

# **Technische Prüfbedingungen für Markierungssysteme**

**TP M**

**2018**

erstellt durch die Bundesanstalt für Straßenwesen  
Bergisch Gladbach

Ausgabe 2018

**Vorbemerkung**

Die „Technischen Prüfbedingungen für Markierungssysteme“ wurden von der Bundesanstalt für Straßenwesen im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) erarbeitet und mit den Ländern sowie den Markierungsfachleuten der Länder abgestimmt. Stellungnahmen der Industrie wurden vor Veröffentlichung durch die Deutsche Studiengesellschaft für Straßenmarkierungen (DSGS e.V.) eingeholt.

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 241 vom 17.9.2015, S. 1) sind beachtet worden.

## Inhalt

1.	Allgemeines	5
2.	Normative Verweise	5
3.	Begriffe	6
4.	Belastungsprüfungen von Markierungssystemen	6
4.1.	Rundlaufprüfanlage	6
4.1.1.	Räder	6
4.1.2.	Prüfkörper	7
4.1.3.	Reinigungssystem	7
4.2.	Vorbereitung der Prüfkörper	7
4.2.1.	Applikation	7
4.2.2.	Applikationsbezogene Messungen	9
4.2.3.	Probenahme	9
4.2.4.	Konditionierungszeit	10
4.2.5.	Applikationsrichtung	10
4.3.	Referenzmuster	10
4.4.	Durchführung der Prüfung	10
4.4.1.	Prüfbedingungen	10
4.4.2.	Messungen bezüglich der Anlage und der Prüfbedingungen	12
4.4.3.	Messungen der verkehrstechnischen Eigenschaften der Markierungssysteme	12
4.4.4.	Beurteilung der Prüfungen	12
4.4.5.	Kontrolle der Prüfungen (Reproduzierbarkeit)	13
5.	Chemisch-physikalische Prüfungen der Markierungsmaterialien und Beistoffe (Urmusterprüfung)	13
5.1.	Allgemeines	13
5.2.	Probenahme	14
5.3.	Urmusterprüfung von nicht vorgefertigten Markierungssystemen	15
5.3.1.	Bestimmung der organischen und anorganischen Anteile	15
5.3.2.	Bestimmung der flüchtigen organischen Verbindungen und Monomere/Oligomere	15
5.3.3.	Bestimmung des Gehaltes an Titandioxid in den anorganischen Rückständen	15
5.3.4.	Bestimmung der Anteile von Premixkörpern	15
5.3.5.	Bestimmung des Erweichungspunktes nach Wilhelmi	16
5.3.6.	Eindringfestigkeit	16

<b>5.3.7.</b>	<b>Prüfung auf Blei und Cadmium bei temporären Markierungssystemen</b>	<b>16</b>
<b>5.4.</b>	<b>Urmusterprüfung von Markierungsfolien (Identifikationsverfahren)</b>	<b>16</b>
<b>5.4.1.</b>	<b>Rückstellproben von Folien</b>	<b>16</b>
<b>5.4.2.</b>	<b>Bildanalyse der Straßenmarkierungsfolien</b>	<b>16</b>
<b>5.4.3.</b>	<b>Thermogravimetrische Analyse von Markierungsfolien</b>	<b>16</b>
<b>5.4.4.</b>	<b>Analyse der Kleberschicht von Folien</b>	<b>17</b>
<b>5.4.5.</b>	<b>Analyse von bitumenhaltige Primern</b>	<b>17</b>
<b>5.5.</b>	<b>Urmusterprüfung von Beistoffen</b>	<b>17</b>
<b>5.5.1.</b>	<b>Analyse der Reflexperlen und Griffigkeitsmittel (Premix –und Nachstreumittelsysteme)</b>	<b>17</b>
<b>5.5.2.</b>	<b>Analyse der Beschichtung (Coating) von Reflexkörpern und Griffigkeitsmitteln</b>	<b>18</b>
<b>5.5.3.</b>	<b>Analyse der übrigen Beistoffe</b>	<b>18</b>
	<b>Anhang A</b>	<b>19</b>
	<b>Anhang B</b>	<b>21</b>
	<b>Anhang C</b>	<b>24</b>

## 1. Allgemeines

Die „Technischen Prüfbedingungen für Markierungssysteme (TP M)“ enthalten die Anforderungen an die Eignungsprüfungen von dauerhaften (weißen) und vorübergehenden (gelben) Markierungen, die aus Markierungssystemen hergestellt werden. Die Regelungen dieser TP M basieren auf der Prüfnorm DIN EN 13197. Sie präzisieren diese in einigen Punkten bzw. legen fest, welche der nach DIN EN 13197 möglichen Parameter in Deutschland anzuwenden sind. Sofern in den jeweiligen Abschnitten nicht unterschieden wird, gelten die Regelungen sowohl für dauerhafte als auch für vorübergehende Markierungen.

Die für Markierungen verwendeten Markierungsstoffe und Beistoffe müssen den „Technischen Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien (TL M)“ entsprechen. Darüber hinaus müssen Markierungen den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Straßen (ZTV M)“ entsprechen.

Baustoffe und Baustoffgemische für Markierungen auf Straßen, die in einem anderen Mitgliedstaat der Europäischen Union oder in der Türkei rechtmäßig hergestellt und/oder in Verkehr gebracht wurden oder in einem EFTA-Staat, der Vertragspartei des EWR-Abkommens ist, rechtmäßig hergestellt wurden, werden in Deutschland zugelassen, wenn sie ein Schutzniveau dauerhaft gewährleisten, das dem in den „Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinie für Markierungen auf Straßen (ZTV M)“ und den „Technischen Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien (TL M)“ definierten Niveau entspricht.

## 2. Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. Bei datierten Verweisen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

*DIN EN 1423 Straßenmarkierungsmaterialien – Nachstreumittel – Markierungs-Glasperlen, Griffigkeitsmittel und Nachstreugemische*

*DIN EN 1424 Straßenmarkierungsmaterialien – Premixglasperlen*

*DIN EN 1436 Straßenmarkierungsmaterialien – Anforderungen an Markierungen auf Straßen*

*DIN EN 1790: 2013 Straßenmarkierungsmaterialien – vorgefertigte Markierungen*

*DIN EN 1871: 2000 Straßenmarkierungsmaterialien – Markierungsfarben, Kaltplastikmassen und Heißplastikmassen – physikalische Eigenschaften*

*DIN EN 12802: 2011 Straßenmarkierungsmaterialien – Laborverfahren zur Identifikation*

*DIN EN 13036-1 Oberflächeneigenschaften von Straßen und Flugplätzen – Prüfverfahren – Teil 1: Messung der Makrotexturtiefe der Fahrbahnoberfläche mit Hilfe eines volumetrischen Verfahrens*

*DIN EN 13197: 2014 Straßenmarkierungsmaterialien – Verschleißsimulator*

*DIN EN ISO 11885: 2009 Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)*

*ISO 2811-1: 2011 Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Dichte – Teil 1: Pyknometerverfahren*

*ISO 11466 Bodenbeschaffenheit – Extraktion von in Königswasser löslichen Spurenelementen*

*TL M Technische Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien*

*ZTV M Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Straßen*

### 3. Begriffe

Die Begriffsbestimmung von Markierungsstoffen und Beistoffen sind den TL M zu entnehmen.

**Markierungssysteme** bestehen aus Markierungsstoffen sowie den zugehörigen Beistoffen und werden für die Eignungsprüfung auf spezielle Prüfkörper appliziert.

Die **Eignungsprüfung** von Markierungssystemen besteht aus einer **Belastungsprüfung** auf der Rundlaufprüfanlage und einer **chemisch-physikalischen Prüfung** (Urmusterprüfung).

**Antragsteller** ist derjenige, der die Eignungsprüfung beantragt und gegenüber dem akkreditierten Prüflabor als verantwortlicher Ansprechpartner angegeben wird.

**Stoffhersteller** ist derjenige, der den Markierungsstoff herstellt und vermarktet.

**Nachstreumittelhersteller** ist derjenige, der die Nachstreumittel herstellt und vermarktet.

Ein **Prüfzeugnis** wird ausgestellt, wenn die nationalen und europäischen Mindestanforderungen erfüllt sind.

Eine **Bestätigung der Prüfung** wird ausgestellt, wenn die europäischen Mindestanforderungen erfüllt sind.

Die Abkürzung **NPD (no performance determined)** bedeutet, dass keine Leistung für die jeweilige Eigenschaft des Markierungssystems erklärt wird.

### 4. Belastungsprüfungen von Markierungssystemen

#### 4.1. Rundlaufprüfanlage

Die Rundlaufprüfanlage (RPA) besteht aus einer horizontal angeordneten Drehscheibe mit einem äußeren Durchmesser von 6,4 m. Die Umfangsgeschwindigkeit ist stufenlos bis maximal 120 km/h regulierbar. Die Drehung kann in beide Richtungen erfolgen. Der Rand der Drehscheibe ist mit radial angeordneten Gehäusen zur Befestigung der Prüfkörper ausgestattet. Die Maße der Gehäuse ergeben sich aus der Größe der Prüfkörper (siehe Abschnitt 4.1.2). Die Drehscheibe befindet sich in einem vollklimatisierten und abschließbaren Raum.

##### 4.1.1. Räder

Die Belastung der Prüfkörper wird durch die wiederholte Überrollung einer festgelegten Anzahl von Rädern erzeugt. Die Anzahl der Räder, die Reifenart, die Radlast, der Reifendruck, der Sturz und der Schräglauf haben Einfluss auf die Belastung der Prüfkörper.

Grundsätzlich erfolgt die Belastung gemäß DIN EN 13197 mit 2 Radpaaren. Die Räder eines Radpaares liegen sich gegenüber. Wenn mit 4 Radpaaren vergleichbare Ergebnisse erzielt werden, kann auch abweichend mit 4 Radpaaren anstatt mit 2 Radpaaren geprüft werden. Von einer Vergleichbarkeit der Ergebnisse kann ausgegangen werden, wenn die Tages- und die Nachtsichtbarkeit um nicht mehr als max. 15% und die Griffbarkeit um nicht mehr als max.  $\pm 5$  SRT-Einheiten voneinander abweichen.

Jede Prüfung beginnt mit neuen Reifen. Es werden handelsübliche Pkw-Reifen verwendet. Die Reifen sollten mindestens die Größe 205/60 aufweisen, um eine Rollbreite von mindestens 150 mm zu erhalten. Sofern der verwendete Reifentyp nicht weiter verwendet werden kann, sind Vergleichsläufe durchzuführen, um sicherzustellen, dass mit dem neuen Reifentyp vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Für die Beurteilung der Vergleichbarkeit gelten die gleichen Grenzen wie für den Einsatz von 4 Radpaaren.

Die Rundlaufprüfanlage muss die folgenden technischen Randbedingungen erfüllen:  
Die Radlast kann zwischen 0 N und 4000 N liegen. Der Reifendruck kann zwischen 0 MPa und 0,3 MPa liegen. Die Randbedingungen für die Eignungsprüfung von Markierungssystemen sind in Tabelle 3 angegeben. Das Befestigungssystem der Räder muss die Einstellung des Schräglaufs mit einer Toleranz von  $\pm 10'$  und des Sturzes mit einer Toleranz von  $\pm 1^\circ$  zulassen. Vor Beginn eines neuen Prüflaufes müssen die Einstellung des Schräglaufes und des Sturzes sowie der Reifendruck kontrolliert werden. Nach jeder längeren Unterbrechung des Prüflaufes sollten die Parameter kontrolliert und, falls erforderlich, korrigiert werden.

#### **4.1.2. Prüfkörper**

Die zu prüfenden Markierungssysteme werden auf spezielle Prüfkörper aufgebracht. Die Prüfkörper müssen über eine ausreichende Steifigkeit verfügen, damit sich die Oberflächenbeschaffenheit während der Prüfung nicht verändert und um deren Handhabung bei Temperaturen bis zu 50°C ohne offenkundige Verformungen oder Brüche zu ermöglichen. Zur Herstellung der Prüfkörper wird ein bitumenhaltiges Material (z.B. Gussasphalt) verwendet. Die Rauigkeit der Oberfläche der Prüfkörper wird entsprechend dem in der DIN EN 13036-1 beschriebenen Verfahren bestimmt. Die Rautiefe beträgt  $\leq 0,6$  mm und entspricht der Klasse RG 1 der DIN EN 13197. Die Größe der Prüfkörper beträgt

Länge: 397 mm ( $\pm 2$  mm)

Breite: 198 mm ( $\pm 2$  mm)

Dicke: 48 mm ( $\pm 2$  mm).

Die Befestigung der Prüfkörper in dem Gehäuse sorgt dafür, dass sich die Oberseiten der Prüfkörper mit dem äußeren Teil des Gehäuses auf der gleichen Höhe befinden, um Sprünge zu vermeiden. Es muss eine gleichmäßige Rollfläche ohne Gleiten oder Schwingungen entstehen und die Prüfkörper müssen in ihrem Gehäuse unbeweglich sein.

#### **4.1.3. Reinigungssystem**

Während der Prüfung werden gelöste Partikel durch Druckluft von der Drehscheibe entfernt, um eine gegenseitige Beeinflussung der Prüfmuster zu vermeiden.

Zusätzlich können die Reifen während der Prüfung durch zerstäubtes Wasser gekühlt werden. Die Reifenkühlung ist grundsätzlich für Thermoplastiken erforderlich.

## **4.2. Vorbereitung der Prüfkörper**

### **4.2.1. Applikation**

Verschiedene Faktoren im Rahmen der Applikation, hauptsächlich die Art der Applikation und die aufgebrachte Menge, die Applikationsrichtung und die Trocknungs- bzw. Aushärtungsbedingungen, haben Einfluss auf die Prüfung.

Grundsätzlich wird das Markierungssystem in der Weise appliziert, wie die Applikation in der Praxis vorgesehen ist. Der Antragsteller muss alle für die Applikation erforderlichen Angaben einschließlich aller erforderlichen Komponenten und deren Mengen sowie die Art der Applikation angeben. Das Applikationsverfahren (detaillierte Bezeichnung nach Tab. 1) sowie alle während der Applikation ermittelten Daten werden im Applikationsprotokoll dokumentiert. Die Applikation wird unter Aufsicht eines akkreditierten Prüflabors oder durch eine von dem akkreditierten Prüflabor autorisierte Stelle durchgeführt. Sofern gewünscht, kann der Antragsteller bei der Applikation anwesend sein.

Untersuchungen haben ergeben, dass Reaktive Systeme, die aus 2 oder 3 Komponenten bestehen (Rezeptansatzverhältnis 98:2 oder 1:1), hinsichtlich der verkehrstechnischen Eigenschaften

vergleichbare Ergebnisse erzielen und unter Beachtung der Herstellerangaben mit dem einen oder dem anderen Rezeptansatzverhältnis appliziert werden können. Das Rezeptansatzverhältnis wird auf dem Prüfzeugnis nicht angegeben, sofern der Stoffhersteller vor Beginn der Prüfung schriftlich bestätigt, dass das Markierungsmaterial sowohl mit einem Rezeptansatzverhältnis 98:2 als auch mit einem Rezeptansatzverhältnis 1:1 ohne Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung appliziert werden kann. Die 98er Komponente aus dem 2-Komponentenmaterial entspricht der Mischung der Komponenten A und B aus dem 3-Komponentenmaterial mit einem Mischungsverhältnis (entsprechend Rezeptansatzverhältnis) von 1:1. Davon ausgenommen sind Systeme mit härterinduzierten Reflexperlen (sogenannte Reaktivperlen).

*Tabelle 1: Vereinfachende Bezeichnung der Applikationstechniken in Abhängigkeit von der verwendeten Stoffgruppe*

Vereinfachende Bezeichnung der Applikationstechniken	Detaillierte Bezeichnungen im Applikationsprotokoll <sup>1</sup>	Stoffgruppe
Spritztechnik	Airless	Farben, Kalspritzplastik, Thermoplastik
	Druckluft	
	On-Line	
	Airless mit Intermixperlen	
	Thermospray	
	Wegeabhängige Zerstäuberluft	
	Zerstäuberluft mit Außenmischung - Flüssighärter	
regelmäßige Agglomerate	Multi-dot-line	Kaltplastik, Thermoplastik
	regelmäßige Dots	
	Thermo Extruder	
	Spotflex	
	Extruder / Spezialmarqueur	
	Visidotsystem	
unregelmäßige Agglomerate	Extruder	Kaltplastik, Thermoplastik
	vorgespannte Stahlblechfedern (System Feichtner)	
	Lochblech	
	Stachelwalze	
	Schleudertechnik	
Vollstrich	Ziehschuh	Kaltplastik, Thermoplastik
	Extruder	
Vollstrich mit strukturierter Oberfläche	Ziehschuh + Strukturroller	Kaltplastik
	Roller	
aufgewalzt	Voranstrich (Primer), aufgewalzt	Folien
	ohne Primer, aufgewalzt	
	Bitumen plus, aufgewalzt	
	Asphalt plus, aufgewalzt	
Vorgefertigtes Markierungssystem	mit Handbrenner aufschmelzbares vorgefertigtes Markierungssystem	Thermoplastik, ev. zukünftig auch Kaltplastik
	mit Handbrenner aufschmelzbares vorgefertigtes Markierungssystem mit zusätzlichen thermoplastischen Dots	

<sup>1</sup> Die aufgelisteten Applikationsverfahren können eingetragene Handelsmarken sein oder einem Gebrauchsmusterschutz unterliegen.



Im Gegensatz zu der detaillierten Bezeichnung des Applikationsverfahrens im Applikationsprotokoll werden im Prüfzeugnis oder in der Bestätigung der Prüfung die in Tabelle 1 aufgelisteten vereinfachenden Bezeichnungen der Applikationstechniken angegeben.

Das Markierungssystem wird auf 4 Prüfkörpern appliziert. Sofern die Trockenzeit zu bestimmen ist, ist ein 5. Prüfkörper erforderlich. Ein Prüfkörper dient als Rückstellmuster und definiert den Neuzustand. 3 Prüfkörper werden in der Rundlaufprüfanlage überrollt.

#### 4.2.2. Applikationsbezogene Messungen

Die Markierung soll bei einer Lufttemperatur zwischen +10°C und +35°C und einer relativen Luftfeuchte bis maximal 80% appliziert werden. Die Lufttemperatur sowie die relative Luftfeuchte sind unmittelbar vor Beginn der Applikation zu bestimmen und zu dokumentieren.

Die Trocknungszeit bis zur Überrollbarkeit muss für Farben und Kaltplastikmassen bestimmt, entsprechend den in Tabelle 2 aufgeführten Klassen eingestuft und zusammen mit den klimatischen Bedingungen (Umgebungstemperatur, Temperatur der Prüfkörperoberfläche und relative Luftfeuchte) dokumentiert werden. Für thermoplastische Markierungen wird die Trocknungszeit grundsätzlich in die Klasse T2 ( $\leq 10$  min) eingestuft. Die Überrollbarkeit einer Markierung ist gegeben, wenn bei dem Überrollvorgang keine Verformungen des Markierungsmaterials auftreten. Die Trocknungszeit<sup>2</sup> ist grundsätzlich nach DIN EN 13197, Anhang A zu ermitteln.

*Tabelle 2: Überrollbarkeitsklassen*

Überrollbarkeitsklasse	T0	T1	T2	T3	T4
Trocknungszeit in Minuten	NPD	$\leq 1$	$\leq 10$	$\leq 20$	$\leq 30$

Während der Applikation eines Markierungssystems müssen die auf dem Prüfkörper tatsächlich aufgetragenen Applikationsmengen des Materials sowie aller Beistoffe bestimmt werden.

Die Applikationsmenge eines Markierungsstoffes ist mittels der Schichtdicke anzugeben. Die Schichtdicke wird grundsätzlich nach DIN EN 13197, Anhang C ermittelt. In einigen Fällen kann die Bestimmung der Applikationsmenge durch sukzessives Wägen der Prüfkörper nach der Applikation der verschiedenen Komponenten (Material, Nachstreumittel) erfolgen. Die Schichtdicke wird dann aus der wirksamen Applikationsmenge bestimmt. Die Applikationsmenge bei Agglomeraten wird durch Auswiegen der Materialmenge ohne Nachstreumittel ermittelt. Bei dünn-schichtigen Systemen ist es grundsätzlich praktikabler die Nassfilmdicke mit einem geerdeten, kalibrierten Messkamm zu messen.

Die Ergebnisse sind im Applikationsprotokoll zu dokumentieren.

#### 4.2.3. Probenahme

Zu Identifizierungszwecken werden von jedem Markierungsmaterial, von allen Bestandteilen eines Mehrkomponentenmaterials sowie von den Beistoffen während der Applikation Proben genommen.

<sup>2</sup> Die Trocknungszeit bis zur Überrollbarkeit hängt unter anderem von den Wetterbedingungen und der Applikationsmenge des Materials ab. Die im Labor erzielte Trocknungszeit bis zur Überrollbarkeit darf nicht als Garantie für die Trocknungszeit unter den in der Praxis anzutreffenden Bedingungen angesehen werden.

An den genommenen Proben werden chemisch-physikalische Untersuchungen zur Identifikation des Markierungssystems durchgeführt.

#### **4.2.4. Konditionierungszeit**

Lösemittelhaltige Farben dürfen frühestens 8 und müssen spätestens 12 Tage nach erfolgter Applikation erstmalig in der Rundlaufprüfanlage überrollt werden. Der Zeitraum für Dispersionen muss eine Woche länger sein als für lösemittelhaltige Farben. Alle anderen Markierungssysteme dürfen frühestens 48 Stunden nach erfolgter Applikation erstmalig überrollt werden.

Die vorbereiteten Prüfkörper müssen in einem klimatisierten Raum bei einer Temperatur von  $20^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$  und einer relativen Luftfeuchte zwischen 45% und 75% zum Trocknen bzw. Aushärten gelagert werden.

#### **4.2.5. Applikationsrichtung**

Bei der Applikation auf den Prüfkörpern ist zu berücksichtigen, dass die Prüfkörper in der Rundlaufprüfanlage so ausgerichtet werden müssen, dass die Markierungssysteme in und entgegen der Applikationsrichtung überrollt werden.

### **4.3. Referenzmuster**

In jedem Prüflauf muss zur Kontrolle für einen einwandfreien Prüfungsverlauf mindestens ein Prüfkörper enthalten sein, der mit einem Standardmarkierungssystem beschichtet ist (Referenzmuster). Das Markierungsmaterial sowie die Applikationsanweisungen für das Referenzmuster müssen festgelegt sein.

Die mit dem Referenzmuster in jeder einzelnen Prüfung erzielten Ergebnisse dienen der Qualitätssicherung (siehe Abschnitt 4.4.5).

### **4.4. Durchführung der Prüfung**

Die vorbereiteten Prüfkörper dürfen nicht überrollt werden, bevor die festgelegte Konditionierungszeit eingehalten wurde. Prüfkörper, die nicht vollständig getrocknet oder ausgehärtet sind, so dass sie unter Umständen andere Prüfkörper beeinträchtigen, dürfen nicht geprüft werden. Zur Abdeckung der erforderlichen Messfläche von mindestens  $800\text{ cm}^2$  ist mindestens die notwendige Anzahl von 3 Prüfkörpern, die jeweils mit einer Mindeststrichbreite von 20 cm appliziert sind, zu verwenden. Die Anordnung der Prüfkörper auf der Rundlaufprüfanlage erfolgt nach dem Zufallsprinzip. Die 3 Prüfkörper eines Markierungssystems werden dabei nicht getrennt, sondern direkt nebeneinander angeordnet.

Bei der Prüfung von Thermoplastiken ist eine systematische Anordnung erforderlich. Die Prüfkörper werden so angeordnet, dass das Rad abwechselnd über eine Gruppe von Prüfkörpern und eine gleich große Gruppe von Leerplatten rollen kann. Aus dem Umfang des Rades und der Abmessung der Prüfkörper bzw. Leerplatten ergibt sich, dass jeweils 2 Markierungssysteme bestehend aus je 3 Prüfkörpern nebeneinander angeordnet werden. Danach folgen 6 Leerplatten bevor die nächsten 2 Markierungssysteme angeordnet werden.

#### **4.4.1. Prüfbedingungen**

Die Prüfbedingungen und Messzyklen sind in den Tabellen 3 und 4 definiert.

Die Anzahl der gleichzeitig geprüften Muster für Farben, Folien und Kaltplastiken wird durch die Anzahl der Gehäuse auf der Drehscheibe beschränkt. Für thermoplastische Markierungssysteme wird die Anzahl grundsätzlich auf 12 Muster beschränkt.

Markierungen aus unterschiedlichen Markierungsmaterialien werden grundsätzlich nicht gleichzeitig geprüft. Es wird unterschieden zwischen: Farbe (lösemittelhaltige Farbe, Dispersion), Kaltplastik, Folie auf Aluminiumbasis, Folie auf sonstiger Basis, Thermoplastik.

*Tabelle 3: Prüfbedingungen*

Anzahl der Prüfräder	4 oder 8 in Abhängigkeit des zu prüfenden Materials (siehe Abschnitt 4.1.1)
Typ der Prüfreifen	Zugelassene handelsübliche Reifen nach Abschnitt 4.1.1 Neureifen für jede Prüfung <sup>3</sup>
Reifendruck	0,25 ± 0,02 MPa
Radlast	3000 ± 300 N
Sturz	0° bis zu einer maximalen Abweichung von ± 1°
Schräglauf	Je Rad wechselnd +1° (±10') / -1° (±10')
Geschwindigkeit	15 km/h ± 1 km/h bei Wässerung 60 km/h ± 3 km/h
Drehrichtung	50 % in jede Richtung
Messintervalle	0; 0,01; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 und 4,0 x 10 <sup>6</sup>
Raumtemperatur	5°C bis 10°C

*Tabelle 4: Messzyklen*

Messzyklus	Überrollungen des Messzyklus	Überrollungen bei Wässerung am Anfang	Überrollungen im Trockenen	Überrollungen bei Wässerung am Ende *)	Überrollungen bis Änderung der Drehrichtung	Überrollungen insgesamt
1	10.000	1.750	6.500	1.750	5.000	10.000
2	90.000	-	88.250	1.750	25.000	100.000
3	100.000	-	96.500	3.500	25.000	200.000
4	300.000	-	290.000	10.000	25.000	500.000
5	500.000	-	490.000	10.000	25.000	1.000.000
6	1.000.000	-	980.000	20.000	25.000	2.000.000
7	1.000.000	-	980.000	20.000	25.000	3.000.000
8	1.000.000	-	980.000	20.000	25.000	4.000.000

\*) Zum Wässern soll ausschließlich Wasser ohne jegliche Zusatzstoffe verwendet werden. Bei der Prüfung von thermoplastischen Markierungssystemen wird die Anzahl der Überrollungen bei Wässerung um 50 % erhöht. Die Anzahl der Überrollungen im Trockenen wird entsprechend angepasst.

3 Abgefahrene Reifen werden während der Prüfung ausgetauscht.

#### 4.4.2. Messungen bezüglich der Anlage und der Prüfbedingungen

Reifendruck, Sturz und Anlenkwinkel sind entsprechend Abschnitt 4.1.1 zu überprüfen und, falls erforderlich, zu korrigieren.

Die Raumtemperatur, die Temperatur der Prüfplattenoberfläche, die Radlast, die Geschwindigkeit und die Anzahl der Überrollungen sind während der Prüfung fortlaufend zu überwachen und aufzuzeichnen.

#### 4.4.3. Messungen der verkehrstechnischen Eigenschaften der Markierungssysteme

Die verkehrstechnischen Eigenschaften der Markierungssysteme werden während der Eignungsprüfung fortlaufend bestimmt. Die Messungen erfolgen grundsätzlich entsprechend den Vorgaben der DIN EN 1436.

Es werden die Tagessichtbarkeit anhand des Leuchtdichtekoeffizienten bei diffuser Beleuchtung  $Q_d$  und die Normfarbwertanteile  $(x,y)$  des Farbortes, die Nachtsichtbarkeit im trockenen Zustand anhand des Leuchtdichtekoeffizienten bei Retroreflexion RL(trocken), die Nachtsichtbarkeit im feuchten Zustand anhand des Leuchtdichtekoeffizienten bei Retroreflexion RL(feucht) bei Typ II-Markierungen, die Griffigkeit in SRT-Einheiten und der Verschleiß in Prozent ermittelt.

Die Ermittlung des Leuchtdichtekoeffizienten bei Retroreflexion RL (feucht) erfolgt bei 2 % Querneigung der Prüfplatten.

Für den Verschleiß wird das Verhältnis von der durch Markierung überdeckten Fläche im überrollten Zustand zu der gleichen Fläche im nicht überrollten Zustand bestimmt. Genaue Angaben hierzu enthält das überarbeitete Merkblatt für Agglomeratmarkierungen (derzeit im Entwurf vorliegend).

Die Messungen erfolgen an allen 3 Prüfplatten und als Ergebnis wird jeweils der errechnete Mittelwert angegeben. Die durch die Messungen auf allen 3 Prüfplatten abgedeckte Fläche sollte mindestens 400 cm<sup>2</sup> betragen.

Die Messungen erfolgen vor Beginn der Überrollungen und nach Abschluss eines Messzyklus. Für die lichttechnischen Eigenschaften wird der Neuzustand nach 10.000 Überrollungen gemessen. Die Messung der lichttechnischen Eigenschaften vor Beginn der Überrollungen dient ausschließlich der Information und ist nicht relevant für das Prüfergebnis.

Bei der Messung der Griffigkeit wird der Neuzustand vor Beginn der Überrollungen gemessen. Die Aufteilung der Messzyklen richtet sich u.a. nach den Verkehrsklassen und kann Tabelle 5 entnommen werden. Der Messzyklus 1 endet nach 10.000 Überrollungen.

*Tabelle 5: Zuordnung der Verkehrsklassen zu den Messzyklen*

Messzyklus	Verkehrsklasse	Anzahl der Überrollungen
1	P0	< 50.000
2	P2	100.000
3	P3	200.000
4	P4	500.000
5	P5	1.000.000
6	P6	2.000.000
7	-	3.000.000
8	P7	4.000.000

#### 4.4.4. Beurteilung der Prüfungen

Die Ergebnisse der Eignungsprüfung werden in einer Messwert-Tabelle zusammengefasst. Wenn die Mindestanforderungen nach ZTV M für den Neu- und den Gebrauchszustand sowie die

Anforderungen der TL M erfüllt sind, kann ein Prüfzeugnis (siehe Anhang A) ausgestellt werden. Für die Mindestanforderungen nach ZTV M wurden für die lichttechnischen Eigenschaften höhere Klassen nach DIN EN 1436 ausgewählt. Wenn die Mindestanforderungen nach ZTV M unterschritten und/oder die Anforderungen der TL M nicht erfüllt sind, die Mindestanforderungen nach DIN EN 1436 jedoch erfüllt sind, kann eine Bestätigung der Prüfung (siehe Anhang A) ausgestellt werden. Bei einer Bestätigung nach DIN EN 1436 ist es, im Gegensatz zu einem Prüfzeugnis nach ZTV M, möglich keine Leistung für eine oder mehrere Eigenschaften anzugeben, sofern dies vom Antragsteller gewünscht wird.

Für die Beurteilung der Griffigkeit wurden aufgrund von durchgeführten Quervergleichen von Griffigkeitsmesswerten auf Prüffeldern und der RPA abweichende Anforderungen für die RPA festgelegt. Zu einem bei der Prüfung auf der RPA ermittelten SRT-Wert werden 5 Punkte hinzugerechnet, so dass die niedrigste Klasse S1 bereits bei einem SRT-Wert von 40 als erfüllt gewertet wird. Diese Regelung gilt jedoch nicht für die Messung der Griffigkeit im Neuzustand vor Beginn der Überrollungen. Hier ist ein SRT-Wert von 45 erforderlich.

#### **4.4.5. Kontrolle der Prüfungen (Reproduzierbarkeit)**

In jedem Prüflauf ist zur Kontrolle für einen einwandfreien Prüfungsverlauf ein Referenzmuster enthalten.

An jedem Referenzmuster sind im Rahmen der Eignungsprüfung ebenfalls alle unter Abschnitt 4.4.3 aufgeführten Eigenschaften zu messen. Die Messergebnisse sollten nicht von den ursprünglichen Messergebnissen für das gewählte Muster unter Berücksichtigung der nachfolgend aufgeführten Toleranzen abweichen.

15 % für die Tagessichtbarkeit

15 % für die Nachtsichtbarkeit nach 100.000 Überrollungen

± 5 SRT-Einheiten für die Griffigkeit

Wenn die Abweichungen größer sind, sind die Randbedingungen der Prüfung sowie das Referenzmaterial selber zu überprüfen, damit von einem einwandfreien Prüfungsverlauf ausgegangen werden kann.

## **5. Chemisch-physikalische Prüfungen der Markierungsmaterialien und Beistoffe (Urmusterprüfung)**

### **5.1. Allgemeines**

Urmusterprüfungen dienen der Qualitätssicherung und der Kontrolle der Markierungsstoffe auf verbotene Gefahrstoffe. Gleichzeitig dient die Urmusterprüfung als Grundlage für spätere Mustergleichheitsprüfungen. In der DIN EN 1871 sind die chemisch-physikalischen Anforderungen an Markierungsstoffe als Bestandteil von Markierungssystemen festgelegt. Die Anforderungen an Nachstreumittel und Premixglasperlen richten sich nach DIN EN 1423 und DIN EN 1424. Die Prüfungen zur Identifizierung von Markierungsstoffen und -folien sind in den Normen DIN EN 12802 und DIN EN 1790 beschrieben.

Die bei der Eignungsprüfung von Markierungssystemen durchzuführenden Urmusteranalysen sind in Tabelle 7 aufgeführt. Notwendige Abweichungen zu bestehenden Verfahren sind im Abschnitt 5.3 beschrieben.

Tabelle 7 Übersicht der Standard-Prüfverfahren

Parameter	Lösemittel- haltige Farben (Primer)	Disper- sionen	reaktive Stoffe	Thermo- plastische Stoffe	Folien	Bezug
Dichte	X	x	X			ISO – 2811-1
Flüchtige Anteile	X	x				DIN EN 12802
Bindemittelanteil	X	x	X	x		DIN EN 12802
Titandioxidgehalt	X	x	X	x		DIN EN 12802
Anteile der Premixkörper			X	x		DIN EN 12802
Analyse der Nachstreumittel	X	x	X	x		DIN EN 1423, TP M
Analyse auf Blei und Cadmium	x <sup>1)</sup>	x <sup>1)</sup>	x <sup>1)</sup>	x <sup>1)</sup>	x <sup>1)</sup>	ISO 11466
Veraschungsrückstand	X	x	X	x		DIN EN 12802
Infrarotspektrum des Bindemittels	X	x	X	x		DIN EN 12802 <sup>2)</sup>
Infrarotspektrum der Pigmente u. Füllstoffe	X	x	X	x		DIN EN 12802
Bestimmung der VOC/ Monomere/Oligomere	X	x	X			DIN EN 12802
Analyse der Klebeschicht					x	DIN EN 1790
Thermogramm					x	DIN EN 1790
Bildanalyse					x	TP M
Erweichungspunkt nach Wilhelmi				x		DIN EN 1871
Eindringtest				x		DIN EN 1871

1) Bedarfsweise bei Stoffen für vorübergehende Markierungen

2) Bei Dispersionen muss das Bindemittel mit Tetrahydrofuran (THF) extrahiert werden, um Ausfällungen zu vermeiden

## 5.2. Probenahme

Im Rahmen der Eignungsprüfung bestätigt der Antragsteller schriftlich, dass die zur Applikation bereitgestellten Stoffe und Beistoffe repräsentativ für die Produktion sind. Er ist dafür verantwortlich, dass die zur Urmusterprüfung eingereichten Probenmengen (siehe 4.2.3) ausreichend sind.

Die Probenahmegefäße sind nach der Befüllung dicht zu verschließen und durch geeignete Versiegelung gegen Manipulation zu schützen. Geeignete Probengefäße sind z.B. 1 l-Blechk Dosen mit Eindrückdeckel oder gasdichte, verschraubbare Kunststoffgefäße aus Polyethylen oder -propylen. Lösemittelverluste lassen sich vermeiden, wenn die Probengefäße möglichst vollständig gefüllt und nach dem Verschließen einmal umgeschwenkt werden. Bei wasserbasierten Markierungsstoffen ist die Verwendung von gasdichten Kunststoffgefäßen oder innen beschichteten Blechk Dosen mit Eindrückdeckel erforderlich.

Die Proben sind eindeutig zu beschriften.

### **5.3. Urmusterprüfung von nicht vorgefertigten Markierungssystemen**

Die charakteristischen Merkmale eines Markierungssystems werden vom Antragsteller mit dem Antrag auf Eignungsprüfung eingereicht und bei der Urmusterprüfung erfasst, überprüft und dokumentiert, um im Rahmen einer späteren Kontrollprüfung gemäß den ZTV M eine Identifizierung zu ermöglichen. Die Prüfverfahren der Urmusterprüfung sind nachfolgend beschrieben.

#### **5.3.1. Bestimmung der organischen und anorganischen Anteile**

Der Anteil flüchtiger Komponenten von Markierungsfarben und Primern wird grundsätzlich nach DIN EN 12802 über Wägung des nach dreistündiger Temperierung bei 105°C im Umluft-Trockenschrank erhaltenen Rückstandes bestimmt. Dieser Rückstand wird für die Messung des Bindemittelanteils und des Anteils anorganischer Bestandteile weiterverwendet. Nach vierstündiger thermischer Behandlung bei 4450°C im Muffelofen werden organische Bindemittel vollständig zersetzt. Der verbleibende Rückstand entspricht dem anorganischen Anteil. Durch Wägung vor und nach der thermischen Behandlung werden die jeweiligen Massenanteile bestimmt. Der erhaltene anorganische Rückstand wird dazu genutzt, um Pigmente und Füllstoffe zu identifizieren und den Gehalt an Titandioxid zu bestimmen.

#### **5.3.2. Bestimmung der flüchtigen organischen Verbindungen und Monomere/Oligomere**

Die Bestimmung der flüchtigen organischen Bestandteile in Markierungsstoffen und Beistoffen erfolgt grundsätzlich nach EN 12802 gaschromatographisch unter Verwendung eines massenselektiven Detektors (GC-MS).

Folgende Anforderungen gelten nach TL M:

Markierungsstoffe dürfen höchstens 25 Gewichtsprozent flüchtige organische Lösemittel enthalten.

Lösemittel, die als giftig (akut toxisch Kategorie 1, 2 oder 3) oder gefährlich im GHS-System eingestuft sind (mutagen, kanzerogen, akut toxisch, reproduktionstoxisch, organotoxisch, Kategorie 1, 1A oder 1B), dürfen nur in Anteilen von insgesamt < 0,1 Gewichtsprozent enthalten sein.

Anteile von Lösemitteln, die als gesundheitsschädlich (akut toxisch Kategorie 4 oder gefährlich Kategorie 2: Mutagen, kanzerogen, akut toxisch, reproduktionstoxisch, organotoxisch) eingestuft sind, dürfen insgesamt 1,0 Gewichtsprozent nicht überschreiten. Das gilt unabhängig davon, ob diese Stoffe als Verunreinigung oder als Beimengung vorhanden sind.

#### **5.3.3. Bestimmung des Gehaltes an Titandioxid in den anorganischen Rückständen**

Der Titandioxidgehalt wird aus dem anorganischen Rückstand, der nach Veraschung der Markierungsstoffe bei 450°C erhalten wird, bestimmt.

Die Bestimmung erfolgt grundsätzlich nach dem in DIN EN 12802 beschriebene Verfahren. Nach Aufschluss des Probenmaterials in konz. Schwefelsäure und Reduktion mit Aluminium, erfolgt die Redoxtitration mit Ammoniumeisen(III)sulfat. Anstelle der visuellen Endpunkterkennung wird die potentiometrische Endpunkterkennung eingesetzt.

#### **5.3.4. Bestimmung der Anteile von Premixkörpern**

Enthält der im Markierungssystem verwendete Markierungsstoff Premixkörper (Reflexkörper und/oder Griffigkeitsmittel), dann sind deren Anteile, grundsätzlich nach DIN EN 12802, wie folgt zu ermitteln:

Eine Probe von 15 - 20 g des homogenisierten Markierungsstoffs wird bei 450°C im Muffelofen thermisch behandelt. Die verbleibenden anorganischen Anteile werden mit einem 90 µm-Sieb

gesiebt. Der Siebdurchgang wird für die infrarotspektroskopische Analyse der Füllstoffe und Pigmente verwendet. Anschließend wird der Siebrückstand nass gereinigt bis er frei von Pigmenten und Füllstoffen ist. Unterstützend kann zur Abtrennung ein Ultraschallbad und verdünnte Essigsäure zu Hilfe genommen werden. Der Rückstand wird im Trockenschrank bei ca. 150°C getrocknet und zurückgewogen.

### **5.3.5. Bestimmung des Erweichungspunktes nach Wilhelmi**

Thermoplastische Markierungsstoffe müssen auch bei sommerlichen Temperaturen ausreichende Formbeständigkeit aufweisen. Andernfalls würden die in die Oberfläche des Markierungssystems eingebetteten Reflexkörper und Griffmittel durch die Überrollung von Fahrzeugreifen tief in das System eingedrückt und in ihrer Funktion beeinträchtigt. Zur Charakterisierung der Formbeständigkeit wird der Erweichungspunkt gemäß DIN EN 1871, Anhang F („Wilhelmi-Test“) geprüft. Es muss mindestens die Klasse SP2 (80°C) erreicht werden.

### **5.3.6. Eindringfestigkeit**

Die Eindringtiefe bei einer bestimmten Temperatur ist ein empfindlicher Indikator für Veränderungen der Zusammensetzung thermoplastischer Markierungsstoffe. Die Prüftemperatur muss je nach Härte der Thermoplastik ermittelt werden. Das Verfahren ist in der DIN EN 1871 beschrieben.

### **5.3.7. Prüfung auf Blei und Cadmium bei temporären Markierungssystemen**

Markierungsstoffe und Beistoffe dürfen keine extrahierbaren Anteile der Schwermetalle Blei, Cadmium oder Antimon enthalten. Die Probenvorbehandlung erfolgt grundsätzlich nach den Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Abschnitt S4 (DEV-S4). Diese Prüfung wird, ergänzend zu den Verfahren der DIN EN 1790, wie folgt durchgeführt:

Zwei ca. 5 x 5 cm große Folienproben werden gewogen und anschließend bei 450°C verascht. Der Rückstand wird aufgeschlossen und die Bestimmung der Schwermetalle nach ISO 11466 und ICP-OES oder AAS durchgeführt.

## **5.4. Urmusterprüfung von Markierungsfolien (Identifikationsverfahren)**

Die Verfahren zur Urmusterprüfung von Straßenmarkierungsfolien sind in der Norm DIN EN 1790 beschrieben. Ergänzende oder abweichende Bestimmungen werden im Folgenden beschrieben.

### **5.4.1. Rückstellproben von Folien**

Von Folien, die im Rahmen der Eignungsprüfung geprüft wurden, werden Muster aufbewahrt. Die Rückstellproben sind ca. 1 m lang und werden kühl und unter Lichtausschluss gelagert.

### **5.4.2. Bildanalyse der Straßenmarkierungsfolien**

Ergänzend zu den Verfahren der DIN EN 1790 werden makroskopische und mikroskopische Fotografien der Straßenmarkierungsfolie angefertigt. Um einen objektiven Größenvergleich mikroskopischer Aufnahmen zu ermöglichen, wird grundsätzlich ein Maßstab eingeblendet.

### **5.4.3. Thermogravimetrische Analyse von Markierungsfolien**

Markierungsfolien bestehen in der Regel aus mehreren verschiedenartigen, nur unter großem Aufwand voneinander zu trennenden Komponenten. Die vollständige chemische Analyse der



einzelnen Komponenten ist deshalb nicht sinnvoll. Die thermogravimetrische Analyse nach DIN EN 1790 bietet jedoch die Möglichkeit, die Zusammensetzung von Folien auf einfache Weise zu charakterisieren. Repräsentative Stücke der Folie werden mit einem Locheisen aus der Folie ausgestanzt. Bei profilierten Folien werden Proben aus den Profilzwischenräumen und den Profilen gewonnen und die Ergebnisse der Thermografie im Anschluss gemittelt.

Die Folienproben werden einer Heizeinrichtung, beginnend bei Raumtemperatur mit einer Heizrate von 10 °C/min bis zu einer Temperatur von 500°C unter Stickstoff-Atmosphäre erhitzt. Anschließend wird 15 Minuten lang die Temperatur von 500°C konstant gehalten und danach mit einer Heizrate von 10°C/min unter synthetischer Luft bis 1000°C geglüht. Infolge der Verdampfung flüchtiger Bestandteile und der thermischen bzw. oxidativen Zersetzung organischer Inhaltsstoffe nimmt die Probenmasse in spezifischer Weise ab. Die Probenmasse wird in Abhängigkeit von der jeweiligen Temperatur gemessen. Man erhält ein für die Probe charakteristisches Thermogramm.

#### **5.4.4. Analyse der Kleberschicht von Folien**

Zur Analyse der Kleberschicht nach DIN EN 1790 wird ein Infrarotspektrum im Bereich von 600 – 4000 cm<sup>-1</sup> aufgenommen. Aufgrund der einfachen Probenvorbereitung wird die ATR-Technik (attenuated total reflection) verwendet.

#### **5.4.5. Analyse von bitumenhaltige Primern**

Die bitumenhaltigen Primer und Voranstriche werden mithilfe physikalischer Verfahren charakterisiert. Dazu werden der Erweichungspunkt (nach DIN EN 1427), die Nadelpenetration (nach DIN EN 1426) und die Kraftduktilität (nach EN 13589) bestimmt.

### **5.5. Urmusterprüfung von Beistoffen**

#### **5.5.1. Analyse der Reflexperlen und Griffigkeitsmittel (Premix -und Nachstreumittelsysteme)**

Die Anforderungen an die Reflexkörper und Griffigkeitsmittel sind in der DIN EN 1423 (Nachstreumittel) und DIN EN 1424 (Premixkörper) beschrieben<sup>4</sup>. Darüber hinaus gelten für Nachstreumittel stoffunabhängig und für Premixkörper für Thermoplastiken die Anforderungen nach Anhang C.

Durch Anwendung der videogestützten Partikelanalyse und der Digitalmikroskopie ist es möglich, in einer Mischung aus Reflexkörpern und Griffigkeitsmitteln, sowohl deren Anteile an der Mischung als auch die Korngrößenverteilung und Kornformparameter der einzelnen Fraktionen zu bestimmen. Die Bestimmung des Brechungsindex erfolgt bei Bedarf mit geeigneten Immersionsflüssigkeiten unter dem Digitalmikroskop. Bei Gemischen aus Reflexkörpern und Griffigkeitsmitteln ist deren Massenverhältnis zueinander (m/m), die Identität und das spezifische Gewicht aller verwendeten Bestandteile und die Sieblinien der Reflexkörper und Griffigkeitsmittel getrennt anzugeben. Die Identität der Bestandteile und der Brechungsindex von Reflexkörpern dürfen nicht verändert werden. Haftungsverbessernde Beschichtungen (Coatings) und/oder reaktive Beschichtungen sind anzugeben.

Ab einer Nenngröße von 0,300 mm darf das Größenverhältnis zweier aufeinanderfolgender Siebe der Sieblinie nicht mehr als 1,2 betragen. Diese Regelung gilt getrennt sowohl für die Reflexkörper als auch für die Griffigkeitsmittel.

---

<sup>4</sup> Die beiden Normen sollen künftig vereinigt werden. Nachstreumittel und (zukünftig) Premixkörper dürfen nur eingesetzt werden, wenn sie CE-gekennzeichnet sind.

### **5.5.2. Analyse der Beschichtung (Coating) von Reflexkörpern und Griffigkeitsmitteln**

Wichtige verkehrstechnische Eigenschaften von Straßenmarkierungen werden durch die fehlerfreie und dauerhafte Einbindung der Nachstreumittel in die Markierungsstoffoberfläche erreicht. Zur Verbesserung der Haftung von Nachstreumitteln im Markierungsstoff werden diese oftmals mit einem Silan oder Siloxan beschichtet. Diese Stoffe bewirken eine beständigere Einbettung in das Bindemittel des Markierungsstoffs. Der Auswahl des für den jeweiligen Markierungsstoff geeigneten Beschichtungsmaterials kommt dabei eine entscheidende Bedeutung zu, da die Beständigkeit der Einbettung die verkehrstechnischen Eigenschaften und die zugehörigen Messwerte beeinflussen kann. Die Auswahl wird durch den Stoffhersteller in Absprache mit dem Nachstreumittelhersteller getroffen. Im Rahmen der Urmusterprüfung ist möglichst das Beschichtungsmaterial nachzuweisen.

### **5.5.3. Analyse der übrigen Beistoffe**

Beistoffe, wie Voranstrichmittel, Primer, Lösemittel usw. werden wie Markierungsfarben analysiert. Nur in begründeten Fällen wird davon abgewichen.

Härter (flüssig oder fest) werden infrarotspektroskopisch analysiert. Diese dürfen vor der Analyse keiner thermischen Belastung ausgesetzt werden. Die Prüfmethode entsprechen den in der DIN EN 12802 beschriebenen Methoden zur Untersuchung von Bindemitteln.

## Anhang A

### Prüfzeugnis

Akkreditiertes Prüflabor für den  
Produktbereich 'Fahrbahnmarkierungen'  
Akkreditierungsnummer .....

#### Zeugnis über die Prüfung eines Markierungssystems auf der Rundlaufprüfanlage (RPA)

**Prüfnummer:** \_\_\_\_\_

#### 1. Antrag

Antragsteller: \_\_\_\_\_

Antragssache: Prüfung der Verschleißfestigkeit und der verkehrstechnischen Eigenschaften eines Markierungssystems unter den Prüfbedingungen der TP M (Ausgabe Februar 2017) und der DIN EN 13 197 (Ausgabe Juli 2014). Die Klassen der verkehrstechnischen Eigenschaften richten sich nach DIN EN 1436 (Ausgabe Januar 2009).

#### 2. Prüfgegenstand

##### 2.1 Art des Markierungssystems \_\_\_\_\_

- Systembezeichnung: \_\_\_\_\_
- Stoffbezeichnung: \_\_\_\_\_
- Stoffhersteller: \_\_\_\_\_
- Stoffart: \_\_\_\_\_
- Verarbeitungstemperatur [°C]/  
Rezeptansatzverhältnis: \_\_\_\_\_
- Schichtdicke [µm]/ Menge [kg/m²]: \_\_\_\_\_
- Applikationsverfahren: \_\_\_\_\_

##### 2.2 Nachgestreute Beistoffe

- Reflexkörpermenge, -hersteller, -bez.: \_\_\_\_\_
- Griffigkeitsmittel: \_\_\_\_\_ als Gemisch im Verhältnis \_\_\_\_ in den  
Reflexkörpern enthalten

2.3 Die Applikation erfolgte nach Vorgabe des Antragstellers unter Angabe der o.g. technischen Daten (soweit nicht messbar) in den Räumen des akkreditierten Prüflabors durch sie selber oder eine durch sie autorisierte Stelle.

#### 3. Ergebnisse der Prüfung:

3.1 Erreicht wurden die Anforderungen für die **Verkehrsklasse P** \_\_\_\_. Für die einzelnen verkehrstechnischen Eigenschaften wurden folgende Klassen gemäß DIN EN 1436 erreicht:

	Neuzustand	Gebrauchszustand
- Griffigkeit:	≥ S 1	S
- Nachsichtbarkeit, trocken:	R	R
- Nachsichtbarkeit, feucht:	RW	RW
- Tagessichtbarkeit:	Q	Q
- Überrollbarkeit:	T	

3.2 Die Mindestanforderungen an die Verschleißfestigkeit von 90 % Restfläche wurde erfüllt. Die Ergebnisse der physikalisch-chemischen Umusterprüfung liegen dem akkreditierten Prüflabor vor.

Dieses Prüfzeugnis darf nur vollständig weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die auszugsweise Weitergabe oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung des akkreditierten Prüflabors.

Bergisch Gladbach, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Name, Funktion

## Bestätigung der Prüfung

Antragsteller

Ihr Zeichen  
 Ihr Schreiben vom  
 Unser Zeichen  
 Auskunft erteilt  
 Telefon  
 Telefax  
 E-mail  
 Datum

**Bestätigung über die Prüfung eines Markierungssystems auf der Rundlaufprüfanlage**  
**Prüfnummer: \_\_\_\_\_**

Das Typ \_\_\_\_\_-Markierungssystem aus \_\_\_\_\_ mit der oben angegebenen Prüfnummer wurde auf der Rundlaufprüfanlage nach DIN EN 13197 (Ausgabe Juli 2014) bis Verkehrsklasse P \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ Überrollungen) geprüft und erfüllt hierfür alle Mindestanforderungen der DIN EN 1436 (Ausgabe Januar 2009) bezüglich der verkehrstechnischen Eigenschaften.

- Systembezeichnung: \_\_\_\_\_
- Stoff: \_\_\_\_\_
- Nassfilmdicke: \_\_\_\_\_
- Nachstreumittel (Menge/Hersteller/Bez.): \_\_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>, \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ als Gemisch im Verhältnis \_\_\_\_\_ in den  
**Reflexkörpern enthalten**
- Applikationsverfahren: \_\_\_\_\_

Eigenschaften	Anzahl der Radüberrollungen [Mio]								
	0	0,01	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Verschleißfestigkeit [%]									
Griffigkeit [SRT-Einheiten]									
Nachtsichtbarkeit trocken	<sup>1)</sup>								
$R_L$ [mcd · m <sup>-2</sup> · lx <sup>-1</sup> ] feucht, 2% Neigung	<sup>1)</sup>								
Tagessichtbarkeit Qd [mcd · m <sup>-2</sup> · lx <sup>-1</sup> ]	<sup>1)</sup>								
Normfarbwert-Koordinaten	x =				y =				

<sup>1)</sup> Dieser Wert dient ausschließlich zur Information des Antragstellers.

Im Auftrag

 \_\_\_\_\_  
 Name, Funktion

## Anhang B

### VOC-Listen

lfd.-Nr.	Stoff / Stoffgruppe	CAS-Nummer	Index-Nummer	EG-Nummer
01	Aceton	67-64-1	606-001-00-8	200-662-2
03	Benzol	71-43-2	601-020-00-8	200-753-7
04	Bis(2-ethoxyethyl)ether (Diethylenglykoldimethylether, Dimethylglykol)	111-96-6		
05	Butan-1-ol (n-Butylalkohol)	71-36-3	603-004-00-6	200-751-6
06	Butan-2-ol (sec-Butylalkohol)	78-92-2	603-127-00-5	201-158-5
07	2-n-Butoxyethanol (Ethylenglykolmonobutylether, Butylglykol)	111-76-2	603-014-00-0	203-905-0
08	2-(2-n-Butoxyethoxy)ethanol (Diethylenglykolmonobutylether, Butyldiglykol)	112-34-5	603-096-00-8	203-961-6
09	2-n-Butoxyethylacetat (Ethylenglykolmonobutyletheracetat, Butylglykolacetat)	112-07-2	607-038-00-2	203-933-3
10	Butoxypropanole (Isomerengemische)	diverse		
11	1-n-Butoxypropan-2-ol	5131-66-8	603-052-00-8	225-878-4
12	1-tert-Butoxypropan-2-ol	57018-52-7	603-129-00-6	406-180-0
13	n-Butylacetat	123-86-4	607-025-00-1	204-658-1
14	sec Butylacetat	105-46-4	607-026-00-7	203-300-1
15	tert. Butylacetat	540-88-5	607-026-00-7	208-760-7
16	4-Butyrolacton (Tetrahydro-2-furanon)	96-48-0		
17	Cumol (Isopropylbenzol)	98-82-8	601-024-00-X	202-704-5
18	Cyclohexan	110-82-7	601-017-00-1	203-806-2
19	p-Cymol	99-87-6		
20	Dichlormethan (Methylenchlorid)	75-09-2	602-004-00-3	200-838-9
21	1,2-Dioxyethan (Ethylenglykoldiethylether, Diethylglykol)	629-14-1		
22	Diethylether	60-29-7	603-022-00-4	200-467-2
23	Diisopropylether (2-Isopropoxypropan)	108-20-3	603-045-00-X	203-560-6
24	1,1-Dimethoxyethan	534-15-6	605-007-00-8	534-15-6
25	1,2-Dimethoxyethan (Ethylenglykoldimethylether, Dimethylglykol)	110-71-4	603-031-003	203-794-9
26	Dimethylether	115-10-6	603-019-00-8	204-065-8
27	1,4-Dioxan (Diethylendioxid)	123-91-1	603-024-00-5	204-661-8
28	Di-n-propylether (Propylether)	111-43-3	603-045-00-X	203-869-6
29	Essigsäure	64-19-7	607-002-00-6	200-580-7

	Stoff / Stoffgruppe	CAS-Nummer	Index-Nummer	EG-Nummer
30	Essigsäureanhydrid	108-24-7	607-008-00-9	203-564-8
31	Ethanol	64-17-5	603-002-00-5	200-578-6
32	2-Ethoxyethanol (Ethylenglykolmonoethylether, Ethylglykol)	110-80-5	603-012-00-X	203-804-1
33	1-Ethoxypropan-2-ol (Propylenglykolmonoethylether)	1569-02-4		
34	Ethylacetat	141-78-6	607-022-00-5	205-500-4
35	Ethylbenzol	100-41-4	601-023-00-4	202-849-4
36	Ethylformiat	109-94-4	607-015-00-7	203-721-0
38	Heptan	147-82-5	601-008-00-2	205-563-8
39	n-Hexan	110-54-3	601-037-00-0	203-777-6
40	Hexan (Isomerengemisch)	92112-69-1	601-007-00-7	295-570-2
41	Hexan-1-ol	111-27-3	603-059-00-6	203-852-3
42	Isobutylacetat	110-19-0	607-026-00-7	203-745-1
43	Isopropylacetat	108-21-4	607-024-00-6	203-561-1
44	Methanol	67-56-1	603-001-00-X	200-659-6
45	1-Methoxy-2-propylacetat (Propylenglykolmonomethyletheracetat)	108-65-6		
46	2-Methoxyethanol (Ethylenglykolmonomethylether, Methylglykol)	109-86-4	603-011-00-4	203-713-7
47	2-Methoxyethylacetat (Methylglykolacetat)	110-49-6	607-036-00-1	203-772-9
48	1-Methoxypropan-2-ol (Propylenglykolmonomethylether)	107-98-2		
49	Methylacetat	79-20-9	607-021-00-X	201-185-2
50	2-Methylbutan (i-Pentan)	78-78-4	601-006-00-1	201-142-8
51	Methylcyclohexan	108-87-2	601-018-00-7	203-624-3
52	Methylethylketon (2-Butanon, MEK)	78-93-3	606-002-00-3	201-159-0
53	Methylformiat	107-31-3	607-014-00-1	203-481-7
54	2-Methylpentan (i-Hexan)	107-83-5		203-523-4
55	4-Methylpentan-2-on (Methylisobutylketon, MIBK)	108-10-1	606-004-00-4	203-550-1
56	2-Methylpropan (Isobutan)	75-28-5		
59	n-Pentan	109-66-0	601-006-00-1	203-692-4
57	2-Methylpropan-1-ol (Isobutanol)	78-83-1	603-108-00-1	201-148-0
58	N-Methyl-2-pyrrolidon (1-Methyl-2-pyrrolidinon)	872-50-4	606-021-00-7	212-828-1
60	Pentan-1-ol (n-Amylalkohol)	71-41-0	603-006-00-7	200-752-1
61	Pentan-2-ol (sec Amylalkohol)	6032-29-7	603-006-00-7	227-907-6

lfd.-Nr.	Stoff / Stoffgruppe	CAS-Nummer	Index-Nummer	EG-Nummer
62	Pentanole (Isomerengemische)	diverse		
63	Petrolether + Benzine (hauptsächlich nichtaromatische KW-Gemische)	diverse		
64	Petroleum (hauptsächlich nichtaromatische KW-Gemische) Fraktionen mit Siedepunkt bis 240°C bei 1.013,25mbar	diverse		
65	Propan-1-ol	71-23-8	603-003-00-0	200-746-9
66	Propan-2-ol (Isopropylalkohol, Isopropanol)	67-63-0	603-117-00-0	200-661-7
67	2-(Propyloxy)ethanol (Ethylenglykolmonopropylether, Propylglykol)	2807-30-9	603-095-00-2	220-548-6
68	n-Propylacetat	109-60-4	607-024-00-6	203-686-1
69	Styrol	100-42-5	601-026-00-0	202-851-5
70	Tetrachlorethen (Perchlorethylen, PER)	127-18-4	602-028-00-4	204-825-9
70	Tetrahydrofuran (Oxolan)	109-99-9	603-025-00-0	203-726-8
71	Toluol	108-88-3	601-021-00-3	203-625-9
72	Trichlorethen	79-01-6	602-027-00-9	201-167-4
73	1,2,3-Trimethylbenzol	526-73-8		
74	1,2,4-Trimethylbenzol	95-63-6	601-043-00-3	202-436-9
75	1,3,5-Trimethylbenzol	108-67-8		
76	Trimethylbenzole (Isomerengemische)	diverse		
77	White Spirits (hauptsächlich nichtaromatische KW-Gemische)	diverse		
78	o-Xylol	95-47-6	601-022-00-9	202-422-2
79	m-Xylol	108-38-3	601-022-00-9	203-576-3
80	p-Xylol	106-42-3	601-022-00-9	203-396-5
81	Xylole (Isomerengemische)	1330-20-7	601-022-00-9	215-535-7

Die folgenden Substanzgemische bestehen aus einer geringen Zahl von Einzelverbindungen, die in der Regel auch einzeln erfasst werden können.

lfd.-Nr.	Stoff / Stoffgruppe	CAS-Nummer	Index-Nummer	EG-Nummer
76	Trimethylbenzole (Isomerengemische)	diverse		
81	Xylole (Isomerengemische)	1330-20-7	601-022-00-9	215-535-7

## Anhang C

### Qualitätssicherung von Nachstreumitteln für alle Markierungssysteme und von Premixsystemen für Thermoplastiken

Zur Sicherung der Qualität von Nachstreumitteln und Premixsystemen von Thermoplastiken werden folgende Parameter für die Urmusterprüfung von Nachstreumittelgemischen für alle Markierungssysteme und von Premixsystemen für Thermoplastiken festgelegt<sup>5</sup>:

1. Die zu verwendenden Siebe zur Ermittlung der Sieblinie sind laut DIN EN 1423 der ISO 565 – Abmessungen R40/3 zu entnehmen. Bei den Nachstreumittelgemischen sollen auf dem jeweils nächstkleineren Sieb laut ISO 565 – Abmessungen R40/3 - unterhalb des oberen Nennsiebes mindestens 5 % (kumulativ) an Reflexperlen zurückgehalten werden.

Hierdurch soll gewährleistet werden, dass in den Nachstreumittelgemischen genügend größere Reflexperlen vorhanden sind, um eine ausreichende Retroreflexion sicherzustellen.

2. Die bei der Eignungsprüfung durch das akkreditierte Prüflabor mit dem Camsizer ermittelte Siebkurve der Nachstreumittelgemische wird als Urmuster hinterlegt, sofern der Antragsteller/Nachstreumittelieferant keine eigene Camsizer-Sieblinie vorlegen kann. Die zulässige Toleranz vom Einzelrückstand auf jedem laut Spezifikation angegebenen Sieb beträgt zukünftig  $\pm 50$  % rel. Der unter 1. aufgeführte Wert von mindestens 5 % an Reflexperlen muss grundsätzlich eingehalten werden, d. h. die 5 % müssen auch nach Berücksichtigung der Toleranz von 50 % vom Einzelrückstand des entsprechenden Siebes erfüllt sein.

Beispiel: Wurde auf dem Sieb 500  $\mu\text{m}$  bei der Eignungsprüfung 30 g als Rückstand ermittelt, so liegt der Toleranzbereich zwischen 15 g und 45 g. Hierdurch soll gewährleistet werden, dass die in der Praxis ausgelieferten Nachstreumittelgemische mit den bei dem akkreditierten Prüflabor zur Eignungsprüfung eingereichten Gemischen in den angegebenen Grenzen übereinstimmen.

3. Zur Probenahme bei der Eignungsprüfung gilt, dass die Hersteller selbst dafür verantwortlich sind, ein repräsentatives Muster bei dem akkreditierten Prüflabor einzureichen. Das von den Herstellern zur Eignungsprüfung gelieferte Nachstreumittel, beispielsweise ein 25-kg-Gebinde, wird mittels eines 1/1-Teilers in die für die Prüfung notwendige Größe aufgeteilt.
4. Im Handelsnamen der Nachstreumittel darf nur die tatsächlich zugrundeliegende Sieblinie angegeben werden.

---

<sup>5</sup> Grundlage: Abstimmung zwischen der BAST, den Perlenherstellern und der DSGS in Bergisch-Gladbach und Braunlage im August 2011