

Einsatz neuer Methoden zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 118

bast

Einsatz neuer Methoden zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer

von

Bernhard Steinauer
Michael M. Baier
Dirk Kemper
Oliver Baur
André Meyer

Institut für Straßenwesen (isac)
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
(RWTH Aachen)

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 118

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, Referat 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 **BAST-Info** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Referat Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 03.360/2002/FRB: Einsatz neuer Methoden zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer

Projektbetreuung:

Rüdiger Hotop

Herausgeber

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

Redaktion

Referat 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
Internet: www.nw-verlag.de

ISSN 0943-9331

ISBN 3-86509-207-1

Bergisch Gladbach, November 2004

Kurzfassung – Abstract

Einsatz neuer Methoden zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer

Bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer kommt es häufig zu Auffahrunfällen auf die fahrbare Absperrtafel. Unfallursachen sind oftmals Übermüdung oder Unachtsamkeit der Fahrer („Sekundenschlaf“), die zu ungebremsten Auffahrunfällen führen. Auf Grund dieser Tatsache ist es erforderlich, geeignete Sicherungsmaßnahmen zu suchen, die sowohl einen flüssigen und sicheren Verkehrsablauf gewährleisten als auch das Risikopotenzial für die Arbeitskräfte durch Vermeidung von Unfällen deutlich verringern. Einen möglichen Lösungsansatz stellen hier vor allem die so genannten Andreasstreifen dar, die sich bereits in den Niederlanden im Praxiseinsatz bewährt haben und dort zur Erhöhung der Sicherheit bei kurzfristigen Arbeitsstellen beigetragen haben. Diese werden 150 m vor der fahrbaren Absperrtafel auf dem gesperrten Fahrstreifen verlegt, um unachtsame Fahrer (durch die mechanische Wirkung) vor der Arbeitsstelle zu warnen.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens sollten neue Methoden zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen erprobt werden, mit dem Ziel, hieraus Empfehlungen zur unmittelbaren Umsetzung dieser Maßnahmen in der Praxis abzuleiten. Hierzu wurden in einer Grundlagenanalyse die vorhandenen Erfahrungen hinsichtlich des Einsatzes von Andreasstreifen systematisch aufbereitet und auf dieser Basis Arbeitsstellenanordnungen zum Einsatz dieser Absicherungsmethode auf deutschen Autobahnen abgeleitet. Im Rahmen von Pilotversuchen in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz wurde der Einsatz von Andreasstreifen dann praktisch erprobt.

Insgesamt haben die Untersuchungen gezeigt, dass der Einsatz von Andreasstreifen bei stationären Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen uneingeschränkt empfohlen werden kann. Dies gilt somit für Arbeitsstellen mit Sperrung des rechten und mit Sperrung des linken Fahrstreifens sowie auch für Arbeitsstellen auf dem Seitenstreifen. Insbesondere bei letzteren ist die zusätzlich Absicherung mit Andreasstreifen aus verkehrlichen wie betrieblichen Aspekten unkritisch, gleichzeitig sind hiervon ausschließlich positive Effekte zu erwarten. Ein Überfahren der An-

reasstreifen ist grundsätzlich für alle Fahrzeugarten, auch für Motorräder, unproblematisch. Die Analyse der betrieblichen Abläufe bei Verwendung der Andreasstreifen hat zudem belegt, dass keine zusätzliche Gefährdung durch Auf- und Abbau für das Betriebspersonal gegeben ist.

Auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse wurden Regelpläne ausgearbeitet, die in die RSA bzw. deren Fortschreibung übernommen werden können. Ergänzend wurden Hinweise zum Auf- und Abbau bei der Arbeitsstelleneinrichtung gegeben und die erforderlichen Änderungen im technischen und sonstigen Regelwerk, dies sind neben den RSA vor allem die StVO, aber z. B. auch die ZTV-SA, aufgezeigt.

Zur Einführung dieser Absicherungsmethode als Standardabsicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer besteht jedoch noch Handlungs- und vor allem Regelungsbedarf, auch in juristischer Hinsicht. Unabhängig davon ist eine kurzfristige Einführung von Andreasstreifen prinzipiell und ohne großen Aufwand möglich. Eine Einführung der Andreasstreifen ist deshalb möglichst bald anzustreben. Begleitend zu der Einführung der Andreasstreifen in die Praxis sollte eine entsprechend angelegte Informationskampagne für die Verkehrsteilnehmer durchgeführt werden.

Der Originalbericht enthält als Anhang grafische Darstellungen der Untersuchungsergebnisse der Pilotversuche. Auf die Wiedergabe dieses Anhangs wurde in der vorliegenden Veröffentlichung verzichtet. Er liegt bei der Bundesanstalt für Straßenwesen vor und ist dort einsehbar. Verweise auf den Anhang wurden im Berichtstext beibehalten.

Use of new methods for securing short-term work sites

Accidents involving collisions with the mobile signs used to cordon off work sites on roads are frequent in the case of short-term work sites. The accidents are often caused by the drivers being overtired or inattentive (“micro-sleep”), which results in the accidents occurring without applying the brakes. Based on this fact, it is necessary to seek suitable security measures which guarantee that traffic

flows smoothly and safely while also significantly reducing the risk for workers at work sites by preventing accidents. One potential solution to this problem is that of the so-called “Andreas lines”, which have already proved themselves in practice in the Netherlands, contributing to an increase in safety at short-term work sites. These lines are laid down 150 m ahead of the mobile signs cordoning off the road in order to warn inattentive drivers (through the mechanical effect) about the work site.

One of the aims of this project was to test new methods for securing short-term work sites on motorways, with the aim of deriving recommendations for the direct implementation of these methods in practice. The existing data on experiences made with “Andreas lines” were therefore analysed and used as a basis to derive configurations for using this method of securing work sites on German autobahns. The use of “Andreas lines” was then tested in practice in pilot tests in North Rhine-Westphalia and Rhineland-Palatinate.

Overall the tests showed that the use of “Andreas lines” for stationary short-term work sites on two-lane, single-direction roads can be recommended without restriction. This therefore applies to work sites where the right lane is blocked, to work sites where the left lane is blocked, and to work sites on the hard shoulder. There are no critical aspects regarding traffic flow or operation, in particular in the latter case, and there are only positive effects to be expected. Driving over the “Andreas lines” is not problematic for any type of vehicle, including motorcycles. The analysis of traffic flow and operation when using “Andreas lines” has also shown that there is no additional risk to staff when the “Andreas lines” are installed or removed.

Draft regulations were drawn up based on the findings obtained, which could be incorporated into the RSA or in later versions. Instructions were also given concerning the installation and removal of the work-site device and the amendments to technical and non-technical regulations which would be necessary; these regulations comprise, in addition to the Regulations for the Securing of Work Sites on Roads (Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Strassen – RSA), in particular the Road Traffic Act (Strassenverkehrsordnung – StVO), as well as for example the Additional Technical Specifications for the Securing of Work Sites on Roads (ZTV-SA).

However, there is still work which needs to be done, particularly in the area of regulations, including from a legal point of view, before this method is introduced as a standard method of securing short-term work sites. Nonetheless, it would in principle be possible to introduce “Andreas lines” in the short-term and at no great expense. The aim should therefore be to introduce “Andreas lines” as soon as possible. A corresponding information campaign for road users should also be carried out to support the practical introduction of “Andreas lines”.

The appendix to the original report contains graphic representations of the results gained in the pilot tests. This appendix has been omitted from this publication. It can be consulted at the Federal Highway Research Institute. References to the appendix have been retained in the report text.

Inhalt

1	Problemstellung und Zielsetzung	7	5.3	Befragung von Verkehrsteilnehmern	41
2	Vorgehensweise	8	5.4	Betriebliche Aspekte	42
3	Analyse alternativer Absicherungsmethoden für Arbeitsstellen kürzerer Dauer	8	5.5	Schlussfolgerungen	43
3.1	Modifizierte Absicherungen auf Basis der RSA	9	6	Empfehlungen	44
3.2	Leiteinrichtungen mit fluoreszierenden Materialien	12	6.1	Regelpläne für Arbeitsstellen auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen	45
3.3	Mobile dynamische Anzeigesysteme	13	6.1.1	Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens	45
3.4	Personenwarnsystem	15	6.1.2	Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens	45
3.5	Portable Rumble Strips	17	6.1.3	Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens mit Seitenstreifenmitnutzung	45
3.6	Andreasstreifen	17	6.1.4	Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dem Seitenstreifen	45
3.7	Querabspernung mit Leitbaken	22	6.2	Regelpläne für Arbeitsstellen auf dreistreifigen Richtungsfahrbahnen	50
4	Festlegung von Vorgaben für die zu untersuchenden Maßnahmen	23	6.2.1	Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens	50
4.1	Anordnung der Verkehrszeichen und -einrichtungen	23	6.2.2	Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens	51
4.2	Gestaltung der Absperr-einrichtungen	26	6.2.3	Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dem Seitenstreifen	51
4.3	Auf- und Abbau der Absicherungen	26	6.3	Hinweise für den Auf- und Abbau	51
5	Pilotversuche	27	6.4	Erforderliche Änderungen im technischen und sonstigen Regelwerk	53
5.1	Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens	29	6.5	Maßnahmen zur Praxiseinführung	54
5.1.1	Anordnung von Andreasstreifen	30	7	Zusammenfassung und Ausblick	54
5.1.2	Anordnung einer Querabspernung mit Leitbaken	32	8	Literatur	55
5.1.3	Verkehrliche Wirkungen	32			
5.2	Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens	35			
5.2.1	Anordnung von Andreasstreifen	35			
5.2.2	Anordnung einer Querabspernung mit Leitbaken	37			
5.2.3	Verkehrliche Wirkungen	38			

1 Problemstellung und Zielsetzung

Arbeitsstellen auf Bundesautobahnen sind unvermeidbar, um den Zustand des Straßennetzes zu erhalten, stellen aber immer einen Eingriff in den Verkehrsablauf dar. Zur Durchführung von Unterhaltungsmaßnahmen, aber auch im Rahmen des Straßenbetriebsdienstes, sind hierbei Arbeitsstellen kürzerer Dauer die notwendige Folge. Neben der Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit spielt die Sicherung der Arbeitsstellen – d. h. die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer und der in der Baustelle Beschäftigten – die wichtigste Rolle. Hierzu erforderliche verkehrslenkende, -beschränkende oder -verbotende Maßnahmen an Arbeitsstellen dienen der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer und der Arbeiter im Baustellenbereich. Maßgebende Rechtsgrundlage ist § 45 Abs. 1 und 2 StVO, die zugehörige VwV-StVO und die RSA (1995) sind zu beachten.

Die verkehrsrechtlichen Grundsätze der RSA (1995) sehen zur Sicherung von Arbeitsstellen die Anordnung von Verkehrszeichen und -einrichtungen nach für Standardsituationen typisierten Regelplänen vor. Für stationäre Arbeitsstellen von kürzerer Dauer auf Autobahnen, die im Folgenden ausschließlich betrachtet werden, gelten die Regelpläne D III/1 bis D III/3 und D III/7 für zwei- und dreistreifige Richtungsfahrbahnen, der Regelplan D III/4 für zweistreifige Richtungsfahrbahnen sowie die Regelpläne D III/5 und D III/6 für dreistreifige Richtungsfahrbahnen. Hiernach ist in jedem Fall der Einsatz von fahrbaren Absperrtafeln (auf den zu sperrenden Fahrstreifen bzw. dem Seitenstreifen) sowie von Leitkegeln (zwischen den gesperrten und den befahrenen Fahrstreifen) vorgeschrieben. Die Anordnung von Geschwindigkeitsbeschränkungen und Vorwarneinrichtungen, wie Vorwarntafeln oder kleinem Blinkpfeil, ist situationsabhängig, z. B. von den vorhandenen Sichtweiten, und durchaus unterschiedlich geregelt. Mit den in den Regelplänen vorgeschriebenen Anordnungen der Verkehrszeichen und -einrichtungen soll für die jeweilige Situation ein Optimum hinsichtlich technischem Aufwand, Erkennbarkeit für die Verkehrsteilnehmer und Sicherheit für die im Bereich der Arbeitsstelle Beschäftigten erreicht werden.

Dennoch kommt es bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer häufig zu Auffahrunfällen auf die fahrbare Absperrtafel. Unfallursachen sind oftmals Ermüdung oder Unachtsamkeit der Fahrer („Sekun-

denschlaf“), die zu ungebremsen Auffahrunfällen führen. Besonders schwer wiegend ist hierbei die Beteiligung von Schwerverkehrsfahrzeugen, die rund die Hälfte aller Unfälle in Arbeitsstellen auf Autobahnen verursachen (GREBE/HANKE, 1991). Unfälle mit Personenschäden werden dabei zum überwiegenden Teil von Lkw verursacht (KAYSER et al., 1994). Besonders betroffen sind alle Berufsgruppen, deren Tätigkeiten den Aufenthalt auf Autobahnen erfordert, da diese bereits bei kleinen Unaufmerksamkeiten einer großen Gefahr ausgesetzt sind (SACHSE/GABRIEL/KIRCHHOF, 2003).

Auf Grund dieser Tatsache ist es erforderlich, geeignete Sicherungsmaßnahmen zu suchen, die sowohl einen flüssigen und sicheren Verkehrsablauf gewährleisten als auch das Risikopotenzial für die Arbeitskräfte durch Vermeidung von Unfällen deutlich verringern. Denn neben dem hohen materiellen Schaden sind es vor allem die, teilweise tödlichen, Verletzungen der Arbeiter, die vermieden werden müssen. Da bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer die Arbeiten innerhalb weniger Stunden, oft zusätzlich nacheinander an unterschiedlichen Stellen, auszuführen sind, müssen die Maßnahmen für die Verkehrssicherung mit möglichst geringem Aufwand umzusetzen sein.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens sollten daher neue Methoden zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen erprobt werden, mit dem Ziel, hieraus Empfehlungen zur unmittelbaren Umsetzung dieser Maßnahmen in der Praxis abzuleiten. Im Mittelpunkt des Interesses standen hierbei vor allem die so genannten Andreasstreifen, die sich bereits in den Niederlanden im Praxiseinsatz bewährt haben und dort zur Erhöhung der Sicherheit bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer beigetragen haben. Diese werden 150 m vor der fahrbaren Absperrtafel auf dem gesperrten Fahrstreifen verlegt, um unachtsame Fahrer (durch die mechanische Wirkung)¹ vor der Arbeitsstelle zu warnen. Die Anordnung von Andreasstreifen sollte

¹ Hiermit ist die durch die auf der Fahrbahn liegenden Andreasstreifen beim Überfahren verursachte Wirkung gemeint, die letztendlich zu leichten Erschütterungen des Kraftfahrzeugs führt. In der Literatur wird dieser Effekt häufig auch als haptische, also „den Tastsinn betreffende Wirkung“ bezeichnet. Der im Zusammenhang mit so genannten Rüttelstreifen von BRILON/BÄUMER/WEISER (2001) verwendete Begriff der „mechanischen Wirkung“ erscheint hier jedoch als zutreffender und wird im Weiteren verwendet.

deshalb im praktischen Einsatz getestet werden. Ein ähnlich positiver, visuell stärker wirksamer Effekt wurde von der Anordnung einer zusätzlichen Querabspernung mit Leitbaken, anstelle der Andreasstreifen, vor der fahrbaren Absperrtafel erwartet, weshalb diese ebenfalls im Rahmen von Pilotversuchen erprobt werden sollten.

2 Vorgehensweise

In einem ersten Schritt erfolgte die Analyse möglicher, teilweise bereits angewandter, alternativer Absicherungsmethoden (Kapitel 3). Dabei wurden auch ausländische Erfahrungen einbezogen, insbesondere aus den Niederlanden, da hier in den letzten Jahren eine Vielzahl neuer, innovativer Absicherungsmethoden entwickelt und eingeführt wurde. Diese wurden hinsichtlich ihrer Eignung zur Erhöhung der Verkehrssicherheit in Arbeitsstellen kürzerer Dauer – insbesondere zur Vermeidung von Auffahrunfällen auf die fahrbare Absperrtafel – betrachtet, um hieraus eventuelle Anregungen zur Optimierung bzw. Verbesserung der nachfolgend zu untersuchenden Absicherungsmaßnahmen (Einsatz von Andreasstreifen und Querabspernung mit Leitbaken) abzuleiten.

Den Schwerpunkt des Forschungsvorhabens stellten Untersuchungen zum praktischen Einsatz von Andreasstreifen sowie von Leitbaken zur zusätzlichen Absicherung bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen dar. Aufbauend auf den niederländischen Erkenntnissen und den Vorgaben der derzeit gültigen deutschen Rechtsgrundlagen (StVO und zugehörige VwV-StVO) und Regelwerke, insbesondere den RSA (1995), wurden zunächst die grundlegenden Vorgaben zur Anordnung der Verkehrszeichen und -einrichtungen, einschließlich der Andreasstreifen bzw. Leitbaken, bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen erarbeitet (Kapitel 4).

Im Rahmen von Pilotversuchen in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz wurde der Einsatz von Andreasstreifen und Querabspernungen mit Leitbaken in verschiedenen Autobahnbaustellen erprobt (Kapitel 5). Bei diesen Pilotversuchen wurden zum einen die verkehrlichen Wirkungen und zum anderen die betrieblichen Aspekte bei der Arbeitsstelleneinrichtung betrachtet und bewertet, um sowohl die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer als auch des Arbeitspersonals in allen Situationen vom Aufbau bis zum Abbau der Arbeitsstelle zu berücksichtigen.

Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurden für die praxisrelevanten Maßnahmen Empfehlungen zu Einsatzmöglichkeiten und -grenzen abgeleitet (Kapitel 6). Hierzu wurden Regelpläne ausgearbeitet, die in die RSA (1995) bzw. deren Fortschreibung übernommen werden können. Ergänzend werden Hinweise zum Auf- und Abbau bei der Arbeitsstelleneinrichtung gegeben und die erforderlichen Änderungen im technischen und sonstigen Regelwerk, dies sind neben den RSA (1995) vor allem die StVO, aber z. B. auch die ZTV-SA (1997), aufgezeigt.

Abschließend werden die Forschungsergebnisse zusammengefasst und ein Ausblick auf die weiteren notwendigen Schritte zur Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer in der Praxis gegeben (Kapitel 7). Dies beinhaltet gleichermaßen erforderliche Aufklärungskampagnen zur Einführung der vorgeschlagenen neuen Absicherungsmethoden und Begleituntersuchungen hierzu wie den weiteren Forschungsbedarf.

3 Analyse alternativer Absicherungsmethoden für Arbeitsstellen kürzerer Dauer

Die Mindestanforderungen an die Absicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen, insbesondere an die hierbei einzusetzenden Vorwarneinrichtungen – dazu gehören neben Vorwarntafeln und kleinem Blinkpfeil auch Warnwinkebaken –, sind durch die RSA (1995) vorgegeben. Jedoch sind diese, wie die Unfallsituationen bei Arbeitsstellen von kürzerer Dauer zeigen, nicht ausreichend, um unaufmerksame Kraftfahrer rechtzeitig vor der Arbeitsstelle zu warnen. Immer wieder kommt es zu Auffahrunfällen auf die fahrbare Absperrtafel. Es ist somit notwendig, geeignete Maßnahmen zu ergreifen, welche die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer erhöhen, dabei sowohl einen flüssigen und sicheren Verkehrsablauf gewährleisten als auch das Gefahrenpotenzial für die Arbeitskräfte durch die Vermeidung von Unfällen deutlich verringern.

Zur Erhöhung der Sicherheit von Arbeitsstellen kürzerer Dauer sind grundsätzlich verschiedene Lösungsansätze möglich. Neben einer Modifizierung der Absicherung nach den RSA (1995), z. B. durch eine veränderte Anordnung von Verkehrszeichen und -einrichtungen, sind auch optimierte und neue

Absicherungsmethoden denkbar: Durch eine verbesserte Qualität ausgewählter Leiteinrichtungen, beispielsweise mittels fluoreszierender Materialien zur Erhöhung der Tagessichtbarkeit, kann die Aufmerksamkeit der Kraftfahrer erhöht werden, durch mobile dynamische Verkehrsinformationstafeln kann u. a. die Spurführung verdeutlicht werden. Zur Gefahrenwarnung von Arbeitspersonal und Verkehrsteilnehmern wurden inzwischen auch elektronische Systeme wie das auf Lasertechnologie und Fuzzy-Logik basierende Personenwarnsystem entwickelt, das mittels akustischen und optischen Signalen neben den gefährdeten Personen im Arbeitsstellenbereich auch unachtsame Lkw-Fahrer warnen soll. Mit auf die Fahrbahn aufgebrachten, mechanisch wirkenden Elementen, wie z. B. den so genannten, in den Niederlanden erfolgreich eingesetzten Andreasstreifen, werden ebenfalls unachtsame Fahrer noch vor der Arbeitsstelle gewarnt, wodurch Auffahrunfälle auf die fahrbare Absperrtafel vermieden werden können.

Nachfolgend wird ein Überblick über mögliche neue Absicherungsmethoden für Autobahnbaustellen von kürzerer Dauer gegeben, die teilweise bereits im In- und/oder Ausland eingesetzt werden. Diese Maßnahmen werden auf ihre Einsatz- und Praxistauglichkeit für Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen im Hinblick auf eine Erhöhung der Sicherheit für Verkehrsteilnehmer und Arbeiter bewertet. Insbesondere werden hierbei die erwartbaren Potenziale zur Vermeidung von Auffahrunfällen auf die fahrbare Absperrtafel betrachtet. Auf dieser Basis sollten eventuelle Anregungen für die Optimierung bzw. Verbesserung der im Weiteren zu untersuchenden Einsatzmöglichkeiten von Andreasstreifen und Querabsperungen mit Leitbaken abgeleitet werden.

3.1 Modifizierte Absicherungen auf Basis der RSA

In der Praxis haben sich mittlerweile verschiedene Modifikationen bei der Absicherung von Arbeitsstellen durchgesetzt. So wird in verschiedenen Bundesländern bei stationären Autobahnbaustellen von kürzerer Dauer der kleine Blinkpfeil hinter der Vorwarntafel angeordnet, anstelle der in den Regelplänen D III/2a, D III/3a und D III/3b sowie D III/5 der RSA (1995) vorgegebenen umgekehrten Anordnung. Hintergrund dieser veränderten Reihenfolge ist, dass die Wirkung des kleinen Blinkpfeils als optisch wirksamer eingeschätzt wird und somit als letzte

Warnung vor der Fahrstreifensperrung bevorzugt wird. Des Weiteren ergeben sich aus dieser Änderung betriebstechnische Vorteile beim Abbau der Arbeitsstelle, die zu einer Kostenreduzierung führen.

In einzelnen Bundesländern wurden die Absicherungen von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen noch weiter gehend angepasst bzw. optimiert. Somit werden im täglichen Praxiseinsatz verschiedene länderspezifische Lösungen angewendet.

In Baden-Württemberg beispielsweise entstanden im Rahmen von Untersuchungen zur Stauvermeidung bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer Überlegungen, bei Baustellen auf dem rechten Fahrstreifen die Absicherungsregelungen zu modifizieren (KLEIN, 2004; siehe hierzu auch KLEIN/NORKAUER/HESS, 2004). In diesem Zusammenhang wurde überprüft, inwieweit eine gegenüber den RSA (1995) veränderte Absicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer unter Berücksichtigung der Regelpläne D III/1, D III/2a und D III/2b und in Anlehnung an den Regelplan D I/3 sinnvoll erscheint. Hierbei wurde anstelle der bei einer Arbeitsstelle auf dem rechten Fahrstreifen zweistreifiger Richtungsfahrbahnen vorgesehenen Einziehung des äußeren Fahrstreifens die Einziehung des linken Fahrstreifens mit anschließender Verschwenkung angewandt (Bild 1). Neben einer Kapazitätserhöhung werden von KLEIN (2004) als vorteilhaft aus Sicht der Sicherheit die verbesserte Begreif- und Erkenn-

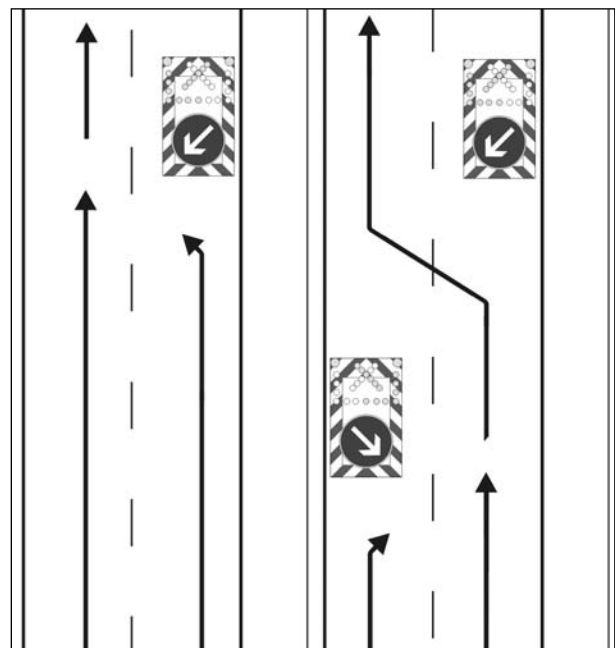


Bild 1: Absicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen ohne und mit Verschwenkung (Darstellung in Anlehnung an Prinzipskizze von KLEIN, 2004)

barkeit der Verkehrsführung und die damit erzielbare Verstärkung des Verkehrsflusses genannt.

Auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse ist die Einführung von entsprechenden Musterplänen in Baden-Württemberg auf Basis geänderter Regelpläne D III/1, D III/2a und D III/2b der RSA (1995) für stationäre sowie bewegliche Arbeitsstellen kürzerer Dauer als Regelanwendung in Vorbereitung. Eine Anwendung für dreistreifige Richtungsfahrbahnen und eine entsprechende Aufstellung von Musterplänen werden laut KLEIN (2004) noch diskutiert.

Einsatzgrenzen bezüglich der Verkehrsstärke, des Schwerverkehranteils oder der Längsneigung konnten bislang jedoch nicht festgestellt werden. KLEIN (2004) räumt sogar ein, dass insbesondere bei geringem Verkehrsaufkommen gegebenenfalls keine Verbesserung des Verkehrsablaufs gegenüber der Absicherung entsprechend den gültigen Regelplänen der RSA (1995) erzielt wird; es konnten jedoch keine einschränkenden Bedingungen oder Nachteile festgestellt werden. Die Mehrkosten für die Absicherung durch eine zweite Absperrtafel mit Zugfahrzeug und Fahrer liegen laut KLEIN (2004) bei rund 300 Euro.²

Konkrete Aussagen zur Sicherheitswirkung dieser Maßnahme können auf Grundlage der Aussagen von KLEIN (2004) nicht abgeleitet werden.³ Grundsätzlich ist zwar davon auszugehen, dass die Erkennbarkeit der Arbeitsstelle durch die zweite, vorgezogene Absperrtafel auf dem linken Fahrstreifen verbessert wird; damit einhergehend kann auch eine erhöhte Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer erzielt werden. Gleichwohl ist hierdurch eine Erhöhung der Sicherheit gegenüber Auffahrunfällen auf die fahrbare Absperrtafel gerade bei geringen Verkehrsstärken nicht zwangsläufig gegeben: Eine zusätzliche Warnung unachtsamer Kraftfahrer auf dem

rechten Fahrstreifen, also insbesondere Lkw-Fahrer, vor der Arbeitsstelle erfolgt durch diese Maßnahme nicht.

Auch in Nordrhein-Westfalen werden von den Regelplänen der RSA (1995) abweichende Absicherungen von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen realisiert, die vom Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen im Jahr 2003 in Form von Musterplänen vorgegeben wurden. Diese basieren auf den Regelplänen der RSA (1995) und sehen neben der veränderten Anordnung der Vorwarntafel vor dem kleinen Blinkpfeil u. a. auch vor, dass unmittelbar vor der fahrbaren Absperrtafel fünf Leitkegel aufgestellt werden sollen, um die Verkehrsführung zu verdeutlichen.⁴

In Bild 2 ist beispielhaft der Musterplan für die Absicherung einer Arbeitsstelle kürzerer Dauer auf

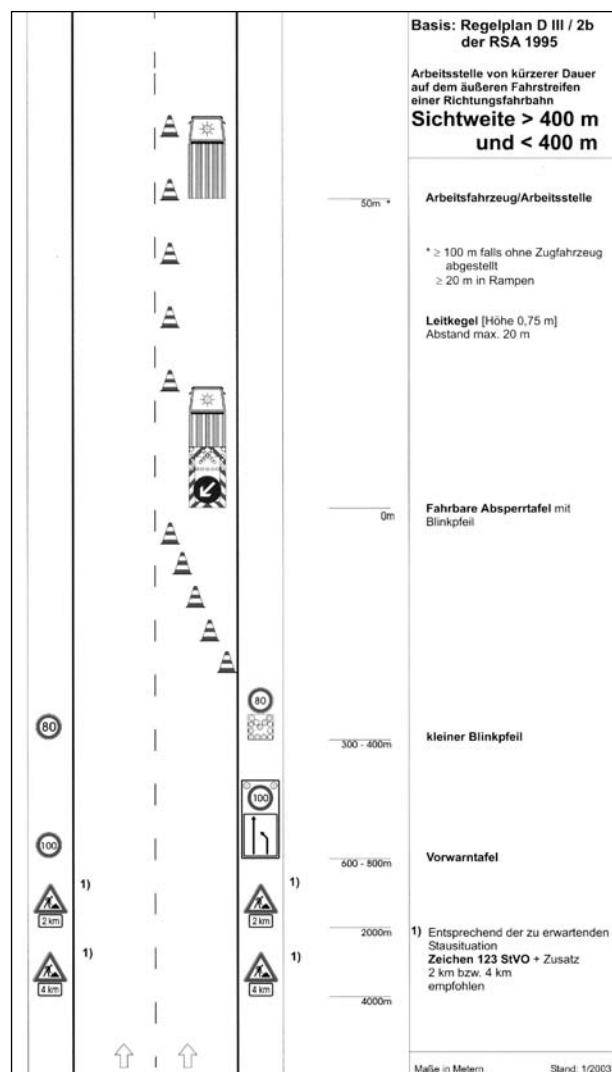


Bild 2: Musterplan des Landesbetriebs Straßenbau Nordrhein-Westfalen zur Absicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens

² Diese Angabe bezieht sich nach den Ausführungen von KLEIN (2004) auf eine Arbeitsstellendauer von 4,5 Stunden.

³ Hintergrund der durchgeführten Untersuchungen war in erster Linie die Optimierung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer im Hinblick auf eine Stauvermeidung bzw. -reduzierung (vgl. NORKAUER, 2004, sowie auch NORKAUER/KLEIN, 2004), die Verbesserung der Sicherheit, insbesondere die Vermeidung von Auffahrunfällen auf die fahrbare Absperrtafel, ist nicht das vordergründige Ziel dieser modifizierten Absicherungsmaßnahmen.

⁴ Diese Maßnahme erfordert von den Beschäftigten bei der Einrichtung der Arbeitsstelle zusätzliche Arbeiten im ungeschützten Bereich vor der Absperrtafel, da diese beim Auf- und Abbau der Leitkegel die Fahrbahn betreten müssen, ohne dass hierbei eine gesonderte Absicherung durch z. B. ein zweites Fahrzeug mit einer Absperrtafel erfolgt.

dem äußeren, d. h. rechten Fahrstreifen dargestellt. Basis dieses Plans ist der Regelplan D III/2b der RSA (1995).

Fraglich ist die Wirksamkeit dieser Maßnahme, da bei einem Versatzmaß von 1:2 bis zu 1:10, wie es in der Praxis umgesetzt wird, die visuelle Wirkung relativ gering ist und somit keine verbesserte Erkennbarkeit der Verkehrsführung gegeben ist (Bild 3). Des Weiteren ist durch die Anordnung der Leitkegel unmittelbar vor der fahrbaren Absperrtafel keine Erhöhung der Sicherheit zu erwarten, da hierdurch keine gesonderte Warnung unaufmerksamer Kraftfahrer vor der Arbeitsstelle erfolgt.

Eine ähnliche Maßnahme wurde im Rahmen eines Pilotversuchs in Baden-Württemberg angewendet. Hier wurden bei der Absicherung einer Nachtbaustelle mit Sperrung des rechten Fahrstreifens zusätzliche Leitkegel vor der Absperrtafel angeordnet (vgl. ROOS/NORKAUER, 2002). Detaillierte Erkenntnisse über die Wirkung dieser Maßnahme lie-



Bild 3: Anordnung von Leitkegeln vor der fahrbaren Absperrtafel

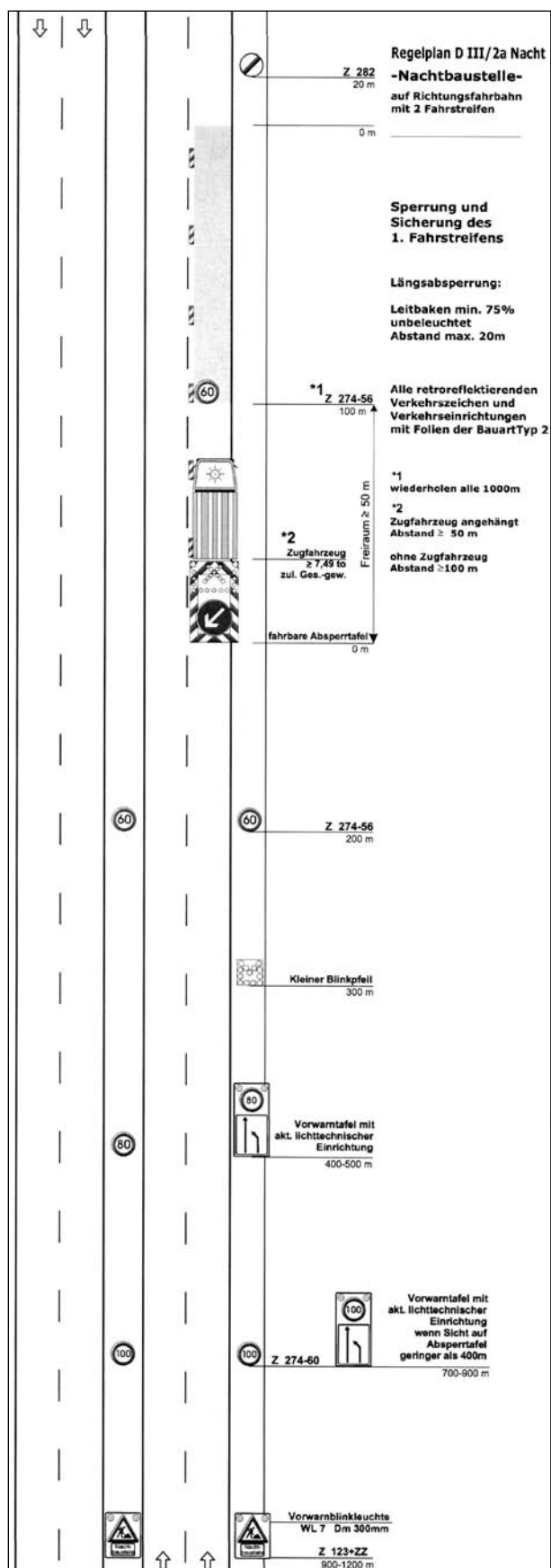


Bild 4: Regelplan zur Sicherung von Nachtbaustellen bei Sperrung des rechten Fahrstreifens (Vorschlag des Arbeitskreises 3.2.7 „Sicherung von Arbeitsstellen“ der FGSV)

gen nicht vor.⁵ Eine gezielte Warnwirkung für unachtsame Kraftfahrer ist hierdurch aber auch nicht zu erwarten.

Die vorherrschenden Verkehrsbelastungen auf Bundesautobahnen erfordern immer mehr die Verlegung von Maßnahmen der betrieblichen Unterhaltung in verkehrsärmere Zeiten, um Stauungen zu vermeiden. Spezifische Regelungen zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer bei Dunkelheit liegen jedoch bislang nicht vor. Deshalb werden derzeit im Arbeitskreis 3.2.7 „Sicherung von Arbeitsstellen“ der FGSV Regelpläne für Nachtbaustellen erarbeitet, die den hier vorherrschenden besonderen Situationen Rechnung tragen sollen.

Grundsätzlich sollen hiernach Nachtbaustellen immer durch eine Vorwarnbeschilderung mit integriertem Zeichen 123 StVO („Baustelle“)⁶ und Zusatzzeichen „Nachtbaustelle“ angekündigt werden. Des Weiteren soll die Längsabsperzung zwischen Arbeits- und Verkehrsbereich bei Dunkelheit mit Leitbaken anstelle Leitkegeln erfolgen. Diskutiert wird noch die generelle Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 60 km/h bei Nacht. Bild 4 zeigt beispielhaft den vorgeschlagenen Regelplan für Nachtbaustellen auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen mit Sperrung des rechten Fahrstreifens.

3.2 Leiteinrichtungen mit fluoreszierenden Materialien

Optimierungsmaßnahmen zur Verbesserung der Sichtbarkeit bzw. Erkennbarkeit von Arbeitsstellen bestehen grundsätzlich auch in der gestalterischen Ausführung von Leiteinrichtungen (MESEBERG, 1997). Weitere Verbesserungen zur Erhöhung der Tagessichtbarkeit, insbesondere bei Dämmerung oder bei Nebel, sind durch den Einsatz fluoreszierender Materialien zu erwarten.

⁵ Laut ROOS/NORKAUER (2002) war eine durchaus positive Wirkung auf die Geschwindigkeiten im Bereich der Arbeitsstelle festzustellen; dies ist aber wohl auf das gesamte Absicherungskonzept (zusätzliche Ankündigung der Baustelle 2 km und 1 km vorher, Beschränkung der zulässigen Geschwindigkeit auf 60 km/h) zurückzuführen.

⁶ Nach Vorschlag des Arbeitskreises 3.2.7 „Sicherung von Arbeitsstellen“ der FGSV soll das Zeichen 123 StVO nach Überarbeitung der StVO und der VwV-StVO zukünftig mit „Arbeitsstelle“ bezeichnet werden.

⁷ In diesem Zusammenhang wurden jedoch ausschließlich Arbeitsstellen längerer Dauer betrachtet.

Der Einsatz von fluoreszierenden Leiteinrichtungen und Verkehrszeichen in Arbeitsstellen wurde von STEINAUER et al. (2004) im Rahmen eines Forschungsvorhabens im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen untersucht.⁷ Die Ergebnisse zeigen, dass durch den Einsatz fluoreszierender Materialien die Auffälligkeit der Beschilderung und somit auch die Aufmerksamkeit der Fahrer erhöht werden, was sich in einer situationsgerechten Anpassung der Geschwindigkeiten im Bereich der Arbeitsstelle auswirkt. Der Einsatz von fluoreszierenden gelbgrünen Leiteinrichtungen und Verkehrszeichen in Arbeitsstellen ist nach STEINAUER et al. (2004) somit zu befürworten, jedoch sollte dieser nur gezielt in kritischen Bereichen, wie Fahrbahnverschwenkungen oder Fahrstreifenreduktionen, erfolgen.

Grundsätzlich ist deshalb laut STEINAUER/BAIER/KEMPER (2004) der Einsatz fluoreszierender Materialien auch bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer sinnvoll, da diese immer besondere Situationen auf Autobahnen darstellen. Im benachbarten Ausland werden bereits fluoreszierende Materialien in der Praxis eingesetzt. Einsatzbereiche bei Arbeitsstellen von kürzerer Dauer sind hierbei z. B. in Österreich die fahrbaren Absperrtafeln (Bild 5). Denkbar ist nach STEINAUER/BAIER/KEMPER (2004) neben einer veränderten Gestaltung der fahrbaren Absperrtafeln auch die fluoreszierende Ausführung von Vorwarntafeln.

Zum Einsatz von fluoreszierenden Materialien bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer liegen bislang noch keine entsprechenden Wirksamkeitsuntersuchungen vor. Durch eine veränderte Gestaltung von Vorwarn- oder Absperrtafeln mit fluoreszierenden Materialien kann die Auffälligkeit der Arbeitsstelle bei



Bild 5: Fahrbare Absperrtafel in fluoreszierender Ausführung (Beispiel aus Österreich)

Tageslicht grundsätzlich verbessert werden und somit auch eine erhöhte Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer erzielt werden; dies bestätigen die Ergebnisse von STEINAUER et al. (2004) und verschiedener ausländischer Untersuchungen.⁸ Eine Erhöhung der Sicherheit vor Auffahrunfällen auf die fahrbare Absperrtafel ist hierdurch jedoch nicht zwangsläufig gegeben, da eine zusätzliche Warnung unachtsamer Kraftfahrer vor der Arbeitsstelle nicht erfolgt.

3.3 Mobile dynamische Anzeigesysteme

Durch den Einsatz von mobilen dynamischen Anzeigesystemen soll der Verkehrsablauf verbessert und die Verkehrssicherheit erhöht werden. Hierbei sind zwei Systeme zu unterscheiden: mobile Fahrstreifensignalisierungen, die nur Verkehrszeichen anzeigen, und mobile Freitextanzeigen. Die Fahrstreifensignalisierungen dienen in erster Linie zur Sperrung von Fahrstreifen bei Baustellen auf Autobahnen. Grundidee frei programmierbarer Wechseltextanzeigen ist es, den Kraftfahrer besser zu informieren und ihm verkehrslenkende Empfehlungen sowie Begründungen für den zu erwartenden Verkehrszustand zu geben. Im europäischen Ausland sowie in den USA kommen in Arbeitsstellen mittlerweile verschiedene mobile Systeme zum Einsatz, die häufig sowohl Grafiken und Symbole als auch Texte anzeigen können (JOHÄNNING, 2003).

Mobile Fahrstreifensignalisierungen werden in den Niederlanden seit über 15 Jahren in Arbeitsstellen eingesetzt. Seit dem Jahr 2001 ist deren Einsatz durch einen Zusatz zu den bestehenden Richtlinien geregelt.⁹ Hiernach sind mobile Systeme mit Anzeigen zur Fahrstreifenzuweisung bei der Einrichtung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen u. a. zur Fahrstreifensperrung verpflichtend vorge-

schrieben, wenn auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen eine Verkehrsbelastung von über 1.100 Kfz/h vorliegt und für alle dreistreifigen Richtungs-

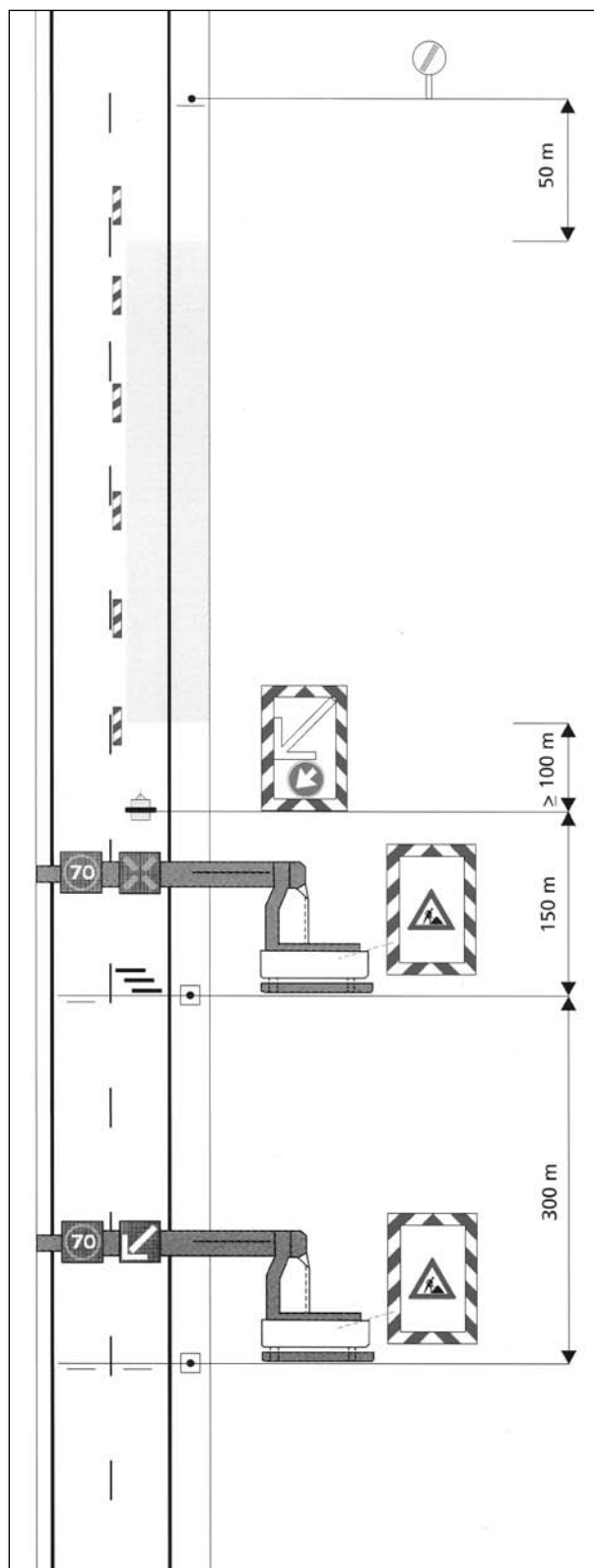


Bild 6: Regelplan zur Anwendung mobiler Fahrstreifensignalisierungen bei Arbeitsstellen mit Sperrung des rechten Fahrstreifens in den Niederlanden

⁸ In europäischen Nachbarländern, z. B. in den Niederlanden (vgl. hierzu auch DE VOS/ALFERDINCK/BAKKER, 1998), liegen inzwischen auch Praxiserfahrungen zum Einsatz fluoreszierender Materialien in Arbeitsstellen vor; Untersuchungen hierzu zeigen, dass diese zu einer deutlich verbesserten Erkennbarkeit insbesondere auch bei Dämmerung führen (vgl. z. B. JENSSEN, 1995, JENSSEN et al., 1996, und JENSSEN, 1997).

⁹ Die „Toepassing Mobile Rijstrooksignalering“ (Anwendung von mobilen Fahrstreifensignalisierungen) ergänzen seit dem Jahr 2001 die bestehenden „Richtlijnen voor Maatregelen bij Werken in Uitvoering op Autosnelwegen“ (Richtlinien für die Durchführung von Maßnahmen hinsichtlich Baustellen auf Autobahnen) aus dem Jahre 1995, beide herausgegeben vom CROW; siehe hierzu auch KUSTERS (2001).

fahrbahnen, sofern keine ortsfesten Schilderbrücken vorhanden sind. Geregelt sind auch der Ablauf beim Auf- und Abbau, einschließlich zeitlicher Vorgaben, sowie die jeweils anzuzeigenden Bildkombinationen.¹⁰ Die niederländischen Regelpläne sehen immer den Einsatz von mindestens zwei mobilen Schilderbrücken vor, die im Abstand von 300 m (siehe Beispiel in Bild 6) bis 600 m angeordnet werden. Das System selbst besteht deshalb aus zwei Einheiten, die von einem Lkw mit Anhänger transportiert werden können (Bild 7). Zum Aufbau wird nur ein Arbeiter benötigt, der die beiden mobilen Schilderbrücken nacheinander aufstellt und die Anzeigequerschnitte in Betrieb nimmt. Für den gesamten Auf- und Abbau werden in der Regel jeweils 15 bis 20 Minuten benötigt.

Da die eingesetzten Systeme immer drei Anzeigeeinheiten an einem Teleskopkragarm besitzen, können diese variabel bei zwei- und auch dreistreifigen Richtungsfahrbahnen eingesetzt werden. Der Vorteil dieser Systeme besteht u. a. darin, dass die Anzeigen sehr gut sichtbar über Kopf angebracht sind. Hierdurch können in Baustellenbereichen auch Verkehrszeichen „eingespart“ werden. Insbesondere das Überqueren der Fahrbahn beispielsweise zum Anbringen von Beschilderungen im Mittelstreifen bei Arbeitsstellen auf dem äußeren, d. h. rechten Fahrstreifen ist dann nicht mehr erforderlich.

Ein weiterer Sicherheitsaspekt ergibt sich aus dem Gewicht der in den Niederlanden eingesetzten Systeme: Der Straßenarbeiter, der das System installiert, ist hinter einem 10,5 t wiegenden Anhänger mit einem Anpralldämpfer wesentlich besser geschützt als hinter einem Arbeitsfahrzeug mit leichtem Anhänger. Des Weiteren ist auf Grund des Anpralldämpfers auch der Verkehrsteilnehmer bei einem eventuellen Auffahrunfall besser geschützt und die Unfallfolgen werden reduziert.



Bild 7: Transport der mobilen Fahrstreifensignalisierung (zwei Schilderbrücken) auf einem Fahrzeug

Auf der Basis der angewendeten Technik der eingesetzten Fahrstreifensignalisierungen wurde in den Niederlanden ein weiteres System entwickelt. Bei diesen mobilen Verkehrsinformationssystemen kommt statt drei Anzeigen eine frei programmierbare grafische LED-Matrix-Anzeigeeinheit zum Einsatz. Hiermit können Grafiken, Symbole und Texte dargestellt und somit die Verkehrsteilnehmer auch gezielt über die aktuelle Straßen- und Verkehrssituation informiert werden. Mobile Freitextanzeigen werden in den Niederlanden bei besonderen Verkehrsführungen in Arbeitsstellen (Sonderlösungen) anstelle bzw. ergänzend zu Fahrstreifensignalisierungen eingesetzt. In Deutschland kamen diese Systeme erstmalig im Jahr 2000 im Rahmen der EXPO in Hannover zum Einsatz (vgl. SCHNÜLL/HOFFMANN/KLOPPE, 2000), jedoch noch nicht in Arbeitsstellen, sondern ausschließlich zur Verkehrslenkung an Anschlussstellen.

Vom Einsatz mobiler dynamischer Anzeigesysteme kann auch in Deutschland eine Verbesserung des Verkehrsablaufs und damit der Verkehrssicherheit erwartet werden, vor allem bei besonderen Situationen, wie z. B. Arbeitsstellen. Gerade auf deutschen Autobahnen ist auf Grund der hohen Verkehrsbelastungen – insbesondere durch den Schwerverkehr – die Sicht auf die Verkehrszeichen am rechten Fahrbahnrand oftmals eingeschränkt, sodass diese von den Fahrern auf dem linken Fahrstreifen häufig nicht bzw. zu spät wahrgenommen werden. Hier bieten die Überkopfsignalisierungen einen großen Sicherheitsgewinn.¹¹

In Deutschland werden mobile Informationstafeln in Arbeitsstellen bislang nur sehr selten eingesetzt. Positive Erfahrungen liegen jedoch bereits zum Einsatz von Vorwarntafeln mit dynamischer Anzeige, mit einem integrierten, frei programmierbaren

¹⁰ Um eine einheitliche Erscheinungsform und Bedienungsweise der Anzeigesysteme zu gewährleisten, wurden vom Rijkswaterstaat mit dem so genannten „Programma van eisen Mobiele Rijstrooksignalering“ im Jahr 2001 zusätzlich funktionelle Spezifizierungen aufgestellt.

¹¹ Je nach Informationsgehalt ist auch eine höhere Akzeptanz für den notwendigen „Eingriff in den Verkehr“ zu erwarten, gegebenenfalls kann auch eine Leistungsfähigkeitssteigerung erzielt werden; mögliche Einsatzbereiche (z. B. Umleitungsempfehlungen, Hinweise zur Nutzung einzelner Fahrstreifen, dynamische Warnung vor Stauenden) sollen im Rahmen des derzeit laufenden Forschungsvorhabens FE 77.464/2002 „Einsatz mobiler Verkehrsinformationssysteme mit Freitextanzeigen bei Baustellen und Ereignissen zur Verbesserung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs in Ballungsräumen“ im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen untersucht werden.

Textfeld, vor; die Möglichkeit einer zusätzlichen textlichen Erläuterung und Ergänzung der gezeigten Verkehrszeichen wird hier von JUNG/SCHÖNBORN (1997) als vorteilhaft angesehen.

Die Einsatzmöglichkeiten einer mobilen Fahrstreifensignalisierung in Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen wurden erstmalig vom Institut für Straßenwesen Aachen der RWTH Aachen in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen und der HOKA B. V. aus den Niederlanden im November 2003 in einem Pilotversuch auf der BAB A 61 bei Bedburg untersucht. Hierbei wurde eine Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens der zweistreifigen Richtungsfahrbahn eingerichtet (Bild 8).

Die Anordnung der beiden Anzeigequerschnitte erfolgte dabei analog der niederländischen Vorgehensweise im Abstand von 300 m sowie auf Grundlage des Regelplans D III/2b. Als Vergleich wurde zusätzlich eine Arbeitsstelle mit konventioneller Absicherung nach dem entsprechenden nordrhein-westfälischen Musterplan auf Basis des Regelplans D III/2b der RSA (1995) eingerichtet.¹²

Durch den Einsatz der mobilen Fahrstreifensignalisierung reduzieren die Verkehrsteilnehmer die Geschwindigkeit insbesondere im Annäherungsbereich der Arbeitsstelle frühzeitiger. Die Geschwindigkeiten im gesamten Annäherungsbereich der Arbeitsstelle waren niedriger als bei konventioneller Absicherung, die zulässige Höchstgeschwindigkeit im Bereich der Arbeitsstelle wurde im Mittel um etwa 6 km/h unterschritten.¹³ Des Weiteren nehmen die Verkehrsteilnehmer auf Grund der erhöhten Erkennbarkeit der Verkehrszeichen die erforderlichen Fahrstreifenwechsel frühzeitiger vor.

Die niederländischen Erfahrungen, aber auch die Ergebnisse aus dem durchgeführten Pilotversuch



Bild 8: Einsatz einer mobilen Fahrstreifensignalisierung bei einem Pilotversuch auf der BAB A 61 bei Bedburg

auf der BAB A 61 zeigen, dass durch die Fahrstreifensignalisierung in Arbeitsstellen kürzerer Dauer der Verkehrsablauf verbessert werden kann. Auch die Sicherheit des Arbeitspersonals wird erhöht, da das Überqueren der Fahrbahn zum Anbringen von Verkehrszeichen im Mittelstreifen entfallen kann.¹⁴

Neben dem Verkehrsablauf und der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer und des Arbeitspersonals sind auch wirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen, da für derartige Systeme entsprechend hohe Anschaffungskosten erforderlich sind. Die Kosten für ein derartiges Gesamtsystem, bestehend aus zwei Schilderbrücken, liegen bei etwa 500.000 Euro (ohne Lkw). In den Niederlanden kommen deswegen alternative Modelle zum Einsatz, bei denen die Verwaltungen die mobilen Informationstafeln von Firmen stundenweise mieten. Die Mietkosten für das Gesamtsystem liegen bei etwa 2.500 Euro pro Tag bzw. Nacht. Der Aufbau der Geräte wird von diesen Firmen durchgeführt, die Schaltung der Symbole muss allerdings von der Autobahnmeisterei selbst vorgenommen werden.

3.4 Personenwarnsystem

Das so genannte Personenwarnsystem wurde mit dem Ziel entwickelt, Personen, die auf Autobahnen arbeiten, zu schützen (SACHSE/GABRIEL/KIRCHHOF, 2003).¹⁵ Das System kann an der Rückseite

¹² Der Pilotversuch zum Einsatz der mobilen Fahrstreifensignalisierung erfolgte außerhalb des hier dokumentierten Forschungsvorhabens; um vor allem die Ergebnisse zum Verkehrsablauf bei konventioneller Absicherung nach RSA (1995) mit denen der hier durchgeführten Pilotversuche (Kapitel 5) vergleichen zu können, wurden diese auf derselben Untersuchungsstrecke (BAB A 61 bei Bedburg) durchgeführt.

¹³ Hier ist jedoch ein Einfluss der angezeigten zulässigen Höchstgeschwindigkeiten (systembedingt wurden bei Einsatz der mobilen Fahrstreifensignalisierung 90 km/h bzw. 70 km/h gegenüber 100 km/h und 80 km/h bei konventioneller Absicherung angezeigt) nicht auszuschließen; unabhängig davon ist insgesamt eine positive Wirkung auf den Verkehrsablauf festzustellen, was durch Befragungen von Verkehrsteilnehmern bestätigt wurde (BÖHNKE, 2004).

¹⁴ In Deutschland ist in Abhängigkeit vom verwendeten Regelplan vor allem bei geringen Sichtweiten eine mehrmalige Überquerung der Fahrbahn notwendig; weiter gehende Festlegungen bei Verwendung von mobilen Fahrstreifensignalisierungen zur Arbeitsstellenabsicherung können nur auf Basis weiterer Untersuchungen erfolgen.

¹⁵ Als Anstoß für die Entwicklung des Personenwarnsystems dienten letztendlich die Untersuchungen von KÖRSTEN (1999) zur Problematik von Unfällen bei Arbeitsstellen auf Autobahnen und zu Maßnahmen zu deren Vermeidung.

eines Sicherungsfahrzeugs bzw. an der fahrbaren Absperrtafel befestigt oder am Fahrbahnrand aufgebaut werden. Über einen Infrarotlaser werden Fahrzeuge, die sich der Arbeitsstelle mit unvermindert hoher Geschwindigkeit nähern und deren Fahrer keine Reaktionen erkennen lassen, den Fahrstreifen zu wechseln, detektiert und deren Geschwindigkeit und Entfernung gemessen und an einen integrierten Rechner übermittelt.¹⁶ Hierin wird mit Hilfe eines Fuzzy-Logik-Moduls die Auffahrwahrscheinlichkeit eines detektierten Fahrzeugs auf die Absperrtafel bzw. den Sensor ermittelt. Entscheidungsgrößen sind neben der Entfernung des Fahrzeugs zum Sensor respektive zur Absperrtafel und dessen Geschwindigkeit auch die Beschleunigung. Werden eine entsprechende Auffahrwahrscheinlichkeit und somit Gefährdung des Arbeitspersonals berechnet, gibt das System akustische und optische Warnsignale aus, so dass die Arbeiter den gefährdeten Bereich verlassen und sich in Sicherheit bringen können. Gleichzeitig werden auch die betreffenden Verkehrsteilnehmer durch ein akustisches Signal vorgewarnt.

Das Personenwarnsystem kann bei Arbeitsstellen auf dem Seitenstreifen (Bild 9) und bei Arbeitsstellen auf einem Fahrstreifen eingesetzt werden. Das System wurde inzwischen bei verschiedenen Verkehrs- und Umfeldsituationen getestet; untersucht wurden der Verkehrsablauf und die Detektionsqualität auf Geraden und in Kurven (SACHSE/GABRIEL/KIRCHHOF, 2003). Betrachtet wurde hierbei die Detektion von Lkw, da laut SACHSE/GABRIEL/KIRCHHOF (2003) die Erfassung von Pkw auf Grund der wesentlich geringeren Auswirkungen eines Auffahrunfalls eine geringere Bedeutung besitzt und Pkw-Fahrer auch „in vielen Fällen bewusst sehr dicht auf das Hindernis auffahren und somit eine Warnung auslösen würden“.¹⁷ Die in

den Versuchen von SACHSE/GABRIEL/KIRCHHOF (2003) erzielte Erkennungsrate der Lkw lag bei nahezu 100 %.

Auch der Einsatz des Personenwarnsystems verspricht zunächst eine erhöhte Sicherheit für das Personal in der Arbeitsstelle. Kritisch sind bei diesem System jedoch die Anschaffungskosten sowie der hohe Aufwand für Installation und Justierung zu sehen. Des Weiteren ist die Wirksamkeit dieses Systems in hohem Maß von der Häufigkeit von Falschmeldungen und somit von der Akzeptanz des Personals innerhalb der Arbeitsstelle abhängig. Mit jeder Falschmeldung nimmt die Akzeptanz der Warnungen weiter ab, bis diese dann zuletzt nicht mehr befolgt werden. Auf den Punkt gebracht: Die Wirkung des Personenwarnsystems ist daher stark abhängig von der „Trefferquote“ der Gefahrenvorhersagen und der damit einhergehenden Akzeptanz des Arbeitspersonals.

Auch die grundsätzlichen Einsatzmöglichkeiten des Personenwarnsystems sind durchaus kritisch zu betrachten. Diese scheinen auf Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dem Standstreifen und auf dem äußeren, d. h. rechten Fahrstreifen (mit dessen Sperrung) eingeschränkt, da bei Einziehung des linken Fahrstreifens fast ausschließlich Pkw betroffen sind und Pkw-Fahrer den zur Verfügung ste-

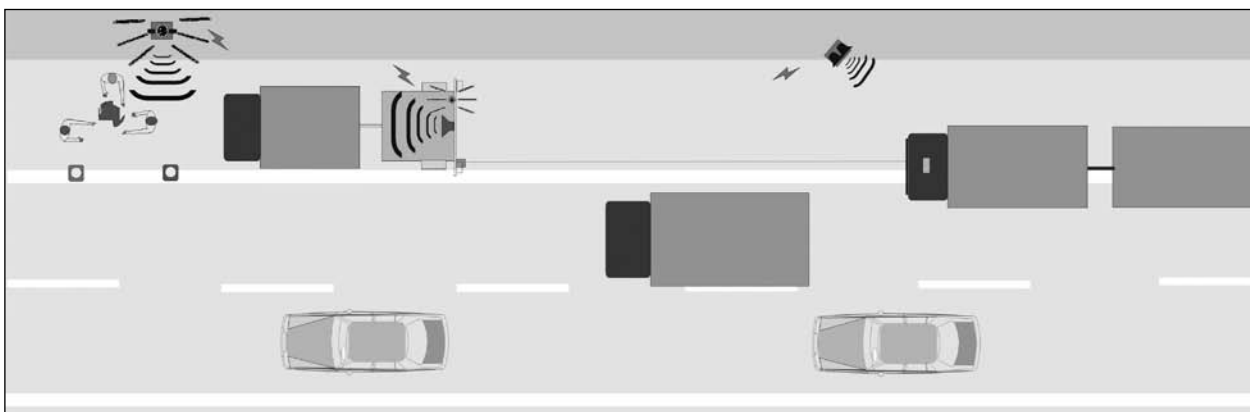


Bild 9: Einsatzmöglichkeiten des Personenwarnsystems bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dem Seitenstreifen

¹⁶ Nach SACHSE/GABRIEL/KIRCHHOF (2003) kann grundsätzlich jedes Fahrzeug detektiert werden, durch eine entsprechende Justierung kann die Erfassung aber auch auf Lkw beschränkt werden.

¹⁷ Das von SACHSE/GABRIEL/KIRCHHOF (2003) als dichtes Auffahren auf die Absperrtafel bezeichnete Verhalten entspricht allerdings dem vorgeschriebenen Reißverschlussverfahren nach § 7 Abs. 4 StVO; auf diese Problematik wird im Weiteren noch eingegangen.

henden Verkehrsraum meist ausnutzen und somit erst kurz vor der Absperrtafel den Fahrstreifen wechseln – was im Übrigen dem vorgeschriebenen Reißverschlussverfahren nach § 7 Abs. 4 StVO entspricht. Hierdurch würden jedoch laut SACHSE/GABRIEL/KIRCHHOF (2003) falsche Warnungen ausgelöst.

3.5 Portable Rumble Strips

Portable Rumble Strips werden vor allem in den USA eingesetzt. Hierbei werden vor der Arbeitsstelle sechs parallele Streifen im Abstand von etwa 30 cm quer zur Fahrtrichtung auf die Fahrbahn geklebt (Bild 10). Die Rumble Strips stellen für den Verkehrsteilnehmer eine zusätzliche Ankündigung der Arbeitsstelle dar und wirken dabei sowohl akustisch als auch mechanisch (FONTAINE/CARLSON, 2001). Durch die Verwendung von orangefarbenen Streifen ist zusätzlich eine visuelle Warnung vor der Arbeitsstelle gegeben (MEYER, 2001).

Die Rumble Strips selbst sind Streifen von rund 10 cm Breite und etwa 3,2 mm Dicke. Sie haben eine selbstklebende Rückseite, die eine relativ einfache Aufbringung der Streifen auf die (vorher grob zu säubernde) Straßenoberfläche erlaubt. Um eine bessere Haftung zu erzielen, sollten sie mit einem schweren Roller überrollt werden. Die Streifen sind nach Gebrauch jedoch nicht wieder verwendbar.

Amerikanische Untersuchungen haben gezeigt, dass Rumble Strips eine geschwindigkeitsmindernde Wirkung aufweisen und die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer erhöhen (TERNEY, 2002). Somit besteht hiermit grundsätzlich die Möglichkeit zur Warnung der Kraftfahrer vor einer Arbeitsstelle.



Bild 10: Aufbringen von Rumble Strips

Portable Rumble Strips sind zwar ein einfaches und kostengünstiges Mittel, um Fahrer auf eine veränderte Verkehrsführung bzw. eine Arbeitsstelle aufmerksam zu machen, die gesamte Installation nimmt jedoch mindestens 20 Minuten in Anspruch, wobei der entsprechende Fahrstreifen gesperrt werden muss. Dies gilt ebenso für den Abbau. Darüber hinaus stellt sich die Haftung je nach Beschaffenheit der Straßenoberfläche, insbesondere beim Aufbringen auf nasser Fahrbahn, und der Verkehrsbelastung als problematisch dar (MEYER, 2001). Deshalb ist ein Einsatz bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen nicht zweckmäßig.

3.6 Andreasstreifen

Einen viel versprechenden Ansatz zur Erhöhung der Sicherheit bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer stellen die in den Niederlanden bereits seit mehreren Jahren eingesetzten und seit dem Jahr 2001 bei Autobahnbaustellen kürzerer Dauer vorgeschriebenen Andreasstreifen dar.¹⁸ Hierbei werden zur Sicherung der Arbeitsstelle jeweils drei Andreasstreifen, in einem Abstand von 5 m untereinander, 150 m vor der fahrbaren Absperrtafel auf dem gesperrten Fahrstreifen verlegt (Bild 11). Unachtsame Fahrer werden beim Überfahren der Andreasstreifen mechanisch gewarnt, ohne dass hierbei

¹⁸ Der Einsatz von Andreasstreifen ist seit dem Jahr 2001 im niederländischen Regelwerk geregelt; die vom CROW herausgegebenen „Toepassing andreasstrips“ (Anwendung von Andreasstreifen) ergänzen die seit 1995 bestehenden, ebenfalls vom CROW herausgegebenen „Richtlijnen voor Maatregelen bij Werken in Uitvoering op Autosnelwegen“ (Richtlinien für die Durchführung von Maßnahmen hinsichtlich Baustellen auf Autobahnen).



Bild 11: Einsatz von Andreasstreifen bei einer Arbeitsstelle kürzerer Dauer auf dem rechten Fahrstreifen

das Fahrzeug beschädigt wird, und haben somit noch genügend Zeit, vor der Absperrtafel den Fahrstreifen zu wechseln, bzw. können im Extremfall noch rechtzeitig vor der Absperrtafel zum Halten kommen.

Die Andreasstreifen selbst, hergestellt aus Polyethylen, sind etwa 2 m lang, 23 cm breit und haben eine Höhe von etwa 3 cm bis 4 cm (Bild 12). Bei einem Gewicht von rund 20 kg sind sie von einer einzelnen Person leicht zu transportieren, zu verlegen und wieder aufzunehmen.

An die Beschaffenheit der Andreasstreifen werden nur Rahmenvorgaben hinsichtlich Material und Abmessungen gemacht. Des Weiteren sollen sie in weißer oder gelber Farbe verwendet werden und mit Reflektoren versehen sein, sodass auch bei Dunkelheit eine gute Sichtbarkeit der Andreasstreifen gewährleistet ist.

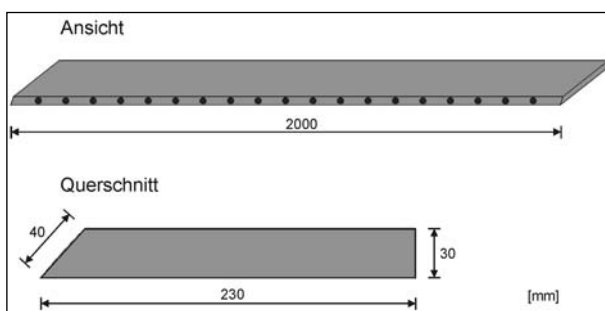


Bild 12: Detailskizze der Andreasstreifen



Bild 13: Erste Version der Andreasstreifen

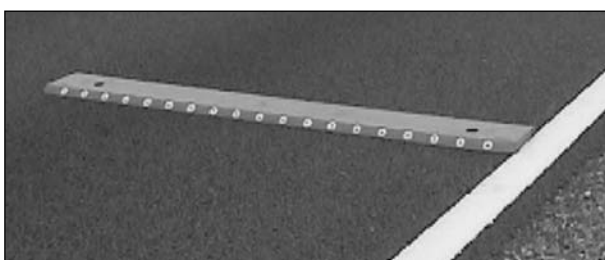


Bild 14: Aktuelle Gestaltungsvariante der Andreasstreifen

Unfallfolgen	Arbeitsstelle ohne Andreasstreifen	Arbeitsstelle mit Andreasstreifen	Gesamt
Sachschaden	215	80	295
Personenschaden	69	14	83
Gesamt	284	94	378

Tab. 1: Auffahrunfälle auf die fahrbare Absperrtafel bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen in den Niederlanden in den Jahren 1989 bis 1997 (nach van VEENENDAAL/MESKEN/KLEM, 1999)

fen gewährleistet ist. Diese Vorgaben werden in den Niederlanden von verschiedenen Firmen umgesetzt, sodass unterschiedliche Gestaltungsvarianten zum Einsatz kommen. Bild 13 zeigt die erste Generation der Andreasstreifen mit Reflektoren auf der Stirn- und Oberseite. Inzwischen haben sich allerdings Andreasstreifen durchgesetzt, bei denen nur an der Stirnseite Reflektoren angebracht sind (Bild 14).¹⁹

Durch die Materialbeschaffenheit ist sichergestellt, dass die Andreasstreifen auch nach zahlreichen Überfahrungen beinahe unverändert auf der Fahrbahn liegen bleiben. Einzig starkes Abbremsen direkt auf den Streifen kann zu einer (jedoch nur geringfügigen) Verschiebung der Streifen führen; eine Gefährdung des Verkehrs besteht aber auch dann in der Regel nicht.²⁰

Die Andreasstreifen kommen in den Niederlanden seit über zehn Jahren zum Einsatz, mit durchweg positiven Erfahrungen. Dennoch wurden dort bis zum Jahr 1999 die Andreasstreifen nicht von allen Autobahnmeistereien eingesetzt, da teilweise die Wirksamkeit in Bezug auf eine Vermeidung von Auffahrunfällen auf die fahrbare Absperrtafel bezweifelt und die möglichen negativen Effekte auf den Verkehrsablauf für überwiegend gehalten wurden. Auf Grund dessen wurde von der niederländischen Straßenbauverwaltung eine Überprüfung der Wirksamkeit der Andreasstreifen durchgeführt.

In diesem Zusammenhang wurden beispielsweise die Auswirkungen der Andreasstreifen auf das Unfallgeschehen untersucht (van VEENENDAAL/MESKEN/KLEM, 1999). Betrachtet wurden 378 Auffahrunfälle auf fahrbare Absperrtafeln aus den Jahren 1989 bis 1997, differenziert nach Arbeitsstellen mit zusätzlicher Absicherung durch Andreasstreifen und Arbeitsstellen ohne Andreasstreifen (Tabelle 1). Bei dieser Untersuchung wurden allerdings keine Angaben über die Anzahl der im betrachteten Zeitraum eingerichteten Arbeitsstellen

¹⁹ Somit wird die Lebensdauer der Andreasstreifen erhöht, da bei manuellem Transport die Reflektoren auf Grund der Durchbiegung der Streifen einer starken Beanspruchung ausgesetzt sind, der insbesondere die oben auf den Andreasstreifen angebrachten Reflektoren oft nicht standhalten.

²⁰ Im Rahmen von Versuchen auf einer Teststrecke in Lelystad (Niederlande) im Dezember 2003 wurde mittels Lkw-Vollbremsungen die Lagestabilität der Andreasstreifen untersucht; die Bremsversuche haben gezeigt, dass auch bei einer Vollbremsung direkt über den Streifen diese nur geringfügig verschoben werden.

mit und ohne Einsatz von Andreasstreifen gemacht. Demnach fehlt bei den in Tabelle 1 dargestellten Unfallzahlen der Bezug zur Anzahl der jeweils betrachteten, mit bzw. ohne Andreasstreifen abgesicherten Arbeitsstellen, sodass auf dieser Basis keine absolute Aussage zur Sicherheitserhöhung bei Einsatz von Andreasstreifen abgeleitet werden kann. Dennoch ist deren positive Wirkung deutlich zu erkennen: Drei Viertel der (insgesamt 378) betrachteten Unfälle passierten bei Arbeitsstellen ohne Andreasstreifen, davon nahezu ein Viertel (24,3 %) mit Personenschaden. Bei den mit Andreasstreifen abgesicherten Arbeitsstellen ist der Anteil der Unfälle mit Personenschaden mit 14,9 % erheblich niedriger, die Unfallfolgen fallen somit beim Einsatz von Andreasstreifen geringer aus. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass durch den Einsatz der Andreasstreifen die Sicherheit in Arbeitsstellen erhöht wird.

Untersucht wurde darüber hinaus das Verhalten der Verkehrsteilnehmer. Die Ergebnisse zeigen, dass der Anteil der Kraftfahrer, die durch die Andreasstreifen zu plötzlichen Lenkbewegungen verleitet werden, äußerst gering ist (van VEENENDAAL/MESKEN/KLEM, 1999). Aber auch beim Überfahren der Andreasstreifen entstehen für Lkw- wie Pkw-Fahrer keine negativen Beeinträchtigungen.²¹ Ebenfalls wurde festgestellt, dass auch für Motorradfahrer keine erhöhte Gefährdung besteht; diese können die Andreasstreifen selbst bei einer Geschwindigkeit von etwa 80 km/h problemlos überfahren.

Auf Grund der Ergebnisse von van VEENENDAAL/MESKEN/KLEM (1999) und auf Basis der mehrjährigen Praxiserfahrungen wurde vom CROW im Jahr 2001 mit den „Toepassing andreasstrips“ (Anwendung von Andreasstreifen) ein entsprechendes Regelwerk herausgegebenen, das den Einsatz von Andreasstreifen regelt. Hiernach sind diese bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen nunmehr vorgeschrieben. Neben Regelplänen zur Anordnung der Andreasstreifen und der sonstigen Verkehrszeichen und -einrichtungen (Bild 15) enthalten diese ergänzenden Richtlinien auch Vorgaben für die Einrichtung und Räumung der Arbeitsstellen.

²¹ Bei Versuchen auf einer Teststrecke in Lelystad (Niederlande) im Dezember 2003 wurden mit einem Pkw Hochgeschwindigkeitsfahrten (180 km/h) über die Andreasstreifen vorgenommen, mit dem Ergebnis, dass selbst bei diesen hohen Geschwindigkeiten außer einer kleinen Erschütterung keine Beeinträchtigung für den Fahrer auftritt.

Für den Aufbau der Andreasstreifen sind drei Varianten vorgegeben. Die erste, in Bild 16 dargestellte Variante sieht vor, dass ein Sicherungsfahrzeug mit montierter Absperrtafel und Anpralldämpfer un-

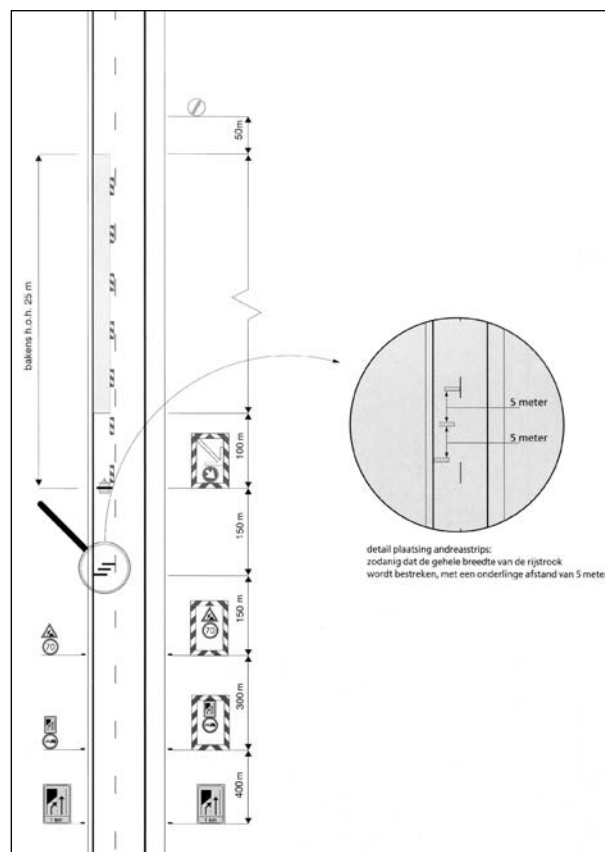


Bild 15: Regelplan zur Anordnung von Andreasstreifen bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen mit Sperrung des linken Fahrstreifens in den Niederlanden

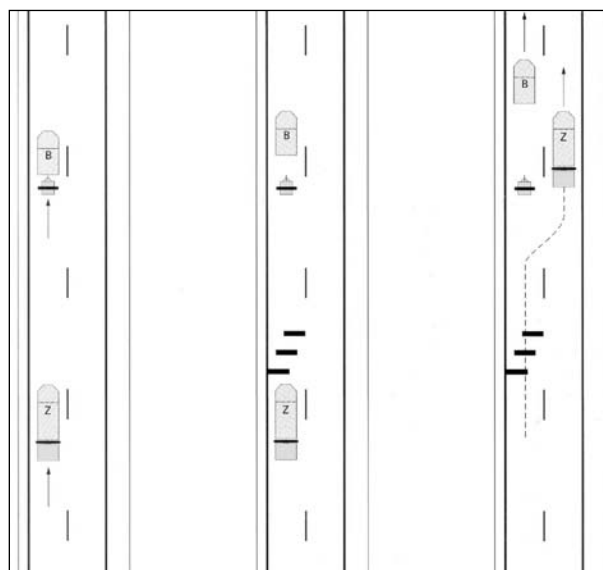


Bild 16: Verlegen der Andreasstreifen mit zwei Fahrzeugen (Aufbau-Variante 1) in den Niederlanden

mittelbar hinter einem Fahrzeug mit einer angehängten fahrbaren Absperrtafel fährt, um dieses abzusichern. Beide Fahrzeuge halten 150 m vor dem späteren Standort der Absperrtafel auf dem zu sperrenden Fahrstreifen, der Fahrer des vorderen Fahrzeugs verlegt die Andreasstreifen im Schutz des Sicherungsfahrzeugs (Bild 17) und fährt dann zum vorgesehenen Standort der Absperrtafel, um diese dort gegebenenfalls abzukoppeln. Das hintere Fahrzeug fährt anschließend über die Andreasstreifen hinweg und ordnet sich in den fließenden Verkehr ein. Durch die mehrjährigen Erfahrungen in der Praxis hat sich diese Art des Aufbaus bewährt und wird in den meisten Fällen angewendet.

Bei der zweiten Aufbau-Variante, ebenfalls mit zwei Fahrzeugen, befindet sich das Fahrzeug mit einer angehängten fahrbaren Absperrtafel in einem größeren Abstand hinter dem Lkw mit montierter Absperrtafel und Anpralldämpfer (Bild 18). Der Fahrer des ersten Fahrzeugs (mit Anpralldämpfer) verlegt die Andreasstreifen im Schutz des Fahrzeugs. Nach erfolgtem Aufbau fährt das Fahrzeug über die Streifen hinweg und informiert den Fahrer des zweiten Fahrzeugs über Funk. Das hintere Fahrzeug fährt bis zum vorgesehenen Standort der Absperrtafel (150 m hinter den Andreasstreifen), um diese dann aufzustellen oder gegebenenfalls abzukoppeln.

Diese Vorgehensweise wird eher selten angewendet, da der Aufwand für die Koordination der Fahrzeuge vergleichsweise hoch ist. Der Vorteil ist allerdings, dass sich kein Arbeitsfahrzeug zum Verlassen der Arbeitsstelle in den fließenden Verkehr einordnen muss.

Bei der dritten Variante wird auf das zweite Fahrzeug verzichtet. Das Fahrzeug mit montierter Ab-



Bild 17: Verlegen der Andreasstreifen im Schutz eines Sicherungsfahrzeugs

sperrtafel und Anpralldämpfer hält auf dem zu sperrenden Fahrstreifen, der Fahrer verlegt die Andreasstreifen und sichert danach mit dem Fahrzeug im Abstand von 150 m die Arbeitsstelle ab.

Für die Wiederaufnahme der Andreasstreifen sind in den Niederlanden zwei Varianten vorgegeben, von denen sich eine in der Praxis durchgesetzt hat und der Abbau analog zum in Bild 16 dargestellten Aufbau erfolgt. Hierbei fährt ein Lkw mit montierter Absperrtafel und Anpralldämpfer in Fahrtrichtung an die Arbeitsstelle heran und hält vor den Andreasstreifen. Der Fahrer nimmt dann die Andreasstreifen im Schutz des Sicherungsfahrzeugs wieder auf. Währenddessen bleibt die Arbeitsstelle noch eingerichtet. Nachdem die Andreasstreifen aufgenommen wurden, verlassen die beiden Fahrzeuge ihre Position und die Arbeitsstelle ist geräumt.

Bei der Abbau-Variante 2 wird die Aufnahme der Andreasstreifen mit nur einem Fahrzeug durchgeführt. Diese Variante kommt insbesondere dann zur Anwendung, wenn auch der Aufbau nur mit einem Fahrzeug erfolgt ist. Dabei fährt das Sicherungsfahrzeug, ein Lkw mit montierter Absperrtafel und Anpralldämpfer, der zuvor die Absicherung der Arbeitsstelle übernommen hat, in Schrittgeschwindigkeit 150 m rückwärts (entgegen der Fahrtrichtung), bis über die Andreasstreifen hinweg, und der Fahrer nimmt diese dann wieder auf (Bild 19). Mit der Abfahrt des Fahrzeugs ist auch hier die Arbeitsstelle geräumt.

In den Niederlanden erfolgt der Auf- und Abbau der Andreasstreifen in den meisten Fällen mit zwei

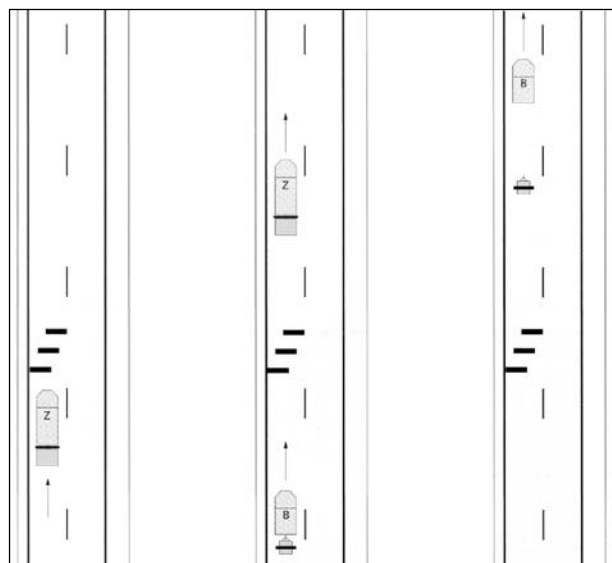


Bild 18: Verlegen der Andreasstreifen mit zwei Fahrzeugen (Aufbau-Variante 2) in den Niederlanden

Fahrzeugen, wobei grundsätzlich für das Fahrzeug, welches den die Streifen verlegenden bzw. wieder aufnehmenden Arbeiter absichert, neben einer montierten Absperrtafel auch ein Anpralldämpfer vorgeschrieben ist. Zusätzlich muss rechtzeitig durch entsprechende Beschilderung auf die Fahrstreifenreduktion hingewiesen werden. Dies erfolgt teilweise auch durch mobile Fahrstreifensignalisierungen, die hier bei dreistreifigen Richtungsfahrbahnen und hohen Verkehrsbelastungen auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen in Kombination mit den Andreasstreifen eingesetzt werden.

Der bisherige Ansatzpunkt für Kritik an diesem System besteht hauptsächlich darin, dass die Arbeiter für den Auf- und Abbau der Andreasstreifen das Absicherungsfahrzeug verlassen müssen und somit einer erhöhten Unfallgefahr ausgesetzt sind. Das auf Grund der bestehenden Unfallsituation beim Aufbau der Andreasstreifen, wie von SACHSE/GABRIEL/KIRCHHOF (2003) behauptet, derzeit in den Niederlanden nach alternativen Aufbaumethoden gesucht wird, ist so nicht richtig. Untersuchungen zu Unfallrisiken des Arbeitspersonals bei der Einrichtung von Arbeitsstellen liegen in den Niederlanden nicht vor. Nach Auskunft des Rijkswaterstaat treten derartige Unfälle zwar noch vereinzelt auf, Erkenntnisse über die Art und den Hergang dieser Unfälle liegen jedoch ebenfalls nicht vor, sodass keine Aussagen darüber getroffen werden können, bei welchem Einrichtungsschritt sich die einzelnen Unfälle ereigneten und ob diese im Zusammenhang mit dem Verlegen bzw. Aufnehmen der Andreasstreifen erfolgt sind.

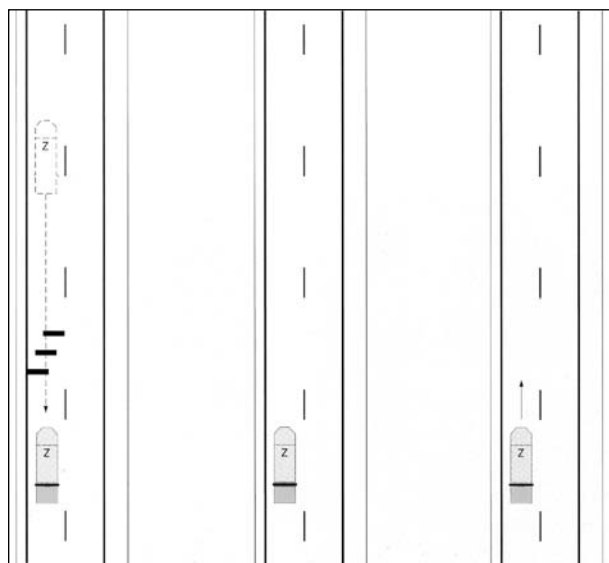


Bild 19: Aufnahme der Andreasstreifen mit einem Fahrzeug (Abbau-Variante 2) in den Niederlanden

Seitens der niederländischen Straßenbauverwaltung bestehen aber grundsätzlich die Bestrebungen, einzelne Abläufe bei der Einrichtung von Arbeitsstellen weiterhin zu optimieren und auch zu automatisieren. In diesem Zusammenhang wurde vom Rijkswaterstaat ein Ideenwettbewerb initiiert, bei dem ein System zur automatischen Verlegung und Aufnahme der Andreasstreifen entwickelt und in der Praxis getestet werden soll. Bei dem favorisierten System wird an der Front eines Absicherungsfahrzeugs eine Vorrichtung für den Auf- und Abbau installiert, die aus der Fahrerkabine mit Hilfe einer Videokamera über einen Monitor gesteuert werden kann. Die Andreasstreifen selbst werden hierbei mittels Elektromagneten von der Fahrbahn aufgenommen und in einer am Fahrzeug befestigten Wanne abgelegt. Der erste Prototyp dieses Systems (Bild 20) wurde im Dezember 2003 auf der Teststrecke in Lelystad (Niederlande) getestet. Im Frühjahr 2004 soll dieses System hinsichtlich seiner Praxistauglichkeit untersucht werden.

Andreasstreifen stellen eine sehr kostengünstige Methode zur Absicherung stationärer Arbeitsstellen von kürzerer Dauer dar, deren Einsatz keinen besonderen Aufwand erfordert. Die Anschaffungs-

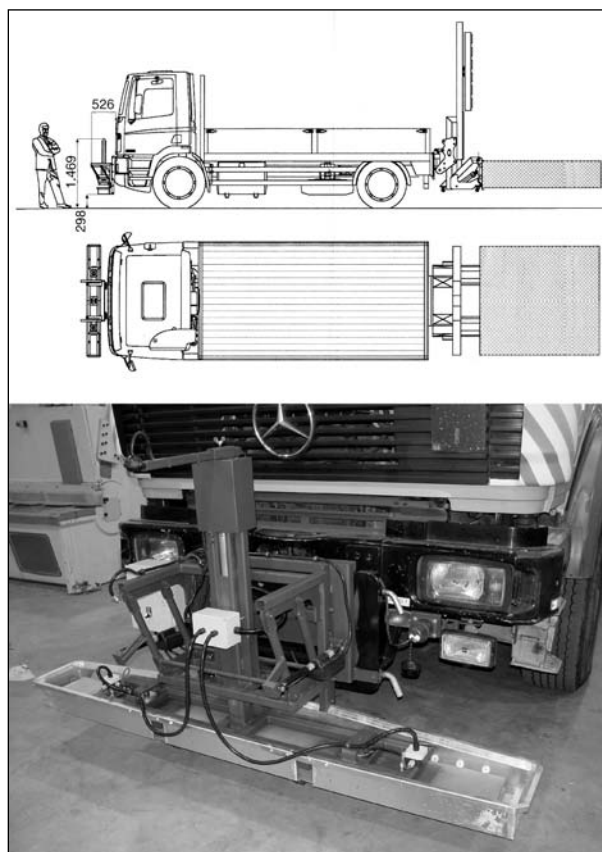


Bild 20: Automatisches Verlege- und Aufnahmesystem für Andreasstreifen (Prototyp)

kosten für einen Andreasstreifen betragen lediglich etwa 170 Euro, wobei die Lebensdauer der Streifen im Mittel fünf Jahre beträgt. Die Erfahrungen in den Niederlanden können als durchweg positiv beurteilt werden: Durch den Einsatz der Andreasstreifen ist die Anzahl der Auffahrunfälle auf fahrbare Absperrtafeln deutlich zurückgegangen; bei Tageslicht um mehr als 60 %, bei Dunkelheit um über 80 %, und auch die Unfallfolgen fallen geringer aus (van VEENENDAAL/MESKEN/KLEM, 1999). Auf Grund der hohen Wirksamkeit dieser Absicherungs-methode erscheint ein Einsatz auch bei Arbeitsstellen von kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen empfehlenswert und sollte im Rahmen der Pilotversuche (Kapitel 5) erprobt werden.

3.7 Querabspernung mit Leitbaken

Die Idee, Leitbaken anstelle der Andreasstreifen als zusätzliches Absicherungsinstrument bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer einzusetzen, stammt aus dem Arbeitskreis 3.2.7 „Sicherung von Arbeitsstellen“ der FGSV, in dem auch der Einsatz von Andreasstreifen diskutiert wurde. Diese sollen wie die Andreasstreifen 150 m vor der fahrbaren Absperrtafel angeordnet werden und somit als zusätzliche Querabspernung die Kraftfahrer auf die Fahrstreifenreduktion aufmerksam machen bzw. vor dieser warnen. Zur Verdeutlichung der Verkehrsführung und einer besseren Leitwirkung sollten Bakem mit Pfeilmuster verwendet werden. Vom Einsatz dieser vertikalen Leiteinrichtungen wurde eine höhere optische Wirkung als von den auf der Fahrbahnoberfläche liegenden Andreasstreifen erwartet. Im Gegensatz zu den Andreasstreifen lagen für diese Maßnahme jedoch keinerlei Erfahrungen vor; die Einsatzmöglichkeiten von Leitbaken zur zusätzlichen Sicherung vor der Absperrtafel sollten deshalb erstmalig im Rahmen des hier dokumentierten Forschungsvorhabens eruiert und in Pilotversuchen (Kapitel 5) erprobt werden.

Um im Fall einer späteren positiven Bewertung für die ergänzende Absicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen mit Leitbaken eine auch aus betrieblichen Aspekten optimierte Maßnahme bereitzustellen, sind selbstaufrichtende Klappbaken zu verwenden (Bild 21). Ansonsten müsste das Arbeitspersonal nach jedem Anprall durch Kraftfahrzeuge bzw. Umklappen der Bakem ohne zusätzliche Absicherung diese auf der Fahrbahn erneut aufstellen und ausrichten.

Auch der zusätzliche Aufwand zum Einrichten der Arbeitsstelle für das Arbeitspersonal sollte minimiert werden. Daher sind nur fünf Leitbaken zur Sperrung eines Fahrstreifens einzusetzen; dies ist zur Verdeutlichung des notwendigen Fahrstreifenwechsels ausreichend. In Voruntersuchungen wurde die diagonale Anordnung der Bakem so festgelegt, dass die Querabspernung eine Länge von 10 m in Anspruch nimmt (dies entspricht einem Versatzmaß von 1:2,5). Eine engere Anordnung (d. h. ein flacheres Versatzmaß) wirkt bei Entfernungen von mehr als 50 m wie eine ebene Wand, die Verkehrsführung wird hierbei trotz des Pfeilmusters visuell nicht bzw. erst sehr spät wirksam. Bei einer steileren Anordnung von etwa 1:10 oder gar 1:20, wie es nach RSA (1995) bei Fahrstreifenreduzierungen bzw. -verschwenkungen in Arbeitsstellen längerer Dauer üblich ist, ist einerseits die Querabspernung nicht mehr erkennbar bzw. es müssten mehr Leitbaken aufgestellt werden, andererseits würde mit einer Länge von 40 m (Versatzmaß 1:10) bis 80 m (Versatzmaß 1:20) zu viel Verkehrsraum in Anspruch genommen.

Der Auf- und Abbau der Klappbaken sollte ähnlich wie das Verlegen und Wiederaufnehmen von Andreasstreifen in den Niederlanden im Schutz eines Fahrzeugs erfolgen. Hierbei ist es allerdings erforderlich, dass sich dieses Fahrzeug anschließend wieder in den fließenden Verkehr einordnen muss.

Kritisch wurden bereits vorab die möglichen Folgen bei einem An- bzw. Überfahren der Bakem durch Kraftfahrzeuge gesehen. Zum einen bestand die Befürchtung, dass Pkw bereits bei einem Anprall beschädigt werden könnten, zum anderen, dass die Bakem selbst beim Überfahren durch einen Lkw beschädigt würden. In Voruntersuchungen wurden



Bild 21: Klappbake mit Pfeilmuster

deshalb Überfahrten mit einem Lkw des Landesbetriebs Straßenbau Nordrhein-Westfalen vorgenommen; hierbei traten keinerlei Schäden an den Klappbaken und dem Lkw auf.

Die zusätzliche Querabspernung vor der fahrbaren Absperrtafel mit Klappbaken ist ebenso wie der Einsatz von Andreasstreifen eine kostengünstige Maßnahme. Auch der Aufwand für das Aufstellen und den Abbau der Baken ist bei der vorgesehenen Anordnung relativ gering. Die Wirksamkeit dieser Absicherungsmethode sollte aus den genannten Gründen als Alternative zum Einsatz von Andreasstreifen untersucht werden.

4 Festlegung von Vorgaben für die zu untersuchenden Maßnahmen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollten neue Absicherungsmethoden für Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen im praktischen Einsatz erprobt werden. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von vor der fahrbaren Absperrtafel angeordneten Andreasstreifen, die in den Niederlanden zur Erhöhung der Sicherheit bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer beigetragen haben. Alternativ zu den Andreasstreifen sollte auch die Anordnung einer Querabspernung vor der Absperrtafel mit Leitbaken (in Form von Klappbaken), die eine höhere optische Wirkung als die Andreasstreifen vermuten lassen, als zusätzliches Absicherungselement untersucht werden.

Vor Durchführung der Pilotversuche zum praktischen Einsatz von Andreasstreifen und Leitbaken zur zusätzlichen Absicherung bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen sind die grundlegenden Vorgaben zur Anordnung der Verkehrszeichen und -einrichtungen, einschließlich der Andreasstreifen bzw. Leitbaken, bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer festzulegen. Dies erfolgte auf Basis der niederländischen Erkenntnisse und der Vorgaben der derzeit gültigen deutschen Rechtsgrundlagen (StVO und zugehörige VwV-StVO) und Regelwerke, insbesondere den RSA (1995). Des Weiteren waren Vorgaben zur Vorgehensweise beim Auf- und Abbau erforderlich, da im Rahmen der Pilotversuche auch die betrieblichen Aspekte betrachtet werden sollten.

4.1 Anordnung der Verkehrszeichen und -einrichtungen

In den Pilotversuchen sollten zunächst nur die Einsatzmöglichkeiten der beiden Absicherungsmethoden bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung eines Fahrstreifens untersucht werden; hier sind die Regelpläne D III/1 bis D III/4 der RSA (1995) zu beachten. Der Einsatz bei Arbeitsstellen mit Sperrung des mittleren und rechten Fahrstreifens (Regelplan D III/5 der RSA, 1995) bzw. des mittleren und linken Fahrstreifens (Regelplan D III/6 der RSA, 1995) wurde nicht betrachtet.

Der Einsatz bei Arbeitsstellen auf dem Seitenstreifen erscheint auf Grund der Praxissituation – ein hoher Anteil der Arbeiten für die betriebliche Unterhaltung erfolgt auf dem Seitenstreifen, gleichzeitig ereignen sich hier genauso viele Unfälle wie bei Arbeitsstellen auf dem rechten oder linken Fahrstreifen, jedoch mit deutlich schwereren Folgen (SCHULTE, 1992) – besonders sinnvoll und ist auch aus sachlogischen Aspekten unkritisch.²² Anders ausgedrückt: Eine zusätzlich Absicherung sowohl mit Andreasstreifen als auch mit Leitbaken kann bei Arbeitsstellen von kürzerer Dauer auf dem Seitenstreifen uneingeschränkt empfohlen werden, da hiervon ausschließlich positive Effekte zu erwarten sind.

Hinsichtlich der Anordnung der Verkehrszeichen und -einrichtungen waren neben

- der jeweils zulässigen Höchstgeschwindigkeit vor allem
- der Abstand der Andreasstreifen bzw. Leitbaken zur fahrbaren Absperrtafel und
- die Anordnung der Vorwarneinrichtungen, insbesondere des kleinen Blinkpfeils,

festzulegen. Hierbei wurden die jeweils länderspezifischen Regelungen in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz (die Pilotversuche sollten hier durchgeführt werden) sowie Vorgehensweisen der Autobahnmeistereien, welche die Einrichtung der

²² Der Auf- und Abbau sollte hier in beiden Fällen im Schutz des Absicherungsfahrzeugs mit fahrbarer Absperrtafel erfolgen (analog der Vorgehensweise beim Verlegen bzw. Wiederaufnehmen der Andreasstreifen in den Niederlanden), wobei nach dem Aufbau von Leitbaken das Fahrzeug sich anschließend wieder in den fließenden Verkehr einordnen muss; siehe hierzu auch die weiteren Ausführungen zum Auf- und Abbau der Absicherung.

Musterbaustellen vornehmen sollten, einbezogen bzw. berücksichtigt.

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit sollte auf 80 km/h beschränkt werden, da hierdurch – unabhängig davon, ob der rechte oder linke Fahrstreifen gesperrt ist – eine Angleichung der Pkw-Geschwindigkeiten an das Geschwindigkeitsniveau des Lkw-Verkehrs und damit eine auch sicherheitserhöhende Verstetigung des Verkehrsflusses erzielt werden. Auch wird in Nordrhein-Westfalen bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Fahrstreifensperrung die zulässige Höchstgeschwindigkeit bereits generell auf 80 km/h beschränkt, ebenso in Rheinland-Pfalz.

Bei Nacht sollte innerhalb der Arbeitsstelle in der Regel eine niedrigere zulässige Höchstgeschwindigkeit als am Tag angeordnet werden. Deshalb und auf Grund von fehlenden Erkenntnissen über die optische Wirkung von Andreasstreifen bei Dunkelheit sollte die zulässige Höchstgeschwindigkeit in Nachtbaustellen (zunächst) auf 60 km/h beschränkt werden.

Die Andreasstreifen wie die Leitbaken sind in einem Abstand von 150 m vor der fahrbaren Absperrtafel anzuordnen. Zum einen entspricht dies dem in den Niederlanden auf Grundlage langjähriger Erfahrungen vorgeschriebenen Abstand, zum anderen gewährleistet dieser, dass auch Lkw bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h selbst bei Nässe noch rechtzeitig vor der Absperrtafel zum Stehen kommen.²³ Auch unaufmerksamen Pkw-Fahrern bleibt bei höheren Geschwindigkeiten genügend Zeit, ihr Fahrzeug zu kontrollieren, und die Möglichkeit, rechtzeitig vor der Absperrtafel anzuhalten.²⁴

Die Anordnung von Andreasstreifen 150 m vor der fahrbaren Absperrtafel stellt aus straßenverkehrsrechtlicher Sicht einen (bislang noch) nicht geregelten Fall dar. Zum einen sind diese kein Verkehrs-

zeichen bzw. -einrichtung nach StVO, zum anderen ist der „Charakter“ dieser Absicherungsmaßnahme nicht eindeutig – sowohl juristisch als auch für die Verkehrsteilnehmer. Handelt es sich hierbei um eine Fahrstreifensperrung, d. h., dürfen die Andreasstreifen nicht überfahren werden? Oder stellen sie lediglich eine mobile Version so genannter Rüttelstreifen, die teilweise bei Autobahnausfahrten zum Einsatz kommen (vgl. BRILON/BÄUMER/WEISER, 2001), dar und müssen überfahren werden, da nach § 7 Abs. 4 StVO das Reißverschlussverfahren anzuwenden ist und die Kraftfahrer bis zur Absperrtafel vorziehen müssen? Hier besteht bei einer positiven Bewertung dieser Absicherungsmethode zwingender Handlungs- und vor allem Regelungsbedarf.

Prinzipiell sind für die straßenverkehrsrechtliche Bedeutung und die hiermit einhergehende erforderliche Regelung der Andreasstreifen zwei Möglichkeiten gegeben. Sie können als

- temporäre Fahrstreifensperrung oder als
- Vorwarneinrichtung

betrachtet respektive definiert werden.

Sollten die Andreasstreifen als temporäre Fahrstreifensperrung definiert werden, müssten diese, im Gegensatz zu den im Rahmen der hier durchgeführten Pilotversuche (siehe Kapitel 5) verwendeten Streifen, in gelber Farbgebung eingesetzt werden.²⁵ Die drei Andreasstreifen hätten somit letztendlich die Funktion ähnlich einer Sperrfläche nach Zeichen 298 StVO, hier jedoch auf Grund der gelben Farbe mit temporärem Charakter. Die Andreasstreifen dürften somit nicht überfahren werden. Nur unachtsame Kraftfahrer würden diese dann überfahren und hierdurch in ausreichendem Abstand vor der Absperrtafel vor der Arbeitsstelle gewarnt werden. Der Vorteil dieser Lösung ist die straßenverkehrsrechtlich eindeutige Regelung, auch im Hinblick auf das nach § 7 Abs. 4 StVO bei einer Fahrstreifensperrung anzuwendende Reißverschlussverfahren.

Bei einer Festlegung der Andreasstreifen als Vorwarneinrichtung müssen diese nach § 7 Abs. 4 StVO überfahren werden, da dann die Sperrung des Fahrstreifens (straßenverkehrsrechtlich) erst durch die fahrbare Absperrtafel erfolgt und somit das Reißverschlussverfahren auf Höhe dieser anzuwenden ist. Für diesen Fall sollten die Andreasstreifen in einer unauffälligen, dunkleren Farbe, ähnlich den in den Pilotversuchen (siehe Kapitel 5)

²³ Unter der Annahme einer geringen Bremsverzögerung von 2,5 m/s² (Lkw mit Anhänger, beladen, auf nasser Fahrbahn) und einer Reaktionszeit von zwei Sekunden ergibt sich ein Bremsweg von rund 143 m.

²⁴ Bei einer Bremsverzögerung von 5,5 m/s² (Pkw auf nasser Fahrbahn) und einer Reaktionszeit von zwei Sekunden reichen die 150 m aus, um bei einer Geschwindigkeit bis 110 km/h rechtzeitig zum Stehen zu kommen.

²⁵ Die farbliche Gestaltung der Andreasstreifen sollte demnach entsprechend der von Leitschwellen und -borden den Vorgaben der DIN 6171-1 (hier gilt mittlerweile die Fassung aus dem Jahr 2003) folgen.

verwendeten Andreasstreifen, eingesetzt werden (vgl. hierzu auch Bild 14). Juristisch problematische Situationen könnten bei dieser Regelung auftreten, sobald ein Unfall auf Grund einer plötzlichen, durch die Andreasstreifen verursachten Lenk- und/oder Bremsbewegung eines Verkehrsteilnehmers eintritt.

Die Grundsatzentscheidung zur straßenverkehrsrechtlichen Bedeutung der Andreasstreifen kann an dieser Stelle allerdings nicht endgültig getroffen werden. Unabhängig davon sollte der Einsatz von Andreasstreifen untersucht werden, wobei im Weiteren als Grundlage für die Pilotversuche die Auffassung vertreten wurde, dass diese eine Fahrstreifensperrung darstellen und dementsprechend nicht überfahren werden dürfen bzw. sollten (nur in Ausnahmefällen).

Die Querabsperzung mit Leitbaken dagegen stellt im Prinzip eine StVO-konforme Verkehrsführung dar, da diese als Fahrstreifensperrung einerseits durch die vertikalen Leiteinrichtungen visuell wirksamer und vor allem eindeutig ist, andererseits die zu verwendenden Klappbaken Leitbaken nach Zeichen 605 StVO entsprechen und den Kraftfahrern als Verkehrseinrichtungen geläufig sind. Letztendlich stellt die vorgesehene Anordnung eine Absperzung dar, wie sie bei längerfristigen Arbeitsstellen

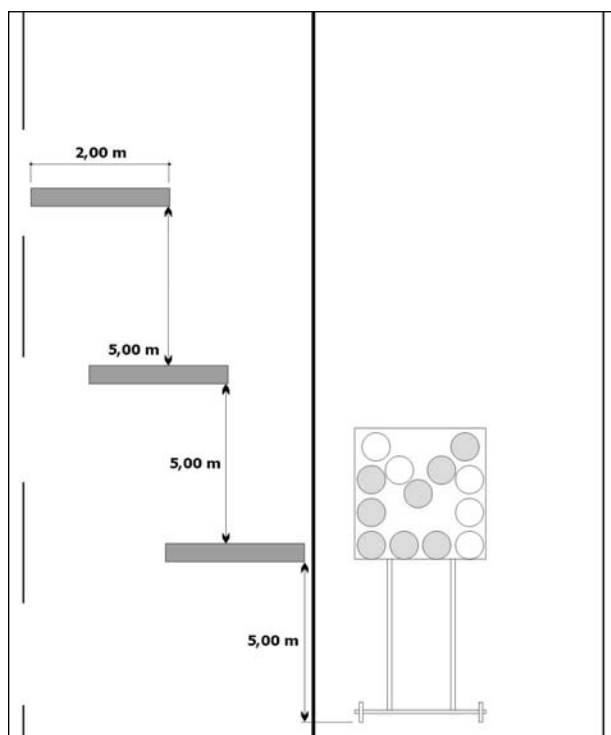


Bild 22: Anordnung der Andreasstreifen und des kleinen Blinkpfeils

durchaus häufiger vorkommt (z. B. nach Regelplan D I/3 der RSA, 1995).

Die Anordnung der Vorwarneinrichtungen – Vorwarntafel und kleiner Blinkpfeil – sollte grundsätzlich entsprechend der derzeitigen Vorgehensweise in der Praxis in der gegenüber den RSA (1995) umgekehrten Reihenfolge, d. h. erst Vorwarntafel, dann kleiner Blinkpfeil, erfolgen. Dies entspricht auch den Vorgaben in einzelnen Bundesländern, z. B. in Nordrhein-Westfalen.

Des Weiteren sollte beim Einsatz von Andreasstreifen der kleine Blinkpfeil in Höhe dieser angeordnet werden, um durch dessen starke visuelle Wirkung die Fahrstreifensperrung durch die Andreasstreifen zu verdeutlichen.²⁶ Der Blinkpfeil ist dabei in eine Flucht mit den Andreasstreifen, d. h. etwa 5 m vor dem ersten Streifen, aufzustellen (Bild 22). Dem kleinen Blinkpfeil kommt hiermit eine veränderte Bedeutung zu: Anstelle einer Warneinrichtung übernimmt dieser hier die Funktion eines Verkehrszeichens entsprechend Zeichen 222 StVO („Rechts vorbei“ bzw. „Links vorbei“).²⁷

Beim Einsatz von Leitbaken sollte zunächst auf den kleinen Blinkpfeil verzichtet werden, da auf Grund der visuellen Wirkung dieser vertikalen Querabsperzung die Verkehrsführung (zumindest bei Tageslicht) ausreichend erscheint. Da für die aus betrieblichen Gründen einzusetzenden Klappbaken keine Aufsatzleuchten zugelassen sind, sollten diese im Rahmen der Pilotversuche zunächst nur bei Tageslicht eingesetzt werden, und erst bei positiver Bewertung auch bei Dunkelheit. Wie in Voruntersuchungen ermittelt, wurde die diagonale Anordnung der fünf Baken so festgelegt, dass die Querabsperzung eine Länge von 10 m in Anspruch nimmt (Bild 23). Dies erscheint als optimales Maß, um zum einen den notwendigen Fahrstreifenwechsel visuell zu verdeutlichen und zum anderen einen möglichst schnellen Auf- und Abbau zu ermöglichen.

²⁶ Untersuchungen von HONRATH/TRAUDEN aus dem Jahr 1988 haben gezeigt, dass der kleine Blinkpfeil eine starke Warnwirkung hat und die Verkehrsteilnehmer auf Grund dessen entsprechend frühzeitig den Fahrstreifen wechseln; Beobachtungen und Praxiserfahrungen bestätigen dies, was dazu geführt hat, dass dieser erst nach der Vorwarntafel angeordnet wird, und nicht, wie in den RSA (1995) vorgegeben, davor.

²⁷ Derzeit ist der kleine Blinkpfeil ausschließlich eine Warneinrichtung im Rahmen der Sicherung von Arbeitsstellen auf Straßen (vgl. hierzu auch SCHÖNBORN/SCHULTE, 1997).

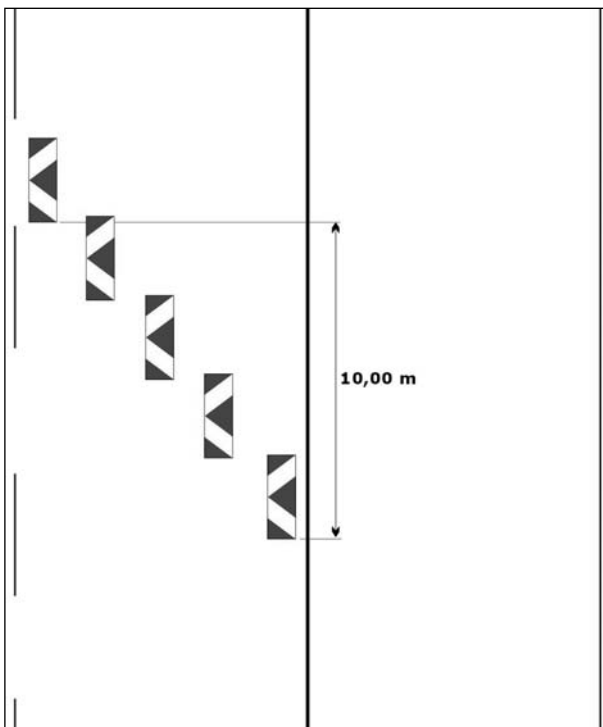


Bild 23: Anordnung der fünf Leitbaken

4.2 Gestaltung der Absperrrichtungen

Andreasstreifen sind in den Niederlanden nach Vorgaben der dortigen Straßenbauverwaltung in weißer oder gelber Farbe, mit aufgesetzten bzw. integrierten Reflektoren, zu verwenden. Mittlerweile werden hier fast ausschließlich nur noch Andreasstreifen eingesetzt, bei denen nur an der Stirnseite Reflektoren angebracht sind. Diese sind von gelber Farbe, wobei es sich hierbei nicht um DIN-Gelb – wie es in Deutschland beispielsweise für Leitschwellen und -borde vorgeschrieben ist²⁸ – handelt, sondern vielmehr um ein bräunliches Gelb (Farbe des verwendeten Materials). Diese in den Niederlanden in der Regel eingesetzten Andreasstreifen sind jedoch auf der Fahrbahnoberfläche

²⁸ Leitschwellen und Leitborde sind nach den TL-Leitelemente (1997) mit nicht retroreflektierender gelber Farbgebung gemäß DIN 6171-1 (2003) zu versehen.

²⁹ Die Höhe der in den Pilotversuchen (siehe Kapitel 5) eingesetzten Klappbaken einschließlich Griff beträgt 1.050 mm.

³⁰ Allgemein gestaltet sich der Auf- und Abbau der Andreasstreifen in den Niederlanden einfacher; auf Grund der auf niederländischen Autobahnen maximal zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h wird das Einrichten der Arbeitsstellen vereinfacht, da auf die aufwändige Vorbeschilderung zur Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit in der Regel verzichtet werden kann.



Bild 24: Eingesetzte Andreasstreifen

ausreichend erkennbar (Bild 24) und sollten deshalb auch zunächst im Rahmen der Pilotversuche verwendet werden. Bei einem späteren Einsatz in Funktion einer temporären Fahrstreifensperrung (vgl. Kapitel 4.1) ist jedoch eine gelbe Farbgebung gemäß DIN 6171-1 (2003) Voraussetzung.

Für die Querabspernung mit Leitbaken sind selbstaufrichtende Klappbaken (in der Regelgröße von 1.000 mm x 250 mm) einzusetzen.²⁹ Zur Verbesserung der Leitwirkung sind diese mit Pfeilmuster zu versehen.

4.3 Auf- und Abbau der Absicherungen

Der schnelle Auf- und Abbau der Absperrrichtungen ist ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Einsatzmöglichkeiten neuer Absicherungsmethoden aus Sicht der Arbeitssicherheit. Da die Andreasstreifen wie auch die Leitbaken auf der Fahrbahn installiert werden, ist eine möglichst kurze Einrichtungszeit anzustreben.

Beim Einsatz von Andreasstreifen sollte der Aufbau, d. h. die Einrichtung der Arbeitsstelle und die hiermit verbundene Verlegung der Andreasstreifen, in Anlehnung an die niederländische Vorgehensweise erfolgen, jedoch mit nur einem Fahrzeug.³⁰ Der Einsatz nur eines Fahrzeugs erscheint als ausreichend sicher und stellt zugleich die kostengünstigste Lösung dar.

Die Einrichtung der Arbeitsstellen einschließlich des Verlegens der Andreasstreifen verläuft wie bei herkömmlichen Arbeitsstellen. Der Unterschied besteht einzig darin, dass nach Aufstellung der Vorwarnrichtungen das Fahrzeug mit angehängter Absperrtafel auf dem zu sperrenden Fahrstreifen hält, der Fahrer die Andreasstreifen im Schutz des

Fahrzeugs verlegt, diese anschließend überfährt und danach im Abstand von 150 m die Arbeitsstelle absichert.

Für den Abbau der Andreasstreifen sind grundsätzlich verschiedene Vorgehensweisen denkbar. So besteht beispielsweise die Möglichkeit, die 150 m mit dem Lkw mit fahrbarer Absperrtafel im Schrittempo zurückzusetzen (und dabei die Andreasstreifen zu überfahren), um dann diese im Schutz des Absicherungsfahrzeugs wieder aufzunehmen. Diese, auch in den Niederlanden teilweise durchgeführte Vorgehensweise, ist nach § 36 Abs. 6 StVO (Sonderrechte) für alle Fahrzeuge, die dem Bau, der Unterhaltung oder der Reinigung der Straßen und Anlagen im Straßenraum dienen und durch entsprechende Warneinrichtungen gekennzeichnet sind, auf Autobahnen erlaubt.³¹ Kritisch ist hierbei gegebenenfalls die Rückwärtsfahrt eines Fahrzeugs mit Anhänger (angehängte fahrbare Absperrtafel), die ein entsprechendes fahrerisches Geschick verlangt.³² Alternativ besteht auch die Möglichkeit, die Andreasstreifen vom Seitenstreifen aus aufzunehmen. Bei Sperrung des rechten Fahrstreifens ist dies relativ unkritisch, da hierzu die Fahrbahn nur kurz betreten werden muss; bei Sperrung des linken Fahrstreifens ist dabei jedoch ein Überqueren der Fahrbahn erforderlich. Zur leichteren Aufnahme von der Fahrbahn sollten die Andreasstreifen aber noch mit Griffen oder Laschen versehen werden. Vom rechten Fahrstreifen könnten diese dann z. B. mit Hilfe einer Stange mit Haken direkt vom Seitenstreifen aus weggezogen werden, ohne dass die Fahrbahn betreten werden muss.

Der Aufbau der Querabspernung mit Leitbaken sollte analog zu der Vorgehensweise bei den Andreasstreifen erfolgen, hier ist lediglich erforderlich, dass sich das Fahrzeug anschließend wieder in den fließenden Verkehr einordnen muss. Der Abbau gestaltet sich hier schwieriger: Da bei einem Zurücksetzen des Lkw mit der fahrbaren Absperrtafel die Leitbaken nicht im Schutz des Absicherungsfahrzeugs abgebaut werden können, ist ein zweites Fahrzeug erforderlich, das bei noch installierter Vorbeschilderung an die Querabspernung heranzieht und die Leitbaken im Schutz des Fahrzeugs wieder aufnimmt.

Die beschriebenen Vorgehensweisen zum Auf- und Abbau der Absicherungen stellen ein Optimum an Sicherheit für das Arbeitspersonal dar, erfordern aber gleichzeitig keinen erheblichen oder nicht

leistbaren Mehraufwand (mit Ausnahme des Abbaus der Querabspernung mit Leitbaken). In der Praxis kann es dabei je nach Autobahnmeisterei durchaus zu Abweichungen von den hier vorgegebenen Vorgehensweisen kommen. Im täglichen Einsatz werden oftmals pragmatischere Lösungen gesucht und umgesetzt, auch wenn diese ein höheres Gefährdungsrisiko besitzen können.

5 Pilotversuche

Vor dem Hintergrund der insgesamt positiven Erfahrungen mit Andreasstreifen in den Niederlanden sollte im Rahmen des Forschungsvorhabens der Einsatz dieser bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf deutschen Autobahnen erprobt werden. Als alternative Absicherungsmethode sollte die Anordnung einer Querabspernung mit Leitbaken vor der fahrbaren Absperrtafel untersucht werden. Für beide Maßnahmen sollten in Pilotversuchen die Wirkungen auf den Verkehrsablauf und somit die Verkehrssicherheit, aber auch die betrieblichen, ebenso sicherheitsrelevanten Aspekte des Auf- und Abbaus betrachtet und bewertet werden.

Auf Grund der begrenzten möglichen Fallbeispielanzahl – vorgesehen waren jeweils zwei Tages- und zwei Nachtbaustellen, also insgesamt acht Arbeitsstellen³³ – wurden die Untersuchungen auf Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen eingeschränkt. Hierbei sollten auch nur die Einsatzmöglichkeiten der beiden Absicherungsmethoden bei Arbeitsstellen mit Sperrung eines Fahrstreifens betrachtet werden, da der Einsatz bei Arbeitsstellen auf dem Seitenstreifen aus verkehrlichen wie betrieblichen Aspekten unkritisch ist und somit uneingeschränkt empfohlen werden kann.

Für die Durchführung der Pilotversuche wurden reale Arbeitsstellen ausgewählt bzw. Arbeitsstellen speziell zum Zweck der Untersuchung eingerichtet.

³¹ Diese Vorgehensweise ist auch für den Abbau des kleinen Blinkpfeils denkbar, um zeitaufwändige Umfahrungen zu vermeiden.

³² In den Niederlanden wird diese Rückwärtsfahrt mit einem Lkw ohne Anhänger (Absperrtafel und zusätzlicher Anpralldämpfer sind hier fest montiert) durchgeführt.

³³ Die Einrichtung der Tagesbaustellen sollte dabei jeweils über einen Zeitraum von mindestens zwei Stunden, die der Nachtbaustellen über einen Zeitraum von vier Stunden (auf Grund der geringeren Verkehrsstärken) erfolgen.

Die Bereitschaft zur Erprobung neuer Absicherungsmethoden für Arbeitsstellen kürzerer Dauer wurde bereits vor Beginn des Forschungsvorhabens von den Straßenbauverwaltungen in Nordrhein-Westfalen und in Rheinland-Pfalz signalisiert, sodass diese beiden Bundesländer für die Pilotversuche ausgewählt wurden. Die Auswahl der Untersuchungsstrecken sowie der jeweiligen konkreten Anordnung der Verkehrszeichen und -einrichtungen erfolgte deshalb – unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 festgelegten Vorgaben – in Abstimmung mit dem Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen bzw. dem Landesbetrieb Straßen und Verkehr Rheinland-Pfalz.

Die Pilotversuche wurden in zwei Stufen durchgeführt: In der 1. Stufe sollten sowohl die Anordnung von Andreasstreifen als auch die Querabspernung mit Leitbaken jeweils exemplarisch bei zwei Tagesbaustellen (eine mit Sperrung des rechten, eine mit Sperrung des linken Fahrstreifens) erprobt werden. Der Einsatz von Andreasstreifen sollte darüber hinaus auch bei zwei Nachtbaustellen (mit Sperrung des rechten bzw. linken Fahrstreifens) untersucht werden. Eine Anordnung von Leitbaken vor der fahrbaren Absperrtafel bei Dunkelheit sollte zunächst nicht erfolgen, da zum einen hierfür, im Gegensatz zu den Andreasstreifen, die in den Niederlanden bereits nachts eingesetzt werden, noch

keine Erfahrungswerte vorlagen, zum anderen für die aus betrieblichen Gründen einzusetzenden Klappbaken keine Aufsatzleuchten zugelassen sind. Deshalb sollten diesbezüglich erst die Ergebnisse aus dem Einsatz bei Tageslicht abgewartet und in Abhängigkeit dieser über einen Einsatz bei Dunkelheit (in der 2. Stufe der Pilotversuche) entschieden werden. Aufbauend auf den gesamten Ergebnissen der untersuchten sechs Arbeitsstellen in der 1. Stufe sollten darüber hinaus eventuelle weitere Modifikationen zur Optimierung der Absicherungsmaßnahmen abgeleitet werden, die dann in der 2. Stufe an zwei weiteren Arbeitsstellen erprobt werden sollten.

Die Arbeitsstellen für die 1. Stufe der Pilotversuche wurden in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen auf der BAB A 61 bei Bedburg (Arbeitsstelle mit Sperrung des rechten Fahrstreifens) sowie der BAB A 43 bei Billerbeck (Arbeitsstelle mit Sperrung des linken Fahrstreifens) eingerichtet. Nach der Abschätzung der Wirkungen dieser Absicherungen wurden anschließend die relevanten Absicherungsmethoden eingegrenzt und für abschließende Untersuchungen auf der BAB A 61 bei Laudert mit dem Landesbetrieb Straßen und Verkehr Rheinland-Pfalz festgelegt. Eine Übersicht der untersuchten Absicherungsvarianten enthält Tabelle 2.

Art der Arbeitsstelle	Absicherungsmaßnahme (Anordnung 150 m vor Absperrtafel)	Abstand des kleinsten Blinkpfeils vor Absperrtafel	Untersuchungsstrecke	Tageszeit (Datum und Uhrzeit)	Dauer	Verkehrsbelastung während Untersuchung (basierend auf 5-Minuten-Werten)
Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens	Andreasstreifen	150 m	A 61 (Bedburg)	Tag (24.9.2003, 9:30-11:30 Uhr)	2,0 h	800 bis 1.600 Kfz/h
	Andreasstreifen	ohne	A 61 (Bedburg)	Tag (24.9.2003, 11:30-13:00 Uhr)	1,5 h	800 bis 1.400 Kfz/h
	Andreasstreifen	300 m	A 61 (Laudert)	Tag (3.12.2003, 12:00-15:00 Uhr)	3,0 h	800 bis 1.500 Kfz/h
	Andreasstreifen	150 m	A 61 (Bedburg)	Nacht (29.9.2003, 20:00-24:00 Uhr)	4,0 h	200 bis 700 Kfz/h
	Leitbaken	ohne	A 61 (Bedburg)	Tag (24.9.2003, 13:00-15:00 Uhr)	2,0 h	800 bis 1.400 Kfz/h
Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens	Andreasstreifen	300 m	A 61 (Laudert)	Tag (3.12.2003, 9:00-12:00 Uhr)	3,0 h	800 bis 1.200 Kfz/h
	Andreasstreifen	300 m	A 43 (Billerbeck)	Nacht (1.10.2003, 20:00-24:00 Uhr)	4,0 h	100 bis 500 Kfz/h
Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens mit Seitenstreifenmitnutzung	Andreasstreifen	150 m	A 43 (Billerbeck)	Tag (1.10.2003, 10:00-12:00 Uhr)	2,0 h	1.200 bis 2.100 Kfz/h
	Leitbaken	300 m	A 43 (Billerbeck)	Tag (1.10.2003, 13:00-15:00 Uhr)	2,0 h	1.500 bis 2.700 Kfz/h

Tab. 2: Untersuchte Absicherungsvarianten

In den Pilotversuchen selbst sollten die aus der Anordnung dieser zusätzlichen Fahrstreifensperrungen vor der Absperrtafel resultierenden Fahrerverhaltensänderungen bewertet werden. Für die Analyse des Fahrerverhaltens wurde hierbei das Geschwindigkeits- und das Fahrstreifenwechselverhalten im Bereich der Arbeitsstelle mittels lokalen Geschwindigkeitsmessungen sowie videotecnischen Beobachtungen erfasst. Um zusätzliche Informationen über das subjektive Empfinden der Kraftfahrer bezüglich der neuen Absicherungen zu erhalten, wurden Befragungen von Verkehrsteilnehmern an unmittelbar hinter den Arbeitsstellen gelegenen Tank- und Rastanlagen bzw. Parkplätzen durchgeführt.

Der prinzipielle Aufbau der Messeinrichtungen ist in Bild 25 am Beispiel einer Arbeitsstelle mit Sperrung des rechten Fahrstreifens dargestellt. Die lokalen

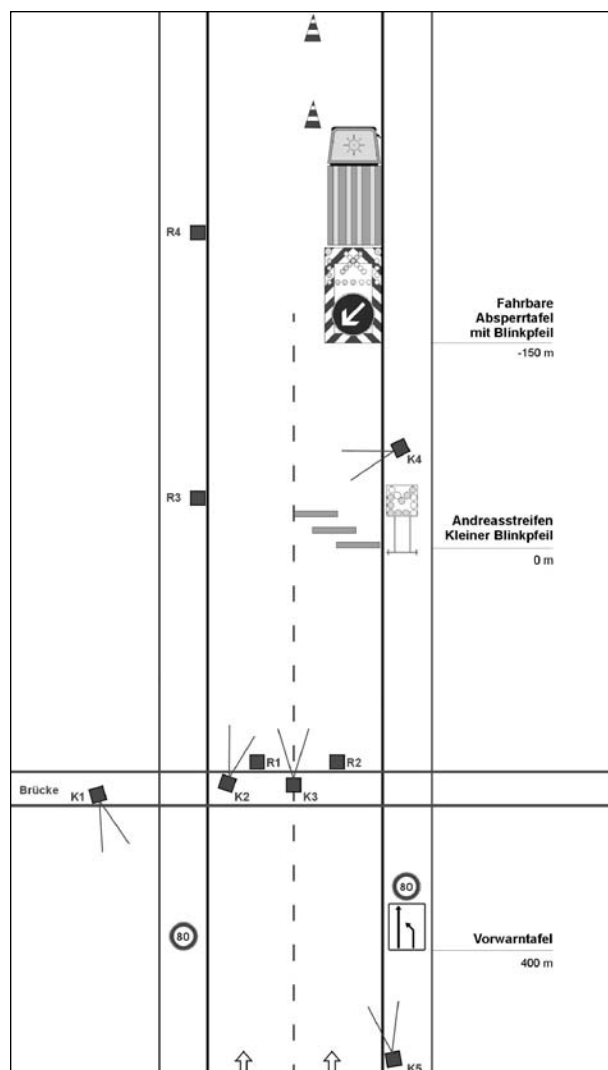


Bild 25: Messkonzept am Beispiel einer Arbeitsstelle mit Sperrung des rechten Fahrstreifens

Geschwindigkeitsmessungen erfolgten mittels Radarsensoren (R1 bis R4) an drei Messquerschnitten (MQ Brücke, MQ Andreasstreifen bzw. Leitbaken und MQ Absperrtafel). Am MQ Brücke, etwa 250 m vor den Andreasstreifen bzw. der Querabspernung mit Leitbaken, also 400 m vor der Absperrtafel, wurden die Geschwindigkeiten beider Fahrstreifen getrennt aufgezeichnet, an den beiden anderen nur die Geschwindigkeit des jeweils durchgängigen Fahrstreifens. Das Fahrstreifenwechselverhalten wurde mit fünf Videokameras (K1 bis K5), die für den Fahrer nicht sichtbar angebracht wurden, aufgenommen. Betrachtet wurden die Fahrstreifenwechselvorgänge im Bereich von 600 m vor der zusätzlichen Fahrstreifensperrung durch Andreasstreifen bzw. Leitbaken bis zur Absperrtafel. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden für die Bewertung die relativen Anteile der Fahrstreifenwechsel in den einzelnen Abschnitten, bezogen auf alle Fahrstreifenwechselvorgänge im betrachteten Bereich, herangezogen. Dies ermöglichte eine von den teilweise unterschiedlichen Verkehrsstärken unabhängige Betrachtung. Bei Sperrung des linken Fahrstreifens erfolgte die Messanordnung analog. Bei der Untersuchung der Arbeitsstellen mit Seitenstreifenmitbenutzung wurde der Messumfang entsprechend erweitert (Erfassung der Geschwindigkeiten in Höhe der Andreasstreifen bzw. Leitbaken und der Absperrtafel auf beiden Fahrstreifen).

Hinsichtlich der betrieblichen Aspekte des Auf- und Abbaus der zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen wurden die beteiligten Autobahnmeistereien (diese führten die Absicherung der Arbeitsstellen in allen Fällen selbst durch) befragt. Ergänzend wurden die Abläufe videotecnisch aufgezeichnet.

5.1 Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens

Die Absicherung der Arbeitsstellen mit Sperrung des rechten Fahrstreifens erfolgte auf Grundlage der jeweiligen länderspezifischen Regelungen und der vorab festgelegten Vorgaben zur Anordnung der Verkehrszeichen und -einrichtungen (vgl. Kapitel 4.1). Der Auf- und Abbau der zusätzlichen Absperreinrichtungen (Andreasstreifen bzw. Leitbaken) erfolgte nach den in Kapitel 4.3 gemachten Vorgaben, wobei diese teilweise von den absichernden Autobahnmeistereien auf Grund ihrer Erfahrungen verändert bzw. ihren üblichen Vorgehensweisen angepasst wurden (siehe hierzu auch Kapitel 5.4).

5.1.1 Anordnung von Andreasstreifen

Der erste Pilotversuch zum Einsatz von Andreasstreifen fand am 24.9.2003 auf der BAB A 61 bei Bedburg in Nordrhein-Westfalen im Zeitraum von

9:30 Uhr bis 13:00 Uhr statt. Der kleine Blinkpfeil sollte hierbei entsprechend den festgelegten Vorgaben zunächst auf Höhe der Andreasstreifen, d. h.

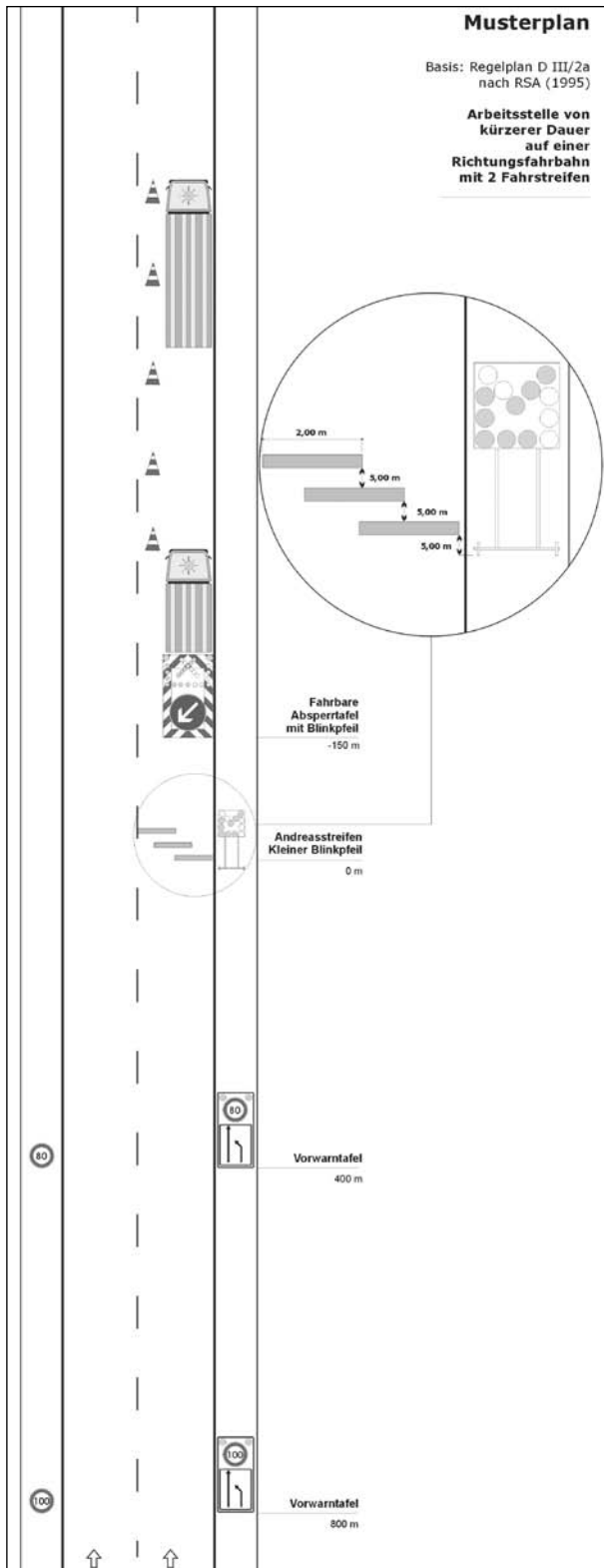


Bild 26: Absicherung der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens mit Andreasstreifen auf der BAB A 61 bei Bedburg (24.9.2003)

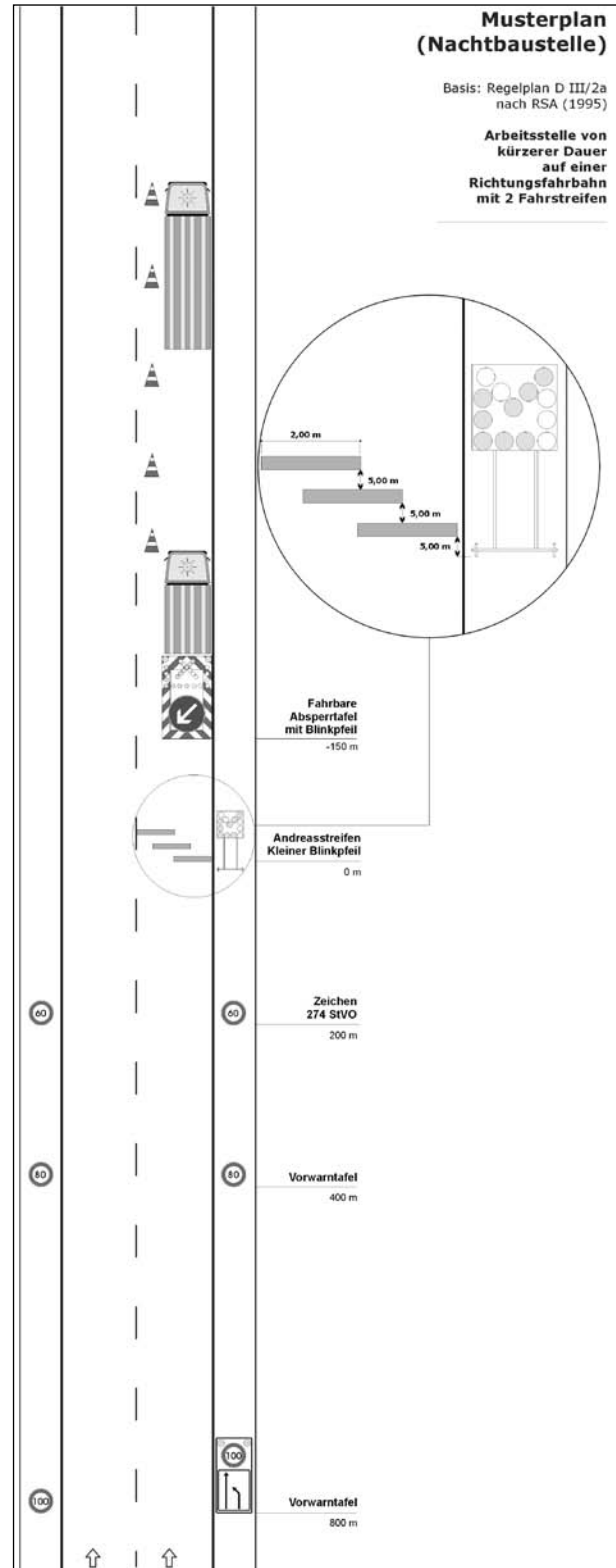


Bild 27: Absicherung der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens mit Andreasstreifen bei Dunkelheit (Nachtbaustelle) auf der BAB A 61 bei Bedburg (29.9.2003)

150 m vor der Absperrtafel, angeordnet werden.³⁴ Die realisierte Absicherung ist in Bild 26 dargestellt.

Um den Einfluss des kleinen Blinkpfeils auf das Fahrstreifenwechselverhalten der Kraftfahrer be-

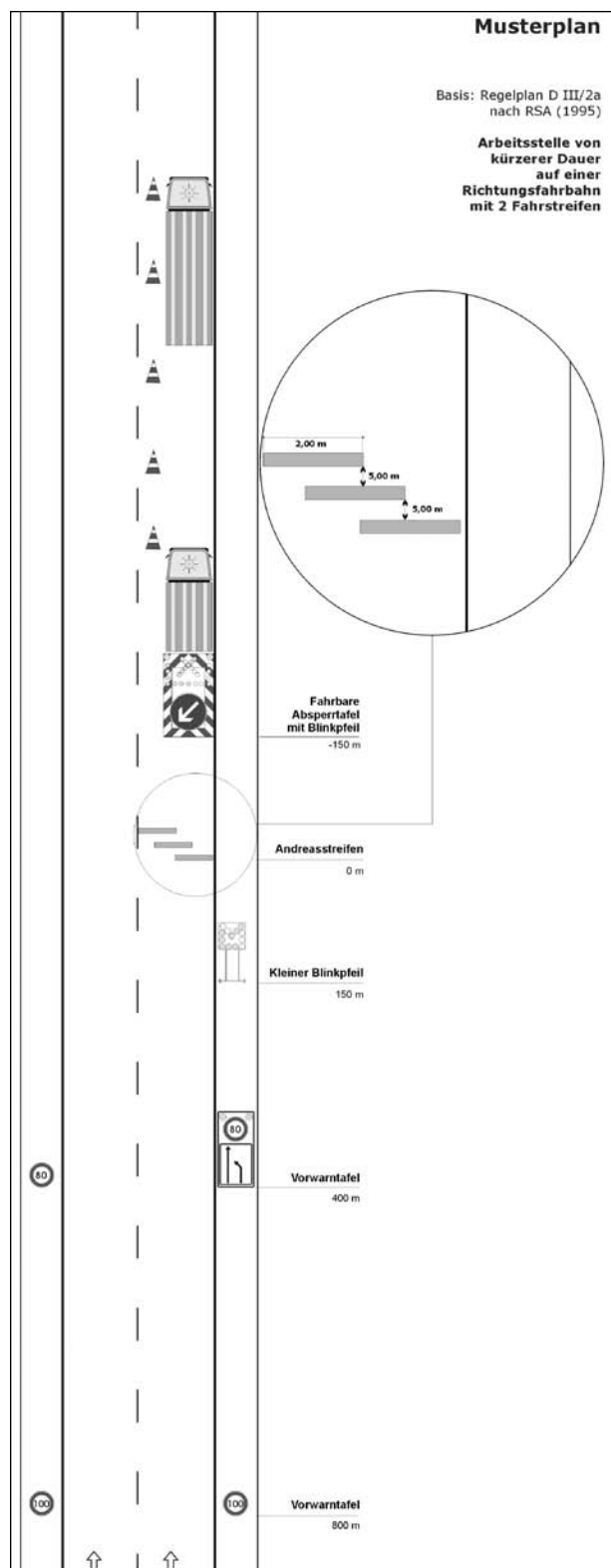


Bild 28: Absicherung der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens mit Andreasstreifen auf der BAB A 61 bei Laudert (3.12.2003)

werten zu können, wurde dieser nach etwa zwei Stunden entfernt. Die Fahrstreifensperrung vor der Absperrtafel erfolgte dann zwischen 11:30 Uhr und 13:00 Uhr (also für anderthalb Stunden) nur durch die Andreasstreifen, bei ansonsten gleichem Aufbau der Arbeitsstelle.

Am 29.9.2003 wurde an derselben Stelle der Einsatz der Andreasstreifen bei Dunkelheit erprobt (zwischen 20:00 Uhr und 24:00 Uhr). Die Absicherung der Nachtbaustelle erfolgte analog zu derjenigen bei Tageslicht, jedoch wurde die zulässige Höchstgeschwindigkeit innerhalb der Arbeitsstelle auf 60 km/h beschränkt (Bild 27).³⁵

Beim letzten Pilotversuch zum Einsatz der Andreasstreifen bei einer Arbeitsstelle mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf der BAB A 61 bei Laudert in Rheinland-Pfalz am 3.12.2003 (12:00 Uhr bis 15:00 Uhr) wurde die Absicherung dahingehend modifiziert, dass der kleine Blinkpfeil um 150 m vorgezogen wurde (Bild 28). Hiervon wurde eine positive Beeinflussung des Fahrstreifenwechselverhaltens erwartet (Bild 29).³⁶



Bild 29: Vorgezogener kleiner Blinkpfeil bei Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens mit Andreasstreifen auf der BAB A 61 bei Laudert (3.12.2003)

³⁴ Der kleine Blinkpfeil wurde dabei in eine Flucht mit den Andreasstreifen, d. h. etwa 5 m vor dem ersten Streifen, aufgestellt (vgl. hierzu auch Bild 22 in Kapitel 4.1).

³⁵ Die zusätzliche Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit erfolgte u. a. auf Grund von fehlenden Erkenntnissen über die optische Wirkung der Andreasstreifen bei Dunkelheit.

³⁶ Diese Entscheidung erfolgte auf Grundlage der in den vorangegangenen Untersuchungen bei den beiden Arbeitsstellen auf der BAB A 61 bei Bedburg gewonnenen Erkenntnisse (siehe hierzu auch Kapitel 5.1.3).

5.1.2 Anordnung einer Querabsperzung mit Leitbaken

Die erstmalige Anordnung einer zusätzlichen Querabsperzung mit Leitbaken vor der Absperrtafel

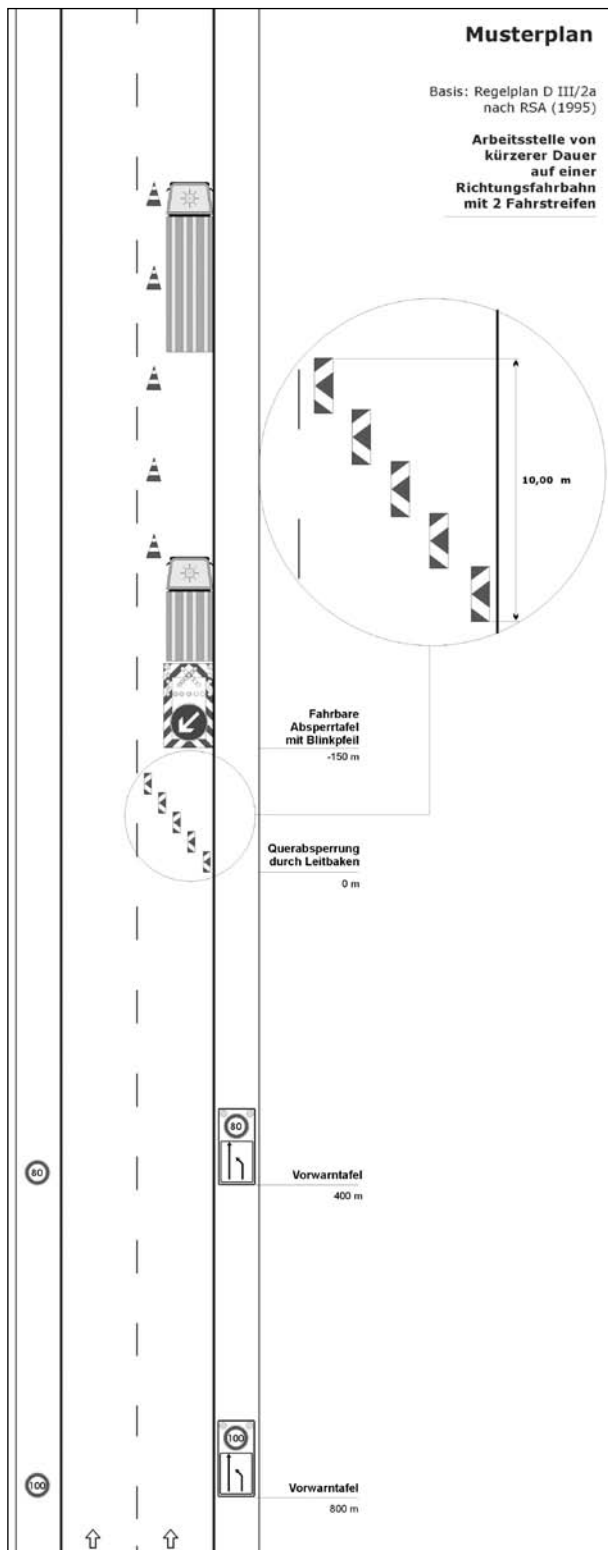


Bild 30: Absicherung der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens durch Querabsperzung mit Leitbaken auf der BAB A 61 bei Bedburg (24.9.2003)

einer Arbeitsstelle kürzerer Dauer erfolgte am 24.9.2003 im Zeitraum von 13:00 Uhr bis 15:00 Uhr auf der BAB A 61 bei Bedburg. Auf Grund der optischen Wirkung dieser vertikalen Querabsperzung wurde hierbei auf den kleinen Blinkpfeil verzichtet (vgl. Kapitel 4.1). Die realisierte Absicherung der Arbeitsstelle ist in Bild 30 dargestellt.

5.1.3 Verkehrliche Wirkungen

Im Rahmen der Untersuchungen wurden an drei Messquerschnitten im Bereich der Arbeitsstellen die lokalen Geschwindigkeiten sowie die Fahrstreifenwechsel im Annäherungsbereich vor der Fahrstreifenreduzierung, d. h. zwischen der ersten Vorwarntafel und der fahrbaren Absperrtafel, erfasst. Aus dem Geschwindigkeitsniveau können im Zusammenhang mit den Orten bzw. Bereichen der Fahrstreifenwechsel Rückschlüsse über die Wirkungen der jeweiligen Arbeitsstellenabsicherung auf das Fahrerverhalten gezogen werden. Die Untersuchungsergebnisse sind im Anhang dokumentiert.

Beide untersuchten Absicherungsmethoden, Andreasstreifen und Querabsperzung mit Leitbaken, haben bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens keinen signifikanten Einfluss auf das Geschwindigkeitsniveau im gesamten Bereich der Arbeitsstelle.³⁷ Zwischen den beiden Absicherungsmethoden sind in Bezug auf die Geschwindigkeiten im Bereich der Fahrstreifensperrung ebenfalls keine Unterschiede zu erkennen. In Bild 31 sind beispielhaft die lokalen Geschwindigkeiten auf Höhe der Andreasstreifen bzw. Leitbaken für die drei verschiedenen Absicherungsvarianten der untersuchten Tagesbaustelle auf der BAB A 61 bei Bedburg dargestellt.³⁸ Die mittlere Geschwindigkeit liegt hier durchgängig knapp über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h, signifikante Differenzen auf Grund der

³⁷ Hier wurden zum Vergleich die Ergebnisse aus dem Pilotversuch zum Einsatz mobiler Fahrstreifensignalisierungen herangezogen, bei dem auch zusätzlich eine konventionelle Absicherung nach dem entsprechenden nordrhein-westfälischen Musterplan auf Basis des Regelplans DIII/2b der RSA (1995) untersucht wurde (vgl. Kapitel 3.3).

³⁸ Im Zeitraum von 9:30 Uhr bis 11:30 Uhr wurde die Arbeitsstelle mit Andreasstreifen und kleinem Blinkpfeil abgesichert, daraufhin bis 13:00 Uhr ohne den Blinkpfeil bei ansonsten gleicher Absicherung und von 13:00 Uhr bis 15:00 Uhr erfolgte die Fahrstreifensperrung mit Leitbaken, ebenfalls ohne kleinen Blinkpfeil (vgl. Kapitel 5.1.1 und 5.1.2).

Absicherungsvarianten sind nicht zu erkennen. Die geringfügigen Unterschiede sind auf schwankende Verkehrsstärken zurückzuführen. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Betrachtung der Geschwindigkeiten auf Höhe der fahrbaren Absperrtafel.

Die Reduzierung der zulässigen Geschwindigkeit auf 60 km/h beim Einsatz der Andreasstreifen bei Nachtbaustellen hat keinen Einfluss auf das Geschwindigkeitsniveau, d. h., bei Dunkelheit wird die zulässige Höchstgeschwindigkeit im Mittel um 20 km/h überschritten. Bild 32 verdeutlicht dies beispielhaft anhand der lokalen Geschwindigkeiten 150 m vor der Absperrtafel (also auf Höhe der Andreasstreifen) bei der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf der BAB A 61 bei Bedburg.³⁹ Für die Geschwindigkeiten auf Höhe der Absperrtafel ergibt sich ein ähnliches Bild. Der in Bild 32 ersichtliche Geschwindigkeitseinbruch gegen 23:30 Uhr ist auf einen Schwerlasttransport zurückzuführen, der auf Grund seiner Überbreite die Arbeitsstelle erst nach dem Umstellen der längsabsperrenden Leitbaken passieren konnte.

Die Betrachtung der Fahrstreifenwechsel verdeutlicht die Bedeutung der Anordnung des kleinen

Blinkpfeils beim Einsatz von Andreasstreifen: Bild 33 zeigt für die Arbeitsstelle auf der BAB A 61 bei Bedburg die räumliche Verteilung aller Fahrstreifenwechsel im Bereich von 600 m vor der zusätzlichen Fahrstreifensperrung mit Andreasstreifen bzw. Leitbaken bis zur Absperrtafel.⁴⁰ Bei Anordnung von Andreasstreifen in Kombination mit kleinem Blinkpfeil (hier beide 150 m vor der fahrbaren Absperrtafel) wechselten über 63 % der Kraftfahrer bis 400 m vor der Absperrtafel den Fahrstreifen, bei alleinigem Einsatz der Andreasstreifen waren es mit knapp 51 % erheblich weniger.⁴¹

³⁹ Die Absicherung der Arbeitsstelle erfolgte tagsüber bis etwa 19:45 Uhr nach dem Musterplan des Landesbetriebs Nordrhein-Westfalen (auf Basis des Regelplans D III/2b der RSA, 1995), danach bis 24:00 Uhr mit zusätzlicher Anordnung von Andreasstreifen (vgl. auch Kapitel 5.1.1).

⁴⁰ Der Bereich bis zu den Andreasstreifen bzw. Leitbaken ist dabei eingeteilt in 200-m-Abschnitte.

⁴¹ Die Verkehrsstärken lagen in beiden Fällen in einer Größenordnung von etwa 800 Kfz/h bis 1.400 Kfz/h (basierend auf 5-Minuten-Werten, siehe Anhang); zur besseren Vergleichbarkeit wurden die relativen Anteile, bezogen auf alle Fahrstreifenwechsel im Bereich von 600 m vor der zusätzlichen Fahrstreifensperrung bis zur Absperrtafel, herangezogen.

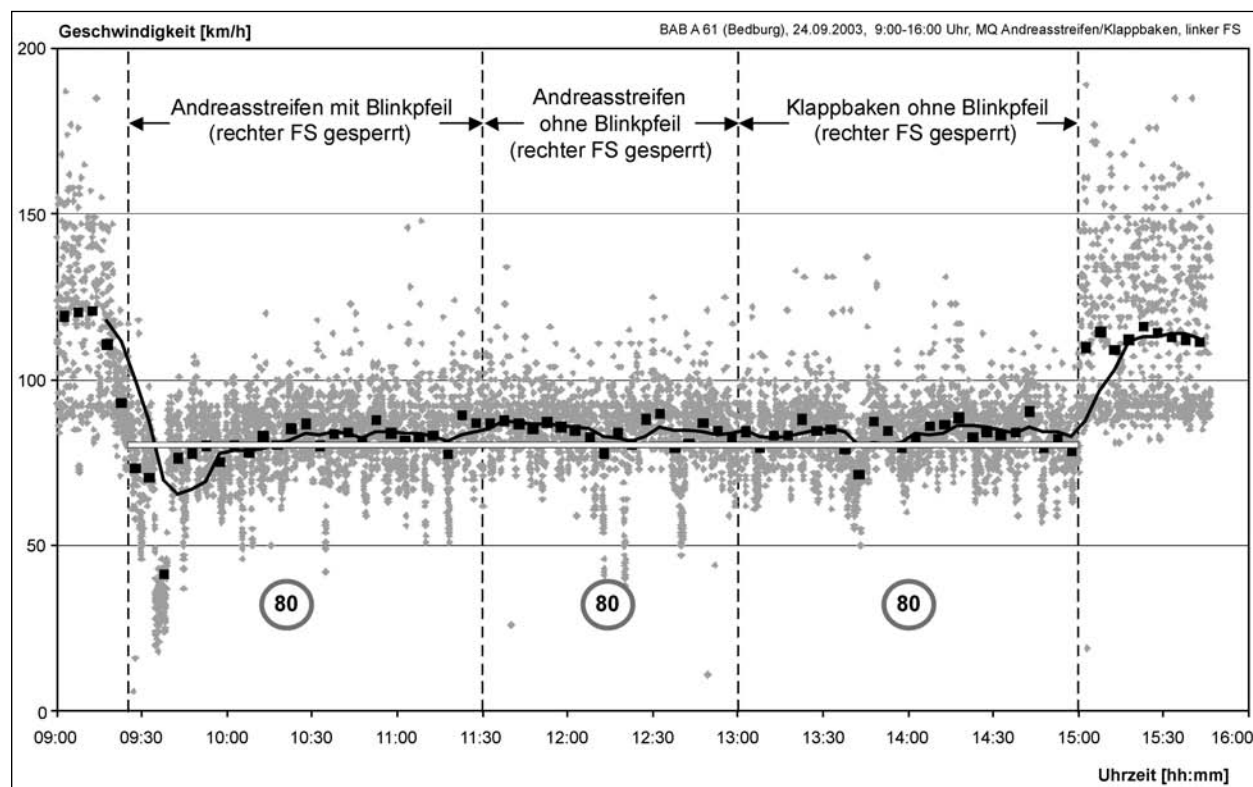


Bild 31: Lokale Geschwindigkeiten 150 m vor Absperrtafel (auf Höhe der Andreasstreifen bzw. Leitbaken) bei unterschiedlichen Absicherungsvarianten der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf der BAB A 61 bei Bedburg (24.9.2003)

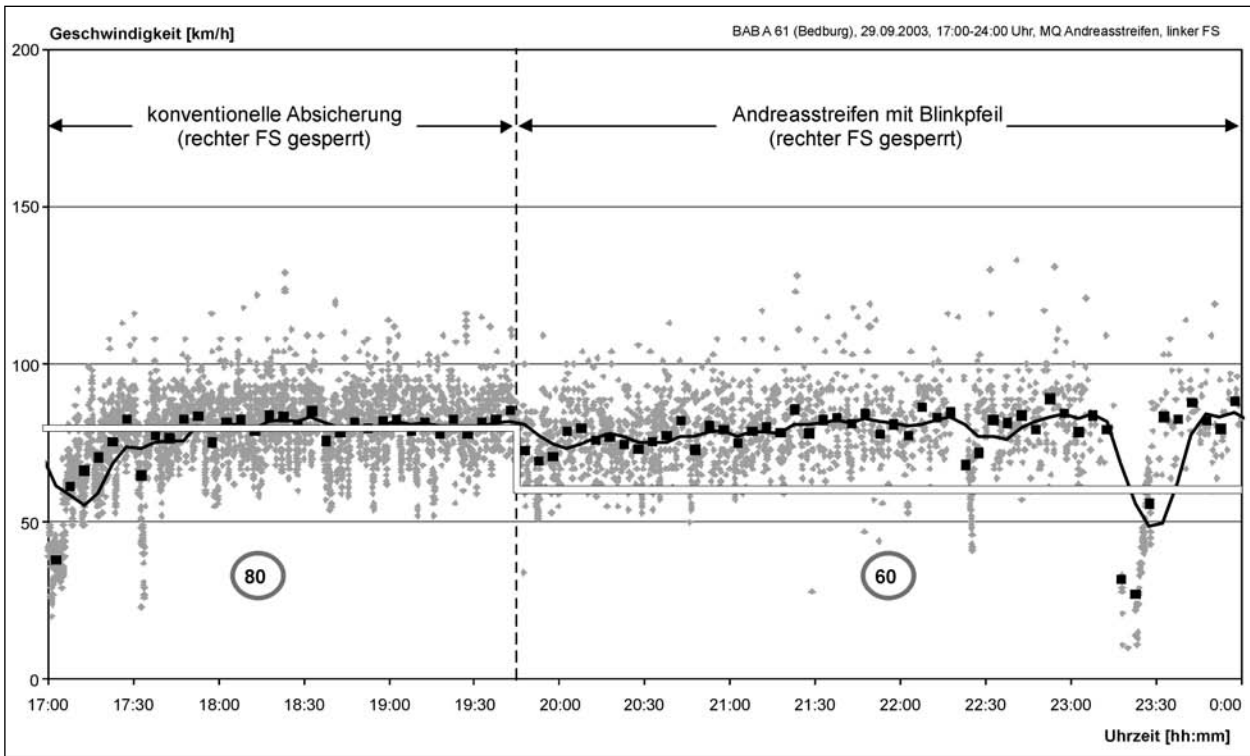


Bild 32: Lokale Geschwindigkeiten 150 m vor Absperrtafel (auf Höhe der Andreasstreifen) bei konventioneller Absicherung und bei Anordnung von Andreasstreifen bei Dunkelheit (Nachtbaustelle) der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf der BAB A 61 bei Bedburg (29.9.2003)

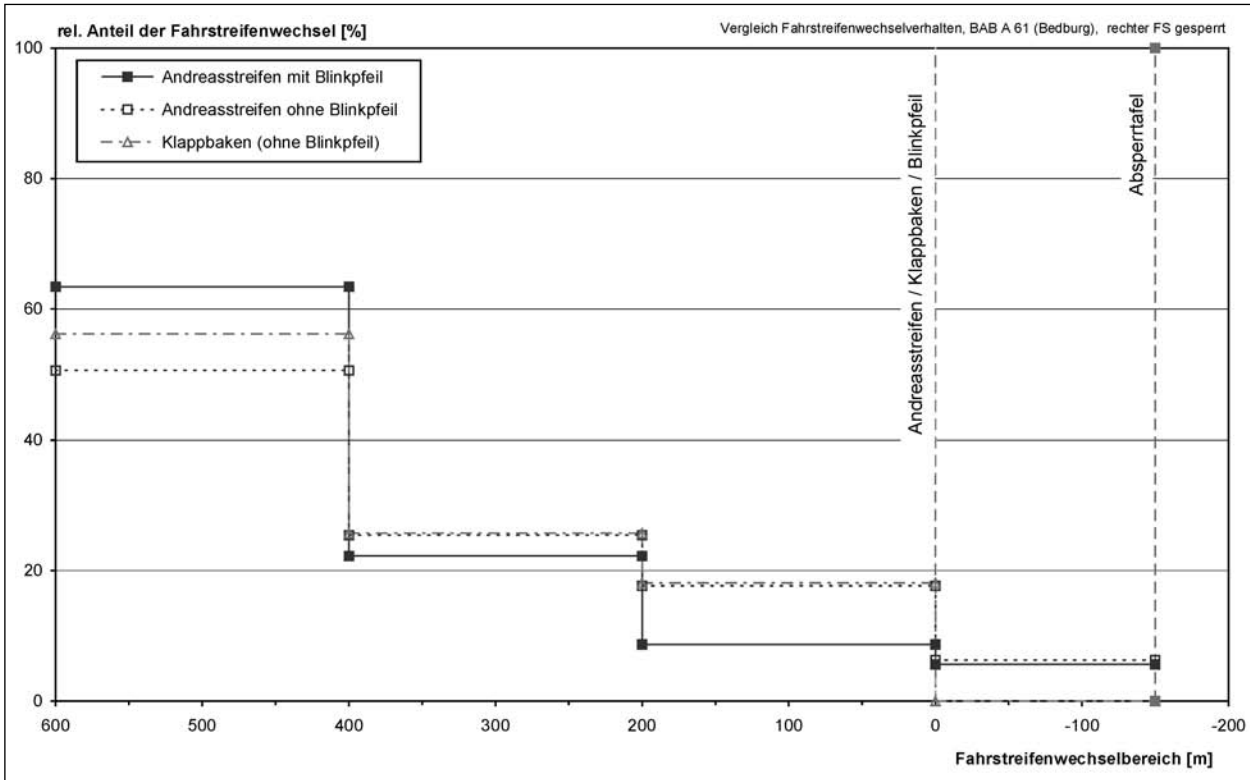


Bild 33: Relative Anteile der Fahrstreifenwechsel bei unterschiedlichen Absicherungsvarianten der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf der BAB A 61 bei Bedburg (24.9.2003)

Dementsprechend erfolgten unmittelbar vor den Andreasstreifen mit Blinkpfeil deutlich weniger Fahrstreifenwechsel (rund 9 %) als bei der Absperrung mit Andreasstreifen alleine (etwa 18 %). Der Anteil der Kraftfahrer, die erst hinter den Andreasstreifen den Fahrstreifen wechselten, d. h., die zuvor über die Andreasstreifen gefahren sind, ist in beiden Fällen mit etwa 6 % gleich groß.

Bei der Querabspernung mit Leitbaken, ebenfalls ohne kleinen Blinkpfeil, wechselten bis 400 m vor der Absperrtafel etwa 56 % der Kraftfahrer den Fahrstreifen, unmittelbar vor der Absperrung waren es wie beim Einsatz der Andreasstreifen ohne Blinkpfeil rund 18 % (siehe ebenfalls Bild 33). Dies zeigt zum einen, dass durch den Einsatz von vertikalen Leitelementen die Verkehrsführung deutlicher und frühzeitiger erkannt wird als bei auf der Fahrbahn liegenden Andreasstreifen ohne zusätzliche „Betonung“ dieser, zum anderen wird hierdurch bestätigt, wie wichtig die Anordnung des kleinen Blinkpfeils beim Einsatz der Andreasstreifen ist.

Die Ergebnisse der abschließenden Untersuchung zum Einsatz von Andreasstreifen bei Arbeitsstellen mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf der BAB A 61 bei Laudert bestätigen dies ebenfalls, darüber hinaus zeigen sie, dass der kleine Blinkpfeil vor den Andreasstreifen – dieser wurde hier um 150 m vorgezogen – aufgestellt werden sollte, und nicht auf gleicher Höhe. Hierdurch wird gewährleistet, dass auch bei geringeren Sichtweiten (die Arbeitsstelle lag hier hinter einer langgezogenen Rechtskurve) die Kraftfahrer frühzeitig auf die Fahrstreifensperrung hingewiesen werden.

Die Betrachtung der Fahrstreifenwechsel in Abhängigkeit von den (während der Untersuchungen insgesamt geringen) Verkehrsbelastungen zeigt, dass hier kein signifikanter Zusammenhang besteht. Die Beobachtungen während der Pilotversuche lassen aber vermuten, dass insbesondere bei geringen Verkehrsstärken die Lkw schon frühzeitig auf den Überholfahrstreifen wechseln und nicht erst kurz vor der Fahrstreifensperrung durch die Andreasstreifen bzw. Leitbaken.

5.2 Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens

Für die Durchführung der verschiedenen Absicherungsvarianten bei Sperrung des linken Fahrstreifens wurden zwei Verkehrsführungen umgesetzt, mit und ohne Seitenstreifenmitnutzung. Die Absicherung erfolgte auch hier auf Grundlage der jeweiligen länderspezifischen Regelungen und der in Kapitel 4.1 festgelegten Vorgaben zur Anordnung der Verkehrszeichen und -einrichtungen.

Der Auf- und Abbau der Andreasstreifen bzw. Leitbaken sollte ebenfalls nach den vorab gemachten Vorgaben erfolgen (vgl. Kapitel 4.3). Die Vorgehensweisen wurden jedoch teilweise von den absichernden Autobahnmeistereien auf Grund ihrer Erfahrungen verändert bzw. den vorhandenen Situationen angepasst.

5.2.1 Anordnung von Andreasstreifen

Der Pilotversuch zum Einsatz von Andreasstreifen bei Arbeitsstellen auf dem linken Fahrstreifen zweistreifiger Richtungsfahrbahnen mit Seitenstreifenmitnutzung wurde am 1.10.2003 zwischen 10:00 Uhr und 12:00 Uhr auf der BAB A 43 bei Billerbeck in Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Der kleine Blinkpfeil wurde hierbei entsprechend den festgelegten Vorgaben auf Höhe dieser, d. h. 150 m vor der Absperrtafel, angeordnet.⁴² Die erprobte Absicherung ist in Bild 34 dargestellt.

Die Pilotversuche mit Anordnung von Andreasstreifen zur Absperrung des linken Fahrstreifens ohne Seitenstreifenmitnutzung fanden am 3.12.2003 von 9:00 Uhr bis 12:00 Uhr auf der BAB A 61 bei Laudert in Rheinland-Pfalz und am 1.10.2003 von 20:00 Uhr bis 24:00 Uhr (Nachtbaustelle) auf der BAB A 43 bei Billerbeck statt. Die realisierten Absicherungen sind in Bild 35 und Bild 36 dargestellt. Der kleine Blinkpfeil wurde hierbei auf Grund der im Rahmen des vorangegangenen Pilotversuchs auf der BAB A 43 bei Billerbeck (Arbeitsstelle mit Sperrung des linken Fahrstreifens und mit Seitenstreifenmitnutzung) um 150 m vorgezogen und demzufolge 300 m vor der Absperrtafel aufgestellt (Bild 37). Die zulässige Höchstgeschwindigkeit wurde in beiden Fällen, d. h. auch für die Nachtbaustelle, auf 80 km/h beschränkt.

⁴² Der kleine Blinkpfeil wurde dabei in eine Flucht mit den Andreasstreifen, d. h. etwa 5 m vor dem ersten Streifen, aufgestellt (vgl. hierzu auch Bild 22 in Kapitel 4.1).

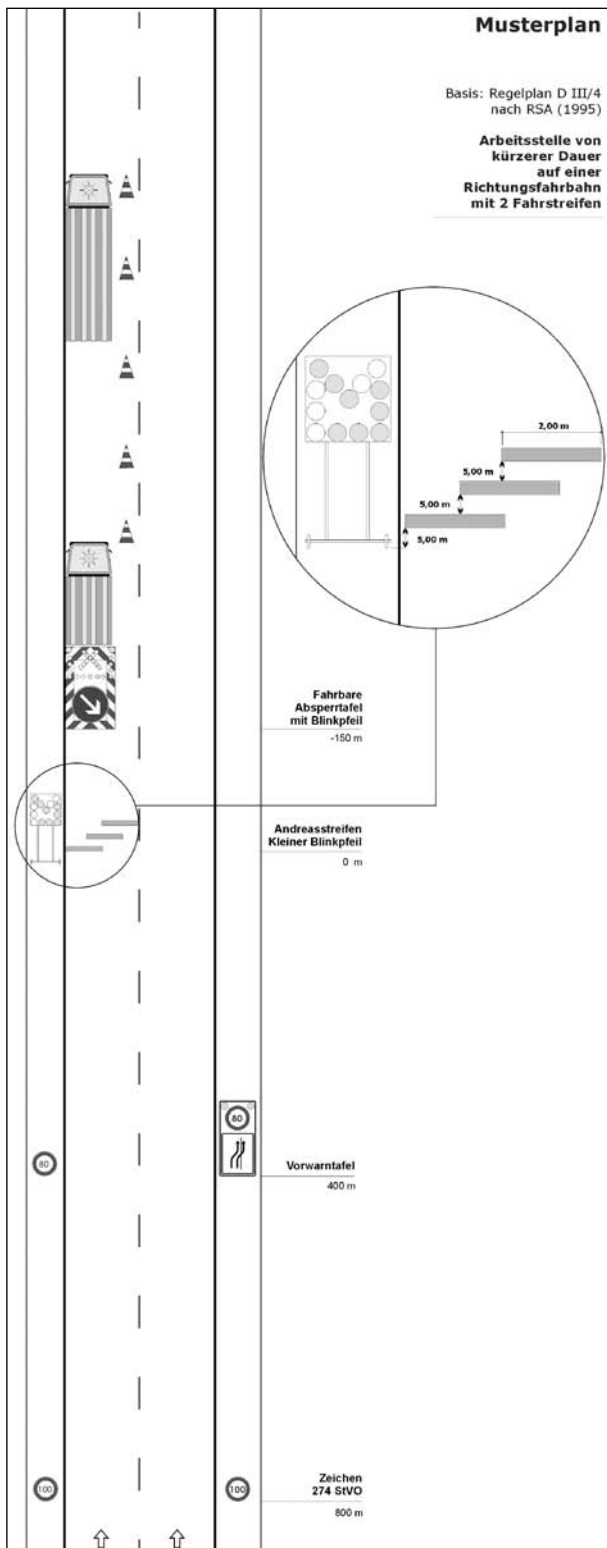


Bild 34: Absicherung der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens mit Andreasstreifen und mit Seitenstreifenmitnutzung auf der BAB A 43 bei Billerbeck (1.10.2003)

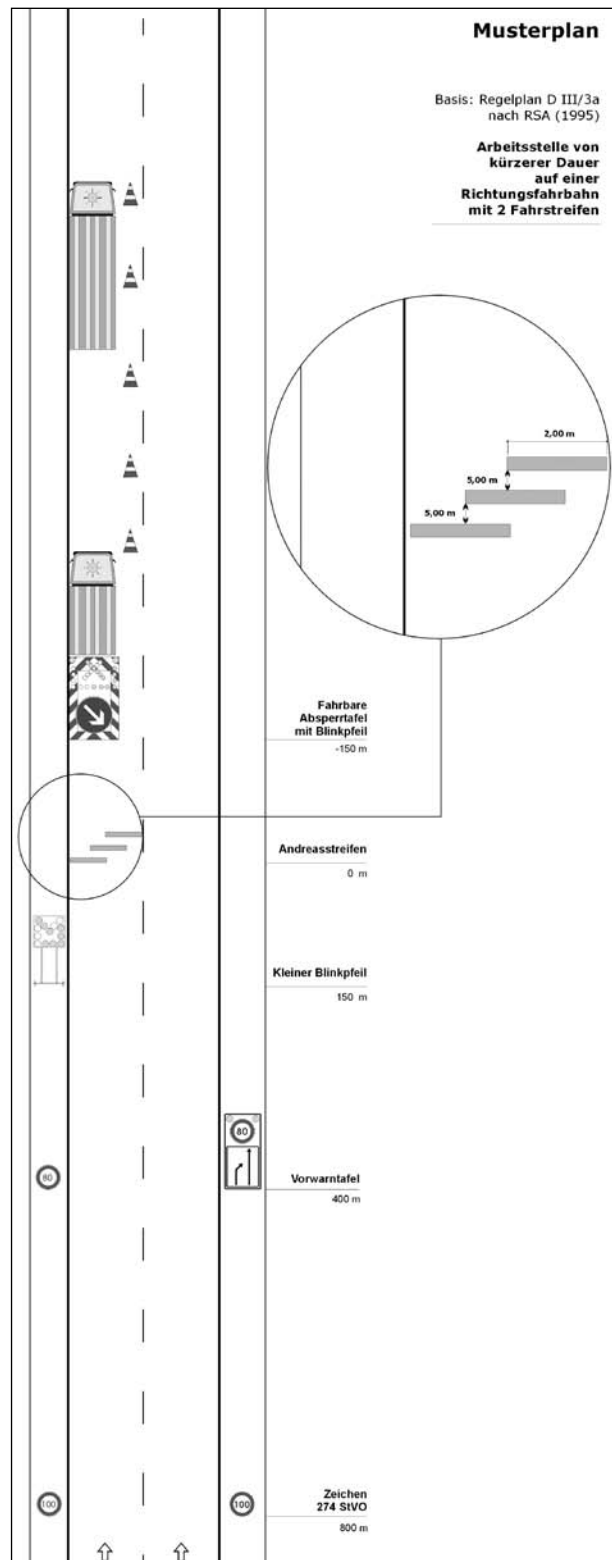


Bild 35: Absicherung der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens mit Andreasstreifen auf der BAB A 61 bei Laudert (3.12.2003)

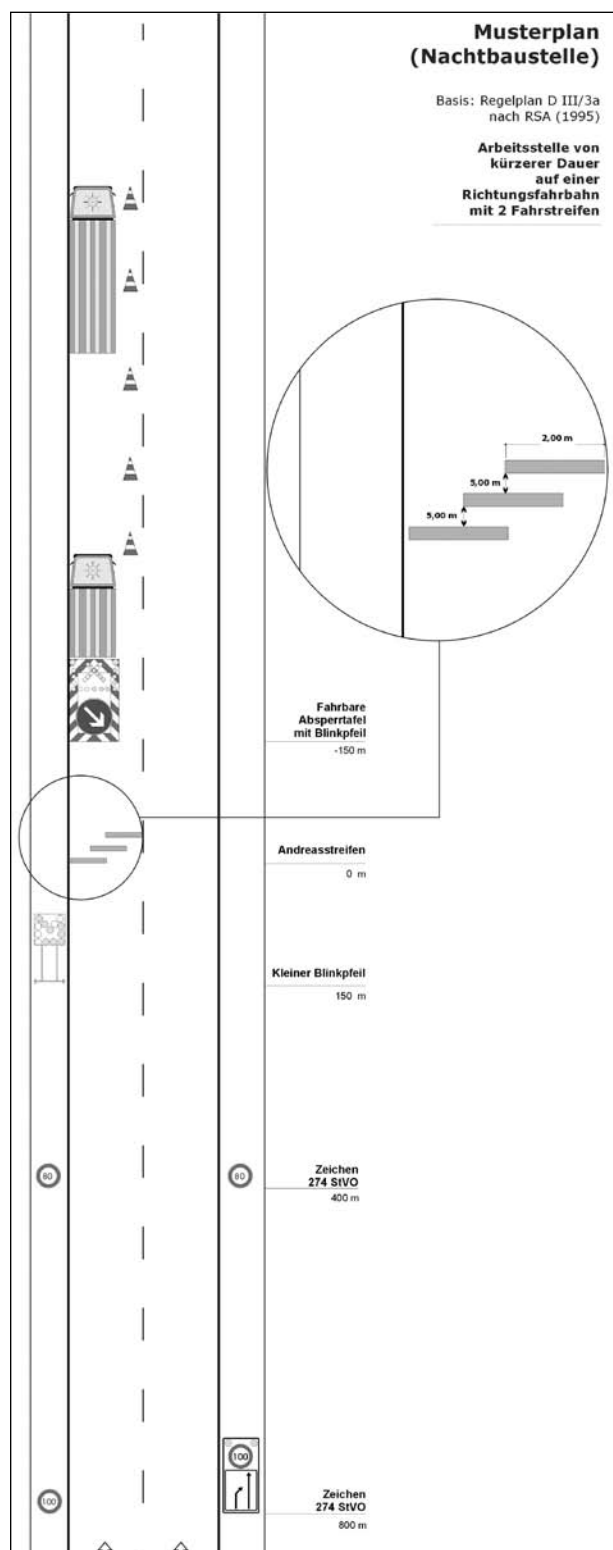


Bild 36: Absicherung der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens mit Andreasstreifen bei Dunkelheit (Nachtbaustelle) auf der BAB A 43 bei Billerbeck (1.10.2003)



Bild 37: Vorgezogener kleiner Blinkpfeil bei Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens mit Andreasstreifen auf der BAB A 61 bei Laudert (3.12.2003)



Bild 38: Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens durch Querabsperrung mit Leitbaken auf der BAB A 43 bei Billerbeck (1.10.2003)

5.2.2 Anordnung einer Querabsperrung mit Leitbaken

Die Anordnung einer zusätzlichen Querabsperrung mit Leitbaken vor der Absperrtafel mit Sperrung des linken Fahrstreifens erfolgte ausschließlich in einer Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Seitenstreifenmitnutzung. Dieser Pilotversuch wurde am 1.10.2003 im Zeitraum von 13:00 Uhr bis 15:00 Uhr auf der BAB A 43 bei Billerbeck durchgeführt. Im Gegensatz zur Sperrung des rechten Fahrstreifens wurde hier wegen der höheren Geschwindigkeiten auf dem linken Fahrstreifen auch der kleine Blinkpfeil eingesetzt; dieser wurde 150 m vor den Leitbaken, also 300 m vor der fahrbaren Absperrtafel, aufgestellt (Bild 38). Die realisierte Absicherung der Arbeitsstelle ist in Bild 39 dargestellt.

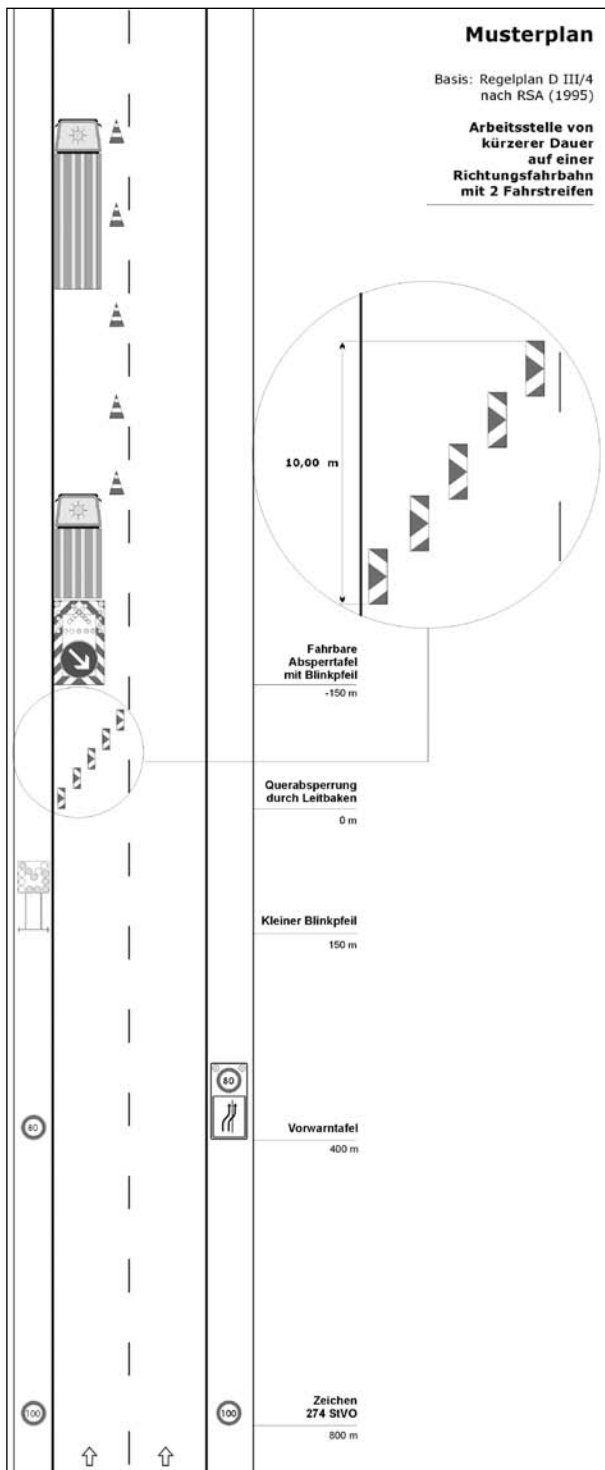


Bild 39: Absicherung der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens durch Querabsperzung mit Leitbaken auf der BAB A 43 bei Billerbeck (1.10.2003)

5.2.3 Verkehrliche Wirkungen

Bei den Untersuchungen wurden an drei Messquerschnitten im Bereich der Arbeitsstellen die lokalen Geschwindigkeiten sowie die Fahrstreifenwechsel im Annäherungsbereich zwischen der ersten Vorwarntafel und der fahrbaren Absperrtafel erfasst. Aus dem Geschwindigkeitsniveau und den Orten bzw. Bereichen der Fahrstreifenwechsel können Rückschlüsse über die Wirkungen der jeweiligen Arbeitsstellenabsicherung auf das Fahrerverhalten gezogen werden. Die Untersuchungsergebnisse sind im Anhang dokumentiert.

Beim Einsatz von Andreasstreifen zur Sperrung des linken Fahrstreifens bei Arbeitsstellen ohne Seitenstreifenmitnutzung lagen die mittleren Geschwindigkeiten im Annäherungsbereich der Baustellen deutlich über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h. Auf dem Überholfahrstreifen (linker Fahrstreifen) lagen diese tagsüber bei etwa 130 km/h, auf dem rechten Fahrstreifen bei rund 110 km/h; selbst nachts wird hier noch mit mittleren Geschwindigkeiten von etwa 120 km/h auf dem linken und fast 100 km/h auf dem rechten Fahrstreifen viel zu schnell gefahren.⁴³ Bei der weiteren Annäherung an die Arbeitsstelle werden die Geschwindigkeiten dann stark reduziert: Bereits auf Höhe der Andreasstreifen wird die zulässige Höchstgeschwindigkeit dann nahezu eingehalten bzw. leicht überschritten (Bild 40).

Bei der Sperrung des linken Fahrstreifens bei Arbeitsstellen ohne Seitenstreifenmitnutzung wechseln die Kraftfahrer deutlich später als bei Sperrung des rechten Fahrstreifens. Rund 40 % der Kraftfahrer wechseln auf den letzten 200 m vor den Andreasstreifen, dies sind etwa viermal so viele wie bei Sperrung des rechten Fahrstreifens (vgl. Kapitel 5.1.3).⁴⁴ Der Anteil der Kraftfahrer, die die Andreasstreifen überfahren und erst kurz vor der Absperrtafel den Fahrstreifen wechseln, ist mit etwa 7 % gleich groß wie bei Sperrung des rechten Fahrstreifens.

Deutlich erkennbar ist auch hier der Einfluss des kleinen Blinkpfeils: Dieser war hier 150 m vor den Andreasstreifen angeordnet, auf Grund der vorhandenen Streckengeometrie (die Arbeitsstelle lag hinter einer Rechtskurve) jedoch für die Kraftfahrer auf dem linken Fahrstreifen relativ spät erkennbar. Gleichzeitig war hier nur eine Vorwarntafel mit Zeichen 531 StVO (Einengungstafel) 400 m vor den Andreasstreifen, also 250 m vor dem kleinen Blinkpfeil, angeordnet, sodass viele Kraftfahrer erst in

⁴³ Diese Angaben basieren auf lokalen Geschwindigkeitsmessungen 250 m vor der Fahrstreifenabsicherung mit den Andreasstreifen (also 400 m vor der fahrbaren Absperrtafel).

⁴⁴ Die Verkehrsstärken lagen in beiden Fällen zwischen 800 Kfz/h und 1.400 Kfz/h (basierend auf 5-Minuten-Werten; siehe Anhang).

unmittelbarer Sichtweite bzw. auf Höhe des Blinkpfeils den Fahrstreifenwechsel einleiteten. Es liegt demnach die Vermutung nahe, dass bei Anordnung des kleinen Blinkpfeils weiter hinten, d. h. neben den Andreasstreifen, auf Grund der vorhandenen Sichtweiten viele Fahrstreifenwechsel noch später erfolgt wären und ein größerer Anteil der Kraftfahrer die Andreasstreifen überfahren hätte oder kurz vor diesen mit gegebenenfalls kritischen Manövern den Fahrstreifen gewechselt hätte. Andersherum ausgedrückt: Das Vorziehen des kleinen Blinkpfeils um 150 m vor die Andreasstreifen wirkt sich positiv aus und ist somit nicht nur sinnvoll, sondern zwingend erforderlich, zumindest sofern die Andreasstreifen – wie im Rahmen der durchgeführten Pilotversuche definiert – als (temporäre) Fahrstreifensperrung eingesetzt werden (vgl. Kapitel 4.1).

Auch bei den Arbeitsstellen mit Sperrung des linken Fahrstreifens und Seitenstreifenmitnutzung (nur tagsüber eingerichtet) wurde die zulässige Geschwindigkeit im Annäherungsbereich überschritten, unabhängig von der zusätzlichen Absicherung durch Andreasstreifen oder Leitbaken. Die mittleren Geschwindigkeiten lagen hier bei rund 120 km/h auf dem linken und über 100 km/h auf dem rechten Fahrstreifen. Auch lagen die mittleren Geschwindigkeiten auf Höhe der zusätzlichen Fahrstreifensperrung mit Andreasstreifen bzw. Leit-

baken, also 150 m vor der fahrbaren Absperrtafel, sowohl auf dem durchgehenden Fahrstreifen als auch auf dem hier bereits befahrenen Seitenstreifen noch um 10 km/h, teilweise auch bis zu 15 km/h, über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h. Signifikante Unterschiede zwischen den beiden Absicherungsvarianten sind dabei nicht zu erkennen.

Hinsichtlich des Fahrstreifenwechselverhaltens sind bei Arbeitsstellen mit Seitenstreifenmitnutzung die Wechsel vom Überholfahrstreifen (linker Fahrstreifen) auf den rechten Fahrstreifen und diejenigen vom rechten Fahrstreifen auf den Seitenstreifen zu betrachten. Die Wechsel vom Überhol- auf den rechten Fahrstreifen finden bei der Querabsperzung mit Leitbaken später statt als bei der Anordnung von Andreasstreifen (Bild 41), auch wenn bei Letzteren rund 10 % diese überfahren und erst kurz vor der fahrbaren Absperrtafel den Fahrstreifen wechseln.⁴⁵ Bei der zusätzlichen Absperzung mit Leitbaken wurde im Gegensatz zur Absicherung mit Andreasstreifen auch eine hohe Anzahl von kritischen Situationen beobachtet.

⁴⁵ Die Verkehrsstärken waren hier mit 1.200 Kfz/h bis 2.000 Kfz/h (vgl. Tabelle 2) deutlich höher als bei den untersuchten Arbeitsstellen mit Sperrung des rechten Fahrstreifens (vgl. Kapitel 5.1.3).

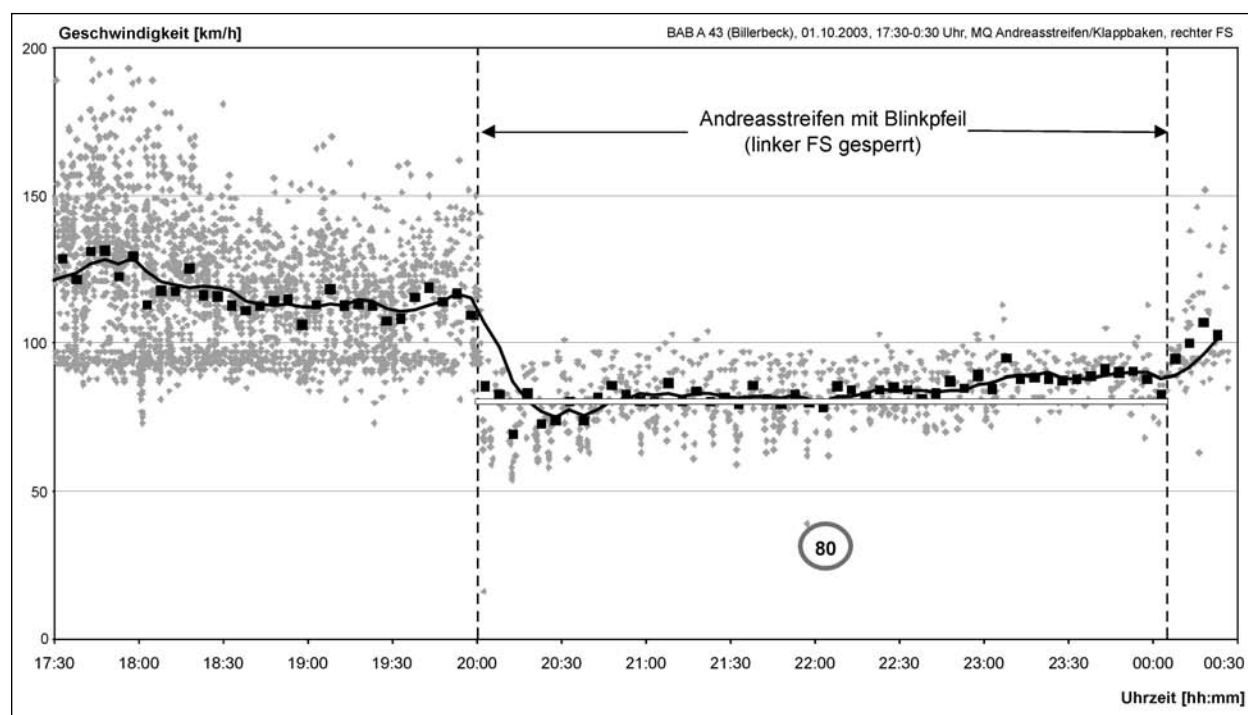


Bild 40: Lokale Geschwindigkeiten 150 m vor Absperrtafel (auf Höhe der Andreasstreifen) bei Anordnung von Andreasstreifen der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens (Nachtbaustelle) auf der BAB A 43 bei Billerbeck (1.10.2003)

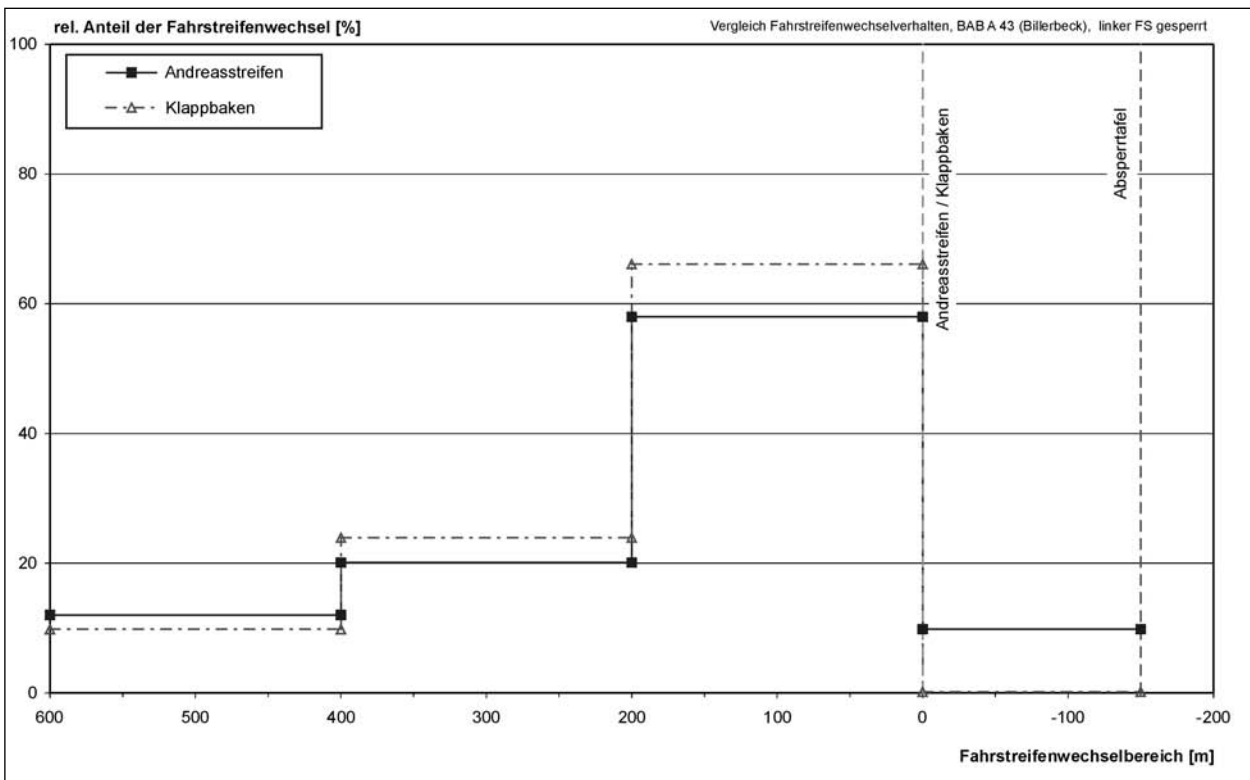


Bild 41: Relative Anteile der Fahrstreifenwechsel vom linken Fahrstreifen auf den rechten Fahrstreifen bei unterschiedlichen Absicherungsvarianten der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens und Seitenstreifenmitnutzung auf der BAB A 43 bei Billerbeck (1.10.2003)

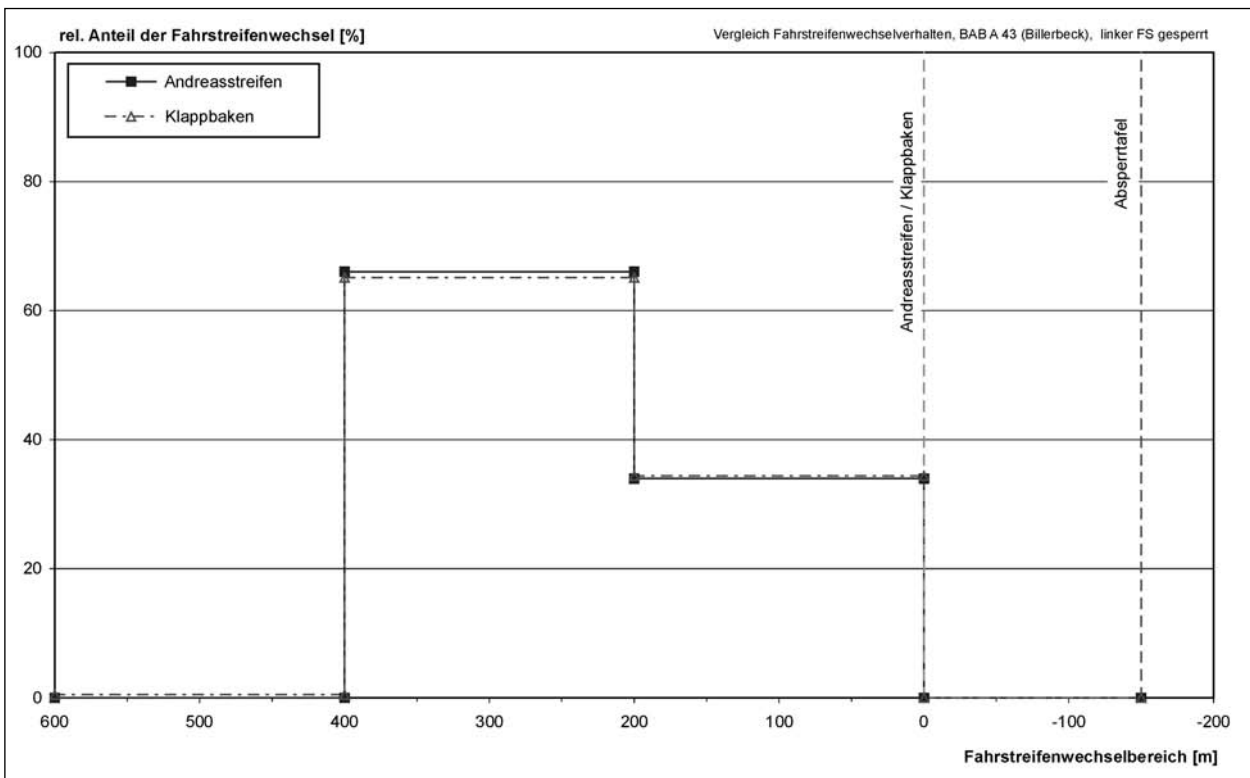


Bild 42: Relative Anteile der Fahrstreifenwechsel vom rechten Fahrstreifen auf den Seitenstreifen bei unterschiedlichen Absicherungsvarianten der Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens und Seitenstreifenmitnutzung auf der BAB A 43 bei Billerbeck (1.10.2003)

Hieraus wird deutlich, dass den Kraftfahrern auf dem linken Fahrstreifen nicht bewusst war bzw. diese erst sehr spät realisierten, dass ihnen 150 m weniger Verkehrsraum für einen Fahrstreifenwechsel zur Verfügung steht. Leitbaken sind den Verkehrsteilnehmern als „herkömmliches“ Absperrinstrument bei Arbeitsstellen bekannt. Die 150 m hinter der Querabspernung stehende fahrbare Absperrtafel mit integriertem, gut erkennbarem und weit sichtbarem großen Blinkpfeil, suggeriert hier den Kraftfahrern – auch aus der Kenntnis über die sonst übliche Anordnung der Absicherungselemente im Zuge einer Autobahnbaustelle – anscheinend, dass ein Fahrstreifenwechsel bis zu dieser möglich ist (siehe Kapitel 5.3).

Dies gilt gleichermaßen bei der zusätzlichen Anordnung von Andreasstreifen, hier sind jedoch die Konsequenzen geringer: Der Widerstand, die Klappbaken zu überfahren, ist letztendlich so hoch, dass die Fahrer einen Fahrstreifenwechsel vornehmen, auch wenn die zur Verfügung stehende Lücke auf dem rechten Fahrstreifen eigentlich nicht ausreichend groß genug ist. Hierbei kommt es dann zu sicherheitskritischen Fahrmanövern mit erheblichen Behinderungen anderer Verkehrsteilnehmer. Die Andreasstreifen werden dagegen in derartigen Situationen überfahren und die bis zur Absperrtafel noch zur Verfügung stehenden 150 m für den Fahrstreifenwechsel genutzt.

Die Wechsel vom rechten Fahrstreifen auf den Seitenstreifen werden dagegen unabhängig von den beiden untersuchten Absicherungsmethoden vorgenommen: Sowohl bei der Anordnung von Andreasstreifen als auch bei der Absperrung mit Leitbaken wechseln etwa zwei Drittel (65 %) der Kraftfahrer nach der Freigabe des Seitenstreifens durch Zeichen 511 (Verkehrsverschwenkung auf Standstreifen) im Bereich von 400 m bis 200 m vor der Fahrstreifenreduzierung durch die Andreasstreifen bzw. Leitbaken auf dem linken Fahrstreifen (Bild 42). Der freigegebene Seitenstreifen wird dabei hauptsächlich von Lkw-Fahrern genutzt. Von Pkw-Fahrern wird er insgesamt noch zu wenig angenommen.

Die Betrachtung der Fahrstreifenwechsel in Abhängigkeit der Verkehrsbelastungen zeigt, dass diese von den jeweils vorherrschenden Verkehrsstärken unabhängig sind. Während der Absicherung mit Leitbaken war die Verkehrsbelastung zwar etwas höher

als bei Einsatz der Andreasstreifen (vgl. Tabelle 2), sodass absolut gesehen mehr Kraftfahrzeuge den Fahrstreifen vor der Arbeitsstelle wechselten, auf Grund der insgesamt geringen Verkehrsstärken ist hieraus jedoch kein Zusammenhang zwischen den Fahrstreifenwechseln und der Verkehrsbelastung ableitbar.

5.3 Befragung von Verkehrsteilnehmern

Zeitgleich zur Durchführung der Pilotversuche auf der BAB A 61 bei Bedburg am 24. und 29.9.2003 und auf der BAB A 43 bei Billerbeck am 1.10.2003 wurden Befragungen von Verkehrsteilnehmern durchgeführt. Ziel dieser Befragung war es, eine subjektive Bewertung der eingesetzten Absicherungsmaßnahmen durch die Verkehrsteilnehmer zu erhalten. Hierzu wurden am unmittelbar (etwa 500 m) hinter der Arbeitsstelle gelegenen Rasthof „Bedburger Land“ (BAB A 61) bzw. einem 2 km hinter der Arbeitsstelle auf der BAB A 43 gelegenen Parkplatz Kraftfahrer (die zum Tanken bzw. Rasten die Autobahn verließen) zu den eingesetzten Absicherungsmethoden befragt.⁴⁶ Die Fragen zielten in erster Linie darauf, ob die veränderte Gestaltung von den Verkehrsteilnehmern bemerkt wurde und, wenn ja, wie diese bewertet wird. Des Weiteren wurden den Kraftfahrern die Funktionsweise und der Zweck der Andreasstreifen bzw. Leitbaken beschrieben und diese daraufhin gefragt, ob sie die entsprechenden Maßnahmen für sinnvoll erachten.⁴⁷

Insgesamt wurden 109 Kraftfahrer befragt, zum überwiegenden Teil auf dem Rasthof „Bedburger Land“ an der BAB A 61, da der Parkplatz an der BAB A 43 nur gering frequentiert wurde (hier konnten nur 25 Personen befragt werden). Somit liegen nur sehr wenige subjektive Einschätzungen zur Wirkung der beiden eingesetzten Absicherungsmaßnahmen beim Einsatz als zusätzliche Absperrung des linken Fahrstreifens vor (Tabelle 3). Bei dem be-

Art der Arbeitsstelle	Absicherungsmaßnahme	Tag	Nacht
Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens	Andreasstreifen mit kleinem Blinkpfeil (auf selber Höhe)	21	22
	Andreasstreifen ohne kleinen Blinkpfeil	19	–
	Leitbaken ohne kleinen Blinkpfeil	22	–
Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens	Andreasstreifen mit kleinem Blinkpfeil (150 m vorgezogen)	–	2
Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens mit Seitenstreifenmitnutzung	Andreasstreifen mit kleinem Blinkpfeil (auf selber Höhe)	14	–
	Leitbaken mit kleinem Blinkpfeil (150 m vorgezogen)	9	–

Tab. 3: Anzahl befragter Kraftfahrer

⁴⁶ Dadurch war gewährleistet, dass jeder befragte Kraftfahrer die Arbeitsstelle zuvor durchfahren hatte.

⁴⁷ Die Verkehrsteilnehmer wurden nur zu der bei ihrer eigenen Durchfahrt eingesetzten Absicherungsvariante befragt.

fragten Testpersonenkollektiv handelte es sich hauptsächlich um Männer (rund 90 %).

Die Befragungsergebnisse zeigen, dass die auf der Fahrbahn liegenden Andreasstreifen den Verkehrsteilnehmern wesentlich häufiger als Veränderung gegenüber sonstigen (konventionell abgesicherten) Arbeitsstellen auf Autobahnen aufgefallen sind als die Querabspernung mit Leitbaken. Sowohl bei Tageslicht als auch bei Dunkelheit wurden die Andreasstreifen von mehr als der Hälfte der insgesamt 78 Befragten bemerkt. Diese wurden hierbei in den meisten Fällen als drei Bretter, drei Latten oder drei Holzleisten, aber auch als drei Streifen bzw. drei Schwellen beschrieben. Teilweise wurden die Andreasstreifen auch als Hindernis auf der Fahrbahn bezeichnet, jedoch ohne nähere Beschreibung.

Die Leitbaken vor der Absperrtafel sind nur einer der 31 hier befragten Personen als Veränderung aufgefallen. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die zusätzliche Querabspernung mit Leitbaken nicht als Veränderung wahrgenommen wird, da Leitbaken für die Verkehrsteilnehmer ein gewohntes Element zur Absicherung von Arbeitsstellen sind, was sich auch im Fahrerverhalten bei der Annäherung an die Querabspernung, insbesondere den Fahrstreifenwechseln, widerspiegelt (vgl. Kapitel 5.2.3). Allein das Pfeilmuster ist im Allgemeinen noch nicht weitläufig bekannt.

Der überwiegende Teil der befragten Kraftfahrer hält beide Maßnahmen grundsätzlich für sinnvoll. Vor allem der Einsatz von Andreasstreifen wird sehr positiv bewertet und von über drei Viertel der 78 hierzu Befragten als sinnvolle Maßnahme eingestuft. Der Einsatz einer zusätzlichen Querabspernung dagegen wird nur von wenigen Kraftfahrern für sinnvoll erachtet, bei einem erheblichen Anteil der Befragten bestehen hier Bedenken.

5.4 Betriebliche Aspekte

Bei der Arbeitsstellensicherung kommt es darauf an, dass das Arbeitspersonal beim Auf- und Abbau der Absicherungseinrichtungen nicht ungeschützt dem fließenden Verkehr ausgesetzt ist bzw. unvermeidbare Aufenthalte im Verkehrsbereich möglichst kurz gehalten werden.⁴⁸ Vor der Einführung neuer Absicherungsmethoden sind deshalb neben den verkehrlichen Wirkungen auch die betrieblichen Aspekte in Bezug auf die Handhabung und den Aufwand zu betrachten. Bei den Pilotversu-

chen wurde vor diesem Hintergrund auch das Arbeitspersonal befragt.

Der Auf- und Abbau der beiden im Rahmen der Pilotversuche eingesetzten zusätzlichen Absperreinrichtungen, Andreasstreifen und Leitbaken, sollte entsprechend den in Kapitel 4.3 gemachten Vorgaben jeweils im Schutz eines Absicherungsfahrzeugs (Lkw mit angehängter Absperrtafel) erfolgen. Diese Vorgehensweisen stellen einerseits ein Optimum an Sicherheit für das Arbeitspersonal dar, andererseits erfordern diese aber keinen erheblichen oder nicht leistbaren Mehraufwand. Bei den Pilotversuchen wurde die Vorgehensweise von den absichernden Autobahnmeistereien jedoch teilweise den vorhandenen Randbedingungen (hierzu gehörte neben der verkehrlichen Situation auch die Verfügbarkeit von Fahrzeugen und Personal) angepasst. Die Straßenwärter vor Ort haben dabei auf Grund der sonst üblichen Vorgehensweisen und ihrer Erfahrungen die Abläufe beim Auf- und Abbau modifiziert.

So erfolgte beispielsweise die Wiederaufnahme der Andreasstreifen von der Fahrbahn beim Abbau der beiden eingerichteten Arbeitsstellen mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf der BAB A 61 bei Bedburg durch seitliches Wegziehen dieser vom Seitenstreifen aus. Hierzu musste jedoch die Fahrbahn kurzzeitig betreten werden. Die ausführenden Straßenwärter beurteilten dies im Vergleich zum notwendigen Überqueren der Fahrbahn beim Auf- und Abbau von Verkehrszeichen im Mittelstreifen als verhältnismäßig unkritisch.

Der Auf- und Abbau der Andreasstreifen bei den beiden Arbeitsstellen mit Sperrung des linken Fahrstreifens auf der BAB A 43 erfolgte ebenfalls nicht im Schutz eines Sicherungsfahrzeugs, sondern die Andreasstreifen wurden vom ausführenden Straßenwärter vor der Absperrtafel stehend verlegt bzw. wieder aufgenommen. Beim Abbau wurden hierbei zwar, wie vorgegeben (vgl. Kapitel 4.3), die 150 m mit dem Lkw mit angehängter Absperrtafel bis zu den Andreasstreifen zurückgesetzt, diese aber nicht rückwärts überfahren, um sie dann im Schutz des Fahrzeugs aufzunehmen. Begründet

⁴⁸ Hierzu gehört z. B. das Aufstellen von Verkehrszeichen im Mittelstreifen, zu dem das Überqueren der Fahrbahn erforderlich ist; dies ist oftmals unvermeidbar und in der täglichen Praxis auch üblich, da hierzu in der Regel keine Absicherung des linken Fahrstreifens durch Fahrzeuge mit Absperrtafel erfolgt.

wurde diese Vorgehensweise seitens des Straßenwärters damit, dass er sich dabei sicherer fühle, da er so den fließenden Verkehr im Blickfeld habe.

Hinsichtlich der Handhabung ist der Auf- und Abbau der Querabspernung mit fünf Leitbaken aus Sicht der Straßenwärter insgesamt aufwändiger als die Anordnung der drei Andreasstreifen, insbesondere für die Ausrichtung auf der Fahrbahn, aber auch in Bezug auf das Ab- und Aufladen vom bzw. auf das Arbeitsfahrzeug. Die Andreasstreifen können auf Grund ihrer Abmessungen und ihres Gewichts leicht auf- und abgebaut werden; auch die Ausrichtung erfordert nur wenig Zeit. Zur leichteren Aufnahme von der Fahrbahn sollten diese aber noch mit Griffen oder Laschen versehen werden.

Die Befragung des Personals zur Einschätzung der Sicherheitswirkung der beiden eingesetzten neuen Absicherungsmethoden zeigt, dass die Andreasstreifen generell besser bewertet werden als die selbstaufrichtenden Klappbaken. Den Einsatz der Andreasstreifen, mit der Funktion, unachtsame Fahrer mechanisch zu warnen, halten alle befragten Straßenwärter für sinnvoll, da hierdurch ihre eigene Sicherheit deutlich erhöht wird.

Die Leitbaken als zusätzliches Sicherungsinstrument werden dagegen skeptisch gesehen, da diese nach ihrer Einschätzung von den Verkehrsteilnehmern nicht überfahren werden und es somit auf Grund von plötzlichen Fahrstreifenwechseln zu kritischen Situationen im Verkehrsablauf kommen kann. Gleichzeitig wird aber auch hiervon eine grundsätzliche Erhöhung der eigenen Sicherheit innerhalb der Arbeitsstelle erwartet.

Insgesamt wurde bei der Befragung des Arbeitspersonals deutlich, dass diese einem Einsatz der Andreasstreifen positiv gegenüberstehen. Sie fühlen sich durch die zusätzliche Anordnung dieser vor der Absperrtafel wesentlich geschützter.

5.5 Schlussfolgerungen

Die Pilotversuche haben gezeigt, dass der Einsatz der beiden zusätzlichen Absicherungselemente, Andreasstreifen und Leitbaken, nur einen geringfügigen Einfluss auf die Geschwindigkeiten im gesamten Arbeitsstellenbereich hat. Im Vergleich zum Geschwindigkeitsniveau bei konventioneller Absicherung war kein signifikanter Unterschied festzustellen.

Bei den Andreasstreifen lässt sich dies damit begründen, dass diese erst sehr spät, d. h. etwa ab einer Entfernung von 100 m, für den Verkehrsteilnehmer zu erkennen sind. Die Auswirkungen auf den Verkehrsablauf sind aber insgesamt als unkritisch anzusehen, auch wenn die Fahrstreifenwechsel z. T. erst hinter den Andreasstreifen, also nach Überfahren dieser, erfolgen. Beim Einsatz der Andreasstreifen kam es zu keinen merkbaren Störungen bzw. Behinderungen von Verkehrsteilnehmern. Ein Überfahren der Andreasstreifen ist grundsätzlich für alle Fahrzeugarten, auch für Motorräder, unproblematisch.

Bei einem Großteil der Kraftfahrer, welche die Andreasstreifen überfahren haben, war keine auffällige Reaktion bezüglich Geschwindigkeits- (Abbremsen) oder Lenkverhalten erkennbar. Lediglich in einem einzigen Fall hat ein Kraftfahrer vor den Andreasstreifen angehalten und ist dann langsam über diese hinweggefahren, was zwar zum einen auf eine gewisse Unsicherheit schließen lässt, zum anderen aber auch auf die Unkenntnis des Einsatzzwecks der Andreasstreifen zurückzuführen ist. Auch die Befragungen von Kraftfahrern zeigen, dass der Einsatz der Andreasstreifen zum „Aufwecken“ unaufmerksamer Fahrer als sehr sinnvoll erachtet wird und keine negative Beeinflussung der übrigen Verkehrsteilnehmer erwartet wird.

Die Leitbaken sind zwar aus einer größeren Entfernung zu erkennen, werden aber nicht als zusätzliche, vor der Absperrtafel angeordnete, Abspernung wahrgenommen, da sie für die Verkehrsteilnehmer zunächst keine offensichtliche Veränderung gegenüber einer konventionellen Arbeitsstelle darstellen. Erst unmittelbar davor realisieren viele Kraftfahrer die Fahrstreifensperrung, was dann letztendlich dazu führt, dass die Fahrstreifenwechsel erst kurz vor den Leitbaken erfolgen, da diese als Hindernis angesehen werden und grundsätzlich versucht wird, ein (bei den eingesetzten Klappbaken grundsätzlich „technisch“ mögliches) Überfahren zu vermeiden. Hierdurch kommt es dann zu kritischen Fahrmanövern mit teilweise erheblichen Behinderungen anderer Verkehrsteilnehmer. In einem Fall wurde sogar beobachtet, dass der Fahrstreifen so spät gewechselt wurde, dass eine Klappbake angefahren wurde. Bei diesem Vorgang wurden zwei weitere Kraftfahrer so stark behindert, dass diese einen Auffahrunfall nur durch ein starkes Bremsmanöver verhindern konnten.

Einen wesentlichen Einfluss auf das Fahrerverhalten, insbesondere die Fahrstreifenwechsel, hat hingegen die Anordnung des kleinen Blinkpfeils. Im Verlauf der Untersuchungen wurden verschiedene Positionen des kleinen Blinkpfeils in Kombination mit den Andreasstreifen betrachtet. Hierbei wurde deutlich, dass dieser bei der Anordnung von Andreasstreifen zur zusätzlichen Aufmerksamkeitserhöhung der Kraftfahrer unverzichtbar ist. Der kleine Blinkpfeil sollte dabei 150 m vor den Andreasstreifen aufgestellt werden, um auch bei geringeren Sichtweiten oder hohen Verkehrsbelastungen frühzeitig auf die Fahrstreifensperrung hinzuweisen und somit auch das Überfahren der Andreasstreifen möglichst weit gehend zu vermeiden, auch wenn dies grundsätzlich unkritisch ist. Wie die Pilotversuche zeigen, bei denen die Andreasstreifen jeweils mehrere Stunden durchgehend eingesetzt wurden, bleiben diese auch nach zahlreichen Überfahrten von Kraftfahrzeugen, auch von Lkw, ohne bzw. mit nur geringen Verschiebungen auf der Fahrbahn liegen.

Die Andreasstreifen können problemlos auf- und abgebaut werden, ohne dass ein relevanter personeller Mehraufwand oder der Einsatz zusätzlicher Fahrzeuge erforderlich ist. Einzig der Abbau bei Sperrung des Überholfahrstreifens (linker Fahrstreifen) gestaltet sich etwas aufwändiger, da hierzu das Sicherungsfahrzeug mit der Absperrtafel 150 m zurücksetzen muss. Somit steht dem Einsatz der Andreasstreifen auch aus betrieblicher Sicht nichts entgegen.

6 Empfehlungen

Auf Grund der in den Pilotversuchen gewonnenen Erkenntnisse kann der Einsatz von Andreasstreifen bei stationären Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen uneingeschränkt empfohlen werden. Dies gilt somit für Arbeitsstellen mit Sperrung des rechten und mit Sperrung des linken Fahrstreifens sowie auch für Arbeitsstellen auf dem Seitenstreifen. Insbesondere bei Letzteren ist die zusätzliche Absicherung mit Andreasstreifen aus verkehrlichen wie betrieblichen Aspekten unkritisch, gleichzeitig sind hiervon ausschließlich positive Effekte zu erwarten. Im Rahmen der durchgeführten Pilotversuche konnte keine negative Beeinflussung der Verkehrsteilnehmer auf Grund der eingesetzten Andreasstreifen festgestellt werden.

Der Einsatz von Andreasstreifen bei Arbeitsstellen auf dreistreifigen Richtungsfahrbahnen wurde im Rahmen der Pilotversuche zwar nicht untersucht, dennoch scheint auch hier die Anordnung bei Arbeitsstellen mit Sperrung des rechten bzw. linken Fahrstreifens sinnvoll und kann auf Basis der vorliegenden Erkenntnisse grundsätzlich empfohlen werden. Bei Arbeitsstellen auf dem Seitenstreifen ist der Einsatz auch hier aus den genannten Gründen uneingeschränkt zu empfehlen.

Für Arbeitsstellen auf dreistreifigen Richtungsfahrbahnen mit Sperrung von zwei Fahrstreifen, also des mittleren und rechten bzw. mittleren und linken Fahrstreifens, liegen bislang keine Erkenntnisse hinsichtlich eines Einsatzes von Andreasstreifen bei einer ansonsten „konventionellen“ Absicherung (entsprechend den Regelplänen D III/5 und D III/6 der RSA, 1995) vor, da hier in den Niederlanden der Einsatz mobiler Fahrstreifensignalisierungen – in Kombination mit Andreasstreifen – vorgeschrieben ist. Hierzu können demnach derzeit keine abschließenden Empfehlungen abgeleitet werden. Grundsätzlich erscheint die Anordnung von Andreasstreifen aber auch hier denkbar und sinnvoll.

Um Auffahrunfälle auf fahrbare Absperrtafeln zu vermeiden oder zumindest auf ein geringstmögliches Maß zu reduzieren – und vor allem die Unfallfolgen deutlich zu verringern –, sollten Andreasstreifen zukünftig als Standardabsicherungselement bei allen stationären

- Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen und
- Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dreistreifigen Richtungsfahrbahnen mit Sperrung eines Fahrstreifens

eingesetzt werden. Bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dem Seitenstreifen sind die Andreasstreifen zukünftig grundsätzlich als zusätzliche Absicherungsmaßnahme einzusetzen.

Durch den Einsatz von Andreasstreifen bei stationären Arbeitsstellen kürzerer Dauer ist eine erhebliche Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Bundesautobahnen zu erwarten. Nachfolgend sind für die genannten Einsatzbereiche von Andreasstreifen Regelpläne mit teilweise ergänzenden Erläuterungen dargestellt, die in dieser Form in die RSA (1995) bzw. deren Fortschreibung übernommen werden können.

Grundsätzlich ist in diesen Regelplänen bei Arbeitsstellen mit Fahrstreifensperrung immer eine Reduzierung der zulässigen Geschwindigkeit auf 80 km/h vorgesehen, da dies zum einen zu einer Angleichung der Pkw-Geschwindigkeiten an das Geschwindigkeitsniveau des Lkw-Verkehrs und damit auch sicherheitserhöhenden Verstetigung des Verkehrsflusses führt, zum anderen in der Praxis bereits in vielen Bundesländern, z. B. in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz, die Regel ist. Bei Dunkelheit sollte die zulässige Höchstgeschwindigkeit innerhalb der Arbeitsstelle in der Regel niedriger sein als bei der gleichen Arbeitsstellenabsicherung bei Tageslicht.

Die Anordnung der Andreasstreifen sollte grundsätzlich 150 m vor der fahrbaren Absperrtafel erfolgen. Hierdurch ist gewährleistet, dass Lkw selbst bei Nässe noch rechtzeitig vor der Absperrtafel zum Stehen kommen. Die Andreasstreifen selbst sollten – entsprechend ihrer Funktion als temporäre Fahrstreifensperrung (siehe hierzu auch Kapitel 6.4) – in gelber Farbe ausgeführt sein.⁴⁹

6.1 Regelpläne für Arbeitsstellen auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen

Die Anordnung und die Art der Vorwarneinrichtungen sollten grundsätzlich einheitlich erfolgen. Dies ist in den nachfolgenden Regelplänen berücksichtigt.

6.1.1 Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens

Für Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen sollten unterschiedliche Regelpläne für Streckenabschnitte mit einer ständigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h (Bild 43) und Streckenabschnitte ohne ständige Geschwindigkeitsbeschränkung (Bild 44) angewendet werden. Die Anwendung des in Bild 43 dargestellten Regelplans D III/1R bei einer ständigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 120 km/h ist im Einzelfall zu prüfen, ansonsten ist der Regelplan D III/2 (Bild 44) anzuwenden.

Bei Nachtbaustellen ist grundsätzlich der in Bild 45 dargestellte Regelplan D III/2-Nacht anzuwenden. Auf Streckenabschnitten mit ständiger Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h kann die Vorwarntafel mit Zeichen 274 StVO (100 km/h) entfal-

len, die Vorwarnbeschilderung mit Zeichen 123 StVO ist dann entsprechend um 400 m zu verschieben.

6.1.2 Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens

Für Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen sollten unterschiedliche Regelpläne für Streckenabschnitte mit einer ständigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h (Bild 46) und Streckenabschnitte ohne ständige Geschwindigkeitsbeschränkung (Bild 47) angewendet werden. Die Anwendung des in Bild 46 dargestellten Regelplans D III/1L bei einer ständigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 120 km/h ist im Einzelfall zu prüfen, ansonsten ist der Regelplan D III/3 (Bild 47) anzuwenden. Bei Nachtbaustellen ist grundsätzlich der in Bild 48 dargestellte Regelplan D III/3-Nacht anzuwenden. Auf Streckenabschnitten mit ständiger Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h kann die Vorwarntafel mit Zeichen 274 StVO (100 km/h) entfallen, die Vorwarnbeschilderung mit Zeichen 123 StVO ist dann entsprechend um 400 m zu verschieben.

6.1.3 Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens mit Seitenstreifenmitnutzung

Bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens und einer vorgesehenen Seitenstreifenmitbenutzung ist der in Bild 49 dargestellte Regelplan D III/4 anzuwenden.

6.1.4 Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dem Seitenstreifen

Bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dem Seitenstreifen zweistreifiger Richtungsfahrbahnen ist der in Bild 50 dargestellte Regelplan D III/7 anzuwenden.

⁴⁹ Diese sollte wie die farbliche Gestaltung von Leitschwellen und -borden den Vorgaben der DIN 6171-1 (2003) entsprechen (vgl. hierzu auch Kapitel 4.1 und 4.2). Es wird somit empfohlen, die Andreasstreifen mit einer – anderen Verkehrseinrichtungen entsprechenden – Farbe, nämlich DIN-Gelb, zu versehen, im Gegensatz zu den im Rahmen der Pilotversuche eingesetzten Andreasstreifen, die in einem bräunlichen Gelb ausgeführt waren.

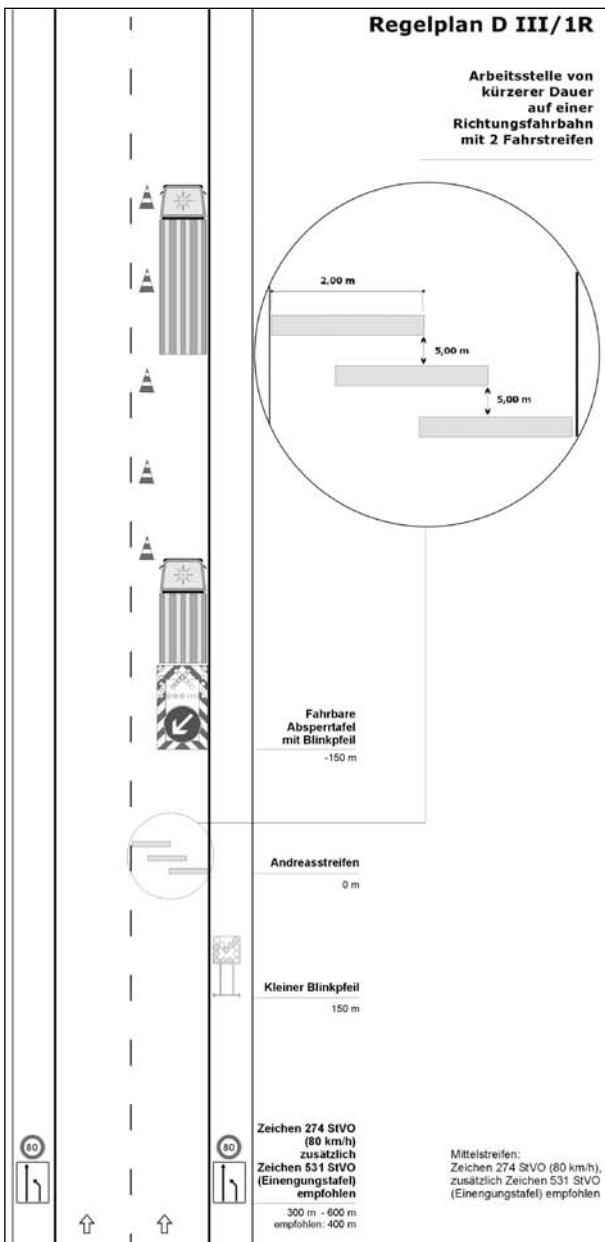


Bild 43: Regelplan D III/1R für Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen mit einer ständigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h

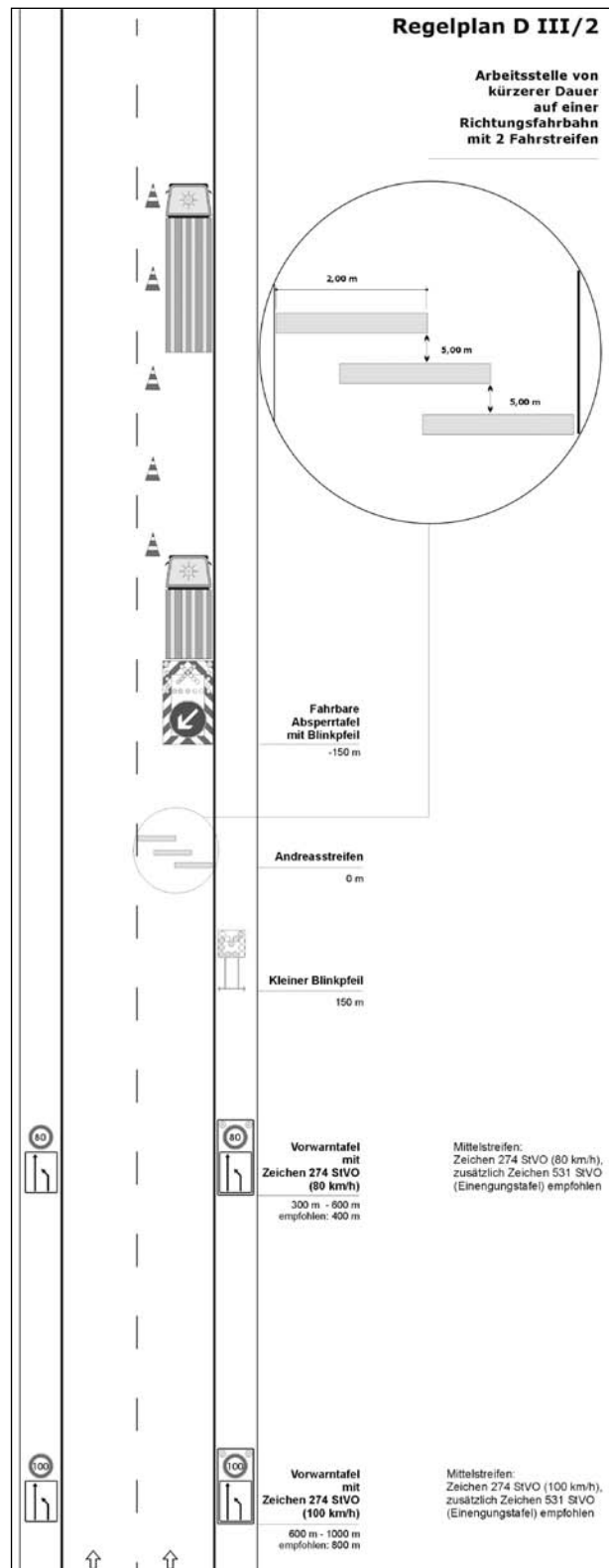


Bild 44: Regelplan D III/2 für Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen ohne ständige Geschwindigkeitsbeschränkung

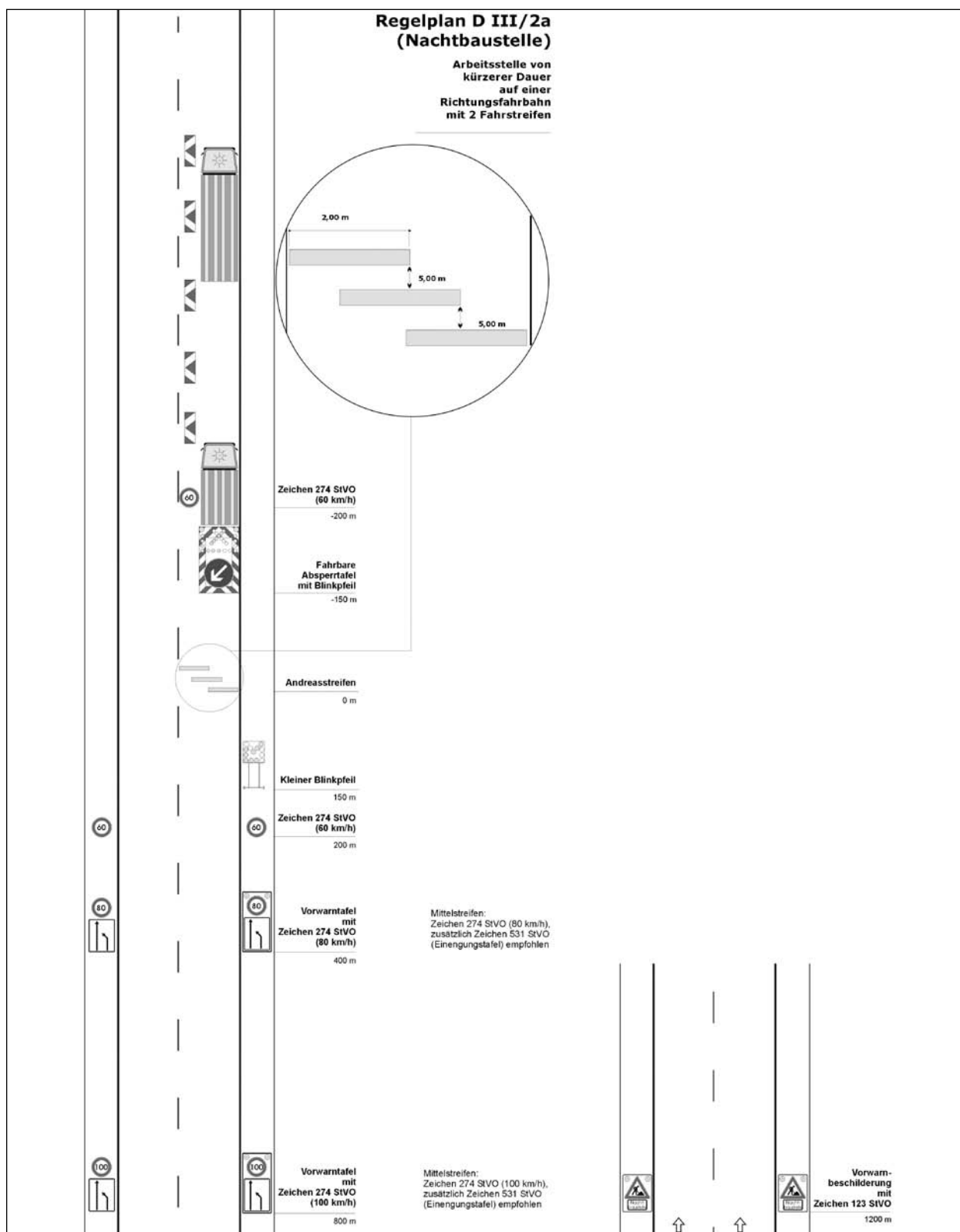


Bild 45: Regelplan D III/2-Nacht für Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen bei Dunkelheit (Nachtbaustelle)

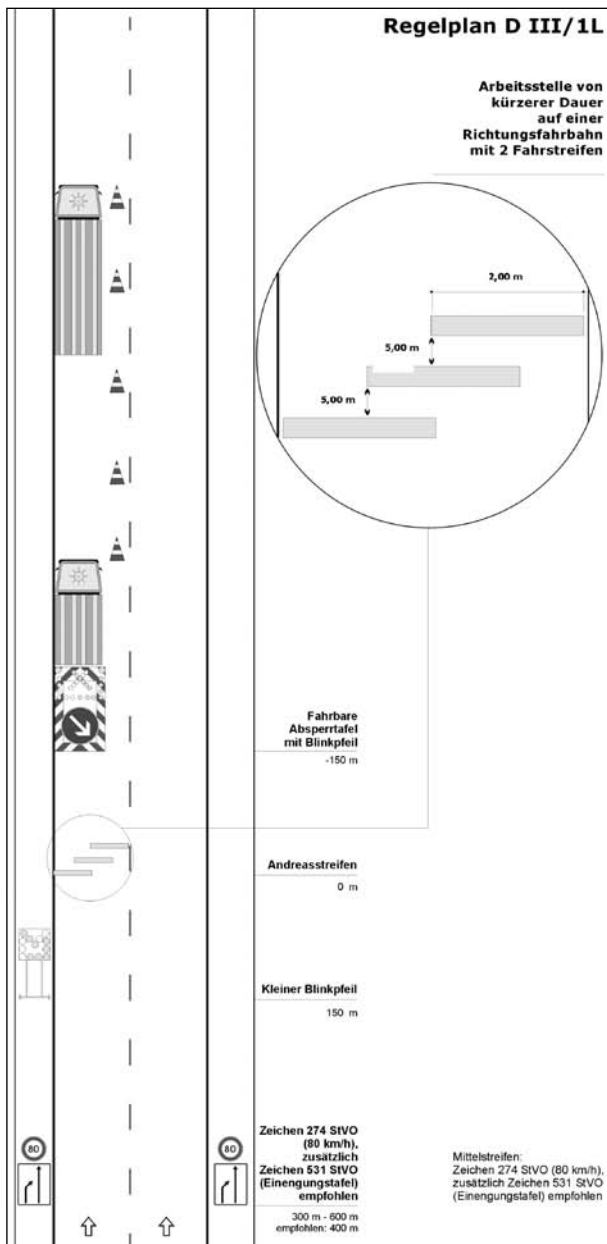


Bild 46: Regelplan D III/1L für Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen mit einer ständigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h

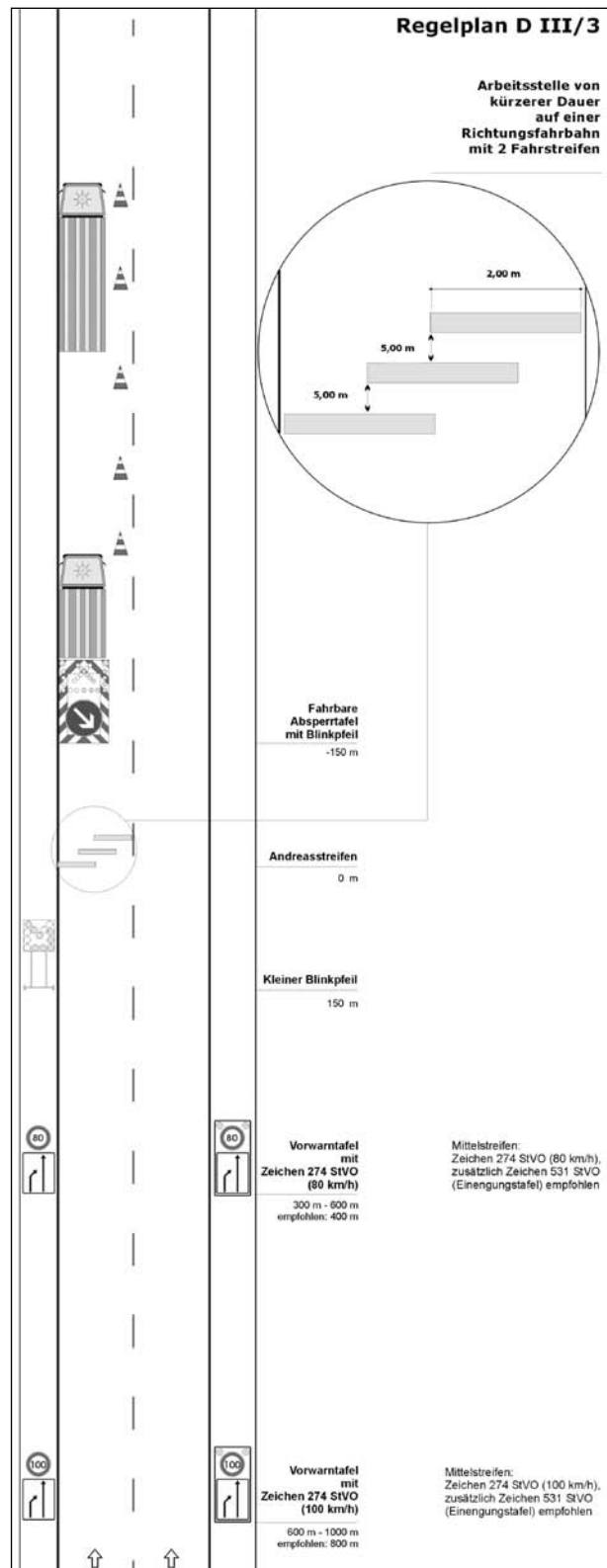


Bild 47: Regelplan D III/3 für Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen ohne ständige Geschwindigkeitsbeschränkung

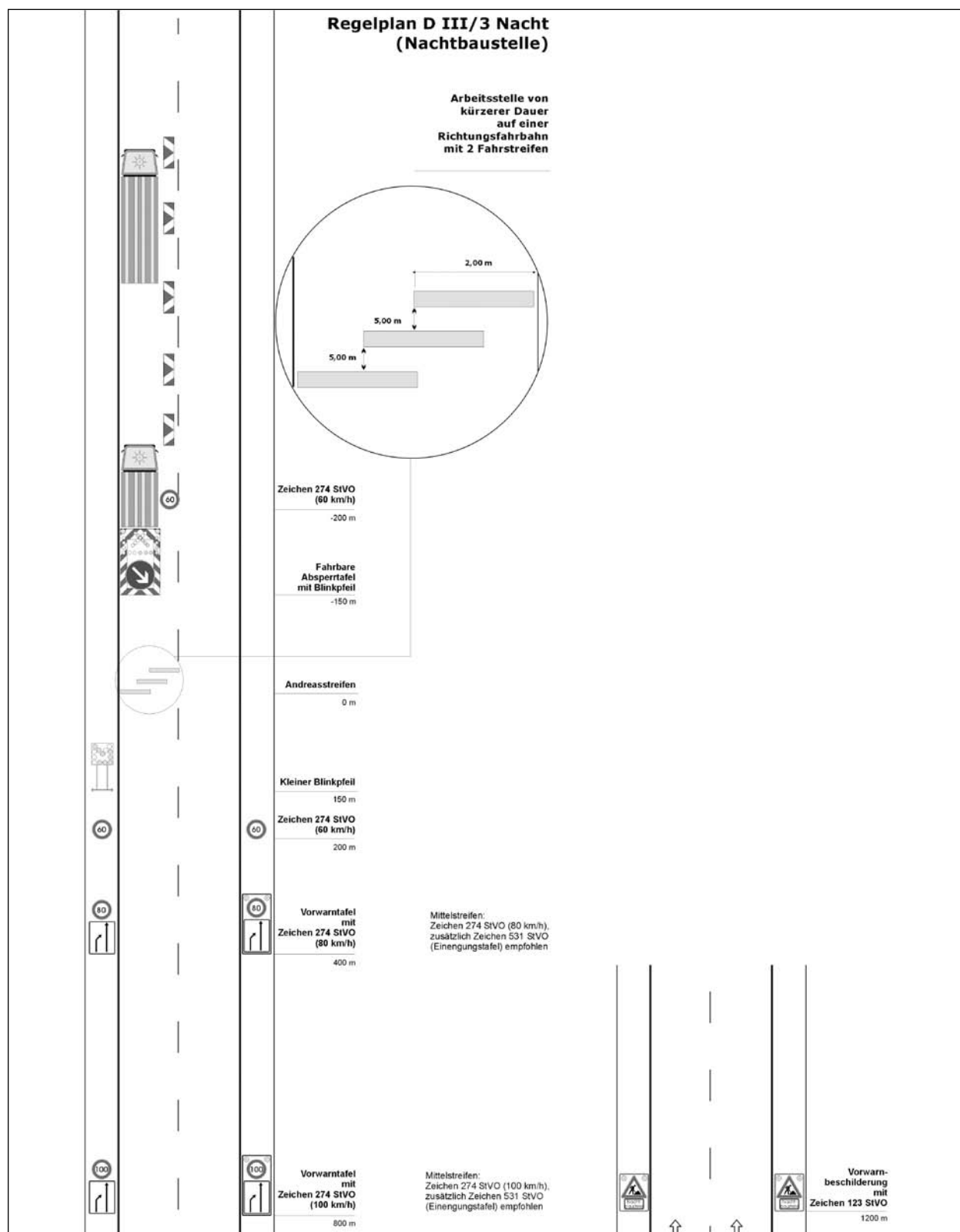


Bild 48: Regelplan D III/3-Nacht für Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen bei Dunkelheit (Nachtbaustelle)

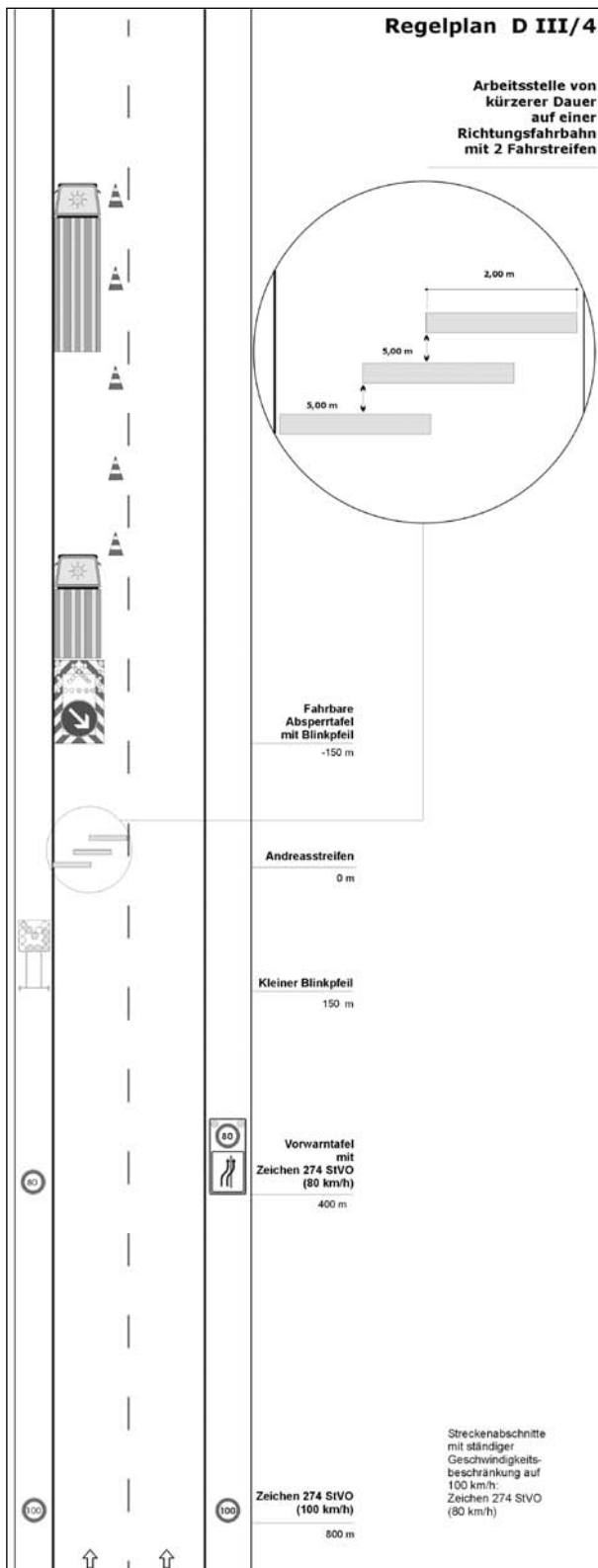


Bild 49: Regelplan D III/4 für Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen mit zweistreifiger Verkehrs-führung unter Einbeziehung des Seitenstreifens

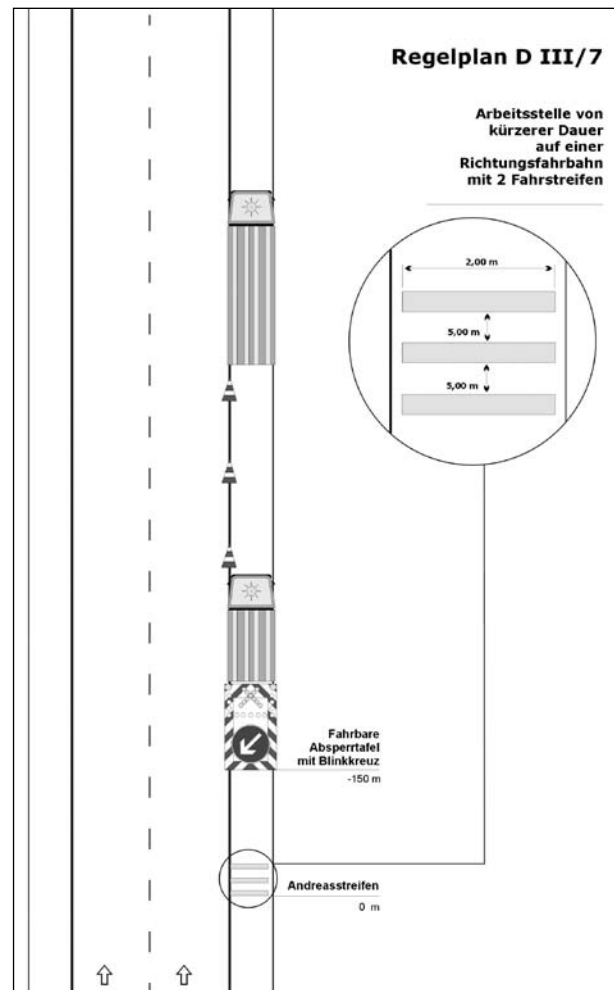


Bild 50: Regelplan D III/7 für Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dem Seitenstreifen zweistreifiger Richtungsfahrbahnen

6.2 Regelpläne für Arbeitsstellen auf dreistreifigen Richtungsfahrbahnen

Für Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dreistreifigen Richtungsfahrbahnen mit Sperrung des rechten bzw. linken Fahrstreifens sowie für Arbeitsstellen auf dem Seitenstreifen gelten die Regelpläne für Arbeitsstellen auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen entsprechend. Auch hier sollten die Anordnung und die Art der Vorwarneinrichtungen grundsätzlich einheitlich erfolgen.

6.2.1 Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des rechten Fahrstreifens

Bei Arbeitsstellen mit Sperrung des rechten Fahrstreifens auf Streckenabschnitten mit einer ständigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h ist der Regelplan D III/1R (Bild 43 in Kapitel 6.1.1) entsprechend anzuwenden. Die Anwendung die-

ses Regelplans bei einer ständigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 120 km/h ist im Einzelfall zu prüfen, ansonsten ist der Regelplan D III/2 (Bild 44 in Kapitel 6.1.1), ebenso wie auf Streckenabschnitten ohne ständige Geschwindigkeitsbeschränkung, anzuwenden.

Bei Nachtbaustellen ist der Regelplan D III/2-Nacht (Bild 45 in Kapitel 6.1.1) anzuwenden. Auf Streckenabschnitten mit ständiger Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h kann die Vorwarntafel mit Zeichen 274 StVO (100 km/h) entfallen, die Vorwarnbeschilderung mit Zeichen 123 StVO ist dann entsprechend um 400 m zu verschieben.

6.2.2 Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung des linken Fahrstreifens

Für Arbeitsstellen mit Sperrung des linken Fahrstreifens auf Streckenabschnitten mit einer ständigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h ist der Regelplan D III/1L (Bild 46 in Kapitel 6.1.2), für Arbeitsstellen auf Streckenabschnitten ohne ständige Geschwindigkeitsbeschränkung der Regelplan D III/3 (Bild 47 in Kapitel 6.1.2) anzuwenden. Die Anwendung des Regelplans D III/1L bei einer ständigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 120 km/h ist im Einzelfall zu prüfen, ansonsten ist der Regelplan D III/3 anzuwenden.

Bei Nachtbaustellen ist grundsätzlich der Regelplan D III/3-Nacht (Bild 48 in Kapitel 6.1.2) anzuwenden. Auf Streckenabschnitten mit ständiger Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h kann die Vorwarntafel mit Zeichen 274 StVO (100 km/h) entfallen, die Vorwarnbeschilderung mit Zeichen 123 StVO ist dann entsprechend um 400 m zu verschieben.

6.2.3 Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dem Seitenstreifen

Bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf dem Seitenstreifen dreistreifiger Richtungsfahrbahnen ist der Regelplan D III/7 (Bild 50 in Kapitel 6.1.4) entsprechend anzuwenden.

6.3 Hinweise für den Auf- und Abbau

Die Absicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer ist mit einer besonderen Problematik verbunden, da mit einem vertretbaren Aufwand an Sicherungsmaßnahmen eine optimale Sicherheit für das Arbeitspersonal erreicht werden muss. Durch den

Einsatz von Andreasstreifen kann die Sicherheit für die Arbeiter mit einem nur sehr geringen Mehraufwand im Rahmen der Baustelleneinrichtung erheblich erhöht werden.

Der Aufbau der Andreasstreifen sollte grundsätzlich im Schutz eines Sicherungsfahrzeugs mit fahrbarer Absperrtafel erfolgen. Hierzu sind zunächst die Vorwarnbeschilderung (Vorwarntafeln) mit Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 80 km/h (bei Nachtbaustellen auf 60 km/h) und der kleine Blinkpfeil aufzustellen.⁵⁰ Anschließend hält das Sicherungsfahrzeug 150 m vor dem späteren Standort der Absperrtafel auf dem zu sperrenden Fahrstreifen, der Fahrer des Fahrzeugs verlegt die Andreasstreifen im Schutz des Fahrzeugs und fährt dann über die Andreasstreifen hinweg zum vorgesehenen Standort der Absperrtafel, um diese dort gegebenenfalls abzukoppeln. In Bild 51 ist der Ablauf beispielhaft für die Einrichtung einer Arbeitsstelle auf dem rechten Fahrstreifen einer zweistreifigen Richtungsfahrbahn dargestellt.

Diese Vorgehensweise gewährleistet ein hohes Maß an Sicherheit für das Arbeitspersonal. Steht ein zweites Fahrzeug mit fahrbarer Absperrtafel zur Verfügung, sollte dies zur zusätzlichen Absicherung beim Verlegen der Andreasstreifen eingesetzt werden.⁵¹ In diesem Fall wird empfohlen, dass das zweite Sicherungsfahrzeug unmittelbar hinter dem ersten Fahrzeug mit angehängter fahrbarer Absperrtafel fährt, um dieses abzusichern. Beide Fahrzeuge halten 150 m vor dem späteren Standort der Absperrtafel auf dem zu sperrenden Fahrstreifen, der Fahrer des vorderen Fahrzeugs verlegt die Andreasstreifen im Schutz des zweiten Sicherungsfahrzeugs und fährt dann zum vorgesehenen Standort der Absperrtafel, um diese dort gegebenenfalls abzukoppeln. Das hintere Fahrzeug fährt anschließend über die Andreasstreifen hinweg und ordnet sich dann in den fließenden Verkehr ein.

⁵⁰ Bei Arbeitsstellen auf dem Seitenstreifen entfällt gemäß dem vorgeschlagenen Regelplan D III/7 im Regelfall die Anordnung einer Vorwarnbeschilderung und des Blinkpfeils (vgl. Bild 50 in Kapitel 6.1.4).

⁵¹ Ist der Einsatz dieses zweiten Fahrzeugs mit Absperrtafel im Rahmen der weiteren Arbeitsstellenabsicherung bzw. -durchführung ohnehin, d. h. unabhängig vom Aufbau der Andreasstreifen, vorgesehen, ist dieser in Bezug auf die Anordnung der Andreasstreifen kostenneutral.

Alternativ kann beim Einsatz von zwei Fahrzeugen das zweite Fahrzeug mit Absperrtafel in größerem Abstand hinter dem ersten Fahrzeug (ebenfalls mit Absperrtafel) den Aufbau absichern. Der Fahrer des ersten Fahrzeugs verlegt in diesem Fall die Andreasstreifen im Schutz seines eigenen Fahrzeugs. Nach erfolgtem Aufbau fährt das Fahrzeug über die Streifen hinweg und informiert den Fahrer des zweiten Fahrzeugs über Funk. Das hintere Fahrzeug fährt bis zum vorgesehenen Standort der Absperrtafel (150 m hinter den Andreasstreifen), um diese dann aufzustellen oder gegebenenfalls abzukoppeln. Der Vorteil hierbei ist, dass sich kein Arbeitsfahrzeug wieder in den fließenden Verkehr einordnen muss. Der Aufwand für die Koordination der Fahrzeuge ist hierbei jedoch höher.

Beim Abbau der Arbeitsstelle auf dem rechten Fahrstreifen werden von einem Beschäftigten zunächst die Andreasstreifen durch seitliches Wegziehen vom Seitenstreifen aus von der Fahrbahn gezogen. Zur Erhöhung der Sicherheit sollten die Andreasstreifen mit Löchern oder Laschen versehen werden, um sie dann eventuell unter Zuhilfenahme eines entsprechenden Hakens von der Fahrbahn ziehen zu können, ohne diese betreten zu müssen. Die entsprechende Person kann hierfür die 150 m problemlos über den Seitenstreifen zurücklegen. Anschließend erfolgt der Abbau der fahrbaren Absperrtafel und zuletzt der Vorwarnrichtungen, einschließlich der auf dem Seitenstreifen abgelegten Andreasstreifen, und damit die Aufhebung der Arbeitsstelle.

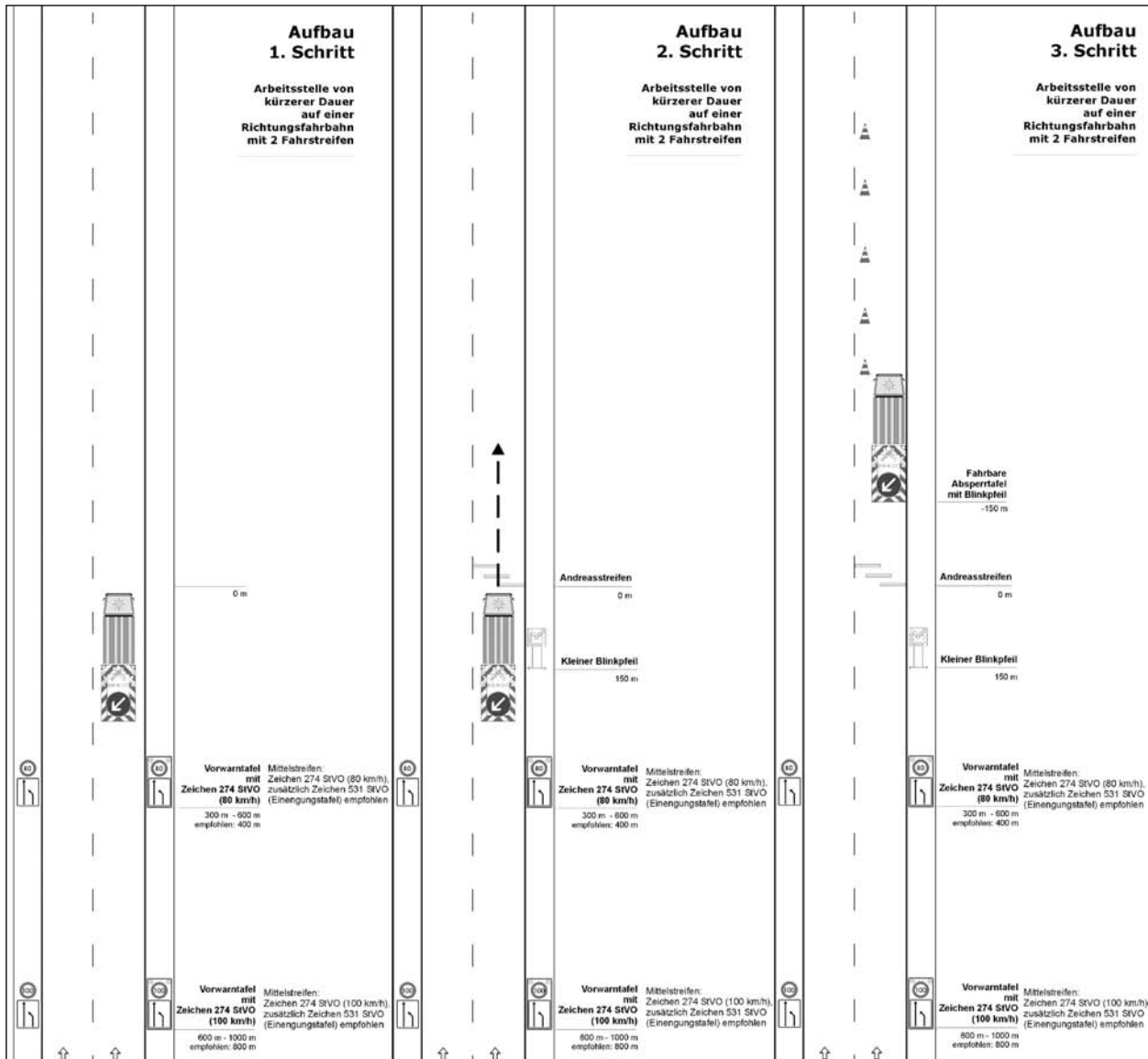


Bild 51: Vorgehensweise zum Aufbau der Andreasstreifen bei Einrichtung einer Arbeitsstelle kürzerer Dauer auf einer zweistreifigen Richtungsfahrbahn mit Sperrung des rechten Fahrstreifens

Alternativ kann der Abbau aber auch mit einem zweiten Fahrzeug erfolgen, welches vor den Andreasstreifen auf der Fahrbahn hält, und der Arbeiter nimmt die drei Streifen im Schutz des Fahrzeugs auf.

Der Aufbau erfolgt bei Sperrung des linken Fahrstreifens analog zu dem bei Sperrung des rechten Fahrstreifens. Der Abbau der Andreasstreifen gestaltet sich für den linken Fahrstreifen allerdings etwas aufwändiger. Hier sind grundsätzlich zwei Alternativen möglich: Vorgeschlagen wird, die 150 m mit dem Lkw mit fahrbarer Absperrtafel im Schritttempo zurückzusetzen, um dann die Andreasstreifen im Schutz des Absicherungsfahrzeugs wieder aufzunehmen. Diese, auch in den Niederlanden durchaus angewandte Vorgehensweise, ist nach § 36 StVO Abs. 6 (Sonderrechte) für alle Fahrzeuge, die dem Bau, der Unterhaltung oder der Reinigung der Straßen und Anlagen im Straßenraum dienen und durch entsprechende Warneinrichtungen gekennzeichnet sind, auf Autobahnen erlaubt. Kritisch ist hierbei die Rückwärtsfahrt eines Fahrzeugs mit Anhänger (angehängte fahrbare Absperrtafel), die ein entsprechendes fahrerisches Geschick verlangt. Ist ein Zurücksetzen nicht möglich, wird ein zweites Fahrzeug für die Aufnahme der Andreasstreifen benötigt. Dieses fährt, bei noch installierter Vorbeschilderung, an die Andreasstreifen heran und nimmt diese im Schutz des Fahrzeugs wieder auf. Mit dem Verlassen der beiden Fahrzeuge und anschließendem Abbau der Vorbeschilderung ist die Arbeitsstelle geräumt.

6.4 Erforderliche Änderungen im technischen und sonstigen Regelwerk

Die Andreasstreifen sind als temporäre Fahrstreifensperrung – nicht als Vorwarneinrichtung (vgl. hierzu auch Kapitel 4.1) – zu definieren und in gelber Farbgebung einzusetzen.⁵² Damit dürfen die drei, 150 m vor der Absperrtafel angeordneten Andreasstreifen nicht überfahren werden. Der Vorteil dieser Lösung ist die straßenverkehrsrechtlich eindeutige Regelung, auch im Hinblick auf das nach § 7 Abs. 4 StVO bei einer Fahrstreifensperrung anzuwendende Reißverschlussverfahren.

Als Grundlage für alle Änderungen in den technischen Regelwerken wie RSA (1995) und ZTV-SA (1997) bzw. deren Fortschreibungen sind die Andreasstreifen deshalb als Verkehrseinrichtung in den Verkehrszeichenkatalog sowie hiermit einhergehend in den § 43 StVO und, soweit erforderlich, in die zugehörige VwV-StVO aufzunehmen. Hierin sind dann die entsprechenden straßenverkehrsrechtlichen Regelungen zu treffen. In erster Linie betrifft dies die Definition der Andreasstreifen als vorübergehende Fahrstreifenabsperzung (ähnlich einer temporären, deshalb auch gelben Markierung im Sinne einer Sperrfläche nach Zeichen 298 StVO).

In diesem Zusammenhang sind auch die den kleinen Blinkpfeil betreffenden straßenverkehrsrechtlichen Regelungen zu überprüfen und eventuell zu ändern. Kleine Blinkpfeile sind bislang keine Verkehrszeichen, sondern Warneinrichtungen im Rahmen der Sicherung von Arbeitsstellen (vgl. auch SCHÖNBORN/SCHULTE, 1997). Diese haben demnach nicht die Bedeutung wie das auch in die fahrbare Absperrtafel integrierte Zeichen 222 StVO („Rechts vorbei“ bzw. „Links vorbei“). Eine entsprechende Abänderung in Bezug auf die rechtliche Bedeutung des kleinen Blinkpfeils ist hier gegebenenfalls in Erwägung zu ziehen, in jedem Falle ist aber eine etwaige Notwendigkeit einer solchen Änderung im Rahmen der Einführung der Andreasstreifen als Verkehrseinrichtung zur Absicherung von Arbeitsstellen zu prüfen. Voraussetzung ist, dass der kleine Blinkpfeil dann ausschließlich im Zusammenhang mit Andreasstreifen verwendet wird.

In den RSA (1995) bzw. deren Fortschreibung sind im Teil A (Allgemeines) der Abschnitt 3.1 (Absperrgeräte) um Hinweise zu Andreasstreifen und der Abschnitt 3.2.1 (Vorwarneinrichtungen) um Hinweise hinsichtlich der Funktion des kleinen Blinkpfeils im Zusammenhang mit dem Einsatz von Andreasstreifen zu ergänzen. Des Weiteren sind in den Teil D (Autobahnen), Abschnitt 4 (Regelpläne), die neuen Regelpläne D III/1 bis D III/4 sowie D III/7, einschließlich der ergänzenden Anmerkungen hierzu, aufzunehmen. Diese ersetzen die bisherigen entsprechenden Regelpläne bzw. ergänzen diese (z. B. durch die neuen, bislang nicht enthaltenen Regelpläne für Nachtbaustellen). Hieraus ergibt sich, dass in Teil D (Autobahnen), Abschnitt 3 (Arbeitsstellen kürzerer Dauer), die Tabelle D-4 entsprechend den vorgeschlagenen, einheitlichen – von den vorhandenen Sichtweiten unabhängigen –

⁵² Die farbliche Gestaltung der Andreasstreifen sollte demnach den Vorgaben der DIN 6171-1 (2003) entsprechen.

Anordnungen der Vorwarneinrichtungen anzupassen ist.

In den ZTV-SA (1997) sind folgende Änderungen bzw. Ergänzungen erforderlich: Abschnitt 5.4 (Absperrgeräte) ist um einen Bezug auf – noch festzulegende – technische Lieferbedingungen zu ergänzen, Abschnitt 6.4 (Aufstellen von Absperrgeräten) ist hinsichtlich des Aufbringens von Andreasstreifen auf die Fahrbahn und Abschnitt 6.15 (Allgemeines zu Einrichten von Arbeitsstellensicherungen für Arbeitsstellen von kürzerer Dauer) hinsichtlich der Vorgehensweisen beim Auf- und Abbau entsprechend den vorgeschlagenen, bereits in Kapitel 6.3 dargestellten Hinweisen und Regelungen zu ergänzen.

Als neues Regelwerk sind technische Lieferbedingungen erforderlich, die sowohl Anforderungen an die Andreasstreifen definieren als auch erforderliche Prüfungen und entsprechende Prüfverfahren vorgeben. Die festzulegenden Anforderungen betreffen die Maße, Gewicht, Materialbeschaffenheit und Farbe sowie weitere Gestaltungsmerkmale (z. B. Anordnung von Reflektoren) der Andreasstreifen. Prüfungen und Prüfverfahren betreffen neben der Prüfung dieser Anforderungen vor allem die Prüfung der Überfahrbarkeit und der Lagestabilität (insbesondere bei Bremsvorgängen) sowie gegebenenfalls auch der Festigkeit der Andreasstreifen bei Bremsvorgängen und lichttechnische Prüfungen.

6.5 Maßnahmen zur Praxiseinführung

Eine Einführung der Andreasstreifen ist möglichst bald anzustreben. Der Praxiseinsatz kann dabei kurzfristig, ohne großen finanziellen Mehraufwand für die Autobahnmeistereien und Absicherungsunternehmen umgesetzt werden.

Um eine kurzfristige Einführung der Andreasstreifen als Absicherungsmethode für Arbeitsstellen kürzerer Dauer realisieren zu können, sollten die abgeleiteten Empfehlungen zum Einsatz dieser zunächst in einem Hinweispapier oder Merkblatt der FGSV herausgegeben werden. Dieses sollte neben den Regelplänen und den ergänzenden Hinweisen bzw. Regelungen zum Auf- und Abbau auch Anforderungen an die Abmessungen und vor allem die Gestaltung der Andreasstreifen enthalten. Anzustreben ist, dass dieses Hinweispapier bzw. Merkblatt seitens des BMVBW mit einem ARS eingeführt und Andreasstreifen zur Anwendung bei Ar-

beitsstellen kürzerer Dauer vorgeschrieben, zumindest aber empfohlen werden.

Begleitend zu der Einführung der Andreasstreifen in die Praxis sollte eine entsprechend angelegte Informationskampagne für die Verkehrsteilnehmer durchgeführt werden. Diese verstärkte Aufklärung der Öffentlichkeit über die Absperrsystematik mit Andreasstreifen zur Minimierung des Unfallrisikos an Arbeitsstellen sollte z. B. über die Tagespresse, Automobilzeitschriften und/oder das Fernsehen (Der 7. Sinn, Fernfahrer TV) erfolgen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

In einer Grundlagenanalyse wurden die vorhandenen Untersuchungen und Erfahrungen hinsichtlich des Einsatzes von Andreasstreifen systematisch aufbereitet. Auf Basis der in den niederländischen Regelwerken enthaltenden Regelpläne und der hier gemachten Erfahrungen wurden Arbeitsstellenanordnungen zum Einsatz von Andreasstreifen auf deutschen Autobahnen abgeleitet. Parallel dazu wurden die Einsatzmöglichkeiten einer Querabspernung mit Leitbaken als Alternative zu den Andreasstreifen entwickelt, da für diese Variante bisher noch keine Erfahrungen vorlagen. Im Rahmen von Pilotversuchen in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz wurde der Einsatz beider Absicherungsmethoden anschließend praktisch erprobt.

Insgesamt haben die Untersuchungen gezeigt, dass der Einsatz von Andreasstreifen – im Gegensatz zu einer zusätzlichen Querabspernung mit Leitbaken – bei stationären Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen uneingeschränkt empfohlen werden kann. Dies gilt somit für Arbeitsstellen mit Sperrung des rechten und mit Sperrung des linken Fahrstreifens sowie auch für Arbeitsstellen auf dem Seitenstreifen. Insbesondere bei Letzteren ist die zusätzlich Absicherung mit Andreasstreifen aus verkehrlichen wie betrieblichen Aspekten unkritisch, gleichzeitig sind hiervon ausschließlich positive Effekte zu erwarten.

Die Analyse der betrieblichen Abläufe bei Verwendung der Andreasstreifen hat zudem belegt, dass keine zusätzliche Gefährdung durch Auf- und Abbau für das Betriebspersonal gegeben ist. Diese Aussage gilt allerdings nur unter der Vorgabe, dass die Andreasstreifen im Schutz eines Sicherungsfahrzeugs verlegt und auch wieder aufgenommen werden.

Zur Einführung dieser Absicherungsmethode als Standardabsicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer besteht jedoch noch Handlungs- und vor allem Regelungsbedarf, auch in juristischer Hinsicht. Hintergrund sind die beiden grundsätzlich denkbaren Möglichkeiten der straßenverkehrsrechtlichen Bedeutung der Andreasstreifen: Diese können prinzipiell als temporäre Fahrstreifensperrung oder als Vorwarneinrichtung betrachtet respektive definiert werden. Empfohlen wird, diese als Fahrstreifensperrung und somit in gelber Farbgebung einzusetzen. Die drei, 150 m vor der fahrbaren Absperrtafel angeordneten Andreasstreifen hätten somit letztendlich die Funktion ähnlich einer Sperrfläche nach Zeichen 298 StVO, hier jedoch auf Grund der gelben Farbe mit temporärem Charakter, und dürften nicht überfahren werden. Der Vorteil dieser Lösung gegenüber der reinen Funktion als Vorwarneinrichtung ist die straßenverkehrsrechtlich eindeutige Regelung, auch im Hinblick auf das nach § 7 Abs. 4 StVO bei einer Fahrstreifensperrung anzuwendende Reißverschlussverfahren.

Unabhängig von der straßenverkehrsrechtlichen Regelung ist eine kurzfristige Einführung von Andreasstreifen prinzipiell und ohne großen Aufwand möglich. Um diese nicht zu verzögern, sollte unabhängig von den notwendigen Überarbeitungen der technischen und sonstigen Regelwerke (vor allem StVO und VwV-StVO sowie RSA und ZTV-SA) ein entsprechendes Hinweispapier bzw. Merkblatt zum Einsatz von Andreasstreifen von der FGSV herausgegeben und durch das BMVBW mit einem entsprechenden ARS zur Anwendung vorgeschrieben bzw. empfohlen werden.

Bei Einführung der Andreasstreifen sollten über einen längeren Zeitraum Begleituntersuchungen durchgeführt werden (mindestens über einen Zeitraum von drei Jahren), um die langfristige Wirkung, vor allem in Bezug auf die Unfallentwicklung bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer beobachten zu können. Des Weiteren erscheint es wichtig, dass eine eventuelle Beeinflussung des Verkehrsablaufs auf Grund des Einsatzes von Andreasstreifen weiterhin überprüft wird.

Vor einer Ausweitung des Einsatzes der Andreasstreifen auf Arbeitsstellen auf dreistreifige Richtungsfahrbahnen mit Sperrung von zwei Fahrstreifen sollten der Aufbau sowie der Verkehrsablauf zunächst wissenschaftlich untersucht werden, um auch für diese Absperrvarianten Regelpläne zu entwickeln.

8 Literatur

- BÖHNKE, Ph.: Einsatz mobiler dynamischer Verkehrsinformationstafeln bei Arbeitsstellen von kürzerer Dauer. Seminararbeit am Lehrstuhl für Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau der RWTH Aachen (unveröffentlicht), Aachen 2004
- BRILON, W., BÄUMER, H., WEISER, F.: Mechanisch-akustische Bremsen in Verbindungsrampen von Autobahnen. In: Straßenverkehrstechnik 45 (2001), Heft 11, S. 529-539
- de VOS, A. P., ALFERDINCK, J. W. A. M., BAKKER, P. J.: Fluorescent Retroreflective Signing of Work Zones. TNO-report TM-98-C044 (unveröffentlicht), Soesterberg (NL) 1998
- DIN 6171: Aufsichtsfarben für Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen, Teil 1: Farbbereiche bei Beleuchtung mit Tageslicht. Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin 2003
- FONTAINE, M. D., CARLSON, P. J.: Evaluation of Speed Displays and Rumble Strips at Rural-Maintenance Work Zones. Washington, D. C. 2001
- GREBE, N., HANKE, H.: Verkehrssicherheit an kurzfristigen und beweglichen Arbeitsstellen auf Autobahnen. In: Straßenverkehrstechnik 35 (1991), Heft 3, S. 138-144
- HONRATH, J., TRAUDEN, A.: Untersuchung der Auswirkungen verschiedener Vorwarneinrichtungen auf das Fahrverhalten der Verkehrsteilnehmer vor fahrbaren Absperrtafeln auf dem Überholfahrstreifen. In: Straßenverkehrstechnik 32 (1988), Heft 3, S. 103-109
- JENSSEN, G. D.: Visibility of Fluorescent Retroreflective Traffic Control Devices, Part 0: Background Study. SINTEF-report STF63 A95013 (unveröffentlicht), Trondheim (N) 1995
- JENSSEN, G. D.: Visual Performance of Fluorescent Retroreflective Traffic Control Devices, Part 2/3: Assessment in Traffic and on Road. SINTEF-report STF22 F97605 (unveröffentlicht), Trondheim (N) 1997
- JENSSEN, G. D. et al.: Visual Performance of Fluorescent Retroreflective Traffic Control Devices, Part 1: Human Factors Visibility Study. SINTEF-report STF22 F96606 (unveröffentlicht), Trondheim (N) 1996

- JOHÄNNING, K.: Gestaltung und Einsatz mobiler dynamischer Verkehrsinformationstafeln mit frei programmierbaren Textanzeigen. Seminararbeit am Lehrstuhl für Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau der RWTH Aachen (unveröffentlicht), Aachen 2003
- JUNG, F., SCHÖNBORN, H. D.: Vorwarntafeln mit dynamischer Anzeige. In: Straßenverkehrstechnik 41 (1997), Heft 10, S. 480-482
- KAYSER, H. J., FELDGES, M., BUSCHMANN, U., OVERKAMP, K.: Unfälle mit Straßenunterhaltungspersonal auf Bundesautobahnen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 673, Bonn-Bad Godesberg 1994
- KLEIN, A.: Arbeitsstellen kürzerer Dauer in Baden-Württemberg – Modifizierte Absicherung. In: Straßenbetriebsdienst 2003, Kolloquium am 9. und 10. September 2003 in Karlsruhe. Tagungsband (S. 33-39), Köln 2004
- KLEIN, A., NORKAUER, A., HESS, R.: Arbeitsstellen kürzerer Dauer in Baden-Württemberg – Modifizierte Absicherung. In: Straßenverkehrstechnik 48 (2004), Heft 4, S. 183-190
- KÖRSTEN, R.: Frühwarnsystem für Arbeitsstellen auf BAB. In: Straßenverkehrstechnik 43 (1999), Heft 7, S. 333-336
- KUSTERS, M. M.: Nieuwe richtlijnen toepassing mobiele rijstrooksignalering (MRS). In: Wegen 75 (2001), Nummer 2, S. 16-19
- Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen: Musterpläne für Arbeitsstellen von kürzerer Dauer auf Autobahnen. Münster 2003
- MESEBERG, H.-H.: Wirksamkeit vertikaler Leitelemente für Straßenarbeitsstellen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Unterreihe Verkehrstechnik, Heft V 49, Bergisch Gladbach 1997
- MEYER, E.: Evaluation of Orange Removeable Rumble Strips for Highway Work Zones. In: Transportation Research Record (2001), No. 1715, S. 36-42
- NORKAUER, A.: Arbeitsstellen kürzerer Dauer in Baden-Württemberg – Maßnahmen zur Staureduzierung. In: Straßenbetriebsdienst 2003, Kolloquium am 9. und 10. September 2003 in Karlsruhe. Tagungsband (S. 24-32), Köln 2004
- NORKAUER, A., KLEIN, A.: Arbeitsstellen kürzerer Dauer in Baden-Württemberg – Maßnahmen zur Staureduzierung. In: Straßenverkehrstechnik 48 (2004), Heft 4, S. 173-182
- Programma van eisen Mobiele Rijstrooksignalering. Rijkswaterstaat (AVV), Rotterdam (NL) 2001
- Richtlijnen voor Maatregelen bij Werken in Uitvoering op Autosnelwegen. Publicatie 96a, CROW, Ede (NL) 1995
- Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA), Ausgabe 1995. Bundesministerium für Verkehr, Bonn-Bad Godesberg 1995
- ROOS, R., NORKAUER, A.: Tagesbaustellen in verkehrssarmen Zeiten – verkehrliche, betriebliche und wirtschaftliche Aspekte. In: Straßenbetriebsdienst 2001, Kolloquium am 17. und 18. Oktober 2001 in Darmstadt. Tagungsband (S. 37-43), Köln 2002
- SACHSE, Th., GABRIEL, H.-A., KIRCHHOF, H.: Das Personenwarnsystem – Mehr Sicherheit auf Autobahnen. In: Straße + Autobahn 54 (2003), Heft 7, S. 410-415
- SCHNÜLL, R., HOFFMANN, St., KLOPPE, U.: Innovative Beiträge zum Verkehrsplanungs- und Verkehrsmanagementkonzept für die Weltausstellung EXPO 2000 in Hannover. Veröffentlichungen des Instituts für Verkehrswirtschaft, Straßenwesen und Städtebau, Universität Hannover, Heft 27, Hannover 2000
- SCHÖNBORN, H. D., SCHULTE, W.: RSA-Handbuch, Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen, Band 2: ZTV-SA mit Kommentar. Kirschbaum Verlag, Bonn 1997
- SCHULTE, W.: Verbesserung bei der Durchführung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer. In: Straßenverkehrstechnik 36 (1992), Heft 4, S. 177-187
- STEINAUER, B., BAIER, M. M., KEMPER, D.: Neue Methoden zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer. In: Straßenbetriebsdienst 2003, Kolloquium am 9. und 10. September 2003 in Karlsruhe. Tagungsband (S. 7-12), Köln 2004
- STEINAUER, B., BAIER, M. M., KEMPER, D., BAUR, O., FRANK, H.: Sicherheitswirkung fluoreszierender Materialien bei Leiteinrichtungen in Arbeitsstellen. Schlussbericht (2. Entwurf) zum FE 82.218/2001 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (unveröffentlicht), Aachen/Darmstadt 2004

Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) vom 16. November 1970, geändert durch Art. 411 vom 29. Oktober 2001 (BGBl. I, S. 2785) und VO vom 14. Dezember 2001 (BGBl. I, S. 3783) mit Allgemeiner Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO) vom 22.10.1998 (BAnz. Nr. 246b v. 31.12.1998, ber. 1999, S. 947), geändert durch Erlass vom 26.1.2001 (BAnz. Nr. 21, S. 1419) und vom 18.12.2001 (BAnz. Nr. 242, S. 25513)

Technische Lieferbedingungen für bauliche Leitelemente (Tal-Leitelemente), Ausgabe 1997. Bundesministerium für Verkehr, Bonn 1997

TERNEY, B.: Rumble Strips in Work Zones. URL: <http://www.t2.unh.edu/spring02/pg3.html>, 2002

Toepassing andreasstrips – Aanvulling op de Richtlijnen voor Maatregelen bij Werken in Uitvoering op Autosnelwegen. CROW, Ede (NL) 2001

Toepassing Mobiele Rijstrooksignalering (MRS) – Aanvulling op de Richtlijnen voor Maatregelen bij Werken in Uitvoering op Autosnelwegen. CROW, Ede (NL) 2001

van VEENENDAAL, A. F. M., MESKEN, J., KLEM, E.: Aktiewagens en Andreasstrips – Een onderzoek naar veiligheids- en gebruiksaspecten. Rapportnummer TT99-66 (unveröffentlicht), Veenendaal (NL) 1999

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Sicherungsarbeiten an Arbeitsstellen an Straßen (ZTV-SA), Ausgabe 1997. Bundesministerium für Verkehr, Bonn 1997

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Verkehrstechnik“

1998

- V 52: Innenstadtverkehr und Einzelhandel
Baier, Schäfer, Müller-Hagedorn, Schuckel, Ziehe € 13,00
- V 53: Video-Technik im Straßenwesen
Heck, Nehren, Neumann, Schaaf, Schönharting, Windhorst € 15,50
- V 54: Wirkungen von Maßnahmen zur Unfallstellenbeseitigung im innerörtlichen Straßennetz
Brilon, Weinert € 16,00
- V 55: Standstreifen und Verkehrssicherheit auf BAB
Heidemann, Bäumer, Hamacher, Hautzinger € 12,50
- V 56: Bewertung der Attraktivität von Radverkehrsanlagen
Alrutz, Bohle, Willhaus € 16,00
- V 57: Auswirkungen von Haltestellen auf Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität innerstädtischer Hauptverkehrsstraßen
Köhler, Strauß, Wichmann € 11,50
- V 58: Park + Ride versus flächendeckende ÖPNV-Bedienung
Baier, Demny, Schäfer, Dobeschinsky, Krause € 12,50
- V 59: Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik für die Durchführung von Straßenverkehrszählungen (SVZ 2000)
Laffont, Regniet, Schmidt, Thomas € 16,00
- V 60: Straßenseitige Belastungen des Grundwassers
Tegethof € 11,00

1999

- V 61: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 1997 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Nierhoff, Palm, Regniet, Schmidt € 19,00
- V 62: Führung von Nahverkehrsfahrzeugen in Hauptverkehrsstraßen
Schnüll, Johannsmeier, Albers, Etzold, Kloppe, Sporbeck, Wilms € 20,50
- V 63: Gestaltungskriterien von Landstraßenkurven
Weise, Steyer € 15,00
- V 64: Querschnittsbreiten einbahniger Außerortsstraßen und Verkehrssicherheit und Sonderuntersuchung zum Querschnittstyp b2+1
Palm, Schmidt € 14,50
- V 65: Auswirkungen unterschiedlicher zulässiger Höchstgeschwindigkeiten auf städtischen Straßen
Retzko, Korda € 14,50
- V 66: Umweltauswirkungen abstumpfender Streustoffe im Winterdienst – Literaturanalyse
Moritz € 14,50
- V 67: Sicherheitseigenschaften außerörtlicher Knotenpunkte
Kölle, Schnüll € 17,50
- V 68: Städtischer Wirtschaftsverkehr und logistische Knoten
Sonntag, Meimbresse, Eckstein, Lattner € 17,00
- V 69: Stadtverträgliche Bedien- und Parkkonzepte für Reisebusse in der Stadttouristik
Kube € 16,00

- V 70: Entwurf und Bewertung von Verkehrsinformations- und -leitsystemen unter Nutzung neuer Technologien
Zackor, Lindenbach, Keller, Tsavachidis, Bogenberger € 11,00

- V 71: Flächenansprüche von Fußgängern
Alrutz, Bohle, Gugel, Kiegeland, Niemeyer, Schmidt, Vohl € 15,50

- V 72: Rechtsabbiegen bei Rot mit Grünpfeil
Albrecht, Brühning, Frenzel, Krause, Meewes, Schnabel, Topp € 10,50

- V 73: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 1998 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Laffont, Nierhoff, Regniet, Schmidt € 18,50

2000

- V 74: Einsatzbereiche von Angebotsstreifen
Hupfer, Böer, Huwer, Jacob, Nagel € 13,50

- V 75: Gesamtwirkungsanalyse zur Parkraumbewirtschaftung
Baier, Hebel, Peter, Schäfer € 15,00

- V 76: Radverkehrsführung an Haltestellen
Angenendt, Blase, Bräuer, Draeger, Klöckner, Wilken € 14,00

- V 77: Folgerungen aus europäischen F+E-Telematikprogrammen für Verkehrsleitsysteme in Deutschland
Philipps, Dies, Richter, Zackor, Listl, Möller € 18,50

- V 78: Kennlinien der Parkraumnachfrage
Gerlach, Dohmen, Blochwitz, Engels, Funke, Harman, Schmidt, Zimmermann € 15,50

2001

- V 79: Bedarf für Fahrradabstellplätze bei unterschiedlichen Grundstücksnutzungen
Alrutz, Bohle, Borstelmann, Krawczyk, Mader, Müller, Vohl € 15,50

- V 80: Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 1998
Lensing € 13,50

- V 81: Emissionen beim Erhitzen von Fahrbahnmarkierungsmaterialien
Michalski, Spyra € 11,50

- V 82: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 1999 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Laffont, Nierhoff, Schmidt € 19,50

- V 83: Verkehrssicherheit in Einbahnstraßen mit gegengerichtetem Radverkehr
Alrutz, Gündel, Stellmacher-Hein, Lerner, Mättig, Meyhöfer, Angenendt, Draeger, Falkenberg, Klöckner, Abu-Salah, Blase, Rühle, Wilken € 17,00

- V 84: Vereinfachtes Hochrechnungsverfahren für Außerorts-Straßenverkehrszählungen
Lensing, Mavridis, Täubner € 16,00

- V 85: Erstellung einer einheitlichen Logik für die Zielführung (Wegweisung) in Städten
Siegener, Träger € 14,50

- V 86: Neue Gütekriterien für die Beleuchtung von Straßen mit gemischtem Verkehr und hohem Fußgängeranteil
Carraro, Eckert, Jordanova, Kschischenk € 13,00

- V 87: Verkehrssicherheit von Steigungsstrecken – Kriterien für Zusatzfahrstreifen
Brilon, Breßler € 18,50

2002

- V 88: Tägliches Fernpendeln und sekundär induzierter Verkehr
Vogt, Lenz, Kalter, Dobeschinsky, Breuer € 17,50
- V 89: Verkehrsqualität auf Busspuren bei Mitnutzung durch andere Verkehre
Baier, Kathmann, Schuckließ, Trapp, Baier, Schäfer € 13,50
- V 90: Anprallversuche mit Motorrädern an passiven Schutzeinrichtungen
Bürkle, Berg € 16,50
- V 91: Auswirkungen der Umnutzung von BAB-Standstreifen
Mattheis € 15,50
- V 92: Nahverkehrsbevorrechtigung an Lichtsignalanlagen unter besonderer Berücksichtigung des nichtmotorisierten Verkehrs
Friedrich, Fischer € 14,00
- V 93: Nothaltemöglichkeiten an stark belasteten Bundesfernstraßen
Brilon, Bäumer € 17,00
- V 94: Freigabe von Seitenstreifen an Bundesautobahnen
Lemke, Moritz € 17,00
- V 95: Führung des ÖPNV in kleinen Kreisverkehren
Topp, Lagemann, Derstroff, Klink, Lentze, Lübke, Ohlschmid, Pires-Pinto, Thömmes € 14,00
- V 96: Mittellage-Haltestellen mit Fahrbahnanhebung
Angenendt, Bräuer, Klöckner, Cossé, Roeterink, Sprung, Wilken € 16,00
- V 97: Linksparken in städtischen Straßen
Topp, Riel, Albert, Bugiel, Elgun, Roßmark, Stahl € 13,50
- V 98: Sicherheitsaudit für Straßen (SAS) in Deutschland
Baier, Bark, Brühning, Krumm, Meewes, Nikolaus, Räder-Großmann, Rohloff, Schweinhuber € 15,00
- V 99: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2000 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Laffont, Nierhoff, Schmidt € 21,00

2003

- V 100: Verkehrsqualität unterschiedlicher Verkehrsteilnehmerarten an Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlage
Brilon, Miltner € 17,00
- V 101: Straßenverkehrszählung 2000 – Ergebnisse
Lensing € 13,50
- V 102: Vernetzung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen
Kniß € 12,50
- V 103: Bemessung von Radverkehrsanlagen unter verkehrstechnischen Gesichtspunkten
Falkenberg, Blase, Bonfranchi, Cossé, Draeger, Kautzsch, Stapf, Zimmermann € 11,00
- V 104: Standortentwicklung an Verkehrsknotenpunkten – Randbedingungen und Wirkungen
Beckmann, Wulfhorst, Eckers, Klönne, Wehmeier, Baier, Peter, Warnecke € 17,00
- V 105: Sicherheitsaudits für Straßen international
Brühning, Löhe € 12,00
- V 106: Eignung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen gemäß den Anforderungen nach DIN EN 1317
Ellmers, Balzer-Hebborn, Fleisch, Friedrich, Keppler, Lukas, Schulte, Seliger € 15,50
- V 107: Auswirkungen von Standstreifenumnutzungen auf den Straßenbetriebsdienst
Moritz, Wirtz € 12,50
- V 108: Verkehrsqualität auf Streckenabschnitten von Hauptverkehrsstraßen
Baier, Kathmann, Baier, Schäfer € 14,00

- V 109: Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf auf b2+1-Strecken mit allgemeinem Verkehr
Weber, Löhe € 13,00

2004

- V 110: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2001 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Laffont, Nierhoff, Schmidt, Kathmann € 22,00
- V 111: Autobahnverzeichnis 2004
Kühnen in Vorbereitung
- V 112: Einsatzkriterien für Betonschutzwände
Steinauer, Kathmann, Mayer, Becher € 16,50
- V 113: Car-Sharing in kleinen und mittleren Gemeinden
Schweig, Keuchel, Kleine-Wiskott, Hermes, van Hacken € 15,00
- V 114: Bestandsaufnahme und Möglichkeiten der Weiterentwicklung von Car-Sharing
Loose, Mohr, Nobis, Holm, Bake € 20,00
- V 115: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2002 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Kathmann, Laffont, Nierhoff € 24,50
- V 116: Standardisierung der Schnittstellen von Lichtsignalanlagen – Zentralrechner/Knotenpunktgerät und Zentralrechner/Ingenieurarbeitsplatz
Kroen, Klod, Sorgenfrei € 15,00
- V 117: Standorte für Grünbrücken – Ermittlung konfliktreicher Streckenabschnitte gegenüber großräumigen Wanderungen jagdbarer Säugetiere
Surkus, Tegethof € 13,50
- V 118: Einsatz neuer Methoden zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer
Steinauer, Maier, Kemper, Baur, Meyer € 14,50

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
Internet: www.nw-verlag.de

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.