

Die Benutzung von Standstreifen der Bundesautobahnen

Dieter Bauer, Fritz Busch, Wilhelm Leutzbach

1. Einführung

Von Zeit zu Zeit wird die Frage diskutiert, ob Standstreifen als wesentliches Querschnittselement der 2bahnigen Hochleistungsstraßen für Nothalte den für sie notwendigen Aufwand in Form von zusätzlichem Landverbrauch und erhöhten Baukosten rechtfertigen. Dabei zeigte sich, daß über die Nutzung dieser Standstreifen bisher vergleichsweise wenig bekannt war. Bisher lagen nur Ergebnisse von Untersuchungen von Keller [2] vor, der bereits einen Zusammenhang zwischen der mittleren täglichen Verkehrsstärke und den prozentualen Anteilen der Zahl der monatlichen Nothalte aufzeigte. Er konnte außerdem nachweisen, daß die Anzahl der Nothalte pro Stunde durch eine Poissonverteilung beschrieben werden kann. Eine eingehende Ermittlung des Umfangs der Inanspruchnahme von Standstreifen existiert jedoch nicht. Daher wurde im Auftrag des Bundesministers für Verkehr eine verkehrswirtschaftliche Untersuchung über die Benutzung von Standstreifen für Halte durchgeführt. Ziel dieser Untersuchung war es, zahlenmäßige Kenntnisse über

- den Umfang der Nothalte bzw. Halte überhaupt
- die Unterschiede der Nothalte bzw. Halte bei Strecken mit Standstreifen und ohne Standstreifen
- die Abhängigkeit der Nothalte bzw. Halte von Verkehrsbelastung Verkehrsart Lkw/Pkw
- der Anteil der den Autobahnmeistereien bekanntgewordenen Nothalte an der Gesamtzahl der Halte zu erhalten.

2. Durchführung der Beobachtung

Für die Durchführung der Beobachtungen wurden im Raum Bruchsal-Karlsruhe-Pforzheim zwei Untersuchungsstrecken ausgewählt (Bild 1).

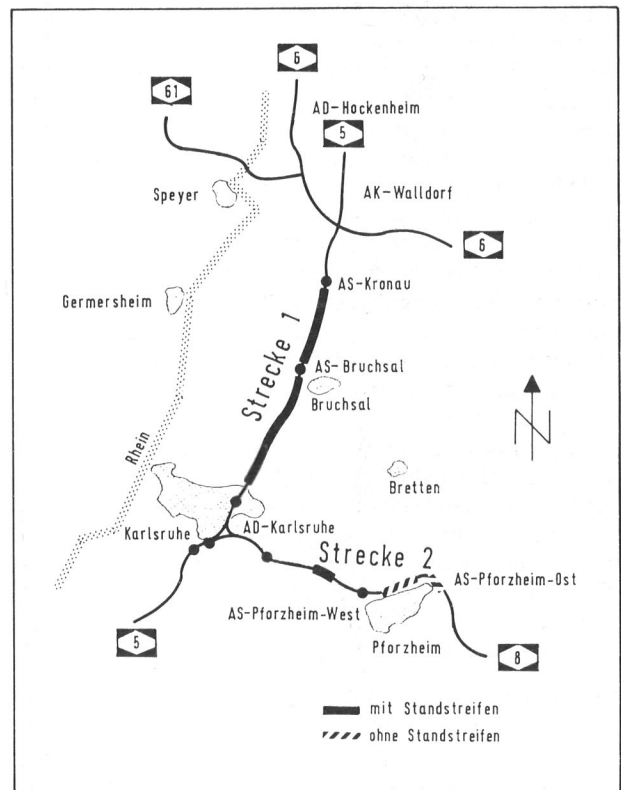
Die „Strecke 1“ umfaßte einen zusammenhängenden Abschnitt der A 5 auf einer Länge von 25 km. Sie war auf der gesamten Länge mit drei Fahrstreifen und einem Standstreifen pro Richtung ausgerüstet. Die „Strecke 2“ umfaßte drei Teilabschnitte der A 8 mit einer Gesamtlänge von 9 km. Der erste Teilabschnitt wies in Richtung Pforzheim (Steigung) drei Fahrstreifen und einen Standstreifen und in Richtung Karlsruhe (Gefälle) zwei Fahrstreifen und teilweise einen Standstreifen auf. Die beiden anderen Teilabschnitte hatten zwei Fahrstreifen ohne Standstreifen pro Richtung. Lediglich der dritte Teilabschnitt wies noch in Richtung Stuttgart auf einer Länge von 800 m eine zusätzliche Kriechspur auf. Die Untersuchung umfaßte drei jahreszeitlich unterschiedliche Meßperioden:

- vom 7. 2. 1982 (Sonntag) bis zum 10. 2. 1982 (Mittwoch) in der Zeit von 8.00 bis 18.00 Uhr (je 10 Stunden)
- vom 18. 4. 1982 (Sonntag) bis zum 21. 4. 1982 (Mittwoch) in der Zeit von 7.00 bis 19.00 Uhr (je 12 Stunden)
- vom 18. 7. 1982 (Sonntag) bis zum 21. 7. 1982 (Mittwoch) in der Zeit von 6.00 bis 20.00 Uhr (je 14 Stunden).

Mit diesen Zeiträumen sollte das unterschiedliche Verkehrsgeschehen eingefangen werden. Insbesondere sollten die Sommermessungen den Urlaubsverkehr erfassen.

3. Ergebnisse der Untersuchung

Es wurden insgesamt 1425 Halte erfaßt. Inwieweit es sich dabei um notwendige, unvermeidbare Nothalte oder um vermeidbare freiwillige Halte gehandelt hat, kann nur annähernd über die Halte-dauer vermutet werden, da aufgrund der Beobachtungsanordnung die haltenden Fahrer nicht befragt werden konnten. Eine Abschätzung ist auch über einen Vergleich mit den Hilferufen bei den Autobahnmeistereien möglich. Die Verteilung der beobachte-



1: Lage der Untersuchungsstrecken

Verfasserschrift: Dipl.-Ing. Bauer, Dipl.-Ing. Busch, Prof. Dr.-Ing. Leutzbach, Institut für Verkehrswesen, Universität (TH) Karlsruhe, Kaiserstr. 12, 7500 Karlsruhe.

Tabelle 1: Anzahl der registrierten Nothalte

Datum	Strecke 1 (A 5)	Strecke 2 (A 8)				Gesamt
		Abschnitt			Σ	
		1	2	3		
07.02.	71	7	2	6	15	86
08.02.	51	8	6	3	17	68
09.02.	64	8	3	6	17	81
10.02.	57	8	4	4	16	73
Σ	243	31	15	19	65	308
18.04.	125	7	5	15	27	152
19.04.	65	7	8	16	31	96
20.04.	64	9	18	9	36	100
21.04.	61	14	4	9	27	88
Σ	315	37	35	49	121	436
18.07.	192	13	10	10	33	225
19.07.	127	4	13	11	28	155
20.07.	130	13	15	16	44	174
21.07.	97	2	16	12	30	127
Σ	546	32	54	49	135	681
Σ Σ	1104	100	104	117	321	1425

ten Halte auf die Untersuchungsstrecken und auf die verschiedenen Erhebungstage kann der Tabelle entnommen werden.

Die Auswertung der Beobachtungen ergab, daß

- 45 % der Halte bis zu 2 Minuten
- 70 % der Halte bis zu 5 Minuten
- 80 % der Halte bis zu 10 Minuten
- 20 % der Halte länger als 10 Minuten dauerten.

Die Halte mit einer Dauer von bis zu 10 Minuten dienten in den meisten Fällen lediglich dazu, irgendetwas am Fahrzeug zu kontrollieren (wie z. B., ob die Motorhaube richtig geschlossen ist). Es wurde auch beobachtet, daß mitunter keine echten Gründe für den Halt vorlagen (wie z. B. Zigarette rauchen, Jacke ausziehen usw.). Bei den Halten mit einer Dauer von mehr als 10 Minuten konnte festgestellt werden, daß in vielen Fällen keine Hilfeleistungen anderer in Anspruch genommen wurden.

Bei den drei Autobahnmeistereien, in deren Zuständigkeitsbereichen die Untersuchungsstrecken lagen, wurden alle Meldungen ausgewertet, die während der zwölf Meßtage eingegangen waren. Für die Strecke 1 wurden dabei 127 Meldungen über Nothalte festgestellt, für die Strecke 2 waren es 27.

Der Vergleich mit den eigenen Beobachtungen zeigt, daß auf der Strecke 1 (A 5) 12 % (127 von 1 104) und auf der Strecke 2 (A 8) 8 % (27 von 321) aller beobachteten Halte bei den Autobahnmeistereien bekannt wurden. Das heißt mit anderen Worten: Der „Bekanntheitsgrad“, die Zahl der den Autobahnmeistereien überhaupt bekannt werdenden Halte, liegt bei etwa 10 %.

Auf der Strecke 1 (A 5), die mit Standstreifen ausgerüstet ist, waren die Halte im allgemeinen gleichmäßig über die Strecke verteilt. Anders war dies auf der Strecke 2 (A 8), die nur im ersten Abschnitt über Standstreifen verfügte. Hier fanden die Halte fast ausschließlich in den Haltebuchten der Notrufsäulen statt.

Mit Hilfe von Dauerzählstellen an den Untersuchungsstrecken wurden für den Beobachtungszeitraum die Fahrleistungen ermittelt. Es ergab sich, daß bei den Untersuchungsstrecken zusammen im Mittel je 11 400 Fz-km ein Halt auftrat. Im einzelnen wurden folgende Fahrleistungen je Halt ermittelt:

1. Strecke (A 5) 3 Fahrstreifen mit Standstreifen
(Februar und Juli 1982):
12 300 Fz-km/Halt
Die Strecke hat über das Jahr gerechnet einen DTV von 63 900 Kfz/Tag

2. Strecke (A 8) 2 Fahrstreifen ohne Standstreifen
(nur Abschnitt 2 April und Juni 1982):
10 000 Fz-km/Halt
Die Strecke hat über das Jahr gerechnet einen DTV von 55 200 Kfz/Tag.

Neben der Benutzung der Standstreifen für Halte wurden während der Beobachtungen auch andere Arten der Benutzung festgestellt. Am häufigsten traten die nachstehend aufgeführten auf:

- Fahrzeug wird abgeschleppt
- defektes Fahrzeug fährt langsam weiter
- langsamer Lkw weicht auf Standstreifen aus
- Standstreifen wird zum Ein- und Ausfädeln benutzt
- Standstreifen dient als Kriechstreifen für Lkw
- Polizei und Betriebsdienst nutzen Standstreifen zur Streckenkontrolle.

4. Vergleich mit bayerischen Ergebnissen

interessant ist ein Vergleich der vorstehenden Untersuchungsergebnisse mit Ergebnissen der bayerischen Verwaltung, die auf Feststellungen der Autobahnmeistereien beruhen und nur die dort bekannt gewordenen Nothalte berücksichtigen. Wird unterstellt, daß auch hier der oben ermittelte Prozentsatz des Bekanntwerdens („Bekanntheitsgrad“ \cong 10 %) gilt, kann ein Vergleich angestellt werden.

a) Autobahndirektion Nordbayern (1980)

Raum: Aschaffenburg – Schweinfurt – Bamberg – Würzburg – Nürnberg

Mittelwert: 43 000 Fz-km/Notruf.

- Unter Berücksichtigung des „Bekanntheitsgrades“:
4 300 Fz-km/Halt.

Die hierbei ausgewerteten Strecken hatten eine durchschnittliche Belastung von 20 000 bis 40 000 Kfz/Tag (DTV) aufzuweisen.

b) Autobahndirektion Südbayern (1980)

Raum: Ulm – Memmingen – Kempten – Ingolstadt – München – Murnau – Kufstein – Salzburg – Regensburg – Passau

Mittelwert: 67 000 Fz-km/Notruf.

- Unter Berücksichtigung des „Bekanntheitsgrades“:
6 700 Fz-km/Nothalt.

Die hierbei ausgewerteten Strecken hatten sehr unterschiedliche Ergebnisse und Belastungen. Der Höchstwert (119 000 Fz-km/Notruf) wurde ermittelt in Streckenbereichen, die eine durchschnittliche Belastung von 44 000 bis 60 000 Kfz/Tag (DTV) aufwiesen; der niedrigste Wert (40 000 Fz-km/Notruf) ergab sich in Streckenbereichen, die eine durchschnittliche Belastung von 20 000 bis 40 000 Kfz/Tag (DTV) aufwiesen.

c) Beurteilung

- Der Mittelwert in Nordbayern von 4 300 Fz-km/Halt und der niedrigste Wert in Südbayern von 4 000 Fz-km/Halt lassen vermuten, daß auf geringer befahrenen Straßen eine Tendenz zum öfteren Halten zu bestehen scheint.
- Der Höchstwert in Südbayern von 11 900 Fz-km/Halt bestätigt den auf den ähnlich belasteten Strecken A 5 und A 8 oben ermittelten Wert von 11 400 Fz-km/Halt.

5. Schlußbemerkung

Aus beiden Untersuchungen kann folgendes geschlossen werden:

- Die Anzahl der Halte ist bei Strecken gleicher Gestaltung und Verkehrsbelastung etwa gleich.
- Die Anzahl der Fahrstreifen und das Vorhandensein von Standstreifen scheinen einen weniger bedeutenden Einfluß

auf die Anzahl der Halte zu haben als die Belastung der Strecke.

- Die Anzahl der Halte scheint mit zunehmender Fahrleistung anzusteigen.
- Bei Strecken mit Standstreifen verteilen sich die Halte über die gesamte Strecke fast gleichmäßig.
- Bei Strecken ohne Standstreifen erfolgen die Halte vornehmlich (fast ausschließlich) an den Nothaltebuchten der Notrufsäulen.
- Nach den bayerischen Ergebnissen scheinen auf Strecken mit geringerer Belastung Halte häufiger aufzutreten als bei Strecken mit größerer Belastung. Der Grund kann evtl. darin liegen, daß das Anhalten bei geringerer Belastung nicht so gefährlich eingeschätzt wird.

Hieraus kann geschlossen werden, daß sich bei Strecken ohne Standstreifen die Anordnung von Nothaltebuchten positiv auswirken dürfte.

Daß im übrigen Standstreifen sich positiv auf die Verkehrssicherheit auswirken, zeigen u. a. auch Untersuchungsergebnisse von Brühning und Völker [1]. Danach lagen die Unfallraten bei Fehlen der Standstreifen 1968 um 24,1 %, 1970 um 30,2 % und 1973 um 22,6 % höher als auf Fahrbahnen mit Standstreifen. Die Untersuchungsergebnisse können sicher noch nicht als

repräsentativ für das Nothaltgeschehen auf den Autobahnen der Bundesrepublik Deutschland angesehen werden. Dazu war der erfaßte Streckenumfang im Vergleich zum Gesamtnetz zu gering. Auch wäre es durchaus denkbar, daß sich in anderen Regionen etwas andere Werte ergeben. Sie schließen aber eine Kenntnislücke und geben ein Bild der tatsächlichen Situation wieder. Offensichtlich sind die Halte oder Nothalte auf den Autobahnen doch häufiger, als bisher allgemein angenommen wurde. Für die Planungspraxis bestätigen die Ergebnisse auch, daß Nothaltmöglichkeiten, wie es die Standstreifen sind, sowohl unter dem Gesichtspunkt der Leistungsfähigkeit als auch der Sicherheit ein wesentliches Querschnittselement der Hochleistungsstraßen darstellen.

Schrifttum

- 1 Brühning, E.; Völker, R.: Unfallgeschehen auf Autobahnen – Zusammenhang zwischen den Raten der Unfälle mit Personenschaden und verschiedenen baulichen und verkehrlichen Einflußgrößen. Straße und Autobahn.
- 2 Keller, H.: Kosten-Effektivitäts-Analyse der Maßnahmen zur Soforthilfe für Nothalte auf Bundesautobahnen. Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswesen der Technischen Universität München, Heft 4/1972.
- 3 Bericht der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern vom 7. 9. 1981 an den Bundesminister für Verkehr (nicht veröffentlicht).
- 4 Leutzbach, W.; Bauer, D.: Benutzung von Standspuren für Nothalte. Untersuchung im Auftrag des Bundesministers für Verkehr. Karlsruhe 1982.

Über klimatische Grundlagen für Frostschutzmaßnahmen im Straßenbau

Heinz Behr

1. Das Frostproblem

Frostschäden an Straßen werden im wesentlichen durch Bodenwasser in frostempfindlichen Böden und Verkehrsbelastung verursacht. Unter bestimmten Umständen bewirkt Frost eine Wasserwanderung an die Gefriergrenze und ein dortiges Wachsen von Eisschichten oder Eislinen bei gleichzeitiger Hebung der darüber liegenden Schichten. Der physikalische Vorgang läßt sich auf Wasserdampfdruckdifferenzen an der Grenzfläche vom Wasser zum Eis zurückführen, die Zugspannungen im Porenwasser hervorrufen [1; 2].

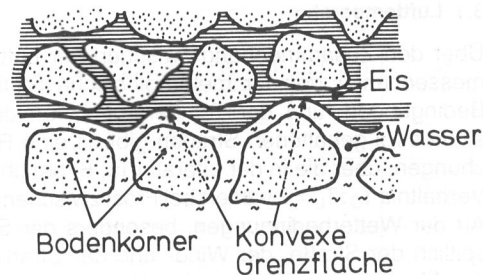
Die Zugspannungen werden um so größer, je kleiner die Krümmungsradien der konvexen Grenzflächen zwischen Wasser und Eis bzw. je kleiner die Korndurchmesser werden (Bild 1). Ferner wächst die Zugspannung mit zunehmender Unterkühlung an der Grenzfläche. Kann bei fortgesetztem Frost die zunehmende Unterkühlung nicht durch den Wärmetransport, der mit der Wärmeleitung, dem Wasseraufstieg und der Wärmeabgabe durch Phasenwechsel von Wasser zu Eis verbunden ist, ausgeglichen werden, so dringt die Gefrierzone – meist sprungartig – in eine tiefere Lage vor. Die Menge des in einer Bodenschicht gebildeten Eises hängt daher von folgenden Einflußgrößen ab:

- von der Korngröße des Bodens, wobei der feinkörnige Anteil den Haupteinfluß ausübt;
- von der Durchlässigkeit des Bodens;
- vom Wassergehalt des Bodens und der Länge des Porenwasserweges zum Grundwasser oder anderen Wasserquellen;
- von der Zeitdauer der Frosteinwirkung bzw. der Dauer, in der sich die Gefriergrenze in dieser Bodenschicht aufhält;
- von der Strenge der Frostperiode.

Verfasserschrift: Regierungsdirektor Dr. rer. nat. Behr, Bundesanstalt für Straßenwesen, Brüderstraße 53, 5060 Bergisch Gladbach 1

Wie Kübler [3] nachweisen konnte, haben in Übereinstimmung mit dieser Theorie mit großer Strenge einsetzende Frostperioden weniger Frostschäden an Straßenbefestigungen verursacht als mittelstrenge Frostperioden, wobei Kübler seine Untersuchungen auf nicht frostsicher ausgebaute Straßen bezogen hat. Untersuchungen über mit Frostschutzschichten zu versehende Straßen haben das Ziel festzulegen, in welcher Tiefe unter der Straßenoberfläche der feuchte, frostempfindliche Boden beginnen kann.

1: Schema eines Boden-, Wasser- und Eissystems



Die ZTVE-StB berücksichtigen die Frosteinwirkung dadurch, daß sie eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus fordern, die

- von den klimatischen Bedingungen des Baugebietes (kalte Zonen mit wiederholten Frost-Tauwechseln),
 - von der Frostempfindlichkeit des Bodens,
 - von der zu erwartenden Verkehrsbelastung abhängig ist.
- Örtliche Besonderheiten, die nach vorhandenen Erfahrungen die Frosteinwirkung beeinflussen, sollen dabei beachtet werden.

Im folgenden Beitrag werden vor allen Dingen die klimatischen Bedingungen näher untersucht und Anhaltspunkte ausgearbeitet, wie die regionale Verteilung der Frosteinwirkung zu beurteilen ist.