

Zehntner GmbH
Testing Instruments
Gewerbstrasse 4
CH-4450 Sissach
Switzerland
Tel +41 (0)61 953 05 50
Fax +41 (0)61 953 05 51
zehntner@zehntner.com
www.zehntner.com



TRANSLATION TEST REPORT

FEDERAL HIGHWAY RESEARCH INSTITUTE

(BAST)

re: the suitability of the measuring instrument ZRM 6013
Test no. 22-2006
(This test report includes 5 pages)

Enclosures:

1. Original test report „Bundesamt für Strassenwesen“
2. Translation test report

TEST REPORT

re: the suitability of the measuring instrument ZRM 6013

Text no. 22-2006

(This test report includes 5 pages)

1. Application

Applicant: Zehntner GmbH
Testing Instruments
Gewerbestrasse 4
CH-4450 Sissach
Switzerland

Dated: January 25, 2006

Subject: Determination of the suitability of the measuring instrument ZRM 6013 Zehntner-Retroreflectometer R_L/Q_d for measuring the luminance factor for diffused illumination Q_d and the luminance factor for retroreflection R_L (definition cf. EN 1436) of road markings

2. The measuring instrument

Description (taken from the manufacturer's data):

The measuring instrument ZRM 6013 is designed as a combined instrument for measuring Q_d as well as R_L . It can also measure R_L only or Q_d only. The ZRM 6013 is a portable, accumulator-powered measuring instrument. The measuring geometries used in the instrument conform to the requirements of EN 1436. For the measurement of Q_d and R_L , two different light sources are being used. For the Q_d -measurement, instead of a sphere, the inner area of a spherical segment between two parallel circles is being used for the illumination of the measuring area.

The measuring area is 52 mm x 218 mm. The measuring area is for

- night visibility [R_L] 0 to 20'000 mcd · m⁻² · lx⁻¹
- day visibility [Q_d] 0 to 318 mcd · m⁻² · lx⁻¹

3. Executed measurements

Measuring principle: measurable variables are

1. The luminance factor for retroreflection R_L according to EN 1436: Illumination of the surface of the marking in an angle of $1,24^\circ$, measurement of the retro-reflected light in an observation angle of $2,29^\circ$.
2. The luminance factor for diffused illumination Q_d according to EN 1436: Illumination of the surface of the marking with diffused light, measurement of the reflected light in an observation angle of $2,29^\circ$.

Test samples: 22 samples of different markings with enhanced night visibility in wet condition have been used as test samples. The kind of surface is noted in the following tables. All test samples were in a new state.

Execution of the measurements: For all samples, the luminance factor for diffused light and the luminance factor for retroreflection have been measured once with the instruments in test and once with the measuring instruments Reflectometer Q_d 30 and LTL 2000 from the company Delta Lys & Optics. The instruments have been positioned in such a way, that approximately the same part of the surface of the marking has been measured. The measuring area of the instruments is considerably comparable. Therefore 3 readings were recorded for every instrument for each sample. The average value has been used.

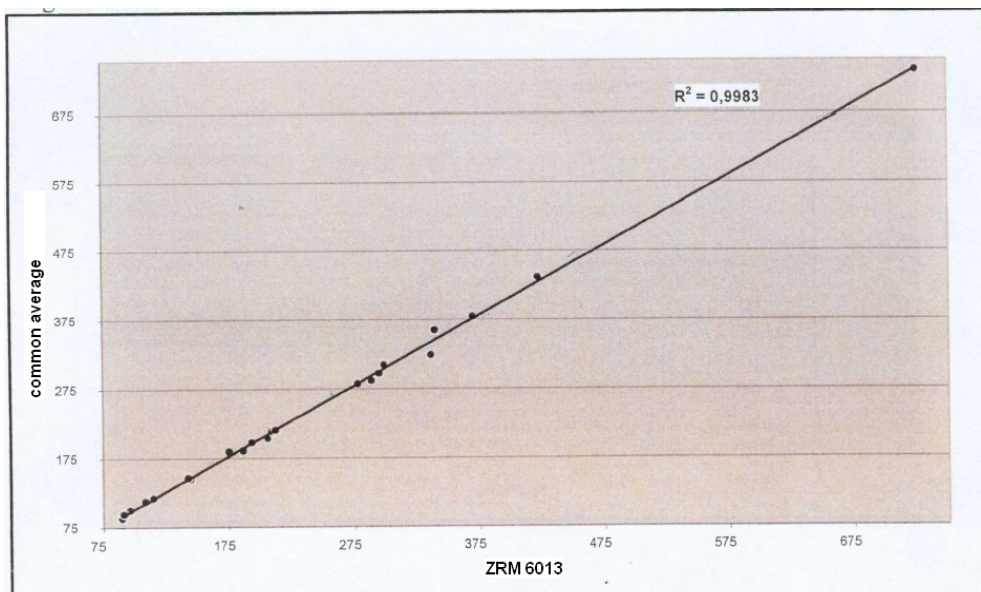
The measurements have been carried out in accordance with the operating manuals of the instruments.

4. Measuring results for the luminance factor for retroreflection R_L

Table 1: Measuring values and deviation for R_L

Sample no.	Kind of surface of the marking	R_L [$\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$]			deviation in % ZRM 6013 to $\bar{\sigma}$
		LTL 2000	ZRM 6013	common average $\bar{\sigma}$	
1	big reflective beads	87	90	88.3	1.5
2	ditto	122	114	118.0	-3.1
3	ditto	202	193	197.5	-2.3
4	big reflective beads / profiled	218	209	213.3	-2.0
5	ditto	118	108	113.2	-4.6
6	ditto	201	206	203.5	1.1
7	ditto	105	96	100.5	-4.5
8	ditto	745	725	734.7	-1.4
9	oversized reflective beads	145	144	144.7	-0.5
10	lateral profiled	379	340	359.3	-5.5
11	smooth agglomerate on two component paint	300	295	297.5	-0.8
12	rough agglomerate	311	336	323.7	3.9
13	diagonal rolled	151	142	146.8	-3.1
14	very rough aggregates, cuboidal	186	186	186.2	-0.1
15	profiled	194	175	184.7	-5.2
16	rough aggregates	98	91	94.5	-3.7
17	very rough drop on materials and aggregates	451	422	436.3	-3.3
18	agglomerate on two component paint	219	212	215.5	-1.6
19	foil, profiled	390	370	379.8	-2.6
20	foil, rhombical profiled	320	299	309.5	-3.4
21	big reflective beads	288	278	282.7	-1.8
22	45° profiled marking	286	289	287.5	0.5
	all samples				-1.9

Diagram 1: Trend and coefficient of determination for R_L -values

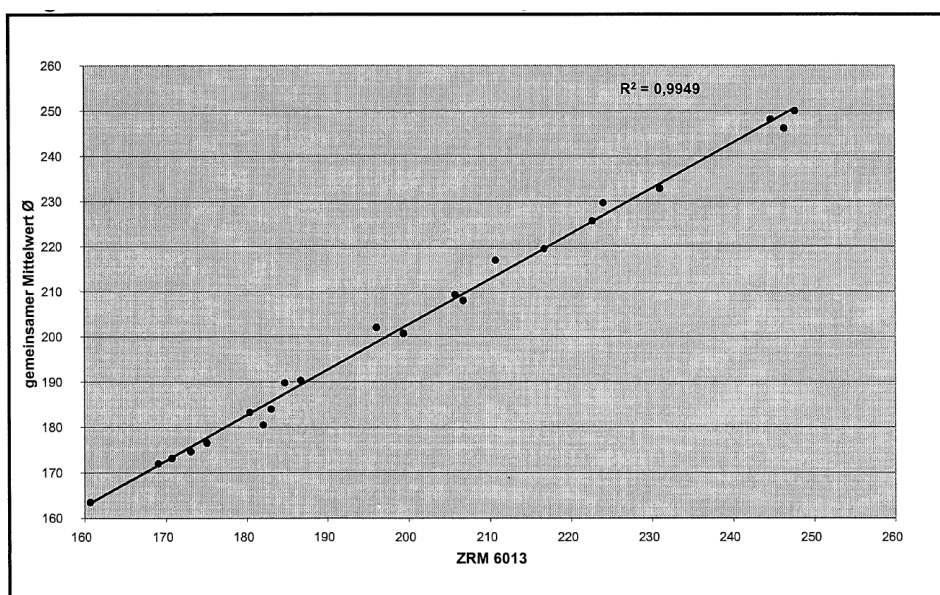


5. Measuring results for diffused illumination Qd

Table 2: Measuring values and deviation for Qd

Sample no.	Kind of surface of the marking	Qd [$\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$]			deviation in % ZRM 6013 to $\bar{\sigma}$
		QD 30	ZRM 6013	common average $\bar{\sigma}$	
1	big reflective beads	194	187	190.3	-1.9
2	ditto	202	199	200.7	-0.7
3	ditto	176	173	174.7	-1.0
4	big reflective beads / profiled	223	211	217.0	-2.9
5	ditto	176	171	173.2	-1.4
6	ditto	213	206	209.3	-1.8
7	ditto	252	248	250.0	-0.9
8	ditto	246	246	246.2	0.1
9	oversized reflective beads	178	175	176.5	-0.8
10	lateral profiled	166	161	163.5	-1.7
11	smooth agglomerate on two component paint	195	185	189.8	-2.7
12	rough agglomerate	222	217	219.5	-1.3
13	diagonal rolled	175	169	172.0	-1.7
14	very rough aggregates	185	183	184.0	-0.5
15	profiled	229	223	225.7	-1.3
16	rough aggregates	179	182	180.5	0.8
17	very rough drop on materials and aggregates	235	224	229.7	-2.5
18	agglomerate on two component paint	186	180	183.3	-1.6
19	foil, profiled	209	207	208.0	-0.6
20	foil, rhombical profiled	235	231	232.8	-0.8
21	big reflective beads	252	245	248.2	-1.4
22	45° profiled marking	208	196	202.0	-3.0
	all samples				-1.4

Diagram 2: Trend and coefficient of determination for Qd-values



6. Valuation of the measuring results

6.1 Luminance factor for retroreflection R_L

Table 1 shows that the measured values of the ZRM 6013 differ by a maximum +3.9% / -4.5% from the common average of both measuring instruments. The mean deviation amounts to + 1.9 %.
In diagram 1 it is apparent that the coefficient of determination is $R = 0.9983$. So the measured value is almost identical.

6.2 Luminance factor for diffused illumination Q_d

Table 2 shows that the measured values of the ZRM 6013 differ by a maximum +0.8% / -0.3% from the common average of both measuring instruments. The mean deviation amounts to +1.4 %.
In diagram 2 it is apparent that the coefficient of determination is $R = 0.9949$. So the measured value is almost identical.

6.3 General performance evaluation

The deviations of the measured values of the instrument ZRM 6013 from the common average are within the acceptable range of accuracy for measuring the luminance factor for diffused reflection Q_d as well as for the luminance factor for retroreflection R_L . For this reason, the instrument is qualified for measuring R_L and Q_d .

For passing on or for publishing the whole test report has to be taken into account. For passing on or for publishing only extracts you need the written approval from BAST.

(U. Ellmers)

(R.Kepler)

PRÜFBERICHT
über die Eignung des Messgerätes ZRM 6013
BASt-Prüfbericht-Nr. 22-2006
(Dieser Prüfbericht umfasst 5 Seiten)

1. Antrag

Antragsteller: Zehntner GmbH
Testing Instruments
Gewerbestrasse 4
CH-4450 Sissach
SCHWEIZ

Antrag vom: 25. Januar 2006

Antragsache: Feststellung der Eignung des Messgerätes ZRM 6013 Zehntner-Retroreflektometer R_L/Qd zur Messung des Leuchtdichtkoeffizienten bei Retroreflexion R_L und des Leuchtdichtkoeffizienten bei diffuser Beleuchtung Qd von Fahrbahnmarkierungen gemäß EN 1436 'Anforderungen an Markierungen auf Straßen'.

2. Prüfgegenstand

Beschreibung: Retroreflektometer ZRM 6013 der Firma Zehntner GmbH
(Angaben gemäß der Unterlagen des Herstellers)

Das Messgerät ist als Kombinationsgerät zur Ermittlung von Werten für die Nachtsichtbarkeit (R_L) und Tagessichtbarkeit (Qd) von Fahrbahnmarkierungen ausgelegt. Beide Messgrößen können auch unabhängig voneinander ermittelt werden. Das ZRM 6013 ist ein tragbares, akkubetriebenes Messgerät. Die integrierten Messgeometrien entsprechen den Anforderungen der EN 1436. Für die Messung von R_L - und Qd -Werten werden verschiedene Lichtquellen verwendet. Bei der Messung von Qd -Werten wird anstelle einer Kugel die innere Fläche einer Kugelschicht zur Ausleuchtung der Messfläche verwendet.

Die Messfläche beträgt 52 mm x 218 mm. Die Messbereiche betragen für die

- Nachsichtbarkeit [R_L] 0 bis 20.000 mcd \cdot m⁻² \cdot lx⁻¹
- Tagessichtbarkeit [Q_d] 0 bis 318 mcd \cdot m⁻² \cdot lx⁻¹.

3. Durchgeführte Messungen

Messgrößen und Messprinzip: 1. Der Leuchtdichtekoeffizient bei Retroreflexion R_L gemäß EN 1436: Anleuchtung der Markierungsoberfläche unter einem Winkel von 1,24° und Messung des von der Markierungsoberfläche unter einem Winkel von 2,29° retroreflektierten Lichtes.

2. Der Leuchtdichtekoeffizient bei diffuser Anleuchtung Q_d gemäß EN 1436: Anleuchtung der Markierungsoberfläche mit diffusem Licht und Messung des von der Markierungsoberfläche unter einem Beobachtungswinkel von 2,29° reflektierten Lichtes.

Messproben: Als Messproben wurden 22 Muster unterschiedlicher Markierungssysteme mit erhöhter Nachsichtbarkeit bei Nässe verwendet. Die Art der Oberflächengestaltung ist in den nachfolgenden Tabellen vermerkt. Die Proben befanden sich bei der Messung im Neuzustand.

Durchführung der Messungen: Bei allen Proben wurde der Leuchtdichtekoeffizient bei diffuser Beleuchtung bzw. der Leuchtdichtekoeffizient bei Retroreflexion einmal mit dem zu untersuchenden Gerät und einmal mit den Messgeräten LTL 2000 Retrometer bzw. QD 30 Reflektometer der Firma Delta Lys & Optics, Dänemark, gemessen. Die Geräte wurden so auf die Probenoberfläche justiert, dass jeweils annähernd dieselben Ausschnitte innerhalb der unterschiedlichen Markierungsproben gemessen wurden. Die Messflächen der Geräte sind in ihrer Größe annähernd vergleichbar. Daher wurden je drei Messwerte pro Gerät je Messprobe ermittelt. Bewertet wurde der Mittelwert der Einzelmesswerte.

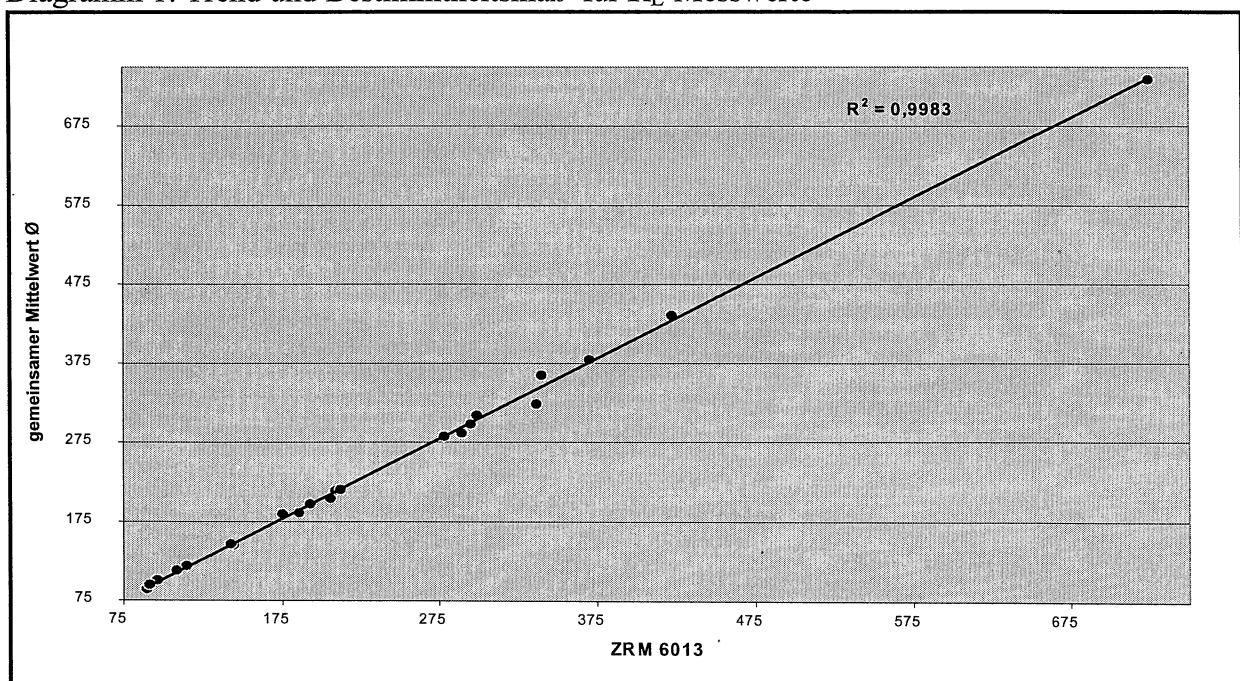
Die Messungen wurden entsprechend der jeweils anzuwendenden Bedienungsanleitung vorgenommen.

4. Messergebnisse für den Leuchtdichtekoeffizient bei Retroreflexion R_L

Tabelle 1: Messwerte und Abweichungen für R_L

Probe Nr.	Art der Markierung	R_L [$\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$]			prozentuale Abweichung ZRM 6013 vom $\bar{\emptyset}$
		LTL 2000	ZRM 6013	Gemeinsamer Mittelwert $\bar{\emptyset}$	
1	große Reflexperlen	87	90	88,3	1,5
2	dto.	122	114	118,0	-3,1
3	dto.	202	193	197,5	-2,3
4	große Reflexperlen/Struktur	218	209	213,3	-2,0
5	dto.	118	108	113,2	-4,6
6	dto.	201	206	203,5	1,1
7	dto.	105	96	100,5	-4,5
8	dto.	745	725	734,7	-1,4
9	übergroße Reflexperlen (≥ 2 mm)	145	144	144,7	-0,5
10	querprofiliert	379	340	359,3	-5,5
11	feines Agglomerat auf Kaltspritzplastik	300	295	297,5	-0,8
12	grobes Agglomerat (Eurostruktur)	311	336	323,7	3,9
13	schräg gewalzt	151	142	146,8	-3,1
14	sehr grobe Nachstreumittel, quaderförmig	186	186	186,2	-0,1
15	Struktur	194	175	184,7	-5,2
16	grobe Nachstreumittel	98	91	94,5	-3,7
17	sehr grobe Beistoffe und Nachstreumittel	451	422	436,3	-3,3
18	Agglomerat auf Kaltspritzplastik	219	212	215,5	-1,6
19	Folie, profiliert	390	370	379,8	-2,6
20	Folie, rautenförmig profiliert	320	299	309,5	-3,4
21	große Reflexperlen	288	278	282,7	-1,8
22	45°-Profilmarkierung	286	289	287,5	0,5
	Alle Proben				-1,9

Diagramm 1: Trend und Bestimmtheitsmaß für R_L -Messwerte

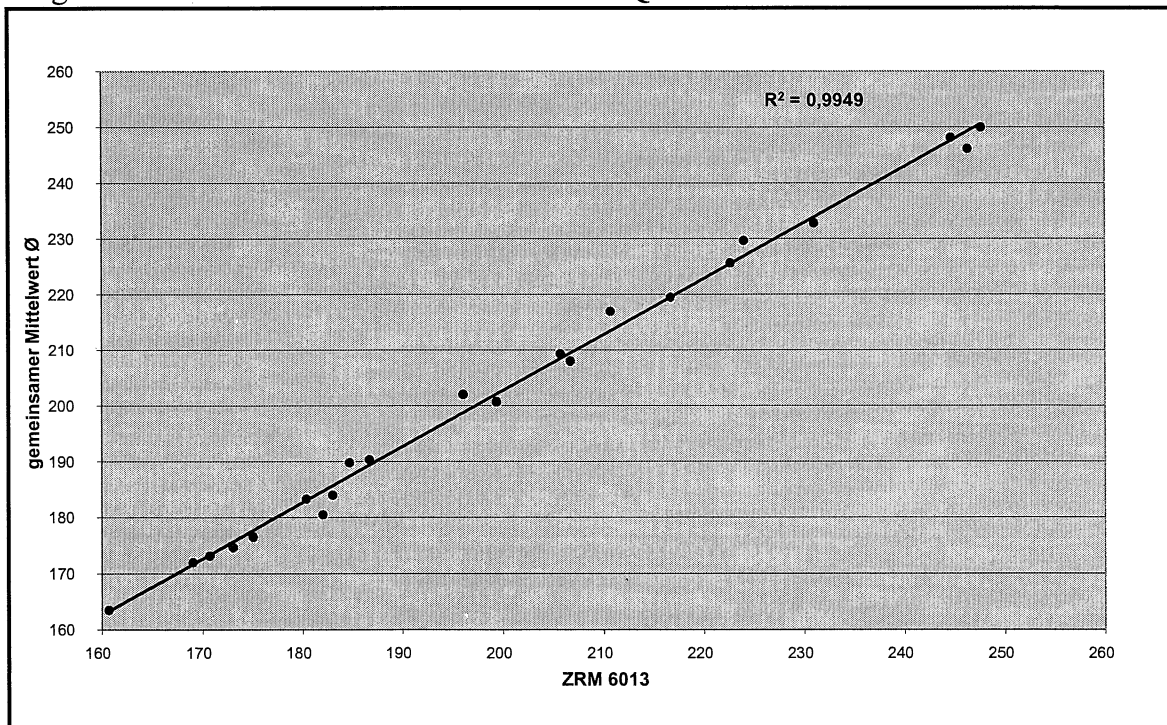


5. Messergebnisse für den Leuchtdichtekoeffizient bei Retroreflexion Qd

Tabelle 2: Messwerte und Abweichungen für Qd

Probe Nr.	Art der Markierung	Qd [$\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$]			prozentuale Abweichung ZRM 6013 vom \emptyset
		QD 30	ZRM 6013	gemeinsamer Mittelwert \emptyset	
1	große Reflexperlen	194	187	190,3	-1,9
2	dto.	202	199	200,7	-0,7
3	dto.	176	173	174,7	-1,0
4	große Reflexperlen/Struktur	223	211	217,0	-2,9
5	dto.	176	171	173,2	-1,4
6	dto.	213	206	209,3	-1,8
7	dto.	252	248	250,0	-0,9
8	dto.	246	246	246,2	0,1
9	Übergroße Reflexperlen ($\leq 2 \text{ mm}$)	178	175	176,5	-0,8
10	Querprofiliert	166	161	163,5	-1,7
11	feines Agglomerat auf Kaltspritzplastik	195	185	189,8	-2,7
12	grobes Agglomerat (Eurostruktur)	222	217	219,5	-1,3
13	schräg gewalzt	175	169	172,0	-1,7
14	sehr grobe Nachstreumittel, quaderförmig	185	183	184,0	-0,5
15	Struktur	229	223	225,7	-1,3
16	grobe Nachstreumittel	179	182	180,5	0,8
17	sehr grobe Beistoffe und Nachstreumittel	235	224	229,7	-2,5
18	Agglomerat auf Kaltspritzplastik	186	180	183,3	-1,6
19	Folie, profiliert	209	207	208,0	-0,6
20	Folie, rautenförmig profiliert	235	231	232,8	-0,8
21	große Reflexperlen	252	245	248,2	-1,4
22	45°-Profilmarkierung	208	196	202,0	-3,0
	Alle Proben				-1,4

Diagramm 2: Trend und Bestimmtheitsmaß für Qd-Messwerte



6. Bewertung der Messergebnisse

6.1 Leuchtdichtekoeffizient bei Retroreflexion R_L

Tabelle 1 zeigt, dass die Messwerte des ZRM 6013 um höchstens +3,9 % / -4,5 % vom gemeinsamen Mittelwert beider Messgeräte abweichen. Die mittlere Abweichung beträgt + 1,9 %. In Diagramm 1 ist ersichtlich, dass ein Bestimmtheitsmaß von $R = 0,9983$ erreicht wird und damit die verglichenen Messwerte nahezu identisch sind.

6.2 Leuchtdichtekoeffizient bei diffuser Reflexion Q_d


Tabelle 2 zeigt, dass die Messwerte des ZRM 6013 um höchstens +0,8 % / -0,3 % vom gemeinsamen Mittelwert beider Messgeräte abweichen. Die mittlere Abweichung beträgt + 1,4 %. In Diagramm 2 ist ersichtlich, dass ein Bestimmtheitsmaß von $R = 0,9949$ erreicht wird und damit die verglichenen Messwerte nahezu identisch sind.

6.3 Gesamtbeurteilung


Die Abweichungen der Messwerte des Messgerätes ZRM 6013 vom gemeinsamen Mittelwert liegen sowohl für den Leuchtdichtekoeffizienten bei Retroreflexion R_L als auch für den Leuchtdichtekoeffizienten bei diffuser Reflexion Q_d im Rahmen einer akzeptablen Messgenauigkeit. Das Gerät ist damit für die Messung der beiden Messgrößen geeignet.

Dieser Prüfbericht darf nur vollständig weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die aus-
zugsweise Weitergabe oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der BAST.

Bergisch Gladbach, 16. Dezember 2008
Leiter des Referates Straßenausstattung


(U. Ellmers)
Regierungsdirektor

Für die Sachbearbeiter:


(M. Zedler)
Wissenschaftl. Ang.