortsdurchfahrten kleinerer Orte sind deutlich geringer belebt als innerstädtische Verkehrsstraßen. Menschenleere Straßenräume ohne erkennbare Aneignung durch die Bewohner wecken beim Kraftfahrer den Eindruck, sich hier gefahrlos mit überhöhter Geschwindigkeit bewegen zu können. Maßnahmen zum Umbau von Ortsdurchfahrten sollten deshalb auch darauf abzielen, das Straßenbild wieder zu beleben. Eine ansprechend gestaltete Straße kann dazu beitragen, daß die Anwohner den sozialen Raum vor der Haus-/Hoftüre wieder intensiver nutzen und ihn sich zum Beispiel durch Blumenschmuck am Haus und in der Straße aneignen.



4.38: Gut eingepaßter Kompromiß zwischen Gestaltungsanforderung und Lärminderung



### GANZER, Ortsdurchfahrt B 167

Die Ortsdurchfahrt der B 167 im brandenburgischen Ganzer ist so kurz, daß man von der Ortseinfahrt die Ortstafel der Ortsausfahrt erkennen kann. Dementsprechend hoch sind die Durchfahrtsgeschwindigkeiten. Ein Knotenpunkt mit Nebenstraßen war mit Großpflaster befestigt. Hohe Geschwindigkeiten, die Pflasterung, insbesondere der harte Übergang von Asphalt zu Großpflaster, führten zu erheblichen Lärmbelastungen für die Anwohner.

Das brandenburgische Straßenbauamt hat die Pflasterung mit einer Asphaltdecke überzogen und eine Fußgängersignalanlage zur Sicherung querender Fußgänger installiert.



Bild 4.39: Ortsdurchfahrt vorher



Bild 4.40: Ortsdurchfahrt nachher

Tab. 4.3: Ergebnisse der Vorbeifahrmessungen von Pkw

Meß-datum	Anzahl Pkw	v.ar km/h	v.05 km/h	v.95 km/h	L.ar dB(A)	A	B	r <sup>2</sup>	L*50 dB(A)	L*60 dB(A)
10.9.92	216	58,3	43,7	80,2	79,1	11,320	38,502	0,762	76,7	79,8
5.9.95	201	48,1	25,4	65,2	70,8	47,579	13,913	0,317	71,2	72,3
Δ					2,2					
Δ Mittelungspegel					1,75					

#### Erläuterungen:

v.ar arithm. Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h

v.05,v.95 statistisch abgesicherter Geschwindigkeitsbereich, in dem 90% der Stichprobe zu finden ist in km/h

L.ar arithmetischer Mittelwert der maximalen Vorbeifahrpegel in 7,5 m Entfernung - und 1,2 m Höhe in dB(A)

A, B Koeffizienten der logarithmischen Anpassungsfunktion  $L(v) = A + B \cdot \log(v)$

r<sup>2</sup> Bestimmtheitsmaß

L\* 40,50 Mit Hilfe der logarithmischen Anpassungsfunktion berechneter Vorbeifahrpegel für eine Geschwindigkeit von 40 km/h und 50 km/h in dB(A)

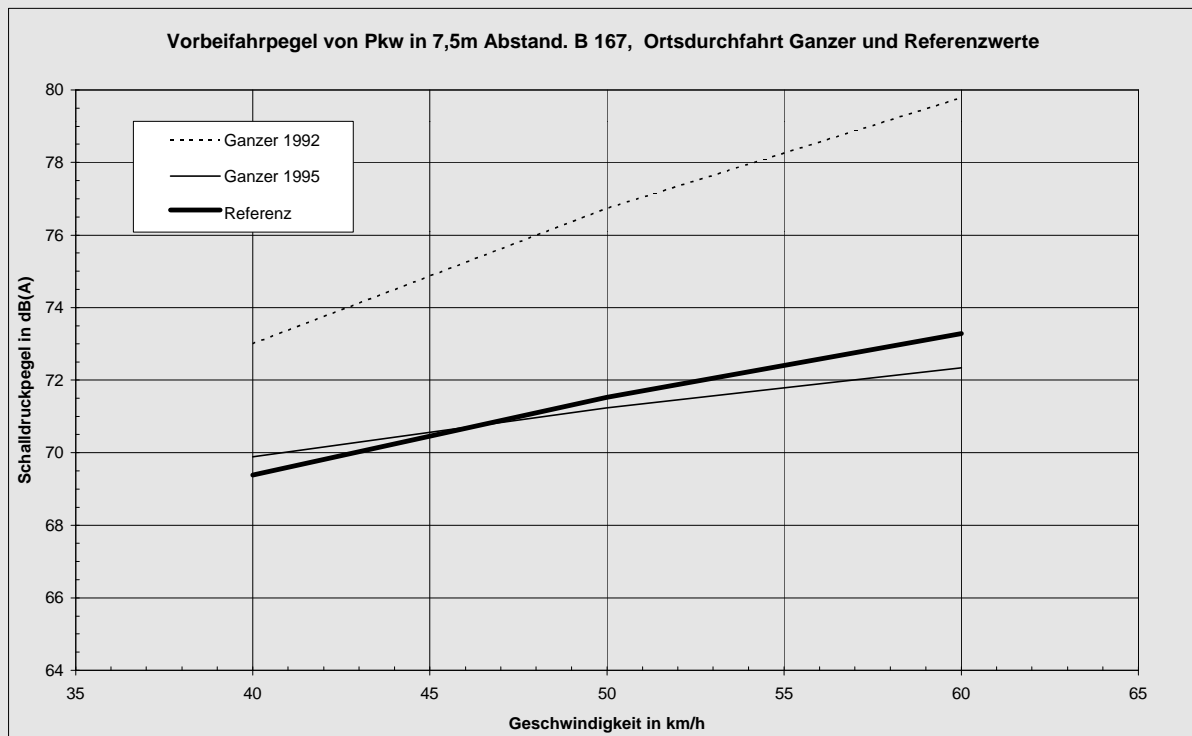


Bild 4.41: Vergleich der Vorbeifahrpegel von Pkw über der Geschwindigkeit bei den Untersuchungen in 1992 und 1995 mit Referenzwerten für eine innerörtliche Asphaltbetonstraße

Die durchschnittliche Geschwindigkeit hat um 10,2 km/h abgenommen, der Mittelungspegel um 7,5 dB(A). Dies hat zwei Gründe:

- # Die Pegelminderung resultiert aus dem Überzug des groben Pflasters mit einer dünnen Asphaltbetonschicht.
- # Die Reduzierung der Geschwindigkeit wird durch die Ampelanlage bewirkt, die den Verkehr bei einem Umlauf von 60 Sekunden für 20 Sekunden anhält. Die daraus resultierenden Brems-, Anfahr- und Beschleunigungsvorgänge führen zu einer Anhebung des Lärmpegels, so daß der Gewinn aus der Asphaltdeckschicht durch den Einbau der Signalanlage teilweise wieder zunichte gemacht wird.

Eine Maßnahme, die einen stetigeren Verkehrsablauf gewährleistet (z.B. Kreisverkehr), hätte in dieser Situation zu einer noch stärkeren Lärminderung beigetragen.

### DABERGOTZ, Ortsdurchfahrt B 167

In Dabergotz wurde auf der breiten, geradlinigen Ortsdurchfahrt in Fahrtrichtung Neuruppin eine Geschwindigkeitsüberwachungsanlage eingebaut und eine Einmündung signalisiert.



Bild 4.42: Geschwindigkeitsüberwachungsanlage



Bild 4.43: Signalisierter Knotenpunkt

Die mittlere Geschwindigkeit ging von 55,7 km/h auf 50,2 km/h zurück, die  $v_{95}$  von 69,0 km/h auf 62,5 km/h. Der Mittelungspegel reduzierte sich um 1,8 dB(A).

Die Wirkungsanalyse kommt zu folgendem Ergebnis: Durch die Überwachungsanlage werden die Fahrer zur Einhaltung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit "gezwungen" - allerdings beschleunigte ein nicht geringer Teil der Fahrzeuglenker nach Passieren der Anlage wieder und durchfuhr die Meßebene mit mehr als 50 km/h. Dies trägt nur zu einer Senkung der mittleren Geschwindigkeit bei, aber nicht zur Minderung des mittleren Vorbeifahrtpegels.

Bei Rotphasen der Ampelanlage lassen viele Fahrer ihr Fahrzeug bereits in Meßebene ausrollen, so daß bei diesen Fahrzeugen der Motoreinfluß des Fahrzeuggeräuschs weitgehend entfällt. Der Anteil der "rollenden" Fahrzeuge erklärt die Minderung des mittleren Vorbeifahrtpegels, der durch die nach einer Rotphase beschleunigenden Fahrzeuge nicht vollständig kompensiert wird.

Das Beispiel zeigt, daß eine punktuelle Beeinflussung der Geschwindigkeitswahl (hier: Radaranlage und Ampel) nicht zu einem durchgängig spürbaren Erfolg führen, da solche Maßnahmen Wiederbeschleunigungen auf den Zwischenabschnitten nicht verhindern.

Tab. 4.3: Ergebnisse der Vorbeifahrmessungen von Pkw

Meß- datum	Anzahl Pkw	v.ar km/h	v.05 km/h	v.95 km/h	L.ar dB(A)	A	B	r <sup>2</sup>	L*50 dB(A)	L*60 dB(A)
10.9.92	199	55,7	44,0	69,0	71,5	26,183	26,009	0,474	70,4	72,4
5.9.95	215	50,2	40,8	62,5	69,3	9,303	35,504	0,547	69,4	72,4
$\Delta$					2,2					
$\Delta$ Mittelungspegel					1,75					

v.ar arithm. Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h

v.05,v.95 statistisch abgesicherter Geschwindigkeitsbereich, in dem 90% der Stichprobe zu finden ist in km/h

L.ar arithmetischer Mittelwert der maximalen Vorbeifahrpegel in 7,5 m Entfernung - und 1,2 m Höhe in dB(A)

A, B Koeffizienten der logarithmischen Anpassungsfunktion  $L(v) = A + B \cdot \log(v)$

r<sup>2</sup> Bestimmtheitsmaß

L\* 40,50 Mit Hilfe der logarithmischen Anpassungsfunktion berechneter Vorbeifahrpegel für eine Geschwindigkeit von 40 km/h und 50 km/h in dB(A)



Bild 4.44: Vergleich der Vorbeifahrpegel von Pkw über der Geschwindigkeit bei den Untersuchungen in 1992 und 1995 mit Referenzwerten für eine innerörtliche Asphaltbetonstraße

---

### 4.3.3 Ortsausfahrt

Baulich und räumlich hängen natürlich Ortseinfahrt und Ortsausfahrt unmittelbar zusammen und sind jeweils als eine gestalterische Einheit aufzufassen. Verkehrstechnisch besteht jedoch ein wesentlicher Unterschied zwischen Ortseinfahrt und Ortsausfahrt:

Bei ausgeführten Beispielen umgebauter Ortsausfahrten ist vielfach zu beobachten, daß durch Umbaumaßnahmen nur der einfahrende Verkehr in der Geschwindigkeit gedämpft wird, während der ausfahrende Verkehr ungehindert zur freien Strecke beschleunigen kann. Durch eine solche Gestaltung der Ortsausfahrt beginnt die Beschleunigungsphase der Kraftfahrzeuge, wie auch auf konventionellen Straßen üblich, bereits innerhalb der geschlossenen Ortslage. Durch die größere Differenz auf einer umgebauten Straße zwischen der gefahrenen Geschwindigkeit in der Ortslage und der Zielgeschwindigkeit für die freie Strecke fallen die Beschleunigungsvorgänge, und damit auch die Lärm- und Abgasemission, am Ortsausgang größer aus als auf einer konventionellen Ortsdurchfahrt.

Ortsausfahrten müssen deshalb so gestaltet werden, daß das im Innerortsbereich erzielte niedrige Geschwindigkeitsniveau gehalten wird und erst außerhalb des bebauten Bereichs die Beschleunigung einsetzt. Wegen des niedrigeren Geschwindigkeitsniveaus können die Maßnahmen für die ausfahrenden Fahrzeuge jedoch "weicher" ausfallen als für die einfahrenden (z.B. durch asymmetrische Engstellen, die primär den einfahrenden Verkehr beeinflussen). Insgesamt müssen sich die Entwurfselemente für beide Fahrtrichtungen aber zu einer gestalterischen Einheit ergänzen.



Bild 4.45

### LEPPIN, Ortsdurchfahrt B 190

Die ca. 2 km lange Ortsdurchfahrt ist fast gerade und sehr übersichtlich. Zur Verkehrsberuhigung wurden an beiden Ortseingängen Versätze mit Fahrbahnteilern und Baumtoren angelegt. Am westlichen Ortseingang liegt der Versatz unmittelbar hinter der Ortstafel. Der Versatz ist in Einfahrtrichtung deutlich stärker ausgebildet. Im Bereich des Versatzes besteht in Richtung Ortseingang eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 30 km/h.



Bild 4.46: Ortseinfahrt



Bild 4.47: Ortsausfahrt

Die Meßstelle befand sich ca. 350 m ortseinwärts von diesem Element. Die mittlere Geschwindigkeit liegt bei 49,2 km/h, die  $v_{95}$  immerhin noch bei 62,4 km/h. Der Vorbeifahrpegel ist mit 69,4 dB(A) etwas geringer als auf "konventionellen" Straßen.

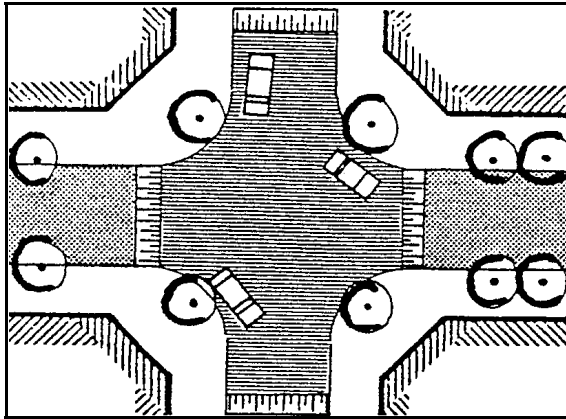
Der starke Versatz mit einer Beschränkung auf 30 km/h strahlt offensichtlich nicht weit auf die Ortsdurchfahrt aus, sonst hätte die mittlere Geschwindigkeit deutlich geringer sein müssen. Andererseits verhindert der in dem Element enthaltene Versatz für ausfahrende Fahrzeuge, daß diese Fahrzeuge in der Ortsdurchfahrt bereits beschleunigen. Die Lärmreduktion ist deshalb nicht nur auf die einfahrenden Fahrzeuge, sondern auch, möglicherweise sogar überwiegend, auf die gleichmäßig im großen Gang aus dem Ort herausfahrenden Fahrzeuge zurückzuführen. Hier zeigt sich die Bedeutung, ein- und ausfahrende Fahrzeuge zu einer niedrigen und gleichmäßigen Geschwindigkeit anzuhalten. Dieses Beispiel zeigt aber auch, daß punktuelle, singuläre Maßnahmen, gleich welcher Art, nicht in der Lage sind, ein gleichmäßiges, niedriges Geschwindigkeitsniveau über eine längere Strecke zu sichern.

---

## ANLAGE I

Einzelelemente zur Verkehrsberuhigung





## AUFGEPLASTERTE KREUZUNGSFLÄCHE

### AUSFÜHRUNG

- " Die Rampen der Aufpflasterung sind möglichst sinusförmig anzulegen (besserer Komfort für Radfahrer).
- " Das Ausmaß der Geschwindigkeitsdämpfung wird zum einen von der Höhe und Neigung der Rampen (10 cm, 10-20 %), zum anderen von der Ausbildung der Kurvenradien (8-10 m) bestimmt.
- " Die aufgepflasterten Flächen, insbesondere die Rampen, müssen sich im Material vom übrigen Straßenraum unterscheiden.
- " Eine gute Ausleuchtung der Kreuzungsfläche und eine Markierung mit vertikalen Elementen ist notwendig.

- " Bei entsprechender Ausbildung der Rampen kann die Kreuzungsfläche sowohl in verkehrsberuhigten Bereichen als auch in Tempo 30-Zonen gepflastert werden, da sich die hierdurch erhöhten Rollgeräusche wegen des geringen Geschwindigkeitsniveaus noch nicht negativ auswirken.

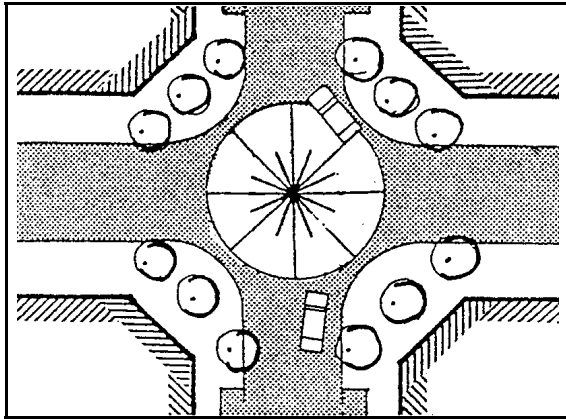
### SONSTIGE EFFEKTE

- " Knotenpunkte werden deutlicher erkennbar.
- " Die Aufenthaltsfunktion im Kreuzungsbereich kann verbessert werden.
- " Bei kreissegment- oder trapezförmigen Rampen wird der Fahrkomfort für Radfahrer eingeschränkt.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Von der Maßnahme kann eine gute Geschwindigkeitsdrosselung auch für den abbiegenden Verkehr erwartet werden, so daß die Fahrgeräusche im Knoten gering sind.
- " In Kombination mit Maßnahmen auf der nachfolgenden Strecke wird eine zu starke Wiederbeschleunigung verhindert, so daß auch die Abgasbelastung nicht wesentlich erhöht wird.





## KREUZUNGSFLÄCHE MIT "FISH-EYE"

### RANDBEDINGUNGEN

- " Möglichst an allen Armen des Knotens sollte der Verkehr in beiden Richtungen zugelassen sein.
- " Vorfahrt von rechts ist als verkehrslenkende Maßnahme wünschenswert.

### AUSFÜHRUNG

- " Bemessung des Fahrbahnquerschnitts gemäß EAE 85/95 (Begegnung bei verminderter Geschwindigkeit).
- " Einbau einer kreisrunden Aufpflasterung ("fish-eye"), die zur Seite hin abfällt. Beim Befahren entsteht hierdurch ein seitlicher Kippeffekt.
- " Bei nachträglichem Einbau kann die Straßenentwässerung unverändert beibehalten werden.
- " Das "fish-eye" sollte sich im Material deutlich von der übrigen Fahrbahn abheben.

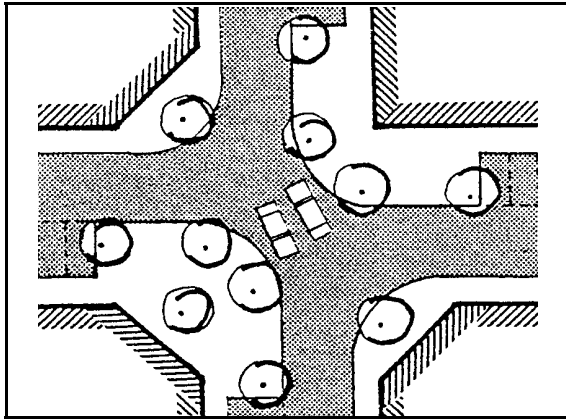
### UMWELTENTLASTUNG

- " Die Maßnahme führt zu guten Geschwindigkeits- und Geräuschreduzierungen sowohl bei gradeausfahrenden als auch bei abbiegenden Fahrzeugen.

- " Positiv wirkt sich bei Pkw beim Überfahren der Schwelle die Neigung um die Längsachse aus (gute Geschwindigkeitsdrosselung).
- " Es gibt keine negativen Auswirkungen auf die Abgasemissionen.
- " Die Wirkung der Maßnahme ist nahezu unabhängig von der Verkehrsstärke.
- " Bei insgesamt geringem Geschwindigkeitsniveau (je nach Materialwahl 20 km/h (Naturstein) bis 30 km/h (Verbundsteine mit einer Oberfläche) kann die Knotenfläche gepflastert werden, da sich die hierdurch erhöhten Rollgeräusche angesichts der insgesamt verringerten Geräuschemission noch nicht negativ auswirken. Bei höherem Geschwindigkeitsniveau sollte auf eine Pflasterung verzichtet werden.
- " Bei Lkw können Klappergeräusche entstehen.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Die runde Ausbauförm kann die stadtegalterische Integration erleichtern.



## VERSATZ DER EINMÜNDUNGEN

### RANDBEDINGUNGEN

- " Die Maßnahme ist bei Ein- und Zweirichtungsverkehr möglich.
- " Bei durchgehenden Fahrradverbindungen ist ein Versatz der Einmündungen ungünstig.
- " Die Knotenpunktbelastung darf insgesamt nicht zu hoch sein.

### AUSFÜHRUNG

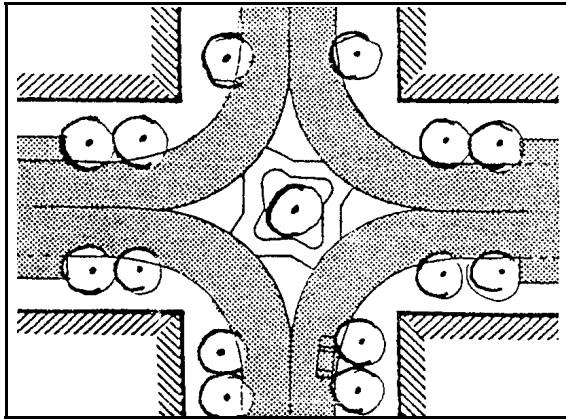
- " Die Bemessung richtet sich nach EAE 85/95 (Begegnung und Fahrkurve bei verminderter Geschwindigkeit).
- " Der Versatz muß durch vertikale Elemente und eine gute Ausleuchtung deutlich erkennbar sein.
- " Eine Unterbrechung der Sichtachse über die kreuzende Straße verstärkt die Wirkung.
- " Der Versatz sollte möglichst nach links (in Fahrtrichtung) erfolgen.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Beim Herannahen und im Bereich der Einengung wird eine Reduzierung der Geschwindigkeit sowie eine verhaltenere Fahrweise und damit eine Verringerung der Fahrzeuggeräusche erreicht.
- " In Kombination mit Maßnahmen zur Geschwindigkeitsdämpfung auf der Strecke ergeben sich keine negativen Auswirkungen auf die Abgasemissionen.
- " Das Element wirkt auch in gering befahrenen Straßen mit seltenem Begegnungsverkehr noch geschwindigkeits- und pegelmindernd.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Es werden Spielräume für eine vielfältige Gestaltung des Kreuzungsbereichs gewonnen (z.B. Baumpflanzungen im Versatz).
- " Stadtgestalterische Belange sind zu beachten (Aufgabe der Straßensymmetrie).
- " Einbau nur bei großen Straßenquerschnitten möglich.



## TEILSPERRUNG DES KNOTENS ("KISSEN")

### RANDBEDINGUNGEN

- " Die Notwendigkeit einer Teilsperrung muß sich aus einer Verkehrsuntersuchung begründen, da ggf. notwendige Verkehrsbeziehungen unterbrochen und an anderer Stelle vermeidbare Verkehre erzeugt werden.
- " An allen Armen des Knotens sollte der Verkehr in beiden Richtungen zugelassen sein.
- " Ein Durchlaß für Radfahrer sollte vorgesehen werden.

### AUSFÜHRUNG

- " Durch eine gute Beleuchtung und vertikale Elemente ist die Sperre zu kennzeichnen.
- " Fahrraddurchlässe sind in einem von der übrigen Fahrbahn abweichenden Belag zu befestigen.

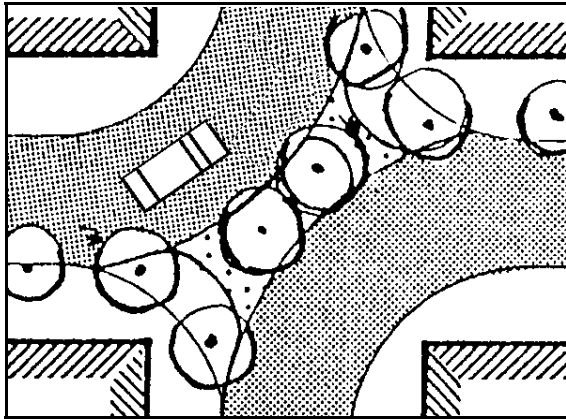
### UMWELTENTLASTUNG

- " Durch Verminderung von Durchgangs- und Schleichverkehr wird eine Reduzierung der Verkehrsstärke im Knoten und damit eine Minderung der Geräuschbelastung erreicht.
- " Gleiches gilt für die Abgasemissionen.

- " Zudem gehen auch die Abbrems- und Beschleunigungsvorgänge zurück, die mit besonders belästigendem Gaswechselgeräuschen verbunden sind.
- " Das Fehlen von Begegnungsverkehren kann eine Leitfunktion ausüben und so zu höherer Geschwindigkeit und Geräuscentwicklung führen.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Durchgangs- bzw. Schleichwegverkehr kann hierdurch sicher abgewehrt werden.
- " Die sich kreuzenden Straßen werden in Längsrichtung deutlich unterbrochen.
- " Durch illegale Linksabbieger können Verkehrsgefährdungen entstehen.
- " Es können sich Konflikte zwischen abbiegenden Kraftfahrzeugen und geradeausfahrenden Radfahrern ergeben.
- " Je nach Lage der Maßnahme im Straßennetz sind entstehende Umwegfahrten zu beachten.



## TEILSPERRUNG DES KNOTENS ("KNOCHEN"/DIAGONALSPERRE)

### RANDBEDINGUNGEN

- " Die Notwendigkeit einer Teilsperrung muß sich aus einer Verkehrsuntersuchung begründen, da ggf. notwendige Verkehrsbeziehungen unterbrochen und an anderer Stelle vermeidbare Verkehre erzeugt werden.
- " An allen Armen des Knotens sollte der Verkehr in beiden Richtungen zugelassen sein.
- " Ein Durchlaß für Radfahrer sollte vorgesehen werden.

Verkehrsstärke im Knoten und damit eine Minderung der Geräuschbelastung erreicht.

- " Gleiches gilt für die Abgasemissionen.
- " Zudem gehen auch die Abbrems- und Beschleunigungsvorgänge zurück, die mit besonders belästigendem Gaswechselgeräuschen verbunden sind.
- " Das Fehlen von Begegnungsverkehren kann eine Leitfunktion ausüben und so zu höherer Geschwindigkeit und Geräuscentwicklung führen.

### AUSFÜHRUNG

- " Durch eine gute Beleuchtung und vertikale Elemente ist die Sperre zu kennzeichnen.
- " Bei notwendiger Durchlässigkeit für Rettungsfahrzeuge kann der Fahrraddurchlaß auch in der Mitte der Sperre angeordnet werden.
- " Der Fahrraddurchlaß ist in einem abweichenden Belag zu befestigen.

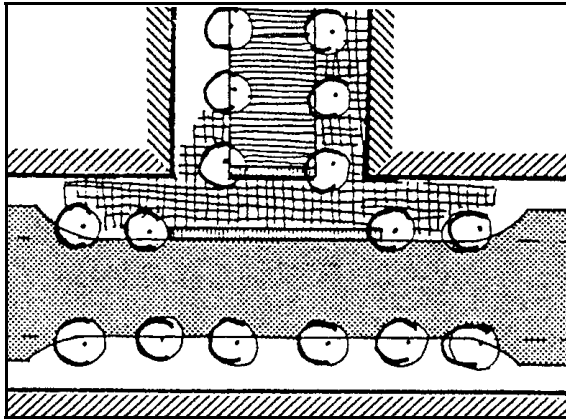
### SONSTIGE EFFEKTE

- " Durchgangs- bzw. Schleichwegverkehr kann hierdurch abgewehrt werden.
- " Die sich kreuzenden Straßen werden in Längsrichtung deutlich unterbrochen.
- " Fußgängerquerungen werden vereinfacht.
- " Es können Konflikte zwischen abbiegenden Kraftfahrzeugen und geradeausfahrenden Radfahrern entstehen.
- " Je nach Lage der Maßnahme im Straßennetz sind entstehende Umwegfahrten zu beachten.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Durch Verminderung von Durchgangs- und Schleichverkehr wird eine Reduzierung der





## EINMÜNDUNG MIT TORSITUATION UND AUFPFLASTERUNG

### RANDBEDINGUNGEN

- " Eine gering befahrenen Wohnstraße mündet in eine stärker belastete Verkehrsstraße.
- " Die Verkehrsstraße ist vorfahrberechtigt.

### AUSFÜHRUNG

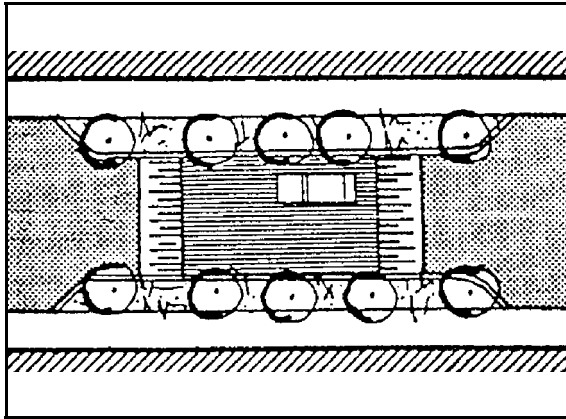
- " Die Einmündung wird mit vertikalen Elementen markiert. Die Torsituation kann auch durch ein Bauwerk geschaffen werden, die sich städtebaulich in das Umfeld einpassen muß.
- " Bemessung erfolgt gemäß EAE 85/95.
- " Im Einmündungsbereich wird eine Aufpflasterung angelegt.
- " Die Rampenneigung bestimmt die Fahrgeschwindigkeit. Je nach Geschwindigkeitsniveau auf der übergeordneten Straße sollte die Rampenneigung 5-15 % betragen.
- " Parkstreifen auf der gegenüberliegenden Seite der Einmündung sollten möglichst unterbrochen werden.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Durch die Torsituation wird dem Fahrer der Wechsel auf ein niedrigeres Geschwindigkeitsniveau deutlich gemacht und damit die Voraussetzung für eine Verringerung der Geräusch- und Abgasemissionen geschaffen.
- " Wegen der Aufpflasterung ist die Wirkung der Maßnahme nahezu unabhängig von der Verkehrsstärke (kein Begegnungsverkehr erforderlich).
- " Soll ein ungleichmäßiger Geschwindigkeitsverlauf auf der übergeordneten Straße durch abbiegende Fahrzeuge vermieden werden, muß die Torsituation in den Wohnbereich zurückversetzt werden.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Durch die Torsituation wird eine deutliche Grenze zwischen einer übergeordneten Verkehrsstraße und einem Wohnbereich gezogen.
- " Bei größeren abbiegenden Radverkehrsmengen ist diese Art der Einmündungsgestaltung problematisch (schräges Heranfahren an die Rampe).



## AUFPFLASTERUNG

### RANDBEDINGUNGEN

- " Die Wirkung ist nahezu unabhängig von der Verkehrsstärke.

### AUSFÜHRUNG

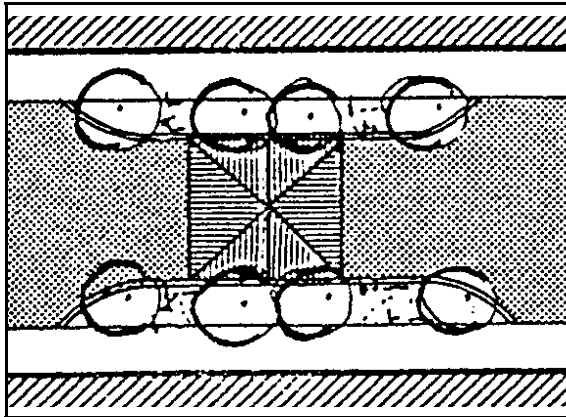
- " Die Querschnittsbemessung richtet sich nach EAE 85/95.
- " Übliche Höhe der Aufpflasterung: 5-10 cm, mit der Neigung der Rampe (5-20 %) kann die Bremswirkung beeinflusst werden.
- " Die Rampen sollten sinusförmig ausgeführt werden, um Radfahrern einen besseren Fahrkomfort zu bieten; noch besser sind seitliche Durchlässe für den Fahrradverkehr.
- " Die Aufpflasterung sollte sich im Material deutlich vom übrigen Straßenbelag absetzen, die Auffälligkeit des Elements kann durch vertikale Einbauten gesteigert werden, eine gute Ausleuchtung ist notwendig.
- " Eine Unterbrechung der Parkstreifen im Bereich der Aufpflasterung ist wünschenswert.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Durch die fahrdynamisch wirksame Maßnahme werden erhebliche Geschwindigkeits- und Geräuschreduzierungen erzielt.
- " Die Rampengeometrie (Höhe, Neigung ca. 15 %) muß so bemessen sein, daß nicht schneller als 20 km/h gefahren wird, da es sonst an gepflasterten Rampen zu sprunghaften Geräuscherhöhungen kommt.
- " Bei geringer Rampenneigung und damit höherer Geschwindigkeit sollten lärmarme (Pflaster-) Beläge eingebaut werden.
- " Negative Auswirkungen auf die Abgasemissionen sind nur zu vermeiden, wenn sich die Rampen in das angestrebte Geschwindigkeitsniveau einpassen.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Aufpflasterungen bieten sich behindertenfreundliche Querungsstellen an.
- " Aufpflasterungen können den Fahrkomfort für Busfahrgäste beeinträchtigen, wenn die Rampenneigung größer als 6 % ist.
- " Die Zahl der Parkplätze verringert sich um 3 bzw. 6.



## AUFPFLASTERUNG MIT "KIPPSCHWELLE"

### RANDBEDINGUNGEN

- " "Kippschwellen" sind sowohl für Ein- als auch Zwei-Richtungsverkehr geeignet.
- " Bei häufigeren Lkw-Verkehren und auf von Linienbussen befahrenen Strecken sollte die Kippschwelle nicht eingebaut werden.

### AUSFÜHRUNG

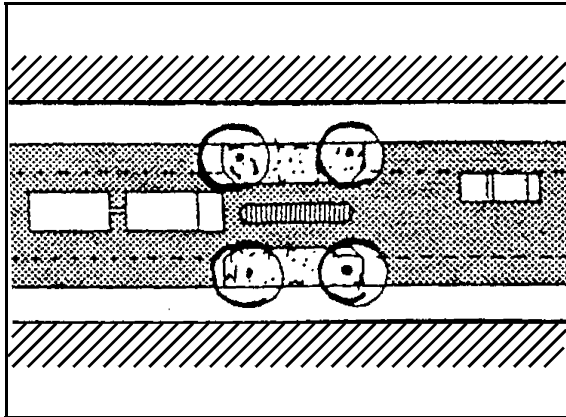
- " Bemessung des Fahrbahnquerschnitts gemäß EAE 85/95.
- " Einbau einer Aufpflasterung, die auch zur Seite hin abfällt; beim Befahren entsteht hierdurch ein seitlicher Kippeffekt. Ausbauformen als kreisförmiges "fish-eye" oder als eckiges "Walmdach" sind möglich.
- " Übliche Höhe: 5-8 (10) cm, mit der Neigung der Rampe (5-20 %) kann die Bremswirkung beeinflusst werden.
- " Bei nachträglichem Einbau bleibt die Straßenentwässerung unverändert, die Aufpflasterung sollte sich im Material deutlich von der übrigen Fahrbahn abheben, sie ist durch eine gute Ausleuchtung und vertikale Elemente zu kennzeichnen.
- " Eine Unterbrechung des Parkstreifens im Bereich der Aufpflasterung ist wünschenswert.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Die gute Geschwindigkeitsdrosselung ergibt sich durch die Neigung des Fahrzeugs um die Längsachse.
- " Bei Lkw können Klappergeräusche entstehen.
- " Die Wirkung der Maßnahme ist nahezu unabhängig von der Verkehrsstärke.
- " Um das Rollgeräusch bei gepflasterten Rampen gering zu halten, muß die Rampenneigung  $>15\%$  betragen, damit nicht schneller als 20 km/h gefahren wird.
- " Bei geringer Rampenneigung und damit höherer Geschwindigkeit sollten lärmarme (Pflaster-)Beläge eingebaut werden.
- " Negative Auswirkungen auf die Abgasemissionen sind nur zu vermeiden, wenn sich die Rampen in das angestrebte Geschwindigkeitsniveau einpassen.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Die unterschiedlichen Ausbauformen erleichtern die stadtgestalterischen Integration.



## PLATEAUAUFPFLASTERUNG ("PFLASTERKISSEN")

### RANDBEDINGUNGEN

- " Je nach Verkehrsstärke und gewünschter Bremswirkung können Plateauaufpflasterungen sowohl bei Ein- als auch Zweirichtungsverkehr eingebaut werden.

### AUSFÜHRUNG

- " Bemessung des Fahrbahnquerschnitts gemäß EAE 85/95.
- " Bemessung des Kissens: Basis < 1,70 m, Krone < 1,30 m.
- " Über die Neigung der Anrampung kann die Bremswirkung für den Kfz-Verkehr beeinflusst werden (15-20 % bei 5-8 cm Höhe).
- " Die Aufpflasterung soll sich im Material vom übrigen Straßenbelag absetzen.
- " Die Auffälligkeit des Elements kann durch vertikale Einbauten und eine gute Ausleuchtung gesteigert werden.
- " Eine Unterbrechung der Parkstreifen an der Aufpflasterung ist wünschenswert.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Die Rampengeometrie (z.B. 5 cm Höhe, Neigung 20 %) muß so bemessen sein, daß nicht schneller als 20 km/h gefahren wird,

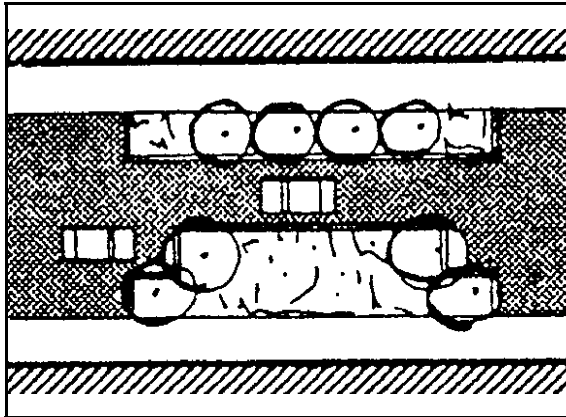
da es sonst zu sprunghaften Geräuscherhöhungen an gepflasterten Rampen kommt.

- " Bei geringer Rampenneigung und damit höherer Geschwindigkeit sollten lärmarme Pflasterbeläge eingebaut werden.
- " Die Wirkung ist nahezu unabhängig von der Verkehrsstärke.
- " Durch die Dimensionierung der Kissen werden Klappergeräusche von Lkw vermieden.
- " Negative Auswirkungen auf die Abgasemissionen sind nur zu vermeiden, wenn sich die Rampen in das angestrebte Geschwindigkeitsniveau einpassen.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Die Zahl der Stellplätze verringert sich (3 bzw. 6 Stellplätze).
- " Über die seitlichen Durchlässe passieren Radfahrer das Kissen ungehindert.
- " Komfortbeeinträchtigungen für Busfahrgäste werden bei entsprechender Dimensionierung vermieden.
- " Die symmetrische Form des Elements erlaubt eine gute stadtgestalterische Integration.





## ASYMMETRISCHE ENGSTELLE

### RANDBEDINGUNGEN

- " Voraussetzung für die Wirkung dieses Elements ist Zwei-Richtungsverkehr.
- " Die Wirkung ist um so größer, je gleichmäßiger sich die Verkehre auf beide Fahrtrichtungen verteilen.
- " Das Element sollte außerhalb des Wirkungsbereichs von Knotenpunkten liegen.

### AUSFÜHRUNG

- " Die notwendigen Begegnungsfälle ergeben sich aus der Verkehrsmenge und der Verkehrszusammensetzung. Die Bemessung erfolgt auf Grundlage der EAE 85/95.
- " Bei höherem Verkehrsaufkommen, ist die Einengung für Pkw/Pkw-Begegnung zu dimensionieren, um einen ungleichmäßigen Geschwindigkeitsverlauf zu verhindern.
- " Der Versatz an der Engstelle sollte mindestens die Breite eines Fahrzeugs haben.
- " Durch vertikale Elemente und eine gute Ausleuchtung ist die Erkennbarkeit sicherzustellen.
- " Gegenverkehr muß rechtzeitig erkennbar sein.

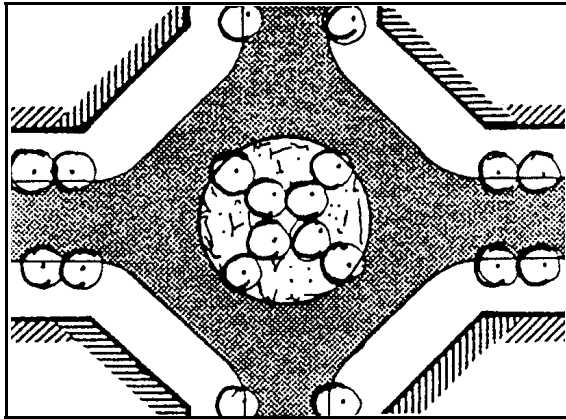
- " Parkstreifen müssen im Bereich der Engstelle unterbrochen werden.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Die Wirkung dieses Elements beschränkt sich durch die einseitige Anordnung der Engstelle auf eine Fahrtrichtung und im wesentlichen auf den Fall mit Gegenverkehr.
- " In der unbehinderten Fahrtrichtung sind entgegenkommende Fahrzeuge gut zu erkennen, so daß kein oder nur ein geringer Einfluß auf Fahrgeschwindigkeit und Geräuschemission wirksam wird.
- " Bei falscher Ausführung kann das Element zur Verunstetigung des Verkehrs und damit zu erhöhten Abgasemissionen beitragen.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Im Bereich der Engstelle ergibt sich für Fußgänger eine kürzere Querungsstrecke.
- " Ohne seitliche Durchlässe oder gesonderte Radverkehrsanlagen ist das Element bei größeren Radverkehrsmengen problematisch.
- " Die Zahl der Stellplätze verringert sich um 2-3 bzw. 5.



## KLEINER KREISVERKEHR

### RANDBEDINGUNGEN

- " Möglichst an allen Armen des Knotens sollte der Verkehr in beiden Richtungen zugelassen sein.
- " Vorfahrt für die Fahrzeuge innerhalb des Kreisverkehrs.

### AUSFÜHRUNG

- " Durch vertikale Elemente und eine entsprechende Ausleuchtung muß die Innenfläche gut erkennbar sein.
- " Der Innenradius sollte größer sein als die halbe Breite der angrenzenden Straßenabschnitte, um eine kurvige Führung sicherzustellen.
- " Zur Verstärkung der Geschwindigkeitsdämpfung kann ein "Innenring" so gepflastert werden, daß die Kraftfahrzeuge beim Umfahren der Rotunde in der Längsachse geneigt werden.

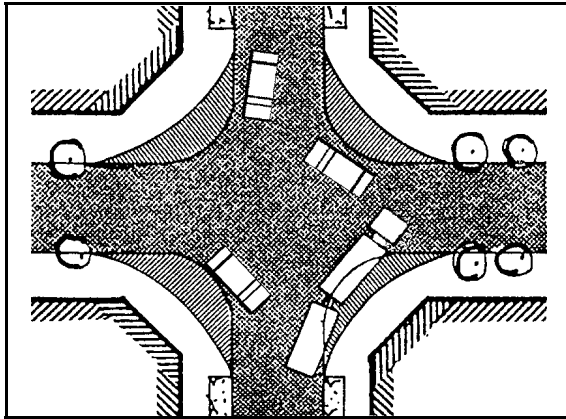
### UMWELTENTLASTUNG

- " Von der Maßnahme kann eine gute Geschwindigkeitsdrosselung erwartet werden, so daß sich auch die Fahrgeräusche im Knoten verringern.

- " Durch die Verstetigung des Verkehrsflusses tritt in der Regel eine Abnahme der Abgasemissionen ein.
- " Die beste Wirkung wird erreicht, wenn die Fahrbahn zu äußeren Radius hin abfällt oder gegenüber einmündenden Straßen aufgepflastert ist.
- " Wegen der guten Geschwindigkeitsdrosselung können auch Pflasterbeläge verwendet werden.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Knotenpunkte werden besser erkennbar durch die deutliche optische Unterbrechung an querenden Straßen.
- " Beeinträchtigung des Fahrkomforts von Busfahrgästen durch Querbeschleunigungen in den Kurven.
- " Keine Steuerbarkeit des Verkehrszu- und -abflusses, deshalb insbesondere im Umfeld von überlasteten Knotenpunkten problematisch.



## VERENGUNG MIT ERWEITERTEN KURVENRADIEN FÜR LKW

### RANDBEDINGUNGEN

- " Die Maßnahme ist sowohl für Ein- als auch für Zwei-Richtungsverkehr geeignet.
- " Die Erweiterung der Kurvenradien sollte nur an den Einmündungen vorgenommen werden, die häufiger von Lkw-Verkehr befahren werden.

### UMWELTENTLASTUNG

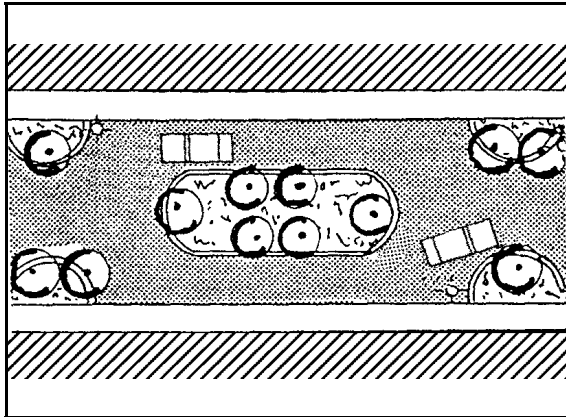
- " Die Maßnahme hat kaum einen Einfluß auf den geradeaus fließenden Verkehr.
- " Eine raue Oberfläche ist vertretbar, da abbiegende Fahrzeuge in der Regel langsamer als 30 km/h fahren, so daß sich keine erhöhten Geräuschemissionen einstellen.

### AUSFÜHRUNG

- " Die Bemessung erfolgt auf Grundlage der EAE 85/95.
- " Die erweiterten Radienbereiche werden durch von der übrigen Fahrbahn abweichende Farbe und/oder Struktur des Belages gekennzeichnet.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Rauhe Oberflächen bilden ein Hindernis für querende Fußgänger und Rollstuhlfahrer.
- " Der Fahrkomfort für abbiegende Radfahrer wird gemindert, sofern keine Schleusen mit glatter Oberfläche vorgesehen werden.



## SYMMETRISCHE MITTELINSEL MIT DOPPELVERSATZ

### RANDBEDINGUNGEN

- " Das Prinzip der Mittelinsel funktioniert nicht in Einbahnstraßen.

### AUSFÜHRUNG

- " Bemessung gemäß EAE 85/95 (Begegnung bei verminderter Geschwindigkeit).
- " Die Mittelinsel muß durch vertikale Elemente klar erkennbar und gut beleuchtet sein.
- " Die geschwindigkeitsdämpfende Wirkung der Mittelinsel ist mit Verengungen vor und hinter dem Element am stärksten.

### UMWELTENTLASTUNG

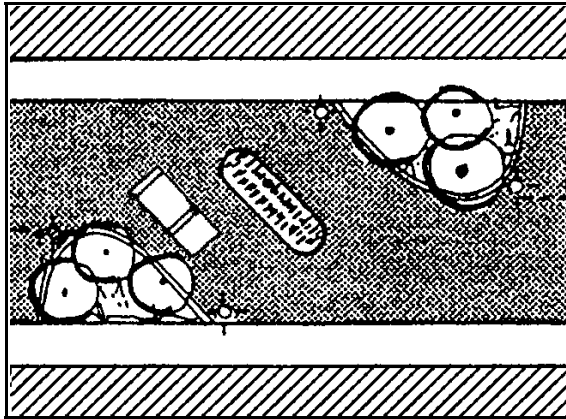
- " In Kombination mit einer Mittelinsel (kein Kurvenschneiden möglich) und durch den Doppelversatz wird eine gute Geschwindigkeitsdämpfung erreicht. Die Maßnahme zwingt zudem zu verhaltener Fahrweise, was sich zusätzlich geräusch- und abgasmindernd auswirkt.
- " Bei Einsatz als Einzelelement treten die geringsten Pegel dort auf, wo das Fahrzeug einen Richtungswechsel vornehmen muß. Bei Ausfahrt aus dem Versatz kann es durch Beschleunigungsvorgänge zu leichten Pegel- und Abgaserhöhungen kommen.

- " Die Maßnahme wirkt auch ohne Begegnungsverkehr geschwindigkeits- und pegelmindernd.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Mittelinseln bilden eine deutliche optische Unterbrechung des Fahrgassenverlaufs.
- " Städtebaulich gute Lösung durch Erhaltung der Straßensymmetrie.
- " Die Zahl der Stellplätze verringert sich um 10-12.
- " Bei größeren Radverkehrsmengen ist dieses Element ohne seitliche Durchlässe problematisch.





## VERSATZ MIT ÜBERFAHRBAREM FAHRBAHNTEILER

### RANDBEDINGUNGEN

- " Sofern der Ausbau des Versatzes Senkrechtparken erfordert, ist der Einsatz ohne besondere Radverkehrsanlagen wegen der größeren Gefährdung durch ein- und ausparkenden Fahrzeuge nur bei geringem Fahrradverkehr sinnvoll.
- " Der Fahrbahnteiler hat seine Wirkung nur bei Straßen mit Gegenverkehr.

### AUSFÜHRUNG

- " Die Bemessung erfolgt auf Grundlage der EAE 85/95.
- " Der Versatz muß durch vertikale Elemente und eine gute Ausleuchtung deutlich erkennbar sein.
- " Der Fahrbahnteiler sollte nur für Notfälle (z.B. Feuerwehr) oder Ausnahmefälle (z.B. Baufahrzeug) langsam überfahrbar sein.
- " Der Versatz erfolgt um die Breite der Fahrbahn.

### UMWELTENTLASTUNG

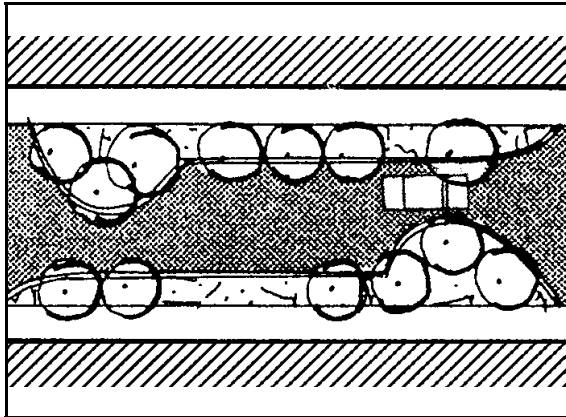
- " Durch den Versatz wird eine Geschwindigkeitsreduzierung und damit verbunden eine Verringerung der Geräuschentwicklung

erreicht, da der Versatz zu verhaltener Fahrweise zwingt.

- " Im Streckenverlauf treten die geringsten Pegel dort auf, wo das Fahrzeug einen Richtungswechsel vornehmen muß. Gegenüber einem geraden Streckenverlauf mit konventionellen Ausbau wurden bei Pkw Minderungen im Vorbeifahrtpegel von 2-3 dB(A) festgestellt.
- " Sofern der Fahrbahnteiler überfahren wird, ergeben sich höhere Rollgeräusche und bei Lkw auch Klappergeräusche, die die lärm-mindernde Wirkung der Geschwindigkeitsreduzierung zum Teil aufheben.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Der Fahrbahnversatz schafft eine deutliche Unterbrechung der Längsachse.
- " Ohne Fahrbahnteiler wird die Geschwindigkeitsdrosselung spürbar reduziert, da dann bei Fahrsituationen ohne Gegenverkehr der Versatz "geschnitten" werden kann.
- " Der Versatz löst die Symmetrie des Straßenraums auf, so daß die stadtgestalterischen Auswirkungen beachtet werden müssen.
- " Die Zahl der Stellplätze verringert sich um 8-10.



## VERSATZ DURCH WECHSELSEITIGE EINENGUNG

### RANDBEDINGUNGEN

- " Das Element kann bei Ein- und Zweirichtungsverkehr eingesetzt werden.

### AUSFÜHRUNG

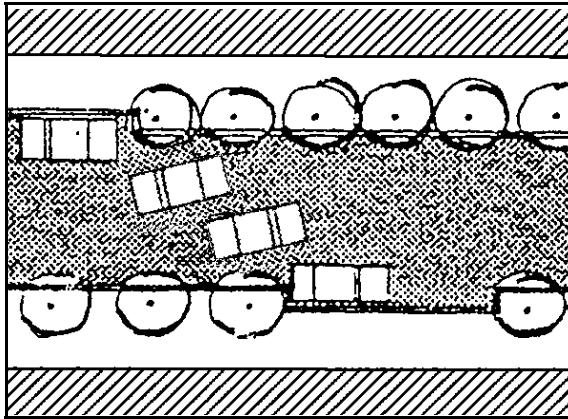
- " Die Bemessung des Elements richtet sich nach EAE 85/95, wobei die Breiten der Engstellen und die Länge des Versatzes von der Verkehrsmenge abhängig sind.
- " Die Einengungen müssen mindestens die Breite eines Fahrzeugs haben.
- " Die Erkennbarkeit von Versatz und Engstelle ist durch vertikale Elemente und gute Ausleuchtung sicherzustellen.
- " Entgegenkommender Verkehr muß frühzeitig erkennbar sein.
- " Bei höherem Verkehrsaufkommen, also häufigen Begegnungsfällen, ist die Einengung für Pkw/Pkw-Begegnung zu dimensionieren, um ungleichmäßigen Geschwindigkeitsverlauf zu verhindern.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Beim Herannahen und im Bereich der Einengung wird eine Reduzierung der Geschwindigkeit sowie eine verhaltene Fahrweise und damit eine Verringerung der Fahrzeuggeräusche erreicht (je nach Ausführung bis zu 5 dB(A)).
- " Das Element wirkt ohne Begegnungsverkehr, also z.B. auch in den Abendstunden, noch geschwindigkeits- und pegelmindernd.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " An den Einmündungen kann sich in Abhängigkeit von der Gestaltung eine bessere Querbarkeit der Straße ergeben.
- " Ohne begleitende Radverkehrsanlagen ist der Versatz bei größeren Radverkehrsmengen problematisch.
- " Die Zahl der Stellplätze verringert sich um 3 bzw. 6.



## VERSATZ DURCH WECHSELSEITIGE PARKSTREIFEN

### RANDBEDINGUNGEN

- " Verkehr in beiden Fahrtrichtungen ist zugelassen.
- " Es besteht eine ausreichende Stellplatznachfrage, da die geschwindigkeitsdämpfende Wirkung nur bei beparkten Parkbuchten erreicht wird.
- " Die Verkehrsmengen reichen aus, um häufige Begegnungsfälle zu verursachen.

### AUSFÜHRUNG

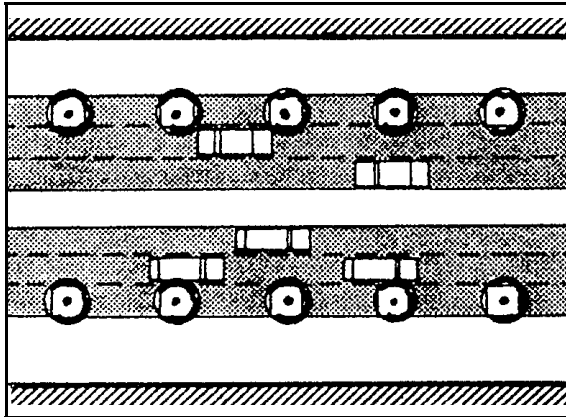
- " Parkbuchten werden in halber Pkw-Breite versetzt angeordnet, so daß sich durch parkende Fahrzeuge ein Fahrgassenversatz ergibt.
- " Die Breite der Fahrbahn im Versatz richtet sich nach den notwendigen Begegnungsfällen.
- " Die Bemessung erfolgt gemäß EAE 85/95.
- " Der jeweilige Abschnitt ohne Parkbucht sollte durch vertikale Elemente (Bäume) deutlich markiert sein.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Eine spürbare Geschwindigkeitsdämpfung und damit eine Geräuschreduzierung stellt sich nur dann ein, wenn die Parkbuchten mit Fahrzeugen belegt sind.
- " Bei entsprechend verringerter Fahrbahnbreite wird die Wirkung sogar etwas günstiger sein als bei einem einfachen Versatz.
- " Ohne parkende Fahrzeuge hat die Maßnahme keinen nennenswerten Einfluß.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Auch bei schmalen Straßenquerschnitten können Stellplätze angeboten werden, die gleichzeitig der Geschwindigkeitsdämpfung dienen.
- " Radfahrer sollten möglichst über gesonderte Radverkehrsanlagen geführt werden.



## REDUZIERUNG DER FAHRSPURZAHL

### RANDBEDINGUNGEN

- " Die Straße verfügt über mehr als einen Fahrstreifen je Fahrtrichtung.
- " Die Verkehrsmengen können auch auf einer geringeren Fahrspurzahl abgewickelt werden oder es wird eine Beschränkung der Verkehrskapazität bewußt angestrebt.

### AUSFÜHRUNG

- " Die nicht benötigte Zahl der Fahrspuren wird dem fließenden Verkehr entzogen und anderen Nutzungen zugeführt.
- " Eine Reduzierung der Fahrspurzahl erfordert nicht unbedingt einen aufwendigen Umbau, sondern kann auch mit provisorischen Maßnahmen erreicht werden.

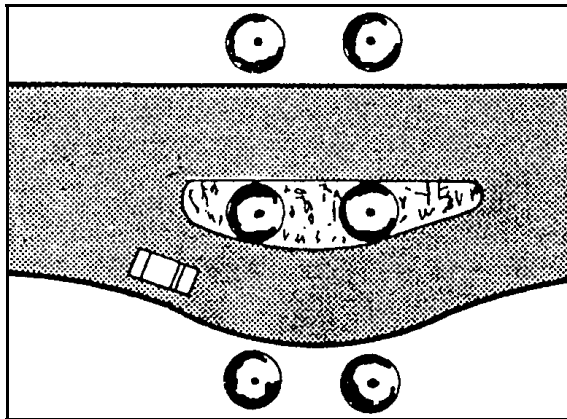
### UMWELTENTLASTUNG

- " Durch diese Maßnahme wurde in einer Verkehrs- und Geschäftsstraße mit ca. 10.000 Kfz/Tag eine Geschwindigkeitsreduzierung von 10% festgestellt. Die Reduzierung der Fahrspurzahl hat zusätzlich das Fahrverhalten positiv beeinflusst, denn die Minderung der Vorbeifahrtpegel fiel stärker aus als sie durch die Geschwindigkeitsreduzierung zu erklären ist.
- " Sofern die Reduktion der Fahrspurzahl nicht zu Stauerscheinungen führt, sind keine negativen Auswirkungen auf die Abgasemissionen zu erwarten.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Eine Reduzierung der Fahrspurzahl ist eine gute Voraussetzung, Hauptverkehrsstraßen städtebaulich besser zu integrieren.
- " Die gewonnenen Flächen sind bestens geeignet, das Flächenangebot für Fußgänger, Radfahrer und den ÖPNV zu verbessern.





## MITTELINSEL MIT TORSITUATION ALS ORTSEINFAHRT

### RANDBEDINGUNGEN

- " Relativ hohe Annäherungsgeschwindigkeit von "außen" an die Torsituation.
- " Grenze zwischen konventionellem und umgebautem Streckenabschnitt.

- " Bei einer Geschwindigkeitsreduzierung durch die Torsituation um 30 % (z.B. von 70 km/h auf 50 km/h) kann eine Reduzierung der Vorbeifahrtpegel um knapp 4-5 dB(A) und des Mittelungspegel um ca. 2-3 dB(A) erwartet werden.

### AUSFÜHRUNG

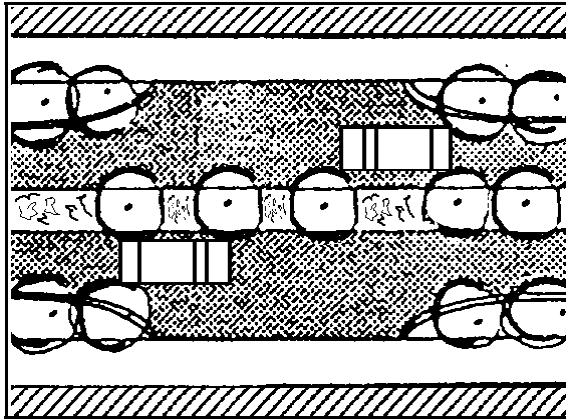
- " Ausbau des "Tores" mit unterschiedlichen Einzelementen je nach räumlicher Situation (z.B. Engstelle mit Mittelinsel).
- " Einrichtung weiterer Einzelemente zur Verkehrsberuhigung auf dem weiteren Streckenabschnitt.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Es wird ein deutlicher Übergang zwischen freier Strecke und Ortsdurchfahrt bzw. zu Straßenabschnitten mit empfindlicher Nutzung geschaffen.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Die Wirkung der Torsituation reduziert sich auf die abbremssende Wirkung des eingebauten Einzelements. Sie hängt auch von der Höhe der Ausgangsgeschwindigkeit ab.
- " Der Zwang, die Geschwindigkeit durch die Torsituation herabzusetzen, muß auch nach einer Gewöhnungsphase für Ortskundige noch gelten.
- " Die Torsituation muß durch nachfolgende Einzelemente unterstützt werden, um die Zielgeschwindigkeit auf dem gewünschten Niveau zu halten.



## MITTELSTREIFEN / ALLEE

### RANDBEDINGUNGEN

- " Ausreichende Straßenbreite, um zwei Richtungsfahrbahnen plus Mittelstreifen aufzunehmen, ohne daß Geh- und ggf. Radwege zu schmal ausfallen.
- " Bei längeren Mittelstreifen und einspurigem Ausbau muß ggf. eine provisorische Überfahrbarkeit gesichert werden (Sperrung einer Richtungsfahrbahn wg. Unfall, Durchfahrt für Rettungsfahrzeuge).

### AUSFÜHRUNG

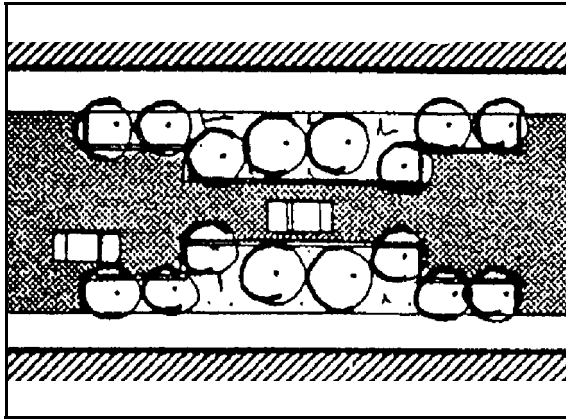
- " Erhöhung des Mittelstreifens kreissegmentförmig oder mit Hochbord, ggf. auch mit Fahrbahnmarkierungen und vertikalen Elementen.
- " Zur Unterstützung der Wirkung sollten Parkstreifen regelmäßig unterbrochen werden.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Durch die Fahrbahneinengung und die Unterbindung von Überholvorgängen wird eine Geschwindigkeitsdrosselung erreicht. Hinsichtlich der Geräusch- und Abgasentwicklung wird daher ein positiver Effekt erzielt.
- " Vor allem Pegel- und Abgasemissionsspitzen, wie sie bei Überholvorgängen auftreten, können durch den Einbau eines Mittelstreifens verhindert werden. Der Umfang der hierdurch verursachten Reduzierung der Geräuschbelastung hängt daher wesentlich von der Häufigkeit der Überholvorgänge vor dem Umbau ab.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Die Querbarkeit wird für Fußgänger auf der ganzen Strecke verbessert.
- " Der Mittelstreifen kann zur Entsiegelung genutzt werden und ggf. eine Mittelbaumreihe aufnehmen.



## SYMMETRISCHE ENGSTELLE

### RANDBEDINGUNGEN

- " Voraussetzung für die Wirkung dieses Elements ist Zwei-Richtungsverkehr.
- " Die Wirkung ist um so größer, je gleichmäßiger sich die Verkehre auf beide Fahrtrichtungen verteilen.
- " Das Element sollte außerhalb des Wirkungsbereichs von Knotenpunkten liegen.

### AUSFÜHRUNG

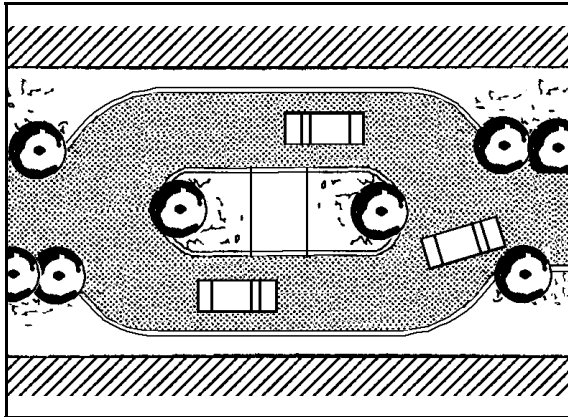
- " Die notwendigen Begegnungsfälle ergeben sich aus der Verkehrsmenge und der Verkehrszusammensetzung, die Bemessung erfolgt auf Grundlage der EAE 85/95.
- " Der Versatz an der Engstelle muß mindestens die halbe Breite eines Fahrzeugs haben.
- " Durch vertikale Elemente und eine gute Ausleuchtung ist die Erkennbarkeit sicherzustellen.
- " Gegenverkehr muß rechtzeitig erkennbar sein.
- " Parkstreifen müssen im Bereich der Engstelle unterbrochen werden.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Das Maß der Geräuschminderung hängt wesentlich von der Verkehrsstärke ab. Bei häufigem Begegnungsverkehr wird eine gute Wirkung erreicht.
- " Bei seltenen Begegnungsfällen fällt die Geschwindigkeits- und Geräuschreduzierung nur gering aus.
- " Wird in der Engstelle die Fahrbahnfläche gepflastert, ergeben sich oberhalb von 30 km/h Geräuscherhöhungen, die bei rauher Materialoberfläche sprunghaft auftreten.
- " Um bei größeren Verkehrsmengen Anhalten und Wiederauffahren an einspurigen Engstellen zu vermeiden, ist die Engstelle auf Pkw/Pkw-Begegnung auszulegen.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Für Fußgänger ergibt sich eine deutliche Verkürzung der Querungsstrecke.
- " Ohne seitliche Durchlässe oder gesonderte Radverkehrsanlagen ist das Element bei größeren Radverkehrsmengen problematisch.
- " Die Zahl der Stellplätze verringert sich um 4-6 bzw. 2-3.



## MITTELINSEL

### RANDBEDINGUNGEN

- " Das Prinzip der Mittelinsel funktioniert nicht in Einbahnstraßen.

### AUSFÜHRUNG

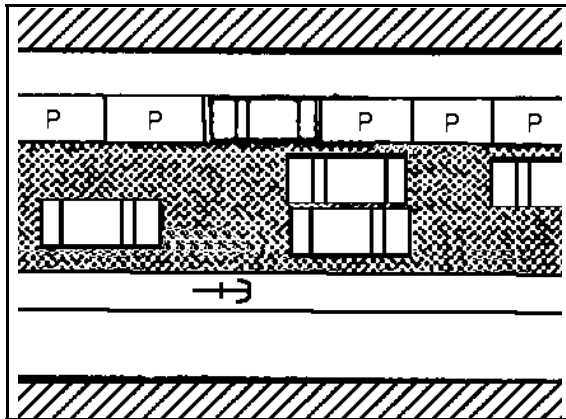
- " Bemessung gemäß EAE 85/95 (Begegnung bei verminderter Geschwindigkeit).
- " Die Mittelinsel muß durch vertikale Elemente klar erkennbar und gut beleuchtet sein.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Ohne begleitende Elemente (z.B. Engstellen, Versätze) haben Mittelinseln nur eine geringe Wirkung auf die Fahrgeschwindigkeit.
- " Die Maßnahme wirkt auch ohne Begegnungsverkehr.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Mittelinseln bilden eine deutliche optische Unterbrechung des Fahrgassenverlaufs.
- " Städtebaulich gute Lösung durch Erhaltung der Straßensymmetrie.
- " Der Haupteinsatzzweck liegt in der Sicherung von Querungsstellen für Fußgänger.
- " Die Zahl der Stellplätze verringert sich um mindestens 6.



## RÜCKBAU ÜBERBREITE FAHRBAHN

### RANDBEDINGUNGEN

- " Gemäß EAHV 93 oder EAE 85/95 sind die Fahrbahnen überdimensioniert ausgebaut.
- " Die Verkehrsprognose deutet darauf hin, daß zukünftig der bestehende, überdimensionierte Querschnitt nicht benötigt wird.

### AUSFÜHRUNG

- " Je nach Rückbaupotential können die Fahrbahnen ohne bauliche Maßnahmen Parkplätze aufnehmen oder als Radfahrstreifen markiert werden.
- " Bei einem baulichen Rückbau (z.B. zugunsten breiterer Gehwege) sollte aus Kostengründen versucht werden, den Bordstein nur auf einer Straßenseite zu versetzen.

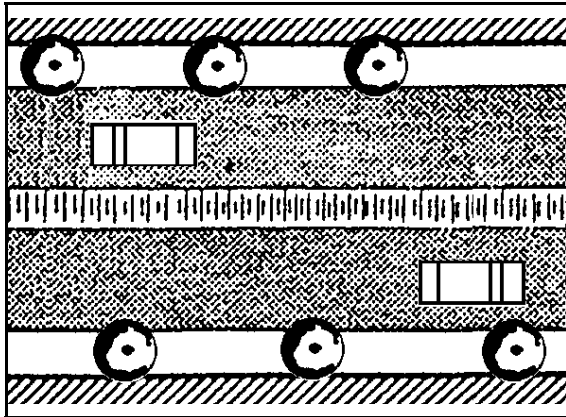
### UMWELTENTLASTUNG

- " Der Rückbau überbreiter Fahrbahnen führt ohne begleitende Maßnahmen zu keinen oder nur zu geringen Umweltentlastungen.
- " Erst durch die Kombination mit anderen Maßnahmen können spürbare Entlastungseffekte erreicht werden.
- " Sofern der Rückbau nicht zu Stauerscheinungen führt, sind keine negativen Auswirkungen zu erwarten.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Die aus der Fahrbahn gewonnenen Flächen sollten neben der Förderung des Umweltverbundes auch zur ökologischen Aufwertung des Straßenraums genutzt werden (Grünstreifen, Bäume).
- " Der bloße Rückbau von überbreiten Fahrbahnen kann, zumindest auf Verkehrsstraßen, dann kontraproduktiv sein, wenn hierdurch der ÖPNV oder der Fahrradverkehr in seiner Bewegungsfreiheit behindert wird.





## ÜBERFAHRBARER MITTELSTEIFEN

### RANDBEDINGUNGEN

- " Ausreichende Straßenbreite, um zwei Richtungsfahrbahnen plus Mittelstreifen aufzunehmen, ohne daß Geh- und ggf. Radwege zu schmal ausfallen.
- " Die Notwendigkeit eines überfahrbaren Mittelstreifens muß gegeben sein (z.B. Lieferverkehre, häufig linksabbiegende Fahrzeuge).

### AUSFÜHRUNG

- " Zwischen den Richtungsfahrbahnen wird ein Mittelstreifen im Material niveaugleich oder mit leichten Stichbogen abgesetzt, ggf. nur durch Markierung.

### UMWELTENTLASTUNG

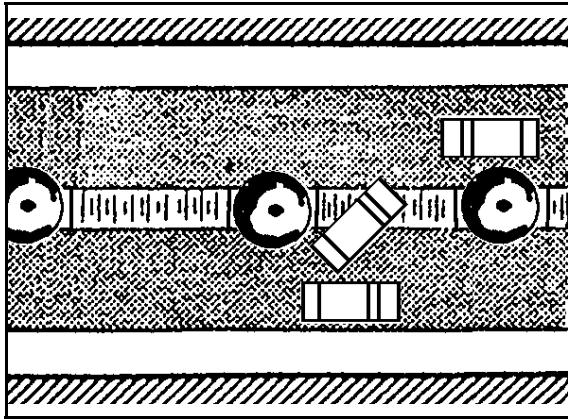
- " Der abgesetzte Mittelstreifen läßt die Richtungsfahrbahnen schmaler erscheinen und trägt damit zur Geschwindigkeitsdämpfung bei.
- " Insbesondere bei häufigen Linksabbiegern (dichte Folge von Knoten oder Grundstückszufahrten) können geradeausfahrende Pkw mit mäßiger Geschwindigkeit problemlos passieren, was sowohl die

Geräusch- wie die Abgasentwicklung positiv beeinflusst.

- " In Geschäftsstraßen können Liefervorgänge auf der Fahrbahn ohne Rückstauwirkung für den nachfolgende Verkehr abgewickelt werden. Dies trägt in Geschäftsstraßen ganz erheblich zur Verstetigung des Verkehrsflusses und damit zur Lärm- und Schadstoffminderung bei.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Die Querbarkeit wird für Fußgänger auf der Strecke zwischen gesicherten Übergängen etwas verbessert.
- " Bei Belastungsgrenzen kann mit dieser Maßnahme je nach Planungsfall ein vierstreifiger Ausbau verhindert werden.



## UNTERBROCHENER, ÜBERFAHRBARER MITTELSTREIFEN

### RANDBEDINGUNGEN

- " Ausreichende Straßenbreite, um zwei Richtungsfahrbahnen plus Mittelstreifen aufzunehmen, ohne daß Geh- und ggf. Radwege zu schmal ausfallen.
- " Die Notwendigkeit eines überfahrbaren Mittelstreifens muß gegeben sein (z.B. Lieferverkehre, häufig linksabbiegende Fahrzeuge).

### AUSFÜHRUNG

- " Zwischen den Richtungsfahrbahnen wird ein Mittelstreifen im Material niveaugleich oder mit leichten Stichbogen abgesetzt, ggf. nur durch Markierung.
- " Der Mittelstreifen wird regelmäßig durch Mittellinseln oder Straßenmöblierung (z.B. Straßenleuchten) unterbrochen.

### UMWELTENTLASTUNG

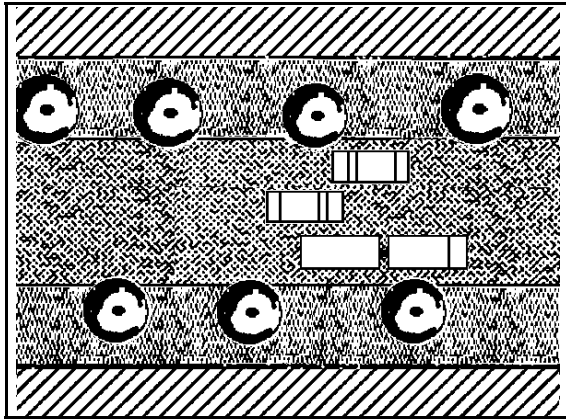
- " Der abgesetzte Mittelstreifen läßt die Richtungsfahrbahnen schmaler erscheinen und trägt damit zur Geschwindigkeitsdämpfung bei. Die baulichen Elemente in Fahrbahnmitte unterstützen diese Wirkung ganz erheblich.
- " Insbesondere bei häufigen Linksabbiegern (dichte Folge von Knoten oder Grund-

stückszufahrten) können geradeausfahrende Pkw mit mäßiger Geschwindigkeit problemlos passieren, was sowohl die Geräusch- wie die Abgasentwicklung positiv beeinflusst.

- " In Geschäftsstraßen können Liefervorgänge punktuell auf der Fahrbahn ohne Rückstauwirkung für den nachfolgende Verkehr abgewickelt werden. Dies trägt in Geschäftsstraßen spürbar zur Verstetigung des Verkehrsflusses und damit zur Lärm- und Schadstoffminderung bei.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Die Querbarkeit wird für Fußgänger im Bereich der Einbauten deutlich, auf den übrigen Streckenabschnitten etwas verbessert.
- " Durch die symmetrische Gestaltung ergibt sich eine sehr gute städtebauliche Einpassung dieser Maßnahmen. Auch bei beengten Verhältnissen kann ein kleiner "Boulevard" gestaltet werden.



## WEITE FAHRBAHN

### RANDBEDINGUNGEN

- " Gestalterisch weitgehende Einbindung der Fahrbahn in eine hochwertige Straßenraumgestaltung.
- " Hoher Belebtheitsgrad des Straßenraums ist Voraussetzung für den Einsatz dieses Elements, so daß für das Prinzip "weite Fahrbahn" nur Geschäftsstraßen oder platzartige Straßenräume in betracht kommen.

### AUSFÜHRUNG

- " Die Fahrbahnmindestbreite hat bei diesem Gestaltungsprinzip keine Bedeutung, so daß oberhalb der Mindestbreiten der EAHV 93/EAE 85/95 die Breite primär aus gestalterischen Überlegungen abgeleitet wird.
- " Ein konventioneller Ausbau mit Asphaltdecke, Bord und Gehweg ist problematisch. Einem städtebaulich gestalterisch integrierenden Gestaltungsprinzip sollte der Vorzug gegeben werden.

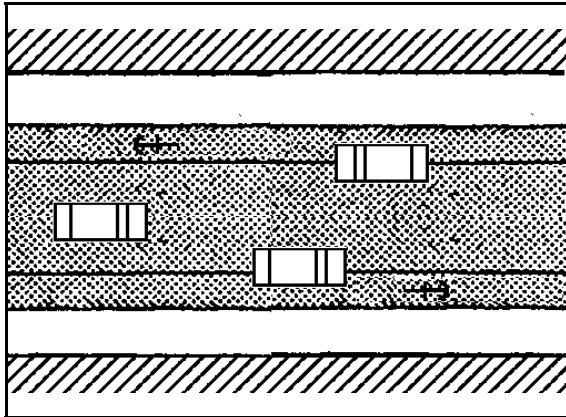
### UMWELTENTLASTUNG

- " Ein hoher Gestaltungsanspruch vermittelt in Verbindung mit einem hohen Belebtheitsgrad eine Gastrolle des Autos in dem entsprechenden Straßenraum, so daß Kraftfahrer sich defensiv verhalten. Dies führt zwangsläufig zu reduzierten Geschwindigkeiten.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Die weite des Straßenraums bietet allen Verkehrsteilnehmern eine große Bewegungsfreiheit (z.B. Fahren von Radfahrern nebeneinander und für zukünftige Nutzungen (z.B. verstärkter Busverkehr).
- " Die städtebaulichen Gestaltungsspielräume sind erheblich.
- " Verkehrsrowdies können mit dieser Maßnahme nicht beeindruckt werden, insbesondere in den Nachtstunden kann dieses Element zu Problemen führen.





## BAULICHER ANGEBOTSSTREIFEN

### RANDBEDINGUNGEN

- " Ausreichende Fahrbahnbreite für einen gesonderten Angebotsstreifen.
- " Üblicher Begegnungsfall Pkw/Pkw, geringer Lkw-Anteil, so daß Pkw/Pkw-Begegnungsfälle auf der Fahrbahn, Lkw/Lkw- bzw. Lkw/Pkw-Begegnungen unter Mitbenutzung des Angebotsstreifens abgewickelt werden.
- " Radfahrer werden über den baulichen Angebotsstreifen geführt.

### AUSFÜHRUNG

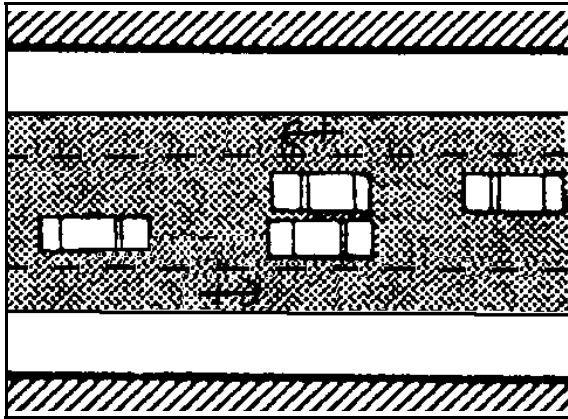
- " Ein andersartiger Belag (z.B. Betonstein) setzt den Streifen optisch ab.
- " Der Angebotsstreifen wird optional durch ein Tiefbord oder ein Spezialbord von der Fahrbahn abgegrenzt.
- " Damit Dauerparker nicht den Streifen belegen, sollte er in Verbindung mit Parkstreifen angelegt werden.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Eine Geschwindigkeitsdrosselung und damit verbunden eine Geräuschkürzung wird vorwiegend nur dann erzielt, wenn der Angebotsstreifen mit anderen, stärker geschwindigkeitsdämpfenden Maßnahmen kombiniert wird.
- " Das gelegentliche Befahren des Angebotsstreifens führt durch den Niveauunterschied und die andersartige Oberfläche zu einer geringen Erhöhung der Rollgeräusche.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Radfahrer werden im Sichtfeld der Kraftfahrer geführt.
- " Anlieferer und Kurzparker können den Streifen zum Halten mißbrauchen.



## MARKIERTER ANGEBOTSTREIFEN

### RANDBEDINGUNGEN

- " Ausreichende Fahrbahnbreite für einen Angebotsstreifen.
- " Üblicher Begegnungsfall Pkw/Pkw, geringer Lkw-Anteil, so daß Pkw/Pkw-Begegnungsfälle auf der Fahrbahn, Lkw/Lkw- bzw. Lkw/Pkw-Begegnungen unter Mitbenutzung des Angebotsstreifens abgewickelt werden.
- " Radfahrer werden über den Angebotsstreifen geführt.

### AUSFÜHRUNG

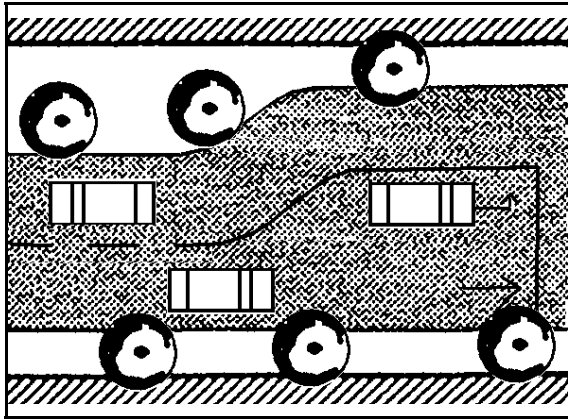
- " Der Angebotsstreifen wird durch eine weiße Markierung von der Fahrbahn abgesetzt.
- " Ggf. wird zusätzlich der Angebotsstreifen farbig behandelt (z.B. rot).
- " Damit Dauerparker nicht den Streifen belegen, sollte er in Verbindung mit Parkstreifen angelegt werden.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Eine Geschwindigkeitsdrosselung und damit verbunden eine Geräuschminderung wird vorwiegend nur dann erzielt, wenn der Angebotsstreifen mit anderen, stärker geschwindigkeitsdämpfenden Maßnahmen kombiniert wird.
- " Das gelegentliche Befahren des Angebotsstreifens führt dann zu einer leichten Erhöhung der Rollgeräusche, wenn die farbliche Behandlung des Streifens zu einer glatten Oberfläche führt.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Radfahrer werden im Sichtfeld der Kraftfahrer geführt.
- " Anlieferer und Kurzparker können den Streifen zum Halten mißbrauchen.



## SCHMALE LINKSABBIEGESPUR

### RANDBEDINGUNGEN

- " Die Maßnahme sollte nur eingesetzt werden, wenn die Linksabbieger überwiegend Pkw sind.

### AUSFÜHRUNG

- " Die Bemessung erfolgt auf Grundlage der notwendigen Begegnungsfälle (hier: "Passierfälle") nach EAE 85/95 bzw. RAS-K-1.
- " Die Maßnahmen läßt sich gut mit einem Mittelstreifen kombinieren.
- " Die Verziehung der Linksabbiegespur kann gut mit einer Mittelinsel "geschützt" werden.
- " Die selten oder nie befahrenen Flächen können in Pflaster ausgeführt werden, ggf. kann sogar die gesamte Linksabbiegespur in einem Pflasterbelag (Betonstein) abgesetzt werden.

### UMWELTENTLASTUNG

- " Die Maßnahme hat kaum einen Einfluß auf den geradeaus fließenden Verkehr.
- " Eine raue Oberfläche ist vertretbar, da abbiegende Fahrzeuge in der Regel langsamer als 30 km/h fahren, so daß sich keine erhöhten Geräuschemissionen einstellen.

### SONSTIGE EFFEKTE

- " Rauhe Oberflächen bilden ein Hindernis für querende Fußgänger und Rollstuhlfahrer.
- " Der Fahrkomfort für abbiegende Radfahrer wird gemindert, sofern keine Schleusen mit glatter Oberfläche vorgesehen werden.

---

## Literatur

- /1/ Richard, J. und Steven, H.  
Lärminderung an Verkehrsstraßen, Einfluß verkehrslenkender und -regelnder Maßnahmen auf die Geräuschemission von Kraftfahrzeugen , Forschungsbericht 105 05 204/04, im Auftrag des Umweltbundesamtes, 1988
- /2/ Richard, J.; Steven, H.  
Lärminderung in Wohnstraßen Auswirkung von Verkehrsberuhigungsmaßnahmen auf Fahrverhalten, Geräuschemission, Abgasemission und Kraftstoffverbrauch, Forschungsbericht 105 05 207, im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA-Texte 13/91)
- /3/ Steven, H.  
Einfluß verkehrslenkender und -regelnder Maßnahmen auf die Geräuschemission von Kraftfahrzeugen; Auswirkungen von Geschwindigkeitsbeschränkungen im Rahmen der StVO, Forschungsbericht 105 65 204/02, im Auftrag des Umweltbundesamtes (1987)
- /4/ Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen  
Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen (EAE 85/95)  
Köln (1995)
- /5/ Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen  
Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen (EAHV 93)  
Köln (1993)
- /6/ Steven, H.  
Geräuschemissionen auf Betonsteinpflaster  
im Auftrag des Bundesverbandes Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e.V.  
Bonn (1992)
- /7/ Praktische Maßnahmen für Verkehrsbeschränkungen -  
Erarbeitung von Grundlagen für die Umsetzung von § 40 (2) BImSchG  
Forschungsvorhaben Nr. 105 06 044, im Auftrag des Umweltbundesamtes,