

# 17 SCHRIFTENREIHE VERKEHRSSICHERHEIT



Deutscher  
Verkehrssicherheitsrat

## Leitfaden Fahrbahnmarkierung

**VISION ZERO.**  
KEINER KOMMT UM. ALLE KOMMEN AN.

# Leitfaden Fahrbahnmarkierung

Zusammengestellt und bearbeitet von

**Dr.-Ing. Helmut Frank**, Beratungsbüro für Verkehrslichttechnik und

**Verm.-Ass. Dipl.-Ing. Henriette Reinsberg**, Industrieverband Straßenausstattung e.V.

## Vorwort

Die Verkehrsteilnehmer bewegen sich in unseren Städten in einem gefährlichen Umfeld: Dichter Verkehr auf manchmal engen Straßen führt häufig zu unübersichtlichen Situationen und beansprucht die volle Aufmerksamkeit. Für eine schnelle Orientierung und eine sichere Verkehrsführung sind gute Fahrbahnmarkierungen von großer Bedeutung. Sie werden in Zukunft noch wichtiger, da mit einem weiteren Anstieg des Verkehrsaufkommens zu rechnen ist. Bei den Verkehrsteilnehmern wird der Anteil älterer Menschen erheblich zunehmen. Auch daraus resultieren besondere Anforderungen an die Qualität der Fahrbahnmarkierung.

In der Bundesrepublik Deutschland sind die rechtlichen und fachlichen Voraussetzungen für die auch unter Sicherheitsgesichtspunkten geeigneten horizontalen und vertikalen Verkehrszeichen gegeben. Die entsprechende Umsetzung in der Praxis ist aber nicht durchgehend sichergestellt.

In diesem Leitfaden werden die wesentlichen Merkmale, Anforderungen und Qualitätskriterien für Fahrbahnmarkierungen erörtert.

Der Deutsche Verkehrssicherheitsrat (DVR) und die Deutsche Studiengesellschaft für Straßenmarkierungen (DSGS) wenden sich mit diesem Leitfaden an die Polizei, die Straßenverkehrs- und die Straßenbaubehörden der Länder und Kommunen mit der Bitte, den Fahrbahnmarkierungen die notwendige Aufmerksamkeit zu schenken. Korrekte und qualitativ hochwertige Fahrbahnmarkierungen sind eine gute Investition in die Verkehrssicherheit.

Dieser Leitfaden wurde mit Unterstützung der Deutschen Studiengesellschaft für Straßenmarkierungen e.V. (DSGS) hergestellt.

## Inhaltsübersicht

Vorwort .....	1
Inhaltsübersicht .....	2
1. Allgemeines .....	4
2. Grundlagen .....	5
2.1. Aufbau von Fahrbahnmarkierungen .....	5
2.2. Materialien.....	6
2.3. Regelwerke .....	6
2.3.1. Straßenverkehrsordnung (StVO) .....	6
2.3.2. Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrsordnung (VwV-StVO) .....	8
2.3.3. Richtlinien für Markierungen von Straßen (RMS) .....	8
2.3.4. Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA) .....	8
2.3.5. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Straßen (ZTV M).....	8
2.3.6. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Sicherungs- arbeiten an Arbeitsstellen an Straßen (ZTV SA) .....	8
2.3.7. Technische Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien (TL M).....	9
2.3.8. Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko).....	9
2.3.9. Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen (M DV).....	9
2.3.10. Sonstige .....	9
3. Qualität von Fahrbahnmarkierungen.....	9
3.1. Verkehrstechnische Anforderungen.....	10
3.1.1. Tages- und Nachtsichtbarkeit .....	10
3.1.2. Griffbarkeit .....	12
3.2. Weitere Anforderungen.....	12
3.2.1. Haltbarkeit .....	12
3.2.2. Erneuerung der Markierung .....	13
3.2.3. Regenfestigkeit, Rissbildung, Schichtdicken .....	13
4. Auswahl von Markierungssystemen.....	13
4.1. Einsatz von Typ II Markierungen.....	14
4.2. Einsatzgebiete für endgültige Markierungen.....	14
4.2.1. Gruppenzugehörigkeit der einzelnen Fahrbahnmarkierungsarten und Verkehrsklassen für endgültige Markierungen.....	14
4.3. Einsatzgebiete für vorübergehende Markierungen .....	16

5.	Demarkierung .....	16
6.	Qualitätskontrolle .....	16
7.	Qualifizierung des Personals und der Unternehmen.....	17
8.	Überprüfung .....	18
8.1.	Überprüfung der Markierung während der Applikation .....	18
8.2.	Überprüfung der Markierung nach der Applikation .....	19
8.3.	Qualitätskontrolle nach Ablauf der Gewährleistungsfrist .....	20
8.4.	Überprüfung der Markierung während einer Verkehrsschau .....	22
8.5.	Anderweitige Überprüfungen der Markierung .....	23
9.	Finanzmittel.....	23
Literatur	.....	24
Anhang	.....	26
A1	Messgeräte.....	26
A2	Wichtige Abmessungen aus den RMS (Teil 1) .....	27

## 1. Allgemeines

Fahrbahnmarkierungen sind gemäß §§ 39 ff StVO Verkehrszeichen. Sie sind ein wesentliches Element der Verkehrsregelung und der Verkehrsführung. Sie dienen der Sicherheit im Straßenverkehr. Dieser Aufgabe können sie nur gerecht werden, wenn

- die richtigen Materialien verwendet werden
- sie richtig appliziert werden
- ihre Funktionstüchtigkeit über die gesamte Lebensdauer sichergestellt wird.

Dies erfordert, dass ihr Zustand regelmäßig überprüft wird, und notwendige Instandsetzungen bzw. ein erforderlicher Austausch rechtzeitig durchgeführt werden.

Die vorhandenen gesetzlichen Bestimmungen, Vorschriften und Richtlinien sind grundsätzlich ausreichend, um eine qualitativ gute Markierung zu gewährleisten.

So beschreiben z.B. die *Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Straßen (ZTV M)* Anforderungen an Fahrbahnmarkierungen im Neuzustand und im Gebrauchszustand.

Generell fordert die *VwV – StVO* die gute Sichtbarkeit von Verkehrszeichen. Sie muss bei Tageslicht und bei Dunkelheit auch unter widrigen Witterungsbedingungen gewährleistet sein. Diese Forderung gilt auch für Fahrbahnmarkierungen. Kriterien für die erforderlichen Prüfungen und Maßnahmen zur Sicherung der Qualität von Fahrbahnmarkierungen außerhalb der Gewährleistungsfrist existieren jedoch noch nicht.

Der vorliegende Leitfaden stellt Prüfkriterien für die Funktionstüchtigkeit von Fahrbahnmarkierungen über die *ZTV M* hinaus auf und gibt somit allen Straßenverkehrsbehörden und Verbänden, die sich mit Fahrbahnmarkierungen auseinandersetzen, Hilfestellung bei der Qualitätssicherung.

Der Leitfaden gilt für alle Straßenklassen und Markierungszustände, sowohl für endgültige Markierungen als auch für temporäre Markierungen (z.B. in Arbeitsstellen), ungeachtet des Markierungsalters.

Unterschiedliche Überprüfungsverfahren für Fahrbahnmarkierungen bei Dunkelheit und feuchter bzw. nasser Fahrbahn, bei Dunkelheit und trockener Fahrbahn und bei Helligkeit (Tagessichtbarkeit) werden erörtert und für die einzelnen Einsatzbereiche empfohlen – so kann z.B. eine visuelle Überprüfung bei Tageslicht die Tagessichtbarkeit, etwaige Markierungsschäden sowie Verschmutzung aufzeigen, nicht jedoch den Zustand der Markierung unter Retroreflexion, die ja nur bei Dunkelheit zum Tragen kommt.

Auch die Griffbarkeit von Fahrbahnmarkierungen ist ein wichtiger Qualitätsaspekt, auf den in diesem Leitfaden eingegangen wird.

Eine gute Fahrbahnmarkierung gewinnt auch als sog. „Spurverlassenswarner“ und hinsichtlich der Spurhalteassistenten in Fahrzeugen an Bedeutung. So erzeugt eine stark profilierte Fahrbahnrandmarkierung (Rüttelstreifen) beim Überfahren ein Warngeräusch oder eine Vibration und macht den Fahrer auf ein Abkommen von der Fahrbahn aufmerksam. Voraussetzung für die Funktion von Spurhalteassistenten sind eindeutige, bei allen Licht- und Witterungsbedingungen sichtbare Fahrbahnmarkierungen. Der Leitfaden behandelt diesen Aspekt nicht weiterführend. Es wird hierzu auf eine Veröffentlichung des ADAC (siehe *Literatur [17]*) verwiesen.

## 2. Grundlagen

### 2.1. Aufbau von Fahrbahnmarkierungen

Fahrbahnmarkierungen werden schon seit vielen Jahren im Straßenverkehr eingesetzt. Bei Dunkelheit sind sie aber erst seit dem Zeitpunkt sichtbar und erkennbar, als es gelang, diese retroreflektierend auszuführen.

Retroreflexion wird dadurch erreicht, dass in das Markierungsmaterial Reflexkörper eingebracht werden. Meistens handelt es sich hierbei um Mikroglasperlen mit einem Durchmesser von 0,1 bis 2,0 Millimeter. Das einfallende Scheinwerferlicht wird in den Glasperlen an der Markierungsoberfläche so gebrochen und reflektiert, dass ein Teil des Lichts zum Fahrer zurück gestrahlt (retroreflektiert) wird.

Leider geht der Effekt der Retroreflexion bei herkömmlichen Markierungen mit zunehmender Feuchte auf deren Oberfläche aus physikalischen Gründen verloren. Dieser Effekt kommt dadurch zu Stande, dass dann die Zwischenräume der Glasperlen mit Wasser ausgefüllt sind und der Strahlengang des einfallenden Scheinwerferlichtes signifikant verändert wird: Das Licht wird in andere Richtungen abgelenkt und es findet keine Retroreflexion mehr statt. Gerade bei Dunkelheit und Regen, wenn der Verkehrsteilnehmer ganz besonders auf eine gute visuelle Führung durch Markierung angewiesen ist, kann eine Fahrbahnmarkierung praktisch unsichtbar werden, wenn sie nicht über Eigenschaften zur besseren Sichtbarkeit bei Dunkelheit und Nässe verfügt.

Zur Verbesserung der Nachtsichtbarkeit bei Nässe können in die Markierung größere Glasperlen mit einem Durchmesser von bis zu 2 mm eingebracht oder Markierungen mit einer strukturierten oder profilierten Oberfläche verwendet werden. Hier kann Retroreflexion auch bei feuchter oder nasser Straße stattfinden, weil die Markierungsoberfläche eine größere vertikale Komponente aufweist, die nicht von Wasser bedeckt wird. Retroreflexion bei vollständig mit Wasser bedeckten Markierungsoberflächen kann erreicht werden, wenn Glasperlen im Markierungsmaterial vorhanden sind, die bestimmte geeignete Brechungsindizes besitzen.

Herkömmliche Markierungen, deren Oberflächen in der Regel glatt ausgebildet sind und keine besonders ausgeprägten Retroreflexionseigenschaften bei Nässe aufweisen, werden als *Typ I Markierungen* bezeichnet. Markierungen mit besonders ausgeprägten Retroreflexionseigenschaften bei Dunkelheit und Nässe nennt man *Typ II Markierungen*.

Ein weiteres Kriterium der Unterscheidung hängt direkt mit der Beanspruchung und Einbauart zusammen. Man unterscheidet hierbei zwischen

- *aufgelegten* Markierungen und
- *ingelegten* Markierungen.

Im Normalfall werden aufgelegte Markierungen verwendet. Bei besonders starken Beanspruchungen wie beispielsweise Quermarkierungen in Knotenpunkten kommen auch eingelegte Markierungen zum Einsatz. Zur Erstellung einer solchen Markierung wird die Oberfläche der Fahrbahn ausgefräst und die Markierung anschließend eingelegt, so dass sich im Querschnitt betrachtet nur ein Teil oberhalb der Fahrbahnoberfläche befindet.

Wegen der niedrigen Rauigkeit des reinen Markierungsmaterials und der glatten Glasperlen an der Markierungsoberfläche ist eine Markierung i.d.R. sehr viel glatter als die umgebende Straßenoberfläche. Deshalb werden zusätzliche Mittel (z.B. Korund) in die Markierung eingebracht, die die Griffigkeit verbessern. Dadurch wird eine gewisse Mindestrutschfestigkeit erzielt.

## 2.2. Materialien

Aufgrund der erhöhten Anforderungen bezüglich des Umweltschutzes und der allgemeinen Weiterentwicklung der Technik gibt es sehr unterschiedliche Markierungsstoffe im Markt. Eine vollständige Übersicht und Beschreibung der derzeit in Deutschland verwendeten Markierungsstoffe, ist den *TL M (Technische Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien)* der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) zu entnehmen.

Markierungsmaterialien werden in *vorgefertigte* oder *nicht vorgefertigte Markierungssysteme*, *Markierungselemente* und *Beistoffe* unterteilt:

- *Nicht vorgefertigte Markierungssysteme* bestehen aus flüssigen Markierungsstoffen und Nachstreumitteln, die auf der Straße zusammengeführt werden. Bei nicht vorgefertigten Markierungen wird zwischen vier Stoffgruppen unterschieden:
  - Farben (lösemittelarme Farben und Dispersionen, Zweikomponenten Farben)
  - Highsolid - Dispersionen
  - Thermoplastiken
  - Reaktive Stoffe (Kaltplastiken/Spritzplastiken)
- *Vorgefertigte Markierungssysteme* werden fabrikmäßig als Stapelware produziert und in fester Form mit Kleber oder auf andere Weise mit der Straßenoberfläche verbunden. Zu den vorgefertigten Markierungen gehören Folien und vorgefertigte Thermoplastiken. Außerdem gehören hierzu auch Markierungsknöpfe und Sichtzeichen, die aber in diesem Dokument nicht behandelt werden.
- Zu den *Beistoffen* gehören Voranstrichmittel, Kleber, Verdünnungsmittel, Reflexkörper, Griffmittelmittel und gemischte Beistoffe (Mischung aus Reflexkörpern und Griffmittelmitteln)

Die verschiedenen Markierungsmaterialien sind als *Typ I* und als *Typ II* Markierungen, d.h. Markierungen mit verbesserter Sichtbarkeit bei Dunkelheit und Nässe verfügbar. Reflexkörper werden heute nicht nur als Recyclingprodukt aus Flachglas gefertigt, sondern zum Teil auch aus verschiedensten Ausgangsstoffen erschmolzen oder aus Keramiken hergestellt. Man erreicht hierdurch mitunter sehr hohe Brechungsindizes und damit u.a. bei Nässe eine höhere Retroreflexion.

Die Haftung von Glasperlen im Markierungsstoff konnte durch die Beschichtung der Perlen mit Silanen entscheidend verbessert werden.

## 2.3. Regelwerke

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Regelwerke aufgeführt, die sich mit Fahrbahnmarkierungen befassen.

Soweit notwendig wurden die nationalen deutschen Regelwerke bereits an die europäischen Normen angepasst.

### 2.3.1. Straßenverkehrsordnung (StVO)

Fahrbahnmarkierungen sind Verkehrszeichen im Sinne der §§ 39ff StVO. Sie dürfen die Verkehrsteilnehmer nicht verwirren und müssen von diesen jederzeit, auch bei Dunkelheit und Nässe, durch einen raschen und beiläufigen Blick unzweifelhaft zu erkennen sein. Markierungen müssen eine fortlaufende optische Führung gewährleisten.

Die StVO legt fest (§ 39 Abs. 5 StVO Satz 1), dass Markierungen grundsätzlich weiß sind. Nur als vorübergehend gültige Markierungen sind sie gelb; in diesem Fall heben sie die weißen Markierungen auf (§ 39 Abs. 5 StVO Satz 2 ff).

Vorübergehende gelbe Markierungen sind Markierungen im Bereich von Arbeitsstellen auf Straßen. Ihre Funktion ist es, dem Verkehrsteilnehmer eine geänderte Verkehrsführung in der Arbeitsstelle anzuzeigen.

Um diese Funktion erfüllen zu können, müssen sie bei Tag und bei Dunkelheit mindestens ebenso gut sichtbar und erkennbar sein, wie die vor Ort vorhandenen weißen Markierungen.

Die *StVO* legt auch die verschiedenen Markierungszeichen fest (*StVO Anlage 2* zu § 41 Abs. 1, *Abschnitt 9* und *Anlage 3* zu § 42 Abs. 2):

**Fußgängerüberweg (Zeichen 293)**



**Haltlinie (Zeichen 294)**



**Wartelinie (Zeichen 341)**



**Fahrstreifenbegrenzung u. Fahrbahnbegrenzung (Zeichen 295)**



**Einseitige Fahrstreifenbegrenzung (Zeichen 296)**



**Pfeilmarkierungen (Zeichen 297)**



**Vorankündigungspfeil (Zeichen 297.1)**



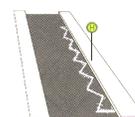
**Sperrfläche (Zeichen 298)**



**Leitlinie (Zeichen 340)**



**Grenzmarkierung (Zeichen 299)**



### **2.3.2. Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrsordnung (VwV-StVO)**

Die *Verwaltungsvorschrift zur StVO (VwV-StVO)* regelt u.a., dass

- Markierungen nach den *Richtlinien für die Markierung von Straßen (RMS)* auszuführen sind, die das für Verkehr zuständige Bundesministerium im Einvernehmen mit den zuständigen obersten Landesbehörden im Verkehrsblatt bekannt gibt
- die auf den fließenden Verkehr bezogenen Markierungen retroreflektierend auszuführen sind
- nach Erneuerung oder Änderung einer dauerhaften Markierung die alte Markierung nicht mehr sichtbar sein darf, wenn dadurch Zweifel über die Verkehrsregelung entstehen könnten
- gelbe Markierungen oder gelbe Markierungsknopfreiheiten nach den *Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA)* auch im Sockelbereich von temporär eingesetzten transportablen Schutzwänden angebracht werden können.

### **2.3.3. Richtlinien für Markierungen von Straßen (RMS)**

Die *RMS* enthalten neben allgemeinen Hinweisen zur Fahrbahnmarkierung Angaben zu Abmessungen und geometrischer Anordnung sowie Einsatzkriterien von Markierungszeichen (siehe *Anhang A2*). In *Teil 1* der *RMS* wird nochmals deutlich darauf hingewiesen, dass Fahrbahnmarkierungen verwendet werden, um den Verkehr zu regeln, die Verkehrsteilnehmer zu warnen und optisch zu führen.

Fahrbahnmarkierungen sind ausschließlich nach den Vorgaben der *RMS* auszuführen. Abgesehen von geringfügigen Abweichungen muss deshalb jede Änderung durch die zuständigen obersten Landesbehörden oder die nach Landesrecht bestimmten Stellen (§ 46 Abs. 2 *StVO*) zugelassen werden. Es sind das Übereinkommen über Straßenverkehrszeichen (Wien 1968) und das Protokoll über Straßenmarkierungen zum europäischen Zusatzübereinkommen über Straßenverkehrszeichen (Genf 1973) zu beachten.

Schriftzeichen und die Wiedergabe von Verkehrsschildern auf der Fahrbahn dienen gemäß § 42 Abs. 6 Nr. 3 *StVO* dem Hinweis auf ein entsprechendes Verkehrszeichen. Sie haben deshalb für sich allein genommen, im Gegensatz zu den Markierungen gemäß § 41 Absatz 3 *StVO* die Gebote und Verbote darstellen, keinen rechtswirksamen Charakter.

### **2.3.4. Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA)**

Diese Richtlinien gelten für die Sicherung von Arbeitsstellen nach dem Verkehrsrecht und regeln daher auch, wann vorübergehende Markierungen im konkreten Fall einzusetzen sind (Regelpläne).

### **2.3.5. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Straßen (ZTV M)**

Die *ZTV M* legen die Anforderungen an Fahrbahnmarkierungen, die Auswahl und die Ausführung der unterschiedlichen Stoffe sowie Kontrollprüfungen und Prüfverfahren fest. Sie sind Vertragsgrundlage für Aufträge von Bund und Ländern zur Ausführung von Fahrbahnmarkierungen auf Straßen.

### **2.3.6. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Sicherungsarbeiten an Arbeitsstellen an Straßen (ZTV SA)**

Die *ZTV SA* fordern, dass vorübergehende Markierungen bei Räumung der Baustelle möglichst zu entfernen sind. Dabei ist das Markierungsmaterial so auszuwählen, dass es von Fahrbahndecken schonend, rückstandsfrei, umweltfreundlich und angemessen schnell zu entfernen ist.

### **2.3.7. Technische Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien (TL M)**

Die *TL M* regeln die Lieferung von Markierungsmaterialien für dauerhafte und temporäre Markierungen. Sie enthalten eine Einteilung der Markierungsmaterialien und beschreiben im Einzelnen, wie sie beschaffen sein müssen. Die *TL M* sind ebenfalls Vertragsgrundlage für Aufträge von Bund und Ländern zur Ausführung von Fahrbahnmarkierungen auf Straßen.

### **2.3.8. Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko)**

Das *M Uko* (siehe Literatur Nr. [12]) regelt die Arbeit von Unfallkommissionen: Die Bekämpfung der Verkehrsunfälle im Rahmen der örtlichen Unfalluntersuchung ist nach *VwV-StVO* zu § 44 Aufgabe der Unfallkommissionen, in denen Polizei, Straßenverkehrs- und Straßenbaubehörden ständige Mitglieder sind. Danach haben Unfallkommissionen bundesweit die Aufgabe, Unfallhäufungen zu erkennen, sie zu analysieren und Maßnahmen zu ihrer Beseitigung zu beschließen, sowie dafür Sorge zu tragen, dass beschlossene Maßnahmen umgesetzt werden und eine Wirkungskontrolle erfolgt.

Das Spektrum der Arbeit umfasst bauliche, verkehrsrechtliche und verkehrspolizeiliche Maßnahmen. Dies betrifft also auch die Fahrbahnmarkierungen.

### **2.3.9. Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen (M DV)**

In der *VwV-StVO* zu § 45 Absatz 3 sind regelmäßige Verkehrsschauen vorgeschrieben, die von den Straßenverkehrsbehörden unter der Beteiligung der Straßenbaubehörden und der Polizei zu veranlassen sind.

Gegenstand der im Merkblatt M DV, siehe Literatur Nr. [13] im Einzelnen beschriebenen Verkehrsschauen sind unter anderem vorbeugend die Überprüfung des Zustandes und der Sichtbarkeit der vertikalen und horizontalen Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen sowie die Beseitigung möglicher Gefahren im öffentlichen Verkehrsraum.

### **2.3.10. Sonstige**

Markierungen müssen den gesetzlichen Bestimmungen zum Arbeits- und Umweltschutz entsprechen.

## **3. Qualität von Fahrbahnmarkierungen**

In Deutschland sind die Straßen in der Regel mit Fahrbahnmarkierungen ausgestattet, sofern es sich um überörtliche Verkehrswege handelt. Jedoch sind in den meisten Fällen immer noch *Typ I* Markierungen anzutreffen. Mit *Typ II* Markierungen werden zunehmend Bundesautobahnen und autobahnähnliche Straßen sowie Bundesstraßen ausgestattet.

Insgesamt ist die Qualität der Fahrbahnmarkierungen in Deutschland sehr unterschiedlich. Nach einer Befragung der *Deutschen Studiengesellschaft für Fahrbahnmarkierungen e.V. (DSGS)* wird die Fahrbahnmarkierung auf Bundesautobahnen relativ gut bewertet, die Fahrbahnmarkierung aller anderen Straßenklassen lassen jedoch häufig zu wünschen übrig. Auch Untersuchungen einzelner Bundesländer ergaben starke regionale Qualitätsunterschiede.

Insbesondere werden immer wieder folgende Qualitätsmängel genannt:

- mangelnde Nachtsichtbarkeit bei trockener und nasser Straße
- teilweise mangelnde Tagessichtbarkeit
- mangelnde Griffbarkeit
- zu schneller Verschleiß
- Verwendung falscher oder ungeeigneter Materialien

- zu wenig oder ungeeignete Nachstreumittel
- mangelnde Haftung der Markierungsstoffe beispielsweise durch Applikation bei ungünstiger Witterung (zu kalt, zu feuchte Straßenoberfläche, zu hohe Luftfeuchtigkeit) und Nichtbeachtung der Herstellerhinweise
- Nichteinhaltung der Abmessungen (zu geringe Längen und Breiten)
- zu geringe Schichtdicken
- Phantomspuren nach Entfernung von Markierungen

Diese Aufzählung macht deutlich, dass die Markierungsqualität nicht nur vom Material, sondern auch von der Qualifikation des Markierungspersonals und der ausschreibenden Dienststelle abhängig ist.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass Fahrbahnmarkierungen Verschleißteile sind, die einer ständigen Abnutzung durch den Verkehr unterliegen. Sie müssen deshalb fortlaufend unterhalten und erneuert werden.

Maßgeblich für die Qualität der Markierungen sind ihre verkehrstechnischen Eigenschaften, also die Tages- und Nachtsichtbarkeit sowie die Griffbarkeit und die Haltbarkeit.

### 3.1. Verkehrstechnische Anforderungen

Nach *ZTV M Abschnitt 4.1* müssen Markierungen bestimmten Anforderungen genügen, deren Erfüllung durch ein Prüfzeugnis der *Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)* nachzuweisen ist. Die von der BASt freigegebenen Fahrbahnmarkierungen werden in einer Liste veröffentlicht. Diese sogenannte Freigabeliste liegt in Form einer Datenbank vor (siehe *Literatur Nr. [18]*) und wird von der BASt regelmäßig aktualisiert.

Die ZTV-M unterscheiden bei der Tages- und Nachtsichtbarkeit von endgültigen Markierungen zwischen Anforderungen zur Abnahme (Neuzustand) und Anforderungen während der Verjährungsfrist für Mängelansprüche (Gebrauchszustand). Es wird ferner empfohlen, endgültige Markierungen zu erneuern, wenn bestimmte Mindestwerte der Tages- und Nachtsichtbarkeit bzw. der Griffbarkeit unterschritten werden.

Alle verkehrstechnischen Eigenschaften müssen über die gesamte Zeit der vorgesehenen Gebrauchsdauer vorhanden sein und die entsprechenden Mindestwerte erfüllen. Um dies sicherzustellen, sind regelmäßige Kontrollen erforderlich.

#### 3.1.1. Tages- und Nachtsichtbarkeit

Um eine ausreichende Sichtbarkeit bei Tageslicht und bei Dunkelheit zu gewährleisten, legen die *ZTV M* in den *Abschnitten 4.3* und *4.4* Mindestwerte fest. Hierbei wird die Tagessichtbarkeit durch den *Leuchtdichtkoeffizienten bei diffuser Beleuchtung  $Q_d$*  und durch die *Normfarbwertanteile  $x, y$*  des Farborts gemäß *DIN EN 1436* bestimmt. Das Maß für die Nachtsichtbarkeit wird durch den *Leuchtdichtkoeffizienten bei Retroreflexion  $R_L$*  beschrieben.

#### Mindestwerte für die Tagessichtbarkeit

- für endgültige Markierungen im *Neuzustand*:  $Q_d = 160 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$   
(Klasse Q4)
- für endgültige Markierungen im *Gebrauchszustand*:  $Q_d = 130 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$   
(Klasse Q3)
- für vorübergehende Markierungen im *Neu-* und *Gebrauchszustand*:  
 $Q_d = 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse Q2)

Darüber hinaus müssen die Normfarbwertanteile  $x, y$  innerhalb der in den *ZTV M* definierten Bereichen liegen.

### **Mindestwerte für die Nachtsichtbarkeit endgültiger Markierungen**

- *Markierungsfolien* Typ I und Typ II:  
*trocken* im Neuzustand:  $R_L = 300 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse R5),  
*trocken* im Gebrauchszustand:  $R_L = 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse R3);  
Typ II, *feucht* im Neuzustand:  $R_W = 75 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse RW4)  
Typ II, *feucht* im Gebrauchszustand:  $R_W = 35 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse RW2)
- Für alle übrigen endgültigen Markierungen Typ I und Typ II:  
*trocken* im Neuzustand:  $R_L = 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse R4)  
*trocken* im Gebrauchszustand:  $R_L = 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse R2);  
Typ II, *feucht* im Neuzustand:  $R_W = 50 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse RW3)  
Typ II, *feucht* im Gebrauchszustand:  $R_W = 25 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse RW1)

Bei *vorübergehenden Markierungssystemen* im Neu- und Gebrauchszustand werden Mindestwerte nach dem **Zeitpunkt der Messung** nach der Applikation unterschieden:

### **Mindestwerte für die Nachtsichtbarkeit vorübergehender Markierungen**

#### **Messung bis 90 Tage nach Applikation:**

- Markierungssysteme Typ I und Typ II, *trocken*:  $R_L = 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse R4), wenn keine Markierung aufzuheben oder die aufzuhebende Markierung nur in Typ I ausgeführt ist, genügt Klasse R3
- Markierungssysteme Typ II, *feucht*:  $R_L = 50 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse RW3), wenn keine Markierung aufzuheben oder die aufzuhebende Markierung nur in Typ I ausgeführt ist, genügt Klasse RW2

#### **Messung 91 bis 120 Tage nach Applikation:**

- Markierungssysteme Typ I und Typ II, *trocken*:  $R_L = 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse R3)
- Markierungssysteme Typ II, *feucht*:  $R_L = 35 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse RW2)

#### **Messung ab 121 Tage nach Applikation:**

- Markierungssysteme Typ I und Typ II, *trocken*:  $R_L = 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse R2)
- Markierungssysteme Typ II, *feucht*:  $R_L = 25 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse RW1)

#### **Messung bei Lieferung:**

- Markierungsfolien müssen einen spezifischen Rückstrahlwert von mindestens  $R_L = 300 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse R5) aufweisen.

Der Schwerpunkt der Sichtbarkeit und Erkennbarkeit ist zweifellos auf die Nacht zu legen, da bei Tageslicht dem Kraftfahrer eine Reihe weiterer Informationsquellen zur Gewährleistung der visuellen Führung zur Verfügung stehen (z.B. Leitpfosten und Schutzplanken).

Es besteht Einigkeit darüber, die Markierungsmaterialien möglichst schnell weiter zu entwickeln, um eine insgesamt bessere Nachtsichtbarkeit auch bei Nässe zu erreichen.

Wünschenswert sind Markierungen, die auf eine Entfernung von ca. 75 m bis über 150 m (z.B. auf Autobahnen) deutlich erkennbar sind. Dies wird durch Werte der Nachtsichtbarkeit von mindestens  $R_L = 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse R4 nach *DIN EN 1436*, in manchen Fällen sogar Klasse R5) bei *trockener* und  $R_L = 50 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  (Klasse RW3) bei nasser Fahrbahnoberfläche erreicht.

Eine gute Nachtsichtbarkeit sollte von einer Tagessichtbarkeit begleitet werden, die bei  $Q_d = 160 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  liegt (Klasse Q4).

In Deutschland wie in großen Teilen Europas sind die Straßenoberflächen sehr häufig feucht oder sogar nass. Bei starkem Regen kann die Fahrbahnmarkierung sogar längere Zeit überflutet sein. Aus diesem Grund wurde in der *EN 1436* eine Anforderung an die Sichtbarkeit bei Nacht und Regen (Klasse RR) aufgenommen, die aber wegen fehlender Messmethoden und Prüfkriterien nicht in das deutsche Regelwerk übernommen wurde.

### 3.1.2. Griffigkeit

Die *ZTV M* formulieren unter *Abschnitt 4.5* Anforderungen an die *Griffigkeit*. Diese muss bei allen Markierungssystemen mit Ausnahme bestimmter Agglomerate sowohl im Neu- als auch im Gebrauchszustand mindestens 45 SRT - Einheiten (Klasse S1) betragen. Da es zur Messung der Griffigkeit einiger Agglomerate bisher keine Messmethode gibt, wurde für solche Fälle eine Klasse S0 eingeführt, die aussagt, dass die Griffigkeit nicht gemessen werden kann.

Aus chemischen und physikalischen Gründen ist es derzeit nicht möglich, Markierungen herzustellen, die Höchstwerte bei allen geforderten verkehrstechnischen Eigenschaften und der Haltbarkeit gleichzeitig aufweisen (Schere zwischen Griffigkeit und Nachtsichtbarkeit). Also muss der Hersteller nach einem Kompromiss suchen, der es ermöglicht, dass Markierungen unter möglichst allen verkehrlichen Bedingungen und Witterungsbedingungen funktionsfähig sind.

## 3.2. Weitere Anforderungen

### 3.2.1. Haltbarkeit

Fahrbahnmarkierungen müssen auf der Fahrbahnoberfläche gut haften, ausreichend witterungs- und tausalzbeständig sein sowie eine ausreichende Verschleißfestigkeit gegenüber der zu erwartenden Verkehrsbelastung aufweisen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass starke Beanspruchungen oder mechanische Beschädigungen, z.B. durch hohe Verkehrsbelastung, Einsatz von Schneepflügen im Winterdienst oder durch Kettenfahrzeuge, den Verschleiß überproportional beschleunigen und die Markierung teilweise oder ganz zerstören können. Insbesondere bei geänderten Verkehrsführungen innerhalb der Sicherung von Arbeitsstellen werden durch abweichende Querschnittsaufteilungen endgültige Fahrbahnmarkierungen teilweise überdurchschnittlich beansprucht.

Alle neu entwickelten Markierungssysteme müssen sich in Deutschland vor ihrem praktischen Einsatz grundsätzlich auf Grundlage der *TL M* einer Eignungsprüfung unterziehen. Die Systeme werden dabei auf einem Verschleißsimulator (Rundlauf - Prüfanlage RPA) der BASt getestet. Je nach Anzahl der dort erreichten *Radüberrollungen* werden die Markierungssysteme in bestimmte Verkehrsklassen nach den *ZTV-M*, *Abschnitt 5.2* eingeordnet:

Radüberrollungen auf der RPA	Verkehrsklasse
0,1 Millionen	<b>P 2</b>
0,5 Millionen	<b>P 4</b>
1,0 Millionen	<b>P 5</b>
2,0 Millionen	<b>P 6</b>
4,0 Millionen	<b>P 7</b>

Positiv geprüfte Systeme erhalten von der BASt ein Prüfzeugnis, in dem unter anderem die erreichte Verkehrsklasse und die erreichten Klassen der verkehrstechnischen Eigenschaften der Markierung dokumentiert werden.

Insbesondere steigendes Verkehrsaufkommen hat dazu geführt, die Regelungen zur Verschleißfestigkeit in den *ZTV M, Abschnitt 4.6* den aktuellen Bedingungen anzupassen. Das Maß für die Verschleißfestigkeit (Haltbarkeit) ist das Verhältnis zwischen ursprünglich markierter Fläche (Sollbild) und der zu einem bestimmten Zeitpunkt auf der Fahrbahndecke verbliebenen Markierungsfläche.

Der Prozentanteil der verbliebenen Markierungsfläche muss vor Ablauf der Verjährungsfrist für Mängelansprüche mindestens 90 % des vertraglich vereinbarten Sollbildes betragen.

Die **Verjährungsfristen** für die Geltendmachung von Sachmängelansprüchen betragen nach *ZTV M, Abschnitt 13, Tabelle 11* auf der Straße in der Regel bei

- <i>endgültigen</i> Markierungen, außer den unten aufgeführten	<b>2,0 Jahre</b>
- allen <i>vorübergehenden</i> Markierungen:	<b>0,5 Jahre</b>

*Andere Verjährungsfristen* für *endgültige* Markierungen gelten für

- Folien Typ II:	<b>4,0 Jahre</b>
- eingelegte Systeme:	<b>3,0 Jahre</b>
- spritzbare Systeme mit Trockenschichtdicken bis 1,2 mm:	<b>1,0 Jahre</b>

Durch diese Regelungen wird bis zum Ablauf der gesetzlichen Verjährungsfrist eine bestimmte Qualität der Markierung gewährleistet.

Um eine lange Gebrauchsdauer und eine hohe Sichtbarkeit aber auch nach Ablauf der Gewährleistungsfrist sicherzustellen, muss die angeordnete Markierung über die gesamte Liegezeit ebenfalls mindestens den unter *Abschnitt 3.2.2* genannten Anforderungen genügen. Dies ist durch die zuständigen Behörden regelmäßig zu überprüfen. Gegebenenfalls sind Nachmarkierungen an nicht mehr funktionstüchtigen Stellen oder eine vollkommene Neumarkierung erforderlich.

### 3.2.2. Erneuerung der Markierung

In den *ZTV M* heißt es im *Abschnitt 4.13*: „Es wird empfohlen, endgültige Markierungen zu erneuern, wenn der Mindestwert für die Klassen der Tagessichtbarkeit Q3, der Nachtsichtbarkeit R2 bzw. RW1 um 20 % bzw. bei der Griffigkeit ein Wert von 45 SRT-Einheiten unterschritten wird“.

Dies bedeutet, dass beispielsweise eine Unterschreitung der Grenzwerte der Nachtsichtbarkeit um mehr als 20 % dazu führt, dass der Verkehrsteilnehmer die Markierung nicht mehr ausreichend erkennen kann. Die Verkehrsführung wird damit mangelhaft und verursacht ein Sicherheitsrisiko.

### 3.2.3. Regenfestigkeit, Rissbildung, Schichtdicken

Die *ZTV M* treffen ferner Regelungen zu Regenfestigkeit, Rissbildung und Schichtdicken, auf die hier nicht im Einzelnen eingegangen wird.

## 4. Auswahl von Markierungssystemen

Wichtig für die Sicherheit und eine lang anhaltende Funktionstüchtigkeit ist auch die richtige Auswahl der Markierungen. Diese richtet sich entsprechend den Vorgaben der *ZTV M Abschnitt 5.1* „im Wesentlichen nach der Lage im Straßenquerschnitt, der Verkehrsbelastung, der Unterlage, den Umgebungsbedingungen und der Beanspruchung durch den Winterdienst sowie

nach der vorgesehenen Nutzungsdauer. Bei der Auswahl von Systemen für *vorübergehende* Markierungen sind zusätzlich die Fahrstreifenbreite, Liegedauer und die Jahreszeit der Applikation zu beachten.“

Die *ZTV M* legen fest, welche Markierungssysteme bei welcher *Verkehrsklasse* für den endgültigen und vorübergehenden Einsatz geeignet sind.

#### 4.1. Einsatz von Typ II Markierungen

Nach *ZTV M Abschnitt 5.3* sind Typ II-Markierungen wegen ihrer erhöhten Nachsichtbarkeit bei Nässe grundsätzlich Typ I-Markierungen vorzuziehen. Dabei ist Folgendes zu beachten:

- auf Bundesautobahnen sind *grundsätzlich* Typ II Markierungen einzusetzen.

Des Weiteren sollen Typ II Markierungen eingesetzt werden

- auf längeren Streckenabschnitten (z.B. durchgängig zwischen 2 Knotenpunkten),
- auf mehrbahnigen Straßen,
- auf Bundesstraßen außerorts,
- auf stark frequentierten Landes- bzw. Staatsstraßen,
- in Baumalleen,
- auf Straßen mit starkem Schwerlastverkehr,
- bei erheblichen mechanischen Einwirkungen (z.B. durch Winterdienst) und zwar vorzugsweise als Agglomeratmarkierungen oder strukturierte Markierungssysteme,
- im Bereich von Schwerpunkten des Unfalltyps „Abkommen von der Fahrbahn“ und zwar vorzugsweise als profilierte Markierung mit zusätzlichen akustischen und/oder haptischen Effekten (geräuschverursachende Markierungen werden allerdings nur außerhalb bebauter Gebiete empfohlen).

#### 4.2. Einsatzgebiete für endgültige Markierungen

In diesem Abschnitt werden die *empfohlenen Einsatzgebiete* für endgültige Markierungen erörtert (siehe *ZTV M Abschnitt 5.4*). Hierbei werden Fahrbahnmarkierungen in verschiedene Gruppen eingeteilt:

- Gruppe A: *wenig beanspruchte Markierungen*, die geringe Verschleißerscheinungen aufweisen
- Gruppe B: *stark beanspruchte Markierungen*
- Gruppe C: *besonders stark beanspruchte Markierungen*, die einem sehr hohen Verschleiß unterliegen. Diese liegen in der Regel in Bereichen hoher Abriebkräfte (z.B. infolge von bremsenden und beschleunigenden Fahrzeugen), hoher Überrollungszahlen, mit starkem Schwerlastverkehr oder hoher mechanischer Beanspruchungen

##### 4.2.1. Gruppenzugehörigkeit der einzelnen Fahrbahnmarkierungsarten und Verkehrsklassen für endgültige Markierungen

Zu den Markierungen der *Gruppe A* gehören:

- Fahrbahnbegrenzungen von einbahnigen Straßen, vorübergehend befahrene Verkehrsflächen, Schrägstrichgatter der Sperrflächen, für Straßen mit einer mittleren täglichen Verkehrsmenge pro Fahrstreifen von **unter 5000** Fahrzeugen

- Fahrbahnbegrenzungen von zweibahnigen Straßen, Fahrbahnbegrenzungen von einbahnigen Straßen mit befahrbarem Seitenstreifen (Mehrzweckfahrstreifen), Fahrstreifenbegrenzungen, Leitlinien, Warnlinien, Umrandungen von Sperrflächen, für Straßen mit einer mittleren täglichen Verkehrsmenge pro Fahrstreifen von **unter 2500** Fahrzeugen

Zu den Markierungen der *Gruppe B* gehören:

- Fahrbahnbegrenzungen von einbahnigen Straßen, vorübergehend befahrene Verkehrsflächen, Schrägstrichgatter der Sperrflächen, für Straßen mit einer mittleren täglichen Verkehrsmenge pro Fahrstreifen von **über 5000** Fahrzeugen
- Fahrbahnbegrenzungen von zweibahnigen Straßen, Fahrbahnbegrenzungen von einbahnigen Straßen mit befahrbarem Seitenstreifen (Mehrzweckfahrstreifen), Fahrstreifenbegrenzungen, Leitlinien, Warnlinien, Umrandungen von Sperrflächen, für Straßen mit einer mittleren täglichen Verkehrsmenge pro Fahrstreifen von **über 2500** Fahrzeugen

Zu den Markierungen der *Gruppe C* gehören:

- Fahrbahnbegrenzungen von einbahnigen Straßen, vorübergehend befahrene Verkehrsflächen, Schrägstrichgatter der Sperrflächen, für Straßen mit einer mittleren täglichen Verkehrsmenge pro Fahrstreifen von **über 15000** Fahrzeugen
- Fahrbahnbegrenzungen von zweibahnigen Straßen, Fahrbahnbegrenzungen von einbahnigen Straßen mit befahrbarem Seitenstreifen (Mehrzweckfahrstreifen), Fahrstreifenbegrenzungen, Leitlinien, Warnlinien, Umrandungen von Sperrflächen, für Straßen mit einer mittleren täglichen Verkehrsmenge pro Fahrstreifen von **über 15000** Fahrzeugen
- Quermarkierungen, unterbrochene Fahrbahnbegrenzungen, Markierungen im Kreisverkehr, Pfeile, Buchstaben, Ziffern, sonstige Markierungszeichen

### Auswahl der Verkehrsklassen für endgültige Markierungen

Gruppe	auszuwählende Systeme	geforderte Verkehrsklasse
<b>A</b>	spritzbare Systeme Typ I	<b>P 4, P 5</b>
	Typ II	<b>P 6</b>
<b>B</b>	alle Systeme, außer Farben und Dispersionen	<b>P 6</b>
<b>Erstmarkierung von B und</b> mittlere tägliche Verkehrsmenge pro Fahrstreifen <b>über 10000</b>	alle Systeme, Schichtdicke > 1,2 mm	<b>P 7</b>
<b>C</b>	alle Systeme, Schichtdicke $\geq 2,0$ mm <i>oder</i> Agglomeratmarkierun-	<b>P 7</b>

### 4.3. Einsatzgebiete für vorübergehende Markierungen

Bei der Auswahl vorübergehender Markierungssysteme ist bereits auf deren spätere Demarkierbarkeit zu achten. Ferner sind mindestens die **Verkehrsklassen** zu wählen, die in nachfolgender Tabelle dargestellt sind:

Liegedauer	Verkehrsklasse bei <b>normaler</b> Beanspruchung	Verkehrsklasse bei <b>erhöhter</b> Beanspruchung*
unter 14 Tagen	je nach den örtlichen Gegebenheiten	je nach den örtlichen Gegebenheiten
14 bis 90 Tage	<b>P 5</b>	<b>P 6</b>
91 bis 180 Tage	<b>P 6</b>	<b>P 7</b>
mehr als 180 Tage	<b>P 7</b>	<b>P 7</b>

\*: z.B. sehr hoher Schwerlastverkehr oder Breite des ersten Behelfsfahstreifens < 3,25 m

Markierungssysteme der Verkehrsklasse **P7** mit einer *Mindestschichtdicke von 2,0 mm* oder *Agglomeratmarkierungen* der Verkehrsklasse **P7** sollen dann verwendet werden, wenn die mittlere tägliche Verkehrsmenge den Wert von **5000 Fahrzeugen** pro Fahrstreifen übersteigt **und/oder** die voraussichtliche Liegedauer mindestens **zwei Winterperioden** andauert.

## 5. Demarkierung

Fahrbahnmarkierungen müssen demarkiert werden, wenn sie entweder verschlissen sind, oder weil sie wegen geänderter Verkehrsführung nicht mehr gebraucht werden. Die Demarkierung ohne nachfolgende Neumarkierung muss so erfolgen, dass möglichst keine Phantomspuren auf der Straßenoberfläche zurückbleiben. Sinn dieser Anforderung ist es, dem Verkehrsteilnehmer eine eindeutige Verkehrsführung zu gewährleisten und ihn nicht durch frühere Linienführung zu verwirren.

Es empfiehlt sich, die erfolgte Demarkierung aus der Perspektive des Kraftfahrers zu beurteilen und nicht aus rein ästhetischen Gesichtspunkten.

Weitere Hinweise zur Demarkierung können den Abschnitten 6.3 und 6.4 der ZTV M entnommen werden.

## 6. Qualitätskontrolle

Die Qualität der Markierungen steht und fällt mit der Kontrolle ihrer Eigenschaften zu allen Zeitpunkten ihrer Liegezeit (Gebrauchsdauer) - also aus Gründen der Verkehrssicherheit auch nach Ablauf der Gewährleistungszeit. Kontrollen sollen regelmäßig und flächendeckend (z.B. auch im Rahmen einer Verkehrsschau) stattfinden.

Um die Qualität von Fahrbahnmarkierungen von vorn herein zu verbessern, wird in den *ZTV M* auf eine verstärkte Kontrolle der Applikationsdaten, der verkehrstechnischen Eigenschaften und der Mustergleichheit der Stoffe Wert gelegt.

Um Informationen zu erhalten, an welchen Teilen des Straßennetzes eine Neumarkierung erfolgen muss und wo nicht, müssen die verkehrstechnischen Eigenschaften netzdeckend in regelmäßigen Intervallen untersucht werden. Daraus kann abgeleitet werden, wann welche Markierungen

zu ersetzen sind. Damit können die knappen Finanzmittel besser eingesetzt werden und dies bei gleichzeitiger Verbesserung des Qualitätsniveaus (siehe auch *Literatur [20]*).

Eine Voraussetzung für Qualitätskontrollen ist die Weiterentwicklung sowohl der portablen Messgeräte, aber vor allem auch der dynamischen Messverfahren, mit denen die verkehrstechnischen Eigenschaften gemessen werden können. Nur eine solide Qualitätskontrolle ermöglicht ein solides Markierungsmanagement (siehe auch *Anhang I*).

Um die Qualität der Markierung zu beurteilen, kann unter Umständen auch eine visuelle Inspektion ausreichen. Nicht immer muss zur Überprüfung ein aufwändiges technisches Instrumentarium zum Einsatz kommen. *Das menschliche Auge* ist ein ausgezeichnetes Messinstrument und reicht, insbesondere für die Beurteilung der visuellen Eigenschaften von Markierungen, deren Liegezeit über die Gewährleistungszeit hinausgeht, voll aus (siehe auch *Abschnitte 8.3 und 8.4*).

Es kommt nicht darauf an, Markierungsstoffe mit extrem hohen Anfangswerten zu haben, sondern auf solche, die ein relativ hohes Niveau der verkehrstechnischen Eigenschaften über die ganze Lebensdauer (und Liegezeit) der Markierung aufweisen.

## 7. Qualifizierung des Personals und der Unternehmen

Die Verbesserung der Fachkenntnisse sowohl derjenigen, die Markierungen ausschreiben als auch derer, die Markierungen anbieten, ausführen und überprüfen, ist ebenfalls eine wichtige Voraussetzung für eine bessere Markierungsqualität. Die Industrie und noch mehr die ausschreibenden Behörden sollten die Qualitätssicherung bei Markierungsarbeiten und die Ausbildung des Personals intensivieren.

Die *ZTV M Abschnitt 10 und 11* stellen an Unternehmen und deren Personal, die die Markierungsarbeiten durchführen, die nachfolgend aufgeführten Anforderungen. Die hierbei genannten Qualifikationsnachweise sind beim Personal von der IHK und bezüglich der Unternehmen durch ein Zertifikat einer akkreditierten Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (PÜZ-Stelle) für Fahrbahnmarkierungen zu erbringen. Das Zertifikat für die Unternehmensqualifikation darf nicht älter als drei Jahre sein. Die Vorlage des Qualifikationsnachweises ist verpflichtend.

### Qualifizierung des Personals

- Markierungsarbeiten dürfen nur von Unternehmen ausgeführt werden, deren Personal eine ausreichende Fachkunde auf dem Gebiet der Fahrbahnmarkierung besitzt.
- Bei der *Ausführung endgültiger Markierungen* und bei der *Ausführung von vorübergehenden Markierungen auf Bundesautobahnen* ist ein Qualifikationsnachweis über die erfolgreiche Teilnahme an einer mindestens **zweiwöchigen Schulung** zum Thema Fahrbahnmarkierung zu erbringen.
- Bei der *Ausführung von vorübergehenden Markierungen auf innerörtlichen Straßen und Landstraßen* ist ein Qualifizierungsnachweis über die erfolgreiche Teilnahme an einer mindestens **zweitägigen Schulung** zum Thema Fahrbahnmarkierung zu erbringen.
- Bei der Ausführung von Markierungsarbeiten muss der Auftragnehmer dafür sorgen, dass eine geschulte und geprüfte Fachkraft für Fahrbahnmarkierungen des eigenen Betriebes anwesend ist, die sich vor Ort durch ein entsprechendes Zertifikat mit Lichtbild ausweisen kann.

### Qualifikation des Unternehmens

Ab dem 18. November 2015 müssen Markierungsunternehmen sowie deren Maschinen und Geräte über eine Zertifizierung gemäß Abschnitt 11 der ZTV M 13 verfügen.

## 8. Überprüfung

Um sicherzustellen, dass die vom Auftraggeber ausgeschriebenen Markierungsmaterialien in der vorgegebenen Qualität richtig appliziert werden, sollte eine Überprüfung von Fahrbahnmarkierungen bereits während der Applikation stattfinden. Es empfehlen sich aber auch Kontrollprüfungen nach der Applikation, z.B. um die andauernde Haltbarkeit oder auch Funktionstüchtigkeit festzustellen.

Aber auch später sind regelmäßige Kontrollprüfungen, wie bereits oben erläutert, notwendig, um die visuelle Qualität der Fahrbahnmarkierung und damit die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer zu gewährleisten.

Für einen sicheren Verkehrsablauf ist ein technisch einwandfreier Zustand der Straßen erforderlich. Unfalluntersuchungen haben gezeigt, dass Mängel in der Ausbildung des Straßenraumes sowie an der Ausstattung mit Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen, also auch Fahrbahnmarkierungen, zu schweren Verkehrsunfällen beitragen können. Deshalb sind in der *VwV-StVO* zu § 45 Abs. 3 regelmäßige Verkehrsschauen vorgeschrieben. Da insbesondere auch die Überprüfung der Erkennbarkeit der Fahrbahnmarkierung bei Dunkelheit unbedingt erforderlich ist, kommt der Nachtverkehrsschau eine besondere Bedeutung zu (siehe *Abschnitt 8.4*). Darüber hinaus ist es Aufgabe der Unfallkommissionen, Sicherheitsdefizite der Fahrbahnmarkierungen in Bezug auf Unfallophäufungen festzustellen.

Die zur Überprüfung von Fahrbahnmarkierungen notwendigen Fragestellungen sowie die zugehörigen Prüfmethode sind nachfolgend in Form von Checklisten zusammengestellt.

### 8.1. Überprüfung der Markierung während der Applikation

Die Ermittlung von Schadensursachen an Markierungen ist nach erfolgter Applikation oder womöglich erst kurz vor Ende der Gewährleistungsfrist oft sehr schwierig und aufwändig. Denn Markierungen werden in der Regel unmittelbar nach der Applikation für den Verkehr freigegeben und unterliegen somit einem ständigen Verschleiß durch Verkehr und Witterung. Ihre Ursprungsform ist später oftmals kaum noch ersichtlich.

Aus diesem Grund ist es wichtig, dass eine Qualitätsüberwachung durch den Auftraggeber bereits während der Applikation erfolgt, gegebenenfalls durch Hinzuziehung eines Prüfinstitutes. Vor Ort kann dann anhand des Applikationsprotokolls Punkt für Punkt überprüft werden, ob die Markierung fach- und regelgerecht appliziert wurde:

Fragestellung:	Methode:
<b>Wird das richtige Markierungssystem (Markierungsstoff und dazugehöriges Nachstreumittel) verarbeitet?</b>	Überprüfung der Gebinde, stimmt das Etikett mit dem vereinbarten Produkt überein? Bei Zweifeln u. größeren Aufträgen immer eine Probe <u>aus der Maschine</u> entnehmen und eine Mustergleichheitsprüfung bei der BAST bzw. beim TÜV-Rheinland (früher bei der LGA in Nürnberg) durchführen lassen. Nachstreumittel bestehen im Allgemeinen aus Reflexkörpern und Griffigkeitsmitteln. Jeder Markierungsstoff muss mit einem bestimmten Nachstreumittelgemisch abgestreut werden. Die Kenndaten hierfür können dem entsprechenden BAST-Prüfzeugnis entnommen werden.

Fragestellung	Methode
<b>Wie lässt sich die Markierungsstoffart ggf. vor Ort erkennen?</b>	Durch den Geruch: - Thermoplastik riecht harz- bzw. weihrauchähnlich, - Kalt(spritz)plastik riecht stark nach Bindemittel, - Lösemittelhaltige Farbe (HS-Farbe) riecht nach Lösungsmittel, - Wasserverdünnbare Farbe riecht nach Ammoniak
<b>Wie lässt sich die korrekte Schichtdicke ermitteln?</b>	Farbsysteme: Der Markierungsstoff wird <u>ohne Nachstreumittel</u> auf eine ebene Fläche (z.B. Blech/ Glasplatte o. ä.) appliziert und die <u>Nassfilmdicke</u> wird mit einem Messkamm bestimmt. Die Schichtdicke muss mindestens dem vertraglich vereinbarten Wert (siehe Prüfzeugnis) entsprechen. Plastikmassen: Der Markierungsstoff wird <u>ohne Nachstreumittel</u> auf eine ebene Fläche (z.B. Blech/ Glasplatte o.ä.) appliziert und die <u>Trockenschicht</u> wird beispielsweise mittels Messkeil oder Lupe mit Fadenzähler bestimmt. Die Schichtdicke muss mindestens dem vertraglich vereinbarten Wert (siehe Prüfzeugnis) entsprechen.
<b>Wie lässt sich die Nachstreumittelmenge bestimmen?</b>	10 m Länge abmessen, Behältnis unter den Perlenstreuer der Maschine halten, Strecke abfahren und anschließend die ausgetretene Nachstreumittelmenge wiegen, unter Berücksichtigung der Streubreite des Perlenstreuers die Nachstreumittelmenge pro m <sup>2</sup> berechnen (geht nur bei geschwindigkeitsproportional gesteuerten Aggregaten). Die Nachstreumittelmenge muss mindestens der vertraglich vereinbarten Menge (siehe Prüfzeugnis) entsprechen.

## 8.2. Überprüfung der Markierung nach der Applikation

Die ZTV M fordern eine zwingende Überprüfung neuer Markierungen ab einem Auftragswert von 25.000 €. Dort heißt es u.a. in *Abschnitt 7.1.3.4*:

„Bei Markierungsarbeiten, die einen Nettoauftragswert von 25 000 € überschreiten, muss der Auftraggeber eine Prüfung der fertigen Leistung durch eine von der BASt anerkannte neutrale Prüfstelle durchführen lassen. Die Beauftragung der Prüfstelle kann nach Ermessen des Auftraggebers entweder durch ihn selbst oder durch den Auftragnehmer erfolgen.“

Die Überprüfung neuer Markierungen kann gemäß *Anhang 5, ZTV M 13* erfolgen:

Fragestellung:	Methode:
<b>Wird das richtige Markierungssystem (Markierungsstoff und dazugehöriges Nachstreumittel) verarbeitet?</b>	Zunächst Kontrolle des Eigenüberwachungsprotokolls. Bei Zweifeln und größeren Aufträgen immer eine Probe nehmen und eine Mustergleichheitsprüfung bei der BASt bzw. beim TÜV-Rheinland durchführen lassen. Die Größe der Nachstreumittel lässt sich mit Hilfe einer Lupe mit Fadenzähler bestimmen.
<b>Wie lässt sich gegebenenfalls vor Ort die Markierungsstoffart erkennen?</b>	Mit Hammer und Meißel eine Probe der Markierung entnehmen. Wenn die Markierung noch ziemlich frisch ist, deutet ein charakteristischer Geruch auf der Unterseite auf eine Kalt(spritz)plastik hin. Eine Kalt(spritz)plastik schmilzt beim Erhitzen (Feuerzeug) nicht sofort auf, sondern verbrennt unter Zersetzung und riecht stark nach Kunststoff. Wenn die Probe beim Erhitzen (Feuerzeug) ohne Zersetzung schmelzbar ist und harz- bzw. weihrauchähnlich riecht, dann handelt es sich um eine Heißplastik. Lösemittelhaltige Farben können durch Lösungsmittel (einen mit Lösungsmittel getränkten schwarzen Lappen benutzen) angelöst werden. Alle oben beschriebenen Verfahren führen nicht immer zu eindeutigen Ergebnissen und setzen eine gewisse Übung und Erfahrung voraus. Im Zweifelsfall sollte deshalb eine Mustergleichheitsprüfung durchgeführt werden.

Fragestellung:	Methode:
<b>Wie lässt sich die Schichtdicke ermitteln?</b>	<p>Farbsysteme: Kaum noch möglich, weil die maßgebliche Nassfilmdicke nur noch theoretisch (rechnerisch) vage ermittelt werden kann. Mit Messer Probe entnehmen und mit Lupe und Fadenzähler (0,1 mm) oder Schieblehre Schichtdicke messen (ungenau). Der Anteil der flüchtigen Bestandteile beim Trocknungsprozess (Lösungsmittel- bzw. Wasseranteil) muss berücksichtigt werden. Eigenüberwachungsprotokoll kontrollieren!</p> <p>Plastikmassen: Dickschichtige Systeme können z.B. mit Hilfe eines Messkeils kontrolliert werden, dünnere mittels Lupe mit Fadenzähler. Im Gegensatz zu den Farben ist hier die Ermittlung der Schichtdicke noch grundsätzlich möglich, weil die Trockenschicht maßgeblich ist.</p>
<b>Ist die Nachstreumittelmenge korrekt?</b>	Schwierig, visuell sind nur noch Aussagen möglich wie: Viel zu viel oder viel zu wenig.
<b>Ist die Verteilung der Nachstreumittel gleichmäßig?</b>	Visuelle Beurteilung. Bei z.B. Pfeilen wird oft entgegen der ZTV M mit der Hand nachgestreut, was häufig zu einer schlechten, „wolkigen“ Verteilung führt.
<b>Wie ist die Einbettung der Nachstreumittel?</b>	Mit Hilfe einer Lupe visuell beurteilen. Die optimale Einbettung beträgt etwa 60%. Bei Typ I Markierungen ist unter Umständen eine 20 bis 30 fache Vergrößerung notwendig.
<b>Wie lassen sich Typ I (herkömmliche) und Typ II (mit erhöhter Nachsichtbarkeit bei Nässe) Markierungen unterscheiden?</b>	<p>Typ I: Reflexkörper &lt; 1 mm (0,1 – 0,8 mm)</p> <p>Typ II: Grobe Struktur (Agglomerate, Profilmarkierungen usw.) und/oder Reflexkörper mit einem Durchmesser &gt; 1mm</p>
<b>Ist die Struktur der Markierung korrekt?</b>	Bei dickschichtigen Typ II-Markierungen (z. B. Agglomeraten) visueller Vergleich anhand von Vergleichsmustern oder Fotos.
<b>Stimmt die geforderte Geometrie?</b>	Lage, Länge, Breite und Abstand der Zeichen mit Zollstock überprüfen, siehe RMS Teil 1 und Teil 2 sowie ZTV M.
<b>Wie ist der visuelle Eindruck?</b>	Überprüfung der Gleichmäßigkeit einer Markierung (ist die Schichtdicke über die gesamte Breite gleich?) und der Verschleißfestigkeit (wie hoch ist der Anteil (Messgitter) der verbliebenen Markierungsfläche?). Markierungen dürfen keine Risse in der Fahrbahnoberfläche verursachen.
<b>Überprüfung der verkehrstechnischen Eigenschaften</b>	Mit Hilfe eines geeigneten Messgerätes die Tagessichtbarkeit Qd, die Nachsichtbarkeit trocken RL, die Nachsichtbarkeit feucht RW und die Griffbarkeit messen. Der Farbort ist im Allgemeinen nur bei gelber Markierung wichtig. Die erforderlichen Werte können in den ZTV M nachgeschlagen werden. Gegebenenfalls ein Prüfinstitut hinzuziehen.

### 8.3. Qualitätskontrolle nach Ablauf der Gewährleistungsfrist

Eine Überprüfung der Markierung nach Ablauf der Gewährleistungsfrist ist vor allem sinnvoll, um festzustellen, ob die Markierung noch funktionstüchtig oder erneuerungsbedürftig ist.

Die ZTV M empfehlen, endgültige Markierungen zu erneuern, wenn der Mindestwert für die Klassen der Tagessichtbarkeit Q3, der Nachsichtbarkeit R2 bzw. RW1 um 20 % bzw. bei der Griffbarkeit die Klasse S1 unterschritten wird.

Auch der Prozentanteil der verbliebenen Markierungsfläche sollte nach Ablauf der Gewährleistungsfrist regelmäßig überprüft werden und aus Verkehrssicherheitsgründen den Mindestwert aus *Abschnitt 3.2.1* (90 % des Sollbildes) nicht wesentlich unterschreiten.

Die nachfolgende Tabelle gibt Verfahren zur Überprüfung der Anforderungen an Fahrbahnmarkierungen (Anforderungsmerkmale) an und benennt geeignete Maßnahmen bei Nichterfüllung bestimmter Kriterien. Bei den Verfahren wird unterschieden, ob diese rein visuell (**v**), durch den Einsatz von Messgeräten vor Ort (**m**) oder durch Auswertung von aktuellen, zum Zwecke der Überprüfung erstellten Bild- oder Videoaufzeichnungen (**a**) durchgeführt werden können.

Die Anforderungsmerkmale umfassen die Nachtsichtbarkeit, die Tagessichtbarkeit, die Griffbarkeit, die Farbe der Markierung, vorhandene Schäden an den Markierungen, Markierungsreste nach einer Demarkierung und die Verschmutzung von Markierungsflächen.

Merkmal	Überprüfungsmethode		Kriterien	Maßnahmen bei Beanstandung
<b>Nachtsichtbarkeit</b>	<b>v</b>	Subjektive Helligkeitsbewertung	Ausreichende Erkennbarkeit bei Anleuchtung durch Scheinwerfer	Messen und bei Bedarf reparieren oder erneuern
	<b>m</b> <b>a</b>	Messung von $R_L$ und/oder $R_W$ (mit tragbarem Messgerät oder mit dynamischem Meßsystem)	Unterschreitung des Mindestwertes von $R_2$ bzw. $R_{W1}$ um mehr als 20%	Reparieren oder erneuern
<b>Tagessichtbarkeit</b>	<b>v</b> <b>a</b>	Inaugenscheinnahme oder Auswertung von Video- bzw. Bildaufzeichnungen	Ausreichende Sichtbarkeit	Messen und bei Bedarf reparieren oder erneuern
	<b>m</b>	Messung von $Q_d$ mit tragbarem Messgerät	Unterschreitung des Mindestwertes von $Q_3$ um mehr als 20%	Reparieren oder erneuern
<b>Griffbarkeit</b>	<b>m</b>	Messung des SRT-Wertes	Unterschreitung des Mindestwertes von $S_1$	Erneuern
<b>Farbe</b> (insbesondere bei <b>gelben</b> Fahrbahnmarkierungen)	<b>v</b>	z.B. visueller Vergleich mit Farbmustern o.ä.	Ausreichende Unterscheidbarkeit von gelben und weißen Fahrbahnmarkierungen	Messen und bei Bedarf erneuern
	<b>m</b>	Messung der Tagesaufsichtfarbe (x, y) mit Farbmessgerät	Die Normfarbwertanteile x, y sollen innerhalb des in der ZTV M angegebenen Farbbereiches liegen	Gegebenenfalls erneuern
<b>Mechanische Schäden</b>	<b>v</b> <b>a</b>	Inaugenscheinnahme oder Auswertung von Video- bzw. Bildaufzeichnungen	Das Sollbild der Fahrbahnmarkierung muss immer erkennbar sein	Messen und bei Bedarf reparieren oder erneuern
	<b>m</b> <b>a</b>	Ermittlung des beschädigten Flächenanteils durch geeignete Messgeräte (z.B. Messgitter, Schablonen usw.)	Erhebliche Unterschreitung des Mindestwertes (90% des Sollbildes)	Erneuern

Merkmale		Überprüfungsmethode	Kriterien	Maßnahmen bei Be- anstandung
<b>Demarkierung</b>	v a	Inaugenscheinnahme aus Fahrerperspektive oder Auswertung von Video- bzw. Bildaufzeichnungen aus der Fahrerperspektive	Erkennbare, störende Phan- tomspuren	Fahrbahndecke reinigen, Markierungsreste ent- fernen
<b>Verschmutzung</b>	v	Inaugenscheinnahme vor Ort	Erhebliche Verschmutzung sichtbar	Reinigen oder erneuern

#### 8.4. Überprüfung der Markierung während einer Verkehrsschau

Bei Verkehrsschauen sind regelmäßige und anlassbezogene Aufgaben zu unterscheiden. Deshalb wird im *MDV* [13] zwischen in festen Abständen durchzuführenden „Regel-Verkehrsschauen“ und „Thematischen Verkehrsschauen“ sowie bei Bedarf durchzuführenden „Verkehrsschauen aus besonderem Anlass“ unterschieden.

Gegenstand der Verkehrsschauen ist, was die Fahrbahnmarkierungen betrifft, unter anderem die Überprüfung des Zustandes und der Sichtbarkeit bzw. der Erkennbarkeit sowie die Prüfung des Bestandes auf Vollständigkeit, Sinnhaftigkeit und Erforderlichkeit.

*Nachfolgende Tabelle* entspricht der *Tabelle 1* des *MDV* und verdeutlicht die Aufgaben und den Turnus von Verkehrsschauen in Bezug auf Fahrbahnmarkierungen:

Art der Verkehrsschau	Gegenstand der Überprüfung	Straßenkategorien	Turnus
<b>Regel-Verkehrsschau</b>	Verkehrszeichen einschließlich Fahrbahnmarkierungen und Verkehrseinrichtungen, Gefahren am Fahrbahnrand und im Seitenraum	Bundesautobahnen, Bundes-, Landes-/ Staats- und Kreis- sowie Hauptver- kehrsstraßen	alle 2 Jahre
		alle übrigen Straßen sowie Straßen und Plätze mit tatsächlich öffentlichem Verkehr	alle 4 Jahre
<b>Verkehrsschau bei Dunkelheit (Nachtverkehrsschau)</b>	Verkehrszeichen einschließlich Fahrbahnmarkierungen und Verkehrseinrichtungen, Streckenführung, Beleuchtung von Querungsstellen, Gefahren am Fahrbahnrand und im Seitenraum	Bundesautobahnen, Bundes-, Landes-/ Staats- und Kreis- straßen sowie Haupt- verkehrsstraßen	alle 4 Jahre
<b>Bahnübergangsschau</b>	Verkehrszeichen und Verkehrsein- richtungen im Zusammenhang mit schiengleichen Bahnübergängen	alle Straßen	alle 4 Jahre
<b>Wegweisungsschau</b>	Wegweisung	alle Straßen	alle 4 Jahre

Die einzelnen Aufgaben einer Verkehrsschau werden detailliert im *MDV* beschrieben.

Die Verkehrsschau ist ein unverzichtbares Instrument einer vorbeugenden Verkehrssicherheitsarbeit. Ihre Aufgaben sind von den Aufgaben der Unfallkommissionen und der Streckenkontrolle abzugrenzen.

### **8.5. Anderweitige Überprüfungen der Markierung**

Unfallkommissionen untersuchen Bereiche, in denen sich gleichartige und/oder schwere Unfälle häufen. Streckenkontrollen erfolgen regelmäßig im Rahmen der Aufgaben zur Verkehrssicherungspflicht. Zu den vorrangigen Aufgaben der Streckenkontrolle gehört z.B. auch das Feststellen von mangelnder Erkennbarkeit von Verkehrszeichen, d.h. auch von Straßenmarkierungen.

Die Aufgaben im Zusammenhang mit der Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen sind in den *RSA [7]* beschrieben. Im Rahmen von Verkehrsschauen erfolgt keine Überprüfung von Arbeitsstellen im Hinblick auf die Einhaltung dieser Vorschriften.

## **9. Finanzmittel**

Fahrbahnmarkierungen sind ein Teil der Straßenausstattung. Einer früheren Schätzung zu Folge beträgt der Wiederbeschaffungswert, d.h. die Kosten, die für einen Austausch der alten Markierung gegenüber einer gleichartigen neuen Markierung aufgebracht werden müssen, nur ca. 2 % der gesamten Straßenausstattung.

Die jährlich für Markierungen aufzubringenden Kosten machen immerhin ca. 5 % des Budgets für Straßenausstattung aus. Fahrbahnmarkierung ist wegen der ständigen Überrollung durch Kraftfahrzeuge ein - verglichen mit der sonstigen Straßenausstattung - relativ kurzlebiges Produkt. Gemessen an der Wichtigkeit wird hierfür jedoch relativ wenig Geld aufgewendet: ca. 200 Millionen Euro im gesamten deutschen Straßennetz.

Nach einer Pressemitteilung der DSGS ist im Jahr 2010 der Absatz von Fahrbahnmarkierungsmaterialien in Deutschland um mehr als 20 % im Vergleich zu den Vorjahren zurückgegangen, was bedeutet, dass Straßenmarkierungen immer seltener erneuert bzw. aufgefrischt werden. Danach reichte die 2010 verarbeitete Menge nur für eine Auffrischung von ca. 8 % der auf allen deutschen Straßen vorhandenen Markierungen aus. Im Durchschnitt wird Markierung auf unseren Straßen also nur noch alle 12 bis 13 Jahre erneuert.

Die DSGS weist auch darauf hin, dass dieser negative Trend zusätzlich dadurch verstärkt wird, dass der Flächenanteil, der mit einfachen dünn-schichtigen Markierungsmaterialien aufgefrischt wird, angestiegen ist und derzeit bei über 80 % liegt. Diese Markierungsmaterialien haben jedoch nur eine durchschnittliche funktionale Lebensdauer von ca. 2 bis 3 Jahren. Dickschichtige Markierungssysteme halten dagegen ca. 4 bis 6 Jahre. Deren Flächenanteil liegt aber nur noch bei knapp 19 %.

Um die Verkehrssicherheit zu gewährleisten, müssen immer ausreichende Finanzmittel für die Markierung der Straßen zur Verfügung gestellt werden. Bund, Länder und Kommunen sollten daher in Zukunft deutlich mehr in die Unterhaltung der Straßenmarkierungen investieren, um jederzeit einen verkehrssicheren Zustand zu gewährleisten.

## Literatur

- [1] Straßenverkehrs-Ordnung (StVO).  
Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW).  
Verkehrsblatt, Dortmund.
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur StVO (VwV-StVO).  
Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW).  
Verkehrsblatt, Dortmund.
- [3] Bauproduktengesetz (BauPG). Stand: 2004-08.  
Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW), Bonn.
- [4] DIN EN 1436, Straßenmarkierungsmaterialien - Anforderungen an  
Markierungen auf Straßen. Europäische Norm; Ausgabe: 2009-01.  
Beuth, Berlin.
- [5] DIN EN 1790, Straßenmarkierungsmaterialien - Vorgefertigte Markierungen; Deutsche  
Fassung prEN 1790; Ausgabe 2008-09. Beuth, Berlin.
- [6] Richtlinien für die Markierung von Straßen (RMS) (In Überarbeitung);  
Teil 1: Abmessungen und geometrische Anordnung von Markierungszeichen (RMS-1);  
Ausgabe:1993. Teil 2: Anwendung von Fahrbahnmarkierungen (RMS-2) Ausgabe:1980.  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Köln.
- [7] Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA),  
Ausgabe: 1995, 6. verbesserte Auflage, Stand: Oktober 2002  
(In Überarbeitung). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Ar-  
beitsgruppe Verkehrsmanagement, Köln.
- [8] Technische Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien, TL M 06;  
Ausgabe: 2006. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Köln.
- [9] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Stra-  
ßen, ZTV M 02; Ausgabe: 2002. Forschungsgesellschaft für  
Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Köln.
- [10] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Stra-  
ßen, ZTV M; Schlussentwurf: 2011-12. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Ver-  
kehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement, Köln.
- [11] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für  
Sicherungsarbeiten an Arbeitsstellen an Straßen (ZTV-SA). Stand: 1999.  
Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. BMVBW, Bonn.
- [12] Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko), Ausgabe  
2012. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe  
Verkehrsmanagement, Köln.
- [13] Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen (M DV), Ausgabe 2013. For-  
schungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe Verkehrs-  
management, Köln.
- [14] Deutsche Studiengesellschaft für Straßenmarkierungen e.V. (DSGS).:  
DSGS-Jahrbuch Fahrbahnmarkierung 2006/2007. DSGS, Bad Sachsa.  
C. Kohlmann, Bad Lauterberg (\*).
- [15] Deutsche Studiengesellschaft für Straßenmarkierungen e.V. (DSGS).:  
DSGS-Jahrbuch Fahrbahnmarkierung 2004/2005. DSGS, Bad Sachsa.  
C. Kohlmann, Bad Lauterberg (\*).

- [16] Deutsche Studiengesellschaft für Straßenmarkierungen e.V. (DSGS):  
Pressemitteilung: „Drastischer Einbruch beim Absatz von Fahrbahnmarkierungsstoffen in Deutschland“. [www.dsgs.de](http://www.dsgs.de), 2011. DSGS, Bad Sachsa.
- [17] ADAC - Fachinformation: „Fahrbahnmarkierungen auf Außerortsstraßen“.  
ADAC e.V., Resort Verkehr, Interessenvertretung,  
[www.adac.de/verkehrs-experten](http://www.adac.de/verkehrs-experten). Stand: Februar 2012, München
- [18] Freigabeliste der BASt für Fahrbahnmarkierungen (Verweis auf die  
entsprechende Internetseite):  
[http://www.bast.de/cln\\_033/nn\\_42478/DE/Qualitaetsbewertung/Listen/Strassenausstattung/doku-strassenausstattung\\_\\_node.html?\\_\\_nnn=true](http://www.bast.de/cln_033/nn_42478/DE/Qualitaetsbewertung/Listen/Strassenausstattung/doku-strassenausstattung__node.html?__nnn=true)
- [19] Liste der in Deutschland geprüften und zertifizierten Messgeräte für  
Fahrbahnmarkierungen. Zusammengestellt von der Deutschen  
Studiengesellschaft für Straßenmarkierungen e.V. (DSGS), <http://www.dsgs.de/>
- [20] Hinweise für die Inventarisierung der Beschilderung und Markierung an  
Straßen, Ausgabe 1995 (in Überarbeitung). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Ver-  
kehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement, Köln.

(\*): Quelle enthält weitere Literatur- und Quellenangaben

# Anhang

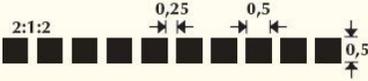
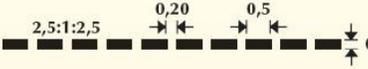
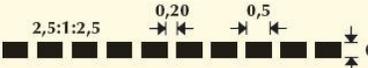
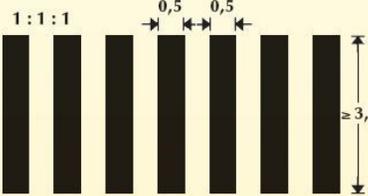
## A1 Messgeräte

Die verkehrstechnischen Anforderungen an Fahrbahnmarkierungen wie z.B. Nachtsichtbarkeit, Griffbarkeit und Tagessichtbarkeit können nur mittels geeigneter Messgeräte zuverlässig beurteilt werden.

Deshalb veröffentlicht die DSGS in Absprache mit der BAST regelmäßig eine Übersichtsliste der in Deutschland geprüften und zertifizierten Messgeräte für Fahrbahnmarkierungen.

- a) **Transportable Geräte zur Messung der Nachtsichtbarkeit  $R_L$**  (Geometrie gemäß *DIN EN 1436*)  
Die Nachtsichtbarkeit  $R_L$  misst den Leuchtdichtkoeffizienten bei Retroreflexion von Fahrbahnmarkierungen. Der Beobachtungswinkel von  $2,29^\circ$  entspricht der Beobachtungsdistanz eines Fahrzeuglenkers von 30 m unter normalen Bedingungen. Der Beleuchtungswinkel ist  $1,24^\circ$ .
- b) **Transportable Geräte zur Messung der Tagessichtbarkeit  $Q_d$**  (Geometrie gemäß *DIN EN 1436*)  
Die Tagessichtbarkeit  $Q_d$  misst den Leuchtdichtkoeffizienten bei diffuser Beleuchtung von Fahrbahnmarkierungen. Der Beobachtungswinkel von  $2,29^\circ$  entspricht der Beobachtungsdistanz eines Fahrzeuglenkers von 30 m unter normalen Bedingungen.
- c) **Kombigeräte zur Messung der Nachtsichtbarkeit  $R_L$  und Tagessichtbarkeit  $Q_d$**  (Geometrie gemäß *DIN EN 1436*)
- d) **Dynamische Verfahren zur Messung der Nachtsichtbarkeit  $R_L$**   
Ein dynamisches Retroreflektometer ist eine auf einem Fahrzeug montierte Messeinrichtung, mit der die Nachtsichtbarkeit  $R_L$  von Straßenmarkierungen während der Fahrt mit Verkehrsgeschwindigkeit gemessen werden kann. Es eignet sich insbesondere zur Messung längerer Straßenstrecken und wenn die Anwendung von tragbaren Geräten umfassende Vorsichtsmaßnahmen erfordert, wie beispielsweise auf Autobahnen. Es liefert auf längeren Straßenabschnitten – wo tragbare Geräte nur punktuelle Ergebnisse erfassen – kontinuierliche Messwerte.
- e) **Geräte zur Messung der Griffbarkeit**  
Die Rutschfestigkeit liefert den Straßenbauverantwortlichen unerlässliche und zuverlässige Hinweise wie die Rutschgefahr zu reduzieren ist. In der *DIN EN 1436* ist die Prüfung mit dem Pendelgerät beschrieben. Der SRT-Wert simuliert das Verhalten eines Fahrzeugs mit profilierten Reifen bei einem Bremsvorgang mit blockierten Rädern bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h auf einer regennassen Fahrbahn.  
Das Prüfverfahren gilt für flache Straßenmarkierungen sowie für Straßenmarkierungen, die in geringem Maße profiliert sind. Unter Umständen kann es für Straßenmarkierungen, die in hohem Maße profiliert sind, ungeeignet sein.
- f) **Transportable Geräte zur Messung des Farbortes** (Farbkoordinaten bzw. Normfarbwerte)  $x, y$  (Geometrie gemäß *DIN EN 1436*).

## A2 Wichtige Abmessungen aus den RMS (Teil 1)

Abmessungen von Quermarkierungen (nach RMS-1)		
Markierungszeichen von Quermarkierungen		
Markierungszeichen	Benennung	Grundformen (m)
Haltelinie	Querstrich	
Wartelinie	unterbrochener Querstrich 2 : 1	
Fußgängerfurt	unterbrochener Querstrich 2,5 : 1	
Radfahrerfurt	unterbrochener Querstrich 2,5 : 1	
Fußgängerüberweg	Zebrastrreifen	

## Strichbreiten von Längsmarkierungen

Strichbreite	auf Autobahnen *)	auf anderen Straßen
Schmalstrich (S), Breitstrich (B)	<b>S = 0,15 m, B = 0,30 m</b>	<b>S = 0,12 m, B = 0,25 m</b>

\*) und entsprechende Straßen im Sinne der VwV-StVO zu § 42 zu Zeichen 330 (Autobahn) II.

## Strich- und Lückenlängen von Längsmarkierungen

### Verhältnis Strich : Lücke = 1 : 2

Anwendungsbereich	Autobahnen <sup>1)</sup>	auf anderen Straßen		Radfahrstreifen Radwege
		innerorts	außerorts	
Leitlinie der knotenpunkt- freien Strecke <sup>3)</sup> unterbrochener Strich der einseitigen Fahrstreifenbegrenzung	<b>6 m / 12 m</b>	<b>3 m / 6 m</b>	<b>4 m / 8 m</b>	
Leitlinie für Radwege				<b>1 m / 2 m</b>
Unterbrochene Fahrbahn- begrenzung der knoten- punktfreien Strecke		<b>1 m / 0,5 m</b>		

### Verhältnis Strich : Lücke = 2 : 1

Anwendungsbereich	Autobahnen <sup>1)</sup>	auf anderen Straßen		Radfahrstreifen Radwege
		innerorts	außerorts	
generell	<b>6 m / 3 m</b>	<b>3 m / 1,5 m</b>	<b>4 m / 2 m</b>	

### Verhältnis Strich: Lücke = 1 : 1

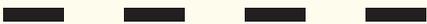
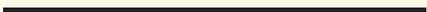
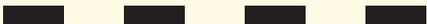
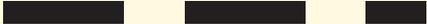
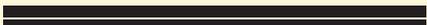
Anwendungsbereich	Autobahnen <sup>1)</sup>	auf anderen Straßen		Radfahrstreifen Radwege
		innerorts	außerorts	
Verbindungsrampe und Zusatzstreifen	<b>6 m / 6 m</b>			
unterbrochene Radfahr- streifenbegrenzung im Knotenpunktbereich				<b>0,5 m / 0,5 m</b>
Leitlinie im Knoten- punktbereich		<b>3 m / 3 m</b>	<b>3 m / 3 m</b>	
unterbrochene Fahrbahn- begrenzung weiterer <sup>2)</sup> Knotenpunktbereich	<b>6 m / 6 m</b>	<b>3 m / 3 m</b>	<b>3 m / 3 m</b>	
unterbrochene Fahrbahn- begrenzung, engerer <sup>2)</sup> Knotenpunktbereich		<b>1,5 m / 1,5 m</b>	<b>1,5 m / 1,5 m</b>	

<sup>1)</sup> und entsprechende Straßen im Sinne der VwV-StVO zu § 42 zu Zeichen 330 (Autobahn) II.

<sup>2)</sup> zum engeren Knotenpunktbereich zählen diejenigen Flächen, die von kreuzenden und abbiegenden Verkehrsströmen befahren werden; der weitere Knotenpunktbereich erstreckt sich von dort bis zum Beginn der baulichen Aufweitung

<sup>3)</sup> auf Autobahnen auch auf den durchgehenden Fahrbahnen in Knotenpunkten

## Markierungszeichen von Längsmarkierungen

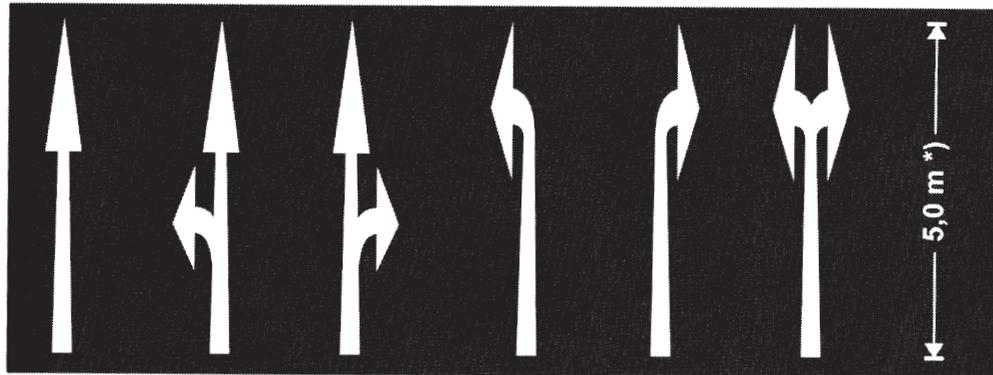
Markierungszeichen	Benennung	Grundformen (m)
Fahrstreifen-, Fahrbahn-, Radfahrstreifen- und Parkflächenbegrenzung	durchgehender Schmalstrich	
Leitlinie	unterbrochener Schmalstrich außerhalb von Knotenpunkten 1 : 2	1 : 2 : 1 
Leitlinie	unterbrochener Schmalstrich innerhalb von Knotenpunkten 1 : 1	1 : 1 : 1 
Warnlinie	unterbrochener Schmalstrich 2 : 1	2 : 1 : 2 
Fahrbahn-, Sonderfahrstreifen- und Radfahrstreifen- begrenzung	durchgehender Breitstrich	
Unterbrochene Fahrbahnbegrenzung	unterbrochener Breitstrich 1 : 1	1 : 1 : 1 
unterbrochene Sonderfahrstreifen- begrenzung	unterbrochener Breitstrich 2 : 1	2 : 1 : 2 
einseitige Fahrstreifen- begrenzung	Doppelstrich aus einem durchgehenden und einem unter- brochenen Schmalstrich 1 : 2	1 : 2 : 1  Parallelabstand 0,12 / 0,15
Fahrstreifenbegrenzung	Doppelstrich aus zwei durch- gehenden Schmalstrichen	 Parallelabstand 0,12 / 0,15
Fahrstreifenmarkierung für den Richtungswechsel- betrieb/Wechselfahrstreifen	Doppelstrich aus zwei unter- brochenen Schmalstrichen 2 : 1	2 : 1 : 2  Parallelabstand 0,12 / 0,15

## Richtungspfeile

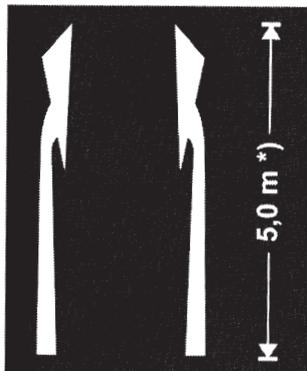


Zeichen 297  
Richtungspfeile

## Richtungspfeile in Knotenpunkten



## Richtungspfeile auf endenden Fahrstreifen



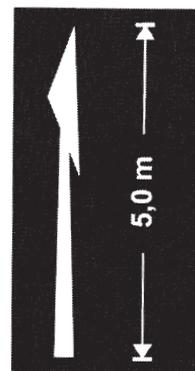
Die Länge der Richtungspfeile beträgt auf Autobahnen 7,5 m, auf anderen Straßen 5,0 m und auf Radfahrstreifen 3,0 m.

\*) Dargestellt sind die Pfeile in 5,0 m Länge. Die 7,5 m langen Pfeile entstehen durch eine Verlängerung um 50% und durch eine Verbreiterung von 20 %.

## Vorankündigungspfeile



Zeichen 297.1  
Vorankündigungspfeile





## Impressum

### Herausgeber

Deutscher Verkehrssicherheitsrat e.V.  
Auguststraße 29  
53229 Bonn  
[www.dvr.de](http://www.dvr.de)

Deutsche Studiengesellschaft  
für Straßenmarkierungen e.V.  
Wielandstraße 6  
37441 Bad Sachsa  
[www.dsgs.de](http://www.dsgs.de)

### Verantwortlich für den Inhalt

#### Autoren:

Verm.-Ass. Dipl.-Ing. Henriette Reinsberg, IVSt  
Dr.-Ing. Helmut Frank,  
Beratungsbüro für Verkehrslichttechnik

Bonn 2014

Alle Rechte vorbehalten  
Vervielfältigung und Verbreitung - auch Auszugs-  
weise - nur mit Genehmigung der Herausgeber