

Verbesserung der Nacht-Naß-Sichtbarkeit von Straßenmarkierungen

Frank Hofmann

Die bis heute aus den verschiedenen gebräuchlichen Markierungsstoffen bestehenden Verkehrsleitlinien erfüllen nicht in allen Situationen die ihnen zugedachte Aufgabe, nämlich als gut sichtbare Linie dem Verkehrsteilnehmer eine Hilfe beim korrekten Befahren von Straßen zu sein. Perfekt hinsichtlich Erfüllung ihrer Aufgabe sind die Linien bei trockenem Wetter sowohl tagsüber als auch nachts. Bei Nässe und zwar mit zunehmender Wasserschichtdicke wird die Sichtbarkeit der Markierungen geringer. Nachts werden Leitlinien bei Wasseranfall ab einer bestimmten Wasserschichtdicke nahezu unsichtbar, obwohl in der Leitlinienoberfläche eine große Anzahl Reflexkörper — in der Regel in Form von 0,1 bis 0,8 mm großen Glaskugeln — erhaben eingebettet sind, die das Scheinwerferlicht retroreflektieren sollen, d. h. in Richtung Lichtquelle und damit auch in Richtung des Auges des hinter der Lichtquelle befindlichen Autofahrers zurückwerfen sollen, wodurch ein Quasi-Selbstleuchteffekt der Leitlinie erzielt werden soll.

Erreicht die Wasserschicht eine Dicke, die von den erhaben im Markierungsstoff eingebetteten Reflexkörpern nicht mehr durchbrochen wird, werden also die Reflexkörper von Wasser überflutet, so gelangt das im flachen Winkel auftreffende Scheinwerferlicht nicht mehr zu den Reflexkörpern, sondern wird von der Wasseroberfläche im gleichen flachen Winkel in die Ferne also vom Fahrzeug weg reflektiert. Dieser als Totalreflexion bekannte optische Effekt läßt eine unter einer Wasserschicht ab einer bestimmten Dicke befindliche Verkehrsleitlinie nahezu unsichtbar werden. Dies ist umso schwerwiegender als gerade bei Dunkelheit gepaart mit starker Nässe bzw. Regen der ohnehin in der Sicht behinderte Verkehrsteilnehmer auf eine wirkungsvolle Leithilfe durch Verkehrsleitlinien angewiesen ist.

Aus den bisherigen Ausführungen läßt sich leicht ableiten, daß Bemühungen zur Verbesserung der sogen. Nacht-Naß-Sichtbarkeit von horizontal aufgebrachtten Straßenmarkierungen das Ziel haben müssen, auch bei starkem Wasseranfall Reflexkörper für auftreffendes Scheinwerferlicht zugänglich zu halten, so daß Licht retroreflektiert, d. h. in Richtung der Lichtquelle zurückgeworfen werden kann.

An Bemühungen zur Verbesserung der Nacht-Naß-Sichtbarkeit hat es in der Vergangenheit nicht gefehlt, und es wurden etliche Verfahren und Systeme entwickelt, die den Mangel der heute üblichen Markierungen teilweise oder ganz beseitigen. Stets jedoch sind diese Verfahren und Systeme mit Nachteilen behaftet, die einem breiten Durchbruch im Wege stehen.

Kernpunkt der Bemühungen ist es, zu verhindern, daß die das Scheinwerferlicht retroreflektierenden Reflexkörper der Leitlinie auch bei stärkerem Wasseranfall von einer nivellierenden glatten Wasserschicht bedeckt sind. Dies kann erreicht werden durch die Anwendung sehr großvolumiger Reflexkörper, die auch aus dickeren Wasserschichten noch herausragen und somit direkt zugänglich bleiben für im flachen Winkel auftreffendes Scheinwerferlicht. Je größer jedoch die Reflexkörper, um so größer sind die von

Autoreifen beim Überrollen auf diese Reflexkörper in bestimmten Situationen ausgeübten Querkräfte (Bremsen, Beschleunigen, Kurvenfahrt) und um so größer ist damit die Gefahr, daß diese Reflexkörper aus der Oberfläche der Leitlinie herausgebrochen werden. Während bei mit kleinen und kleinsten Reflexkörpern gefüllten Markierungsstoffen bei fortschreitendem Verschleiß der Leitlinie, der auch das Herausbrechen von Reflexkörpern aus der Leitlinienoberfläche beinhaltet, immer neue Reflexkörper freigelegt und aktiviert werden, ist bei Verwendung von übergroßen Reflexkörpern nach dem Verlust der einzelnen Reflexkörper keine Aktivierung von weiteren darunterliegenden Reflexkörpern möglich, weil wegen ihrer Größe die Anordnung der Reflexkörper nur nebeneinander, also in einer einzigen Schicht realisierbar ist. Ein Verlust von Reflexkörpern bedeutet also auch Verlust von Lichtreflexfähigkeit. Selbst, wenn sich die feste Haftung größerer Reflexkörper im Markierungsstoff zufriedenstellend lösen lassen würde, würde die Oberfläche derart exponierter Reflexkörper durch die verschleißenden Einflüsse des Verkehrs angegriffen und „blind“ werden.

Sehr bewährt hinsichtlich Nacht-Naß-Sichtbarkeit haben sich mit Reflektoren bestückte vorfabrizierte Markierungskörper, die soweit über die Straßenoberfläche hinausragen, daß die in ihnen eingesetzten großvolumigen Reflektoren auch bei starkem Wasseranfall nicht vom Wasser überflutet werden. Diese in der Regel sehr wirkungsvollen Markierungskörper, von denen es viele unterschiedliche Ausführungen gibt, werden entweder auf die Straßenoberfläche aufgeklebt oder zum Teil in die Oberfläche eingelassen. Nachteilig sind jedoch der hohe Preis, der hohe Arbeitsaufwand beim Aufbringen derartiger Markierungskörper, der bisher noch nicht befriedigend maschinell gelöst werden konnte, und die keineswegs vernachlässigbare Höhe, die insbesondere bei geringem Abstand der Markierungskörper und hoher Fahrzeuggeschwindigkeit zu einer gefährlichen Ablenkung des Fahrzeugs führen kann, wenn dieses — wie es in der Regel der Fall ist — die aus derartigen Markierungskörpern gebildete Verkehrsleitlinie in spitzem Winkel schneidet. Durch das bei höheren Geschwindigkeiten auftretende Springen der Reifen wird zudem die Reifenhaftung auf der Fahrbahn in unzulässiger Weise beeinträchtigt. Aus diesen Gründen werden derartige Markierungskörper fast nur an Gefahrenstellen mit stark herabgesetzter zulässiger Höchstgeschwindigkeit eingesetzt.

Eine andere Möglichkeit, mit der verhindert werden kann, daß die aus der Leitlinienoberfläche herausragenden Reflexkörper von einer Wasserschicht überflutet werden, besteht darin, die Leitlinienoberfläche so zu profilieren, daß geneigte Flächen entstehen, von denen das Wasser schnell abfließen kann, mit dem Effekt, daß die Reflexkörper entweder gar nicht erst unter einer Wasserschicht verschwinden können oder aber wenigstens nach kürzester Zeit aus dem abfließenden Wasser wieder herausragen.

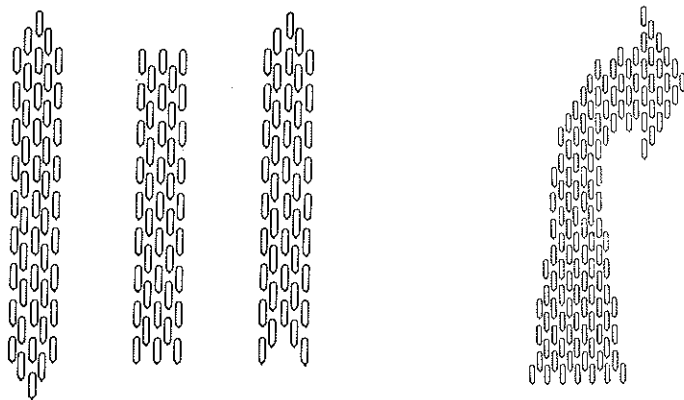
Bekannt geworden sind bisher verschiedene Möglichkeiten der Oberflächengestaltung. So wird bei einigen der bekannt gewordenen Verfahren die Leitlinie aus in Fahrtrich-

tung hintereinander auf einer dünnen Sockelschicht angeordneten quer zur Fahrtrichtung geradlinig oder geschwungen verlaufenden Wulsten gebildet, die direkt beim Applizieren eines Dickschichtmarkierungsstoffes oder unmittelbar danach in dem noch weichen Markierungsstoff durch Einwalzen erzeugt werden.

Die Wasserdrainierung ist nahezu optimal, und auftretendes Scheinwerferlicht wird von den günstig zur Lichtrichtung angeordneten geneigten Flächen der Wulste optimal reflektiert. Der Nachteil einer derartigen Oberflächengestaltung mit quer zur Fahrtrichtung angeordneten Wulsten besteht neben der schwierigen Herstellung darin, daß beim Überrollen durch Autoreifen je nach Geschwindigkeit ein mehr oder weniger lautes und hochfrequentes Geräusch entsteht, dessen Wirkung auf den Autofahrer umstritten ist. Das Geräusch kann vom Autofahrer als erwünschte Warnung (Verlassen der Fahrspur) verstanden werden, es kann aber auch zu Schreckreaktionen führen.

Durch die dynamischen Wirkungen eines über eine derartige Leitlinie hinwegrollenden Autoreifens werden die einzelnen Wulste zudem stark belastet, so daß infolge der Plastizität des Markierungsstoffes eine baldige Abplattung und Auswalzung der Wulste mit einhergehender Verringerung der Nacht-Naß-Sichtbarkeit eintritt. Für Klimazonen, in denen im Winter Schneepflüge eingesetzt werden, ist eine derartige Leitliniengestaltung natürlich äußerst ungünstig.

Nachfolgend wird nun eine Leitliniengestaltung vorgeschlagen, die nicht nur die Lösung des Problems der Nacht-Naß-Sichtbarkeit erwarten läßt, sondern auch noch weitere Vorzüge gegenüber den bisher bekanntgemachten Leitliniengestaltungen aufweist, jedoch ohne deren Nachteile ist.



Profilierte Leitlinien aus Einzellelementen

Auch bei der im folgenden vorgeschlagenen Leitliniengestaltung wird die Nacht-Naß-Sichtbarkeit dadurch erreicht, daß die Leitlinie stark geneigte Oberflächen aufweist, von denen Wasser sofort abfließt, so daß die in der Oberfläche eingebetteten Reflektorkörper nicht in einer Wasserschicht versinken können. Neu ist jedoch der Aufbau der Leitlinie aus einer Vielzahl von in Leitlinienrichtung verlaufenden, nebeneinander versetzt und überlappend angeordneten Wulsten nicht zu großer Länge aus einem Dickschicht-Markierungsstoff (Thermoplastik oder 2-Komponenten-Plastik). Die einzelnen Wulste sind untereinander nicht verbunden, etwa durch eine dünne Sockelschicht. Die Wulste stellen vielmehr einzelne, voneinander unabhängige Markierungskörper dar. Eine derartige Gestaltung weist folgende Vorzüge auf:

1. Optimale Wasserdrainierung. Die bei leicht geneigten Fahrbahnen neben bisher üblichen Dickschichtmarkierungen bei Regenfällen entstehenden Wasserstauf-

chen, die im Winter häufig zu gefährlichen Eisflächen erstarren, werden vermieden, da Leitlinien der vorgeschlagenen Gestaltung „durchlässig“ sind. Wasserstau an einer Leitlinie wird nicht etwa nur verringert, sondern kann infolge der in der vorgeschlagenen Leitlinie fehlenden Sockelschicht überhaupt nicht mehr auftreten. Derartige Leitlinien sind daher gleichermaßen geeignet für Mittelmarkierungen und für Randmarkierungen.

2. In Anfang und Ende der einzelnen Wulste lassen sich beim Applizieren großvolumige Glasperlen oder sonstige Reflektoren mit einer mit den Wulstabmessungen verträglichen Gestalt und Größe einbetten mit einer Reflexwirkung, die den zur Zeit gebräuchlichen, mit Reflektoren bestückten, auf die Fahrbahn geklebten oder in diese eingelassenen Markierungskörper ähnlich ist. Im Gegensatz zu einer Markierung mit derartigen in größeren Abständen angebrachten Einzelreflektoren entsteht bei einer Markierung mit der vorgeschlagenen Gestaltung mit in jedem Wulstanfang und -ende eingebetteten Reflektoren eher der Eindruck einer flächigen Markierung.
3. Sind Markierungen mit der vorgeschlagenen Gestaltung durch starke Schmutzablagerungen wie Sandanschwemmungen usw. (Randlinien!) in ihrer Effektivität hinsichtlich Nacht-Naß-Sichtbarkeit beeinträchtigt oder sollen nach dem Schneeräumen Markierungen auch im Profil bis auf den Grund freigelegt und damit aktiviert werden, ermöglicht die Längsorientierung der Wulste ein einfaches Reinigen der Markierungen mit Hilfe von um eine quer zur Fahrtrichtung liegenden Achse gegenläufig rotierenden Bürsten.
4. Der beim spitzwinkligen Überrollen der Leitlinie auf den Reifen und damit einseitig auf das Fahrzeug wirkende erhöhte Rollwiderstand, der eine Ablenkung des Fahrzeuges zur Folge haben kann, ist bei der vorgeschlagenen Leitliniengestaltung wegen der nur geringen Vertikalschwingung wesentlich geringer als bei Leitlinien mit hintereinander angeordneten Querwulsten. Der Widerstand dürfte nur wenig größer sein als bei den heute üblichen flächigen Leitlinien aus Dickschichtmarkierungsstoff.
5. Die Schneepflugfestigkeit dürfte infolge der Orientierung der Wulste in Leitlinienrichtung nicht schlechter und nicht besser sein als bei den heute üblichen Dickschichtleitlinien.
6. Durch die seitliche Überlappung der einzelnen Wulste entstehen beim Überrollen in Längsrichtung nur geringe Reifengeräusche, die kaum zu Schreckreaktionen führen können. Die dynamischen Kräfte zwischen Reifen und Leitlinienwulsten sind infolge der nur geringen Reifenschwingungen ebenfalls sehr gering, so daß die Deformierung der Wulste sehr viel langsamer vonstatten geht, als wenn diese quer zur Fahrtrichtung angeordnet wären.
7. Durch die Aufteilung der Markierungsfläche in kleine voneinander getrennte Einzelflächen sind die bei Sonneneinstrahlung infolge der unterschiedlichen Erwärmung in der Straßenoberfläche in den Übergangszonen entstehenden Spannungen wesentlich geringer, so daß mit den in diesen Übergangszonen häufig zu beobachtenden Reißbildungen kaum noch zu rechnen ist. Bekanntlich geht von diesen Reißbildungen häufig eine weitere Zerstörung der Straßendecke aus.
8. Die Applikation ist einfacher und mit höherer Geschwindigkeit durchführbar als Dickschichtleitlinien mit querliegenden Wulsten. Die in Leitlinienrichtung verlaufenden Wulste lassen sich durch Ausdrücken des Markierungsstoffes durch entsprechend der Anzahl der neben-

einanderliegenden Wulste angeordnete Düsen mit rundem Querschnitt erzeugen. Entsprechend der Länge der Wulste und entsprechend der gewünschten Struktur der Leitlinie werden die Düsen — jede für sich gesteuert — durch eine Steuervorrichtung geöffnet und geschlossen. Da Düsen mit rundem Querschnitt weniger zu Verstopfungen neigen als Düsen mit rechteckigem schmalen Querschnitt sind weniger Störungen zu erwarten.

9. Durch entsprechende zeitliche Steuerung der Düsenöffnung und -schließung läßt sich ohne Schwierigkeit die äußere Kontur der Markierungen so gestalten, daß die Markierungen mit bestimmten Informationsgehalten versehen werden können (s. Bild).

Mit den heute schon gebräuchlichen elektrischen Mitteln der Steuerung ist es ohne weiteres möglich, Markierungen mit nahezu beliebigen Konturen wie Richtungspfeile, Buchstaben usw. in einem Arbeitsgang maschinell und ohne Schablonen zu erzeugen. Diese Markierungen bestehen dabei wie auch die Leitlinien aus einer Vielzahl der immer wiederkehrenden Elemente, nämlich den in Fahrtrichtung verlaufenden Wulsten.

Behörden-Bekanntmachungen

Der Bundesminister für Verkehr
StB 26/14.86.02

Bonn, 13. 8. 1979
Kennedyallee 72

Oberste Straßenbaubehörden der Länder

mit Nebenabdrucken für
die Regierungen oder Mittelbehörden
die Autobahndirektionen und Straßenbauämter

nachrichtlich:
Bundesanstalt für Straßenwesen
Bundesrechnungshof

Betr.: „Schallschutz an Straßen — Beispiele ausgeführter Maßnahmen“

Die Broschüre „Schallschutz an Straßen — Beispiele ausgeführter Maßnahmen“ ist von der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V. im wesentlichen auf der Grundlage der Ergebnisse eines Forschungsauftrages des Bundesministers für Verkehr zusammengestellt und veröffentlicht worden. Ich weise hiermit auf diese Beispielsammlung hin. Sie soll Anregungen für die Lösung praktischer Schallschutzprobleme an Straßen geben und zur Information über gesammelte Erfahrungen hinsichtlich der schalltechnischen Wirksamkeit, der technischen Details und der festgestellten Vor- und Nachteile dienen.

Die Beispielsammlung ist bei der Geschäftsstelle der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V., Maastrichter Straße 45, 5000 Köln 1, zu beziehen.

Der Bundesminister für Verkehr
Im Auftrag: Dr.-Ing. E. h. Thul

Vorschriften, Richtlinien, Normen

Schweizer Normen für Straßenplanung und Straßenverkehrstechnik

Die 38. Normenlieferung vom April 1979 enthält aus dem Gebiet der Straßenplanung u. -Verkehrstechnik folgende Normen

SN	Titel	Schw. Fr.
640 269a	Knoten, Sichtverhältnisse	4,20
640 312	Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke	6,30
640 801	Wegweisung bei Anschlüssen	8,00
640 802	Wegweisung bei Verzweigungen	3,00
640 827a	Touristische Wegweiser und Symboltafeln	5,30

Persönliches

Ministerialdirektor Alois Friedl 60 Jahre

Der Leiter der Obersten Baubehörde im Bayer. Staatsministerium des Innern, Ministerialdirektor Professor Dipl.-Ing. Alois Friedl, hat am 24. August 1979 seinen 60. Geburtstag gefeiert.

Prof. Friedl, geboren in München, studierte — unterbrochen durch Kriegsdienst und Kriegsgefangenschaft — von 1938 bis 1947 an der TH München das Bauingenieurwesen und legte 1949 die Große Staatsprüfung ab. Nach Tätigkeiten bei der Regierung von Oberbayern, bei der Obersten Baubehörde, beim Straßenbauamt München und bei der Autobahndirektion München wurde er 1964 zum Leiter des Straßenbauamts Neu-Ulm bestellt. 1966 wurde er an die Oberste Baubehörde berufen. Zunächst mit der Leitung des Sachgebiets Technische Grundsatzfragen im Straßenbau beauftragt, wurde Prof. Friedl im August 1973 zum Leiter der Abteilung Straßen- und Brückenbau und im Juli 1978 zum 22. Leiter der Obersten Baubehörde bestellt.

Als anerkannter Fachmann und auf Grund seiner Aufgeschlossenheit gegenüber allen technisch-wissenschaftlichen Problemen gehört Prof. Friedl einer Vielzahl von Fachgremien des Bauwesens an und ist langjähriger Mitarbeiter der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, deren Vorstand er seit 1975 angehört. Sichtbarer Ausdruck der fachlichen Wertschätzung von Ministerialdirektor Friedl ist ein Lehrauftrag, der ihm 1963 von der TH München übertragen wurde. 1972 ernannte ihn die Hochschule zum Honorarprofessor. Eine öffentliche Würdigung seines Wirkens war die Verleihung des Bundesverdienstkreuzes im Jahr 1975. Prof. Friedl hat sich viele Freunde erworben, er wandert gern — im Winter auch als Skilangläufer —, liebt gute Musik und malt gern.

Berufung von Dr.-Ing. Durth an die TH Darmstadt

Der bisherige Leiter des hessischen Autobahnamtes in Frankfurt, Dr.-Ing. Walter Durth wurde am 18. April 1979 zum Professor für Straßenentwurf und Straßenbetrieb an die Technische Hochschule Darmstadt berufen.

Dr.-Ing. Pampel, neuer Präsident der UITP

Auf dem 43. Internationalen Kongreß des Internationalen Verbandes für öffentliches Verkehrswesen (UITP) in Helsinki am 15. Juni 1979 wurde Dr.-Ing. Fritz Pampel, Vorstandsmittglied der Hamburger Hochbahn AG zum Präsidenten gewählt. Der UITP gehören 362 Verkehrsbetriebe aus 65 Ländern an. Sie hat ihren Sitz in Brüssel.

Hohe Ehrung für Senator K. A. Dambach

Der Bundespräsident verlieh Senator Kurt A. Dambach zu seinem 60. Geburtstag das Große Bundesverdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland. Im Rahmen einer Feier im kleinen Kreise überreichte Ministerpräsident Lothar Späth den Orden und nahm die Gelegenheit zum Anlaß, die Verdienste Kurt A. Dambachs zu würdigen.

Neuer Präsident der VSS

Die Vereinigung Schweizerischer Straßenfachleute (VSS) hat auf ihrer Hauptversammlung im Juni 1979 als neuen Präsidenten für die nächsten vier Jahre den Stadttingenieur von Chur, Hans Strasser gewählt. Er diplomierte 1946 als Kulturingenieur an der ETH und erwarb anschließend das Geometerpatent. Nach mehrjähriger Tätigkeit in einem privaten Ingenieurbüro übernahm er 1959 als Stadttingenieur die Leitung der Abteilungen Tiefbau, Hochbau, Planung, Werkbetrieb, Gartenbau und Vermessung der Stadt Chur. Er gehört dem geschäftsleitenden Ausschuß der VSS seit 1973 an.