

# Fahrbahnquerschnitte in baulichen Engstellen von Ortsdurchfahrten

Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Verkehrstechnik Heft V 208

**bast**

# Fahrbahnquerschnitte in baulichen Engstellen von Ortsdurchfahrten

von

Jürgen Gerlach  
Annalena Breidenbach  
Vera Rudolph

Lehr- und Forschungsgebiet SVPT  
Straßenverkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik  
Bergische Universität Wuppertal

Felix Huber  
Kristine Brosch

Lehr- und Forschungsgebiet LUIS  
Umweltverträgliche Infrastrukturplanung, Stadtbauwesen  
Bergische Universität Wuppertal

Tabea Kesting

Ingenieurgesellschaft Stolz mbH  
Neuss

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Verkehrstechnik Heft V 208**

**bast**

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines  
B - Brücken- und Ingenieurbau  
F - Fahrzeugtechnik  
M - Mensch und Sicherheit  
S - Straßenbau  
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

## Impressum

**Bericht zum Forschungsprojekt FE 77.489/2007:**  
Fahrbahnquerschnitte in baulichen Engstellen von Ortsdurchfahrten

**Projektbetreuung**  
Birgit Hartz

**Herausgeber**  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0  
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

**Redaktion**  
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

**Druck und Verlag**  
Wirtschaftsverlag NW  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven  
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0  
Telefax: (04 71) 9 45 44 77  
Email: [vertrieb@nw-verlag.de](mailto:vertrieb@nw-verlag.de)  
Internet: [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de)

ISSN 0943-9331  
ISBN 978-3-86918-150-9

Bergisch Gladbach, September 2011

Print  kompensiert  
Id-Nr. 1112771  
[www.bvdm-online.de](http://www.bvdm-online.de)

## Kurzfassung – Abstract

### Fahrbahnquerschnitte in baulichen Engstellen von Ortsdurchfahrten

Ziel des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens war es, für bauliche Engstellen in Ortsdurchfahrten geeignete Lösungsansätze abzuleiten. Die verschiedenen erhobenen Entwurfslösungen an Engstellen wurden insbesondere bezüglich der verkehrlichen Aspekte (Verkehrsablauf, Verkehrssicherheit, straßenverkehrsrechtliche Einordnung) und der städtebaulichen Aspekte untersucht.

Im Rahmen des Vorhabens wurden Entwurfs- und Abwägungsgrundsätze aufgestellt und Ausstattungselemente beschrieben, die in die Weiterentwicklung des Regelwerkes einfließen können. So sollte die Ausbildung von Engstellen mit Borden ohne Begegnungsverkehr (3,50 m Fahrbahnbreite) der Standardfall sein. Engstellen ohne Begegnungsverkehr sind bis zu 400 Kfz/h (Länge bis zu 50 m) ohne Signalisierung und bis zu 1.200 Kfz/h (Länge bis zu 300 m) mit Signalisierung problemlos zu betreiben. Ausbildungen ohne Begegnungsmöglichkeit sind eventuell bei Verkehrsmengen zwischen 400 und 800 Kfz/h ebenfalls möglich. Verkehrsmengen, die an diese Belastungsgrenzen heranreichen, können hohe Halteraten verzeichnen. In solchen Fällen sollte im Einzelfall entschieden werden, ob die betreffenden Engstellen ohne oder mit Begegnungsverkehr zu regeln sind.

Bei Verkehrsbelastungen über 1.200 Kfz/h sind Lösungen mit Begegnungsverkehr zu wählen. Kann dies aufgrund der Straßenraumbreite nicht ermöglicht werden, sollte eine Verkehrsverlagerung oder eine Beseitigung der einengenden Elemente in Betracht gezogen werden. Das Mindestmaß für Fahrbahnen mit Begegnungsverkehr liegt unter der Voraussetzung eines geringen Schwerverkehrsanteils bei 4,50 m.

Für Seitenräume lässt sich in Engstellen das reduzierte Mindestmaß von 1,50 m empfehlen. Damit lassen sich erkennbare Fußgängerlängsverkehre in begrenzt langen Engstellen ausreichend konfliktarm abwickeln. Höhengleiche Ausbildungen sollten dann angewendet werden, wenn kein bzw. kaum Schwerlastverkehr und Verkehrsbelastungen unter 400 Kfz/h zu verzeichnen sind.

Resümierend kann festgehalten werden, dass verkehrlich und gestalterisch gute Lösungen bewusste Entscheidungen auf Grundlage der örtlichen Gegebenheiten verlangen. So müssen Engstellen gut erkennbar, begreifbar und eindeutig ausgeführt sein.

Generell sind konsequente und „selbst“-verständliche bauliche Lösungen für Engstellen zu empfehlen, die im Forschungsbericht anhand von Beispielen detailliert beschrieben werden. Konsequente sind Lösungen, die mit wenigen, aber den aus der Örtlichkeit bewusst abgeleiteten Entwurfs-elementen arbeiten. Gute Lösungen beziehen die Zu- und Abfahrtsbereiche raumgreifend in den Lösungsansatz ein.

Der Originalbericht enthält als Anlagen eine Darstellung der Vorkommenswahrscheinlichkeit enger Ortsdurchfahrten (ANL. 1), den Erhebungsbogen für die schriftlichen Anfragen (ANL. 2), die Darstellung der Untersuchungsräume (ANL. 3), Fragebogen für die Bereisungen (ANL. 4), die Unfallanalysen 1-8 (ANL. 5.1 bis 5.8), die Auswertung der Geschwindigkeitsmessungen an Beispielen (ANL. 6), die tabellarische Darstellung unsymmetrischer Belastungssituationen (ANL. 7) sowie die Einordnung der Verkehrsqualität von Engstellen ohne Begegnungsverkehr mit Lichtsignalanlagen (ANL. 8). Auf die Wiedergabe dieser Anlagen wurde in der vorliegenden Veröffentlichung verzichtet. Sie liegen bei der Bundesanstalt für Straßenwesen vor und sind dort einsehbar. Verweise auf die Anlagen im Berichtstext wurden zur Information des Lesers beibehalten.

### Cross-sections of structural bottlenecks on main through-roads

Objective of the research and development project was the determination of suitable approaches for structural bottlenecks in through-roads. The different collected design solutions for bottlenecks were especially studied in relation to traffic aspects (traffic flow, traffic safety, classification regarding the road traffic law) and in relation to urban planning aspects.

In the framework of the project design and consideration guidelines were generated and layout elements described which can flow into the enhancements of the set of regulations. So the design of bottlenecks with kerbs without passing-traffic (3.50 m lane width) should be the standard case. Bottlenecks can be operated unproblematically without passing-traffic up to 400 vehicles per hour (length up to 50 m) without signal control and up to 1,200 vehicles per hour (length up to 300 m) with signal control. The design without passing-traffic can also possibly be implemented with traffic volumes between 400 and 800 vehicles per hour. Traffic volume reaching these load limits records high breaking rates. In such cases it can be decided individually if the relevant bottleneck needs to be regulated with or without passing-traffic.

At traffic loads over 1,200 vehicles per hour solutions with passing-traffic need to be chosen. If the road space width is insufficient, traffic relocation or an elimination of the confining elements needs to be considered. The minimum measurement for lanes with passing-traffic is 4.50 m on condition of a low heavy traffic load.

For side spaces a reduced minimum width of 1.50 m can be recommended for bottlenecks. Therewith recognizable pedestrian longitudinal traffic can be handled sufficiently conflict free in limited stretched bottlenecks.

Resumptive it can be made clear that traffic and design related good solutions demand sensible decisions on base of the local conditions. So bottlenecks need to be designed well recognizable, comprehensibly and clearly.

At-grade designs can be used if no or low heavy load traffic, traffic intensities under 400 vehicles per hour. Generally consequent and „self“-understandable structural solutions for bottlenecks are recommended which the research report describes in detail based on examples. Consequent are solutions which work with little, but from the locality consciously derivated design elements. Good solutions involve the entry and exit areas extensively into the approach.

The original report contains the following appendices: a representation of the probability of occurrence of narrow town thoroughfares (APP. 1), a form for written queries (APP. 2), a presentation of the investigation areas (APP. 3), a travel

questionnaire (APP. 4), the accident analyses 1-8 (AP. 5.1 to 5.8), the evaluation of speed measurements in examples (APP. 6), a table concerning asymmetric load conditions (APP. 7) and the classification of the traffic quality of bottlenecks with light-signalling devices and no oncoming traffic (APP. 8). These appendices were not included in the present publication. They are available at the Federal Highway Research Institute and can be viewed there. References to the appendices in the report text were retained to provide additional information for the reader.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	9	<b>6</b>	<b>Datenanalysen, Mess- und Simulationsergebnisse</b> .....	32
<b>2</b>	<b>Literatur und Ausgangslage</b> .....	9	6.1	Allgemeines .....	32
2.1	Allgemeines .....	9	6.2	Verkehrssicherheit .....	33
2.2	Deutschland .....	10	6.2.1	Unfallanalyse .....	33
2.2.1	Richtlinien und Empfehlungen .....	10	6.2.2	Allgemeine Erkenntnisse aus der Unfalldatenbank .....	35
2.2.2	Leitfäden der Bundesländer .....	11	6.3	Geschwindigkeit .....	37
2.2.3	Forschungsberichte .....	11	6.3.1	Vorgehen .....	37
2.3	Ausland .....	12	6.3.2	Auswertung .....	38
<b>3</b>	<b>Vorgehen und Methodik</b> .....	13	6.4	Verkehrsablauf .....	41
<b>4</b>	<b>Anfrage nach Engstellen in Ortsdurchfahrten</b> .....	14	6.4.1	Allgemeines .....	41
4.1	Untersuchungsräume .....	14	6.4.2	Berechungsverfahren .....	42
4.2	Erhebungsbogen .....	15	6.4.3	Vorgehensweise .....	42
4.3	Rückläufe .....	15	6.4.4	Darstellung der Simulationsergebnisse .....	44
4.3.1	Verkehrliche Bestandsaufnahme .....	16	6.4.5	Aufteilung in Engstellen-Sequenzen ...	49
4.3.2	Städtebauliche Bestandsaufnahme ...	20	6.4.6	Signalisierung von Engstellen ohne Begegnungsverkehr .....	49
4.4	Auswahl der zu bereisenden Engstellen .....	25	6.5	Empfehlungen aus den Datenanalysen, Mess- und Simulationsergebnissen .....	50
4.4.1	Auswahlverfahren .....	25	<b>7</b>	<b>Beobachtungen</b> .....	51
4.4.2	Verteilung der ausgewählten Engstellen .....	26	7.1	Allgemeines .....	51
4.5	Randbedingungen für Engstellen in Ortsdurchfahrten .....	28	7.2	Methodik .....	51
4.5.1	Methodischer Hinweis .....	28	7.3	Rahmenbedingungen und erste Ergebnisse zu den Beobachtungszeiten .....	52
4.5.2	Lösungsalternativen aus verkehrlicher Sicht .....	28	7.3.1	Allgemeines .....	52
4.5.3	Lösungsalternativen aus städtebaulicher Sicht .....	28	7.3.2	Verkehrsdichte und Verkehrsaufkommen .....	52
4.5.4	Kategorisierung .....	29	7.3.3	Begegnungsverkehre .....	52
<b>5</b>	<b>Vorgehen Datenerhebung</b> .....	31	7.3.4	Fußgängerlängs- und -querverkehr ...	52
5.1	Bereisung und Analysen vor Ort .....	31	7.3.5	Radverkehr .....	53
5.2	Unfallrecherche .....	32	7.3.6	Zusätzliche Nutzungsansprüche .....	53

---

7.4	Beobachtungsergebnisse zu relevanten Entwurfs- elementen in Engstellen	53
7.4.1	Allgemeines	53
7.4.2	Fahrbahnen	53
7.4.3	Seitenräume	58
7.4.4	Gliedernde Elemente zwischen Fahr- bahnen und Seitenräumen, Borde und Rinnen	59
7.4.5	Querungsstellen	60
7.4.6	Park- und Ladeflächen	61
7.4.7	Vorkehrungen für Schutzräume vor Gebäuden	61
7.4.8	Lageplanelemente zur Linien- führung	62
7.4.9	Elemente zur Erkennbarkeit und Geschwindigkeitsdämpfung im Übergang zur Engstelle	65
7.4.10	Beschilderung	67
7.5	Beobachtungsergebnisse zur Beurteilung der städtebaulichen Integration	68
7.5.1	Querschnittsproportionen	68
7.5.2	Möbilierung und Grün im Straßenraum	69
7.6	Schlussfolgerungen	71
7.7	Exkurs: Auflösung der Engstelle durch Abbruch	73
<b>8</b>	<b>Empfohlene Lösungen für Engstellen von Ortsdurch- fahrten</b>	<b>74</b>
8.1	Allgemeines	74
8.2	Engstellen von Ortsdurchfahrten	74
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>77</b>
<b>Literatur</b>		<b>79</b>

## Abkürzungsverzeichnis

BauGB	Baugesetzbuch	NO <sub>x</sub>	Stickoxide
BB	Brandenburg	NW	Nordrhein-Westfalen
BW	Baden-Württemberg	Part	Partikel
BY	Bayern	RASt 06	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke	RiLSA	Richtlinien für Lichtsignalanlagen
EAE 85/95	Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen	RP	Rheinland-Pfalz
EFA	Emissionsfaktor	SG	Sicherheitsgrad
EFA 2002	Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen	SH	Schleswig-Holstein
EJPD	Eidgenössische Justiz- und Polizeidepartement	SIPO	Sicherheitspotenzial
ERA 95	Empfehlungen für Radverkehrsanlagen	SN	Sachsen
ESAS	Empfehlungen für das Sicherheitsaudit an Straßen	SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
ESN	Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen	SV	Schwerverkehr
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen	ST	Sachsen-Anhalt
gUKR	Grundunfallkostenrate	StVO	Straßenverkehrsordnung
gUR	Grundunfallrate	SV-Anteil	Schwerverkehr-Anteil
HBEFA	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs	TH	Thüringen
HBS	Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen	U(P)	Unfall mit Personenschaden
HE	Hessen	U(S)	Unfall mit Sachschaden
HVS	Hauptverkehrsstraße	UA	Unfallart
IV	Individualverkehr	UK	Unfallkategorie
LSA	Lichtsignalanlage	UKD	Unfallkostendichte
MAS	Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen	UKR	Unfallkostenrate
MIV	motorisierter Individualverkehr	UR	Unfallrate
MV	Mecklenburg-Vorpommern	UT	Unfalltyp
N	Niedersachsen	VZ	Verkehrszeichen
NMIV	nichtmotorisierter Individualverkehr	v <sub>15</sub>	Geschwindigkeit, die in 15 % der Fälle nicht überschritten wird
		v <sub>50</sub>	Geschwindigkeit, die in 50 % der Fälle nicht überschritten wird
		v <sub>85</sub>	Geschwindigkeit, die in 85 % der Fälle nicht überschritten wird
		v <sub>zul</sub>	zulässige Höchstgeschwindigkeit
		vUKD	vermeidbare Unfallkostendichte (SIPO)
		WU	Unfallkosten





## 1 Einleitung

Ortsdurchfahrten klassifizierter Straßen werden durch ihre überörtliche Verbindungsfunktion geprägt. Aufgrund ihrer zentralen Lage (im Bedeutungsschwerpunkt der Orte) werden an sie gleichzeitig hohe Anforderungen im Bezug auf die Aufenthalts- und Erschließungsfunktion und die städtebauliche Qualität gestellt. Bei der Bemessung und Gestaltung entstehen so Abwägungskonflikte zwischen den städtebaulichen und verkehrlichen Anforderungen. Das Ergebnis sind Querschnittsgestaltungen, die nicht konform zu den in den Regelwerken angegebenen Querschnittsabmessungen sind, oder Straßenräume, die städtebaulich wenig überzeugen.

Das dargestellte Spannungsfeld zwischen den funktionalen Anforderungen aus den überörtlichen Verbindungsbedeutungen und den damit einhergehenden übergeordneten verkehrlichen Belangen einerseits (Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit), aber auch den lokalen verkehrlichen Belangen (die städtebaulich wirken) und den städtebaulichen Belangen aufgrund der örtlichen funktionalen Rahmenbedingungen andererseits gilt insbesondere auch für enge Ortsdurchfahrten bzw. für Engstellen in Ortsdurchfahrten.

Nach den RASSt 06 kann man bei breiteren Straßenräumen (ab 25 m) davon ausgehen, dass sich die städtebaulichen und verkehrlichen Ansprüche weitgehend problemlos umsetzen lassen. Für Straßenräume geringerer Breite (kleiner 8,50 m), zu denen auch räumliche Engstellen gehören, werden mögliche Probleme in den Richtlinien ansatzweise thematisiert. Die Lösung des Abwägungskonfliktes wird „dem Entwerfenden“ überantwortet, ohne weitere Hinweise oder Hilfen zu geben. Dabei sind die Anforderungen, die an die Planung (Neubau, Umbau, Rückbau) von Ortsdurchfahrten gestellt werden, sehr komplex. Insbesondere werden hier folgende Zielfelder genannt:

- Verkehrssicherheit,
- soziale Brauchbarkeit und Barrierefreiheit,
- Umfeldverträglichkeit,
- Straßenraumgestaltung,
- Verkehrsablauf sowie
- Wirtschaftlichkeit.

Im Zielfeld Straßenraumgestaltung werden die verkehrlichen und die städtebaulichen Anforderungen verknüpft. Empfehlungen für die Lösung des Abwägungskonfliktes und qualifizierte Vorschläge für die den Anforderungen/Zielfeldern bestmöglich entsprechende Planung von Engstellen existieren bislang jedoch noch nicht. Sie wurden in den bisher maßgebenden Regelwerken für den Entwurf und die Gestaltung von Ortsdurchfahrten nicht wesentlich berücksichtigt.

Das Ziel des Projektes ist daher, für bauliche Engstellen in Ortsdurchfahrten geeignete Lösungsansätze abzuleiten. Der Kanon der zu bedenkenden Lösungsmöglichkeiten wird sich auf Gestaltungen und Entwurfselemente von Ortsdurchfahrten beziehen, wie z. B:

- höhengleiche Ausbildung mit und ohne gliedernde Elemente (punktuell und linear),
- Ausbildung/Gliederung mit Flach- und Hochborden,
- verkehrstechnische Anordnung,
- Ausbildung ohne Begegnungsverkehr; Einbahnstraßenregelung mit Zeichen 220,
- Ausbildung ohne Begegnungsverkehr; die Engstelle darf von beiden Richtungen befahren werden, eine Begegnung in der Engstelle wird nicht ermöglicht (mit oder ohne Signalisierung).

Um geeignete Lösungsansätze ableiten zu können, wurden ca. 300 Engstellen an Ortsdurchfahrten erhoben und ca. 80 davon genauer untersucht und bewertet.

Die verschiedenen erhobenen Entwurfslösungen an Engstellen wurden insbesondere bezüglich der verkehrlichen Aspekte (Verkehrsablauf, Verkehrssicherheit, straßenverkehrsrechtliche Einordnung) und der städtebaulichen Aspekte untersucht.

## 2 Literatur und Ausgangslage

### 2.1 Allgemeines

Insbesondere in historisch gewachsenen Dorf- und Stadtkernen mit schmalen Straßenraumquerschnitten ergeben sich Abwägungskonflikte zwischen den (zu geringen) städtebaulich möglichen Breiten des Seitenraumes und den (zu großen) verkehrlich not-

wendigen Fahrbahnbreiten. Im Hinblick auf ihre Aussagen zum Umgang mit diesen Abwägungskonflikten in baulichen Engstellen in Ortsdurchfahrten wurden im Rahmen der Literaturrecherche Richtlinien, Empfehlungen und Forschungsberichte aus Deutschland, dem benachbarten Ausland und den USA, die sich mit der Gestaltung und Planung von Ortsdurchfahrten befassen, analysiert. Hierbei zeigte sich, dass kaum wirkliche Lösungsansätze für diese Problemstellung vorliegen.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Literaturrecherche getrennt nach Ländern aufgeführt.

## 2.2 Deutschland

### 2.2.1 Richtlinien und Empfehlungen

Die Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (FGSV, 2006A) führen den Begriff der „Städtebaulichen Bemessung“ ein. Sie bildet heute gemäß den RASSt 06 denjenigen Schritt im Ablauf des Entwurfsvorgangs von Straßenräumen, in dem die Abwägung zwischen den verkehrlichen und den städtebaulichen Belangen durchgeführt wird, sprich: welcher spezifische Raumbedarf den verschiedenen Ansprüchen zugebilligt wird. Die Städtebauliche Bemessung wurde von Dr. Heinz (Aachen) erstmals in die Planungsdiskussion eingeführt. Seine Idee war ursprünglich, die Bemessung der Querschnittsaufteilung von Straßenräumen entsprechend den städtebaulichen Ansprüchen und der Anforderungen der schwachen Verkehrsteilnehmer (Fuß, Rad) vorrangig aus den Seitenbereichen heraus vorzunehmen und so die Dimension der Straßenentwurfselemente zu definieren. Eine solche Betrachtungsweise muss gerade in engen Straßenräumen zum Abwägungskonflikt mit den Belangen des motorisierten Verkehrs führen. Insofern gehen die RASSt 06 von einer gleichrangigen Abwägung der verkehrlichen und der städtebaulichen Belange aus.

Die RASSt 06 nennen Empfehlungen für die Querschnittsaufteilung typischer Entwurfsituationen. Im Fall „Dörfliche Hauptstraße“ wird hierbei eine Straßenraumbreite von mindestens 8,50 m vorausgesetzt. In allen anderen Fällen sind die angegebenen Mindestbreiten sehr viel höher und bewegen sich in der Regel bei mindestens 15 m.

Sie besagen weiterhin, dass an baulichen oder umfeldbedingten Zwangspunkten zur Schaffung von Mindestbreiten in Seitenräumen Fahrbahnver-

engungen notwendig werden können. Diese sollen durch geeignete Maßnahmen (Materialwechsel, Einengung) so verdeutlicht werden, dass daraus der mögliche Begegnungsfall klar hervorgeht. Die Breite der Fahrbahn innerhalb der Engstelle soll sich von der Breite der zuführenden Fahrbahn erkennbar unterscheiden. Im Bereich der Zwangspunkte sollen Gehwege durch Hochborde abgegrenzt werden und der Radverkehr soll über gemeinsame Geh- und Radwege abgewickelt werden.

Allerdings können bei Verkehrsstärken unter 400 Kfz/h und zulässigen Höchstgeschwindigkeiten von 30 km/h oder weniger auch Fahrbahnen im Mischprinzip oder mit weicher Separation eingesetzt werden.

Von der Regelbreite des Gehwegs (2,50 m) abweichend können nach RASSt 06 in engen Ortsdurchfahrten bei Anwendung des Separationsprinzips und bei geringem Fußgängerverkehr beidseitige Gehwege mit einer Breite von 1,50 m angelegt werden.

Ebenso besteht die Möglichkeit einer einstreifigen Führung des Kraftfahrzeugverkehrs im Bereich des Zwangspunktes. Dabei sollten die Verkehrsstärken von 500 Kfz/h bei kurzen Einengungen und 250 Kfz/h bei Einengung bis zu einer Länge von 50 m nicht überschritten werden, andernfalls ist eine Signalisierung der Engstelle vorzusehen.

In den Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen (EAE 85/95) wird anhand eines Simulationsmodelles ein Grenzwert der Verkehrsstärken ermittelt. Einspurige Engstellen dürfen bis zu etwa 50 m lang sein und eine maximale Verkehrsstärke von 250 Kfz/h aufweisen. Kurze einspurige Einengungen sind bei Verkehrsstärken bis etwa 500 Kfz/h anwendbar.

Nach den Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen (EFA 2002) müssen Gehwege im Regelfall eine Breite von 2,50 m aufweisen. Eine Seitenraumbreite kleiner als 2,10 m ist in angebauten Straßen unzureichend. Engstellen finden in der EFA 2002 nur insofern Berücksichtigung, als dass darauf hingewiesen wird, dass eine Gehwegbreite von 2,10 m immer einzuhalten ist. Bei beengten Verhältnissen soll geprüft werden, ob z. B. Breiten für Fahrstreifen oder Radverkehrsanlagen reduziert werden können. Ist die Anlage eines ausreichend breiten Gehwegs nur einseitig möglich, so ist auf eine sichere Querungsmöglichkeit der Fahrbahn am Anfang und am Ende der Engstelle zu achten.

Auch an Engstellen sollte der Radfahrstreifen laut den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 95) eine Mindestbreite von 1,50 m nicht unterschreiten. Ist eine Beibehaltung der Radfahrstreifen aus Platzgründen nicht möglich, so sollte er bereits weit vor der Engstelle enden und in einen Angebotsstreifen übergehen. Die Breite eines Radweges kann an Engstellen bis max. 50 m Länge auf 1,00 m zuzüglich 0,40 m Sicherheitstrennstreifen reduziert werden. Bei geringen Fußgänger- und Radfahrerverkehrsstärken besteht weiterhin die Möglichkeit, gemeinsame Geh- und Radwege im Engstellenbereich auszuweisen, die eine Mindestbreite von 2,50 m (inkl. Sicherheitstrennstreifen) aufweisen sollen. Kommt nur die Führung im Mischverkehr auf der Fahrbahn infrage, so ist das Geschwindigkeitsniveau zu überprüfen und im Bereich der Engstelle sollte ein Schutzstreifen markiert werden. Grundsätzlich sollen alle notwendigen Wechsel der Radverkehrsführung frühzeitig vor der Engstelle eingeleitet und die Übergänge vom Radweg auf die Fahrbahn baulich geschützt werden.

Eine Trennung des Radverkehrs vom fließenden Kfz-Verkehr ist laut ERA 95 bei einer  $v_{85}$  von 50 km/h ab einer Verkehrsbelastung von etwa 10.000 Kfz/Tag erforderlich, bei einer  $v_{85}$  von unter 40 km/h liegt diese Grenze bei 15.000 Kfz/Tag.

Die Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 2007) werden zurzeit überarbeitet. Der ERA-Entwurf 2007 bezeichnet Fahrbahnen mit einer Breite von weniger als 5,50 m nur bei geringen Verkehrsstärken (bis 500 Kfz/Spitzenstunde) für die Führung des Radverkehrs auf der Fahrbahn als geeignet.

### 2.2.2 Leitfäden der Bundesländer

Die Bundesländer Baden-Württemberg (Innenministerium Baden-Württemberg, 1988), Brandenburg (Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg, 2001), Hessen (Hessisches Landesamt für Straßenbau, 1988) und Sachsen (Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit, 1998) haben eigene Leitfäden für die Gestaltung von Ortsdurchfahrten entwickelt, die neben den bestehenden Empfehlungen und Regelwerken auch andere Erfahrungen und Forschungsergebnisse sowie Beispiele von umgestalteten Ortsdurchfahrten beinhalten. Sie sollen dazu beitragen, die Regelwerke richtig zu interpretieren und deren Anwendung in Kombination mit der ortsspezifischen Situation darzustellen.

Speziell auf Engstellen gehen diese Leitfäden allerdings auch nicht näher ein als die oben genannten Regelwerke. Aus diesem Grund werden sie im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit nicht weiter erläutert.

### 2.2.3 Forschungsberichte

In den 80er Jahren beschäftigten sich mehrere Forschungsprojekte mit dem Themenfeld „Ortsdurchfahrt“. In den meisten Fällen ging es hierbei allerdings um die Gestaltung und die Geschwindigkeitsreduktion. Zu dem Problemfeld „bauliche Engstelle“ sind nur vereinzelte Aussagen zu finden. SCHNÜLL und BODE (1988) haben verkehrliche Untersuchungen zur Gestaltung von Ortsdurchfahrten kleiner Orte und Dörfer durchgeführt. In Teil 1 ihrer Arbeit beschäftigten sie sich dabei insbesondere mit Engstellen und Mischflächen. Unter anderem wurden hierbei die Verkehrssicherheit und der Verkehrsablauf betrachtet. Auf Grund der selten vorkommenden Unfälle in den untersuchten schwach belasteten Ortsdurchfahrten ließen sich aus den Unfallanzeigen keine gesicherten Aussagen zu möglichen Zusammenhängen zwischen Entwurfs-elementen bzw. zur Gestaltung und zur Verkehrssicherheit treffen. Es wurde jedoch die Vermutung geäußert, dass tendenziell übersichtliche/markante Engstellen und erkennbar gemischt genutzte Fahrbahnabschnitte in schwach belasteten Ortsdurchfahrten kein erhöhtes Sicherheitsrisiko darstellen. Mit Hilfe der Verkehrskonflikttechnik wurde weiterhin beobachtet, dass die an Engstellen auftretenden Konflikte durchaus beherrschbar sind und ihre Weiterentwicklung zu einem schweren Konflikt oder gar einem Unfall eher unwahrscheinlich ist. Allmähliche Reduzierungen der Fahrbahnbreite scheinen das Abschätzungsvermögen des Fahrzeugführers zu beeinträchtigen, deutliche Reduzierungen der Fahrbahnbreite führen zu vorsichtigem, abwartendem Verhalten.

Die Untersuchung hat ergeben, dass auf schwach bis mittelstark belasteten Ortsdurchfahrten längere einstreifige Bereiche (bis etwa 50 m) keine nennenswerten Auswirkungen auf die Qualität des Verkehrsablaufs haben. Auf eine Verkehrsregelung mit Bevorrechtigung eines Fahrzeugstroms sollte dabei nach Möglichkeit verzichtet werden. Eine Signalisierung von schwach bis mittelstark belasteten Engstellen ist nur dann zweckmäßig, wenn die Engstelle nicht auf ganzer Länge einsehbar ist. Außerdem zeigten die Untersuchungen in Bezug auf

Mischflächen, dass Engstellen mit zwangsweiser Mitbenutzung der Fahrbahn durch Fußgänger zwar ihre verkehrliche Funktion erfüllen, den darüber hinausgehenden Ansprüchen der nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmer aber nicht gerecht werden. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden Nutzerbefragungen durchgeführt, die unter anderem ergaben, dass der Zwang zum Mitbenutzen der Fahrbahn im Längsverkehr das subjektive Sicherheitsgefühl der nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer senkt. Demnach wünschen sich die meisten Fußgänger einen nur ihnen zugewiesenen Streifen.

## 2.3 Ausland

Auch international spielt die Gestaltung von Straßenräumen innerhalb bebauter Gebiete eine große Rolle. Schwerpunkte sind dabei in aktuellen Schriften immer wieder die Erhöhung der Verkehrssicherheit, die Reduzierung von Fahrgeschwindigkeiten, Lärm und weiteren Immissionen und die Schaffung einer Straßenraumgestaltung, die der Integration aller Verkehrsteilnehmer gerecht wird. Diese Ziele sind neben anderen Leitzielen beispielsweise im „Manual for Streets“ (Department for Transport, 2007) oder in „Context Sensitive Solutions in Designing Major Urban Thoroughfares for Walkable Communities“ (Institut of Transportation; 2006) ausführlich dargestellt. Hier wird auch auf Engstellen in Wohngebieten eingegangen. Es werden Gestaltungsmerkmale aufgezeigt, auf welche Art und Weise die Integration von motorisiertem und nicht motorisiertem Individualverkehr ermöglicht werden kann. Für Erschließungsstraßen werden beispielsweise die durchgehende Oberflächengestaltung und Fahrbahnverengungen genannt, die Fahrgeschwindigkeiten nachweislich reduzieren. Auf die Problematik von baulichen Engstellen in klassifizierten Straßen wird dabei jedoch nicht eingegangen.

In Literaturquellen aus der Schweiz und aus Österreich finden Engstellen etwas häufiger Erwähnung. In „Ortsdurchfahrten – Von der Durchfahrtsstraße zum gestalteten Straßenraum“ (Amt für Raumordnung und Vermessung, 2001) werden Maßnahmen in einem Baukastenprinzip dargestellt. Als eine Maßnahme werden Einengungen vorgestellt, mit dem Ziel, die Fahrgeschwindigkeiten zu senken, den Straßenraum zu gliedern, die Dynamik der Straßen zu brechen und die gewachsenen städtebaulichen Strukturen zu erhalten. Die Einengungen müssen in Gestaltungskonzepte integriert werden.

In Beispielen werden vorgezogene Vorgärten und breiter gestaltete Brunnenplätze in Ortskernen genannt.

In der Veröffentlichung „Velomaßnahmen mit ungenügender rechtlicher Abstützung“ (Bundesamt für Straßen, 2007) wird auf Radverkehrsanlagen in Engstellen eingegangen. Demnach widersprechen durchgehende Markierungen des Radwegs in Engstellen (< 4,00 m) der Schweizer Norm SN 640 862 (1993-05). Die Erfahrung zeigt jedoch, dass das Durchfahren dieser Stellen für Fahrradfahrer bei durchgehender Markierung des Schutzstreifens auf der Fahrbahn eine höhere Sicherheit bietet.

Im Gestaltungskonzept der Gemeinde Berneck (Strittmatter Partner AG, 2005) werden in Bezug auf enge Fahrbahnquerschnitte zwei Begriffe vorgestellt: Zum einen ist die Rede von der „Begegnungszone“, zum anderen von der „Kernfahrbahn“. Demnach ist der Grundbegegnungsfall eine entscheidende Vorgabe für die Gestaltung des Straßenraumes. Der Querschnitt sei so zu gestalten, dass im Normalfall die bezeichneten Begegnungsfälle mit der angegebenen Richtgeschwindigkeit passiert werden können. Der maßgebende Begegnungsfall bezeichnet den Begegnungsfall, welcher unter Ausnutzung seitlicher Mischverkehrsflächen zur Verfügung stehen muss. Dabei soll die Fahrbahn nicht auf eine Maximalbreite dimensioniert werden, sondern durch schmalere Fahrbahnbreiten zu einer angepassten Geschwindigkeit beitragen. Dadurch kann auch ein gewisser Spielraum für die Gestaltung der Vorbereiche herausgeholt werden. Bei einem Verzicht auf den Grundbegegnungsfall und der Senkung der Projektierungsgeschwindigkeiten wird Spielraum geschaffen, um schmalere, monopolisierte Fahrbahnen zu ermöglichen. Es besteht in der Schweiz seit 2002 im Verkehrsrecht die Möglichkeit, Begegnungszonen zu realisieren. Begegnungszonen kennzeichnen Straßen in Wohn- und Geschäftsbereichen, auf denen die Fußgänger die ganze Verkehrsfläche benutzen dürfen. Sie sind gegenüber den Fahrzeugführern vorberechtigt, dürfen jedoch die Fahrzeuge nicht unnötig behindern. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 20 km/h. Begegnungszonen sind auf Nebenstraßen mit möglichst gleichartigem Charakter zulässig. Der Straßenraum ist so zu gestalten, dass die angeordnete Höchstgeschwindigkeit und das Verkehrsregime erkennbar sind. Neuere Begegnungszonen zeigen, dass sie auch bei einem höheren Verkehrsaufkommen von bis zu 12.000 Kfz/24 h möglich sind (z. B. Zentralplatz Biel). Wichtig für das Funk-

tionieren von Begegnungszonen ist das Vorhandensein höherer Fußgängerverkehrsstärken.

Die Kernfahrbahn ist nach dem Gesamtkonzept Berneck eine Möglichkeit, auch bei eingeschränktem Flächenangebot für den Radverkehr, separate Flächen auszubilden und die optische Fahrbahnbreite einzuschränken. So kann beispielsweise die Kernfahrbahn auf den Grundbegegnungsfall Pkw/Pkw dimensioniert werden und unter Mitberücksichtigung von seitlichen Radstreifen auch der maßgebende Begegnungsfall Lkw/Lkw bei reduzierter Geschwindigkeit ermöglicht werden. Kernfahrbahnen werden erst seit neuerer Zeit propagiert. Sie eignen sich gemäß Untersuchungen auf Straßen mit Fahrbahnquerschnitten zwischen 6,00 m und 9,00 m und einer Verkehrsbelastung bis 10.000 Kfz/Tag. Sie weisen gute Ergebnisse hinsichtlich des Verkehrsablaufs und der Verkehrssicherheit auf und erhöhen das Sicherheitsgefühl des Radverkehrs.

Im Gesamtkonzept Berneck werden weitere Möglichkeiten der Gestaltung erwähnt, z. B. die Reduzierung der optischen Breite durch vertikale Maßnahmen sowie eine einstreifige Verkehrsführung. Diese setzt jedoch eine Parallelachse und ausreichend Querverbindungen voraus.

Insgesamt ist festzustellen, dass im In- und Ausland nahezu keine umfassenden und kaum konkrete Empfehlungen zu Gestaltungslösungen für Engstellen in Ortsdurchfahrten existieren.

### 3 Vorgehen und Methodik

Die Aufgabe des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung von Entwurfslösungen für übliche Situationstypologien von Engstellen in Ortsdurchfahrten in der Abwägung zwischen verkehrlichen und städtebaulichen Anforderungen. Diese sollen analog zu der Systematik der in den RAS 06 behandelten Entwurfselemente von Stadtstraßen aufbereitet werden.

Um geeignete Entwurfslösungen für Engstellen von Ortsdurchfahrten entwickeln zu können, wurde zunächst eine Literaturanalyse (Kapitel 2) durchgeführt. Darauf folgend fanden die Anfragen nach Engstellen in Ortsdurchfahrten (Kapitel 4) bei den Kommunen statt. Dafür musste herausgefunden werden, in welcher regionalen Lage sich Engstellen befinden können. Den Straßenbauämtern der Orte,

die wahrscheinlich eine Ortsdurchfahrt mit einer Engstelle aufweisen, wurde ein Erhebungsbogen zugesandt. Nach dem Rücklauf konnte eine Auswahl der zu bereisenden Engstellen getroffen werden. Für die Auswahl von möglichst unterschiedlichen Engstellentypen und Entwurfslösungen wurden die Engstellen zunächst gruppiert. Nach bestimmten Auswahlkriterien wurden verschiedene Engstellen ausgewählt, die bereist und bewertet wurden.

Für die Analyse und die Bewertung der Engstellen waren umfassende Datenerhebungen notwendig (Kapitel 5). Die Datenerhebung erfolgte für 88 Engstellen anhand von telefonischen Anfragen und von Bestandsaufnahmen vor Ort. Aufzeichnungen von Videos dienten der zusätzlichen Datenerhebung. Ebenfalls wurden Geschwindigkeitsmessungen durchgeführt und Unfalldaten erhoben.

Die Engstellen wurden im weiteren Verlauf der vorliegenden Untersuchung hinsichtlich verschiedener Aspekte analysiert und bewertet. Bei der Anwendung bestehender bzw. der Entwicklung von neuen Verfahren zur Bewertung einzelner Aspekte wie z. B. Verkehrssicherheit, Verkehrsablauf und Ausstattungsqualität des Straßenraums wurde zwischen Analysen unterschieden, die quantitativ auswertbar (Kapitel 6) oder qualitativ zu beobachten waren (Kapitel 7).

Durch die Datenauswertung der Unfallanalysen sowie der Mess- und zusätzlichen Simulationsergebnisse konnten erste Aussagen zu den verkehrlichen Aspekten einer Engstelle getroffen werden. Diese waren nicht umfassend genug und bezogen sich noch nicht auf die Bestandsaufnahme vor Ort und auf die Videoauswertungen. Diese eher quantitativ geprägten Analysen wurden durch Beobachtungen (Kapitel 7) ergänzt und anhand von Beispielen belegt, sodass in Kapitel 8 Empfehlungen zur Gestaltung von Engstellen ausgesprochen wurden. Dieses Kapitel ist nach den RAS 06 aufgebaut und enthält empfohlene Lösungen für Engstellen von Ortsdurchfahrten. Anschließend wurde eine kurze Zusammenfassung (Kapitel 9) gegeben.

Mit dieser Vorgehensweise wurde die ursprünglich vorgesehene Bearbeitungsmethodik aufgabenorientiert modifiziert, da sich im Laufe der Projektbearbeitung neue Rahmenbedingungen abgezeichnet haben:

- Es existieren nur wenige Lösungsansätze für vergleichbare Aufgabentypen.

- Es existieren nur wenige vergleichbare Lösungsansätze mit unterschiedlichen Verkehrsbelastungen, vor allem in den Grenzbereichen.
- Die Verkehrsmengen in den Engstellen sind in der Regel gering und unkritisch.
- In den erhobenen Engstellen sind nur wenige Unfälle zu verzeichnen.
- Es gibt nur wenige positiv gestaltete Lösungen.
- Die Handlungsspielräume für die Querschnittgestaltung von Fahrbahnbreiten und Seitenraumbreiten sind in den Engstellen in aller Regel so gering, dass die ursprünglich intendierte Abwägung (Bewertung) zwischen verkehrlichen und städtebaulichen Ansprüchen gemäß städtebaulicher Bemessung kaum möglich war.

Um dennoch zu aussagekräftigen Ergebnissen zu gelangen, wurde die genannte, sachbezogene Mischung aus Datenanalyse, Beobachtung und Modellbetrachtung gewählt.

Mit diesem Untersuchungsansatz ist es gelungen, Entwurfs Elemente für Engstellen in der Logik der RAST 06 abzuleiten und eine ganze Reihe von gut begründeten verkehrlichen und städtebaulichen Gestaltungshinweisen erarbeiten zu können.

## 4 Anfrage nach Engstellen in Ortsdurchfahrten

### 4.1 Untersuchungsräume

Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten enger Ortsdurchfahrten ist in Deutschland regional stark unterschiedlich. Gründe hierfür sind u. a. die Topographie und der Wert des Bodens, die beide maßgeblich die Entstehung von Dörfern und Städten geprägt haben.

Die Abschätzung der Wahrscheinlichkeit des Vorkommens enger Ortsdurchfahrten erfolgte auf Grundlage der Dorf- sowie Hofformen (ELLENBERG, 1990). Dabei erfasste er die Häufigkeiten der im Weiteren beschriebenen Merkmale für Untersuchungsgebiete in der Form von Quadraten mit jeweils zehn Kilometern Seitenlänge. ELLENBERG trifft Aussagen über den Zusammenhang der verwendeten Hofformen bzw. der sich entwickelnden Dorfformen und den Umständen, die zu ihrer Entwicklung geführt haben.

Bei den Hofformen gibt es zuverlässige Anhaltspunkte für die damit korrelierende Siedlungsstruktur. Mehrgeschossige Bauweisen, der enge Zweiseithof, bauliche Abgrenzungen des Hofes von der Außenwelt mittels hoher Tore sowie Hausdurchfahrten deuten auf den Zwang der frühen Siedler hin, möglichst sparsam mit der Fläche umzugehen und entsprechend enge Dörfer zu bilden. Einstöckige Bauten sowie verstreut angelegte Höfe sind dagegen eher in Gegenden zu finden, in denen der Flächenverbrauch nur eine untergeordnete Rolle spielte.

Die Dorfformen hingegen sprechen keine derart deutliche Sprache. So sind lediglich die wenigen verbliebenen Rundlinge im Osten sowie die Wurtendörfer in Nordseemarschen ein sicheres Indiz für eine Enge, während Straßendörfer entlang der Hauptstraße auch großzügiger gestaltet werden konnten. Lockere Haufendörfer, lockere Reihendörfer sowie Einzelhofsiedlungen, Gutsdörfer und -höfe sind hingegen Dorfformen, die das Vorkommen enger Ortsdurchfahrten eher unwahrscheinlich erscheinen lassen.

Den Merkmalen zu den Dorf- und Hofformen wurde jeweils eine Wahrscheinlichkeitsstufe gemäß Anlage 1, zugeordnet. Durch eine Verknüpfung dieser Wahrscheinlichkeitsstufen mit dem Vorkommen der unterschiedlichen Hof- und Dorfformen in den einzelnen Regionen Deutschlands ließ sich eine Karte erstellen, die diese Informationen anschaulich darstellt.

Neben den Erkenntnissen aus der Untersuchung der Dorf- und Hofformen wurden auch alle vor 1.500 gegründeten Städte mit weniger als 30.000 Einwohnern bei der Kartierung berücksichtigt. Hier ist ebenfalls mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für enge Ortsdurchfahrten zu rechnen.

Gründe hierfür ergeben sich ebenso aus der historischen Entwicklung. Die mittelalterlichen Städte vor 1500 besaßen Stadtbefestigungen und wurden recht kompakt gebaut. Daher sind (im Ursprung) mittelalterliche Straßen meist wenig großzügig dimensioniert und können, sofern ihre mittelalterliche Struktur heute noch erhalten ist, bauliche Engstellen im Sinne dieser Forschungsarbeit aufweisen.

Des Weiteren haben die meisten Kleinstädte an der Schwelle zur Mittelstadt, also mit weniger als 30.000 Einwohnern, im Gegensatz zu größeren Städten keine Stadterweiterung erfahren. Diese Er-

weiterungen in der Neuzeit wurden großzügiger angelegt und nehmen zumeist auch den Durchgangsverkehr im Tangential- oder Ringstraßensystem auf. Anlage 1 zeigt die aus den vorhergehend beschriebenen Überlegungen entstandene Karte.

In einer ersten Anfrage wurden Kontakte der Bearbeiter und Mitglieder des Betreuerkreises zu einzelnen Bundesländern genutzt. Anschließend wurden alle Straßenbauverwaltungen, die nach Aussage der Karte eine erhöhte Wahrscheinlichkeit (rot oder orange) für das Vorhandensein enger Ortsdurchfahrten in ihrem Zuständigkeitsbereich aufwiesen, schriftlich gebeten, dieses Forschungsvorhaben zu unterstützen. Da in Städten mit weniger als 80.000 Einwohnern eine geteilte Baulast vorliegt, wurden auch diese mit den Anfragen an die Landesstraßenbauverwaltungen abgedeckt.

## 4.2 Erhebungsbogen

Für die schriftliche Abfrage von baulichen Engstellen in Ortsdurchfahrten wurde ein Erhebungsbogen entwickelt (Anlage 2). Dieser enthielt Angaben

- zur Lage der Engstelle,
- zur Klassifizierung der Straße,
- zur Verkehrsstärke und
- zu Querschnittsbreiten (Straßenraum, Fahrbahn, Seitenraum).

Außerdem bestand die Möglichkeit, Besonderheiten wie z. B. Einbahnstraßenregelungen, Signalisierungen und Geschwindigkeitsbeschränkungen einzutragen oder eine Skizze anzufertigen. In dem zugehörigen Anschreiben an die Straßenbaubehörden wurde darum gebeten, möglichst viele Engstellen in Ortsdurchfahrten, bei denen eine deutliche Unterschreitung der Regellmaße vorliegt, zu benennen.

## 4.3 Rückläufe

Insgesamt wurden im Rahmen der beschriebenen Anfragen über 450 Örtlichkeiten benannt. Zusätzlich zu den Anfragen an Straßenbauverwaltungen und Städte wurde versucht, aus Literatur, Internet und eigenen Erfahrungen zusätzliche Engstellen ausfindig zu machen. Diese flossen ebenso wie die Rückläufe aus den Straßenbauverwaltungen in die folgenden Untersuchungen mit ein. Die Inhalte der

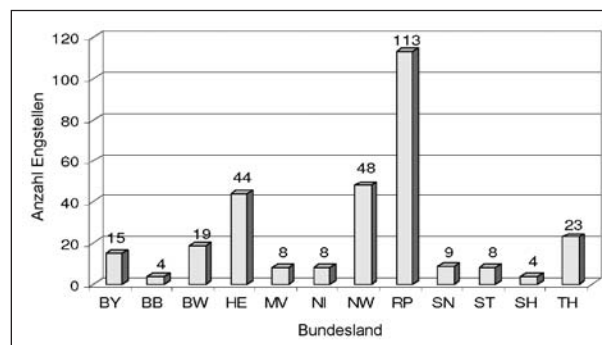
Erhebungsbögen wurden in eine Datenbank überführt. Zum Teil fehlten für das Forschungsvorhaben wichtige Angaben, wie z. B. die Abmessungen der Gehwege oder die Verkehrsbelastung. Diese wurden in erneuten schriftlichen oder telefonischen Anfragen nochmals angefordert. Bei solchen Engstellen, die sich nicht klar als punktuell oder linear bzw. dörflich oder städtisch zuordnen ließen, konnten die fehlenden Informationen teilweise anhand von Luftbildern (Google Earth) gewonnen werden.

Bei der Weiterverarbeitung der Daten wurden solche Meldungen aussortiert, die offensichtlich keine Engstellen im Sinne der Aufgabenstellung darstellen. Dies sind vor allem

- künstlich geschaffene Einengungen zur Verkehrsberuhigung (vornehmlich an Ortseingängen),
- Kurvenbereiche, in denen der Schwerverkehr in Einzelfällen den Gegenfahrstreifen mitbenutzt, und
- Örtlichkeiten, die sich offensichtlich nicht in einer geschlossenen Ortslage befinden.

Nach dieser Vorauswahl blieben 303 Engstellen zur weiteren Untersuchung übrig.

Aus Rheinland-Pfalz wurden die meisten Engstellen gemeldet (113). Nordrhein-Westfalen (48) und Hessen (44) schlossen sich an. Thüringen meldete 23, Baden-Württemberg 19 und Bayern 15 Engstellen. Die Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein brachten jeweils unter 10 Beispiele ein. Das Saarland und die Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg wurden auf Grund der Aussage der Wahrscheinlichkeitskarte nicht in die Erhebung mit einbezogen und fehlen somit in der grafischen Darstellung der Rückläufe (Bild 1).



**Bild 1:** Verteilung der Rückläufe nach Bundesländern (nach Vorauswahl) n = 303



In Anlage 3 ist die räumliche Verteilung der gemeldeten Engstellen in einer Deutschlandkarte dargestellt. Dabei handelt es sich um keine vollständige Aufnahme aller Engstellen in Deutschland. Bei einem Vergleich der Wahrscheinlichkeitskarte mit den Rückläufen der Fragebögen von Engstellen wurde deutlich, dass sich die Rückläufe auf den vorher vermuteten Bereichen konzentrieren.

#### 4.3.1 Verkehrliche Bestandsaufnahme

Um ein erstes Bild zu erhalten, wie sich die bereits genannten Engstellen in wesentlichen Ausprägungen mengenmäßig verteilen, wurden sie fachüblichen Kategorien zugeordnet. Für die Einteilung der Rückläufe bezüglich der verkehrlichen Gesichtspunkte wurden die Kategorien

- höhengleiche Ausbildung und Ausbildung mit Borden,
- Ausdehnung (linear oder punktuell),
- Anzahl der Fahrstreifen,
- Straßenraumbreite,
- Vorhandensein und Breite der Gehwege und
- Verkehrsbelastung in der Engstelle

herangezogen. Im Folgenden wird dargestellt, wie sich die gemeldeten Engstellen bezogen auf diese Kriterien verteilen.

Mit über 80 % war das Separationsprinzip (mit Flach- oder Hochborden) am häufigsten vertreten. Eine weiche Separation<sup>1</sup> ließ sich nur in 12 Fällen (ca. 4 %) feststellen. Zu den hier aufgeführten 37 Mischflächen ist zu sagen, dass es sich in den überwiegenden Fällen nicht um eine „richtige“ Mischfläche nach den RAST 06 handelt. Die Richtlinien besagen, dass beim Mischprinzip versucht wird, „durch intensive Entwurfs- und Gestaltungsmaßnahmen mehrere Nutzungen möglichst weitgehend miteinander verträglich zu machen“. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden auch Abschnitte von Ortsdurchfahrten als Mischflächen bezeichnet, bei denen eine gemischte Nutzung der Fahrbahn zu erwarten ist. Dabei wurde zusätzlich hinsichtlich der Fahrbahnbegrenzung unterschieden. Existiert ein Bord oder eine Breitstrichmarkierung als äußere

re Begrenzung der Fahrbahn, so ist davon auszugehen, dass der Kraftfahrzeugführer diesen Bereich in der Engstelle genauso wie den Bereich davor als seinen ansieht und der Fußgänger sich darin „als Gast“ befindet. Ohne eine derartige deutliche Abgrenzung der Fahrbahn würden die Verkehrsteilnehmer eher verstehen, dass sie sich im Bereich der Engstelle die vorhandene Fläche teilen müssen. Vor diesem Hintergrund verteilten sich diese unterschiedlichen Gestaltungsprinzipien wie in Bild 2 dargestellt.

In den Bildern 3 bis 5 werden die unterschiedlichen Ausbildungsarten der Engstelle dargestellt. Das Bild 3 zeigt das Separationsprinzip in der Einengung, Bild 4 die weiche Separation und in Bild 5 wird das Mischprinzip dargestellt.

Hinsichtlich der Aussage, ob die vorliegende Situation als lineare oder punktuelle Engstelle zu bezeichnen ist, fehlten oftmals genauere Angaben in den Erhebungsbögen. Die Zuordnung erfolgte daher in den meisten Fällen über die Auswertung beigelegter Fotos, Pläne und Feldskizzen. 75 % der Rückläufe konnten so klar zugeordnet werden. Die Ergebnisse sind in Bild 6 dargestellt. In Bild 7 ist

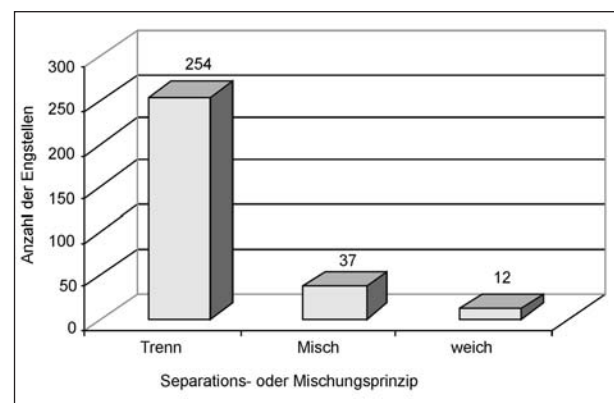


Bild 2: Anzahl der Engstellen unterschieden nach Separations- oder Mischprinzip



Bild 3: Separationsprinzip

<sup>1</sup> Niveaugleiche Ausbildung des gesamten Straßenraumes, Separationswirkung durch die Verwendung unterschiedlicher Materialien



Bild 4: Weiche Separation



Bild 8: Punktuelle Engstelle



Bild 5: Mischprinzip

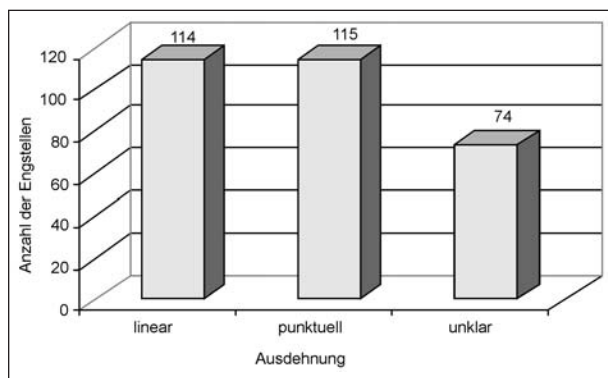


Bild 6: Ausdehnung der Engstellen



Bild 7: Lineare Engstelle

eine lineare Engstelle und in Bild 8 eine punktuelle Engstelle dargestellt.

Die Angaben zur „Anzahl der Fahrstreifen“ in den Erhebungsbögen waren nicht immer eindeutig und

zum Teil unrealistisch. Daher wurde die Anzahl der Fahrstreifen nachträglich über die Fahrbahnbreite bestimmt. Laut den RASt 06 ist eine Begegnung zweier Pkw bei eingeschränktem Bewegungsspielraum ab einer Breite von 4,10 m möglich. Die Maße waren in den Erhebungsbögen nicht immer genau eingetragen. Zum Teil mussten sie aus Fotos abgeschätzt werden. Sie stellen somit nur eine Größenordnung zur Orientierung dar. Zur Vereinfachung wurde daher entschieden, eine Fahrbahn  $< 4,00$  m als Engstelle ohne Begegnungsverkehr Pkw/Pkw, eine  $\geq 4,00$  m als Engstelle mit Begegnungsverkehr (Pkw/Pkw, Pkw/Lkw oder Lkw/Lkw) zu bezeichnen. Bedingt durch diese Festlegung kann es durchaus sein, dass ein hier als Engstelle mit Begegnungsverkehr bezeichneter Bereich vom Schwerverkehr nur ohne Begegnungsverkehr befahrbar ist – eine Differenzierung nach Begegnungsfällen erfolgte an dieser Stelle nicht. Bild 9 stellt die Verteilung der Fahrstreifenanzahl dar, die allerdings auf Grund der zum Teil nicht genauen Maße nur als Tendenz zu verstehen ist. In Bild 10 und Bild 11 sind Beispiele einer nicht eindeutigen Verkehrsregelung dargestellt. Es ist nicht ersichtlich, ob die Engstelle mit oder ohne Begegnungsverkehr Pkw/Pkw oder Pkw/Lkw passierbar ist.

Schon bei den Anfragen an die Straßenbauverwaltungen stellte sich die Frage, ab welcher Breite man von einer Engstelle spricht. Eine Definition dazu existiert in den Regelwerken nicht. Aus diesem Grund wurde bei den Anfragen bewusst auf eine Breitenangabe verzichtet und es wurde darum gebeten, Engstellen zu nennen, bei denen eine deutliche Unterschreitung der Regelmaße vorliegt. Nun zeichnete sich bei der Untersuchung der Rückläufe ab, dass die meisten genannten Engstellen eine Straßenraumbreite von weniger als 6,50 m aufweisen (Bild 12).

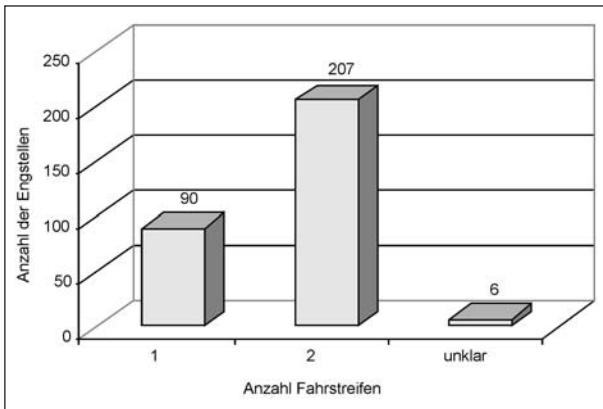


Bild 9: Fahrstreifenanzahl



Bild 10: Unklare Fahrstreifenanzahl in Engstellen



Bild 11: Unklare Fahrstreifenanzahl in Engstellen

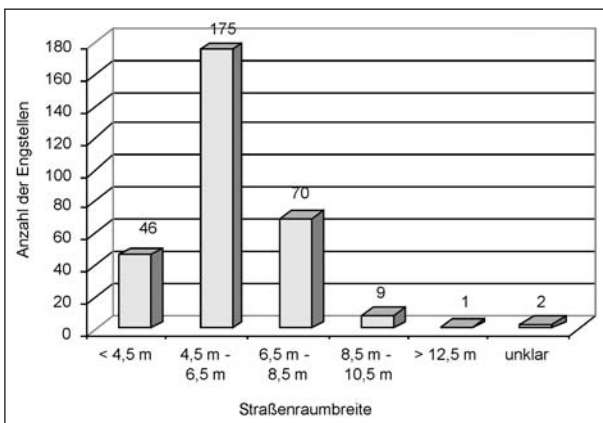


Bild 12: Straßenraumbreite

Hinsichtlich der Anlagen für den Fußgängerverkehr stellte sich die Frage, welches Maß als Abgrenzung des Gehwegs vom Schrammbord anzunehmen war. Hierzu gibt es keine klare Definition. Auch die Regelmaße für Gehwege aus den RAS 06 und den EFA 2002 konnten für eine Definition nicht genutzt werden, da zum einen kaum eine Engstelle regelkonforme Gehwege aufwies (Gehwegbreiten von über 2,00 m lagen in nur 16 Fällen vor), zum anderen aber auch schmale Gehbereiche als solche genutzt werden. Wie schon bei der Betrachtung der Ausbildung mit Borden bzw. höhengleicher Ausbildung bediente man sich hier der Überlegung, bis zu welchem Maß ein Gehweg real als solcher genutzt werden kann. Nach den EFA 2002 benötigt ein einzelner Fußgänger einen Verkehrsraum (ohne Sicherheitsabstände) mit einer Breite von 0,80 m. Diese 0,80 m wurden somit für die Kategorisierung als Grenzwert zwischen Gehweg und Schrammbord herangezogen. Als mögliche Kombinationen ergaben sich daraus:

- Gehbereich beidseitig (Gb),
- Gehbereich einseitig, Schrammbord einseitig (Ge, Se),
- Schrammbord beidseitig (Sb),
- Gehbereich einseitig, einseitig keine Anlage (Ge),
- Schrammbord einseitig, einseitig keine Anlage (Se) und
- beidseitig keine Anlage.

Die Verteilung auf diese Kombinationen ist in Bild 13 dargestellt. Auch hier ist das Ergebnis als Tendenz anzusehen, da wie bei den Fahrbahnbreiten hauptsächlich Schätzungen vorlagen. In Bild 14 ist

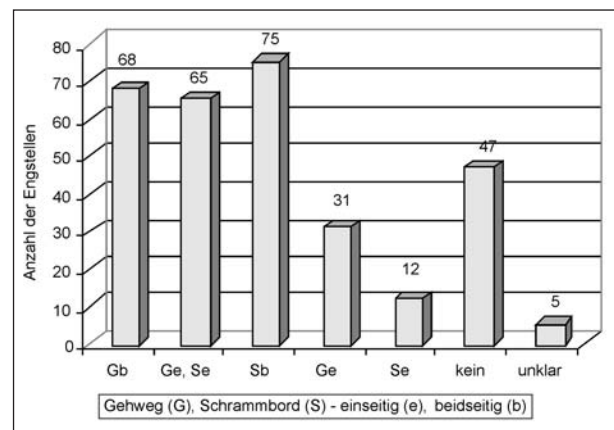


Bild 13: Vorkommen von Gehwegen bzw. Schrammborden



**Bild 14:** Schrammbord



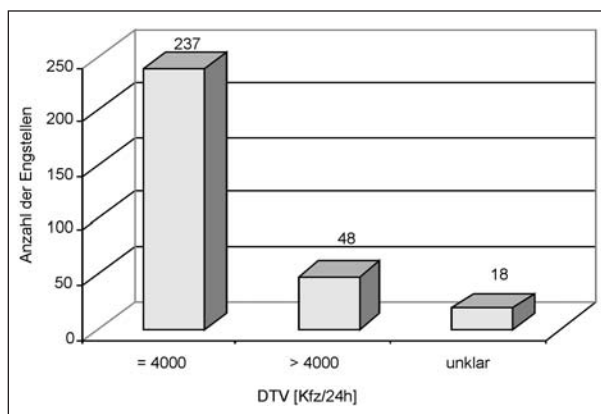
**Bild 15:** Keine Anlagen für den Fußgängerverkehr in Engstellen

ein Schrammbord dargestellt. In Bild 15 ist beidseitig keine Anlage dargestellt.

Die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in den übermittelten Engstellen war breit gefächert und lag zwischen 230 und 16.823 Kfz/24 h. Überwiegend waren allerdings recht geringe Verkehrsstärken von unter 4.000 Kfz/24 h zu verzeichnen (Bild 16). Das Bild 17 und Bild 18 zeigen Engstellen mit einer hohen Verkehrsbelastung.

Des Weiteren wurden in engen Ortsdurchfahrten folgende verkehrstechnische Maßnahmen eingesetzt:

- Vorrangregelung mit den Verkehrszeichen 208<sup>2</sup> und 308<sup>3</sup> StVO (39 Beispiele),
- Signalisierung der Engstelle (5 Beispiele) (Bild 19),
- Netzlösung durch Einbahnstraßenregelung (9 Beispiele) und
- Durchfahrtsverbot oder Einbahnstraßenregelung speziell für den Schwerverkehr (jeweils 1 Beispiel).



**Bild 16:** Verkehrsbelastung in den Engstellen



**Bild 17:** Hohe Verkehrsbelastung in einer Engstelle



**Bild 18:** Hohe Verkehrsbelastung in einer Engstelle mit Ausweichen in den Seitenraum



**Bild 19:** Signalisierung einer Engstelle

<sup>2</sup> StVO-Zeichen 208: Dem Gegenverkehr Vorrang gewähren!

<sup>3</sup> StVO-Zeichen 308: Vorrang vor dem Gegenverkehr

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit wurde bei 88 Engstellen auf 30 km/h festgesetzt, bei 2 Engstellen auf 20 km/h, in den restlichen Ortsdurchfahrten ist von der üblichen zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auszugehen.

#### 4.3.2 Städtebauliche Bestandsaufnahme

Ziel der städtebaulichen Bestandsaufnahme war eine Einschätzung der Umfeldsituation der Engstelle. Neben der Raumwirkung sollte auch der Aufenthaltsbedarf aus den anliegenden Nutzungen abgeschätzt werden.

Für die städtebauliche Betrachtung wurden die Kriterien

- Lage im Ort,
- bauliche Ursache der Einengung,
- die Raumwirkung durch die Einengung,
- die Kurvigkeit im Straßenverlauf,
- die Raumwirkung durch die Bebauung im Umfeld der Einengung und
- die anliegende Bebauung mit Bauweise, Art und Maß der baulichen Nutzung

erfasst. Voraussetzung für die Erfassung dieser Kriterien war die fotografische Abbildung. Einzelne Kriterien ließen sich auch aus den Lageplänen ableiten. Die 52 Engstellen ohne fotografische Dokumentation wurden daher in den folgenden dargestellten Auswertungen in der Regel nicht berücksichtigt.

18 % der gemeldeten Engstellen befinden sich in der Ortsmitte, sieben Prozent der Engstellen bilden den Ortseingang und 75 % liegen im übrigen Ortsbereich (Bild 20). Eine Zuordnung gemäß „übriger Ortsbereich“ wurde dann gewählt, wenn keine Ortsmitte erkennbar war. Bild 21 bis Bild 23 zeigen Beispiele für die jeweilige Lage im Ort.

Die Hauptursache für Engstellen sind Gebäudestellungen. Neben den 227 Engstellen, die aufgrund der Gebäudestellungen entstanden sind, gibt es sechs weitere Engstellen, die ausschließlich aufgrund topografischer Bedingungen, und sieben Engstellen, die durch Unterführungen bedingt sind (Bild 24). Weitere Ursachen können Kombinationen aus den genannten Bedingungen sein, so gibt es 24 Engstellen, die auf Gebäude und Topografie zurückzuführen sind, und acht weitere Engstellen,

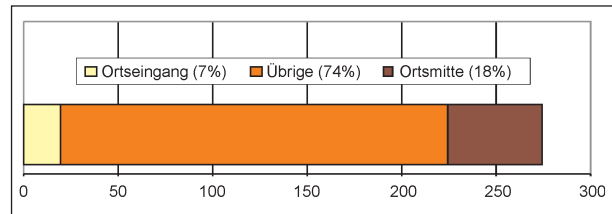


Bild 20: Lage der Engstellen im Ort



Bild 21: Lage der Engstellen im Ort – Ortsmitte



Bild 22: Lage der Engstellen im Ort – Ortseingang



Bild 23: Lage der Engstellen im Ort – übrige

bei denen verkehrliche Einbauten in Kombination mit Gebäuden die Einengung bilden (Bild 25).

Wichtig für die Wahrnehmung einer Engstelle ist ihre Integration in den Straßenraum. Zu unterscheiden ist zunächst, ob die Engstelle überhaupt als solche vom Verkehrsteilnehmer wahrgenommen werden muss oder ob sie nur am Rande von Bedeutung ist.

Klar erkennbare Lösungen ergeben sich zumeist aus der deutlichen, dezidierten bis übersteigerten Ausbildung eines Elements (Bild 26).



**Bild 24:** Ursachen für Engstellen – Unterführung



**Bild 25:** Ursachen für Engstellen – bedingte Engstelle durch eine Bahntrasse und ein Gebäude



**Bild 26:** Dezierte Wahrnehmung der Engstelle

Ein Bruch in der Gestaltung entsteht bei schnellen (preiswerten) Lösungen, wenn provisorische Elemente (z. B. Pflanzkübel, mobile Gleitwände) oder andere Elemente (z. B. Beschilderung mit Baken) lediglich in vorhandene Straßensituationen gestellt werden, ohne diese baulich entsprechend an- und einzupassen. Solche Elemente sollen sich aufgrund ihrer optischen Wirkung, ihrer „Signalwirkung“, über die Wahrnehmung des restlichen Straßenraumes gleichsam als Fremdkörper „erheben“, sie sollen „belehrend“ wirken. Damit fallen sie besonders unangenehm auf (Bild 27 und Bild 28).

Engstellen, die keine erhöhte Aufmerksamkeit vom Verkehrsteilnehmer erfordern oder unauffällig erscheinen, können Teil einer planmäßigen Straßengestaltung in einem einheitlichen Verkehrsraum oder zufällige Elemente in einem gewachsenen, mit der Zeit ungeplant wirkenden Verkehrsraum sein (Bild 29 und Bild 30). Zu Letzteren zählt auch, wenn



**Bild 27:** Gestalterischer Bruch der Engstelle



**Bild 28:** Gestalterischer Bruch der Engstelle



**Bild 29:** Wahrnehmung der Engstelle – gewachsen



**Bild 30:** Wahrnehmung der Engstelle – gewachsen

in der Engstelle übliche Entwurfs-elemente verwendet und diese zur Ausbildung „unvermuteter Lösung“ genutzt werden. Beispiele sind sich zuziehende Querschnitte, sowohl in Geraden als auch in Kurven oder Kuppen, hinter denen eine unvermutete scharfe Kurve liegt.

Die selbstverständliche städtebauliche Lösung ist logisch, selbsterklärend und wirkt, „als wäre sie schon immer so da“. Sie besteht meist aus einer konsequenten Einheit der Entwurfslogik von Elementen, Dimensionierung und Materialwahl. Eine Lösung ist dann als integriert anzusehen, wenn die Entwurfs Elemente als Einheit von Formgebung, Bepflanzung und Materialwahl in Erscheinung treten (Bild 31 und Bild 32).

Bild 33 zeigt, wie sich die Variation der Engstellenwahrnehmung bei den gemeldeten Engstellen verteilt.

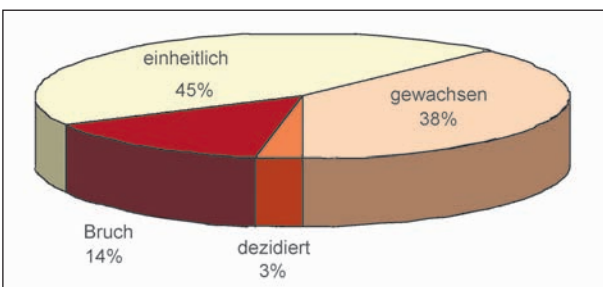
In geraden Straßenverläufen lassen sich Engstellen oftmals besser integrieren als in gewundenen Straßenverläufen. Liegt die Engstelle genau in einer Kurve, so ist häufig die Sichtweite eingeschränkt. Etwas mehr als die Hälfte der betrachteten Engstellen liegt in einer Geraden und rund ein Drittel findet sich in einer eher unübersichtlichen



**Bild 31:** Einheitliche Wahrnehmung der Engstelle



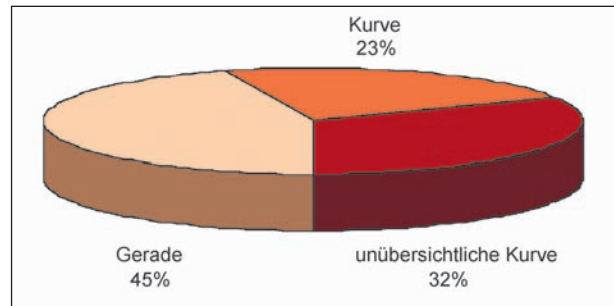
**Bild 32:** Einheitliche Wahrnehmung der Engstelle



**Bild 33:** Wahrnehmung der Engstelle

Kurve (Bild 34). In Bild 35 bis Bild 37 sind die unterschiedlichen Straßenverläufe dargestellt.

Ob die Einengung als singuläres Ereignis oder in den Straßenraum integriert wahrgenommen wird,



**Bild 34:** Straßenverlauf im Bereich der Engstelle



**Bild 35:** Straßenverlauf im Bereich der Engstelle – Gerade



**Bild 36:** Straßenverlauf im Bereich der Engstelle – Kurve



**Bild 37:** Straßenverlauf im Bereich der Engstelle – unübersichtliche Kurve

hängt auch davon ab, inwiefern der umliegende Straßenbereich durch direkt angebaute Gebäude eng und geschlossen oder beispielsweise durch Vorgärten oder Freiräume vor Gebäuden aufgeweitet ist. Bei knapp der Hälfte der Engstellen handelt es sich um angebaute enge Straßenräume, wobei Engstellen in der Ortsmitte häufiger angebaut sind als solche am Ortseingang und im übrigen Ort (Bild 38).

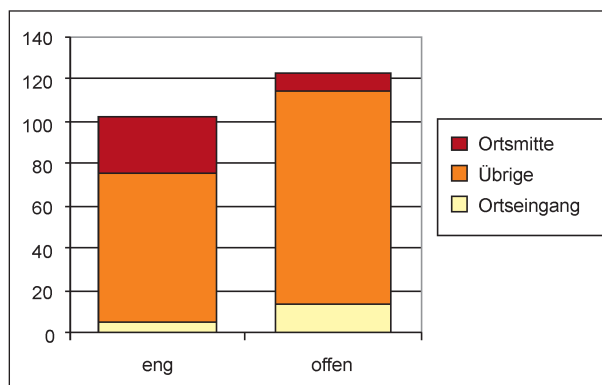
Verstärkt wird die Raumwirkung darüber hinaus durch das Maß der Nutzung und die Bauweise. Bei den betrachteten Straßenräumen handelt es sich zu ca. 90 % um zweigeschossige Gebäude, und insgesamt ein Viertel der Engstellen liegt in Bereichen mit geschlossener Bauweise.

Während Straßenräume mit überwiegender Wohnnutzung in nur einem Fünftel der Fälle eine geschlossene Bebauung aufweisen, liegt diese Bauweise in Gebieten mit gemischter Nutzung in rund der Hälfte der Fälle vor (Bild 39). In Bild 40 und Bild 41 sind Kombinationen der unterschiedlichen Bauweisen, Maß der Nutzung und der Raumwirkung dargestellt.

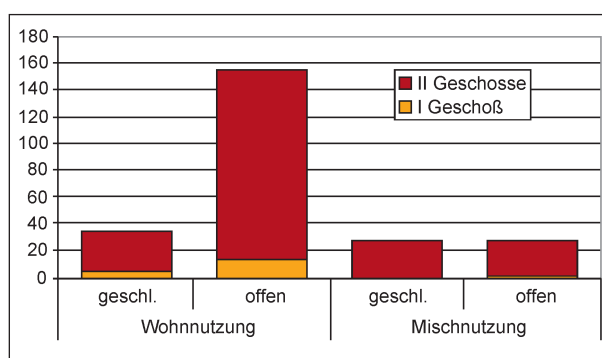
Unabhängig von den bisher erhobenen, relativ objektiv zu erfassenden Kriterien wurden zusätzlich die städtebauliche Qualität des Straßenraumes und die Nutzungsqualität für den nichtmotorisierten Verkehr (NMIV) auf einer Notenskala von 1 bis 5 bewertet.

Die hier im Vorfeld der detaillierten Bewertungen überschlägige und vorläufige Benotung der städtebaulichen Qualität erfolgte dabei abhängig vom Gestaltungsbedarf. Handelt es sich um eine relativ homogene und hochwertige Gebäudesituation, kann eine eher unauffällige Straßenraumgestaltung ausreichen. Bei inhomogenen Bebauungssituationen mit verschiedensten Erhaltungszuständen ist der Bedarf eines einheitlichen, hochwertig gestalteten Straßenraumes, der die Verschiedenartigkeit des Umfelds verbindet, deutlich höher. Außerdem ist der Gestaltungsbedarf in der Ortsmitte besonders groß, weil hier die Aufenthaltsfunktion am größten ist.

Die städtebauliche Qualität beinhaltet auch, inwieweit eine Lösung eine stadträumliche Situation aufnimmt, sie in ihrer Entwurfslogik unterstützt oder sogar übersteigert. Dies setzt allerdings voraus, dass die stadträumliche Situation so ausgebildet ist, dass ein Entwurfsprinzip (z. B. lineare Einengung, Nutzungsanspruch an die Straße im Vorfeld der Bebauung aufgrund besonderer Nutzung usw.)



**Bild 38:** Raumwirkung im Bereich der Engstellen



**Bild 39:** Bauweise, Art und Maß der baulichen Nutzung im Bereich der Engstelle



**Bild 40:** Geschlossene Bauweise, Mischnutzung und geschlossene Raumwirkung



**Bild 41:** Offene Bauweise, Wohnnutzung und offene Raumwirkung



ablesbar ist. Ein Beispiel dafür wäre der Eingang zur zentralen Innenstadt, historisch markiert durch eine Stadttorsituation und ggf. unterstrichen durch einen Übergang über einen kleinen Fluss.

Lösungen mit städtebaulichem Bezug müssen aus dem Stadtgrundriss und der baulichen Struktur des Straßenraumes in seiner Längsbetrachtung heraus entwickelt werden. Der Bezug ist dann gegeben, wenn die Engstelle als zweidimensionales (Straßen-)Element mit der gebauten dritten Dimension harmonisiert und sich das Entwurfselement aus der Gesamtlogik des Stadt- oder Straßenraumgrundrisses heraus ergibt. Bild 42 stellt ein Beispiel für eine Engstelle mit städtebaulichem Bezug zwischen Straßenraum und Bebauung dar.

Wenn die Bebauung der Seitenräume eine Struktur und einen Gestaltungswillen nicht erkennen lässt, ist ein städtebaulicher Bezug nur schwer zu erreichen. Hier kann eine einheitliche, strukturierende Straßenraumgestaltung eine Fassung für die inhomogenen Bauungsstrukturen bilden, bauliche Missstände kaschieren und so zur städtebaulichen Qualität beitragen. Bild 43 zeigt dagegen einen Straßenraum von uneinheitlicher Bebauung.



**Bild 42:** Städtebaulicher Bezug zwischen Straßenraum und Bebauung



**Bild 43:** Straßenraum als Fassung von uneinheitlicher Bebauung

Keine städtebauliche Qualität entsteht, wenn Elemente des Straßenentwurfs willkürlich zur Struktur der Bebauung der Seitenräume eingesetzt werden (Bild 44).

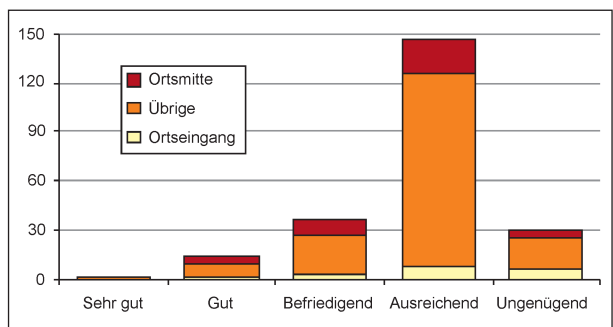
Generell ist die städtebauliche Qualität von Durchgangsstraßen in den betrachteten Ortslagen relativ oft nicht zufrieden stellend und nur in wenigen Orten gut oder sogar sehr gut (Bild 45).

Auch die überschlägige NMIV-Qualität wurde in Abhängigkeit von den angrenzenden Nutzungen und der Ortslage bewertet. Schmale oder fehlende Gehwege in Gebieten mit gemischter Nutzung in Ortsmitte sind dabei weniger zu tolerieren als fehlende Gehwege am Orteingang. Diese Situationen wurden mit der Note 3 (befriedigend) bewertet, da sie durchaus akzeptabel sein können (Bild 46).

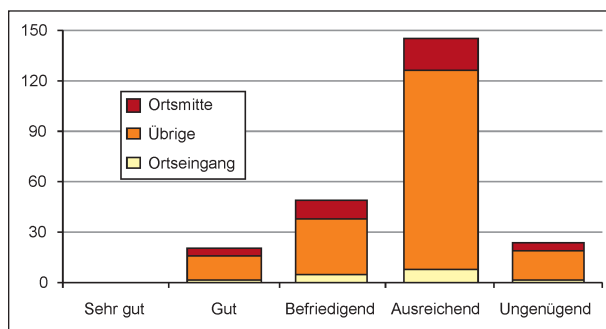
Ein ähnliches Bild wie die städtebauliche Qualität prägt auch die NMIV-Qualität. Im Bereich von Engstellen kann sie in 60 % der Fälle lediglich als ausreichend und in 10 % der Fälle sogar als ungenügend angesehen werden.



**Bild 44:** Straßengestaltung ohne städtebaulichen Qualitätsansatz



**Bild 45:** Städtebauliche Qualität im Umfeld der Engstellen



**Bild 46:** NMIV-Qualität im Umfeld der Engstellen



**Bild 47:** Städtebauliche Besonderheit – Trichter



**Bild 48:** Städtebauliche Besonderheit – Arkade



**Bild 49:** Städtebauliche Besonderheit – Linienverlauf



**Bild 50:** Städtebauliche Besonderheit – Linienverlauf



**Bild 51:** Städtebauliche Besonderheit – Markierung

Ergänzt wird die Aufnahme der städtebaulichen Kriterien durch die Dokumentation von Besonderheiten wie

- mehrere Engstellen innerhalb einer Ortslage,
- beispielhafte Lösung oder
- besonderer Lösungsbedarf oder
- singuläre Situation (z. B. Stadttordurchfahrt).

Städtebauliche Besonderheiten (Bild 47 bis Bild 51) konnten bei 38 Engstellen identifiziert werden.

## 4.4 Auswahl der zu bereisenden Engstellen

### 4.4.1 Auswahlverfahren

Ziel des Vorgehens war es, möglichst viele unterschiedliche Engstellentypen zu bereisen. Dementsprechend wurde ein Auswahlverfahren mit Auswahlpunkten entwickelt. Engstellen mit besonderen verkehrlichen oder baulichen Charakteristiken erhielten einen Auswahlpunkt. Die Engstellen mit den meisten Auswahlpunkten wurden ausgewählt, wobei je Engstellentyp mehrere Beispiele vertreten sein sollten. Engstellen, die ebenfalls bereist werden sollten, da die Erkenntnisse möglicherweise zur Ableitung von Empfehlungen wichtig sind, weisen folgende Charakteristiken auf:

- kein Separationsprinzip,
- relativ große Verkehrsbelastung (DTV > 7.000 Kfz/24 h),
- Einengung infolge von Brücken oder Unterführungen und
- Engstellen, die baulich dezidiert sind oder einen Bruch im Straßenraum darstellen.

Engstellen, die diese Charakteristiken aufweisen, bekamen je Charakteristikum zwei Auswahlpunkte.

Bei der Auswertung der verkehrlichen und städtebaulichen Bewertung der Engstellen zeigte sich außerdem, dass es Engstellensituationen gibt, die seltener vorkommen als andere. Damit bestimmte Situationen nicht übersehen werden, wurden Engstellen

- mit einer LSA-Regelung,
- mit einer Einbahnstraßenregelung oder
- die sich im Orteingangsbereich befinden

bei der Auswahl besonders berücksichtigt. Wichtig war es außerdem, vermutlich besonders gute (good practice) und besonders ungünstige Beispiele genauer zu betrachten. Deshalb waren Engstellen mit guter oder sehr guter bzw. ungenügender städtebaulicher Qualität oder NMIV-Qualität zu berücksichtigen.

Für jede dieser Eigenschaften erhielten die Engstellen jeweils einen weiteren Auswahlpunkt.

Das letzte Auswahlkriterium stellten die Besonderheiten dar, die bei der Aufnahme der Engstellen dokumentiert wurden. So wurden Orte mit mehreren Engstellen bei der Auswahl bevorzugt. Für Hinweise auf Besonderheiten, die eine „Vor-Ort-Analyse“ rechtfertigen, erhielten die Engstellen zwei Auswahlpunkte, um solche Maßnahmen in jedem Fall einzubeziehen.

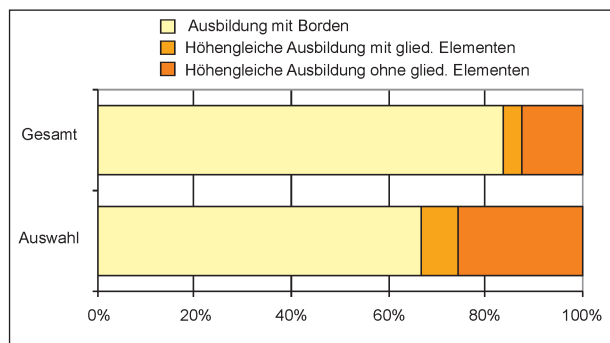
Für die Bereisung ausgewählt wurden schließlich alle Engstellen mit mindestens 2 Auswahlpunkten. Zur Überprüfung des Auswahlverfahrens erfolgte zusätzlich eine manuelle Überprüfung der ausgewählten und verworfenen Engstellen. Die Liste der 88 zu bereisenden Engstellen und die für die Auswahl relevanten Auswahlpunkte finden sich in Anlage 3.

**4.4.2 Verteilung der ausgewählten Engstellen**

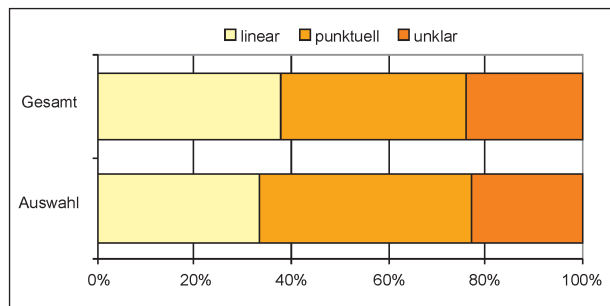
Der Anteil der Engstellen, die bereits mit einem Foto dokumentiert sind, liegt in der Grundgesamtheit ebenso wie in der Auswahl bei ca.17 %. In Tabelle 1 sind die Anzahl der ausgewählten Engstellen, die Gesamtanzahl der Engstellen sowie der prozentuale Anteil der ausgewählten Engstellen je Bundesland dargestellt. Bild 52 bis Bild 62 zeigen weitere Verteilungsmerkmale der ausgewählten Engstellen im Vergleich zu den insgesamt vorliegenden Engstellen. Es ist erkennbar, dass die ausgewählten Engstellen der Gesamtmenge der Engstellen prozentual gut entsprechen.

Bundesland	Auswahl	Gesamt	Anteil
Bayern	5	15	33 %
Brandenburg	3	4	75 %
Baden Württemberg	3	19	16 %
Hessen	12	44	27 %
Mecklenburg Vorp.	2	8	25 %
Niedersachsen	2	8	25 %
Nordrhein Westf.	19	48	40 %
Rheinland-Pfalz	25	113	22 %
Sachsen	4	9	44 %
Sachsen-Anhalt	2	8	25 %
Schleswig-Holstein	1	4	25 %
Thüringen	9	23	39 %

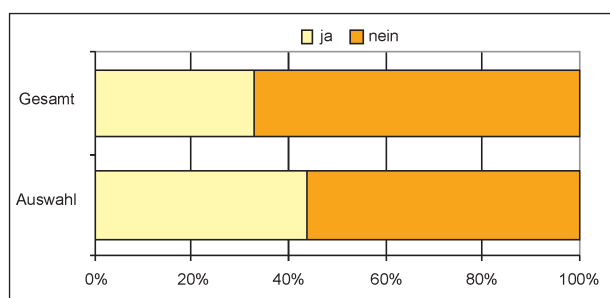
**Tab. 1:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – Bundesländer



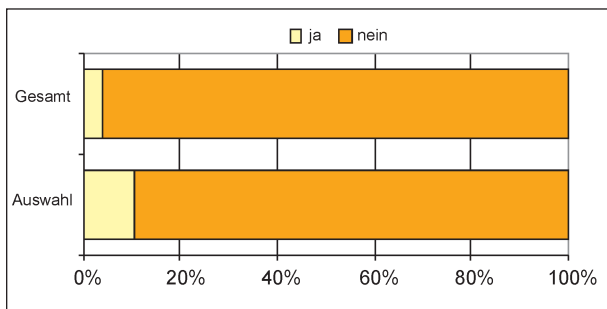
**Bild 52:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – Separations- und Mischprinzip



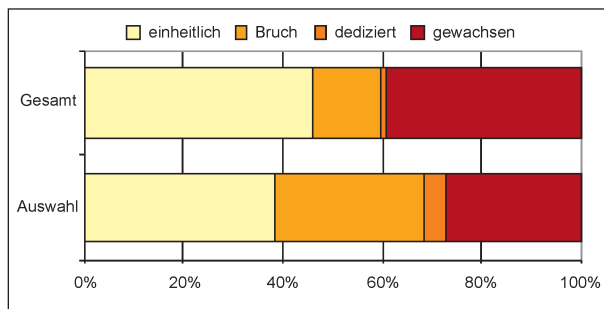
**Bild 53:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – Engstellentyp



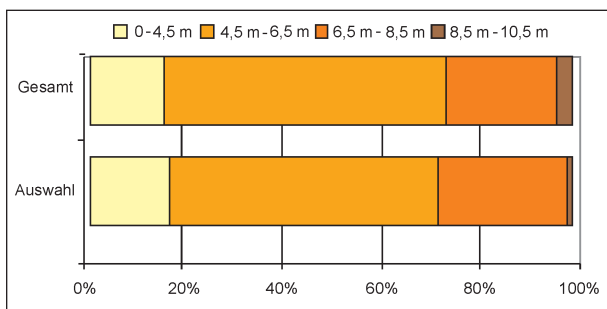
**Bild 54:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – Begegnung möglich



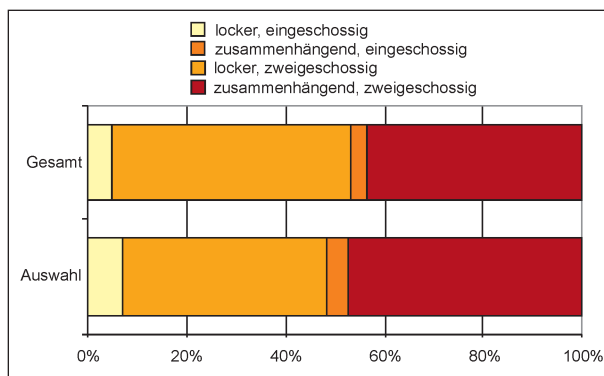
**Bild 55:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – Einbahnstraßenregelung



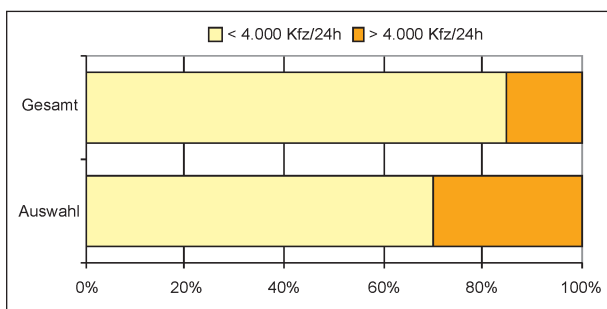
**Bild 59:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – Wahrnehmung der Engstelle



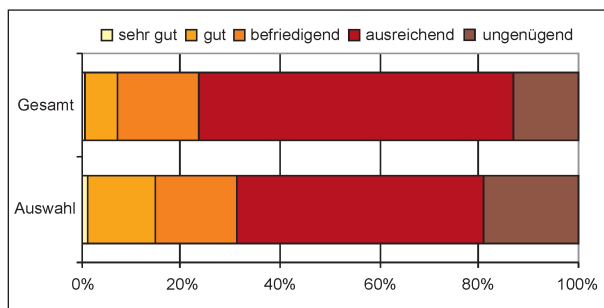
**Bild 56:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – Straßenraumbreite



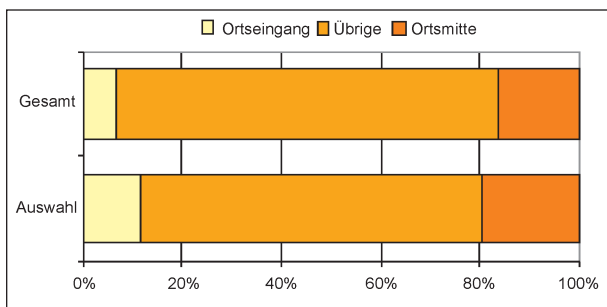
**Bild 60:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – Bebauungssituation



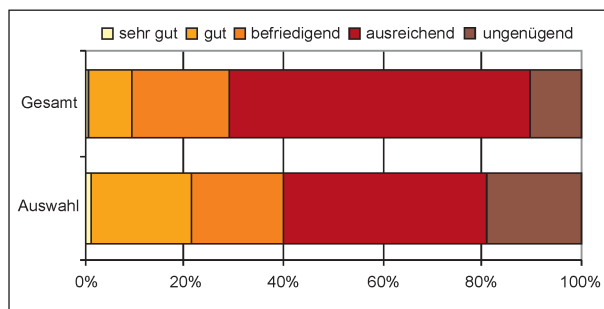
**Bild 57:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – DTV



**Bild 61:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – Bewertung städtebauliche Qualität



**Bild 58:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – Lage im Ort



**Bild 62:** Vergleich Grundgesamtheit und Auswahl – Bewertung NMIV-Qualität

## 4.5 Randbedingungen für Engstellen in Ortsdurchfahrten

### 4.5.1 Methodischer Hinweis

Im Rahmen des Forschungsprojektes wird eine Aufbereitung der Arbeitsergebnisse zur Integration in die RAS 06 angestrebt. Nach der intensiven Betrachtung und Auswertung von Merkmalen der 303 gemeldeten Engstellenbeispiele sowie aus den Überlegungen zu den Bereisungsmaßnahmen ergaben sich erste Einteilungen zu den verkehrlichen und den städtebaulichen Rahmenbedingungen von Engstellen sowie zu deren möglichen Ausprägung. Die daraus abgeleitete Kategorisierung der Engstellen orientiert sich an den Kategorien der RAS 06. Um ein Gefühl für die Bedeutung der entwickelten Kategorien zu bekommen, wurden die 303 Engstellenbeispiele dem Kategorienset zugeordnet. Daraus wurden erste Schlüsse über die Bedeutung von Kategorien abgeleitet.

Die Einteilungen in die Kategorien wurden im Rahmen der weiteren Analyse überarbeitet, um zu klaren Hinweisen für zu empfehlende Lösungen zu gelangen.

### 4.5.2 Lösungsalternativen aus verkehrlicher Sicht

Aus verkehrlicher Sicht erfolgte die Einteilung der Engstellen anhand der Differenzierung

- baulicher und
- verkehrstechnischer Lösungen sowie
- Lösungen im Netz und
- Kombinationslösungen.

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Variationen der Lösungen kurz zusammengefasst.

Bauliche Ausbildung mit Borden:

- Gehbereich beidseitig,
- Schrammbord beidseitig,
- Gehbereich einseitig und Schrammbord einseitig,

- Gehbereich einseitig, einseitig ohne Anlage,
- Schrammbord einseitig, einseitig ohne Anlage.

Bauliche Ausbildung höhengleich:

- bei einem DTV  $\leq 4.000$  Kfz/24 h,
- bei einem DTV  $> 4.000$  Kfz/24 h.

Verkehrstechnische Lösung:

- Wechselbetrieb mit Beschilderung (Vorrangregelung<sup>4</sup>),
- Wechselbetrieb mit LSA-Regelung (Festzeitsteuerung oder verkehrsabhängige Steuerung).

Lösung im Netz:

- Verlegung der Verbindungsfunktion (z. B. Bau einer Ortsumgehung),
- Auflösung in ein Einbahnstraßensystem (z. B. unter Nutzung von Parallelstraßen),
- zeitweise richtungsverkehrsabhängige Sperrung (z. B. bei Stadttoren).

Kombinationslösungen:

- Gehbereich (einseitig, beidseitig), ein Fahrstreifen im Gegenbetrieb, verkehrstechnische Unterstützung (Beschilderung oder LSA).

### 4.5.3 Lösungsalternativen aus städtebaulicher Sicht

Die städtebaulichen Lösungsansätze lassen sich in punktuelle und lineare Lösungen gliedern. Charakteristiken der beiden Lösungsansätze sind:

Punktuelle Lösung:

in Verbindung mit der verkehrlich-baulichen (und ggf. der verkehrstechnischen) Lösung

- klare Gehweglösung (Erhaltung der Ausbildung mit Borden),
- höhengleiche Ausbildung (ggf. mit Materialwechsel),
- Arkadenlösung bei Erhaltung der Bausubstanz,

<sup>4</sup> Vgl. Fußnoten 2 und 3

- bauliche Klärung durch Hochbaumaßnahmen (z. B. bewusste Betonung der Torsituation) und
- Abbruch und Zurücknahme der Baugrenze, Baulinie, Straßenbegrenzungslinie.

Lineare Lösung:

in Verbindung mit der verkehrlich-baulichen Lösung

- klare Gehweglösung (Erhaltung der Ausbildung mit Borden),
- höhengleiche Ausbildung mit Materialwechsel und ggf. in Verbindung mit Lösung im Netz (z. B. Auflösung in Einbahnstraßensystem oder Bau einer Ortsumgehung).

Hierfür gilt jeweils ein „bewertender“ Lösungsraum zwischen:

- klar erkennbarer (entschiedener, selbsterklärender) – und – nicht erkennbarer (unentschiedener, verschleiernder) Lösung (Prinzip: Falle),
- „selbstverständlicher“ oder integrierender Lösung (Einheit von baulicher und straßenbaulicher Lösung,) – und – Bruch (Provisorium, Elemente als „Fremdkörper“),
- Lösung mit städtebaulichem Bezug – und – Lösung ohne jeglichen städtebaulichen Bezug.

#### 4.5.4 Kategorisierung

Die Kategorisierung der Engstellen soll sich an den RAS 06 orientieren. Im Folgenden wird eine erste Kategorisierung vorgenommen, die im weiteren Verlauf zu verifizieren ist. Dabei sind die oben aufgeführten Lösungsalternativen zusammenzufassen, um zu einer überschaubaren Anzahl an Kategorien zu kommen.

Als erstes Kriterium wird die Entwurfssituation festgelegt. Hierbei kommt es auf die Randnutzung und die dadurch bedingten entwurfsprägenden Nutzungsansprüche aus Fußgängerverkehr, Aufenthalt und Radverkehr an. Für die Zuordnung der betrachteten Engstellen wird in diesem Zusammenhang vorerst vereinfacht die Nutzung, also reine Wohnnutzung oder Mischnutzung, herangezogen. Somit ergeben sich zwei Entwurfssituationen, die in etwa der „Örtlichen Einfahrtstraße“ bzw. der „Örtlichen Geschäftsstraße“ aus den RAS 06 entsprechen.

In einem weiteren Schritt werden die Engstellen hinsichtlich ihrer Ausdehnung in punktuell und linear unterteilt.

Darauf folgt die Einstufung des DTV. Dieser wird in zwei Gruppen unterschieden:

- $\leq 4.000$  Kfz/24 h und
- $> 4.000$  Kfz/24 h.

In den RAS 06 liegt die nächste Klassengrenze bei Werten um 8.000 bis 10.000 Kfz/24 h, welche in den vorliegenden Fällen kaum erreicht werden.

Die nächste Fallunterscheidung betrifft die verfügbare Straßenraumbreite (i. d. R. die Breite zwischen den Gebäuden). Diese wird in vier Klassen eingeteilt:

- $< 4,50$  m,
- 4,50 m-6,50 m,
- 6,50 m-8,50 m,
- 8,50 m-10,50 m.

Somit entstehen aus den Kriterien

- Entwurfssituation,
- Ausdehnung der Engstelle,
- DTV und
- Straßenraumbreite

zunächst insgesamt 32 Kategorien von Engstellen.

Die 303 gemeldeten Engstellen sollten diesen Kategorien zugeordnet werden. Da bei einigen Beispielen die entsprechenden Angaben fehlten oder nicht zu entnehmen waren, gelang eine klare Zuordnung nur in 200 Fällen. Dabei ergab sich, dass 23 der 32 Kategorien zu besetzen sind, in 15 Kategorien sind darüber hinaus weniger als 10 Engstellen vertreten.

Die Kombination „Wohnnutzung, DTV  $\leq 4.000$  Kfz/24 h, Straßenraumbreite 4,50 m-6,50 m“ stellt bei den punktuellen und auch bei den linearen Situationen jeweils die größte Gruppe dar (zusammen 39 % der 200 bei der Kategorisierung erfassten Engstellen).

Die Gruppenbelegung und die Verteilung über die Kategorien sind der Tabelle 2 und den sich anschließenden Bildern zu entnehmen. Hierbei wur-

den jeweils die absoluten Anzahlen (Tabelle 2 • der Engstellen, die für die Bereisung ausgewählt sowie Bild 63) und relativen Anteile (Bild 64) wurden,

- der Gesamtzahl kategorisierter Engstellen und dargestellt

Kategorie	Nutzung	Ausdehnung	DTV	Straßenraum	gesamt	Auswahl
1	Mischnutzung	linear	≤ 4.000	0 < 4,5	3	2
2	Mischnutzung	linear	≤ 4.000	4,5 < 6,5	13	3
3	Mischnutzung	linear	≤ 4.000	6,5 < 8,5	6	4
4	Mischnutzung	linear	≤ 4.000	8,5 < 10,5	0	0
5	Mischnutzung	linear	> 4.000	0 < 4,5	0	0
6	Mischnutzung	linear	> 4.000	4,5 < 6,5	5	3
7	Mischnutzung	linear	> 4.000	6,5 < 8,5	1	0
8	Mischnutzung	linear	> 4.000	8,5 < 10,5	0	0
9	Mischnutzung	punktuell	≤ 4.000	0 < 4,5	1	0
10	Mischnutzung	punktuell	≤ 4.000	4,5 < 6,5	5	2
11	Mischnutzung	punktuell	≤ 4.000	6,5 < 8,5	3	1
12	Mischnutzung	punktuell	≤ 4.000	8,5 < 10,5	0	0
13	Mischnutzung	punktuell	> 4.000	0 < 4,5	0	0
14	Mischnutzung	punktuell	> 4.000	4,5 < 6,5	4	1
15	Mischnutzung	punktuell	> 4.000	6,5 < 8,5	1	1
16	Mischnutzung	punktuell	> 4.000	8,5 < 10,5	0	0
17	Wohnnutzung	linear	≤ 4.000	0 < 4,5	10	3
18	Wohnnutzung	linear	≤ 4.000	4,5 < 6,5	31	7
19	Wohnnutzung	linear	≤ 4.000	6,5 < 8,5	16	1
20	Wohnnutzung	linear	≤ 4.000	8,5 < 10,5	4	0
21	Wohnnutzung	linear	> 4.000	0 < 4,5	0	0
22	Wohnnutzung	linear	> 4.000	4,5 < 6,5	5	3
23	Wohnnutzung	linear	> 4.000	6,5 < 8,5	5	2
24	Wohnnutzung	linear	> 4.000	8,5 < 10,5	1	0
25	Wohnnutzung	punktuell	≤ 4.000	0 < 4,5	20	5
26	Wohnnutzung	punktuell	≤ 4.000	4,5 < 6,5	47	10
27	Wohnnutzung	punktuell	≤ 4.000	6,5 < 8,5	11	6
28	Wohnnutzung	punktuell	≤ 4.000	8,5 < 10,5	0	0
29	Wohnnutzung	punktuell	> 4.000	0 < 4,5	0	0
30	Wohnnutzung	punktuell	> 4.000	4,5 < 6,5	4	2
31	Wohnnutzung	punktuell	> 4.000	6,5 < 8,5	3	2
32	Wohnnutzung	punktuell	> 4.000	8,5 < 10,5	1	0
Summe					200	58

Tab. 2: Kategorisierung der Engstellen

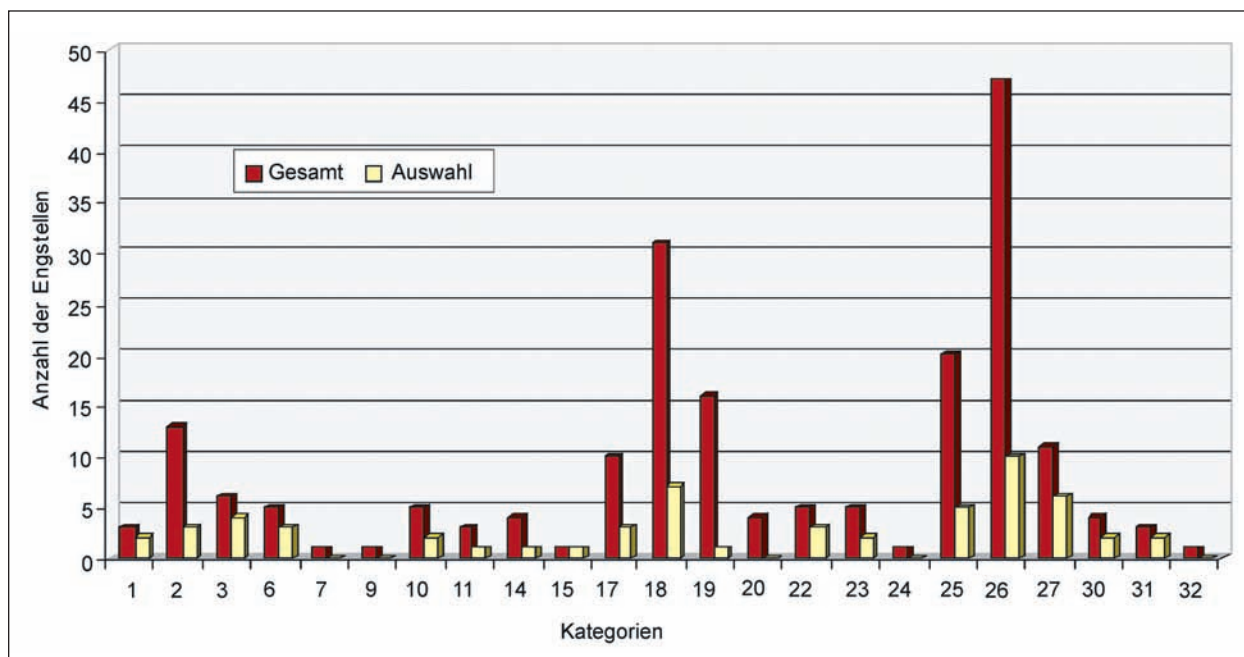


Bild 63: Gruppenstärke der Kategorien absolut ( $n_1 = 200$ ,  $n_2 = 58$ )

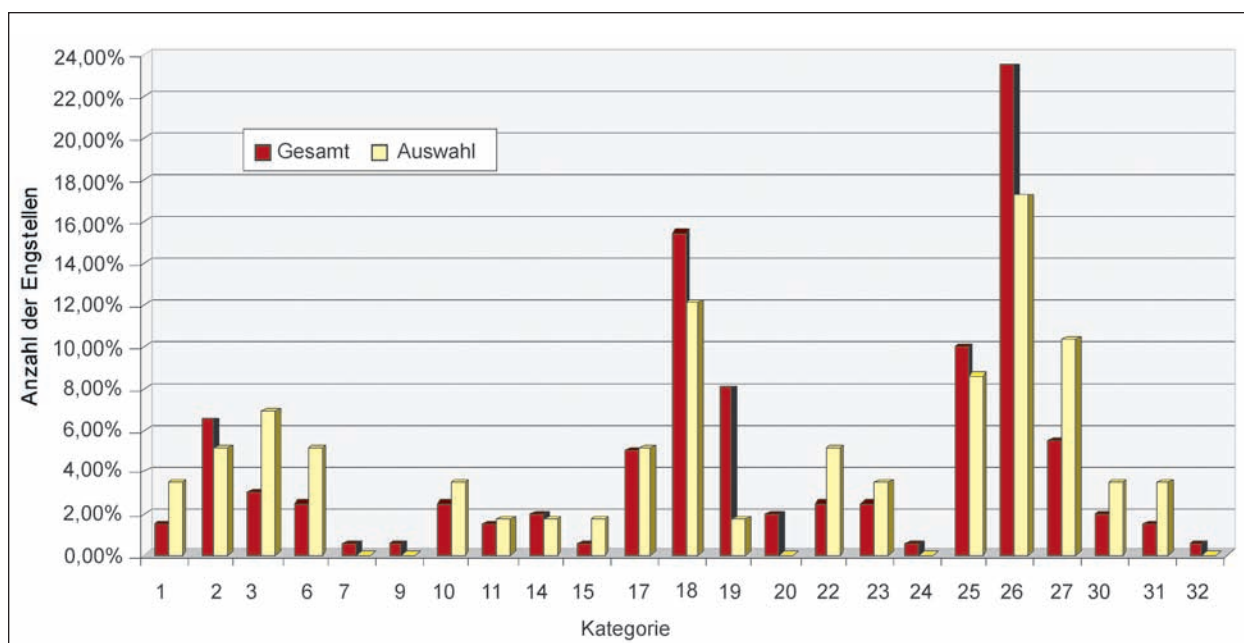


Bild 64: Anteile der Kategorien relativ ( $n_1 = 200$ ,  $n_2 = 58$ )

## 5 Vorgehen Datenerhebung

### 5.1 Bereisung und Analysen vor Ort

Die Bereisung war zunächst auf die Untersuchung von 80 Engstellen angelegt. Im Verlauf des Auswahlverfahrens wurde diese Zahl auf 88 aufgestockt. Im Rahmen der Bereisungen wurden zusätzlich noch einige am Weg liegende Engstellen erfasst, sodass die gewonnenen Erfahrungen auf knapp 100 Engstellen basieren.

Die zur näheren Untersuchung ausgewählten Engstellen wurden jeweils von einem Team, bestehend aus 2-4 Personen, bereist. Die Engstellenquerschnitte wurden gemessen und verkehrliche und städtebauliche Aspekte in Erhebungsbögen (Anlage 4) festgehalten. Hierbei wurden insbesondere die Verkehrsregelung, die Standorte der Verkehrsschilder, die Nutzung der Gebäude in der Engstelle und die Querschnittsaufteilung erfasst. Außerdem verfasste jede Person aus dem Bereisungsteam einen kurzen Bericht, in dem sie





**Bild 65:** Aufnahme von Fotos und Videosequenzen



**Bild 66:** Aufnahme von Durchfahrtvideos

auffällige Situationen oder Besonderheiten vermerkte.

Eine Dokumentation der Örtlichkeiten erfolgte mittels Fotos und Videos (Bild 65). In jeder Ortsdurchfahrt wurde mit einer am oder im Auto befestigten unscheinbaren Kamera (Bild 66) ein Durchfahrtvideo je Richtung aufgenommen. An den Stellen, an denen es möglich war und sinnvoll erschien, wurde für 10 bis 20 Minuten der Verkehrsablauf von einem festen Ort aus gefilmt, um so evtl. typische oder besondere Verkehrsabläufe festzuhalten.

Die Örtlichkeiten wurden aus möglichst vielen Blickwinkeln fotografiert, um zum einen Begegnungsfälle zu dokumentieren und zum anderen auch nicht ortskundigen Personen einen Eindruck der Engstelle und des Umfelds vermitteln zu können.

Für die Geschwindigkeitsmessungen wurden aus den knapp 100 bereisten Engstellen 18 Ortsdurchfahrten ausgewählt, wobei ein besonderes Augenmerk auf möglichst unterschiedlichen Randbedingungen und Engstellenentwürfen lag.

Angestrebt wurde, Geschwindigkeitsprofile aufzuzeichnen, um eventuelle Abhängigkeiten, z. B. zwi-

schen der Engstellenform und dem Brems- bzw. Beschleunigungsverhalten, festzustellen.

## 5.2 Unfallrecherche

Für die Erfassung des Unfallgeschehens in den 90 ausgewählten Engstellen wurden bei den zuständigen Polizeidienststellen alle registrierten Unfälle der Jahre 2005 bis 2007 erhoben.

Auf Grund unterschiedlicher Erfassungssysteme bei den Polizeidienststellen einzelner Länder liegen unterschiedliche Angaben zu den Unfällen vor. Im Wesentlichen wurde deshalb darauf geachtet, dass Angaben zur Unfallkategorie, zum Unfalltyp, zur Unfallart, zur Verkehrsbeteiligung, zu den Lichtverhältnissen und zum Wetter erhoben bzw. angefragt wurden.

Die Anfrage umfasste Unfälle im Bereich der Engstelle, aber auch solche für die Bereiche davor und dahinter, um z. B. Auffahrunfälle infolge der Engstelle mit erfassen zu können.

## 6 Datenanalysen, Mess- und Simulationsergebnisse

### 6.1 Allgemeines

Bei der Anwendung bestehender bzw. der Entwicklung von Verfahren zur Bewertung einzelner Aspekte, wie z. B. Verkehrssicherheit, Verkehrsablauf und Ausstattungsqualität des Straßenraums, wurden Analysen durchgeführt, die quantitativ auszuwerten oder qualitativ zu beobachten waren. Das vorliegende Kapitel bezieht sich auf die Analysen, die quantitativ auszuwerten waren. Dies sind Bewertungen im Rahmen der Verkehrssicherheit, der Geschwindigkeitsmessungen sowie des Verkehrsablaufs von Engstellen in Ortsdurchfahrten.

Durch die quantitativen Analysen können erste wesentliche Ergebnisse bei der Bewertung von Engstellen abgeleitet werden. In Kapitel 7 werden diese durch die quantitativ geprägten Analysen ergänzt und anhand von Beispielen belegt.

Resümierend werden im Kapitel 8 Empfehlungen zur Gestaltung von Engstellen in Ortsdurchfahrten gegeben.

## 6.2 Verkehrssicherheit

### 6.2.1 Unfallanalyse

Die Verkehrssicherheit kann durch verschiedene Kenngrößen und Methoden beschrieben und bewertet werden. Für die vorliegende Untersuchung bietet sich die Unfallanalyse nach dem „Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen“ (FGSV, 1998) an. Anhand von Unfalltypen-Steckkarten oder Unfalldiagrammen kann ermittelt werden, wo und wie viele Unfälle sich ereigneten. Dabei können im Ergebnis Unfallhäufungen vorliegen (Kriterien siehe MAS, Kapitel 4). Unfallhäufungen werden in Form einer örtlichen Unfalluntersuchung näher im Hinblick auf strukturelle Gleichartigkeiten analysiert (z. B. Unfalltyp, Lichtverhältnisse, Unfallart, Unfallursache, Uhrzeit etc.). Gleichartige Unfälle weisen häufig darauf hin, dass die bauliche Beschaffenheit der Straße mangelhaft oder die Verkehrsregelung unzulänglich ist (MAS T1).

Unfalldaten wurden in den meisten Engstellen für die Jahre 2005 bis 2007 erhoben, an vier Engstellen konnten nur Unfälle der Jahre 2005 und 2006 erhoben werden.

Auch wenn zu vermuten ist, dass aufgrund der teilweise nicht optimalen bzw. teilweise auch nicht regelwerkskonformen Gestaltungslösungen von Engstellen Unfälle als Folge auftreten können, wurden nur sehr wenige Unfälle in den Engstellen von Ortsdurchfahrten ermittelt.

Insgesamt wurden 90 Engstellen erhoben in 88 Ortsdurchfahrten. Von 27 Engstellen konnten die Unfalldaten nicht verwendet werden, weil sie entweder keine Ortsangaben enthielten (22-mal), zwischenzeitlich umgebaut wurden (zweimal), keinen Bezug zur Engstelle hatten (zweimal) oder kein Datum enthielten (einmal). 39 Engstellen waren unfallfrei. Von den restlichen 63 Engstellen wurden 24 mit Unfällen erhoben.

Bei den insgesamt 63 Engstellen wurden pro Jahr durchschnittlich 29 Unfälle erhoben. Hierbei liegt die mittlere Länge der 63 Engstellen bei ca. 44 m. Als Engstellenlänge wurde die Länge des Bereichs gemessen, in dem durch eine (z. B. bauliche) Einengung der vorhandene Querschnitt die empfohlenen Regemaße (nach RAS 06) deutlich unterschreitet. Für die Auswertung der Verkehrssicherheit von Engstellen wurden auch Unfälle in den Bereichen vor und nach den Engstellen erhoben, um z. B. Auffahrunfälle oder Überschreiten-Unfälle –

die ursächlich infolge der Engstelle zustande kamen – mit zu erfassen. Daher wurde bei den Berechnungen der Unfallkenngrößen zusätzlich jeweils eine Fahrzeuglänge (von 5 m) auf die Engstellenlänge hinzu addiert, um die Längenentwicklung der Auffahrunfälle vor und nach den Engstellen zu berücksichtigen. Tabelle 3 enthält eine Übersicht über die erhobenen Unfalldaten je Engstelle.

Es liegt nur eine Engstelle vor, die als Unfallhäufungsstelle in der 1-Jahreskarte aufgrund von gleichartigen Unfällen auffiel und aus der straßenbauliche Defizite (Mängel) ableitbar sind (vgl. Tabelle 3, Nr. 1 bzw. Anlage 5.1). Die Methode der Unfallanalyse im Sinne der örtlichen Unfalluntersuchung von Unfallhäufungsstellen kann grundsätzlich nur bei Engstellen durchgeführt werden, in denen mehrere Unfälle erhoben wurden. Von den 24 Engstellen, in denen Unfälle vorlagen, wurden nur solche mit 5 oder mehr Unfällen je Untersuchungszeitraum ausgewählt, um eine Unfallanalyse durchzuführen. Insgesamt wurden acht Engstellen ausgewählt. Die acht ausgewählten Engstellen sind in Tabelle 3 grau hinterlegt (vgl. Nr. 9, 29, 41, 42, 43, 49, 71, 85).

Engstelle Nr.	Engstellen Länge [m]	DTV [Kfz/24h]	Unfälle pro Jahr [U/a]	Unfallkosten [UK/a]	Jahresverkehrsleistung [Mio-Kfz-km]	Unfallrate [U/(Mio-Kfz-km)]	Unfallkostenrate [€/(1.000-Kfz-km)]	Unfallkostendichte [1.000 €/(Kfz-km)]
1	50	1.144	0,0	0	20.878	0,0	0,0	0
4	40	3.000	0,0	0	43.800	0,0	0,0	0
5	50	3.500	0,7	4.333	63.875	10,4	67,8	108
6	40	8.177	0,0	0	119.384	0,0	0,0	0
7	90	1.664	0,0	0	54.662	0,0	0,0	0
8	20	1.500	0,0	0	10.950	0,0	0,0	0
9	30	7.638	1,7	10.833	83.636	19,9	129,5	542
10	30	2.785	0,3	2.167	30.496	10,9	71,0	108
11	30	2.601	0,0	0	28.481	0,0	0,0	0
14	90	3.000	0,7	4.333	98.550	6,8	44,0	54
15	40	5.331	0,7	4.333	77.833	8,6	55,7	144
16	20	3.004	0,3	2.167	21.929	15,2	98,8	217
18	30	508	0,0	0	5.563	0,0	0,0	0
19	20	2.500	0,3	2.167	18.250	18,3	118,7	217
20	20	700	0,0	0	5.110	0,0	0,0	0
21	60	1.400	0,7	4.333	30.660	21,7	141,3	87
22	30	16.823	0,0	0	184.212	0,0	0,0	0
26	40	2.000	0,0	0	29.200	0,0	0,0	0
29	20	8.405	1,7	10.833	61.357	27,2	176,6	1.083

Tab. 3: Unfalldaten je Engstelle

Engstelle Nr.	Engstellen Länge [m]	DTV [Kfz/24h]	Unfälle pro Jahr [U/a]	Unfallkosten [UK/a]	Jahresverkehrsleistung [Mio-Kfz-km]	Unfallrate [U/(Mio-Kfz-km)]	Unfallkostenrate [€/(1.000-Kfz-km)]	Unfallkostendichte [1.000 €/(Kfz-km)]
30	20	531	0,0	0	3.876	0,0	0,0	0
31	170	750	0,5	3.250	46.538	10,7	69,8	20
33	30	1.330	0,0	0	14.564	0,0	0,0	0
34	40	807	0,0	0	11.782	0,0	0,0	0
35	60	1.000	0,0	0	21.900	0,0	0,0	0
37	30	1.697	0,0	0	18.582	0,0	0,0	0
39	110	2.000	0,0	0	80.300	0,0	0,0	0
40	70	2.882	0,0	0	73.635	0,0	0,0	0
41	30	5.400	2,0	13.000	59.130	33,8	219,9	650
42	100	7.390	6,0	39.000	269.735	22,2	144,6	433
43	70	8.100	3,0	29.667	206.955	14,5	143,3	494
45	20	2.573	0,0	0	18.783	0,0	0,0	0
46	40	5.225	0,3	2.167	76.285	4,4	28,4	72
47	160	3.900	0,3	2.167	227.760	1,5	9,5	14
48	20	1.850	0,0	0	13.505	0,0	0,0	0
49	60	4.919	2,0	13.000	107.726	18,6	120,7	260
50	30	230	0,0	0	2.519	0,0	0,0	0
51	90	1.700	0,7	14.500	55.845	11,9	259,6	181
52	60	1.200	0,0	0	26.280	0,0	0,0	0
53	30	820	0,0	0	8.979	0,0	0,0	0
54	40	2.285	0,0	0	33.361	0,0	0,0	0
56	110	593	0,0	0	23.809	0,0	0,0	0
57	120	1.512	1,0	62.667	66.226	15,1	946,3	570
58	30	7.468	0,7	4.333	81.775	8,2	53,0	217
59	110	843	0,0	0	33.846	0,0	0,0	0
60	30	3.000	0,0	0	32.850	0,0	0,0	0
61	60	4.500	0,0	0	98.550	0,0	0,0	0
63	50	6.000	0,0	0	109.500	0,0	0,0	0
64	20	404	0,0	0	2.949	0,0	0,0	0
65	80	716	0,0	0	20.907	0,0	0,0	0
67	30	1.133	0,0	0	12.406	0,0	0,0	0
70	30	774	0,0	0	8.475	0,0	0,0	0
71	70	2.346	1,7	24.333	59.940	27,8	406,0	406
72	100	2.346	1,0	6.500	85.629	11,7	75,9	72
75	20	6.823	0,0	0	49.808	0,0	0,0	0
78	40	5.525	0,0	0	80.665	0,0	0,0	0
79	50	3.703	0,5	3.250	67.580	7,4	48,1	81
82	40	1.963	0,0	0	28.660	0,0	0,0	0
83	40	500	0,0	0	7.300	0,0	0,0	0
84	170	1.677	0,3	2.167	104.058	3,2	20,8	14
85	90	11.626	2,0	13.000	381.914	5,2	34,0	163
86	30	1.329	0,0	0	14.553	0,0	0,0	0
87	30	2.300	0,0	0	25.185	0,0	0,0	0
90	20	5.400	0,0	0	39.420	0,0	0,0	0
<b>Summe</b>			<b>29,0</b>	<b>278.500</b>	<b>3.802.869</b>	<b>7,6</b>	<b>73,2</b>	<b>11,3</b>

Tab. 3: Fortsetzung

Die Anlagen 5.1 bis 5.8 enthalten die Auswertungen und Ergebnisse der einzelnen Unfallanalysen. Bei den Analysen dieser Engstellen sind auch die Aspekte eines Sicherheitsaudits (vgl. hierzu die Empfehlungen für das Sicherheitsaudit an Straßen ESAS) berücksichtigt worden. Das Verfahren ist zur Überprüfung von Neu- und Ausbauplanungen vorgesehen und beinhaltet auch eine Prüfung der Verkehrsfreigabe. Das Sicherheitsaudit lässt sich potenziell auch auf den Bestand anwenden. Sicherheitsdefizite wie beispielsweise eingeschränkte Sichtbeziehungen, Konfliktflächen (Nutzungsteilung), Verständlichkeit und Erkennbarkeit der Verkehrsführung etc. können überprüft werden.

Resümierend konnten aus den Unfallanalysen die nachfolgenden Erkenntnisse festgehalten werden. Hierbei ist anzumerken, dass sich die Erkenntnisse und Rückschlüsse auf eine geringe Datengrundlage von Unfällen und auf Einzelfallbeispiele beziehen:

- Bei Engstellen, in denen Pkw-Begegnungsverkehr vorgesehen ist, reicht eine Fahrbahnbreite von 4,00-4,20 m nicht aus, um eine konfliktfreie Begegnung sicherzustellen. Es kommt häufig zu Unfällen im Längsverkehr (Zusammenstoß mit einem Fahrzeug, das entgegenkommt).
- Eine Fahrbahnbreite von 4,40-4,50 m lässt den Begegnungsverkehr von Pkw konfliktfrei zu, jedoch nicht die Begegnungsfälle Pkw/Lkw und Lkw/Lkw. Kommt es zu diesen Begegnungsfällen, müssen Fahrzeuge in Seitenräume ausweichen, die ausreichend dimensioniert sein sollten.
- Eine gute Erkennbarkeit der Fahrbahnbreite und des entgegenkommenden Verkehrs ist auch in der Nacht wichtig (siehe Anlage 5).
- Bei hohem Verkehrsaufkommen liegen häufiger Auffahrunfälle vor (Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet).
- Fahrzeuge, die aus Einmündungen in die Engstelle einbiegen, sind besonders gefährdet, wenn Gebäude fast unmittelbar an der Fahrbahn stehen. Hier sind die Sichtbeziehungen nicht ausreichend, um sicher einbiegen zu können. Ebenso verhält es sich in Engstellen, die aufgrund ihrer Länge oder Kurvigkeit nicht vollständig überblickt werden können.
- In Engstellen in zentraler Lage (mit Einzelhandel) kommt es durch Lieferwagen und Lkw, die laden und liefern, zusätzlich zu Konflikten und ggf. Unfällen.

## 6.2.2 Allgemeine Erkenntnisse aus der Unfalldatenbank

Neben der Auswertung der Unfallanalysen wurden aus dem Kollektiv weitere Erkenntnisse über Unfälle in Engstellen – sowie deren unmittelbarem Zu- und Nachlaufbereich (vgl. Kapitel 6.2.1, Absatz 5) – gewonnen. Die nachfolgenden Auswertungen wurden für alle 63 Engstellen durchgeführt. Die Anzahl der ausgewerteten Unfälle variieren in den einzelnen Auswertungen, da nicht alle Daten je Unfall vorlagen.

Im Bild 67 ist die Unfallhäufigkeit der untersuchten Engstellen dargestellt. Hieraus ist deutlich zu erkennen, dass in knapp der Hälfte der erhobenen Engstellen kein Unfall (pro Jahr) polizeilich gemeldet wird.

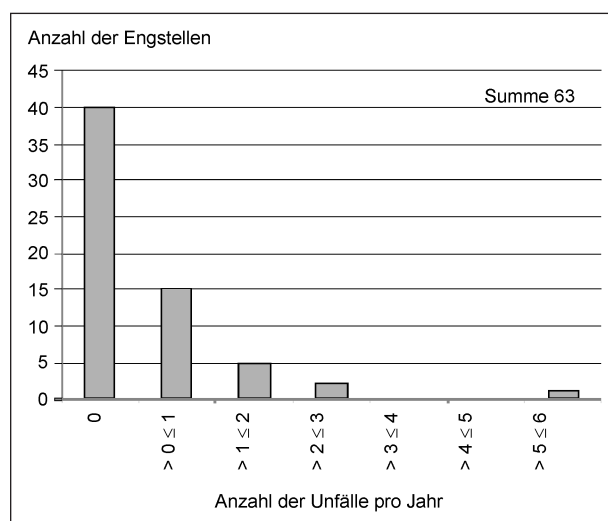


Bild 67: Unfallhäufigkeiten in Engstellen von Ortsdurchfahrten

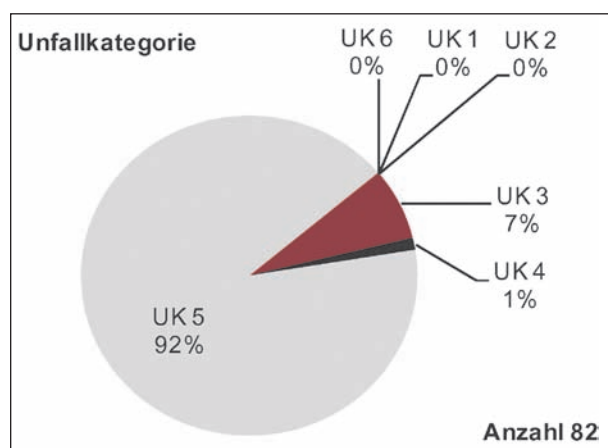


Bild 68: Unfallkategorien von Unfällen in Engstellen von Ortsdurchfahrten

Zu vermuten ist, dass Engstellen deshalb als „verkehrssicher“ gelten könnten. Die mittlere Unfallrate des erhobenen Kollektivs liegt bei 7,6 Unfällen/Mio-Kfz-km; die mittlere Unfallkostenrate bei 73,2 Euro/1.000 Kfz-km (vgl. Tabelle 3).

In 92 % der Fälle ereignen sich in Engstellen ausschließlich Unfälle mit leichtem Sachschaden (Unfallkategorie 5). Unfälle mit Leichtverletzten (Unfallkategorie 3) treten in 7 % der Unfälle auf. Die Unfallkategorien (UK), die in den Engstellen aufgetreten sind, sind in Bild 68 dargestellt. Hierin bedeuten:

UK 1 Unfall mit Getöteten,

UK 2 Unfall mit Schwerverletzten,

UK 3 Unfall mit Leichtverletzten,

UK 4 Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden,

UK 5 Sonstiger Unfall mit Sachschaden,

UK 6 Sonstiger Unfall mit Sachschaden unter Alkoholeinfluss.

## Verkehrsbeteiligung

In 64 % der Fälle sind ausschließlich Pkw an den Unfällen beteiligt, in 20 % der Fälle war ein Lkw beteiligt (vgl. Bild 69). Ein Unfall mit Radfahrerbeteiligung kam in nur einer Engstelle (1 %) vor. Da von diesem Unfall keine Unfallanzeige vorlag, kann hierzu keine weitere Analyse erfolgen.

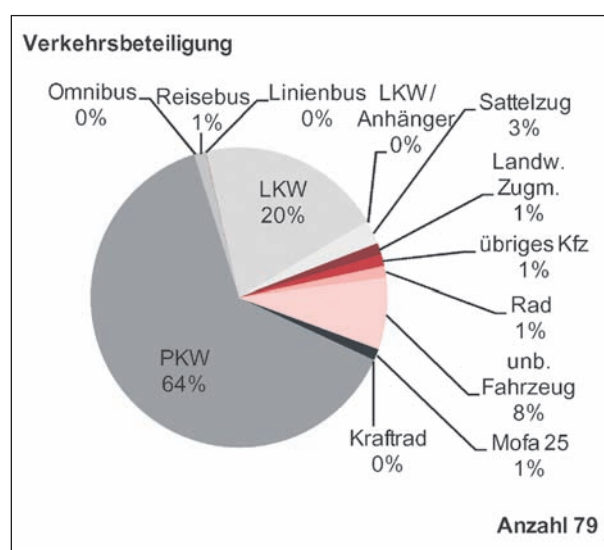


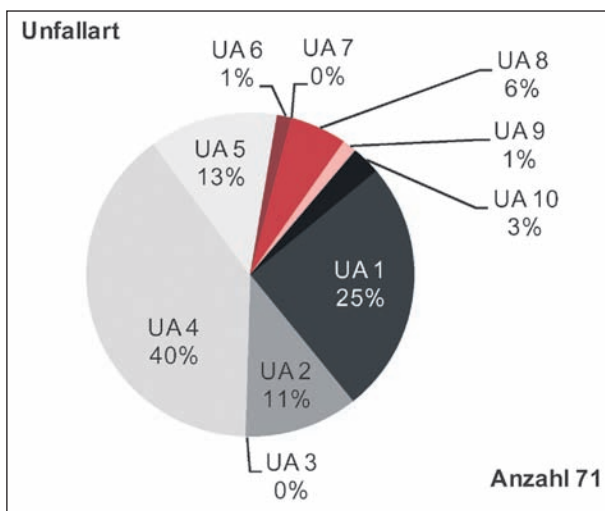
Bild 69: Verkehrsbeteiligung von Unfällen in Engstellen von Ortsdurchfahrten

## Unfallart

In Bild 70 ist die Verteilung der Unfallart von Unfällen in Engstellen von Ortsdurchfahrten dargestellt. Hierin bedeuten:

- UA 1 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anhält o. im ruh. Verkehr steht,
- UA 2 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet,
- UA 3 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt,
- UA 4 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das entgegenkommt,
- UA 5 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt,
- UA 6 Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger,
- UA 7 Aufprall auf ein Hindernis auf der Fahrbahn,
- UA 8 Abkommen von der Fahrbahn nach rechts.

Am häufigsten kommt die Unfallart (UA) 4 „Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das entgegenkommt“ und UA 1 „Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anhält oder im ruhenden Verkehr steht“ vor. Viele Engstellen sind zweistreifig befahrbar, weisen jedoch geringere Querschnittsbreiten als gewohnt auf. Daher kommt es zu Fehleinschätzungen und Unfällen im Begegnungsfall. Diese Aussage unterstreicht auch die nachfolgende Auswertung der Unfalltypen, die in Engstellen auftreten.



**Bild 70:** Unfallart von Unfällen in Engstellen von Ortsdurchfahrten

Die Unfallart 6 „Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger“ tritt nur einmal im Kollektiv auf. Da von dem Unfall keine Unfallanzeige vorlag, konnte keine weitere Analyse erfolgen.

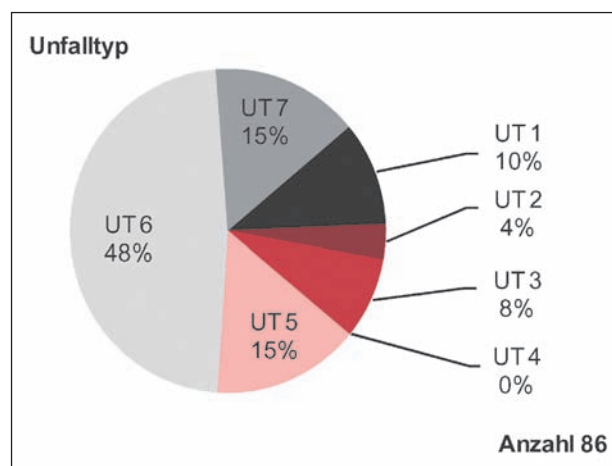
## Unfalltypen

Im Bild 71 ist die Verteilung der Unfalltypen von Engstellen dargestellt. Hierin bedeuten:

- UT 1 Fahr Unfall,
- UT 2 Abbiege-Unfall,
- UT 3 Einbiegen/Kreuzen-Unfall,
- UT 4 Überschreiten-Unfall,
- UT 5 Unfall durch ruhenden Verkehr,
- UT 6 Unfall im Längsverkehr,
- UT 7 Sonstiger Unfall.

Besonders häufig tritt der Unfalltyp 6 „Unfall im Längsverkehr“ auf. Diese Unfälle wurden ausgelöst durch einen Konflikt zwischen Verkehrsteilnehmer, die sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegten. Der hohe Anteil an Unfällen des UT 5 „Unfall durch ruhenden Verkehr“ entspricht ebenfalls den Erkenntnissen aus der Auswertung der Unfallart (UA 1).

Überschreiten-Unfälle (UT 4) traten bei den erhobenen Unfällen in Engstellen nicht auf. Überschreiten-Unfälle bzw. Unfälle mit Fußgängerbeteiligung stellen (aus der Analyse der Unfälle) somit keine Problemlage in Engstellen – einschließlich der Zu- und Nachlaufbereiche – dar.



**Bild 71:** Unfalltypen von Unfällen in Engstellen von Ortsdurchfahrten

## Ausprägung der Unfallumstände

Der Durchschnitt der innerörtlichen Unfälle in Deutschland, die sich in der Nacht ereignen, liegt bei 25 %. In den Engstellen liegen insgesamt 61 Unfälle vor, bei denen die Lichtverhältnisse beschrieben wurden, davon ereigneten sich 18 Unfälle bei Dämmerung oder Dunkelheit (Nacht). Das sind rund 30 % der Unfälle. Somit liegt der Wert leicht über dem Durchschnitt der innerörtlichen Unfälle in Deutschland. Der Durchschnitt der innerörtlichen Unfälle, die sich bei Nässe oder Winterglätte ereignen, liegt bei 30 %. In den Engstellen liegen insgesamt 67 Unfälle vor, bei denen der Straßenzustand beschrieben wurde, hiervon ereigneten sich 37 Unfälle bei Nässe und Glätte. Dieser Anteil (24 %) liegt leicht unter dem Durchschnitt der innerörtlichen Unfälle (s. Tabelle 4). Hieraus kann keine Besonderheit abgeleitet werden.

Ausprägung der Unfallumstände	Ø Engstelle	Ø Innerorts
Dämmerung/Dunkelheit	30 %	25 %
Nässe/Glätte	24 %	30 %

Tab. 4: Ausprägung der Unfallumstände (Nacht, Nässe/Glätte) in Engstellen von Ortsdurchfahrten



Bild 72: Radar-Display, Katalogfoto<sup>5</sup>



Bild 73: Anbringung Radar-Display im Rahmen des Projektes

## 6.3 Geschwindigkeit

### 6.3.1 Vorgehen

Für die Aufzeichnung von Geschwindigkeitsprofilen werden in der Literatur hauptsächlich Nachfolgefahrten, das Einbringen von Detektoren auf die Fahrbahndecke und das Anbringen von mehreren Seitenradargeräten erwähnt. Diese Möglichkeiten erschienen für die zu untersuchenden Engstellen für die zu untersuchenden Engstellen nicht praktikabel, da sie entweder einen zu großen Aufwand bedeuteten oder auf die Örtlichkeiten nicht anwendbar waren.

Nach Rücksprache mit Herstellern von unterschiedlichen Geschwindigkeitsmessgeräten wurde der Einsatz eines Radar-Displays als zweckmäßig im Sinne der Aufgabenstellung angesehen. Dieses Gerät dient normalerweise der Verkehrsaufklärung und zeigt die aktuelle Geschwindigkeit des sich nähernden Fahrzeugs an. Dabei wird die Geschwindigkeit in beiden Fahrtrichtungen permanent in 5/6-Sekunden-Intervallen gemessen und gespeichert. Je nach Wunsch kann das Gerät auch so eingestellt werden, dass es je Fahrzeug die Geschwindigkeiten in einer bestimmten Entfernung speichert. Um eine Beeinflussung des Geschwindigkeitsverhaltens zu vermeiden, wurde bei den Messungen in den Engstellen auf die zugehörige Anzeige verzichtet und die LED-Anzeige ausgeschaltet (Bild 72 und Bild 73).

Zusätzlich kam ein Seitenradar zum Einsatz, welches punktuell die Fahrzeuge einer Fahrtrichtung zählt und gleichzeitig deren Geschwindigkeit und Länge aufzeichnet.

Die Entscheidung über die Anbringung und Einstellung der Geräte wurde an jeder Engstelle in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten individuell getroffen. Hierauf hatten die Standorte von Schilder- oder Laternenmasten, die man zur Befestigung solcher Geräte benötigt, den größten Einfluss. Außerdem war zu berücksichtigen, inwieweit hervorstehende Gebäude, Bepflanzungen oder parkende Fahrzeuge den Radarstrahl des Displays behinderten. Auf die Aufstellung des Radar-Displays auf einem Stativ wurde bewusst

<sup>5</sup> [www.impact-online.de](http://www.impact-online.de)

verzichtet, da dies räumlich zu ausladend und zudem zu auffällig war (Bild 74).

Die Messorte wurden mit ihren Entfernungen zueinander und vor allem ihren Entfernungen zur Engstelle festgehalten, um später eine genaue Zuordnung der gefahrenen Geschwindigkeiten innerhalb der Örtlichkeit vornehmen zu können. Hierbei war es von Bedeutung, vor Beginn der Messungsaufzeichnung die Displayanzeige einzuschalten und festzuhalten, an welcher Stelle die Fahrzeuge im Mittel zum ersten Mal erfasst wurden.



Bild 74: Anbringung Seitenradar im Rahmen des Projektes

### 6.3.2 Auswertung

Die Daten des Seitenradars konnten direkt in ein Diagramm, welches die Häufigkeiten der Geschwindigkeiten angibt, überführt werden (Bild 75).

Bei der Auswertung der Daten des Geschwindigkeitsdisplays waren einige Besonderheiten zu beachten. So wurden beispielsweise große Fahrzeuge (Transporter, Lkw) schon in weiterer Entfernung erfasst als Pkw. Außerdem konnte die Anzahl von in Kolonne fahrenden Fahrzeugen nicht bestimmt werden. Zur Auswertung der Daten wurden so einige Rechenschritte erforderlich. Bei Zeitlücken  $\geq 2$  Sekunden zwischen zwei Messungen wird angenommen, dass es sich um ein neues Fahrzeug handelt, daher wird an dieser Stelle die Entfernung zum Messort (Display) gleich null gesetzt. Mit Hilfe der in 5/6-Sekunden-Intervallen gemessenen Geschwindigkeit können der je Intervall zurückgelegte Weg und die Gesamtentfernung zum Display berechnet werden (Addition bei den Fahrzeugen, die auf das Display zufahren, Subtraktion bei den Fahrzeugen, die sich vom Display entfernen):

$$d_{\text{neu}} = d_{\text{vor}} \pm v \cdot \frac{5}{6} / 3,6$$

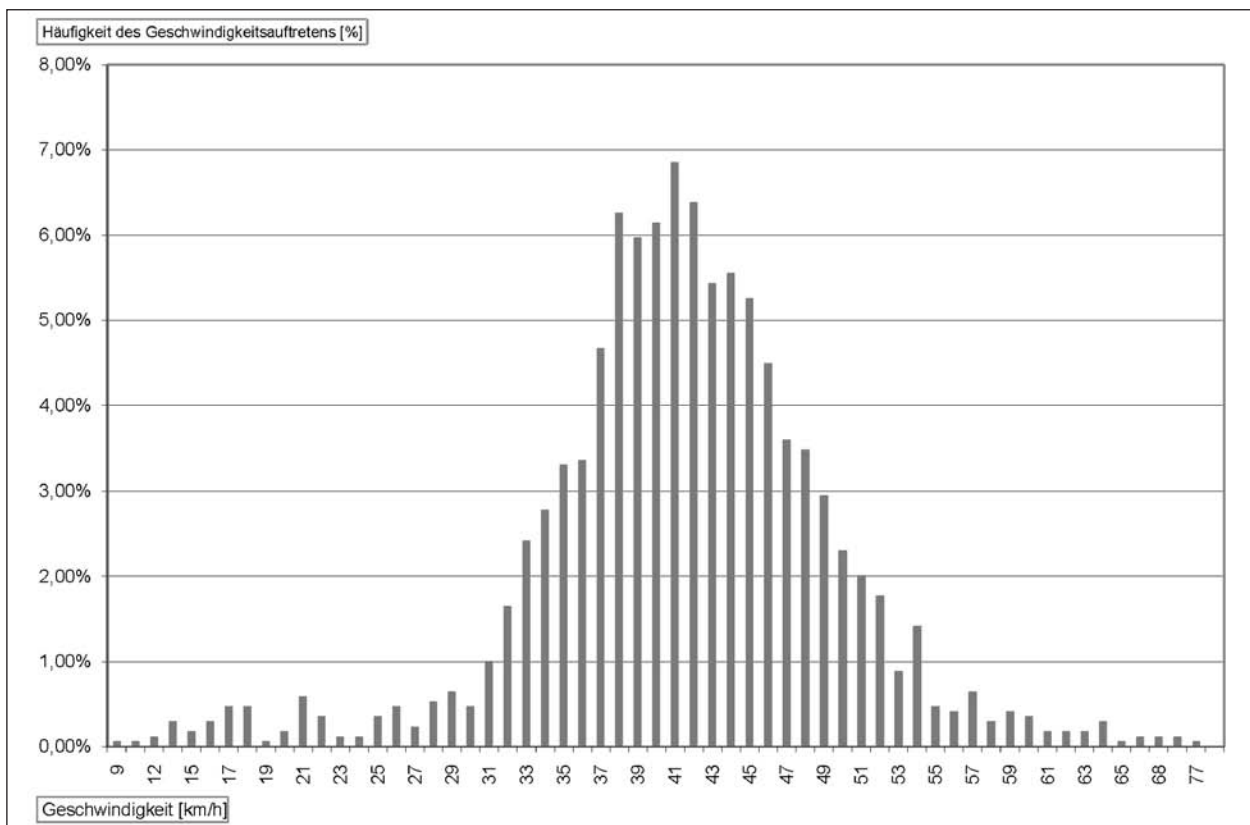


Bild 75: Daten; Seitenradar

$d_{\text{neu}}$  [m]: Entfernung des neuen Fahrzeugs zum Messort

$d_{\text{vor}}$  [m]: Entfernung des vorausfahrenden Fahrzeugs zum Messort

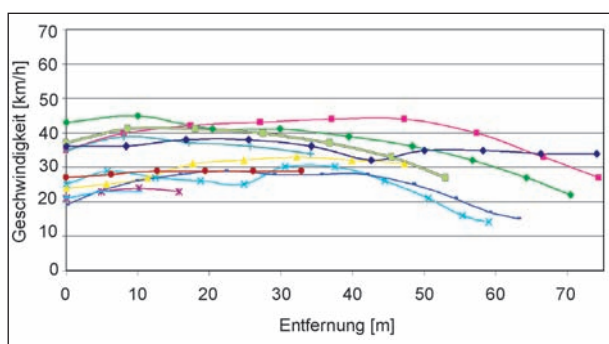
$v$  [km/h]: Geschwindigkeit des neuen Fahrzeugs

Sobald die Gesamtentfernung vom Display größer als die vor Ort gemessene Entfernung der Ersterfassung war, musste von einer Kolonnenfahrt ausgegangen werden und die folgenden Werte wurden von der Auswertung ausgenommen. Anschließend konnte ein Diagramm über alle verbleibenden Geschwindigkeit-Entfernung-Datenpaare erstellt werden.

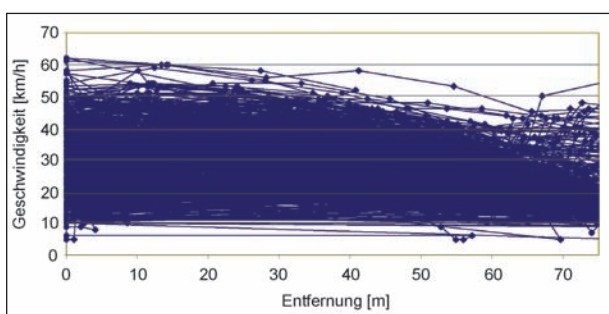
Zunächst wurde für jedes Fahrzeug ein Geschwindigkeitsprofil angelegt (Bild 76). Die Entfernung [m] entspricht der Entfernung zum Messgerät. Als Diagramm über alle erfassten Fahrzeuge wurde diese Darstellung allerdings zu unübersichtlich und konnte daher nicht verwendet werden (Bild 77).

Daraufhin wurde die Darstellung dahingehend geändert, dass nur die einzelnen Datenpunkte und ein Profil über die  $v_{15}$ ,  $v_{50}$  und  $v_{85}$  aller gefahrenen Geschwindigkeiten je Entfernungspunkt abgebildet wurden (Bild 78).

Zusätzlich wird in weiteren Auswertungsschritten die Anzahl der Datenreihen extrahiert, die auf eine



**Bild 76:** Geschwindigkeitsprofil je Fahrzeug – am Beispiel von 12 Fahrzeugen



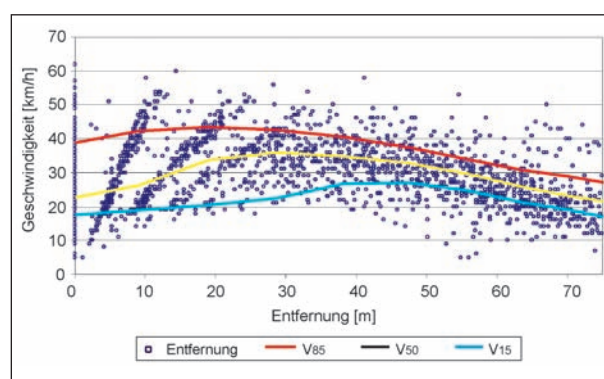
**Bild 77:** Geschwindigkeitsprofil je Fahrzeug – Gesamtanzahl

komplette Durchfahrt der Engstelle durch ein und dasselbe Fahrzeug hindeuteten. Im Vergleich mit den Daten des Seitenradars kann so eine Aussage darüber getroffen werden, welcher Anteil der Fahrzeuge, die während der Messung die Engstelle passierten, vollständig vom Display erfasst wurde. Dadurch wird auch der Anteil der Fahrzeuge, die während ihrer kompletten Engstellendurchfahrt zu schnell fahren, bestimmbar. In Anlage 6 ist die Auswertung beispielhaft an zwei Orten dargestellt.

Die Aufnahme der Geschwindigkeiten erfolgte in 17 Engstellen mit Hilfe des Seitenradars und in 11 Engstellen mit Hilfe des Radar-Displays. In allen Engstellen mit Geschwindigkeitsmessung beträgt der DTV weniger als 8.000 Kfz/Tag.

Die Auswertung der Geschwindigkeitsmessung aller untersuchten Engstellen mit Hilfe des Seitenradars ergab, dass 85 % der Verkehrsteilnehmer langsamer als 43,4 km/h in Engstellen fahren. Bei einer Unterscheidung der  $v_{\text{zul}}$  von 30 km/h und 50 km/h fällt auf, dass  $v_{\text{zul}} = 30$  km/h in allen untersuchten Engstellen überschritten wird;  $v_{\text{zul}} = 50$  km/h wird dagegen in fast allen Engstellen deutlich unterschritten. Die mittlere Geschwindigkeit von 85 % der Verkehrsteilnehmer bei  $v_{\text{zul}} = 30$  km/h beträgt 40,9 km/h; bei  $v_{\text{zul}} = 50$  km/h im Mittel 45,8 km/h (Tabelle 5).

Die Differenz der gemittelten  $v_{85}$  beträgt somit weniger als 5 km/h. Das lässt darauf schließen, dass



**Bild 78:** Einzelne Datenpunkte und Geschwindigkeitsprofile

	$v_{\text{zul}} = 30$ km/h	$v_{\text{zul}} = 50$ km/h	Mittelwert
gemessene $v_{85}$ [km/h]	40,9	45,8	43,4
Anzahl Engstellen [-]	9	8	17

**Tab. 5:** Gemessene  $v_{85}$  für alle Engstellen, unterschieden nach der zulässigen Höchstgeschwindigkeit



die jeweilige Gestaltung der Engstelle für die Geschwindigkeit ausschlaggebend ist. Folgend werden einige Gestaltungsarten auf das Geschwindigkeitsverhalten untersucht.

Bei Betrachtung der Geschwindigkeitsmessung aller Fahrzeuge an 5 Engstellen ohne Begegnungsverkehr fällt auf, dass bei  $v_{zul} = 30$  km/h schneller gefahren wird als bei  $v_{zul} = 50$  km/h. Die Geschwindigkeitsdifferenz liegt jedoch bei weniger als 4 km/h (vgl. Tabelle 6). Bei einer mittleren Geschwindigkeit von 42,4 km/h entspricht das einer Abweichung von weniger als 5 %.

Das Ergebnis, dass bei den untersuchten Engstellen  $v_{zul} = 30$  km/h schneller gefahren wird als bei  $v_{zul} = 50$  km/h, kann einerseits an dem geringen Stichprobenumfang liegen, andererseits unterstützt es die Aussage, dass die Geschwindigkeit den örtlichen Gegebenheiten angepasst wird.

Anhand der Geschwindigkeit-Entfernung-Datenpaare des Radar-Display-Messgerätes (11 untersuchte Engstellen) wurde bei Engstellen ohne Begegnungsverkehr ermittelt, welche Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen vor der Engstelle und in der Engstelle sowie in der Engstelle und nach der Engstelle auftreten. In allen fünf Engstellen ohne Begegnungsverkehr wird vor der Engstelle die Geschwindigkeit im Mittel um 5,6 km/h reduziert und nach der Engstelle die Geschwindigkeit um 4,7 km/h erhöht. Das entspricht einer Änderung der Geschwindigkeit vor und nach der Engstelle von ca. 11 %. Bei Engstellen mit Begegnungsverkehr (sowohl Pkw/Pkw-Begegnungen als auch Lkw/Lkw-Begegnungen) konnten lediglich eine Minderung der Geschwindigkeit von 1,5 km/h vor der Engstelle und eine Erhöhung von 1,7 km/h nach der Engstelle festgestellt werden. Hieraus ist erkennbar, dass Engstellen ohne Begegnungsverkehr eher eine Geschwindigkeitsreduzierung zur Folge haben als Engstellen mit Begegnungsverkehr.

Insgesamt konnte in zwei von den 17 bereisten Engstellen mit Hilfe des Radar-Displays eine  $v_{85}$  größer

	$v_{zul} = 30$ km/h	$v_{zul} = 50$ km/h	Mittelwert
gemessene $v_{85}$ [km/h]	44,3	40,5	42,4
Anzahl Engstellen [-]	3	2	5

**Tab. 6:** Gemessene  $v_{85}$  für Engstellen ohne Begegnungsverkehr unterschieden nach der zulässigen Höchstgeschwindigkeit

als 50 km/h festgestellt werden. Betrachtet man diese Engstellen genauer, so fällt Folgendes auf: In der einen Engstelle ist eine Fahrbahnbreite von 4,50 m vorhanden, aber der überfahrbare Seitenraum, (der nur durch eine Markierung abgetrennt ist) ist zusätzlich 2,40 m breit. Somit ist sogar ausreichend Platz für einen Begegnungsverkehr zweier Lkw vorhanden, ohne dass eine Geschwindigkeitsreduzierung stattfinden muss. Die andere Engstelle mit einer  $v_{85}$  größer als 50 km/h ist kurz, weist einen geringen DTV auf und die Linienführung ist zudem gerade, wodurch eine lange Strecke gut eingesehen werden kann. Diese Kombinationen sind dementsprechend nicht zur Geschwindigkeitsdämpfung geeignet. In allen weiteren 15 Engstellen mit Geschwindigkeitsmessungen konnten Geschwindigkeiten von rund 10 km/h weniger festgestellt werden. Dementsprechend lässt sich festhalten, dass Engstellen im Allgemeinen nicht zu unerwünscht hohen Geschwindigkeiten führen.

Eine Unterscheidung der Geschwindigkeiten zwischen den Ausbildungsarten

- Ausbildung mit Hochbord,
- Ausbildung mit Flachbord,
- höhengleiche Ausbildung mit Markierung,
- höhengleiche Ausbildung mit Rinne und
- höhengleiche Ausbildung ohne gliedernde Elemente

in den Engstellen lässt erkennen, dass in Engstellen mit höhengleicher Ausbildung langsamer gefahren wird als in Engstellen mit Borden (Tabelle 7).

Eine Ausnahme bildet hierbei die höhengleiche Ausbildung, die nur mit einer Markierung die unter-

Ausbildung	$v_{85}$ [km/h]	Anzahl Engstellen [-]
Hochbord	43,7	7
Flachbord	45,2	5
Höhengleich mit Markierung	47,7	2
Höhengleich mit Rinne	33,4	2
Höhengleich ohne gliedernde Elemente	33,8	1
Alle Ausbildungsarten	43,4	17

**Tab. 7:** Gemessene  $v_{85}$  für Engstellen mit unterschiedlichen Ausbildungsarten



**Bild 79:** Höhengleiche Ausbildung mit Rinne als gliederndes Element



**Bild 81:** Ausbildung mit Markierung als zusätzliches gliederndes Element



**Bild 80:** Höhengleiche Ausbildung ohne gliedernde Elemente

schiedlichen Bereiche separiert. Eine höhengleiche Ausbildung mit Markierung verleitet zu einer schnelleren Fahrweise, da die Markierung die Fahrbahn breiter wirken lässt und bei Überfahrt der Markierung eine zügige Linienführung erreicht wird. Bei einer höhengleichen Ausbildung mit Rinne (Bild 79) wird im Gegensatz zu der Markierung aufgrund des Belagwechsels eine spürbare Reduzierung der Geschwindigkeit erreicht.

Höhengleiche Ausbildungen ohne gliedernde Elemente können zu einer Geschwindigkeitsreduktion führen, wenn die Engstelle durch eine hohe Nutzung der Fußgänger beansprucht wird und diese erkennbar ist (Bild 80).

In den betrachteten Engstellen mit Borden wird ~11 km/h schneller gefahren als in einer Engstelle mit höhengleicher Ausbildung ohne gliedernde Elemente und in den zwei Engstellen mit höhengleicher Ausbildung mit gliederndem Element. Von einer höhengleichen Ausbildung mit Markierung als

gliederndes Element kann abgeraten werden, da die Markierung von Fahrzeugführern überfahren wird ohne dass die Geschwindigkeit verringert werden muss. Keine Geschwindigkeitsreduktion konnte bei einer Fahrbahnverengung durch Markierung (Bild 81) festgestellt werden. Diese Engstelle wurde der höhengleichen Ausbildung mit Markierung in Tabelle 7 zugeordnet.

## 6.4 Verkehrsablauf

### 6.4.1 Allgemeines

Anhand der Verkehrsbeobachtungen vor Ort ließen sich keine Störungen des Verkehrsablaufes erkennen. Die gemeldeten Engstellen weisen durchweg Belastungen auf, die geringe bis sehr geringe Auslastungen zur Folge haben. Dieses gilt sowohl für die Engstellen mit als auch ohne Begegnungsverkehr.

Während im Kapitel 7 weitere „weiche“ Kriterien zur Beurteilung des Verkehrsablaufes behandelt werden, die aus den Beobachtungen abzuleiten sind, werden im Folgenden die Belastungsgrenzen für einstreifige Verkehrsführungen in Engstellen ermittelt. Mit einer solchen Regelung könnte möglicherweise der Großteil der gemeldeten Engstellen betrieben werden, sodass sich Potenziale zur Erweiterung der Seitenräume ergeben würden.

In vielen der betrachteten Engstellen nimmt die Fahrbahn einen sehr großen Teil der Straßenraumbreite ein, während die Anlagen für den Fußgängerverkehr entweder schmal oder gar nicht vorhanden sind. Selten nur findet man Engstellen, in denen der Verkehr ohne Begegnungsverkehr geführt wird. Dadurch warf sich die Frage auf, welche

Einsatzgrenzen für eine Führung des motorisierten Verkehrs ohne Begegnungsverkehr in der Engstelle definiert werden können. Eine entsprechende Recherche ergab, dass in den 80er Jahren ein Simulationsprogramm erarbeitet wurde (FGSV, 1995), das den Verkehrsablauf an ein- bis zweispurigen Engstellen nachbildet, um die Einsatzgrenzen zu ermitteln. Auf Grund der fortschrittlicheren Technik seit den 80er Jahren wurden die Einsatzgrenzen erneut mit Hilfe eines auf dem neusten Stand der Technik EDV-basierten Berechnungsverfahrens ermittelt.

#### 6.4.2 Berechnungsverfahren

Als EDV-basiertes Berechnungsverfahren wurde die Mikroskopische Verkehrssimulation gewählt. Bei einer Mikroskopischen Verkehrssimulation wird der Verkehrsfluss durch Berechnung des Verhaltens einzelner Fahrzeuge modelliert. Straßennetze mit relevanten Streckeneigenschaften können abgebildet werden. Die Simulation ermöglicht eine Prognose der Verkehrsqualität. Detaillierte Aussagen über den Verkehrsverlauf können durch Einzelfahrzeugbetrachtung gewonnen werden. Alle relevanten verkehrlichen Kenngrößen (Verkehrsstärken und -dichten, Geschwindigkeiten, Warte- bzw. Verlustzeiten, Staulängen usw.) sind mit der Mikroskopischen Verkehrsflusssimulation ermittelbar (FGSV, 2006B).

Für die Mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufs im Bereich von Engstellen ohne Begegnungsverkehr wurde das Programmsystem VIS-SIM (Version 5.10) eingesetzt. Das Programmsystem ermöglicht es, den Verkehrsablauf unter verschiedenen Randbedingungen, wie z. B. Fahrstreifenaufteilung, Verkehrszusammensetzung oder Verkehrsregelung, zu simulieren. Die Fahrzeuge werden dabei an definierten Querschnitten, in zufälligen zeitlichen Abständen und in zufälliger Reihenfolge in das Straßennetz eingespeist. Den einzelnen Fahrzeugen werden charakteristische Eigenschaften, wie z. B. Wunschgeschwindigkeiten oder Beschleunigungsvermögen, zugeteilt. Die Verteilungen für diese Eigenschaften werden vorab für verschiedene Fahrzeugarten festgelegt. Durch diese Verteilungen stellt sich der Verkehrsablauf als ein zufälliger Prozess dar, der wie in der Realität von unterschiedlichen Verhaltensweisen der Fahrer und ebenso den unterschiedlichen Eigenschaften der von ihnen gesteuerten Fahrzeuge geprägt ist.

#### 6.4.3 Vorgehensweise

##### Allgemeines

Als Basismodell für die mikroskopische Simulation dienten zwei Ortsdurchfahrten mit einer Engstelle ohne Begegnungsverkehr, die im Rahmen der Erhebung bereitgestellt wurden. Die ermittelten Kennwerte der Basismodelle sind in Tabelle 8 dargestellt.

An der mittleren Geschwindigkeit für Engstellen ohne Begegnungsverkehr (Tabelle 6) wurde das Basismodell kalibriert. Die Kalibrierung wurde an der Geschwindigkeitsmessung vorgenommen, da ein umfangreiches Datenmaterial hierzu vorlag. Anschließend wurden die ermittelten charakteristischen Eigenschaften aus dem Basismodell in die Simulationsmodelle implementiert. Anhand der Kalibrierung wurde das Fehlermaß der Simulationsläufe ermittelt und die Genauigkeit der Modelle berechnet. Zum Schluss erfolgte die Auswertung.

##### Simulationsmodelle

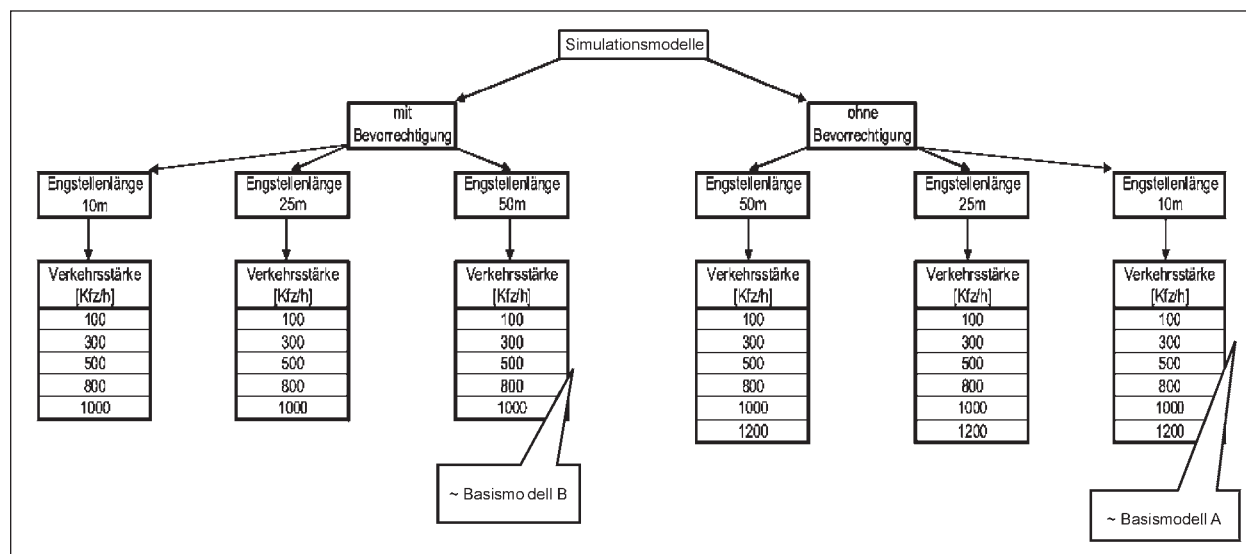
Der in dem Basismodell nachgebildete Bereich umfasst die Engstelle und Zufahrtslängen von 500 m, sodass im Untersuchungsbereich realistische Verkehrsabläufe simuliert werden können. Die Simulationsmodelle wurden ebenso mit einer Engstelle und Zuläufen von 500 m modelliert. Hierbei wurde untersucht, bis zu welcher Verkehrsstärke mit den Unterscheidungen

- Verkehrsregelungen
  - ohne Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes und
  - mit Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes (Zeichen 208 und 308 nach StVO) und
- Engstellenlängen von
  - 10 m,
  - 25 m und
  - 50 m

einspurig geregelt werden können.

Basismodell [-]	Engstellenlänge [m]	Bevorrechtigung [-]	DTV [Kfz/Tag]	SV [%]
A	14	ohne	2.880	2,0
B	50	mit	6.100	5,7

Tab. 8: Kennwerte der Basismodelle

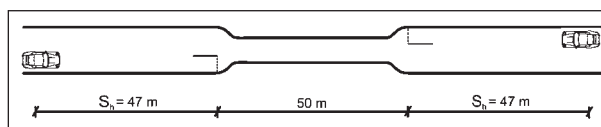


**Bild 82:** Unterscheidung der Simulationsmodelle

In Bild 82 sind die unterschiedlichen Simulationsmodelle schematisch dargestellt.

Als minimale Engstellenlänge wurden 10 m entsprechend der kürzesten Engstellenlänge, die erhoben wurde, angesetzt. Als Maximalwert für eine lineare Engstelle ohne Signalisierung wurde 50 m gewählt. Begründet wird dies darüber, dass ein Fahrzeug, das sich der Engstelle aus der Gegenrichtung nähert, rechtzeitig gesehen werden muss, damit ein Halt vor der Engstelle gewährleistet wird. Damit ein Fahrzeug rechtzeitig gesehen wird und ihm Vorrang gegeben werden kann, muss es in einem Abstand von ca. 144 m erkannt werden können (Bild 83). Diese Sichtweite ergibt sich aus der doppelten Haltesichtweite bei  $v_{zul} = 50$  km/h von  $S_h = 47$  m (FGSV, 2006A) sowie der Engstellenlänge selbst. Engstellenlängen, die länger sind als 50 m, sollten dementsprechend aufgrund der sehr langen (erforderlichen) Sichtweite nicht empfohlen werden. Um detailliertere Aussagen zu den Ergebnissen zwischen einer punktuellen Engstelle und einer langen linearen Engstelle zu erhalten, wurden ebenfalls Simulationen für eine Engstellenlänge von 25 m durchgeführt.

Die Simulationsmodelle mit Bevorrechtigung wurden mit Verkehrsstärken bis 1.000 Kfz/h durchgeführt, ohne Bevorrechtigung bis 1.200 Kfz/h. Die unterschiedliche Begrenzung der Verkehrsstärke wurde anhand der auftretenden Verlustzeiten bestimmt. Die Verlustzeit eines Verkehrsstroms ohne Bevorrechtigung war geringer als mit einer Bevorrechtigung, sodass weitere Simulationsläufe mit zusätzlichen 200 Kfz/h notwendig waren, um ca. die annähernd gleiche Verlustzeit zu ermitteln.



**Bild 83:** Erforderliche Sichtweite bei Engstellen ohne Begegnungsverkehr

Der Schwerververkehrsanteil wurde bei den Simulationsmodellen zu 5 % und die Fahrstreifenbreite zu 3,50 m in der Einengung gesetzt.

### Kalibrierung und Fehlermaß

In einer Veröffentlichung (FGSV, 2006B) ist folgende Definition gegeben: „Unter Kalibrierung wird das Einstellen der Modellparameter verstanden.“ Ziel der Kalibrierung ist es, die Parameter des Simulationsmodells so anzupassen, dass die Simulation hinreichend genau reale Verhältnisse wiedergibt. Das Simulationsmodell wurde hier an der mittleren Geschwindigkeit für Engstellen ohne Begegnungsverkehr kalibriert. Für Engstellen ohne Begegnungsverkehr wurde eine  $v_{85}$  von 42,4 km/h ermittelt.

Für die  $v_{85}$  in der Engstelle der nachgebildeten Ortschaften (42,4 km/h) liegt der mittlere Fehler zwischen den simulierten und den gemessenen Geschwindigkeiten bei -0,50 km/h und +1,50 km/h. Dies entspricht einem prozentualen mittleren Fehler von -1,16 % für Ort A und +3,56 % für Ort B (Tabelle 9). Die Geschwindigkeitsabweichung der nachgebildeten Ortschaften liegt unter 5 %, was eine gute Übereinstimmung darstellt (FGSV, 2006B).

Ort	v <sub>85</sub> in der Engstelle		
	v <sub>gemessen</sub> [km/h]	v <sub>simuliert</sub> [km/h]	Abweichung [%]
A	42,4	41,9	-1,16
B		43,9	3,56

Tab. 9: Fehlermaß der nachgebildeten Ortschaften

Die Implementierung der charakteristischen Eigenschaften der nachgebildeten Ortschaften in die Simulationsmodelle ergab zwischen den simulierten und den gemessenen Geschwindigkeiten einen mittleren Fehler zwischen -4,48 km/h und +2,71 km/h. Dies entspricht einem prozentualen mittleren Fehler von -11,42 % und +6,39 %.

Die bereiten Ortsdurchfahrten, anhand derer das Basismodell nachgebildet wurde, weisen einen geringen DTV auf (vgl. Tabelle 8). Berücksichtigt man dies und betrachtet nur die Simulationsmodelle mit einer Verkehrsbelastung bis 800 Kfz/h, liegt der mittlere Fehler zwischen -2,29 und +2,71 km/h. Dies entspricht einem mittleren prozentualen Fehler von -5,40 % und +6,39 %. Bildet man den Mittelwert der Geschwindigkeiten über alle simulierten Engstellen, ergeben sich eine Geschwindigkeitsdifferenz von 0,21 km/h und ein mittlerer prozentualer Fehler von 0,50 %. Hiermit ist eine Abweichung unter 5 % gewährleistet, was heißt, dass das Simulationsmodell mit der Realität gut übereinstimmt.

### Genauigkeit der Simulation

Ein einziger Simulationslauf kann ein falsches Ergebnis liefern (FGSV, 2006B). Um dies zu vermeiden und um eine Aussage über die Streuung des Simulationsergebnisses zu erhalten, müssen mehrere Simulationsläufe durchgeführt werden. Die notwendige Anzahl der Simulationsläufe ist vom Mittelwert und von der Streuung der betrachteten Kenngrößen sowie von der gewünschten Genauigkeit und statistischen Sicherheit der Aussage abhängig. Aufgrund der Vielzahl der Simulationsmodelle wurden jeweils fünf Simulationsläufe pro Simulationsmodell gewählt. Für ein angestrebtes Signifikanzniveau von 90 % bei fünf Simulationsläufen je Simulationsmodell, wurde die Genauigkeit eines jeden Simulationslaufes anhand der Verlustzeit berechnet. Das bedeutet, dass für alle untersuchten Varianten die getroffene Aussage mit 90 % Wahrscheinlichkeit innerhalb des Wertebereichs der errechneten Genauigkeit liegt.  $\frac{3}{4}$  der Simulationsmodelle weisen eine Genauigkeit unter sechs Sekunden

auf. Die Simulationsmodelle mit geringer Verkehrsstärke sind dabei stabiler als Simulationsmodelle mit hoher Verkehrsstärke. Das liegt unter anderem daran, dass die Wahrscheinlichkeit, dass bei einer höheren Verkehrsstärke zwei Fahrzeuge aufeinander warten müssen, stärker streut als bei geringen Verkehrsstärken, da diese in zufälligen Abständen auf die Engstelle zufahren. Das Ereignis spiegelt auch die Genauigkeit der Simulationsmodelle wider.

### 6.4.4 Darstellung der Simulationsergebnisse

Die Simulationsmodelle wurden anhand der Verlustzeit, der 95%igen Staulänge und der Halterate untersucht. Die Verlustzeit entspricht dem Zeitverlust gegenüber der freien Durchfahrt. Die Ergebnisse werden im Folgenden zwischen mit Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes und ohne Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes unterschieden.

Um die tabellarisch gelisteten Ergebnisse (Tabelle 10 und Tabelle 11) zu verdeutlichen, wird im weiteren Verlauf auf die einzelnen Kriterien eingegangen.

Bild 84 sowie Bild 85 zeigen die Verlustzeit in Abhängigkeit der Verkehrsstärke. Alle Kurven nähern sich (für jede Engstellenlänge) einer exponentiellen

Verkehrsstärke [Kfz/h]	Länge [m]	Verlustzeit [s]	Staulänge [m]	Halterate [-]
100	50	1,40	0,00	0,06
300	50	4,20	2,60	0,24
500	50	6,90	16,95	0,35
800	50	17,98	60,40	0,59
1.000	50	35,75	139,50	0,76
1.200	50	63,30	392,45	0,86
100	25	1,80	0,00	0,04
300	25	3,05	0,00	0,11
500	25	4,90	15,30	0,22
800	25	11,80	45,10	0,47
1000	25	23,00	110,15	0,68
1200	25	46,90	291,05	1,14
100	10	1,00	0,00	0,01
300	10	2,25	0,00	0,04
500	10	3,45	0,00	0,09
800	10	9,75	41,10	0,18
1.000	10	19,40	128,10	0,55
1.200	10	45,70	225,40	1,57

Tab. 10: Verlustzeit, Staulänge und Halterate der simulierten Modelle ohne Bevorrechtigung eines Verkehrstromes

Verteilung an. Die Verlustzeiten sind bei niedrigen Verkehrsbelastungen gering. Die Differenzen der

Verkehrsstärke [Kfz/h]	Länge [m]	Verlustzeit [s]	Staulänge [m]	Haltrate [-]
100	50	0,90	0,00	0,04
300	50	4,00	9,10	0,23
500	50	9,80	29,70	0,51
800	50	25,70	103,00	0,87
1.000	50	54,40	230,90	1,29
100	25	1,80	0,00	0,04
300	25	3,80	15,60	0,23
500	25	7,60	29,40	0,47
800	25	21,40	87,90	0,81
1.000	25	48,30	179,45	1,37
100	10	1,00	0,00	0,04
300	10	2,40	0,00	0,11
500	10	4,50	9,10	0,27
800	10	10,60	39,60	0,61
1.000	10	28,00	115,60	1,49
1.200	10	104,80	480,50	7,24

Tab. 11: Verlustzeit, Staulänge und Haltrate der simulierten Modelle mit Bevorrechtigung eines Verkehrsstromes

Verlustzeit zwischen den einzelnen Engstellenlängen steigen mit zunehmender Verkehrsstärke. Das heißt, bei Engstellen mit einer geringen Verkehrsbelastung hat die Länge nur eine geringe Auswirkung auf die Verlustzeit. Bei mehr als 900 Kfz/h (ohne Bevorrechtigung) bzw. 800 Kfz/h (mit Bevorrechtigung) steigt die Verlustzeit rapide an. Eine kleine Veränderung der Verkehrsstärke kann die Verlustzeit stark beeinflussen. Daraus folgt, dass Engstellen ohne Begegnungsverkehr und ohne Bevorrechtigung einer Verkehrsrichtung – allerdings zunächst nur unter Beachtung der sich ergebenden Verlustzeit – bis zu einer Verkehrsbelastung von 900 Kfz/h und Engstellen ohne Begegnungsverkehr und mit einer Bevorrechtigung bis 800 Kfz/h abgewickelt werden können. Darüber hinaus werden die Abweichungen der Verlustzeit bei geringer Zunahme der Verkehrsstärke gravierender.

Die Staulänge, die zu 95 % nicht überschritten wird, verhält sich konform zu der Verlustzeit. Steigt die Verlustzeit stark an, nimmt die Staulänge ebenfalls rapide zu. Die erreichten Staulängen in Abhängigkeit der Verkehrsstärke sind Bild 86 und Bild 87 zu entnehmen.

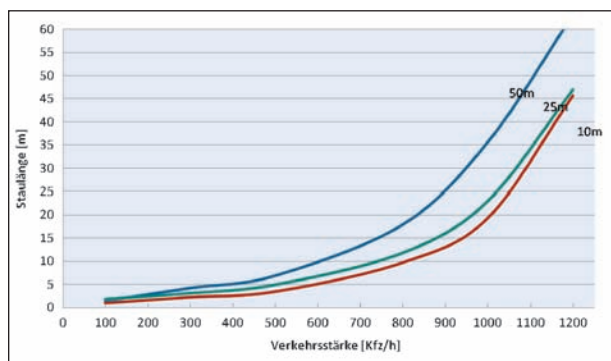


Bild 84: Verlustzeit in Abhängigkeit der Verkehrsstärke ohne Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes für Engstellenlängen von 10 m, 25 m und 50 m

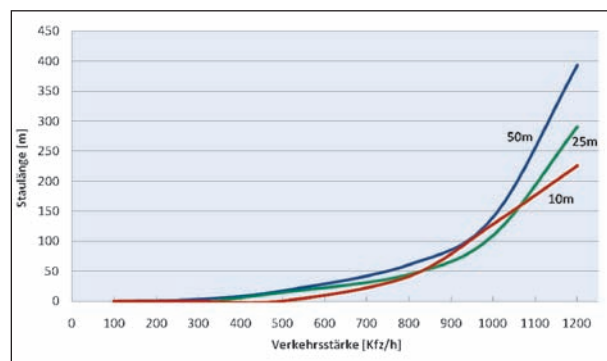


Bild 86: Staulänge in Abhängigkeit der Verkehrsstärke ohne Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes für Engstellenlängen von 10 m, 25 m und 50 m

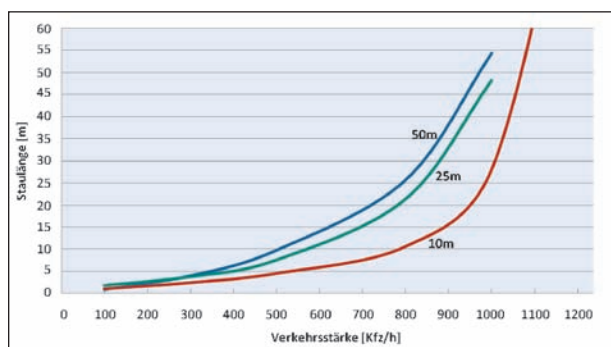


Bild 85: Verlustzeit in Abhängigkeit der Verkehrsstärke mit Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes für Engstellenlängen von 10 m, 25 m und 50 m

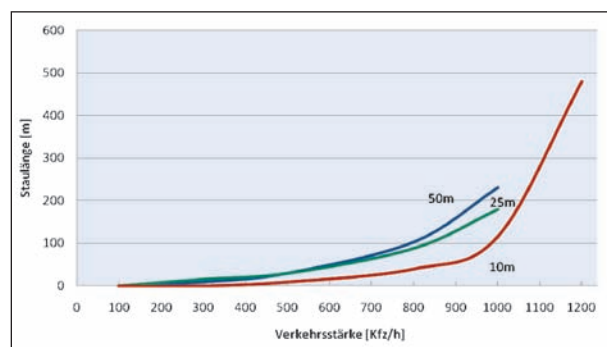
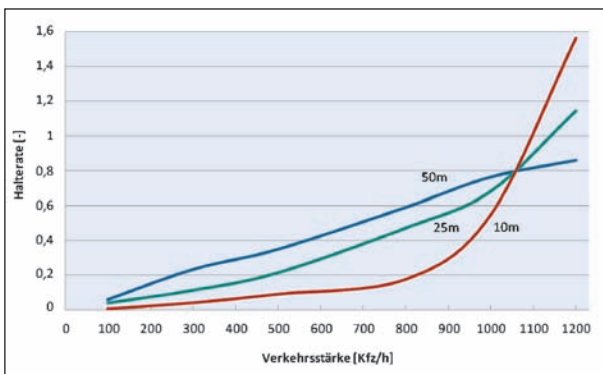
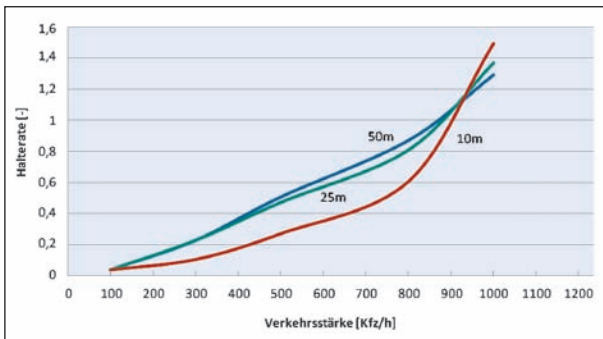


Bild 87: Staulänge in Abhängigkeit der Verkehrsstärke mit Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes für Engstellenlängen von 10 m, 25 m und 50 m



**Bild 88:** Halterate in Abhängigkeit der Verkehrsstärke ohne Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes für Engstellenlängen von 10 m, 25 m und 50 m



**Bild 89:** Halterate in Abhängigkeit der Verkehrsstärke mit Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes für Engstellenlängen von 10 m, 25 m und 50 m

Die Halteraten der Simulationsmodelle steigen ebenfalls mit zunehmender Verkehrsstärke (Bild 88 und Bild 89).

Die Kurven der Halterate in Abhängigkeit von der Verkehrsstärke verlaufen bei kurzen Engstellen dabei annähernd exponentiell, wohingegen sie bei langen Engstellen fast einen linearen Verlauf annehmen. Das hat zur Folge, dass kurze Engstellen bei einer hohen Verkehrsstärke höhere Halteraten aufweisen als lange Engstellen. Der Grund liegt darin, dass bei langen Engstellen ein „Pulkverhalten“ auftritt. Der gerade wartende Strom staut sich infolge der entgegenkommenden die Engstelle befahrenden Fahrzeuge vor der Engstelle. Steht eine ausreichend große Zeitlücke zur Verfügung, fährt das an erster Stelle wartende Fahrzeug in die Engstelle ein und die hinteren Fahrzeuge folgen geschlossen. Erst wenn auch hier eine ausreichend große Zeitlücke im Strom entsteht, fährt nun das an erster Stelle wartende Fahrzeug der anderen Richtung in die Engstelle ein, die hinteren Fahrzeuge folgen wieder. Bei kurzen Engstellen tritt öfters ein „Stop & Go“-Verhalten ein, da eine kürzere Wege-

strecke zurückzulegen ist und somit eine kürzere Zeitlücke, die von einzelnen Fahrzeugen genutzt wird, ausreicht. Die Halterate ist dementsprechend bei hohen Verkehrsstärken und kurzen Engstellen höher als bei langen Engstellen.

Die Halteraten sind im Bezug zu den auftretenden Verlustzeiten hoch. Bei einer Verkehrsstärke von beispielsweise rd. 500 Kfz/h muss bei einer Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes jedes zweite Kfz halten. Das kann zur Folge haben, dass bei höheren Verkehrsstärken mit einer höheren Halterate Anwohner Störungen empfinden und eine Lösung mit einer einstreifigen Engstelle als Verschlechterung bewerten. Der Grund können gestiegene Immissionen und Beeinträchtigungen aufgrund der Haltevorgänge sein. Dazu zählt auch ein potenzieller Anstieg des Schadstoffausstoßes durch zusätzliches Kuppeln, Bremsen und Anfahren, der im Folgenden exemplarisch betrachtet werden soll. Die Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa besagt: „Zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt insgesamt ist es von besonderer Bedeutung, den Ausstoß von Schadstoffen an der Quelle zu bekämpfen und die effizientesten Maßnahmen zur Emissionsminderung zu ermitteln [...]. Deshalb sind Emissionen von Luftschadstoffen zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern.“

Aufgrund dessen gab es einen Anlass, die Emissionsfaktoren für eine innerörtliche Hauptverkehrsstraße ohne Störungen sowie für ein „Stop & Go“-Verhalten innerorts nach dem Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (KELLER, 2004) zu berechnen und gegenüberzustellen. Die folgenden Randbedingungen wurden dabei verwendet:

- warmer Betriebszustand,
- für Pkw,
- Bezugsjahr 2010 und ein
- Gefälle von 0 %.

Die Schadstoffarten:

- Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ),
- Partikel (Part) und
- Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ )

wurden dabei ausgewertet.

Die Ergebnisse geben aufgrund der verfügbaren Berechnungsgrundlagen nur Anhaltswerte für die Emissionsfaktoren wieder. Die mittlere Reisegeschwindigkeit der störungsfreien Hauptverkehrsstraße entspricht nicht der Geschwindigkeit, die in Engstellen gefahren wird, sondern der Geschwindigkeit auf einer innerörtlichen Hauptverkehrsstraße ohne Störungen. Die mittlere Reisegeschwindigkeit beträgt bei der störungsfreien Hauptverkehrsstraße 58,4 km/h und bei einem „Stop & Go“-Verkehr 5,3 km/h.

Der Ausstoß der Stickstoffoxide bei einem „Stop & Go“-Verkehr und einer störungsfreien Hauptverkehrsstraße ist in Tabelle 12 dargestellt. Ein Vergleich der beiden Verkehrssituationen zeigt, dass bei einem „Stop & Go“-Verkehr der Ausstoß der Stickstoffoxide 3,5-mal höher liegt als bei einer störungsfreien Hauptverkehrsstraße.

Der Ausstoß der Partikel bei einem „Stop & Go“-Verkehr und einer störungsfreien Hauptverkehrsstraße ist in Tabelle 13 dargestellt. Ein Vergleich der beiden Verkehrssituationen zeigt, dass bei einem „Stop & Go“-Verkehr der Ausstoß der Partikel 2,8-mal höher liegt als bei einer störungsfreien Hauptverkehrsstraße.

Der Ausstoß des Schwefeldioxides bei einem „Stop & Go“-Verkehr und einer störungsfreien Hauptverkehrsstraße ist in Tabelle 14 dargestellt. Ein Vergleich der beiden Verkehrssituationen zeigt, dass bei einem „Stop & Go“-Verkehr der Ausstoß des Schwefeldioxides 3,0-mal höher liegt als bei einer störungsfreien Hauptverkehrsstraße.

Verkehrssituation [-]	Komponente [-]	EFA [g/km]
HVS Störungsfrei	NO <sub>x</sub>	0,155
Stop & go	NO <sub>x</sub>	0,545

Tab. 12: Ausstoß der Stickstoffoxide

Verkehrssituation [-]	Komponente [-]	EFA [g/km]
HVS Störungsfrei	Part	0,007
Stop & go	Part	0,019

Tab. 13: Ausstoß der Partikel

Verkehrssituation [-]	Komponente [-]	EFA [g/km]
HVS Störungsfrei	SO <sub>2</sub>	0,001
Stop & go	SO <sub>2</sub>	0,003

Tab. 14: Ausstoß des Schwefeldioxides

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Emissionsfaktoren bei einer hohen Halterate wesentlich höher ausfallen als bei einer störungsfreien Fahrt. Nach der 22. Bundes-Immissionsschutzverordnung (22. BImSchV, 2002) muss die Luftqualität beurteilt werden, um nachhaltig die Luftqualität zu verbessern. Ob die Grenzwerte für die Emissionsfaktoren eingehalten werden, ist aufgrund der höheren Schadstoffanteile nach BImSchV sorgfältig zu überprüfen.

Es sollte in jedem Einzelfall überprüft werden, welche Halteraten sich ergeben und ob dadurch unzumutbare Störungen der Anwohner zu erwarten sind. Dieses ist auch von der lokalen Situation vor Ort abhängig – sind die Bereiche im Zulauf der Engstelle nicht angebaut oder befinden sich die Gebäude dort in einem größeren Abstand zur Straße, sind höhere Halteraten eher hinnehmbar als in Bereichen mit eng anliegender Bebauung.

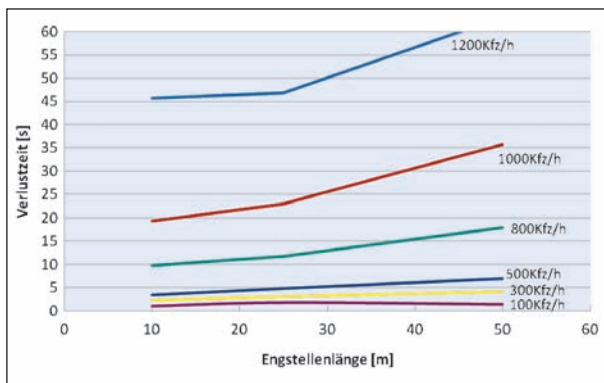
#### Vergleich der Halterate mit den EAE (FGSV, 1995)

Eine Gegenüberstellung der Kurve der Halterate in Abhängigkeit der Verkehrsstärke mit den Ergebnissen aus den EAE hat gezeigt, dass für Engstellenlängen von 25 m eine gute Übereinstimmung besteht. Die Ergebnisse für die Halterate einer Engstellenlänge von 50 m sind in den EAE größer und für eine Engstellenlänge von 10 m geringer. Der Grund liegt unter anderem darin, dass in den EAE andere Einstellungsparameter, wie z. B. die Wunschgeschwindigkeit, gewählt wurden. Ebenso ist anzunehmen, dass in dem Verfahren nach EAE ein anderes Fahrverhalten hinterlegt ist. Dementsprechend sind die Ergebnisse für die Halterate in den EAE für lange Engstellen eher größer, weil kein „Pulkverhalten“ eintritt, und für kurze Engstellen geringer, weil seltener ein „Stop & Go“-Verhalten eintritt.

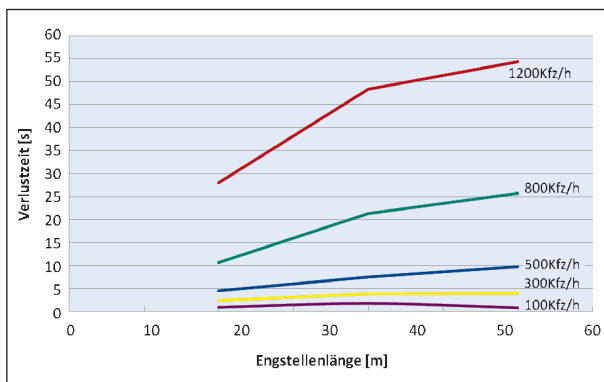
#### Beurteilung der Engstellenlänge

Betrachtet man bei Verkehrsstärken von beispielsweise 500 Kfz/h die Verlustzeit in Abhängigkeit von der Engstellenlänge (Bild 90 und Bild 91), so ist ersichtlich, dass die Verlustzeit in etwa linear mit der Engstellenlänge ansteigt. Betrachtet man darüber hinaus die Steigung der Kurven, so ist auffällig, dass die Verlustzeit mit Zunahme der Engstellenlänge kaum steigt. Die Auswirkung auf die Verlustzeit im Bezug auf die Engstellenlänge ist dementsprechend bei Verkehrsstärken von 500 Kfz/h ge-





**Bild 90:** Verlustzeit in Abhängigkeit von der Engstelllänge ohne Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes



**Bild 91:** Verlustzeit in Abhängigkeit von der Engstelllänge mit Bevorrechtigung eines Fahrzeugstromes

ring. Bei Engstellen ohne Bevorrechtigung und mit Verkehrsstärken größer als 800 Kfz/h, steigt die Kurve zuerst schwach und dann stark bei langen Engstellen an (Bild 90).

Bei Engstellen mit Bevorrechtigung und mit Verkehrsstärken größer als 800 Kfz/h steigt für kurze Engstellen die Verlustzeit stark und für lange Engstellen schwach an (Bild 91). Hieraus ist, wie zuvor beschrieben, wieder ersichtlich, dass bei hohen Verkehrsstärken die Abweichung der Verlustzeit bei zunehmender Verkehrsstärke zu gravierend ist.

Die in Bild 90 und Bild 91 auftretenden Knicke resultieren daraus, dass Engstelllängen von 10 m, 25 m und 50 m untersucht wurden und eine lineare Abhängigkeit zwischen der Engstelllänge und der Verlustzeit angenommen wurde.

### Beurteilung des Schwerverkehrs

Eine genauere Betrachtung der Geschwindigkeit des Schwerverkehrs hat ergeben, dass die Geschwindigkeit von Schwerverkehrsfahrzeugen im Durchschnitt 1 bis 1 km/h langsamer ist als die Ge-

schwindigkeit von Pkw. Dies gab Anlass zur Untersuchung, wie die Verlustzeit beeinflusst wird, wenn der Schwerverkehranteil auf 10 % verdoppelt wird. Die Auswertung weiterer 18 Simulationsmodelle mit erhöhtem SV-Anteil ergab eine geringfügige Verlängerung der Verlustzeit. Die mittlere Erhöhung liegt bei 2,6 %. Die Auswirkung des Schwerverkehr-Anteils auf die Verlustzeit ist dementsprechend von untergeordneter Bedeutung.

### Beurteilung unsymmetrischer Belastungssituation

Symmetrische Verkehrsströme treten in der Realität nur selten auf, tageszeitliche Richtungsungleichgewichte sind der Regelfall. Aus diesem Grund gab es einen Anlass, auch das Verhalten unsymmetrischer Verkehrsströme zu untersuchen. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass sich bei einem Belastungsverhältnis von 1:2 die Verlustzeit, die Staulängen und die Halteraten ändern.

Verkehrsregelungen ohne Bevorrechtigung ergeben für den schwachen Strom

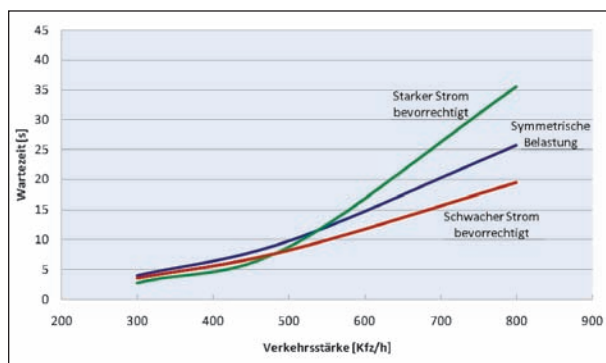
- höhere Verlustzeiten,
- längere Staulängen und
- eine höhere Halterate.

Mittelt man Verlustzeiten, Staulängen und Halteraten für beide Verkehrsrichtungen, ergibt sich insgesamt eine bessere Verkehrssituation als bei einer symmetrischen Verkehrsbelastung. Je unsymmetrischer die Belastungsverhältnisse sind, desto günstigere Ergebnisse sind im Mittel zu erwarten.

Verkehrsregelungen mit Bevorrechtigung (Zeichen 208 und 308) und unsymmetrischen Verkehrsstärken müssen weiter unterschieden werden. Wird der

- Strom mit einer höheren Belastung oder
- Strom mit einer geringeren Belastung

besser bevorrechtigt? Wird die Wartezeit über die Gesamtverkehrsstärke beider Ströme gewichtet, so ist die Verlustzeit annähernd gleich. Wird nur der ungünstigere wartepflichtige Strom berücksichtigt, so werden Unterschiede deutlich. In Bild 92 sind die Verlustzeiten des wartenden Stromes für die beiden unsymmetrischen Belastungssituationen sowie die symmetrische Belastungssituation dargestellt. Die Simulationsergebnisse zeigen für den wartenden Strom bei Verkehrsstärken unter 450 Kfz/h, dass



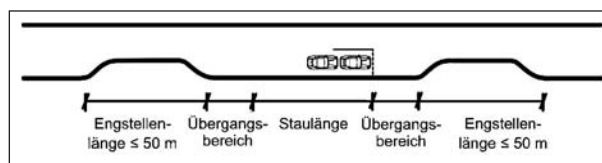
**Bild 92:** Verlustzeit des wartenden Stroms in Abhängigkeit von der Verkehrsstärke für unterschiedliche Belastungssituationen bei einer Engstellenlänge von 50 m

bei einer Bevorrechtigung des starken Stroms die Verlustzeit und Staulängen minimal kleiner sind als bei einer Bevorrechtigung des schwachen Stroms. Bei Verkehrsstärken ab 450 Kfz/h ändert sich dieses Verhalten und die Verlustzeit sowie die Staulänge werden erheblich geringer bei einer Bevorrechtigung des schwachen Stromes.

Aufgrund der minimal höheren Verlustzeit bei geringen Verkehrsstärken und der wesentlich geringeren Verlustzeiten bei höheren Verkehrsstärken wird empfohlen, den schwachen Strom zu bevorzugen. Ein Vergleich der Verlustzeit zwischen der symmetrischen und unsymmetrischen Belastungssituation zeigt Bild 92, dass bei einer Bevorrechtigung des schwächeren Stromes die Ergebnisse immer günstiger sind. Bei einer Umkehrung vom schwachen Strom zum starken Strom ggf. von morgens auf nachmittags können die Verlustzeiten stark voneinander abweichen und nähern sich schnell im ungünstigeren Fall (starker Strom bevorrechtigt) der Leistungsfähigkeitsgrenze. Bei einer unsymmetrischen Belastungssituation wird daher dringend geraten, die Verkehrsstärke von 800 Kfz/h nicht zu überschreiten. Die Ergebnisse der Simulationen für unsymmetrische Belastungssituationen sind der Anlage 7 zu entnehmen.

#### 6.4.5 Aufteilung in Engstellen-Sequenzen

Kann die Engstelle aufgrund ihrer Länge oder aufgrund der einzuhaltenden Haltesichtweite nicht über die volle Länge ohne Begegnungsverkehr geregelt werden, so ist in Betracht zu ziehen, die Engstelle in Sequenzen aufzuteilen. Die jeweilige Aufweitung im Querschnitt zwischen den Engstellen mit einer maximalen Länge von 50 m bei unsignalisierten Abschnitten ohne Begegnungsverkehr ist so zu errichten, dass eine Begegnung Lkw/Lkw mög-



**Bild 93:** Erforderliche Länge der Aufweitung bei Engstellensequenzen

lich ist und dass im Längsschnitt die zu erwartende Staulänge für die zu erwartende Verkehrsstärke ausreichend dimensioniert ist. Die zu erwartende Staulänge für unterschiedliche Verkehrsstärken kann dabei dem Bild 86 und Bild 87 entnommen werden. Neben der Staulänge ist zu beachten, dass die Länge der Aufweitung den Übergangsbereich zum Ein- und Ausfahren der jeweiligen Engstellen einhalten muss (Bild 93).

#### 6.4.6 Signalisierung von Engstellen ohne Begegnungsverkehr

Eine Signalsteuerung ist an Engstellen unabdingbar, wenn die Engstelle nicht in ihrer vollen Länge überschaubar ist oder der Gegenverkehr erst so spät wahrgenommen werden kann, dass die Haltesichtweite vor der Engstelle nicht eingehalten werden kann oder die Verlustzeit ohne Lichtsignalsteuerung zu hoch ist. Dementsprechend ist bei einer Engstelle ohne Begegnungsverkehr ab einer Länge von 50 m immer eine Lichtsignalanlage zu bevorzugen (Kapitel 6.4.3), sofern die Engstelle nicht in Sequenzen (Kapitel 6.4.5) aufgeteilt werden kann. Bei einer Signalisierung einer Engstelle ist zu bedenken, dass die Zwischenzeit eine große Relevanz hat. Bei zunehmender Engstellenlänge steigen der Räumweg und somit die notwendige Zwischenzeit. Wird die Umlaufzeit zu gering angenommen, steigt die Verlustzeit durch die Zwischenzeit. Wird die Umlaufzeit zu hoch gewählt, muss der Strom, der nicht fahren darf, warten, obwohl kein Fahrzeug die Engstelle befährt. Demzufolge sind bei hohen Verkehrsstärken lange Umlaufzeiten sinnvoll und bei niedrigen Verkehrsstärken kurze Umlaufzeiten. In der Richtlinie für Lichtsignalanlagen (FGSV, 2003) sind die Einsatzkriterien und die Bestimmung der Signalzeiten geregelt. Hieraus ergeben sich für Engstellensignalisierungen die in Tabelle 15 aufgelisteten Werte, die noch eine ausreichende Verkehrsqualität nach HBS (FGSV, 2005) ergeben. Eine ausreichende Verkehrsqualität gilt bis zu einer Wartezeit von 70 Sekunden. Die Wartezeit entspricht der Zeit während eines Haltes.

Engstellenlänge [m]	Verkehrsstärke [Kfz/h]
50	1.400
100	1.300
200	1.200
300	1.000

Tab. 15: Maximale Verkehrsstärke für Engstellen ohne Begegnungsverkehr mit Signalsteuerung

Verkehrsstärke [Kfz/h]	Verlustzeit	Wartezeit
	mit LSA [s]	ohne LSA [s]
300	19	4
500	20	18
800	22	36
1.000	29	63

Tab. 16: Vergleich der Wartezeiten bei einer Engstellenlänge von 50 m mit und ohne Lichtsignalanlage

Die Berechnung der Wartezeiten nach RiLSA mit den zugehörigen Zwischen- und Grünzeiten ist in Anlage 8 dargestellt.

Eine Gegenüberstellung der 50 m langen Engstelle mit und ohne Signalisierung zeigt, dass bei geringen Verkehrsstärken die Wartezeit ohne Lichtsignalanlage geringer ist. Bei Verkehrsstärken größer 500 Kfz/h sind Engstellen ohne Begegnungsmöglichkeit und mit Lichtsignalanlage mit einer geringeren Wartezeit verbunden (Tabelle 16).

Ab einer Engstellenlänge von ca. 300 m wird die Zwischenzeit aufgrund des langen Räumweges so hoch, dass keine ausreichende Verkehrsqualität (LOS D) mehr gewährleistet werden kann. Hier sollte eine Verkehrsverlagerung in Betracht gezogen werden.

## 6.5 Empfehlungen aus den Datenanalysen, Mess- und Simulationsergebnissen

Die Datenanalysen, Mess- und Simulationsergebnisse lassen insgesamt nur wenige Rückschlüsse auf zutreffende Empfehlungen zur Gestaltung und Regelung von Engstellen zu. Dies ist damit zu begründen, dass Engstellen eher gering bis sehr gering belastet sind. So ergeben sich erfreulicherweise nur vereinzelte Problembereiche, die sich aus Unfallanalysen ableiten lassen, und keine Über-

schreitungen der Leistungsfähigkeiten bei den untersuchten Lösungen von Engstellen.

Aus den Simulationen des Verkehrsablaufs von Engstellen ohne Begegnungsverkehr, den Unfallanalysen ausgewählter Engstellen mit höheren Unfallbelastungen und aus den Geschwindigkeitsmessungen lassen sich folgende wesentliche Erkenntnisse und Empfehlungen ableiten:

- Bei Engstellen ohne Begegnungsverkehr können ggf. bei Belastungen von bis zu rd. 400-800 Kfz/h ohne Signalisierung und bis zu rd. 1.000-1.200 Kfz/h mit Signalisierung eingerichtet werden. Hierbei ist zu beachten, dass bei Verkehrsmengen zwischen 400 und 800 Kfz/h, hohe Halteraten zu verzeichnen sind. In solchen Fällen sollte unter Abwägung der zu erwartenden Beeinträchtigungen der Anwohner im Einzelfall entschieden werden, ob die betreffenden Engstellen ohne oder mit Begegnungsverkehr zu regeln sind.
- Die Längen von Engstellen ohne Begegnungsverkehr sollten rd. 50 m ohne Signalisierung und rd. 300 m mit Signalisierung nicht überschreiten. Kann die Engstelle in Sequenzen aufgeteilt werden, so kann ggf. von einer Signalisierung auch bei einer Engstellenlänge von mehr als 50 m abgesehen werden.
- Die Engstellenlänge (bis 50 m) ist in Bezug auf die Verlustzeit bei Verkehrsstärken bis 800 Kfz/h von untergeordneter Bedeutung.
- Es sollten öfter als bisher Engstellenlösungen ohne Begegnungsverkehr in Erwägung gezogen werden. Diese ermöglichen eine Führung des Kfz-Verkehrs in einer Engstelle begrenzter Länge, größere Flächenkapazitäten für den Fußgängerverkehr und ansprechende Querschnittsproportionen.
- Bei Engstellen mit Begegnungsverkehr sollte die Fahrbahnbreite mindestens 4,50 m betragen.
- Bei häufigen Begegnungsfällen Pkw/Lkw soll die Fahrbahn 5,50 m breit ausgeführt werden. Für den Begegnungsfall Lkw/Lkw soll vor bzw. hinter der Engstelle eine Breite von 6,50 m vorgesehen werden.
- Die Fahrbahn, der Seitenraum und der entgegenkommende Verkehr müssen auch in der Nacht gut erkennbar sein. Auf ausreichende Beleuchtung und gute Sichtbeziehungen ist daher zu achten.

- Besondere Beachtung sollten Einmündungen im Bereich von Engstellen finden. Fahrzeuge, die in die Engstelle einbiegen, sind besonders gefährdet, wenn Gebäude fast unmittelbar an der Fahrbahn stehen. Ebenso verhält es sich in Engstellen, die aufgrund ihrer Länge oder Kurvigkeit nicht vollständig überblickt werden können.
- Im Nahbereich von Engstellen in zentraler Lage mit Einzelhandel sollten ausreichende Möglichkeiten zum Liefen und Laden (möglichst vor und nach der Engstelle) geschaffen werden. Gegebenenfalls kann die Engstelle in Sequenzen aufgeteilt werden, um das Liefen und Laden bei linearen Engstellen zu ermöglichen. Ansonsten kann es zu Unfällen und Konflikten infolge von Liefer- und Ladevorgängen in der Engstelle selbst kommen.
- Eine Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h im Bereich der Engstelle kann insbesondere dann erfolgen, wenn schlechte Sichtbeziehungen herrschen.

Weitere Erkenntnisse und Empfehlungen können aus den Datenanalysen, Mess- und Simulationsergebnissen nicht abgeleitet werden. Insofern werden im weiteren Verlauf Methoden angewandt, die auf Beobachtungen basieren und die Empfehlungen weiter validieren können.

## 7 Beobachtungen

### 7.1 Allgemeines

Die Datenanalysen, Mess- und Simulationsergebnisse führen zu ersten Empfehlungen (Kapitel 6.5). Diese sind jedoch noch nicht umfassend genug und beziehen sich noch nicht auf das gesamte Spektrum der in Kapitel 4.5 genannten Rahmenbedingungen.

Diese eher quantitativ geprägten Analysen werden im Folgenden durch Beobachtungen ergänzt, um die Empfehlungen weiter zu verdichten. Im Zuge der Bereisung ist eine Reihe von Beobachtungen gemacht worden, die sich als ergebnisrelevant darstellen, und es ist umfassendes Material zusammengekommen, das sich zu einer weiterführenden Auswertung angeboten hat.

Die Methoden zur Auswertung der Beobachtungen werden in Kapitel 7.2 beschrieben und die Rahmenbedingungen zum Zeitpunkt der Beobachtung

in Kapitel 7.3 dargelegt, da diese in unterschiedlichen Zeiträumen durchgeführt worden sind. Im Kapitel 7.4 werden Beobachtungen zu Entwurfs- und Ausstattungselementen beschrieben und bewertet, die in Engstellen besondere Relevanz haben. Die Bewertungen haben dabei beschreibenden Charakter. Unter Berücksichtigung der Bewertungen und der Empfehlungen werden im weiteren Verlauf Gesamtempfehlungen zur Gestaltung von Engstellen unter Nutzungen der zwei Entwurfswege der RAST 06 (typische Entwurfsituation und individueller Entwurf) abgeleitet (ab Kapitel 8).

### 7.2 Methodik

Die Grundlage der Beobachtungen bilden die Datenerhebung vor Ort (Kapitel 5.1) und die Auswertung von Videosequenzen einzelner Bereisungsbeispiele. Hierdurch konnte eine qualitative Bewertung verschiedener Kriterien, z. B. die Beobachtung von Konfliktfällen anhand der Häufigkeit von Ausweich- oder Abstimmungsvorgängen oder die Beobachtung des Querungsverhaltens anhand der Menge und der räumlichen Verteilung im Kontext der Engstelle, vorgenommen werden.

Die qualitative Bewertung erfolgte im Zuge der Beobachtungen durch die Personen, die die Engstellen bereist haben. Durch die Abstimmung der Beobachtungsergebnisse und eine gemeinsame Bewertung durch mehrere (insgesamt zwei bis vier) Personen wurde versucht, die Subjektivität der Einschätzung der Beobachtungen zu relativieren. Darüber hinaus erfolgte eine Videoauswertung an 20 ausgewählten Engstellen durch drei weitere Beobachter, die zusätzlich die Verkehrssituationen bewerteten und etwaige Konflikte erfasst haben. Ziel der Konfliktanalyse war hierbei eine quantitative Validierung der qualitativen Angaben.

Bewertet wurden die Ausstattungselemente der Engstelle unter Berücksichtigung des Verkehrsaufkommens, des Nutzerverhaltens und der jeweiligen Rahmenbedingungen (siehe Kapitel 4.5).

Die diesem Kapitel zugrunde liegende Bewertung wurde somit aus der Beobachtung heraus begründet. Bewertungen ergeben sich dabei unter Berücksichtigung

- des Verkehrsaufkommens,
- der Geometrie der Engstellen (Breite/Länge/Kurvigkeit/Sichtweiten),

- der verkehrstechnischen Gestaltung (Verkehrsregelung/Linienführung/Übergang Engstelle) und
- des daraus resultierenden Verhaltens.

Die Beobachtungsergebnisse sind aus Methoden-Variationen abgeleitet. Im Einzelnen wurden folgende Methoden angewandt, die je nach Relevanz und den vorgefundenen Rahmenbedingungen angewendet wurden:

- Beobachtung vor Ort mit Notizen zu besonderen Rahmenbedingungen und Verhaltensweisen,
- Auswertung der Videoaufnahmen,
- Auswertung der Fotodokumentation unter Darlegung besonderer Entwurfs- und Ausstattungselemente,
- Vergleich der Gestaltungen von Engstellen, soweit möglich paarweise, wenn die Rahmenbedingungen vergleichbar sind.

Je Kriterium und bewertetem Element variieren die angewendeten Methoden.

## 7.3 Rahmenbedingungen und erste Ergebnisse zu den Beobachtungszeiten

### 7.3.1 Allgemeines

Bei der Interpretation der Bewertungen, die auf Beobachtungen basieren, muss berücksichtigt werden, dass es sich um Momentaufnahmen zu unterschiedlichen Tagen, Tageszeiten und Verkehrssituationen handelt. Die Bewertungen müssen daher in Relation zu den jeweils vor Ort vorgefundenen Verkehrssituationen gestellt werden. Die Beobachtungsergebnisse der Bereisung entsprechen Momentaufnahmen von ca. einer Stunde für jede Engstelle.

### 7.3.2 Verkehrsdichte und Verkehrsaufkommen

Die Engstellen wurden von verschiedenen Verkehrsaufkommenstypen geprägt.

Kleine Ortslagen im Zulauf von Oberzentren mit vorwiegender Wohnnutzung zeichneten sich dabei durch geringes Quellverkehrsaufkommen und stärkeren Durchgangsverkehr mit höheren Schwerlastanteilen aus. Verkehrsspitzen gab es insbesondere durch Berufspendler morgens und abends.

Größere Ortslagen mit eigenem Geschäftsbesatz waren zusätzlich durch Quell- und Zielverkehre geprägt, wobei eine gleichmäßigere Verkehrsdichte über den Tag zu beobachten war.

Sehr geringe Verkehrsaufkommen konnten in peripheren Landesteilen mit überwiegend landwirtschaftlicher Nutzung beobachtet werden.

Insbesondere in Regionen mit Ackerbau fiel eine Häufung von großen landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen auf.

### 7.3.3 Begegnungsverkehre

Je nach Fahrbahnbreite sind in den Engstellen verschiedene Begegnungssituationen möglich.

Die geringste verkehrliche Einschränkung durch eine Engstelle wurde beobachtet, wenn die Begegnung Lkw/Lkw bei verminderter Geschwindigkeit (Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km) möglich war. Begegnungen Lkw/Pkw und Pkw/Pkw sind unter diesen Umständen uneingeschränkt möglich.

Engstellen mit Vorrangregelung werden häufig so ausgebildet, dass Begegnungen Pkw/Pkw innerhalb der Engstellen, teilweise bei verringerter Geschwindigkeit, erfolgen können. Begegnungen Klein-Lkw/Pkw können in diesen Situationen jedoch zu kritischen Situationen im Verkehrsablauf führen.

In einstreifigen Engstellen sind Begegnungen nicht möglich. Bei langen Engstellen kann es dennoch zu Begegnungen, in der Regel Pkw/Pkw, kommen. Ursachen sind unzureichende Sichtweiten, unangepasste Geschwindigkeit, unklare bauliche Gestaltung oder verkehrliche Regelung der Engstelle.

### 7.3.4 Fußgängerlängs- und -querverkehr

Als Ergebnis der Beobachtungen lässt sich feststellen, dass das Aufkommen im Fußgängerverkehr in direktem Zusammenhang mit den Nutzungen im Seitenraum und den Ortsteilgrößen steht. So zeichnen sich größere Orte oder Ortsteile insbesondere mit Mischnutzungen vor allem in den Mittagsstunden durch größeres Fußgängeraufkommen aus.

In kleineren Orten treten Fußgängerlängs- und -querverkehre im Tagesverlauf dagegen nur sehr sporadisch auf. Allerdings fiel bei den morgendlichen Beobachtungen auf, dass auch in kleineren Orten nennenswerte Größenordnungen von Schülern auf dem Weg zum Schulbus Engstellen passieren.

Sonderfälle stellten touristisch geprägte Orte dar, bei denen einerseits ein höheres Aufkommen von Fußgängern in den Nachmittags- und Abendstunden, andererseits aber auch Bustouristengruppen an Vormittagen beobachtet werden konnten.

Als Hinweis für die Planung von Engstellen kann festgehalten werden, dass momentan beobachtete geringe Fußgängerlängsverkehre das Straßenbild nicht zu allen Zeiten des Tages einheitlich prägen, sondern dass durchaus größere Fußgängergruppen auftreten können, die im Rahmen der Ausbildung der Seitenräume beachtet werden müssen. Der Blick in das Umfeld der Engstelle (z. B. Lage der Wohngebiete zu Haltestellen für Schülerbusse) kann zur Abschätzung dieser Frage wertvolle Hinweise liefern.

### 7.3.5 Radverkehr

Da Fahrradverkehr in allen Engstellen generell nur sehr selten beobachtet werden konnte, muss festgestellt werden, dass zum Radverkehr in Engstellen keine belastbaren Aussagen abgeleitet werden können.

Bei den sehr eingeschränkten Flächenressourcen wird der Radverkehr derzeit in allen aufgenommenen Engstellen ohne eigene Radverkehrsanlagen im Mischverkehr geführt. Unfälle, Probleme und Konflikte wurden im Zusammenhang mit dem Radverkehr in keiner Engstelle festgestellt.

### 7.3.6 Zusätzliche Nutzungsansprüche

Besonders in linearen Engstellen mit geringem Verkehrsaufkommen und vergleichsweise hoher Wohndichte, geschäftlicher Mischnutzung oder touristischer Attraktivität wurden oft Menschen beobachtet, die sich im Straßenseitenraum aufhalten – beispielsweise spielende Kinder oder sich unterhaltende Ortsbewohner.

Die Ausprägung dieser Aktivitäten variiert über den Tag. Dies muss man bei der Beurteilung der Beobachtungen im Hinblick auf die jeweils gewählten Beobachtungszeiten beachten. Sofern sich aus den Beobachtungen Rückschlüsse in Bezug auf die notwendige Gewährleistung einer höheren Aufenthaltsqualität ergaben, wurden diese festgehalten und dokumentiert.

Die Beobachtungen haben ergeben, dass sich deutliche Nutzungsansprüche

- aus der Funktion des Straßenraumes, in dem die Engstelle liegt, und
- aus dem Typus des Ortes insgesamt

ergeben. So spielt die Aufenthaltsfunktion beispielsweise in den durchweg sehr engen Ortsdurchfahrten der Weinorte in der Pfalz aufgrund des Wochenend- und Saisontourismus eine besondere Rolle. In manchen Orten sind die Ortsmitten durch punktuelle oder lineare Engstellen geprägt. Befinden sich hier dann noch öffentliche Einrichtungen mit regem Publikumsverkehr, wie das Rathaus, die Kirche oder das Gasthaus, dann steigt die Nachfrage nach Fläche im Seitenraum.

## 7.4 Beobachtungsergebnisse zu relevanten Entwurfs-elementen in Engstellen

### 7.4.1 Allgemeines

Engstellen zeichnen sich durch ein eingeschränktes Raumangebot aus, das es auf die einzelnen Nutzungsansprüche sachgerecht aufzuteilen gilt. Die einzelnen Nutzungsansprüche sind daher in besonderem Maße abzuwägen, zumal die Flächenansprüche aller Nutzer in Engstellen überwiegend nicht erfüllt werden können. Die Raumaufteilung ist eine zentrale Aufgabe bei der Gestaltung von Engstellen, wobei sich bei sehr schmalen Straßenräumen möglicherweise auch eine höhengleiche Ausbildung ohne gliedernde Elemente anbietet.

In diesem Kapitel werden die beobachteten Lösungen zur Raumaufteilung sowie die einzelnen Entwurfs-elemente, die in Engstellen besondere Relevanz haben, beschrieben und bewertet.

### 7.4.2 Fahrbahnen

Nach den RAS 06 können eingeschränkte Bewegungsspielräume angesetzt werden, „wenn es die straßenräumliche Situation (insbesondere die Straßenraumbreite) und der Raumbedarf anderer Nutzungsansprüche notwendig machen“<sup>6</sup>. Dieses ist in den bereisten Engstellen nahezu durchweg der Fall, wobei vielerorts der Eindruck gewonnen

<sup>6</sup> Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“: Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RAS 06); Ausgabe 2006, Kapitel 4.3, Seite 26

wurde, dass bei der bisherigen Gestaltung von Engstellen besonderer Wert auf die Einhaltung und Bereitstellung ausreichender – zum Teil sogar großzügiger – Fahrbahnbreiten zulasten der Seitenraumflächen gelegt wurde.

Die Fahrbahnen in den Ortsdurchfahrten teilen sich wie folgt auf:

- höhengleicher Ausbau mit Begegnungsverkehr,
- durch Borde gegliederter Ausbau ohne Begegnungsverkehr,
- durch Borde gegliederter Ausbau mit Begegnungsverkehr
- Ausbau mit Borden und Lichtsignalsteuerung

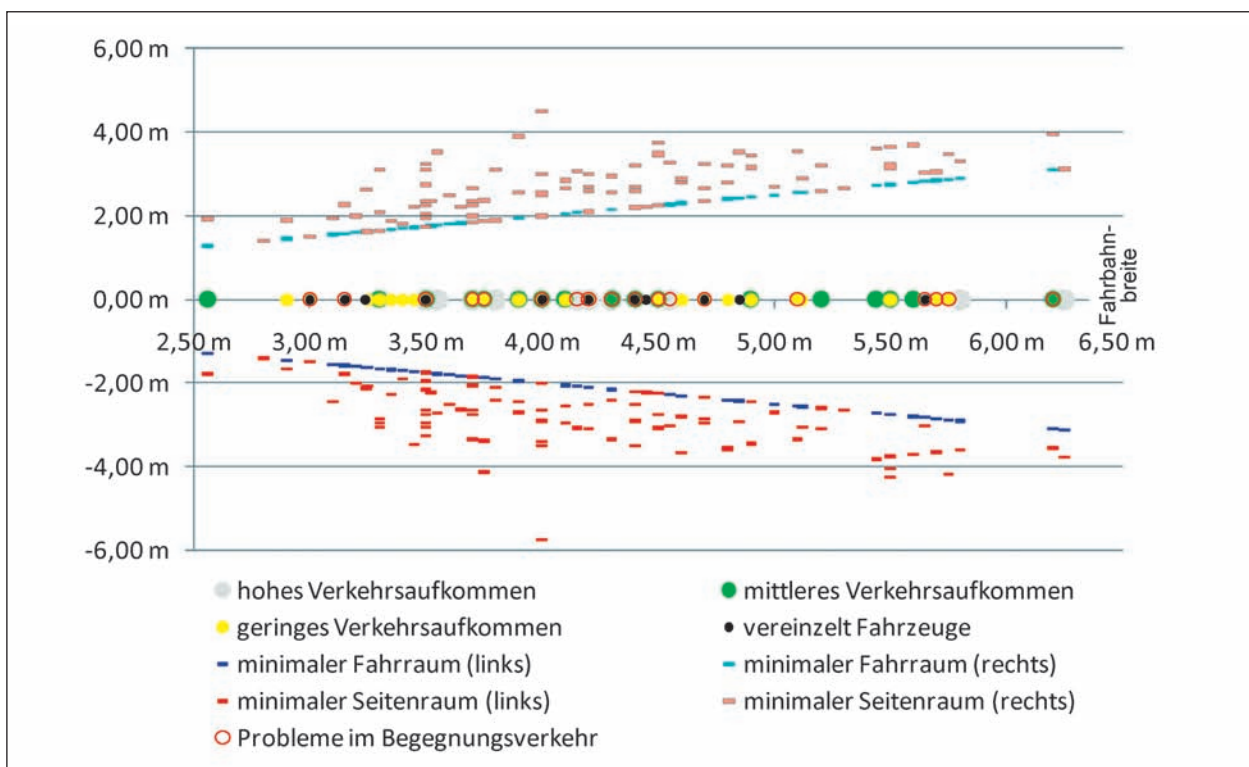
Bild 94 zeigt die minimalen Fahr- und Seitenraumbreiten in den beobachteten Engstellen. Zusätzlich ist die Größenordnung des beobachteten Verkehrsaufkommens gekennzeichnet. Engstellen, in denen Probleme im Begegnungsverkehr beobachtet werden konnten, sind rot markiert. Zusammenhänge zwischen Straßenraum-, Fahrbahnbreiten oder Verkehrsaufkommen, bei denen sich Probleme im Begegnungsverkehr häufen, lassen sich aus der beobachteten Stichprobe nicht ableiten.

Während die Begegnungsfälle Lkw/Lkw in der Regel üblichen geringen Verzögerungen entsprechen, handelte es sich bei den Problemen in Pkw-Pkw-Begegnungsfällen um Situationen, bei denen Pkw aufgrund der Engstellenlänge und -breite in den Nachbarräum ausgewichen sind.

Eine Häufung der Probleme zeichnet sich in den Engstellen, die Fahrbahnbreiten von weniger als 4,50 m aufweisen, Begegnungsverkehr aber noch möglich ist, ab.

Vereinzelte Probleme ergaben sich bei Begegnungsfällen mit Lkw und landwirtschaftlichen Fahrzeugen bei Fahrbahnbreiten zwischen 4,50 m und 5,50 m.

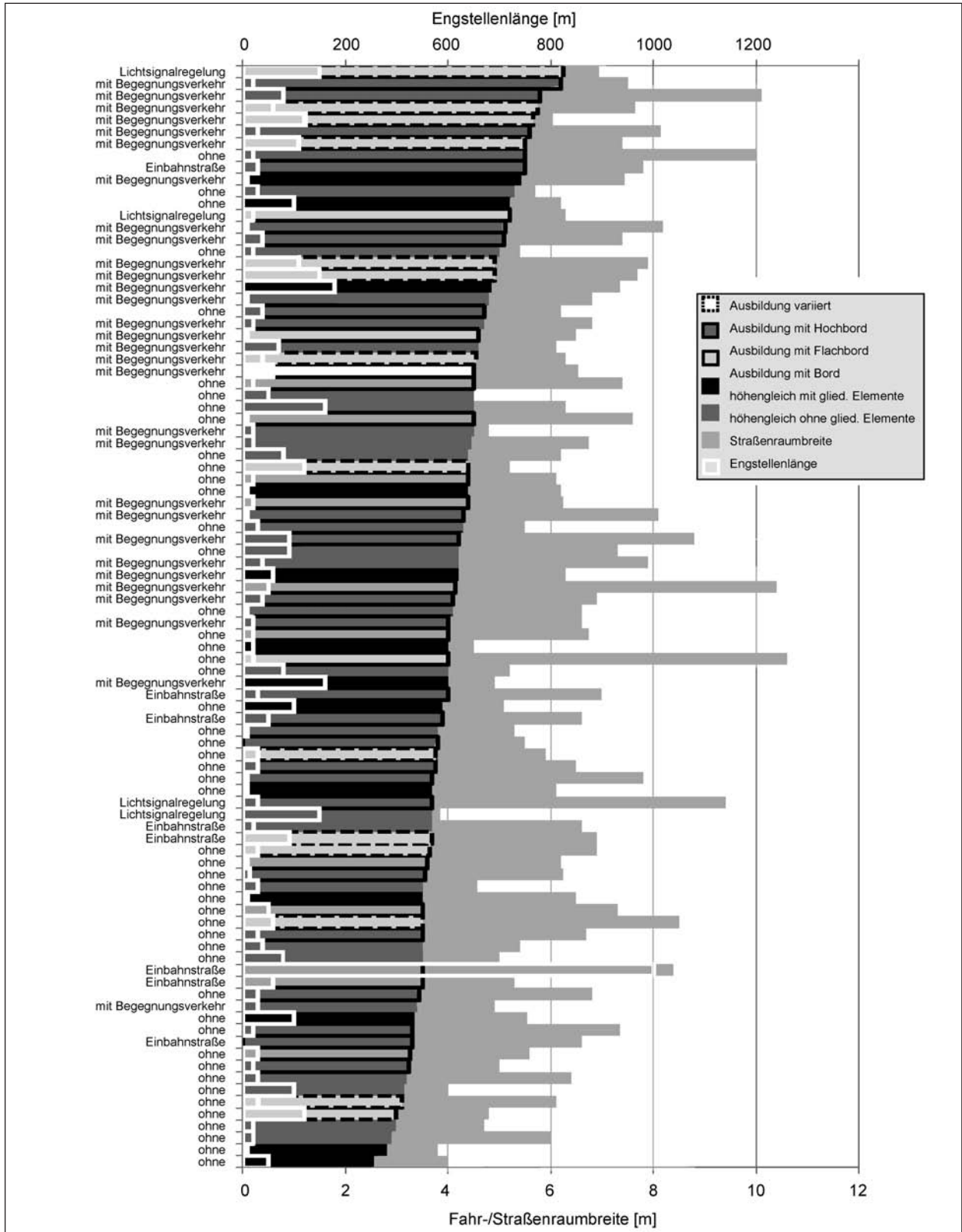
Engstellen ohne Begegnungsverkehr mit Fahrbahnbreiten unter 4,50 m verursachen Probleme, solange sie als Engstelle mit Begegnungsverkehr „missinterpretiert“ werden können. Insofern sollten Fahrbahnen, die keine Begegnungsmöglichkeit zulassen, so erkennbar schmal ausgebildet werden, dass sie vom Fahrzeugführer erkannt und akzeptiert werden. Da Lösungen ohne Begegnungsverkehr in der Regel bei Straßenräumen angewendet werden, die besonders schmal sind und in denen man dem Seitenraum möglichst viel Fläche zuordnen will, stellt sich die Frage nach dem unteren



**Bild 94:** Integrierte Darstellung von Fahrbahn- und Seitenraumbreite und beobachteten Problemen im Begegnungsverkehr

Maß für Fahrbahnen ohne Begegnungsverkehr. Eine Ausbildung mit Hochborden ist dabei von Bedeutung, da aufgrund der Höhe des Bordes ein

Ausweichen in den Seitenraum nicht möglich ist und somit eine Begegnungsmöglichkeit unterbunden wird. Für die Beantwortung der Frage, welches



**Bild 95:** Stellt die jeweiligen Fahrbahnbreiten im Zusammenhang mit den Straßenraumbreiten, den Gestaltungsprinzipien und den Engstellenlängen dar



das untere Maß einer Fahrbahnbreite ist, ohne einen Begegnungsverkehr zuzulassen, ließen sich in den Beobachtungsbeispielen kaum griffige Hinweise geben. Hier spielen anscheinend eher Fragen des ausreichenden Fahrkomforts und der Alltagstauglichkeit eine Rolle. Hier scheint das Maß 3,50 m einen guten Kompromiss zwischen der Fahrzeugbreite von Pkw ( $W = 1,75$  m), Bussen/Lkw ( $W = 2,55$  m), und landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen ( $W = 2,55$  m), zuzüglich eingeschränkter Bewegungsspielräume ( $B = 2 \cdot 0,20$  m = 0,40 m) und zuzüglich eines Sicherheits- bzw. Orientierungs- und Komfortzuschlags für den Verkehrsraum darzustellen.

In Bild 95 werden nun alle bereisten Maßnahmen hinsichtlich

- höhengleicher Ausbildung oder einer Ausbildung mit Bord,
- sortiert nach Fahrbahnbreiten,
- unter Einbeziehung der Engstellenlängen

dargestellt.

Aus Bild 95 lassen sich folgende Ergebnisse ableiten:

- Bei breiten Fahrbahnen variieren die Entwurfslösungen; es gibt die höhengleiche Ausbildung und den Bord,
- bei schmalen Fahrbahnen tendieren die Lösungen zur höhengleichen Ausbildung oder zum Hochbord ohne Begegnungsverkehr,
- bei der Längenausbildung ist eine Tendenz zu höhengleicher oder Bordausbildung nicht erkennbar,
- die Engstellenlänge liegt bei ca. 95 % der bereisten Maßnahmen unter 150 m, bei ca. 85 % der Maßnahmen unter 100 m und bei ca. 70 % der Maßnahmen unter 50 m,
- es fällt eine 800 m lange Maßnahme in Einbahnregelung besonders auf.

Es lässt sich beobachten, dass die Fahrbahnbreite offensichtlich im unmittelbaren Zusammenhang mit der Länge der Engstelle gesehen werden muss. Dieses ist insbesondere bei Regelungen, bei denen die Fahrbahnbreite eigentlich nicht für Begegnungsfälle ausreicht (kleiner 4,50 m), die aber doch Begegnungsfälle zulässt, der Fall.

#### Beispiel 1: Positive Längsausbildung in Kombination mit einer Lichtsignalanlage



- Ausbildung mit Flachbord
- lineare Einengung
- Straßenraumbreite: 5,00 – 7,20 m
- DTV = 6.100 Kfz/24h
- gerade Linienführung
- Fahrbahnbreite: 3,75 m
- ohne Begegnungsverkehr
- lichtsignalgeregelte Fahrtrichtungssteuerung

Bild 96: Eindeutig geregelte Verkehrsabwicklung in der Engstelle

Auf Grund ihrer Länge wurde in dieser Engstelle (Bild 96) eine Führung mit Lichtsignalsteuerung umgesetzt. Durch den Verzicht auf den Begegnungsfall konnten breitere Flächen für den Seitenraum zur Verfügung gestellt werden.

Probleme im Begegnungsverkehr treten dann auf, wenn unzureichende Schleppkurven eingeplant worden sind. Die für die Fahrbahnen zuvor aufgeführten Maße gelten insofern für geradlinige Führungen – in Kurven ist eine zusätzliche Aufweitung erforderlich.

Es wurde beobachtet, dass in Engstellen ohne Begegnungsverkehr mit Vorrangregelung der Vorrang des Gegenverkehrs dann eher nicht gewährleistet

ist, wenn die Engstelle entweder besonders lang (über 50 m) war und/oder ungenügende Sichtverhältnisse bzw. unklare bauliche Unterstützung der vorgegebenen Verkehrsregelung vorlagen.

In Beispiel 1 (Bild 96) wird eine positive Längsausbildung in Kombination mit einer Lichtsignalanlage dargestellt. In Beispiel 2 (Bild 97) wird dagegen eine problematische Längsausbildung aufgezeigt.

### Beispiel 2: Problematische Längsausbildung



- höhengleiche Ausbildung
- lineare Einengung
- Straßenraumbreite: 4,60 – 7,30 m
- DTV = 2.192 Kfz/24h
- gerade Linienführung
- Fahrbahnbreite: 4,20 m
- mit Begegnungsverkehr



Bild 97: Problematische Längsausbildung

Die Engstelle ist relativ lang (~100 m) und ohne Verkehrsregelung. Laut Anwohnern kommt es deshalb ca. einmal in der Woche zu Unfällen mit „Bleischaden“. Die Region ist sehr ländlich geprägt, so dass die Engstelle häufig von großen landwirtschaftlichen Fahrzeugen passiert wird. Der bauliche und gestalterische Zustand des Straßenraumes ist schlecht. Bild 97 zeigt die Engstelle bei der es häufig zu Behinderungen im Begegnungsfall Pkw-Pkw infolge ihrer großen Länge und der geringen Breite kommt.

### 7.4.3 Seitenräume

Die RAS 06 (FGSV, 2006A) geben als Breite für den Seitenraum 2,50 m vor, die sich aus dem notwendigen Grundmaß für den Fußgänger von 1,80 m, einem Bewegungsabstand zur Hauswand von 0,20 m und einem Sicherheitsabstand zur Fahrbahn von 0,50 m zusammensetzt. Als Verweilflächen vor Schaufenstern und für Pflanzbeete sollte mindestens jeweils ein weiterer Meter hinzugerechnet werden. Derartig üppige Abmessungen wurden mit einer Ausnahme in keiner der bereisten Engstellen aufgefunden und wären vielerorts sicher auch nicht möglich gewesen, ohne den Kraftfahrzeugverkehr ganz aus der Engstelle zu verbannen.

In den Engstellen sind zudem durchweg keine eigenen Radverkehrsanlagen zu verzeichnen. Sofern die Straßenräume der Abschnitte im Zu- und Ablauf der Engstellen Radverkehrsanlagen aufwiesen, wurden diese entweder im Vorfeld beendet oder als gemeinsame Geh-/Radwege durch die Engstelle geführt. Radverkehrsanlagen waren allerdings aufgrund der meist geringen Verkehrsaufkommen überwiegend nicht erforderlich. Probleme mit dem Radverkehr, der im Mischverkehr geführt ist, wurden durchweg nicht beobachtet. Ein Wechsel des

Radverkehrs vom Radweg auf die Fahrbahn bedeutet jedoch für den Radverkehr eine Komforteinschränkung. Ist die Engstelle durch eine Unterführung bedingt, so ist hier die Erkennbarkeit von Radfahrern auf der Fahrbahn eingeschränkt.

In größeren Ortslagen oder in Ortsmitten lassen sich vermehrt Begegnungssituationen und Nebeneinandergehen bzw. Überholen beobachten. Auch dies deutet auf höhere Ansprüche an die Gehwegbreiten hin. Kommen zusätzlich Geschäftsnutzungen hinzu, erfordert dies Gehwegbreiten von deutlich über 1,50 m, weil hier auch Nebeneinandergehen und Begegnung stattfinden oder Warenauslagen bzw. mobile Werbeschilder im Seitenraum platziert werden.

Teilweise werden Gehwegvariationen in untergeordneten und parallel geführten Straßen und Wegen als attraktive Alternativen zu geringen Gehwegbreiten angeboten.

In Engstellen sind oftmals erhebliche Schülerzahlen zu beobachten, die diesen Bereich auf ihrem Weg zum Schulbus passieren (Beispiel 3). Werden die Verkehrsräume des Fußgängers in Engstellen als Zugang zu Haltestellen des ÖPNV benötigt, ent-

#### Beispiel 3: Konfliktträchtige Seitenraumausbildung



- höhengleiche Ausbildung
- punktuelle Einengung
- mit Vorrangregelung
- Straßenraumbreite: 6,40 – 8,00 m
- DTV = 1.700 Kfz/24h
- gerade Linienführung
- mittlere IV-Verkehrsdichte im Beobachtungszeitraum (mittags)
- Seitenraumbreite 0,40 m
- Fahrbahnbreite 4,40 m

Bild 98: Engstelle mit zu geringen Seitenraumabmessungen

Die Engstelle befindet sich im Ort; der Gehweg ist nur einseitig durchlaufend. Obwohl die Schüler an der Kreuzung im Vorfeld eine lichtsignalgeregelte Überquerungsmöglichkeit haben, wird diese offenbar nicht angenommen. Während es den Fußgängern im Seitenraum an ausreichender Breite fehlt, wird hier dem IV ein großzügiger Querschnitt zur Verfügung gestellt, wie er ihn für eine Verkehrsführung ohne Begegnungsmöglichkeit gar nicht benötigt.

stehen Ansprüche an durchlaufende Gehwege in angemessener Breite. Hier lässt sich beobachten, dass Schülerpulks eine Gehwegbreite von mindestens 1,50 m benötigen. Bei schmaleren Gehwegen ergibt sich eine Reihe von Konflikten. So ist das Nebeneinander- oder versetzt Hintereinandergehen nicht mehr möglich.

Zusätzlich kann landwirtschaftlicher Nutzverkehr die Schulkinder verunsichern. Heutige landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge (Traktoren, Mähdräher) weisen oft eine Fahrzeughöhe von über 3,00 m und eine Reifengröße auf, die einen ausgewachsenen Menschen an Größe übertrifft (vgl. Bild 99). Traktoren sind PS-stark, schnell und von massiver, wuchtiger Erscheinung. Hier konnten in ländlich geprägten Orten Szenen beobachtet werden, wie sich auf zu schmalen Gehwegen Schüler mit ihren Schulranzen auf dem Rücken in ihrer Angst regelrecht an die Hauswand gedrückt haben.

Bei Gehbereichen zwischen 0,50 m und 1,50 m kommt es bei Begegnungen häufig zum notwendigen Ausweichen auf die Fahrbahn. Nur, wenn Fußgänger wirklich sehr selten im Längsverkehr, beispielsweise an Engstellen in sehr kleinen Ortslagen oder an Ortsausgängen zu verzeichnen sind, können auch geringere Gehwegbreiten als 1,50 m ausreichen. In diesen Fällen erleichtert eine höhengleiche Ausbildung zwischen Seitenraum und Fahrbahn den Fußgängerbegegnungsverkehr und gibt

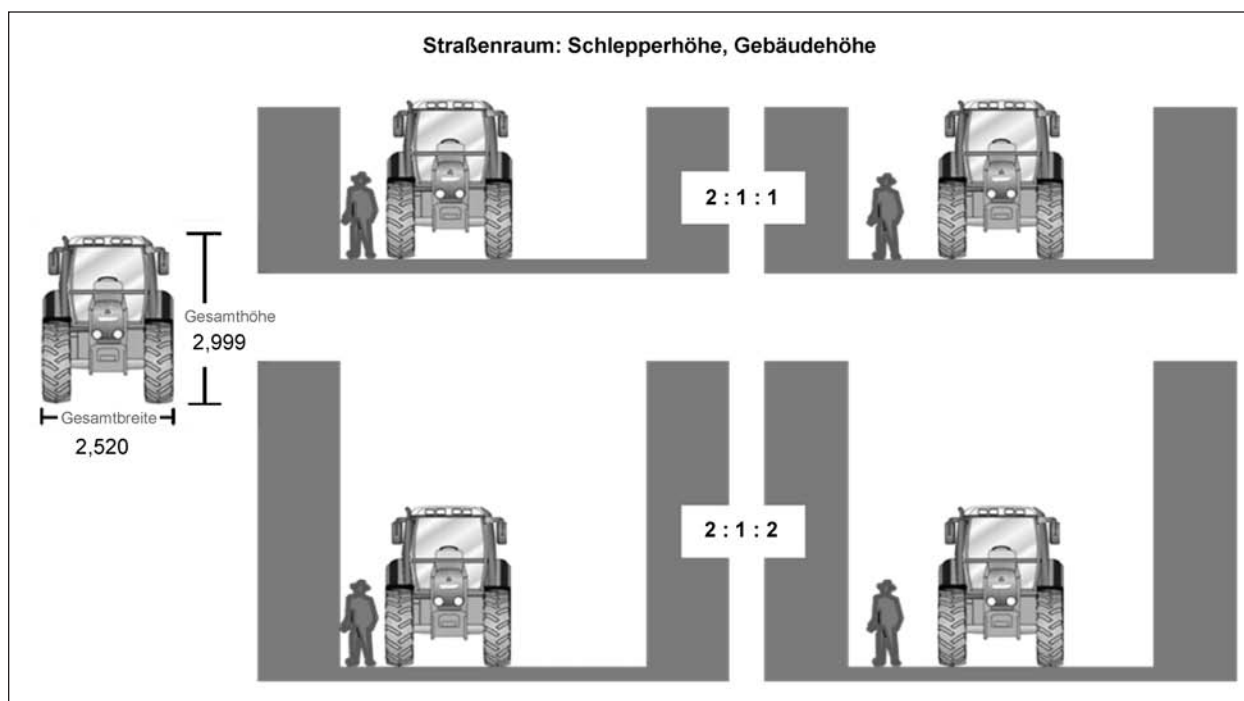
dem Fahrzeugverkehr einen Hinweis auf die mögliche Mischnutzung.

Bei Seitenraumbreiten unter 50 cm konnte beobachtet werden, dass diese insbesondere bei großem IV-Verkehrsaufkommen als Gehbereich genutzt wurden. Dies bedeutet für den Fußgänger jedoch eine erhebliche Komforteinschränkung, weil hier auf Grund des geringen Abstands zum Fahrzeugverkehr und zu den Hauswänden entspanntes Gehen kaum möglich ist.

Bei der Wahl der Seitenraumbreiten scheinen darüber hinaus Grundstückszufahrten in Engstellen eine besondere Rolle zu spielen. Beobachtet werden konnten Konflikte, wenn Seitenräume gering bemessen sind bzw. die Aufstellflächen im Zu- und Ablauf nicht in die Engstelle vorgezogen sind. Fahrzeugführern, die sich aus Grundstückszufahrten in den fließenden Verkehr einordnen wollen, befinden sich im Sichtschatten des Gebäudes, das die Engstelle bildet, oder der zur Verfügung stehende Raum reicht nicht aus, um ein sicheres Einordnen in den fließenden Verkehr zu gewährleisten.

#### 7.4.4 Gliedernde Elemente zwischen Fahrbahnen und Seitenräumen, Borde und Rinnen

Für höhengleich gestaltete Engstellen scheinen die Anordnung der gliedernden Elemente und die Ma-



**Bild 99:** Traktordimensionen

#### Beispiel 4: Negative Linienführung mit flatternden Seitenrändern



- Wohngebiet
- punktuelle Einengung
- Straßenraumbreite 6,00 m
- DTV = 2.500 Kfz/24h
- gerade Linienführung
- Einengung mit Begegnungsverkehr
- mit Vorrangregelung

Bild 100: Flatternde Fahrbahn­ränder

Die Engstelle wurde erst kürzlich neu gestaltet. Weder der DTV, noch die Straßenraumbreite rechtfertigen, dass in diesem Wohngebiet beidseitig der Gehraum unterbrochen worden ist. Durch die Ein- und Ausfahrten entsteht ein deutliches „Flattern“ der Fahrbahnbegrenzung (Bild 100). Das „Flattern“ wird durch den sehr starken Farbkontrast des Gehbereichs und des Bordsteins noch deutlich gesteigert. Die flatternden Seitenränder führen zur Verwirrung.

terialwahl der Fahrbahn- bzw. der Gehwegflächen eine besondere Rolle zu spielen. Asphaltfahrbahnen mit breiten Pflasterrinnen führen in der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer sichtlich zu einer Gliederung des Straßenraumes. Zum einen sehen die Kfz-Fahrer den Asphaltbereich der Fahrbahn als den „ihren“ an und möchten Fußgänger in diesem daher nicht unbedingt akzeptieren. Ferner fühlen sich andererseits die Fußgänger aufgefordert, die Rinne als Gehraum zu nutzen.

Es lässt sich beobachten, dass das Phänomen der unterbewussten Flächeninanspruchnahme und -ausgrenzung insbesondere bei geringen Straßenraumbreiten und geringen Verkehrsmengen nicht auftritt, wenn der Straßenraum ohne linienhaft gliedernde Elemente komplett in einheitlichem Belag z. B. mit Pflasteroberfläche ausgebildet worden ist. In diesen Bereichen ist die verkehrliche Situation für alle Verkehrsteilnehmer begreifbar und wird akzeptiert. Fußgänger und Kfz-Fahrer merken gleichermaßen, dass der zur Verfügung stehende Raum an dieser Stelle beiden zusteht.

Tritt eine Häufung von partiell abgesenkten Hochborden an Grundstücksausfahrten in Kombination mit starken Farbkontrasten der gewählten Belagsfarben auf, so führt dies zu einer unruhigen Gestaltsituation. Beispiel 4 zeigt eine negative Linienführung mit flatternden Seitenrändern.

#### 7.4.5 Querungsstellen

Auf Grund der geringen Verkehrsmengen in den bereisten Engstellen konnten, abgesehen von fehlenden Mindestflächen für Fußgänger in den Aufstellbereichen, keine relevanten Konflikte oder Probleme beobachtet werden.

Die meisten beobachteten Querungen von Fußgängern erfolgten spontan in ausreichenden Zeitlücken im weiteren und näheren Vorfeld der Engstellen, sodass für Querungshilfen in räumlichem Bezug zu einer Engstelle eine geringe Akzeptanz zu erwarten ist. Sicherheitsrelevanter ist hier eine frühzeitige Geschwindigkeitsreduzierung des IV.

Im Umfeld der Engstelle wurde in speziellen Einzelfällen Bedarf für eine Überquerungshilfe identifiziert. Dieser war durch Fußgängerströme mit Querungsbedarf aus Seitenstraßen begründet und stand in keinem direkten sachlichen Zusammenhang mit der Engstelle.

Anzumerken ist allerdings, dass insbesondere bei punktuellen Engstellen Sichtbehinderungen entstehen, wenn aus Sicht der Fahrerperspektive hinter dem Gebäude, das die Einengung verursacht, gequert wird. Da dann der Seitenraum nach hinten versetzt ist, befinden sich die Fußgänger im Sichtschatten der Gebäude.

Es lässt sich beobachten, dass punktuelle Engstellen, die linear gelöst sind, wesentlich bessere Sichtbezüge aufweisen. Hier wird der enge Bereich auf eine größere Länge ausgedehnt, sodass Fußgänger vor und nach dem einengenden Gebäude größere Flächen zur Verfügung haben, die auch dem Aufstellen dienen können. Die Fußgänger sind dann frühzeitiger zu erkennen und können auch besser gesehen werden.

#### 7.4.6 Park- und Ladeflächen

Weitere Ansprüche an den Straßenraum in Längsrichtung stellen der ruhende sowie der Lade- und Lieferverkehr dar. Echte Konflikte lösen Letztere in Engstellen allerdings nicht aus. Sie verringern eher das Geschwindigkeitsniveau und substituieren dadurch fehlende Geschwindigkeitstrichter im Engstellenvorfeld.

#### 7.4.7 Vorkehrungen für Schutzräume vor Gebäuden

Bei der Bereisung konnten sehr oft Schäden an Gebäuden oder an in den Straßenraum vorspringenden Gebäudeteilen (Vorsprünge, Fallrohre usw.) festgestellt werden. Diese Häufung von Schäden an Gebäuden sind zwar eigentlich eher dem Bagatellbereich zuzuordnen, spielen aber in der Wahrnehmung der Anwohner und Gebäudebesitzer eine wesentliche Rolle.

Ursachen sind mangelnde, mangelhaft gesicherte oder unzureichend gekennzeichnete Schutzräume. Interessant ist in diesem Zusammenhang der in der Praxis auftretende Variationsreichtum an Schutzvorrichtungen. Schutzeinrichtungen beziehen sich auf

- Dächer und Dachrinnen,
- Gebäudeecken,
- Hauseingangstreppen und
- vorspringende Gebäudeteile wie Vordächer, Fensterbretter und -gitter, Simse und Balkone.

Als Schutzelemente dienen neben Schrammborden und Pflanzbeeten

- große Feldsteine,
- Einzelpoller, Pollergruppen und Poller mit Kette und
- Baken.



**Bild 101:** Grünelemente in der Engstelle zur Ausbildung des Schutzraumes



**Bild 102:** Grünelemente vor der Engstelle zur Markierung des Schutzraumes



**Bild 103:** Bepflanzungen von Schrammborden zur Markierung des Schutzraumes und zur Vermeidung seiner Nutzung als Gehweg

Schutzräume bilden Pufferzonen zum Schutz von Gebäuden, können aber auch den Verkehrsteilnehmern als Sicherheitsvorkehrung dienen (Bild 101, Bild 102 und Bild 103). Die Beobachtung konnte

### Beispiel 5: Schutzraumausbildung in einer Engstelle durch Hochborde



- Wohngebiet
- punktuelle Einengung
- Straßenraumbreite 4,00 m
- DTV = 230 Kfz/24h
- kurvige Linienführung
- beidseitige Einengung
- ohne Begegnungsverkehr
- ohne Vorrangregelung
- Fahrbahnbreite 2,9 m

Bild 104: Ausbildung der Engstelle mit Schrammborden

Die Engstelle mit einem auskragenden Gebäudeteil liegt in einer S-Kurve und ist durch die Gebäudestellung unübersichtlich. Hier wird der Sicherheitsraum durch einen Hochbord und Poller gewahrt. Erkennbar ist, dass in einer früheren Engstellenausbildung Markierungen verwendet worden sind (Bild 104). Bei der Durchfahrt wurde damals insbesondere bei Gegenverkehr offenbar der oberhalb auskragende Gebäudeteil beschädigt. Die beidseitigen Hochborde wirken nun als Spurführung.

zeigen, dass die Bedeutung der Schutzräume zunimmt, je weniger Seitenraum zur Verfügung steht.

Trotz knapp bemessenen Platzes für den eigentlichen Verkehrsanspruch sind vielfach Sicherungselemente in der eigentlichen Engstelle und nicht vor der Engstelle angeordnet.

Bessere Lösungen zeigten sich immer dort, wo die Engstelle geeignet verlängert wurde, sodass hier der erforderliche Sicherheitsraum für Beschilderung, Baken und Poller im Vorfeld der Engstelle entstanden ist. Eine Anordnung in Pflanzbeeten scheint den Schutz der Sicherungselemente und die Erkennbarkeit der Engstelle „in der dritten Dimension“ zusätzlich zu erhöhen. Außerdem wirkt eine Bepflanzung als „Weichzeichner“ und verringert die „Fremdkörperwirkung“ im Straßenraum.

Ragen Gebäudeteile (Dachecken, Fallrohre) in das Lichtraumprofil, so zeigt sich, dass diese einerseits durch Tafeln, andererseits aber auch durch Hochborde oder Pflanzkästen, die als massive Leiteinrichtungen wirken, gut erkannt werden und vor Verkehrseinwirkungen geschützt werden können (Beispiel 5).

Weiterhin zeigt sich, dass in einigen Maßnahmen der Versuch unternommen worden ist, Schutzräume, die für eine Gehwegnutzung zu schmal sind,

baulich bzw. durch Bepflanzung so auszubilden, dass Fußgänger nicht auf die Idee kommen, sich auf diese Flächen zu begeben.

#### 7.4.8 Lageplanelemente zur Linienführung

Liegt die Engstelle in oder zwischen Kurven, können Situationen entstehen, in denen die Sollfahrlinie mit den erforderlichen Sichtweiten von der bevorzugt gefahrenen Optimallinie abweicht (Beispiel 6). Im günstigeren Fall folgt die Linienführung dem stetigen Fahrverlauf, denn dann bildet die Engstelle die geringstmögliche Beeinträchtigung. Ein Abweichen vom stetigen Fahrverlauf kann aber auch planmäßig vorgesehen sein, beispielsweise zur Reduktion der Geschwindigkeit.

Wird die Linienführung einer nicht stetig verlaufenden Gebäudestellung angepasst, so kann die Sollfahrlinie nicht eingehalten werden und es wird in den Seitenraum gefahren (Beispiel 7).

„Eine allmähliche Reduzierungen der Fahrbahnbreite kann das Abschätzvermögen des Fahrzeugführers beeinträchtigen“ (SCHNÜLL, 1988). Diese Erkenntnisse wurden durch die Unfallauswertung und die Beobachtungen untermauert. In Beispiel 8 wird eine Engstelle mit trichterförmiger Einengung dargestellt.

### Beispiel 6: Negative Linienführung



- Wohngebiet
- punktuelle Einengung
- Straßenraumbreite ~6,50 m
- DTV = 1.850 Kfz / 24 h
- kurvige Linienführung
- höhengleiche Ausbildung mit linear gliedernden Elementen und
- Fahrbahnbreite 4,40 m

Bild 105: Die Linienführung führt zum Schneiden der Kurve

Die Engstelle liegt in einer nicht stetig verzogenen Kurve (Bild 105). Der Kurvenradius endet jedoch nicht auf dem durch die Pflasterung als Fahrbahn gekennzeichneten Bereich, sondern im Seitenraum. Dadurch wird oft ein Schneiden der Kurve beobachtet.

### Beispiel 7: Negative unbestimmte Linienführung



- Wohngebiet
- punktuelle Einengung
- Straßenraumbreite: 4,15 – 5,60 m
- DTV = 5.331 Kfz/24h
- gerade Linienführung
- einseitige Einengung
- mit Begegnungsverkehr
- mit Vorrangregelung
- Fahrbahnbreite: 3,25 m

Bild 106: Flatternde Linienführungen in der Seitengliederung verwirren im Engstellenbereich

Der Engstellenbereich zeichnet sich durch eine absolut unbestimmte Linienführung aus (Bild 106). Die Linienführung reagiert unmittelbar auf vor- und rückspringende Gebäude und zwar auf jeder Straßenseite unterschiedlich. Hier beginnen die seitlichen Linienführungen zu flattern. Dieser Effekt wird durch den Farbkontrast zwischen Fahrbahn und Gehraum verstärkt und hat zur Folge, dass die Sicherheitsräume zwischen Fahrbahn und Bebauung nicht wirken und Orientierungs- und Abschätzvermögen des Fahrzeugführers überfordern. Die Warnmarkierungen zum Schutz der Gebäude sind deshalb sehr dominant.



**Beispiel 8: Negative Reduzierung der Fahrbahnbreite**

- Ausbildung mit Flachbord
- punktuelle Einengung
- Straßenraumbreite:  
5,90 – 6,60 m
- DTV = 5.400 Kfz/24h
- gerade Linienführung
- Fahrbahnbreite: 4,00 m
- ohne Begegnungsverkehr
- Einengung mit Vorrangregelung

Bild 107: Engstelle mit unklarer Ausbildung der Fahrbahnbreite.

Die Einengung ist nicht klar erkennbar ausgebildet (Bild 107). Die Fahrbahn in leichtem Gefälle zieht sich wie ein Trichter zu. Die Breite der Fahrbahn kann nur sehr schwer richtig eingeschätzt werden. Da die Begegnung Pkw/Pkw knapp möglich ist, wenn sich die Fahrzeuge am rechten Fahrbahnrand orientieren würden, wird die Vorrangregelung, die ein Halten zu Beginn des Trichters vorsieht, häufig ignoriert. Behinderungen treten besonders im Begegnungsfall Pkw-KleinLkw auf.

### Beispiel 9: Fehlende Übergangsphase zwischen Querschnittswechseln



- Höhengleiche Ausbildung
- punktuelle Einengung
- Straßenraumbreite: 5,90 – 6,20 m
- DTV = 6.823 Kfz/25 h
- kurvige Linienführung
- beidseitige Einengung Fußgänger
- ohne Vorrangregelung
- Fahrbahnbreite: 4,60 m

Bild 108: Aufgeweiteter Annäherungsbereich einer Engstelle



Bild 109: Keine Erkennbarkeit der Engstelle

Die großzügige Dimensionierung des Straßenraumes in den Abschnitten vor und hinter der Engstelle (Bild 108 und Bild 109) führt ohne eine deutliche Ausbildung des Annäherungsbereichs (Geschwindigkeitstrichter) bis zur Engstelle. Dadurch lässt sich häufig beobachten, dass keine Geschwindigkeitsminderung stattfindet. Zwar gibt es an den Ortseingängen geschwindigkeitsreduzierende Elemente, allerdings ist der Ort insgesamt sehr langgestreckt und es schließen sich anschließend lange, gerade Teilstücke an, so dass die geschwindigkeitsdämpfende Wirkung nicht bis zur Engstelle reicht. Zudem liegt die Einengung in einer Kurve, so dass die Wahrscheinlichkeit Konfliktsituationen durch Verzögerung zu entgehen, gering sind, weil sie zu spät erkannt werden.

#### 7.4.9 Elemente zur Erkennbarkeit und Geschwindigkeitsdämpfung im Übergang zur Engstelle

Die Auswertung der bereisten Engstellen hat gezeigt, dass die Ausstattung der Straßenräume einen starken Einfluss auf die Erkennbarkeit der Engstelle hat. Beispiel 9 zeigt eine nicht erkennbare Engstelle.

Eine Betonung der Engstelle wird beispielsweise durch Markierungs- und Warnelemente wie Warn-

tafeln, Poller oder Reflektoren erreicht. Diese Elemente werden oft an Stellen eingesetzt, an denen wenig Platz zur Verfügung steht. Allerdings stehen diese Elemente oft in den Seitenräumen und nehmen dort dem Fußgänger zusätzlich Platz weg.

Aber auch baulich ausgeführte Elemente wie Pflanzinseln, der Wechsel der Fahrbahnbeläge oder Fußgängerüberwege können diese Aufgabe übernehmen. Diese Beispiele führen allerdings u. U. zu einer künstlichen Verlängerung der Engstellensituation.

### Beispiel 10: Positive dörflich integrierte Lösung mit baulichen Elementen



- Ausbildung mit Bord
- punktuelle Einengung
- Straßenraumbreite: 5,50 – 6,50 m
- DTV = 1.330 Kfz/24 h
- gerade Linienführung
- zweiseitige Einengung
- mit Vorrangregelung
- ohne Begegnungsverkehr
- Fahrbahnbreite 3,30 m

Bild 110: Klare Ausbildung des Eingangsbereiches der Engstelle

Die Engstelle liegt am Ortseingang (Bild 110), der durch die Portalwirkung betont wird. Die versetzten Pflanzeninseln harmonisieren sehr gut mit den nachfolgenden Vorgärten und verdecken die abweisende Wirkung der Stützmauer des Kirchhofs. Gleichzeitig wirkt die Engstelle als Verkehrsberuhigung. Das Bild zeigt eine klare Ausbildung des Eingangsbereiches einer Engstelle.

Der Quervergleich der bereisten Beispiele hat gezeigt, dass Markierungs- und Warnelemente durchweg eher als Fremdkörper im Straßenraum wirken, während sich baulich ausgeführte Elemente besser in die Gesamtsituation einfügen und „selbstverständlicher“ wirken (Beispiel 10). Bauliche Elemente müssen in ihrer aufmerksamkeitszeugenden Wirkung nicht unbedingt schwächer als Warnelemente sein.

Einbußen in der Verkehrssicherheit konnten, wie bereits unter dem Stichwort Linienführung ausgeführt, bei nicht deutlich ausgebildeten Engstellen, die als Trichter gestaltet sind und in denen der Raum für eine Begegnung Pkw/Pkw nicht ausreicht, beobachtet werden. In solchen Engstellen wird vom Fahrzeugführer offenbar die Breite der Engstelle überschätzt.

Es lässt sich beobachten, dass dem Verkehrsteilnehmer eine Übergangsphase zum Erreichen eines niedrigeren Geschwindigkeitsniveaus in der Engstelle fehlen kann, wenn im Vorfeld der Engstelle Straßenquerschnitte angeordnet sind, in denen eine Geschwindigkeit von 50 km/h oder höher angemessen erscheint und die Engstelle einen deutlichen Bruch zu dieser Dimensionierung darstellt. Je geringer die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen

Engstelle und Vorfeld ist, desto weniger baulicher und verkehrstechnischer Aufwand ist erforderlich, um den Geschwindigkeitswechsel harmonisch zu gestalten.

Bei den Bereisungen, die hauptsächlich im Sommer stattfanden, war es nicht immer möglich, jede Engstelle auch bei Dunkelheit zu besuchen, sodass eine durchgehende Bewertung dieses Kriteriums der im Dunkeln wirksamen Elemente, wie Straßenbeleuchtung, Baken usw., nur bedingt erfolgen konnte.

Gut beleuchtete Engstellen sind aus objektiven Sicherheitsgründen und aus Gründen des subjektiven Sicherheitsempfindens bedeutsam. Es zeigt sich, dass Engstellen durch auffällige, z. B. andersfarbige Beleuchtungen gegenüber der durchgängigen ortsüblichen Straßenbeleuchtung hervorgehoben werden.

Es gibt Engstellen, die mit Warnbaken oder kleineren Reflektoren ausgestattet sind, oder in denen die Linienführung durch eine deutliche Farbmarkierung unterstrichen wird (Beispiel 11). Als konfliktreich erwiesen sich Engstellen, bei denen eine ausreichende Erkennbarkeit bei Dunkelheit nicht gegeben ist, sodass Konfliktsituationen insbesondere mit Gebäudeteilen im Seitenraum zu beobachten waren.

### Beispiel 11: Klar ausgebildete Engstelle



Bild 111: Klare Ausbildung des Eingangsbereichs in den Ort

- Ausbildung mit Bord
- punktuelle Einengung
- DTV = 4.000 Kfz/24 h
- gerade Linienführung
- zweiseitige Einengung
- mit Vorrangregelung
- ohne Begegnungsverkehr
- Fahrbahnbreite: 2,75 m



Bild 112: Gegenansicht der gleichen Engstellen

Die Engstelle liegt am Ortseingang und ist durch eine Brücke bedingt (Bild 111 und Bild 112). Dieser verkehrsstädtebaulich plausible Punkt wird bewusst ausgebildet um den Eingang in einen in Gänze verkehrsberuhigten Fremdenverkehrsort klar erkennbar zu markieren. Linienführung, Belagwahl und Ausstattungselemente sind aufeinander abgestimmt, aber zurückhaltend eingesetzt. Die Engstelle wird durch den deutlichen Versatz der Seitenlinie auf der im Vorrang nachgeordneten Seite gut erkennbar gestaltet.

#### 7.4.10 Beschilderung

Regelverstöße lassen sich beobachten, wenn die Beschilderung die Vorfahrt im Engstellenbereich regelt, die Fahrbahnbreite jedoch den Begegnungsfall Pkw/Pkw, nicht jedoch den Begegnungsfall Pkw/Lkw zulässt. Auch wenn dadurch die Verkehrssicherheit und der Verkehrsablauf nicht beeinträchtigt sind, lässt sich vermuten, dass hierdurch die Verbotsfunktion der Beschilderung „aufgeweicht“ wird. Grenzfälle bilden hierbei die Begegnung Klein-Lkw und Pkw, bei denen die vorhande-

ne Fahrbahnbreite überschätzt und als Folge dann über den Bordstein auf die Seitenflächen ausgewichen wurde.

Bei der Bereisung konnte beobachtet werden, dass die Sichtweiten in Engstellen bei angepasstem Fahrverhalten zumeist ausreichend sind, bei höheren Geschwindigkeiten oder langen Engstellen aber oft nicht ausreichen. Dies führt u. U. dazu, dass die Verkehrssicherheit beeinträchtigt oder die zu gewährende Vorfahrt missachtet wird.

### Beispiel 12: Fehlende Übereinstimmung zwischen Beschilderung und baulicher Ausbildung



- Ausbildung mit Bord
- punktuelle Einengung
- Straßenraumbreite: 7,20 m
- DTV = 6.100 Kfz/24h
- gerade Linienführung
- einseitige Einengung
- einseitig durchlaufender Gehraum
- mit Vorrangregelung
- Fahrbahnbreite: 3,75 m

Bild 113: Widerspruch der einengenden Seite mit der Vorrangsregelung

Die gesamte Ortsdurchfahrt wurde 2007 neu gestaltet. Direkt an der Engstelle befindet sich ein Parkstreifen. Auf dieser Seite ist der Gehraum unterbrochen. In diesem Beispiel entspricht die bauliche Ausbildung nicht der Beschilderung. Ziel ist es offenbar, den Ortseingangsverkehr durch die Vorrangregelung abzubremesen (Bild 113). Bei der Bereisung konnte insbesondere Unklarheit über den erforderlichen Haltepunkt beobachtet werden. Es gab aber auch Fälle, in denen die Vorrangregelung übersehen wurde, so dass in der Engstelle auf den Gehraum ausgewichen werden musste. Das Bild 113 zeigt, die durchgehende rechte Seitenlinie in Verbindung mit dem Seitenlinienversatz auf der anderen Seite.

Bei einseitigen Einengungen lässt sich immer dann ein Problem beobachten, wenn im Zusammenhang mit der Vorrangbeschilderung der Vorrang nicht der Fahrtrichtung gewährt wird, in der sich die Einengung befindet. Dann besteht genau die entgegengesetzte Regelung, wie sie aus der baulichen Situation ohne Beschilderung für den Verkehrsteilnehmer logischerweise folgern würde (Beispiel 12). Dies erschwert ihm ein intuitiv richtiges Verhalten. Die Bereisung hat gezeigt, dass in diesem Fall oft auch unnötige Unklarheiten bezüglich der notwendigen Wartebereiche entstehen.

## 7.5 Beobachtungsergebnisse zur Beurteilung der städtebaulichen Integration

### 7.5.1 Querschnittsproportionen

Die bereisten Beispiele weisen alle möglichen Variationen von Straßenraumproportionen auf. Allerdings ist die gemäß den Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung ESG 96 als günstig angegebene Straßenraumproportion von Seitenraum: Fahrbahn:Seitenraum von 30:40:30 so gut wie nie anzutreffen. In Beispiel 13 ist eine positive Straßenraumproportion dargestellt.

### Beispiel 13: Positive Straßenraumproportion einer Engstelle



- höhengleiche Ausbildung mit gliedernden Elementen
- lineare Einengung
- Straßenraumbreite > 6,50 m
- kurvige Linienführung.

Bild 114: Querschnittsaufteilung in der Engstelleneinfahrt ist gut proportioniert

Die Querschnittsgestaltung dieser Engstelle (Bild 114) wirkt ansprechend und harmonisch, was in erster Linie auf die ausgewogenen Proportionen zurückzuführen ist. Obwohl die weiche Separation keine Neugestaltung darstellt, wirkt sie sehr gepflegt. Laut Anwohneraussage identifizieren sich die Anlieger stark mit der Gestaltung und pflegen (Müll sammeln, fegen) den Straßenraum privat. Die Ausgestaltung ist insgesamt sehr stringent, beschränkt sich dabei aber auf wenige Elemente. Bei erhöhtem NMIV- und IV-Aufkommen kann der ruhende Verkehr im Seitenraum zu Konflikten führen.

### 7.5.2 Möblierung und Grün im Straßenraum

Nur sehr wenige Engstellen wiesen bei der Bereisung einen einheitlichen Entwurf in der Straßenraumausstattung auf. Hierbei ist die Anordnung der Elemente zielgerichtet und die verwendeten Elemente (Beleuchtung, Beläge, Möblierung usw.) harmonisieren (Beispiel 14 und Beispiel 15).

Es lässt sich beobachten, dass sich diese klare Strukturierung in der Regel mit der Zeit verwischt. Nicht passende Elemente werden hinzugefügt, die Anordnung wird verändert und wirkt willkürlich. In diesem Fall bleibt der Gestaltungswille aber noch erkennbar.

Trotz des insgesamt beengten Straßenraumes (Bild 115) in diesem Weindorf wirkt der Straßenraum sehr durchgrünt (Bild 116). Die verwendeten Elemente (Pflanzinseln, Mauern, Pflaster, Bänke) sind auf die angrenzende Bebauung abgestimmt. Die hohe Gestaltungsqualität wirkt sich sehr günstig auf die Aufenthaltsqualität aus.

### Beispiel 14: Integrierte städtebauliche Gestaltung



- höhengleiche Ausbildung mit gliedernden Elementen
- lineare Einengung
- Straßenraumbreite 4,00 m
- DTV = 1.200 Kfz/24 h
- gerade Linienführung
- Vorrangregelung
- Fahrbahnbreite 3,00 m
- Straßenraumbreite 4,00 m

Bild 115: Wandbegrünung unterstützt die Wahrnehmung der Engstelle



Bild 116: Grüngestaltung in den benachbarten Abschnitten unterstützt die Aufenthaltsqualität in diesen engen Streckenabschnitten

Trotz des insgesamt beengten Straßenraumes (Bild 115) in diesem Weindorf wirkt der Straßenraum sehr durchgrünt (Bild 116). Die verwendeten Element (Pflanzinseln, Mauern, Pflaster, Bänke) sind auf die angrenzende Bebauung abgestimmt. Die hohe Gestaltungsqualität wirkt sich sehr günstig auf die Aufenthaltsqualität aus.

### Beispiel 15: Positive Lösung einer Grünausstattung



- höhengleiche Ausbildung
- punktuelle Einengung
- Straßenraumbreite 5,50 – 6,50 m
- DTV = 404 Kfz/24 h
- gerade Linienführung
- einseitige Einengung
- ohne Begegnungsverkehr  
Fahrbahnbreite 3,50 m

Bild 117: Aufeinander Abgestimmte Grünflächenelemente im Seitenraum

Bei der Neugestaltung der Ortsdurchfahrt (Bild 117) wurde mit den Anwohnern ein Pflanzkonzept abgestimmt, sodass teilweise auch die Vorgärten die Bepflanzung des Straßenraums aufgreifen. Materialien, und Dimensionierung sind sehr gut auf die Architektur abgestimmt. Ein negativer Aspekt dabei: Der Seitenraum verläuft im gesamten Ort einseitig niveaugleich, sodass die eigentliche Engstelle kaum wahrgenommen wird.

## 7.6 Schlussfolgerungen

Die Analyse durch Beobachtungen der Engstellen hat viele Hinweise auf eine konfliktreduzierende und bessere Gestaltung von Engstellen erbracht. Eine Reihe von Aussagen lässt sich durch mehrfache Beobachtung auch unterschiedlicher Personen belegen, andere Beobachtungen ergeben sich aus der Anschauung der Örtlichkeit oder aus Hinweisen der Anwohner (die allerdings nicht den Anspruch der Repräsentativität erheben). Die Beobachtungsergebnisse unterstützen und ergänzen wesentliche Erkenntnisse aus den Datenanalysen und Simulationsergebnissen nach Kapitel 6.5.

Engstellen finden sich in Orten, in denen die Stellung der straßenraumbildenden Gebäude, durch historische Nutzungsformen geprägt ist, oder sind das Ergebnis von älteren Sonderbauwerken (Brücken, Unterführungen), die heutigen Verkehrserfordernissen nicht mehr entsprechen. Engstellen können sich auch topografiebedingt ergeben. In allen Situationen müssen Straßenentwurf und Verkehrsplanung flexibel auf feste Rahmenbedingungen reagieren.

Gute Lösungen für Engstellen ergeben sich selten aus der räumlich fokussierten Betrachtung der Engstelle. Kleinere Orte verlangen die Gesamtbetrach-

tung der Ortsdurchfahrt, größere Orte der entsprechenden Straßensequenz (zentrale Geschäftsstraße).

Auch wenn die Geschwindigkeitsmessungen nach Kapitel 6.3 ergeben haben, dass die Geschwindigkeiten in Engstellen in der Regel angemessen sind, kann sich die Lösung eventueller Verkehrsprobleme für eine Engstelle im erweiterten Umfeld (Teilmehrführung, Einbahnstraßenlösung) ergeben, sie kann im Aufbau einer Kaskade von Geschwindigkeitstrichtern ab der Ortseinfahrt liegen; sie kann im mehrfachen Einsatz der angemessenen Entwurfs- und Gestaltungselemente an weiteren Punkten in der Ortsdurchfahrt bestehen.

Verkehrlich und gestalterisch gute Lösungen einer Engstelle verlangen eine zielgerichtete integrierte Planung auf Grundlage der örtlichen Gegebenheiten. Sie ist die Voraussetzung für die Erkennbarkeit, Begreifbarkeit und sichere verkehrliche Nutzung der Engstelle. Diese Planung erfordert Entscheidungen über

- die Verteilung der Flächen für den Autoverkehr und die Fußgänger,
- die angemessene Stärke der Separation von Fahrbahn und Seitenbereichen (Materialität und Farbwahl),



- die bewusste Entscheidung für ein Grundprinzip (höhengleiche Ausbildung oder Ausbildung mit Bord),
- die Einbindung der Engstelle in die angrenzenden baulichen Abschnitte,
- die Stärke des Eingriffs in den Verkehrsfluss und
- die Verkehrsregelung in der Engstelle.

Verkehrsregelung, räumliche Bedingungen in der Engstelle und bauliche Lösung dürfen sich nicht widersprechen!

Die Entscheidung für eine Lösung mit oder ohne Begegnungsverkehr muss anhand der verkehrlichen Parameter (MIV, Fußgängerverkehr) und aus den örtlichen Bedingungen heraus entwickelt werden. Hierzu geben die Simulationsergebnisse aus Kapitel 6.6 klare Hinweise. Lösungen ohne Begegnungsverkehr sollten aber die erste Wahl sein, um Platz für Seitenräume zu gewinnen und ansprechende Querschnittsproportionen zu gewährleisten. Bei solchen Lösungen ohne Begegnungsfall empfiehlt sich ein Maß von 3,50 m, bei Lösungen mit Begegnungsverkehr von mindestens 4,50 m (siehe auch Kapitel 6.5).

Generell scheint sich in Engstellen das reduzierte Gehwegmaß von mindestens 1,50 m zu empfehlen. Auf diesem lassen sich erkennbare Fußgängerverkehr ausreichend und zeitlich auftretende Fußgängerpulks z. B. von Schülern auf dem Weg zur Bushaltestelle gerade noch konfliktarm abwickeln. Allerdings ist zu bedenken, dass Seitenräume auch dem subjektiven Sicherheitsempfinden und Anforderungen des Aufenthalts genügen müssen. Ausreichend dimensionierte Seitenräume führen immer auch zu besseren Straßenraumproportionen.

Stehen nur sehr geringe Straßenraumbreiten (< 5 m) zur Verfügung, sind die Sicherheitsräume vor Gebäuden als nicht begehbare feste Elemente bis 50 cm Breite auszubilden.

Für die Beurteilung der Längenausbildung von Engstellen spielen neben der Linienführung und den verkehrstechnischen Überlegungen Sichtbeziehungen eine wichtige Rolle. Einfahrende Gegenverkehre müssen noch erkannt und angemessen berücksichtigt werden können. Trifft dies nicht zu, sollten Ausweichstellen angeordnet oder die Engstelle in Abstimmung mit der Örtlichkeit in zwei oder mehrere kürzere Engstellen aufgelöst werden.

Sofern erforderlich, sollten Überquerungshilfen in die Engstelle integriert werden, nötigenfalls durch Verlängerung der eigentlichen Engstelle.

Gut sind konsequente, „selbst“-verständliche bauliche Lösungen. Diese sind in Typus und Dimension der Entwurfs-elemente der Örtlichkeit und Aufgabenstellung angemessen und weisen einen Bezug zur Materialität der Umgebung auf. Dabei sind im ortsangepassten Materialkanon Kontraste zur Hervorhebung besonderer Flächen möglich. Konsequente Lösungen, die mit wenigen, aber den aus der Örtlichkeit bewusst abgeleiteten Entwurfs-elementen arbeiten. Konsequente Lösungen reduzieren sich nicht auf die Engstelle, sondern beziehen die Zu- und Abfahrtsbereiche raumgreifend (oft ab der Ortseinfahrt) in den Lösungsansatz ein.

Der Übergang zur Engstelle muss bei geringen Fahrbahnbreiten (Einengung von 5,5 m auf 4,5 m) deutlicher ausgebildet werden als bei vergleichsweise breit ausgebildeten Engstellen (6,5 m auf 5,5 m).

Vor allem Fahrbahnen ohne Begegnungsmöglichkeiten sollten zum Schutz angrenzender Gebäudeteile mit Hochborden ausgebildet werden. Sie stellen außerdem einen starken Schutz der Seitenräume dar (stärker ist nur noch die bauliche Separation durch Hochbeete), manifestieren aber auch unangemessene und ungerechte Flächenverteilungen am deutlichsten.

Bei höhengleicher Ausbildung mit gliedernden Elementen vermittelt die Separation durch Gerinne zwischen der Fahrbahn und den Seitenbereichen. Sie empfiehlt sich bei vielen Grundstückszufahrten. Zudem wird die Mitnutzung der Flächen der jeweils anderen Bereiche ermöglicht, allerdings mit einer Betonung der Bevorrechtigung des Autoverkehrs auf der Fahrbahn und des Fußgängerverkehrs im Seitenbereich. In Mittellage betont das Gerinne die gleichberechtigte Teilung des Raumes für alle Verkehrsteilnehmer.

Mit Grünplanungen lassen sich auch in Engstellen viele gute Wirkungen erzielen. Hochbeete unterstützen die Sicherungswirkung für Seitenräume, Grünflächen mildern, aber unterstützen die Wirkung von Warntafeln, Ranken unterstützen die Erkennbarkeit vorspringender Gebäude und Gebäudeteile.

Anwohner von Engstellen haben ein Interesse an der Sicherung ihrer Gebäude. Allerdings stellen

Warn tafeln und Warnbaken immer eine Nottlösung dar. Sie wirken wie erhobene Zeigefinger. Wenn sie eingesetzt werden müssen, sollte man sie sparsam verwenden und Letztere mit einem ordentlich dimensionierten Standplatz mit ausreichenden Sicherheitsräumen im Vorfeld der eigentlichen Engstelle versehen. Poller sollten möglichst vermieden werden, um dem Seitenbereich keine unnötigen Flächen zu entziehen. Zu dünne und zu kleine Poller werden zudem leicht übersehen. Schief gefahrene Poller entwerten den Straßenraum.

„Selbst“-verständliche Engstellen sind in die Lichtplanung des Gesamtortes integriert. Die sicherheitsrelevante Ausleuchtung der Engstelle ergibt sich wie selbstverständlich aus der Abfolge der Ortsbeleuchtung.

Die Anforderungen von Lade- und Lieferverkehren sollten im Nahbereich gelöst werden. Das Gleiche gilt für die Unterbringung des ruhenden Verkehrs.

## 7.7 Exkurs: Auflösung der Engstelle durch Abbruch

Engstellen lassen sich auf zwei Wegen beseitigen:

- durch Maßnahmen im öffentlichen Straßenraum (der Klärung dieser Frage dient dieses Forschungsvorhaben),
- durch Maßnahmen auf privaten Baugrundstücken (hierzu sollen nachfolgend einige Hinweise gegeben werden).

Die Maßnahmen im öffentlichen Straßenraum sind von der planenden Verwaltung am leichtesten durchzusetzen, da hier lediglich der Träger der Baulast, der ja ein Interesse an der Beseitigung einer unverträglichen verkehrlichen Situation hat, aktiv werden muss. Hier fallen lediglich die Maßnahmenkosten an, das Gros der Maßnahmen liegt in der Umgestaltung des Straßenraumes.

Andererseits lassen sich Engstellen auch durch Maßnahmen auf privaten Grundstücken beseitigen. Hier fallen neben den Maßnahmenkosten für den Abbruch auch noch Kosten für den Grunderwerb oder für die Entschädigung entzogener Rechte an. Die Beseitigung des die Engstelle bildenden Gebäudes ist die umfassendste Lösung zur Beseitigung einer Engstelle. Städtebauliche Missstände liegen nach dem Planungsrecht eigentlich für Gebiete vor, können sich aber auch auf Einzelgebäu-

de beziehen. Hierbei wird i. S. des § 136 BauGB zwischen

- Substanzschwäche und
- Funktionsschwäche

unterschieden.

Die Substanzschwäche bezieht sich auf die Wohn- und Arbeitsverhältnisse oder die Sicherheit der in einem Gebiet wohnenden Menschen in Bezug auf die Belichtung, Besonnung und Belüftung der Wohnungen und Arbeitsstätten sowie deren bauliche Beschaffenheit, die Zugänglichkeit von Grundstücken und die Einwirkungen, die – hier von Verkehrsanlagen – ausgehen, insbesondere Lärm, Verunreinigungen und Erschütterungen.

Fälle der Substanzschwäche liegen bei den Engstellen bildenden Bauwerken immer wieder vor. Die negativen Effekte des Verkehrs sind in Engstellen stark und wirken sich auf die Nachfrage aus. Fehlt die Nachfrage, sind die Gebäude über kurz oder lang dem Verfall preisgegeben.

Dieser Prozess wird in besonders belasteten Lagen beschleunigt:

Liegen Gebäude in besonders engen Straßenräumen und sind sie mit ihren Wohn- und Ruheräumen auf die Straße orientiert, dann sind die Beeinträchtigungen besonders hoch. Ist der Unterbau der Straße alt und liegt hoher Schwerlastverkehrsanteil vor, dann muss mit besonderen Erschütterungen gerechnet werden. In engen Straßenräumen existieren oft Besonnungs- und Belichtungsprobleme. Weiterhin werden die Außenwände von Bauwerken durch die Aufwirbelungen des Verkehrs besonders verschmutzt. Gehen die Hofzufahrten und Hofzüge direkt auf die Engstelle, ist die Erschließung des Grundstücks schwierig und die Ausfahrt bzw. der Tritt vom Grundstück auf die Straße gefährlich.

Die Funktionsschwäche bezieht sich dagegen eher auf die Funktionsfähigkeit von gesamten Gebieten u. a. in Bezug auf den fließenden und ruhenden Verkehr, aber auch ihre infrastrukturelle Erschließung und die Gewährleistung ihrer Versorgungsfunktion. Wenn die Entwicklungsfähigkeit von Gebieten durch Engstellen generell beeinträchtigt ist, würde die Engstelle selbst einen Beitrag zur Funktionsschwäche leisten. Dies kommt heute jedoch nur noch sehr selten vor, weil solche Engstellen in ihren negativen Auswirkungen frühzeitig aufgelöst worden sind. Insofern konzentriert sich die

Abwägung, ob die Probleme im Zusammenhang mit einer Engstelle durch Maßnahmen am Bauwerk, das die Engstelle bildet, oder im Straßenraum befriedigend gelöst werden können, zumeist auf die Frage der Substanzschwäche des Gebäudes.

Von einer besonderen Substanzschwäche kann ausgegangen werden, wenn

- das Bauwerk in einem besonders engen Straßenraum sehr geringer Straßenraumbreite steht,
- Fenster wesentlicher Wohn- und Schlafräume und Gebäude-/Grundstückszugänge zur Straße orientiert sind,
- die Bausubstanz besonders schall- und erschütterungsanfällig ist (vor 1900 errichtet) und
- Belichtungs- und Belüftungsprobleme auftreten.

Für einen Abbruch bieten sich Gebäude in Substanzschwächesituationen besonders an, wenn

- die Funktion der Bausubstanz obsolet geworden ist (erkennbar an Leerstand und mangelndem Erhaltungszustand),
- in absehbarer Zeit keine neue Nachfrage zu erwarten ist und für das Umfeld keine Dorf- oder Stadtentwicklungsvorstellungen entwickelt worden sind und
- das Bauwerk keinerlei Bedeutung i. S. des Denkmalrechtes oder im Rahmen des Ortsbildes besitzt.

Bauwerke, die dem Denkmalschutz unterliegen, scheidern aus dieser Betrachtung aus. Sie unterliegen auch bei Erfüllung der Substanzschwähekriterien zunächst der Erhaltungspflicht nach Denkmalrecht.

Eine Erhaltungspflicht kann sich auch ergeben, wenn ein Gebäude, das die Engstelle bildet, für die Ausbildung und Wahrnehmung des Straßen- oder Platzraumes von besonderer Bedeutung ist oder wenn die Kommune davon überzeugt ist, dass das Bauwerk im Zuge von Erneuerungsmaßnahmen wieder für Nachnutzungen aktiviert werden kann.

## 8 Empfohlene Lösungen für Engstellen von Ortsdurchfahrten

### 8.1 Allgemeines

In Anlehnung an die RASSt 06 (FGSV, 2006A) wurden die Erkenntnisse aus den Datenanalysen, Mess- und Simulationsergebnissen sowie den Analysen der Beobachtungen (Kapitel 6 und Kapitel 7) zusammengefasst. Das folgende Kapitel ist so aufgebaut, dass es in die RASSt 06 in Kapitel 6.1.1.9 Fahrbahnverengungen an Zwangspunkten aufgenommen werden kann. Dabei wird empfohlen, das Kapitel in „Engstellen von Ortsdurchfahrten“ umzubenennen.

### 8.2 Engstellen von Ortsdurchfahrten

In diesem Kapitel werden Empfehlungen für Engstellen ausgesprochen, die folgende Charakterisierung aufweisen:

- Hauptverkehrsstraße (HS IV, HS III),
- durch geschlossene bzw. halboffene Bauweise bestimmte Baustruktur,
- ländlich und kleinstädtisch geprägte Bau- und Siedlungsstruktur (Wohnen, Mischnutzung, teilweise Geschäftsbesatz),
- Enge bis sehr enge Straßenräume (4,50 m-8,50 m),
- Abschnittslängen von 10 m bis 800 m,
- Verkehrsstärke bis 1.200 Kfz/h,
- auch Linienbusverkehr,
- teilweise hoher Schwerverkehrsanteil,
- landwirtschaftlicher Verkehr.

In Engstellen wird die Querschnittswahl durch die zur Verfügung stehende Straßenraumbreite bestimmt. Die Verkehrsstärke und das Schwerverkehrsaufkommen sind diesbezüglich gründlich zu überprüfen. In Tabelle 17 werden die empfohlenen Querschnitte unter Berücksichtigung der Einsatzbedingungen aufgezeigt.

Die Querschnittswahl erfolgt nach den folgenden aufgeführten Entwurfs- und Abwägungsgrundsätzen:

Einsatzbedingungen	Querschnitt
Fußgängeraufkommen: niedrig/hoch Schwerverkehrsanteil: niedrig Verkehrsstärke: < 400 Kfz/h Begegnungsverkehr: ohne	
Fußgängeraufkommen: niedrig/hoch Schwerverkehrsanteil: niedrig/hoch Verkehrsstärke: < 400 Kfz/h Begegnungsverkehr: ohne	1)
Fußgängeraufkommen: niedrig/hoch Schwerverkehrsanteil: niedrig Verkehrsstärke: > 400 Kfz/h <sup>2)</sup> Begegnungsverkehr: Pkw/Pkw	
Fußgängeraufkommen: niedrig/hoch Schwerverkehrsanteil: hoch Verkehrsstärke: > 400 Kfz/h <sup>2)</sup> Begegnungsverkehr: Pkw/Lkw	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  Höhengleiche Ausbildung ohne gliedernde Elemente   Flachbord         </div> <div style="text-align: center;">  Höhengleiche Ausbildung mit gliedernden Elementen   Hochbord         </div> </div>	
1) Ggf. bis Verkehrsstärken von 800 Kfz/h umsetzbar. Eine genaue Überprüfung der Halterate ist notwendig 2) Bei Verkehrsstärken bis 1200 Kfz/h kann der Verkehr ohne Begegnungsmöglichkeit mit einer Lichtsignalanlage geregelt werden	

Tab. 17: Empfohlene Querschnitte für Engstellen

- Fahrbahnen mit höhengleicher Ausbildung werden bei Verkehrsbelastungen unter 400 Kfz/h und einem geringen Schwerverkehrsanteil eingesetzt. Mit der höhengleichen Ausbildung wird bei geringer Verkehrsstärke versucht, Fußgänger- und Kraftfahrzeugverkehre möglichst weitgehend miteinander verträglich zu machen. Mit gliedernden Elementen wird dem Schutz- und

Orientierungsbedürfnis der Fußgänger entsprechen.

- Bei Verkehrsstärken bis 400 Kfz/h und einem hohen Schwerverkehrsanteil ist die Ausbildung mit Hochbord ohne Begegnungsmöglichkeit Pkw/Pkw der Standardfall. Bei der Ausbildung mit Hochborden wird für den Fahrverkehr eine baulich abgetrennte Fahrbahn geschaffen. Diese Lösung empfiehlt sich, um den Gegenverkehr von der Einfahrt in die Engstelle abzuhalten. Die Fahrbahnbreite für Lösungen ohne Begegnungsverkehr wird mit 3,50 m empfohlen.
- Engstellen ohne Begegnungsverkehr können ggf. bis zu einer Verkehrsstärke von 400-800 Kfz/h ohne Signalisierung umgesetzt werden. Eventuelle Beeinträchtigungen der Anwohner sind zu prüfen und zu berücksichtigen. Hohe Halteraten im Bereich dieser Verkehrsstärke können in Einzelfällen zu einer Ablehnung einer einstreifigen Variante führen. Sind die Halteraten und damit die Emissionsfaktoren zu hoch, so kann eine höhengleiche Ausbildung in Betracht gezogen werden, bei der eine Begegnung Pkw/Pkw oder auch Pkw/Lkw möglich ist.
- Engstellen ohne Begegnungsverkehr sind mit Signalisierung bei Verkehrsbelastungen bis zu 1.000-1.200 Kfz/h möglich. Dabei sollte die Länge nicht mehr als 300 m betragen. Ansonsten wird die Wartezeit, resultierend aus dem langen Räumweg, zu lang. Bei Verkehrsbelastungen nahe dem oberen Grenzwert kann die Halterate ebenfalls hoch werden.
- Engstellen mit Begegnungsverkehr Pkw/Pkw können ab einer Straßenraumbreite von 7,50 m mit wenig Lkw-Anteil und ab 8,50 m mit hohem Lkw-Anteil umgesetzt werden. Begegnungsverkehr sollte erst bei Verkehrsstärken ab 800 Kfz/h in Engstellen ermöglicht werden.
- Die Engstellenlänge sollte unter der Voraussetzung, dass die Sichtbeziehung hergestellt ist, nicht länger als 50 m sein. Ist die Engstelle länger als 50 m, so kann die Engstelle gegebenenfalls in Sequenzen aufgeteilt werden.
- Bei Verkehrsbelastungen über 1.200 Kfz/h wird empfohlen, Lösungen mit Begegnungsverkehr zu wählen. Kann dies aufgrund der Straßenraumbreite nicht eingehalten werden, sollte eine Verkehrsverlagerung in Betracht gezogen werden.

Kann kein geeigneter Querschnitt unter den vorliegenden Rahmenbedingungen angewendet werden, so ist eine Verkehrsverlagerung unabdingbar.

Grundsätzlich gilt: Steht mehr Straßenraum zur Verfügung als in einem empfohlenen Querschnitt angegeben wird, so sind die Räume immer dem Flächenangebot für Fußgänger zuzurechnen.

Bei einer Ausbildung mit Borden ist von der Mindestbreite für einen Gehbereich von 1,50 m nicht abzuweichen, da bei den empfohlenen Querschnitten die Lichtraumweiten in verschiedenen Begegnungsfällen (Pkw/Lkw oder Lkw/Lkw) in die Seitenräume hineinreichen. Das reduzierte Maß von 1,50 m ist dabei nur über geringe Längen (i. d. R. maximal 50 m) hinnehmbar. Bei Verkehrsstärken unter 400 Kfz/h und einem geringen Schwerverkehrsanteil kann bei einer höhengleichen Ausbildung ein Seitenraum auf minimal 1,00 m – ebenfalls nur über geringe Längen – reduziert werden.

Der Bereich vor und hinter der Engstelle ist so auszubilden, dass ein Begegnungsfall Lkw/Lkw ermöglicht wird, da aufgrund der geringen Engstellenlängen und der geringen Straßenraumbreite von dem Begegnungsfall Lkw/Lkw in der Engstelle abgesehen werden muss.

Zusätzlich sind folgende Entwurfs- und Abwägungsgrundsätze zu beachten.

In Engstellen können die Regelbreiten des Seitenraumes über geringe Abschnittslängen (i. d. R. maximal 50 m) reduziert werden; die Mindestbreite für den Verkehrsraumbedarf von Fußgängern liegt in Engstellen bei 1,50 m. Die Querschnittsbreite ist durchgängig um das die Engstelle bildende Objekt vorzusehen – eine punktuelle Engstelle sollte somit linear gelöst werden, um die Sichtbeziehungen zwischen Fußgängern und Fahrzeugführern zu verbessern.

In Engstellen, in denen sich Fußgängerverkehre in den Seitenräumen nicht unterbringen lassen, können durch bauliche Maßnahmen Arkaden oder Bypass-Lösungen geschaffen werden.

Der Querungsbedarf von Fußgängern ist in der Engstelle zu ermöglichen. Dazu ist es erforderlich, dass die Einengung über die begrenzenden Seitenelemente, wie Gebäude und Mauern, hinaus verlängert wird, um genügend Sichtbeziehung herzustellen und dem Fußgänger die Überquerung an der schmalsten Stelle zu gewährleisten.

### **Schrammborde**

In Engstellen dienen Schrammborde dem Schutz von Gebäudewänden, -ecken oder vorspringenden Gebäudeteilen.

Schrammborde sollen

- mit einem Dachprofil,
- durch einen Hochbord oder
- als Grünfläche

so ausgebildet werden, dass Fußgänger sie nicht betreten. Schrammborde sollten nicht breiter als 0,50 m sein; werden größere Abstände benötigt, ist auf dieser Straßenseite ein entsprechender Seitenraum von mindestens 1,50 m auszubilden.

### **Führung des Radverkehrs**

In Engstellen bietet sich eine Führung des Radverkehrs auf der Fahrbahn an. Alternativ sind Bypass-Lösungen zu suchen.

### **Park- und Ladeflächen im Straßenraum**

In Engstellen muss auf die Anordnung von Park- und Ladeflächen zugunsten von Lösungen im Nahbereich verzichtet werden. Wenn das Liefern und Laden unabdingbar sind, kann geprüft werden, ob die Engstelle in Sequenzen aufgeteilt werden kann.

### **Übergangsbereiche von Engstellen**

Die Übergangsbereiche von Engstellen sind gut sichtbar auszubilden. Der bevorrechtigte Verkehr wird ohne Versatz durch die Engstelle geführt. Dem wartepflichtigen Strom wird durch einen deutlichen Versatz die Wartepflicht aufgezeigt. Der Ausfahrtsbereich des wartepflichtigen Stromes wird ebenfalls deutlich ausgebildet, sodass der bevorrechtigte Strom die Engstelle erkennen kann.

### **Haltesicht und Längsausbildung**

Aufgrund der einzuhaltenden Haltesicht können Engstellen bis zu 50 m lang ausgebildet werden. Bei der Längsausbildung von Engstellen ist darauf zu achten, dass die Haltesichtweiten so gewählt werden, dass sowohl der Vorrang gewährende Verkehr als auch der vorfahrtsberechtigte Verkehr noch vor der Einfahrt in die Engstelle zum Halten kommen können. Die Haltesicht muss ebenfalls bei Engstellen mit Begegnungsverkehr Pkw/Pkw ein-

gehalten werden, da die Querschnitte in der Engstelle nicht für einen Begegnungsfall Lkw/Lkw dimensioniert sind.

### Beleuchtung

Engstellen sind gut auszuleuchten. Engstellen, die bei Nacht schwer zu erkennen sind, können durch eine besondere Beleuchtung betont werden.

Die Erkennbarkeit auskragender Gebäudeteile kann in Engstellen durch entsprechende Ausleuchtung verbessert werden.

In Engstellen ist darauf zu achten, dass Lichtmasten den bereits reduzierten Seitenraum nicht zusätzlich verstellen.

Leuchten können durch abgestimmte Standorte und Typen zur Markierung der Engstelle genutzt werden.

### Beschilderung und Markierung

Versätze im Einfahrtsbereich von Engstellen sollen durch eine Warnbake gesichert werden. Auf die Warnbake kann verzichtet werden, wenn die Führung des Verkehrs mit anderen Maßnahmen (z. B. farblich oder materialmäßig differenzierten Flächen) erreicht werden kann.

In Engstellen sollte auf Absperrelemente verzichtet werden, sodass dem bereits reduzierten Seitenraum nicht noch mehr Fläche entzogen wird.

Die Verkehrsregelung ist eindeutig nach Straßenverkehrsordnung (StVO, 2009) mit den Verkehrszeichen 208 und 308 anzuzeigen. Die Beschilderung muss mit der Anordnung der baulichen Elemente (Versatz) übereinstimmen.

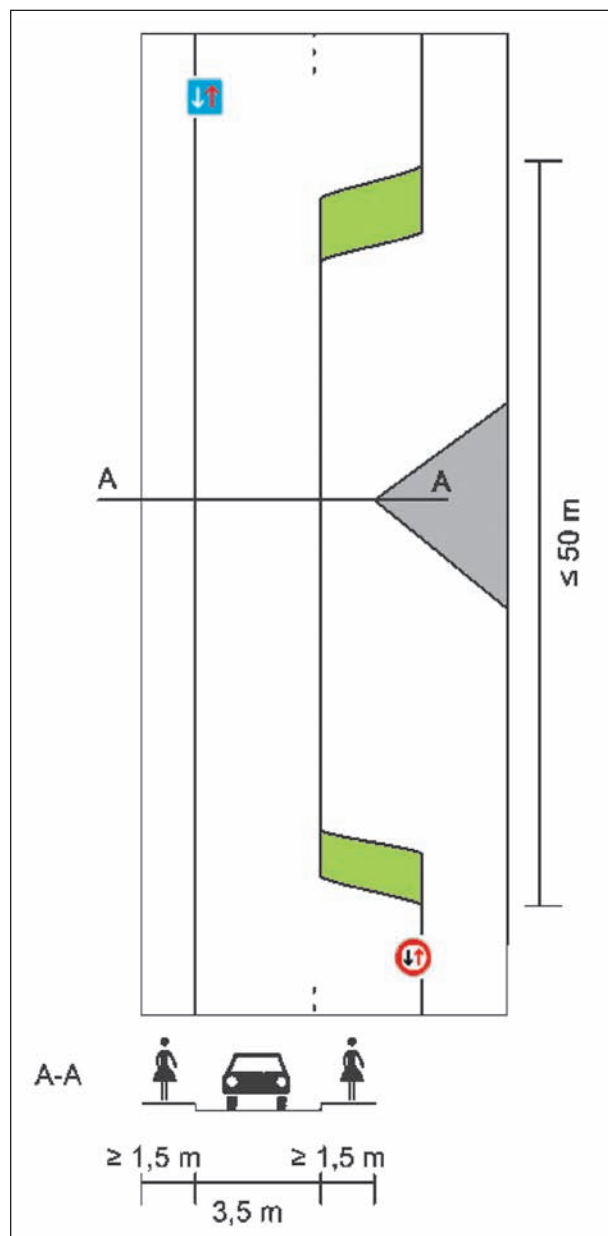
### Grün im Straßenraum

In Engstellen kommt Begrünung im Straßenraum eine besondere Bedeutung in der Unterstützung der Erkennbarkeit und Orientierung zu, weil sie in die dritte Dimension wirkt.

Mit dauerhaft niedriger Bepflanzung lassen sich Einfahrtsbereiche in Engstellen markieren und Schutzflächen in Seitenräumen deutlich sichern. Fassadenbegrünung unterstützt die Wahrnehmbarkeit vorspringender Gebäudeteile.

### Möglichkeiten der Längs- und Querausbildung

In Bild 118 wird unter Berücksichtigung vorangegangener Entwurfs- und Ausstattungselemente eine Möglichkeit der Längs- und Querausbildung einer Engstelle ohne Begegnungsverkehr dargestellt.



**Bild 118:** Längs- und Querausbildung einer Engstelle ohne Begegnungsverkehr

## 9 Zusammenfassung

Engstellen werden landläufig als Problempunkte mit besonderem Handlungsbedarf angesehen. Dabei treten dort nicht mehr Unfälle auf als in vergleichbaren üblichen Innerortsstraßen. Außerdem

sind die Verkehrsbelastungen in Engstellen vergleichsweise gering. Hochbelastete Engstellen hat man anscheinend in der Vergangenheit weitgehend beseitigt. Allerdings scheint es in Engstellen eine Dunkelziffer von Bagatellunfällen mit angefahrenen Häuserecken oder vorspringenden Gebäudeteilen zu geben, die in der offiziellen Unfallstatistik nicht in Erscheinung treten.

Auf die Erkenntnis, dass sich aus der Unfallanalyse nur wenige Rückschlüsse auf zutreffende Empfehlungen zur Gestaltung und Regelung von Engstellen begründen lassen, wurde im Laufe der Bearbeitung flexibel reagiert. Mit der Beobachtung durch mehrere Personen, mit der Messung von Geschwindigkeitsprofilen und mit der mikroskopischen Simulation wurden die Abläufe in Engstellen näher untersucht. Aus der Synopse der Erkenntnisse lassen sich begründete Empfehlungen für die Querschnittsgestaltung und die Längsausbildung von Engstellen in Anlehnung an die Systematik der RAS 06 (FGSV, 2006A) ableiten.

Engstellen können vordergründig als Hindernis- oder Gefahrenstelle aufgefasst werden, man kann sie aber auch als wichtige strategische Punkte in einer Ortsdurchfahrt verstehen, die Anlass bieten, über die Gestaltung einer Ortsdurchfahrt oder einer Straßensequenz insgesamt nachzudenken. Treten an anderen Stellen wie der Ortseinfahrt oder in Bereichen mit erhöhtem Querungsbedarf weitere Handlungsnotwendigkeiten auf, dann bietet es sich an, über ein Gesamtkonzept zur Umgestaltung nachzudenken. In der Regel können etwa vorhandene Probleme mit Engstellen am besten entschärft werden, wenn im Vorfeld bereits Geschwindigkeitstrichter aufgebaut werden bzw. mehrere aufeinanderfolgende Entwurfs Elemente „kaskadenartig“ die Geschwindigkeit aus dem fließenden Verkehr nehmen. Der Engstelle kommt dann die Funktion des begründenden Entwurfs Elementes für die Gesamtmaßnahme zu.

Bei der Planung von Engstellen sind die Ansprüche des fließenden Kraftfahrzeugverkehrs und die Nutzungsansprüche der Fußgänger gegeneinander abzuwägen.

Für Engstellen mit Verkehrsbelastungen unter 1.200 Kfz/h wird empfohlen, innerhalb der Engstelle den Begegnungsverkehr zu unterbinden. In Engstellen mit Verkehrsbelastungen über 1.200 Kfz/h muss ein Begegnungsverkehr zugelassen werden, ohne die Seitenraumbreiten unter 1,50 m zu reduzieren. Ist das nicht möglich, weil der Straßenraum

keine ausreichende Breite vorweist, müssen verkehrliche Lösungen im erweiterten Umfeld der Ortsdurchfahrt oder der betroffenen Straßensequenz gesucht werden (Einbahnstraßenlösung, Teilortsumgehung, Ortsumgehung).

Lässt sich eine Engstelle im Straßenentwurf nicht lösen, dann sollte ein Abbruch des verursachenden Gebäudes in Betracht gezogen werden, wenn dieses nicht unter Denkmalschutz steht oder ortsbildprägend ist. Erleichtert wird diese Entscheidung bei Gebäuden, die bereits leergezogen, in Teilen verwahrlost oder schon teilabgebrochen sind.

Bei Verkehrsbelastungen von bis zu 800 Kfz/h bieten sich Einbahnregelungen ohne Signalisierung an, wobei die Seitenräume durch Hochborde abgesetzt werden sollten, um ein unbewusstes Einfahren des Gegenverkehrs zu vermeiden.

Generell wird empfohlen, bei eingeschränkten Platzverhältnissen öfter als bisher Engstellen einstreifig ohne Begegnungsverkehr auszubilden.

Fahrbahnen mit höhengleicher Ausbildung sollten nur bei Verkehrsbelastungen unter 400 Kfz/h zum Einsatz kommen.

Bei den Beobachtungen hat sich für Engstellen der Gehbereich als reduziertes Querschnittsmaß von minimal 1,50 m als gerade noch akzeptabel herausgestellt. Ein Gehbereich von minimal 1,00 m wird nur bei höhengleicher Ausbildung mit geringem Schwerverkehr ausnahmsweise zugelassen.

Für Lösungen ohne Begegnungsverkehr werden in Engstellen die Minimalbreite für die Fahrbahn mit 3,50 m und für Lösungen mit Begegnungsverkehr die Minimalbreite von 4,50 m vorgeschlagen. Im Fall ohne Begegnungsverkehr ergibt sich die Breite aus den Fahrzeugbreiten von Linienbussen, Schwerverkehr und landwirtschaftlichem Nutzverkehr plus Bewegungsraum und Sicherheits- bzw. Komfortzuschlag. Im Fall mit Pkw-Pkw-Begegnungsverkehr ergibt sich die Mindestbreite aus der Vermeidung von Konflikten im Begegnungsfall. In Kurven sind die Fahrbahnen entsprechend den Schleppkurven aufzuweiten.

Die Gestaltungsaufgabe Engstelle soll nicht als „minimalinvasiver“ Eingriff nach dem „Kostenminimierungsprinzip“ angegangen werden, damit keine gestalterisch unbefriedigenden und für bestimmte Nutzergruppen unfreundliche Lösungen entstehen. Engstellen sollen bewusst deutlich ausgebildet werden und aus der städtebaulichen Situation abgeleitet werden.

## Literatur

- Amt für Raumordnung und Vermessung (AVR) des Kantons Zürich: Ortsdurchfahrten – Von der Durchfahrtsstrasse zum gestalteten Strassenraum; Zürich, 2001
- BAIER, M. et al.: Verkehrsqualität auf Streckenabschnitten von Hauptverkehrsstraßen; Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Heft V 108; Wirtschaftsverlag NW; Bremerhaven, 2003
- BOHLE, W. et al.: Ablauf und Qualität des Fußgängerverkehrs; in: Straßenverkehrstechnik (48) 11/2004, S. 585-594
- Bundesamt für Straßen (ASTRA): Velokonferenz Schweiz – Velomaßnahmen mit ungenügender rechtlicher Abstützung, Dokumentation und Empfehlungen; Biel/Bienne, 2007
- Department for Transport: Manual for Streets; London, 2007
- ELLENBERG, H.: Bauernhaus und Landschaft in ökologischer und historischer Sicht; Verlag Eigen Ulmer; Stuttgart, 1990
- FALKENBERG, G. et al.: Bemessung von Radverkehrsanlagen unter verkehrstechnischen Gesichtspunkten; Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Heft V 103; Wirtschaftsverlag NW; Bremerhaven, 2003
- FGSV Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“: Empfehlungen für das Sicherheitsaudit an Straßen“, Ausgabe 2002
- FGSV Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“: Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen (EAE 85/95); ergänzte Fassung 1995
- FGSV Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“: Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06); 2006A
- FGSV Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“: Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen (EFA 2002); 2002
- FGSV Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“: Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 95); 1995
- FGSV Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“: Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 07); Entwurf, Stand 14.10.2007
- FGSV Arbeitsgruppe „Verkehrsführung und Verkehrssicherheit“: Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN); Ausgabe 2003
- FGSV Arbeitsgruppe „Verkehrsführung und Verkehrssicherheit“: Hinweise zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation – Grundlagen und Anwendung; 2006B
- FGSV Arbeitsgruppe „Verkehrsführung und Verkehrssicherheit“: Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten; Ausgabe 1998
- FGSV Arbeitsgruppe „Verkehrsführung und Verkehrssicherheit“: Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA); 1992; Teilfortschreibung 2003
- FGSV Kommission „Bemessung von Straßenverkehrsanlagen“: Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2001); Ausgabe 2005
- Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE (82.278) im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen: „Bewertung von Ortsumgehungen aus Verkehrssicherheitsicht“, Entwurf des Endberichts, Stand Juli 2008
- Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE (03.389) im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen: „Handbuch für die Bewertung der Verkehrssicherheit von Straßenverkehrsanlagen“, Entwurf Schlussbericht, Stand August 2008
- Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE (82.311) im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen: „Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen“, Entwurf des Endberichts, Stand September 2009
- Hessisches Landesamt für Straßenbau: Planung und Gestaltung von Ortsdurchfahrten, Leitfaden der Hessischen Straßenbauverwaltung zum Ortsgerechten Straßenbau, Teil 1 – Allgemeiner methodischer Teil; Darmstadt, 1988
- Hessisches Landesamt für Straßenbau: Planung und Gestaltung von Ortsdurchfahrten, Leitfaden der Hessischen Straßenbauverwaltung zum Ortsgerechten Straßenbau, Teil 2 – Projektbezogener Teil; Darmstadt, 1988



- HUBER, F.: Entwurfs- und Bewertungsverfahren zur Einbeziehung städtebaulicher Effekte in die Verkehrsinfrastrukturplanung; in: Stadt-Region-Land-Berichte; Aachen, 2003
- HUBER, F., MEINER, H.: Bewertung der städtebaulichen Effekte im Rahmen der BVWP; Schlussbericht, FE 96.0666/2000 und 26.0168/2002; Aachen, 2003
- Innenministerium Baden-Württemberg: OD-Leitfaden Empfehlungen zur Gestaltung von Ortsdurchfahrten in Dörfern und kleinen Städten; Schriftenreihe der Straßenbauverwaltung Heft 1; 1988
- Institute of Transportation Engineers (ITE): Context Sensitive Solutions in Designing Major Urban Thoroughfares for Walkable Communities; RP – 036; Washington, 2006
- KELLER, M.: Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs 2.1 (HBEFA), Bern, 2004
- Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg: OD-Leitfaden Brandenburg 2001, Leitfaden für die Gestaltung von Ortsdurchfahrten in Brandenburg; Potsdam, 2001
- Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa, Fassung vom 11.06.2008
- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit: Leitfaden zur Planung von Ortsdurchfahrten des Freistaates Sachsen; Artcolor-Verlag; Leipzig, 1998
- SCHNÜLL, R., BODE, K.-R.: Verkehrliche Untersuchungen zur Gestaltung von Ortsdurchfahrten kleiner Orte und Dörfer – Mischflächen und Engstellen; Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft Nr. 519; 1988
- Schweizer Norm SN 640 862; Markierungen – Anwendungsbeispiele für Haupt- und Nebenstrassen; Ausgabe 1993-05
- STEINAUER, B. et al.: Verkehrsqualität städtischer Hauptverkehrsstraßennetze; FE 77.476/2003 im Auftrag des BMVBW; 2. Zwischenbericht; Oktober 2005
- Straßenverkehrsordnung (StVO), in der Fassung vom 01.09.2009
- Strittmatter Partner AG, Beratende Raumplaner: Gemeinde Berneck SG – Strassenraumgestaltung Zentrum; St. Gallen, 2005
- Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV), Fassung 2002

## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

#### Unterreihe „Verkehrstechnik“

### 2007

- V 144: Umsetzung der Neuerungen der StVO in die straßenverkehrsrechtliche und straßenbauliche Praxis  
Baier, Peter-Dosch, Schäfer, Schiffer € 17,50
- V 145: Aktuelle Praxis der Parkraumbewirtschaftung in Deutschland  
Baier, Klemp, Peter-Dosch € 15,50
- V 146: Prüfung von Sensoren für Glättemeldeanlagen  
Badelt, Breitenstein, Fleisch, Häusler, Scheurl, Wendl € 18,50
- V 147: Luftschadstoffe an BAB 2005  
Baum, Hasskelo, Becker, Weidner € 14,00
- V 148: Berücksichtigung psychologischer Aspekte beim Entwurf von Landstraßen – Grundlagenstudie –  
Becher, Baier, Steinauer, Scheuchenpflug, Krüger € 16,50
- V 149: Analyse und Bewertung neuer Forschungserkenntnisse zur Lichtsignalsteuerung  
Boltze, Friedrich, Jentsch, Kittler, Lehnhoff, Reusswig € 18,50
- V 150: Energetische Verwertung von Grünabfällen aus dem Straßenbetriebsdienst  
Rommeiß, Thrän, Schlägl, Daniel, Scholwin € 18,00
- V 151: Städtischer Liefer- und Ladeverkehr – Analyse der kommunalen Praktiken zur Entwicklung eines Instrumentariums für die StVO  
Böhl, Mause, Kloppe, Brückner € 16,50
- V 152: Schutzeinrichtungen am Fahrbahnrand kritischer Streckenabschnitte für Motorradfahrer  
Gerlach, Oderwald € 15,50
- V 153: Standstreifenfreigabe – Sicherheitswirkung von Umnutzungsmaßnahmen  
Lemke € 13,50
- V 154: Autobahnverzeichnis 2006  
Kühnen € 22,00
- V 155: Umsetzung der Europäischen Umgebungslärmrichtlinie in Deutsches Recht  
Bartolomaeus € 12,50
- V 156: Optimierung der Anfeuchtung von Tausalzen  
Badelt, Seliger, Moritz, Scheurl, Häusler € 13,00
- V 157: Prüfung von Fahrzeugrückhaltesystemen an Straßen durch Anprallversuche gemäß DIN EN 1317  
Klöckner, Fleisch, Balzer-Hebborn, Ellmers, Friedrich, Kübler, Lukas € 14,50
- V 158: Zustandserfassung von Alleebäumen nach Straßenbaumaßnahmen  
Wirtz € 13,50
- V 159: Luftschadstoffe an BAB 2006  
Baum, Hasskelo, Siebertz, Weidner € 13,50
- V 160: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2005 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen  
Fitschen, Koßmann € 25,50
- V 161: Quantifizierung staubedingter jährlicher Reisezeitverluste auf Bundesautobahnen – Infrastrukturbedingte Kapazitätsengpässe  
Listl, Otto, Zackor € 14,50
- V 162: Ausstattung von Anschlussstellen mit dynamischen Wegweisern mit integrierter Stauinformation – dWiSta  
Grahl, Sander € 14,50

- V 163: Kriterien für die Einsatzbereiche von Grünen Wellen und verkehrsabhängigen Steuerungen  
Brilon, Wietholt, Wu € 17,50
- V 164: Straßenverkehrszählung 2005 – Ergebnisse  
Kathmann, Ziegler, Thomas € 15,00

### 2008

- V 165: Ermittlung des Beitrages von Reifen-, Kupplungs-, Brems- und Fahrbahnabrieb an den PM<sub>10</sub>-Emissionen von Straßen  
Quass, John, Beyer, Lindermann, Kuhlbusch, Hirner, Sulkowski, Sulkowski, Hippler € 14,50
- V 166: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2006 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen  
Fitschen, Koßmann € 26,00
- V 167: Schadstoffe von Bankettmaterial – Bundesweite Datenauswertung  
Kocher, Brose, Siebertz € 14,50
- V 168: Nutzen und Kosten nicht vollständiger Signalisierungen unter besonderer Beachtung der Verkehrssicherheit  
Frost, Schulze € 15,50
- V 169: Erhebungskonzepte für eine Analyse der Nutzung von alternativen Routen in übergeordneten Straßennetzen  
Wermuth, Wulff € 15,50
- V 170: Verbesserung der Sicherheit des Betriebspersonals in Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen  
Roos, Zimmermann, Riffel, Cypra € 16,50
- V 171: Pilotanwendung der Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN)  
Weinert, Vengels € 17,50
- V 172: Luftschadstoffe an BAB 2007  
Baum, Hasskelo, Siebertz, Weidner € 13,50
- V 173: Bewertungshintergrund für die Verfahren zur Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offenporiger Straßenbeläge  
Altreuther, Beckenbauer, Männel € 13,00
- V 174: Einfluss von Straßenzustand, meteorologischen Parametern und Fahrzeuggeschwindigkeit auf die PM<sub>x</sub>-Belastung an Straßen  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.  
Düring, Lohmeyer, Moldenhauer, Knörr, Kutzner, Becker, Richter, Schmidt € 29,00
- V 175: Maßnahmen gegen die psychischen Belastungen des Personals des Straßenbetriebsdienstes  
Fastenmeier, Eggerdinger, Goldstein € 14,50

### 2009

- V 176: Bestimmung der vertikalen Richtcharakteristik der Schallabstrahlung von Pkw, Transportern und Lkw  
Schulze, Hübelt € 13,00
- V 177: Sicherheitswirkung eingefräster Rüttelstreifen entlang der BAB A24  
Lerner, Hegewald, Löhe, Velling € 13,50
- V 178: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2007 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen  
Fitschen € 26,00
- V 179: Straßenverkehrszählung 2005: Methodik  
Kathmann, Ziegler, Thomas € 15,50
- V 180: Verteilung von Tausalzen auf der Fahrbahn  
Hausmann € 14,50
- V 181: Voraussetzungen für dynamische Wegweisung mit integrierten Stau- und Reisezeitinformationen  
Hülsemann, Krems, Henning, Thiemer € 18,50

V 182: Verkehrsqualitätsstufenkonzepte für Hauptverkehrsstraßen mit straßenbündigen Stadt-/Straßenbahnkörpern  
Sümmermann, Lank, Steinauer, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen € 17,00

V 183: Bewertungsverfahren für Verkehrs- und Verbindungsqualitäten von Hauptverkehrsstraßen  
Lank, Sümmermann, Steinauer, Baur, Kemper, Probst, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen, Jachtmann, Hebel € 24,00

V 184: Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern  
Alrutz, Bohle, Müller, Prahlow, Hacke, Lohmann € 19,00

V 185: Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit  
Gerlach, Kesting, Thiemeyer € 16,00

V 186: Beurteilung der Streustoffverteilung im Winterdienst  
Badelt, Moritz € 17,00

V 187: Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsrechnerzentralen des Bundes  
Kirschfink, Aretz € 16,50

## 2010

V 188: Stoffeinträge in den Straßenseitenraum – Reifenabrieb  
Kocher, Brose, Feix, Görg, Peters, Schenker € 14,00

V 189: Einfluss von verkehrsberuhigenden Maßnahmen auf die PM10-Belastung an Straßen  
Düring, Lohmeyer, Pöschke, Ahrens, Bartz, Wittwer, Becker, Richter, Schmidt, Kupiainen, Pirjola, Stojiljkovic, Malinen, Portin € 16,50

V 190: Entwicklung besonderer Fahrbahnbeläge zur Beeinflussung der Geschwindigkeitswahl  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.  
Lank, Steinauer, Busen € 29,50

V 191: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2008  
Fitschen, Nordmann € 27,00  
Dieser Bericht ist als Buch und als CD erhältlich oder kann ferner als kostenpflichtiger Download unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.

V 192: Anprall von Pkw unter großen Winkeln gegen Fahrzeugrückhaltesysteme  
Gärtner, Egelhaaf € 14,00

V 193: Anprallversuche an motorradfahrerfreundlichen Schutzeinrichtungen  
Klößner € 14,50

V 194: Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement  
Ansorge, Kirschfink, von der Ruhren, Hebel, Johanning € 16,50

V 195: Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen  
Londong, Meyer € 29,50  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.

V 196: Sicherheitsrelevante Aspekte der Straßenplanung  
Bark, Kutschera, Baier, Klemps-Kohnen € 16,00

V 197: Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 2008  
Lensing € 16,50

V 198: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2005/2006  
Kocher, Brose, Chlubek, Karagüzel, Klein, Siebertz € 14,50

V 199: Stoffeintrag in Straßenrandböden - Messzeitraum 2006/2007  
Kocher, Brose, Chlubek, Görg, Klein, Siebertz € 14,00

V 200: Ermittlung von Standarts für anforderungsgerechte Datenqualität bei Verkehrserhebungen  
Bäumer, Hautzinger, Kathmann, Schmitz, Sommer, Wermuth € 18,00

V 201: Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen  
Vieten, Dohmen, Dürhager, Legge € 16,00

## 2011

V 202: Einfluss innerörtlicher Grünflächen und Wasserflächen auf die PM<sub>10</sub>-Belastung  
Endlicher, Langner, Dannenmeier, Fiedler, Herrmann, Ohmer, Dalter, Kull, Gebhardt, Hartmann € 16,00

V 203: Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit  
Dohmen, Vieten, Kesting, Dürhager, Funke-Akbiyik € 16,50

V 204: Einfluss von Straßenrandbegrünung auf die PM<sub>10</sub>-Belastung  
Bracke, Reznik, Mölleken, Berteilt, Schmidt € 22,00  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.

V 205: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2009  
Fitschen, Nordmann € 27,50  
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.

V 206: Sicherheitspotenzialkarten für Bundesstraßen nach den ESN  
Färber, Lerner, Pöppel-Decker € 14,50

V 207: Gestaltung von Notöffnungen in transportablen Schutzeinrichtungen  
Becker € 16,00

V 208: Fahrbahnquerschnitte in baulichen Engstellen von Ortsdurchfahrten  
Gerlach, Breidenbach, Rudolph, Huber, Brosch, Kesting € 17,50

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
Postfach 10 11 10  
D-27511 Bremerhaven  
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0  
Telefax: (04 71) 9 45 44 77  
Email: [vertrieb@nw-verlag.de](mailto:vertrieb@nw-verlag.de)  
Internet: [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de)

Dort ist auch ein Komplettverzeichnis erhältlich.