

Verfahrens- beschreibung

Schichtdickenmessgerät

MIT-SCAN-T3

November 2016



MIT Mess- und Prüftechnik GmbH

Gostritzer Str. 63, D-01217 Dresden

Tel. +49-(0)351/871 81 25, Fax: +49-(0)351/871 81 27

E-mail: info@mit-dresden.de www.mit-dresden.de

Gliederung

1. Einleitung
2. Funktionsprinzip
3. Durchführung der Messung
4. Auswahl des Reflektors
5. Verlegeplan
6. Technische Daten

1. Einleitung

Die zerstörungsfreie Prüftechnik ermöglicht die kostengünstige und genaue Messung der Schichtdicke von Straßen- und Verkehrsflächen in Asphalt und Beton. Damit werden wichtige Daten zur Abrechnung einer Baustelle sowie zur Sicherung der Qualität und Lebensdauer einer Straße bereitgestellt. In den neu gefassten Technischen Prüfvorschriften zur Bestimmung der Dicken von Oberbauschichten im Straßenbau **TP D-StB 12** werden die zerstörungsfreien elektromagnetischen Verfahren ausführlich beschrieben und die Voraussetzungen für eine korrekte Messdurchführung dargestellt.

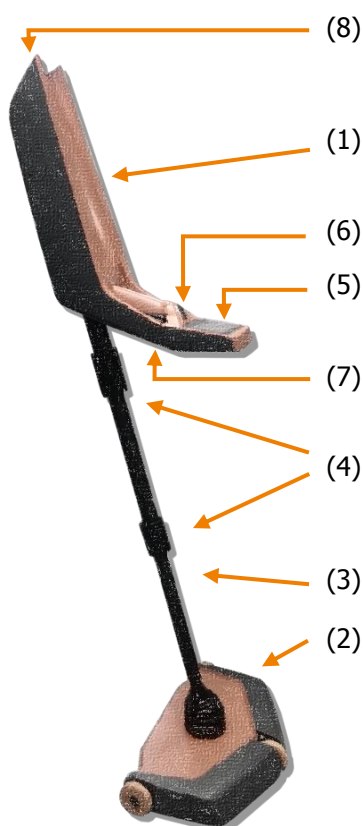
Zur Durchführung der elektromagnetischen Schichtdickenmessung ist der **Einbau von Reflektoren** zwingend erforderlich. Das Verfahren kommt deshalb vorrangig beim Neubau von Straßen und Verkehrsflächen und/ oder bei der Erneuerung von Straßen bzw. der Sanierung einzelner Schichten zum Einsatz.

Das MIT-Verfahren kann auch bei ungebundenen Schichten, auf gefrästen Flächen, im Kompaktasphalt, auf heißem Asphalt, bei Nässe und bei leichten Minustemperaturen eingesetzt werden. Alle im Bauwesen vorkommenden Asphalt- und Betonschichten können mit dem **MIT-SCAN-T3** zerstörungsfrei gemessen werden. Die zerstörungsfreie Prüftechnik bietet die Chance, die Qualitätssicherung und das Kostenmanagement effektiv miteinander zu verbinden. Das Messsystem wird sowohl von Auftraggebern im Rahmen der Fremdkontrolle als auch von Auftragnehmern im Rahmen der Eigenüberwachung regelmäßig verwendet. Das im MIT-Verfahren ist patentrechtlich geschützt.

Die nachfolgende Verfahrensbeschreibung beschreibt sowohl das Funktionsprinzip für das Gerätesystem **MIT-SCAN-T3** als auch dessen Vorgängerversionen MIT-SCAN-T2 und MIT-SCAN-T.

2. Funktionsprinzip

Das Schichtdickenmessgerät **MIT-SCAN-T3** verwendet ein weiterentwickeltes Wirbelstromverfahren, das sog. Puls-Induktionsverfahren. Es zeichnet sich durch eine hohe Genauigkeit und Stabilität bei sehr geringer Störanfälligkeit aus. Ermöglicht wird dies durch eine große Anzahl an aufgenommenen Messdaten - etwa 600 Daten/ Messfahrt. Die Genauigkeit des MIT-Verfahrens ist gegenüber anderen Verfahren deutlich überlegen. Zusätzlich werden bei jeder Messung mehrere physikalische Parameter (z.B. die **Materialgüte** des eingebauten Reflektors) automatisch mit erfasst. Diese Daten können in strittigen Situationen herangezogen werden, um die Aussagefähigkeit des ermittelten Messergebnisses zu untersetzen.



Messablauf

Die Schichtdicke wird durch ein definiertes Überfahren des Reflektors ermittelt.

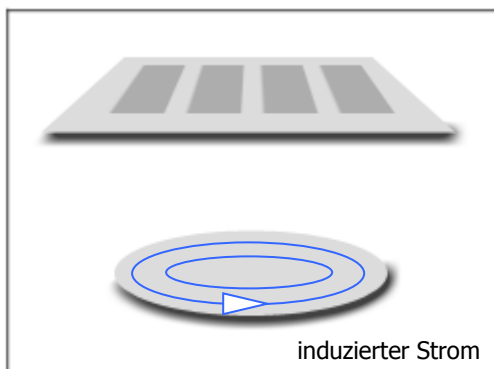
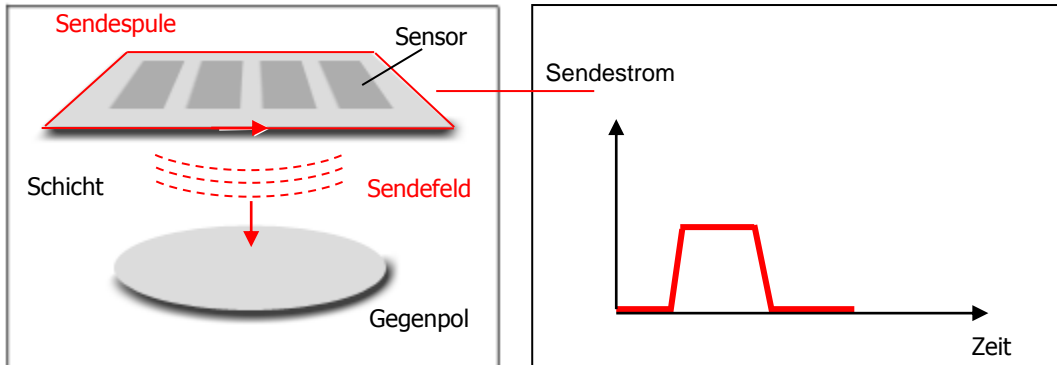
Die empfangenen Signale ergeben sich aus der relativen Position des Gerätes zum Reflektor, dessen Lage und Größe. Diese Beziehung wird im Eichprozess genau bestimmt und ist im Schichtdickenmessgerät hinterlegt.

Legende zu Abb. 1: Gerät MIT-SCAN-T3

- 1 Bedieneinheit
- 2 Messsonde
- 3/4 Teleskop-Rohr mit Klemmverschlüssen
- 5 Display
- 6 Steuerkreuz
- 7 Suchtaster
- 8 Anschlüsse für USB-Stick, Kopfhörer und Ladegerät

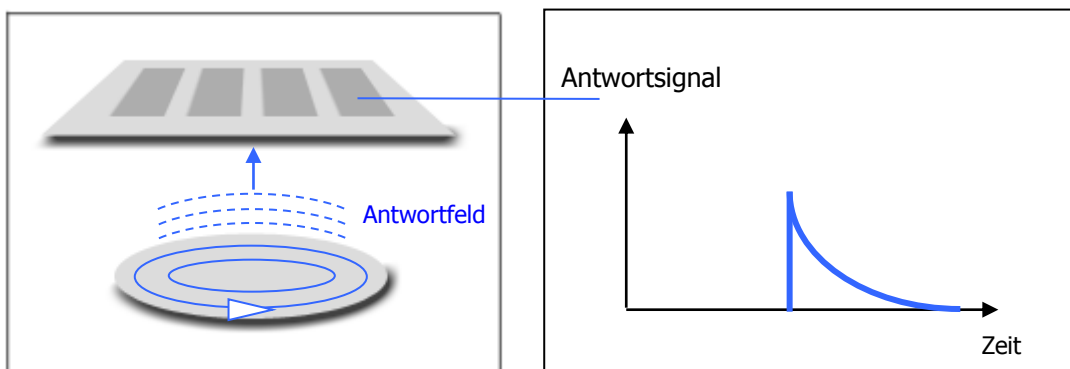
Schematische Darstellung der Signalerzeugung

Die folgende Abb. 2 zeigt eine schematische Darstellung der physikalischen Abfolge der Signalerzeugung. In der Messsonde befindet sich eine von Strom durchflossene Sendespule. Sie erzeugt ein zeitabhängiges Magnetfeld (Sendefeld), das die Schicht durchdringt.



Unter die zu messende Schicht wird während des Einbauprozesses ein Reflektor (eine Platte oder eine Folie aus Metall) eingebracht. Im **Messreflektor** werden durch das veränderliche Magnetfeld Wirbelströme induziert, die exponentiell abklingen und wiederum ein zeitabhängiges magnetisches Feld erzeugen, das sog. **Antwortfeld**.

In der Messsonde des **MIT-SCAN-T3** befinden sich mehrere Sensoren, die das Antwortfeld in seinem zeitlichen Verhalten genau erfassen.



Das Sendefeld wird durch kurzzeitiges Ein- bzw. Ausschalten eines Stromes erzeugt (im Bereich einiger hundert Mikrosekunden). Wenn es völlig abgeklungen ist, wird das Antwortfeld gemessen. Eine Überlappung des Antwortsignals mit dem vergleichsweise starken Sendesignal wird damit vermieden und das Sendesignal verursacht keine Störungen. Es können auch sehr schwache Antwortfelder erfasst und damit hohe Tiefen gemessen werden.

3. Durchführung der Messung

Suchen

Durch Drücken der Suchtaste am **MIT-SCAN-T3** wird ein kontinuierliches Auslesen aller vier Sensoren gestartet. Das Ergebnis wird auf dem Display in Form von vier Balken angezeigt. Die Länge der Balken ist abhängig von der Entfernung des jeweiligen Sensors zum Reflektor. Durch Bewegen der Messsonde einige Zentimeter über der Straßenoberfläche und in einem Korridor von bis zu 2 m Breite um den Reflektor kann dieser eindeutig lokalisiert werden. In der nachfolgenden Abbildung werden das Balkendiagramm im Display und die Lage des Reflektors zur Messsonde schematisch veranschaulicht:

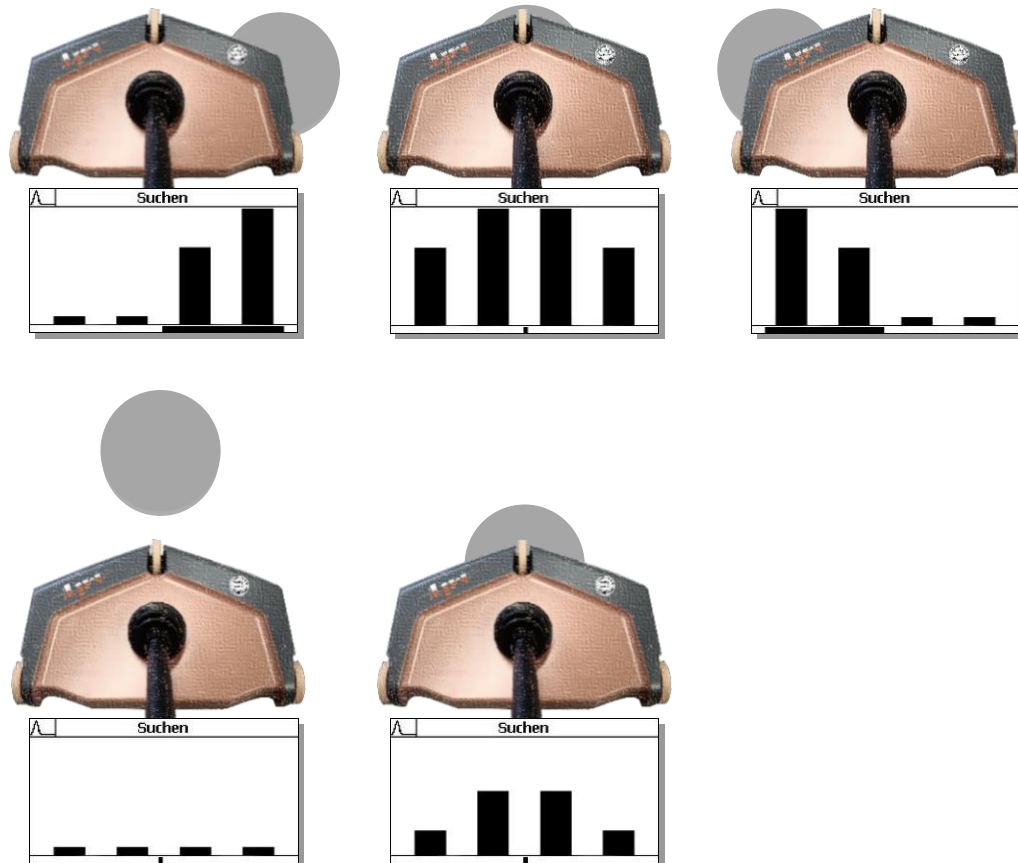


Abb. 3: Suchmodus am Beispiel einer Aluminiumrunde im Durchmesser 12 cm

Messen

Vor Beginn des eigentlichen Messvorgangs muss der verbaute Reflektor am Gerät **korrekt** eingestellt werden, da die zur Berechnung der Schichtdicke herangezogenen Algorithmen vom Reflektortyp abhängig sind. Das neuentwickelte **MIT-SCAN-T3** bietet dem Anwender zusätzlich den Komfort, die Funktion **Automatische Rondenerkennung** zu nutzen. Das Ein- und Umstellen durch den Anwender entfällt, da das **MIT-SCAN-T3** den verbauten Reflektor (Ronde) automatisch aus dem reflektierten Signal erkennen kann. Andere Reflektor-Formate (viereckige Folien und Bleche) können z.Z. noch nicht automatisch erkannt werden.

Zum Messen wird das **MIT-SCAN-T3** in normaler Schrittgeschwindigkeit über die Messstelle, d.h. den Reflektor geschoben. Die Überfahrt erfolgt bei rechteckigen Reflektoren senkrecht zur Längsseite. Bei quadratischen Reflektoren möglichst mittig und parallel zu einer Kante. Bei Ronden ist die Beachtung einer Überfahrtrichtung nicht relevant.

Da im Ergebnis der Auswertung auch die laterale Position des Reflektors enthalten ist, muss die Mitte bei der Überfahrt nicht exakt ermittelt werden. Dennoch wird empfohlen, den Reflektor annähernd mittig zu überfahren, um mögliche Fehler auszuschließen und eine hohe Zuverlässigkeit zu erzielen.

Vor dem Start der Messung wird das Messgerät ca. 10 cm vor der Reflektor(längs)kante auf der Straßenoberfläche aufgesetzt. Durch kurzes Drücken der ENTER-Taste am Steuerkreuz wird die Messung gestartet. Die Messung beginnt mit der Bewegung der Messsonde in Richtung des Reflektors. Das Gerät ist weggesteuert und nimmt auf seiner Überfahrt in sehr kurzen Abständen für jeden Sensor einen Messpunkt auf. Während der Messung baut sich auf dem Display ein Diagramm auf. Diese **Messkurve** zeigt einen aus den vier Sensorwerten berechneten Mittelwert und stellt bereits während der Messung Informationen zur Messsituation zur Verfügung. Die Messung wird automatisch beendet, wenn ein Weg von ca. 1,5 m Länge zurückgelegt worden ist. Das Messergebnis wird in maximal einer Sekunde berechnet und im Display angezeigt.

Weiterverarbeitung der Messergebnisse

Der ermittelte Datensatz kann abgespeichert werden und steht bis zum Löschen im Datenspeicher zur Ansicht zur Verfügung. Häufig wird das Messergebnis auch handschriftlich in ein Protokoll übertragen. Üblicherweise werden Messdaten später elektronisch auf einen PC übertragen.

Bewertung der Messstelle

Nach der Messung erscheint im Display das Ergebnismenü (s. untenstehende Abb. 4).

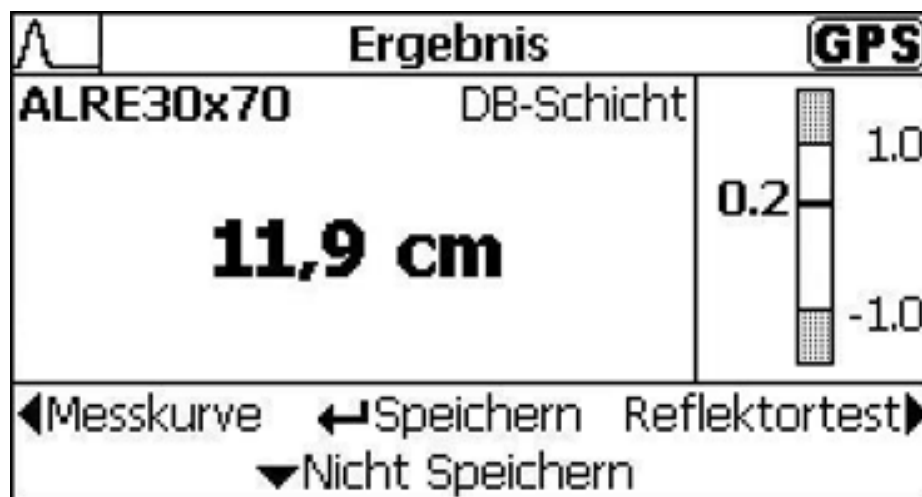


Abb. 4 Display MIT-SCAN-T3 mit Ergebnismenü

Rechts im Fenster befindet sich eine grafische Anzeige zur Bewertung des Reflektors (Materialgüte). Die **Materialgüte** ist ein durch die Dicke des Materials und den elektrischen Leitwert bestimmter Wert.

Erhält man ein nicht plausibles Messergebnis, so kommt dafür als Ursache häufig ein Defekt des dünnen Folienreflektors in Frage (d.h. Dimensionsabweichungen und/ oder Beschädigungen wie Risse, umgeklappte Ecken, Faltungen, Perforierungen usw.). Bei Reflektoren vom Typ Folie kann der Anwender in strittigen Situationen unmittelbar nach der Tiefenmessung einen **Reflektortest** durchführen. Durch ein erneutes Überfahren des Reflektors parallel zur Längsachse wird dessen Länge und Breite ermittelt.

4. Auswahl des Reflektors

Der Reflektor ist jeweils passend zum Einsatzfall auszuwählen (Asphalt/ Beton sowie Tiefenbereich) und bereits während des Einbaus unter die später zu messende Schicht mit zu verbauen. Die Art des Reflektors (Blech/ Folie) und sein Format geben die verwendbare Lage des Reflektors im Schichtaufbau und die maximal messbare Schichtdicke vor. Beim Einsatz von Blechformaten ist die notwendige Mindestüberdeckung zu beachten.

Es dürfen nur standardisierte Messreflektoren zum Einsatz kommen (siehe **TP D-StB 12** bzw. Standardleistungskatalog). Die MIT Mess- und Prüftechnik GmbH empfiehlt ihren Anwendern, ausschließlich zertifizierte Reflektoren zu verwenden, die auf den Gerätetyp abgestimmt sind. **Nicht zertifizierte oder nachgeahmte Messreflektoren können zu falschen Ergebnissen führen!**

Die MIT-Ronden haben eine Reihe von Vorteilen und werden häufig ausgeschrieben und von vielen Anwendern mit hoher Zufriedenheit verwendet:

- Ronden sind einfach zu verlegen (in der Regel durch unmittelbares Ablegen vor dem Fertiger ohne zeitaufwändiges Ankleben). Sie sind zudem günstig und kompakt.
- Die Ronde hat das Potential zur Automatisierung (Ablegeautomat).
- Ronden sind stabil und unempfindlich gegen zufällige Beschädigungen. Sie liefern dadurch sehr genaue und zuverlässige Ergebnisse.
- Ronden können über die Funktion der **automatischen Rondenerkennung** ohne Umschalten fehlerfrei erfasst werden. Fehleinstellungen sind somit ausgeschlossen und das Messen geht noch schneller.
- Bei der Ronde kann die Richtung des Überfahrweges beliebig gewählt werden und ermöglicht damit auch in ungünstigen Situationen die Durchführung der elektromagnetischen Schichtdickenmessung (z.B. auf schmalen Bauabschnitten wie Fahrradwegen).
- Ronden sind preiswert im Einkauf und aufgrund des geringeren Materialverbrauchs nicht nur besonders wirtschaftlich sondern schonen auch die Umwelt.

Die folgenden standardisierten Reflektoren sind laut **TP D-StB 12** bzw. Standardleistungskatalog für die elektromagnetische Schichtdickenmessung zugelassen:

Bezeichnung	Messtiefe bis	Beschreibung des Materials
AL RO 07 AL RO 12 AL RO 30	12 cm 18 cm 35 cm	Ronde/ kreisförmige Scheibe Ø 7 bis 30 cm Aluminium: 0,5 bis 1,0 mm
ST RO 30	35 cm	Ronde/ kreisförmige Scheibe Ø 30 cm Stahl: 0,65 mm
AL 30 x 50 AL 30 x 60 AL 30 x 70 AL 30 x 100	40 cm 50 cm 50 cm 50 cm	Rechteckfolie/ Rechteckblech Breite: 30 cm Länge: 50 bis 100 cm Aluminium: 0,100 bis 0,300 mm
AL 33 x 33 AL 16,5 x 16,5	40 cm 30 cm	Quadratische Folie oder quadratisches Blech 33 x 33 cm bzw. 16,5 x 16,5 cm Aluminium: 0,100 bis 0,300 mm

Tabelle 1: Standardreflektoren

5. Verlegeplan

Der Verlegeplan bestimmt Art und Lage des Messreflektors in der Straße. Dabei sind die Festlegungen der **TP D-StB 12** und der **ZTV Asphalt StB 07** bzw. die entsprechende Ausschreibung zu beachten (Vertragsbestandteil).

Messstelle

Die Messstelle umfasst die Messreflektoren, die der Messung aller Schichtdicken an einem Ort dienen (im unten abgebildeten Schema jeweils drei Reflektoren/ Messstelle). Die Reflektoren werden während der Fertigung unter die Schicht verbaut, die später gemessen werden soll.

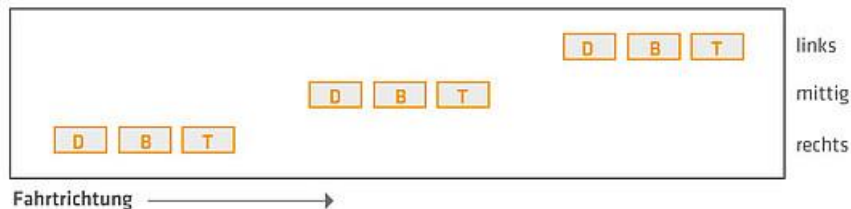
Im Falle von rechteckigen bzw. viereckigen Formaten werden Reflektoren mit der Längsseite parallel zur Straßenkante und in einem Abstand von 1 m zu dieser verlegt. Zwischen den Reflektoren einer Messstelle unterschiedlicher Schichten ist ein Mindestabstand von einem 1 m einzuhalten. I.d.R. werden Messstellen am Seitenrand markiert. Die Umgebung einer Messstelle sollte sauber und metallfrei sein. Fremdmetall muss einen Abstand von mindestens 1 m zur Messstelle haben.

Anordnungsbeispiel

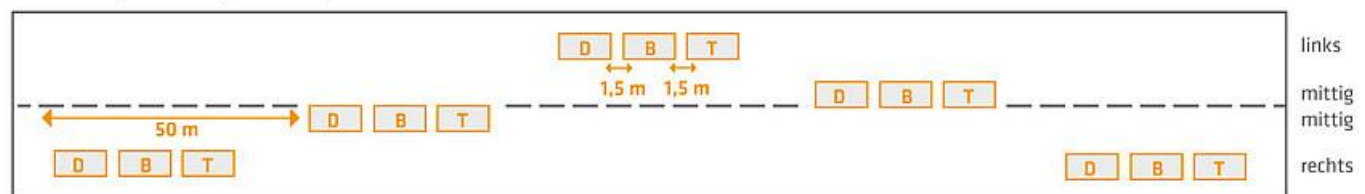
Anzahl und Anordnung der Messstellen sind abhängig von der Länge des Bauabschnittes und der Breite der Straße. Bei Straßenbreiten von bis zu 5 m werden Messstellen alternierend rechts/ links (zick-zack) angeordnet. Der Abstand zwischen den Messstellen beträgt bei kurzen Bauabschnitten bis etwa 500 m Länge 20 m und bei langen Bauabschnitten bis zu 50 m. Bei mehrspurigen Fahrbahnen werden drei Messstellen in einer Linie senkrecht zur Fahrbahnkante rechts, Mitte und links angeordnet.

Die beschriebene Anordnung gewährleistet eine ausreichend hohe statistische Dichte und damit Sicherheit zur Bewertung einer Bauleistung. Der Bauherr und die ausführende Baufirma können davon abweichende Regelungen treffen, wenn die konkrete Situation es erfordert.

gesamte Fahrbahn



Fahrbahn (halbseitiger Einbau)



Legende:

- D Deckschicht
- B Binder
- T Tragschicht
- Gegenpol

Abb. 5 Verlegeplan

6. Technische Daten

Einsatzbedingungen/ Hinweise

Metallische Fremdkörper müssen von der Fahrbahn entfernt werden. Auch Sicherheitsschuhe mit Metallkappen können Störungen verursachen, wenn diese sich in unmittelbarer Nähe zur Sonde befinden. Durch Nässe/ Feuchtigkeit oder schwach leitfähige und magnetische Zuschlagstoffe entstehen keine Fehler. Das Messen unter Starkregen ist zu vermeiden. Vor dem Verstauen in den Gerätekofter ist das Messgerät gründlich abzutrocknen (Vorsicht Staunässe!). Aufbewahrung im Gerätekofter nur im trockenen Zustand. Das Gerät unterliegt der Spritzwasserschutzart IP 44.

Abstand zwischen Reflektoren:	mindestens 1 m
Abstand zu Schutzplanken o.ä.:	mindestens 1 m
Abstand zu Baufahrzeugen:	mindestens 2 m

Betriebstemperatur:	-5 °C bis +50 °C
Lagertemperatur:	-10 °C bis +50 °C
Asphalttemperatur:	bis zu 110 °C

Toleranzen

Auflösung:	1 mm
Messgenauigkeit:	±(0,5 % vom Messwert + 1 mm)

Speicherkapazität

bis zu 5.000 Datensätze
jeder Datensatz enthält Angaben zu Ort, Datum, Zeit, Reflektor-Typ und gemessener Schichtdicke
sequentielle Anordnung der Datensätze

PC-Anbindung

PC-Schnittstelle
Transfer in MS-Office oder ein Abrechnungsprogramm

Stromversorgung

NiMH-Akku 12 V/ 2 Ah

Einsatzdauer:	8 h bzw. rund 1.000 Messungen
Ladezeit:	1,5 Stunden

Eine Tiefentladung des Akkus ist zu vermeiden.

Abmessungen und Gewicht

Messgerät:	40 cm x 26 cm/ Länge stufenlos verstellbar bis 145 cm Gewicht netto 4 kg
------------	---

Gerätekofter:	85 cm x 50 cm x 34 cm Gewicht brutto 18 kg (Koffer inkl. Inhalt)
---------------	---