

# Strassenmarkierungen – Nur korrekte Qualitätsmessung schafft Klarheit

**Peter Zehntner**

Vizepräsident SISTRA, Berater



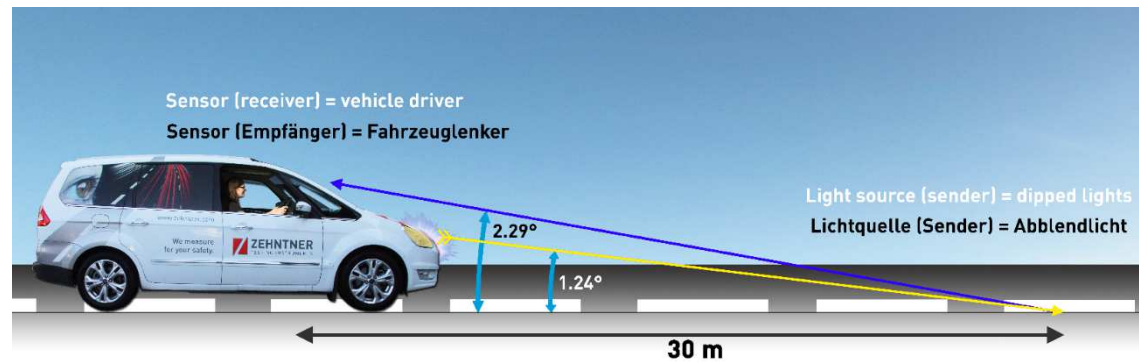
- ▶ Nachtsichtbarkeit  $R_L$
- ▶ Tagessichtbarkeit  $Q_d$
- ▶ Griffigkeit
- ▶ Verschleissfestigkeit
- ▶ Trockenschichtdicke
- ▶ Nassfilmdicke



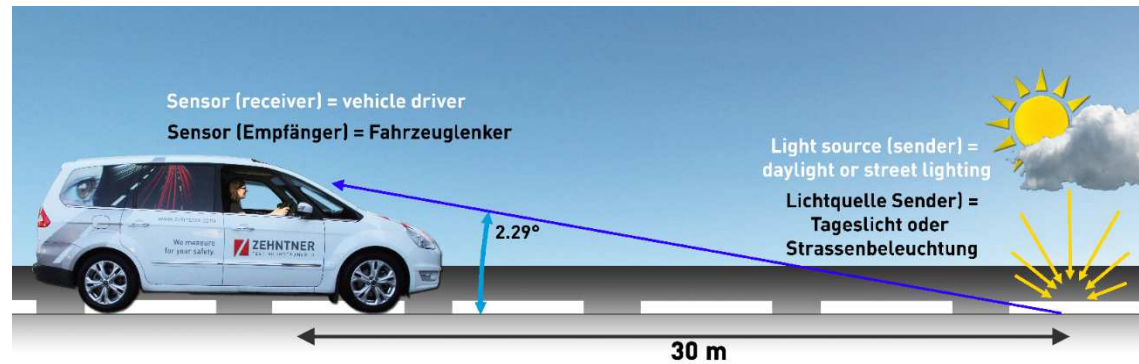
Wie misst man richtig?



### Nachtsichtbarkeit $R_L$



### Tagessichtbarkeit $Q_d$



# Anforderungen

Tabelle 1 – Minimale Markierungsklassen der Nachtsichtbarkeit nach Strassentypen für permanente Markierungen bei Trockenheit (R), bei Feuchtigkeit (RW) – SN 640 877

Minimale Markierungsklassen der Nachtsichtbarkeit nach Strassentypen					
Strassentyp	Markierungen für den fließenden Verkehr				Markierungen für den ruhenden Verkehr
	Innerorts und ausserorts		Tunnel	Rastplätze	
	Längsmarkierungen	Quermarkierungen			
Autobahnen	R4 RW4	----	R4 RW4	R3 RW3	R2 RW0
Autostrassen	R4 RW4	----	R4 RW4	R3 RW3	R2 RW0
Hauptstrassen	R3 RW3	weiss R3 RW3	gelb R2 RW3	R3 RW3	R2 RW0
Nebenstrassen	R2 RW1	R2 RW1	R2 RW1	----	R0 RW0
Unbedeutende Nebenstrassen	R0 RW0	R0 RW0	R0 RW0	----	R0 RW0
Rad-, Reit- und Fusswege					
Parkplätze und Nebenverkehrsflächen					

$R4 = R_L \geq 200$  /  $RW4 = R_L \geq 75$  /  $R3 = R_L \geq 150$  /  $RW3 = R_L \geq 50$  /  $R2 = R_L \geq 100$  /  $RW1 = R_L \geq 25$   
 R0 & RW0 = Keine Eigenschaft festgelegt

## Anforderungen

Tabelle 2 – Tagessichtbarkeitswerte  $Q_d$  bei Trockenheit – SN 640 877

Tagessichtbarkeitswerte $Q_d$ bei Trockenheit (Klasse Q) für permanente Markierungen		
Farbe	Klasse	$Q_d$ ( $\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ )
Weiss	Q3	$Q_d \geq 130$
Gelb	Q1	$Q_d \geq 80$

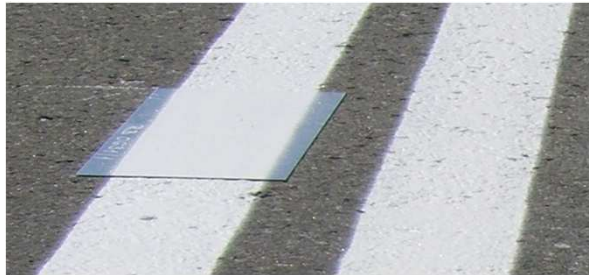
## Prüfungen

- ▶ **Eigenprüfungen – Erstellung eines Eigenüberwachungsprotokolls während der Applikation**
- ▶ **Fremdprüfungen**

### Mögliche Prüfungen während der Applikation

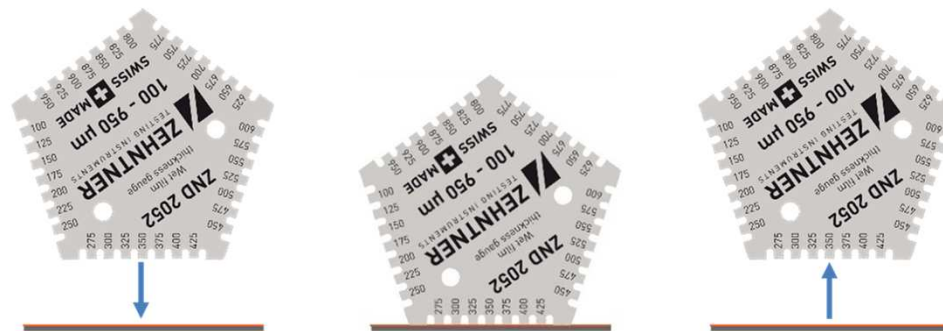
- ▶ **Nassfilmdicke bei gespritzten Markierungen**
- ▶ **Nachtsichtbarkeit RL, die Werte können sich nach der Verkehrsfreigabe noch ändern**
- ▶ **Trockenschichtdicke**
- ▶ **Einbettung der Nachstreumittel (visuell)**
- ▶ **Applizierte Menge der Nachstreumittel**
- ▶ **Geometrie (Breite / Länge usw.)**
- ▶ **Klimatische Umgebungsbedingungen**

## Prüfung der Nassfilmdicke bei gespritzten Markierungen



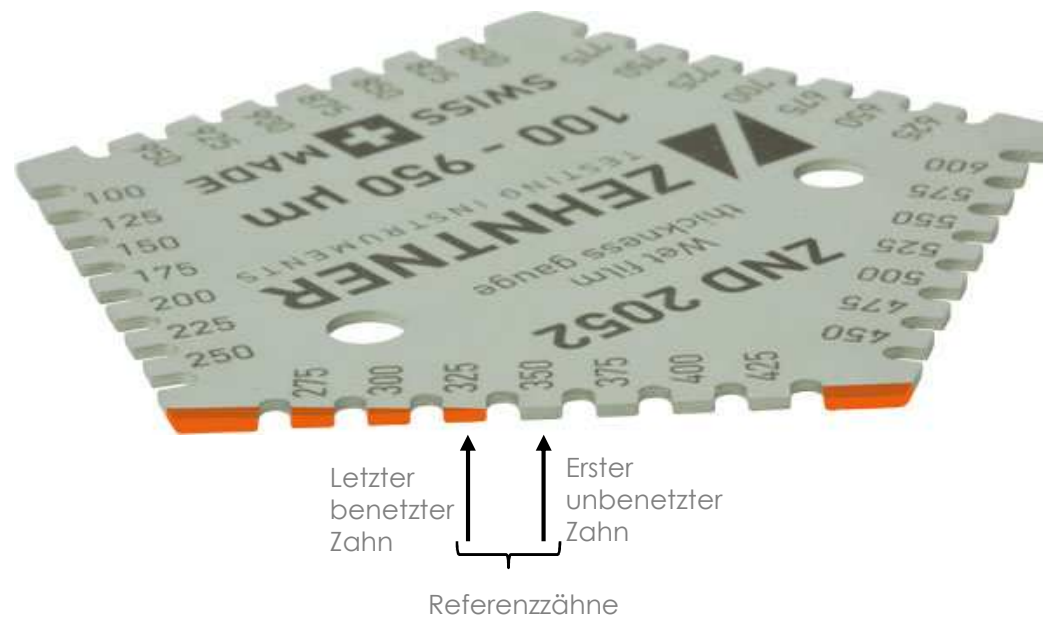
Die Probeapplikation erfolgt auf einem ebenen Prüfblech ohne Glasperlen mit der vorgesehenen Markiergeschwindigkeit.

1) Prüfkamm rechtwinklig zum Prüfblech in die flüssige Beschichtung eintauchen bis Kontakt mit dem Prüfblech besteht



## Prüfung der Nassfilmdicke bei gespritzten Markierungen

2) Die Schichtdicke ablesen, diese liegt zwischen dem letzten benetzten und dem ersten unbenetzten Zahn







## Prüfung der Trocknungszeit

## Prüfung der Trocknungszeit



## Prüfung der Nachstreumittel

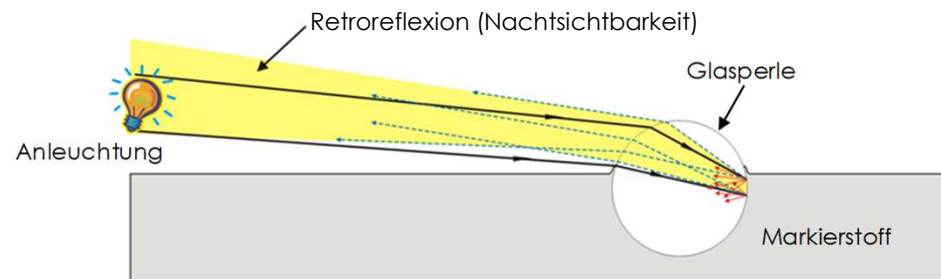


Die Nachstreumittelmenge wird durch Auswiegen festgestellt.

## Prüfung der Nachstreumittel

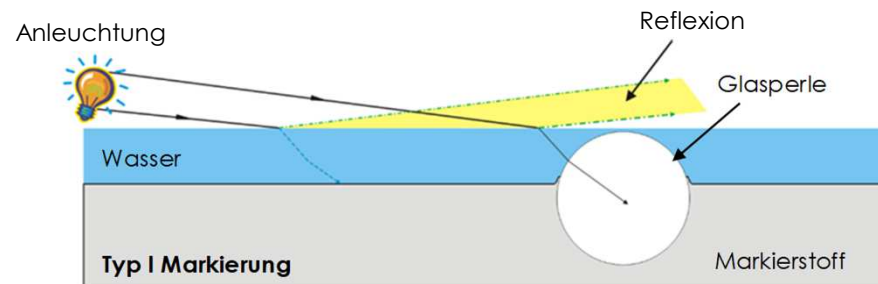
### Retroreflexion im Allgemeinen

Darstellung bei optimaler Einbettung in der Markierung, ca. 50-60 % (gute Nachtsichtbarkeit).



### Nasse Oberfläche

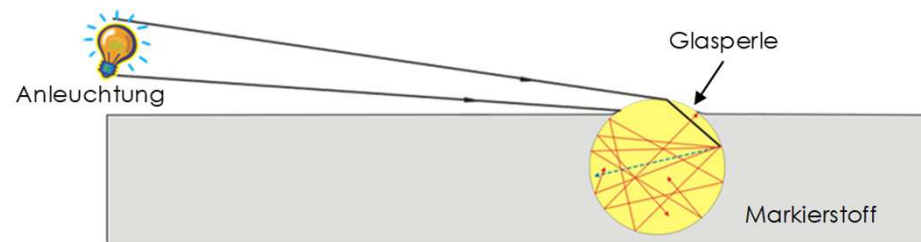
Gleiche Darstellung wie oben, jedoch mit nasser Fahrbahn. Durch Reflexion wird der Gegenverkehr geblendet. Keine Retroreflexion möglich, da das Licht nicht in die Glasperle gelangt.



## Prüfung der Nachstreumittel

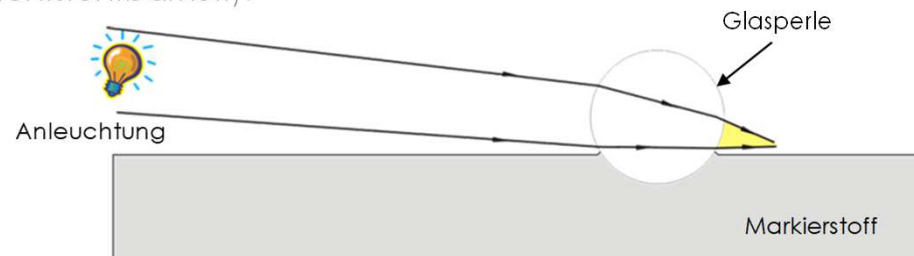
### Zu tiefe Einbettung

Zu tiefe Einbettung, dadurch wird der eintreffende Lichtstrahl in der Glasperle gefangen (keine Nachsichtbarkeit).

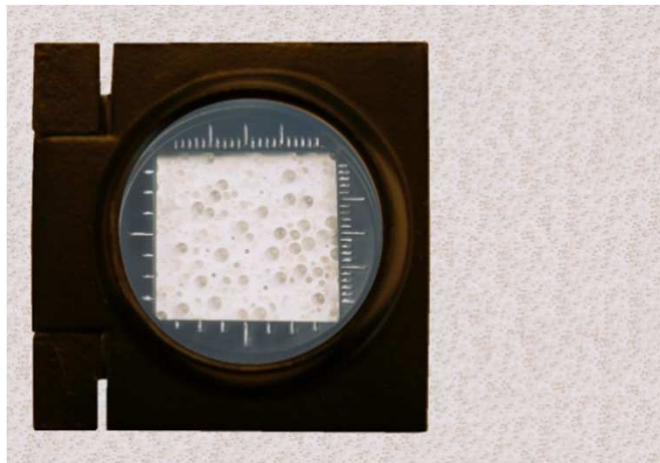


### Zu geringe Einbettung

Zu geringe Einbettung, dadurch gehen die Lichtstrahlen durch die Glasperle hindurch ohne retroflektiert zu werden (keine Nachsichtbarkeit).



## Prüfung der Nachstreumittel



Die Verteilung und Einbettung der Nachstreumittel wird visuell geprüft. Eine genauere Prüfung erfolgt mit einer Lupe oder einem Mikroskop.

Optimale Einbettung

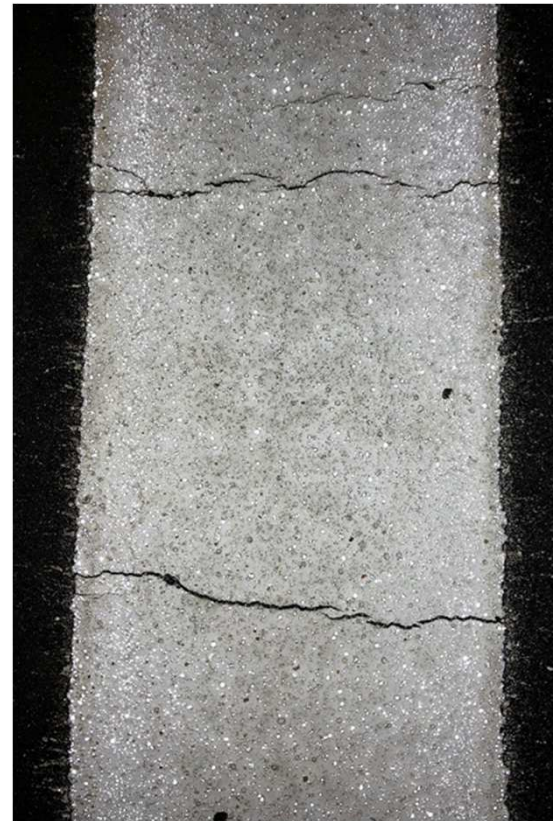


Überstreut mit Glasperlen und zu wenig eingebettet





Gleichmässige Verteilung



Ungleichmässige Verteilung



Messung der Nacht- und Tagessichtbarkeit  $R_L$  &  $Q_d$  bei Trockenheit

Die Prüfung kann unabhängig, sowohl am Tag als auch in der Nacht ausgeführt werden. Folgende Bedingungen müssen während der Prüfung eingehalten werden:

Tabelle 3 – Messungsanforderungen

Lufttemperatur	> 5 °C
Differenz Taupunkt zu Bodentemperatur	> 3 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	< 75 %
Einhaltung von Herstellervorschriften (gemäss technischen Merkblättern)	
Untergrund: Trocken, unverschmutzt, öl-, fett- und salzfrei	

Für eine fachgerechte Markierung, muss die Differenz zur Bodentemperatur >3 °C sein.

C° / RL	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%
5	-24.0	-15.9	-11.2	-7.6	-4.6	-2.2	-0.1
6	-23.1	-15.0	-10.3	-6.6	-3.7	-1.3	0.8
7	-22.3	-14.2	-9.4	-5.7	-2.8	-0.4	1.8
8	-21.6	-13.5	-8.5	-4.8	-1.8	0.6	2.8
9	-21.0	-12.8	-7.6	-3.8	-0.8	1.6	3.8
10	-20.2	-12.0	-6.7	-2.9	0.1	2.5	4.8
11	-19.5	-11.1	-5.9	-2.0	0.9	3.5	5.7
12	-18.7	-10.2	-5.0	-1.2	1.7	4.4	6.6
13	-17.9	-9.4	-4.2	-0.3	2.6	5.3	7.5

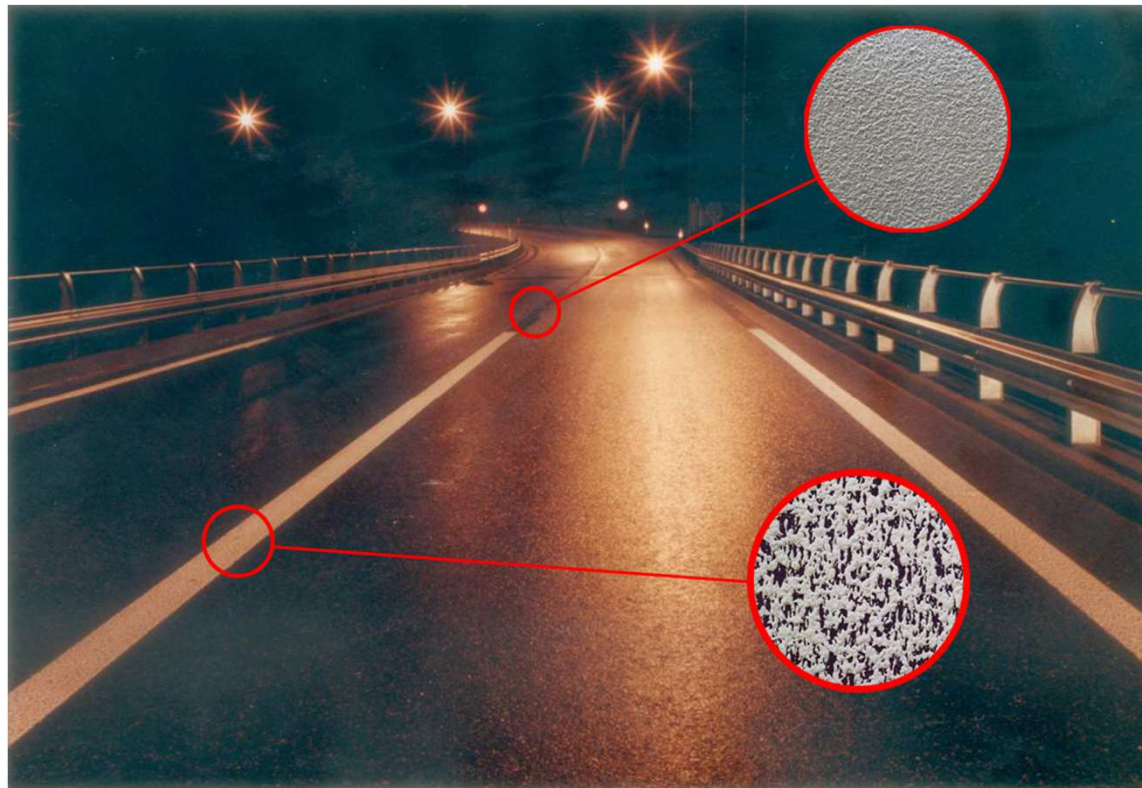
## Messung der Nachtsichtbarkeit ( $R_L$ trocken)

mit dynamisch / statisch arbeitenden Messverfahren

- ▶ Messungen immer in Fahrtrichtung
- ▶ Die Applikationsrichtung ist nicht massgebend für die Messrichtung

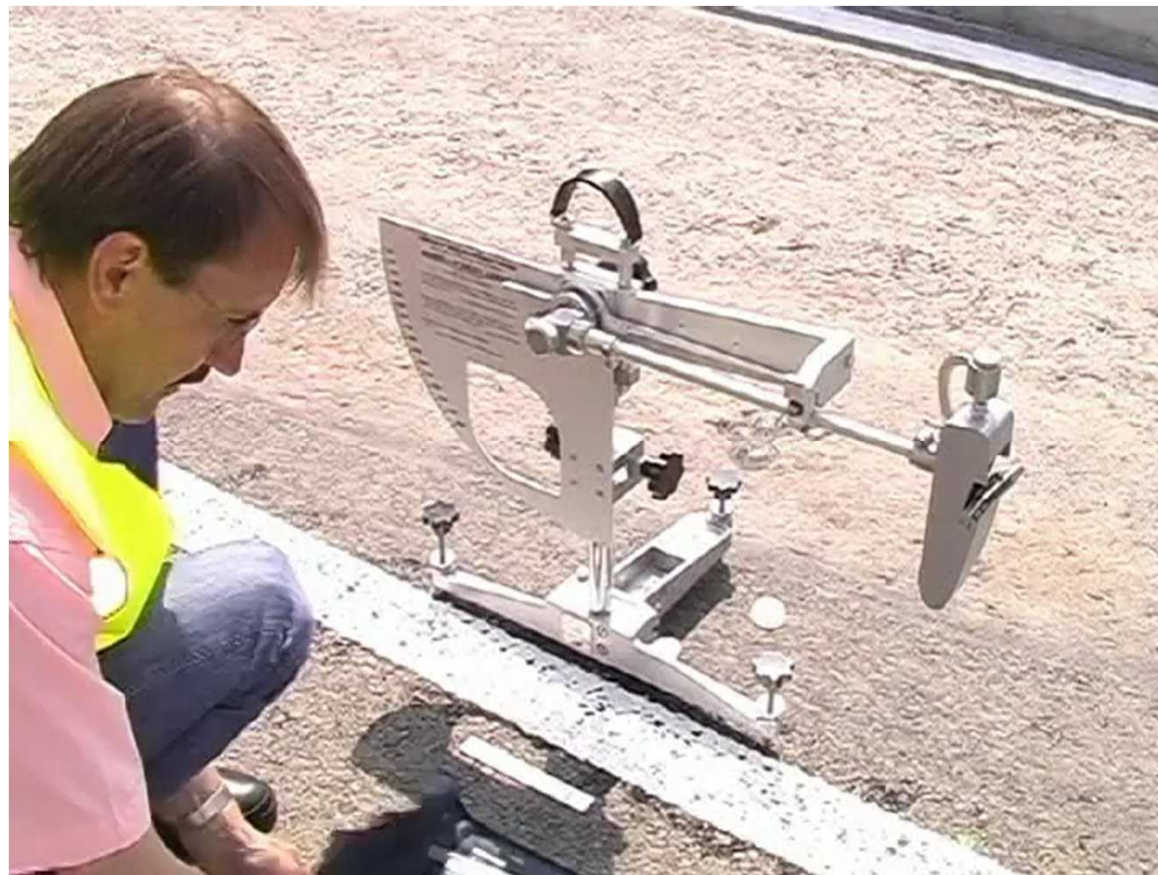


## Nachtsichtbarkeit ( $R_L$ ) bei Feuchtigkeit (RW)



## Messung der Nachtsichtbarkeit ( $R_L$ ) bei Feuchtigkeit (RW)





**Tabelle 4 - Korrektur des Pendelwertes bei Durchführung der Prüfung bei einer von 20 °C abweichenden Temperatur**

Gemessene Gleitkörpertemperatur - °C	Korrektur des Messergebnisses
36 bis 40	+3
30 bis 35	+2
23 bis 29	+1
19 bis 22	0
16 bis 18	-1
11 bis 15	-2
8 bis 10	-3
5 bis 7	-4
ANMERKUNG Die Korrektur der Temperatur kann durch die Oberflächenbeschaffenheit beeinflusst werden.	

Die Korrekturwerte für Gleitkörpertemperaturen über 30 °C und unter 10 °C sind Näherungswerte und hängen von der Rauheit der geprüften Oberfläche ab.

Bei Durchführung der Prüfung bei einer von 20 °C abweichenden Temperatur mit dem Gleitkörper 96 ist keine Temperaturkorrektur für den Pendelwert erforderlich.

## Messung der Verschleissfestigkeit (Haltbarkeit)

Tabelle 5 - Gewährleistung

	6 Monate	12 Monate	18 Monate	24 Monate	36 Monate
<b>Gespritzte Markierung Typ I</b> (Nassfilmdicke < 0.6mm)	X				
<b>Dauermarkierung Typ I</b> (Schichtdicke >2 mm)				X	
<b>Gespritzte Markierungen bei erhöhter Nachtsichtbarkeit und Nässe Typ II</b>			X		
<b>Dauermarkierung bei erhöhter Nachtsichtbarkeit und Nässe Typ II</b>				X	X*
<b>Orange temporäre Markierung</b>	X				

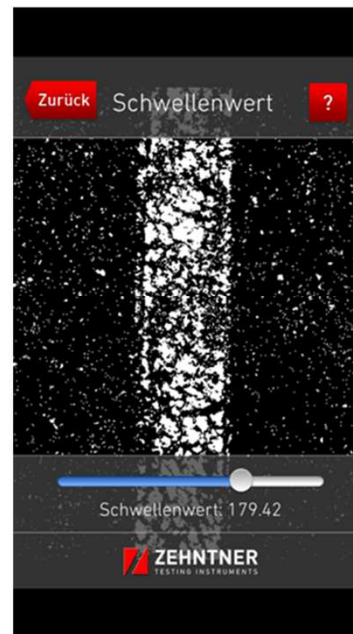
X\* = Gilt für Autobahnen, restliche Strassen 24 Mt.

Der Prozentanteil der verbliebenen Markierungsfläche muss vor Ablauf der Verjährungsfrist für Mängelansprüche, mindestens 90 % der ursprünglich markierten Fläche betragen.

## Messung der Verschleissfestigkeit (Haltbarkeit)

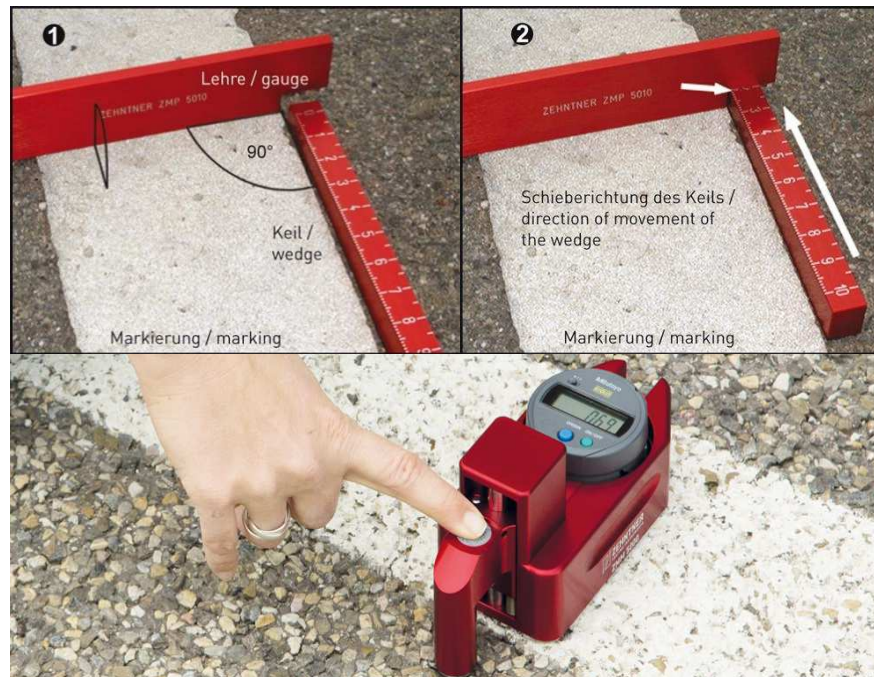
Digitale Bildanalyse-Software zur Bestimmung der Flächenbedeckung von Markierungen bei rechtwinkliger Betrachtung.

### Prüfung der Verschleissfestigkeit





## Messung der Trockenschichtdicke und Ausfrästiefe



- ▶ mit Prüfkeil
- ▶ mit Schieblehre
- ▶ mit digitalem Schichtdickenmesser



## Messung der Trockenschichtdicke und Ausfrästiefe



## Messung der Trockenschichtdicke und Ausfrästiefe



## Messung der Trockenschichtdicke und Ausfrästiefe



## Messung der Trockenschichtdicke und Ausfrästiefe

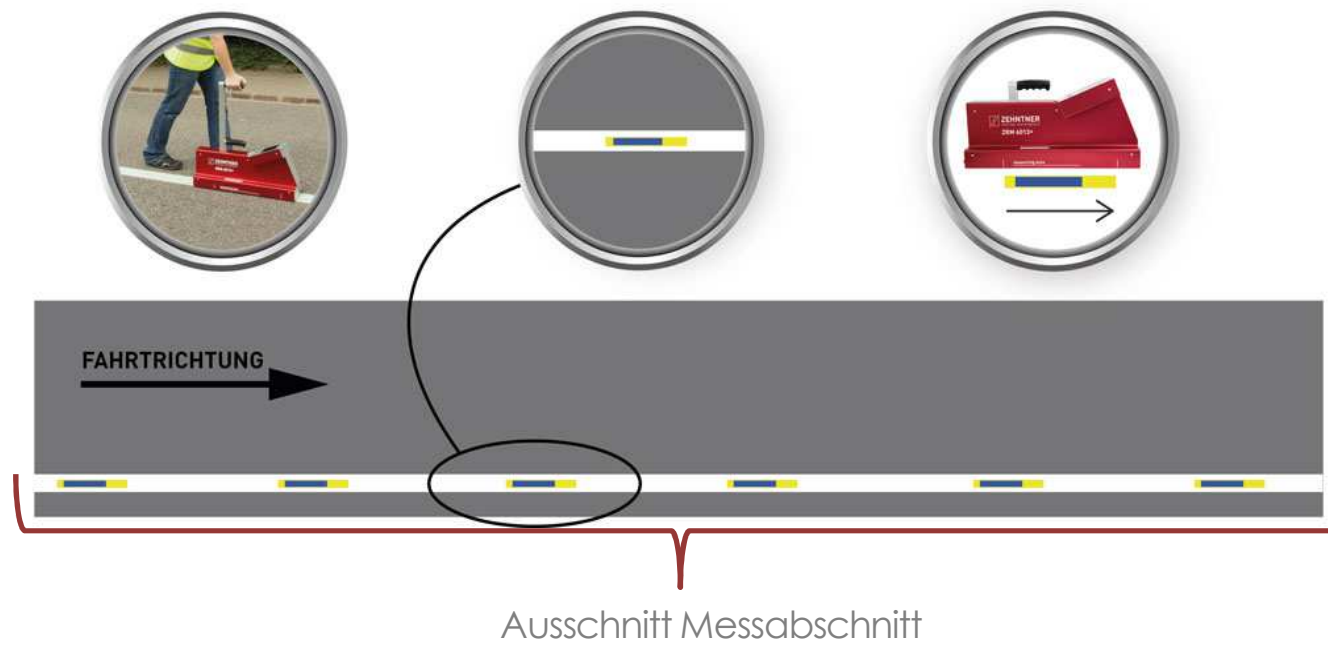


## Messung Nacht- und Tagessichtbarkeit

Der Umfang der Messungen ist abhängig von der Länge der zu beurteilenden Strassenlänge.

<b>Längsmarkierungen, zu beurteilende markierte Laufmeter (in km)</b>	<b>Andere Markierungen z.B. Pfeile, Sperflächen (in m<sup>2</sup>)</b>	<b>Maximale Anzahl der Messabschnitte</b>
≤ 1	≤ 120	1
≤ 10	≤ 600	3
> 10 bis 50	> 600 bis 1200	4
> 50 bis 100	---	6
> 100	---	8

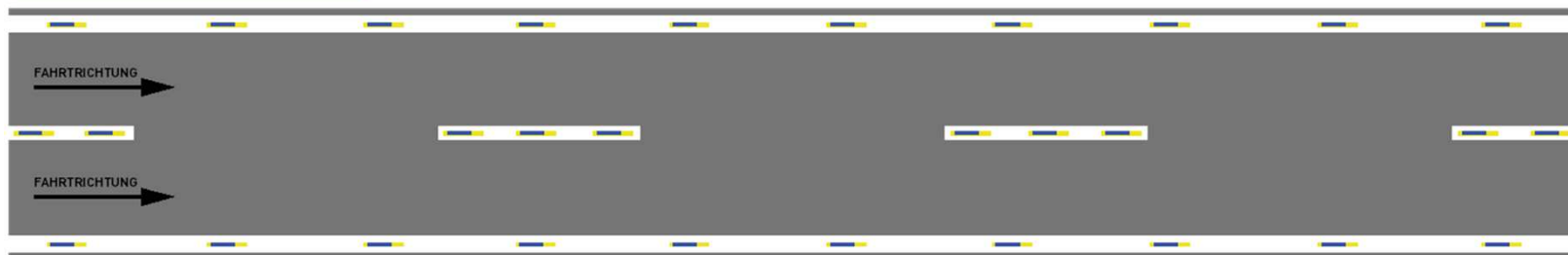
## Messprinzip für Längsmarkierungen



## Praktische Einleitung für die Messung der $R_L$ und $Q_d$ auf Autobahnen / Autostrassen pro Messabschnitt

Nachtsichtbarkeit / Tagessichtbarkeit - Trocken

$R_L \geq 200$  /  $Q_d \geq 130 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  - Durchschnittswert jeweils aus 10 Messungen (Total 30 Messungen)



Nachtsichtbarkeit - Feucht

$RW \geq 75 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  - Durchschnittswert jeweils aus 4 Messungen (Total 12 Messungen in unregelmässigen Abständen)



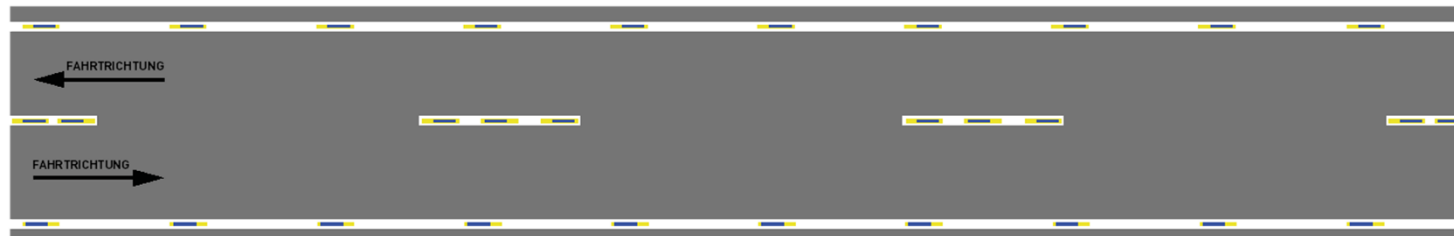


## Praktische Einleitung für die Messung der $R_L$ und $Q_d$ auf Hauptstrassen pro Messabschnitt

Nachtsichtbarkeit / Tagessichtbarkeit - Trocken

$$R_L \geq 150 / Q_d \geq 130 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$$

- Durchschnittswert Randlinien aus 10 Messungen  
- Durchschnittswert Mittellinien jeweils aus 5 Messungen (Total 30 Messungen)



Die Randlinien müssen jeweils in Fahrtrichtung gemessen werden, die Mittellinien in beiden Fahrtrichtungen und pro Fahrtrichtung muss der Durchschnitt bestimmt werden.

Nachtsichtbarkeit - Feucht

$$RW \geq 50 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$$

- Durchschnittswert jeweils aus 4 Messungen (Total 12 Messungen)

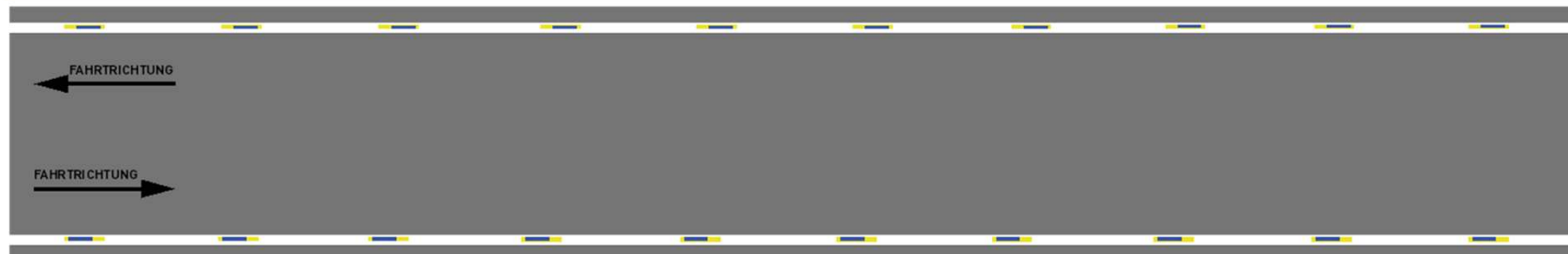


Die Randlinien müssen jeweils in Fahrtrichtung gemessen werden, die Mittellinien in beiden Fahrtrichtungen und pro Fahrtrichtung muss der Durchschnitt bestimmt werden.

## Praktische Einleitung für die Messung der $R_L$ und $Q_d$ auf Nebenstrassen pro Messabschnitt

Nachtsichtbarkeit / Tagessichtbarkeit - Trocken

$R_L \geq 100 / Q_d \geq 130 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  - Durchschnittswert jeweils aus 10 Messungen (Total 20 Messungen)



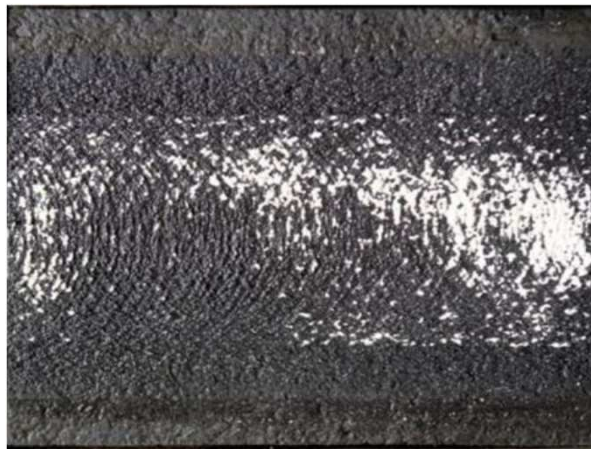
Nachtsichtbarkeit - Feucht

$RW \geq 25 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$  - Durchschnittswert jeweils aus 4 Messungen (Total 8 Messungen)



## Entfernung von Fahrbahnmarkierung

Digitale Bildanalyse-Software zur Bestimmung der Flächenbedeckung von Markierungen bei rechtwinkliger Betrachtung. Die gleiche Methode wie bei der Verschleissfestigkeit



(20 % bis 35 %)



(0 % bis 5 %)

