

Handbuch MIT-Reflektoren für Anwender der elektromagnetischen Schichtdickenmessung



MIT Mess- und Prüftechnik GmbH
Gostritzer Str. 63 · 01217 Dresden
www.mit-dresden.de



Inhalt	Seite
1 Verfahren und Voraussetzungen	5
1.1 Messverfahren	5
1.2 Das Anlegen einer Messstelle	6
1.3 Messumgebung	9
2 Reflektoren	10
2.1 MIT-Ronden	12
2.1.1 Aluminium-Ronden für den Asphaltstraßenbau	13
2.1.2 Stahl-Ronde für den Betonstraßenbau.....	15
2.2 Viereckige Reflektoren.....	17
2.2.1 Rechteckige und quadratische Folien	17
2.2.2 Rechteckige und quadratische Bleche	18

Haftungsbeschränkung

Für eventuelle Druckfehler oder sonstige Ungenauigkeiten übernimmt der Hersteller keine Gewähr. Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Personen- und/oder Sachschäden infolge Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung des Messgerätes, Einsatz des Gerätes für nicht genannte Zwecke sowie Nichteinhaltung der Sicherheitshinweise.

Sicherheitshinweise

Achten Sie bei der Durchführung der Messung auf die vor Ort gültigen Sicherheitsbestimmungen.



Quellenangabe

Technische Prüfvorschriften zur Bestimmung der Dicken von Oberbauschichten im Straßenbau TP D-StB 12 (Ausgabe 2012), ISBN 978-3-86446-048-7
Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

1 Verfahren und Voraussetzungen

1.1 Messverfahren

Die elektromagnetische Schichtdickenmessung mit dem Messgerät MIT-SCAN-T3 und Vorgängerversionen verwendet das Puls-Induktionsverfahren. Das Verfahren bedingt den Einbau eines Reflektors als Gegenpol unter die zu vermessende Schicht (siehe S. 10, Abs. 2).

In der Sonde des Schichtdickenmessgerätes sind eine Sendespule und vier Sensoren verbaut (siehe Abb. 1 Sendefeld).

Die Spule sendet in regelmäßigen Abständen ein magnetisches Feld aus. Dieses Feld erzeugt im eingebauten Gegenpol einen Stromfluss (siehe Abb. 2 Induzierter Strom).

Das zeitliche Abklingen bewirkt ein Antwortfeld (siehe Abb. 3 Antwortfeld), welches wiederum von den vier Sensoren aufgenommen und im Messgerät ausgewertet wird. Daraus berechnet sich die Schichtdicke.

Während einer Messfahrt über den Reflektor werden 4 x 150 Impulse gesendet und Signale empfangen. Diese hohe Datendichte stellt die große Zuverlässigkeit und die hohe Genauigkeit des Messverfahrens sicher.

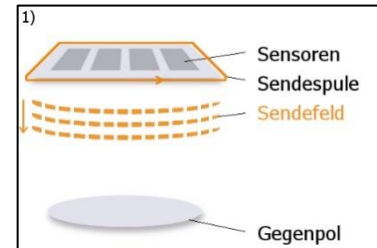


Abb. 1 Sendefeld

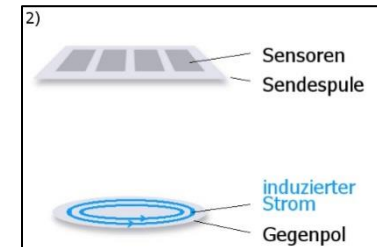


Abb. 2 Induzierter Strom

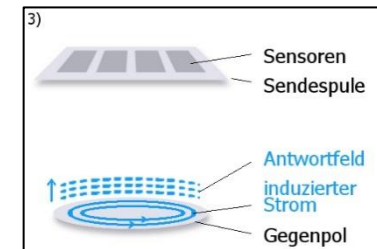


Abb. 3 Antwortfeld



1.2 Das Anlegen einer Messstelle

In Deutschland und der EU ist die Schichtdickenmessung in Asphalt bzw. Beton verbindlich vorgeschrieben (vgl. dazu bspw. ZTV Asphalt-StB 07 in Verbindung mit der TP D-StB 12, EN 12697-36, RVS 11.03.21 sowie ZTV Beton-StB 07). Die jeweilige Messstelle wird dafür im Rahmen der Eigen- oder Fremdüberwachung vorbereitet und mit einem oder mehreren Reflektoren ausgestattet.

Eine **Messstelle** umfasst alle Reflektoren, die die Messung aller Schichten an einem Ort ermöglicht. Der jeweilige Reflektor wird unterhalb der Schicht eingebracht, die gemessen werden soll. Die Umgebung der Messstelle soll möglichst frei von Fremdmetall sein, um einen Störeinfluss auf das Messsignal zu vermeiden. Reflektoren sollen mit einem Abstand von mindestens 1 m voneinander bzw. mit einem Abstand von mindestens 1,5 m zu Straßeneinbauten (z.B. Regenwassereinlässen, Dübeln und Ankern) usw. verlegt werden. Die Messstelle wird üblicherweise am Fahrbahnrand markiert.

Die Messung der Einzelwerte der Einbaudicke von Asphaltsschichten erfolgt lt. ZTV Asphalt-StB 07 an regelmäßig über die Einbaufäche verteilten Messstellen. Der Längsabstand der Messprofile beträgt danach i.d.R. 50 m. Es müssen mindestens 20 Messstellen erfasst werden.

Achtung!

Es dürfen nur die in der TP D-StB 12 angegebenen standardisierten und vorkonfektionierten Reflektoren verwendet werden (siehe S. 10, Tabelle 1).

Verweis:

Anlegen einer Messstelle, siehe S. 8, Abb. 4
Schematische Darstellung eines Verlegeplan



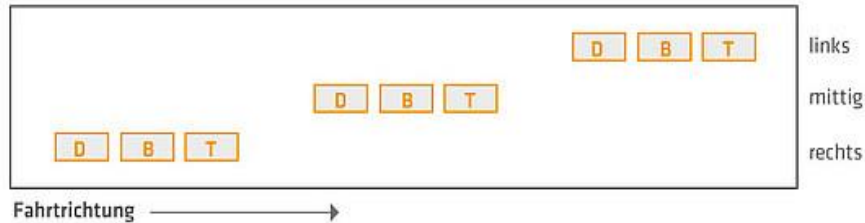
Bei Straßenbreiten von bis zu 5 m werden die Messstellen alternierend rechts/links angeordnet. Bei einer mehrspurigen Fahrbahn werden drei Messstellen in einer Linie senkrecht zur Fahrbahnkante rechts, mittig und links angeordnet. Der Abstand zwischen den Messstellen beträgt bei kurzen Bauabschnitten (Länge bis ca. 500 m) 20 m und bei langen Bauabschnitten bis zu 50 m. Dies gewährleistet eine ausreichend hohe Dichte (statistische Sicherheit) zur Bewertung der Bauleistung.

Um den Schichtenverbund zwischen den einzelnen Schichten nicht zu gefährden, muss der Reflektor hinreichend überbaut werden. Die sog. **Mindestüberdeckung** beschreibt die im fertigen Zustand der Straße mindestens eingebaute Materialdicke, gemessen von der Oberkante des Reflektors bis zur Fahrbahnoberfläche.

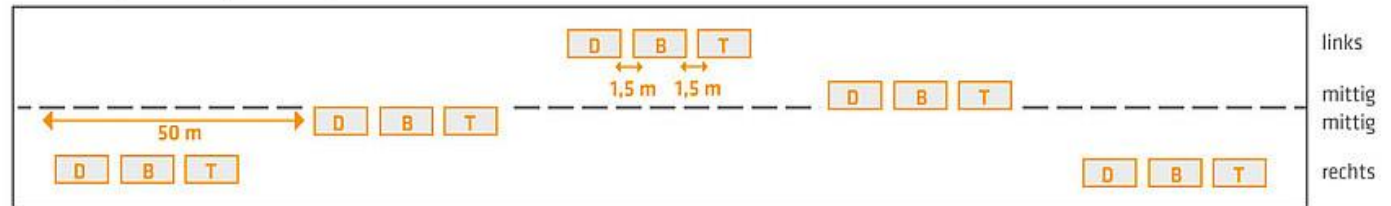
Auf der folgenden Seite zeigt ein **Verlegeplan** schematisch die Verteilung der Messstellen über die Fahrbahn. Er bestimmt Art, Anzahl und Lage bzw. Position der Reflektoren. Die schematische Verlegung von Reflektoren vereinfacht den späteren Messablauf. Auch lassen sich Messstellen schnell und eindeutig wiederfinden. Der Verlegeplan kann in Absprache zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer den Gegebenheiten vor Ort angepasst werden.



gesamte Fahrbahn



Fahrbahn (halbseitiger Einbau)



- Legende:
- D Deckschicht
 - B Binder
 - T Tragschicht
 - Gegenpol

Abb. 4 Schematische Darstellung eines Verlegeplans



1.3 Messumgebung

Im Umkreis von einem Meter rund um eine Messstelle dürfen sich keine metallischen Gegenstände befinden, wie z.B.:

- Schachtabdeckungen und Abläufe
- Fahrzeugrückhaltesysteme (Schutzplanken)
- andere Reflektoren
- Fahrzeuge oder Baugeräte

Arbeitsschutzschuhe mit Stahlkappen haben keinen Einfluss auf die Messung, solange sich diese während der Messfahrt nicht in unmittelbarer Nähe zur Sonde befinden.

Folgende Umgebungsbedingungen haben keinen Einfluss auf die Messung:

- Nässe
- heißer Asphalt
- leichte Minusgrade

2 Reflektoren

Übersicht zulässiger, standardisierter Messreflektoren:

Bezeichnung	Beschreibung	Messbereich
AL RO 07	runde Platte (Ronde)	1,5 - 12 cm
AL RO 12	Durchmesser: 7 cm, 12 cm, 30 cm	1,5 - 18 cm
AL RO 30	Materialdicke: 1 mm bzw. 0,5 mm Material: Aluminium	4,0 - 35 cm
AL RE 30x50	rechteckige Folie oder Platte	1,5 - 40 cm
AL RE 30x60	Breite x Länge: 30 x (50 bis 100) cm	2,0 - 50 cm
AL RE 30x70	Materialdicke: 0,1/0,15 & 0,3 mm	1,5 - 50 cm
AL RE 30x100	Material: Aluminium	2,0 - 50 cm
AL QU 16,5x16,5	quadratische Folie oder Platte	1,5 - 30 cm
AL QU 33x33	Breite x Länge: 16,5 x 16,5 cm bzw. 33 x 33 cm Materialdicke: 0,1/0,15 & 0,3 mm Material: Aluminium	1,5 - 40 cm
ST RO 30	runde Platte (Ronde) Durchmesser: 30 cm Materialdicke: 0,65 mm Material: Stahl	4,0 - 35 cm

Tabelle 1 Gegenpole laut TP D-StB 12 bzw. STLK (Standardleistungskatalog)

Unbedingt beachten:

- nur geprüfte und zerti-
fizierte Reflektoren
verwenden
- MIT-Reflektoren sind mit
MIT-Logo geprägt
- Chargennummer auf Ware
und in Dokumenten
- Verpackung mit Gütesiegel
(siehe unten, Abb. 5)



Abb. 5 Gütesiegel

Die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit der elektromagnetischen Schichtdickenmessung hängen insbesondere von der Güte des Messreflektors ab.

Die **TP D-StB 12** gibt eine Auswahl geeigneter standardisierter Messreflektoren vor, mit denen alle Bauweisen und Schichtdicken bis 50 cm Tiefe zerstörungsfrei gemessen werden können. Bitte beachten Sie, dass in Beton kein Aluminium eingesetzt werden darf.

MIT-Reflektoren werden auf dem MIT-Messstand einer gründlichen Wareneingangskontrolle unterzogen. Für jede Charge wird ein Zertifikat erstellt (siehe Abb. 6). Bei Bedarf kann dieses Zertifikat bei der MIT eingesehen oder vom Anwender angefordert werden. Zusätzlich dazu werden alle MIT-Ronden und Platten mit dem MIT-Firmenlogo geprägt, um etwaige Verwechslungen mit nachgeahmten, nicht auf das Messsystem abgestimmten Reflektoren zu vermeiden. Bitte verwenden Sie daher nur Reflektoren geprüfter Güte und geeigneter Qualität. Abweichende Produkteigenschaften des Reflektors verursachen Fehlmessungen. Bitte überprüfen Sie auch Ihre Ausschreibung und achten Sie beim Einkauf auf Reflektoren geprüfter Qualität.

Bei Verwendung von nichtzertifizierten Messreflektoren anderer Anbieter übernimmt die MIT Mess- und Prüftechnik GmbH grundsätzlich keine Gewähr für die Genauigkeit der Messergebnisse.

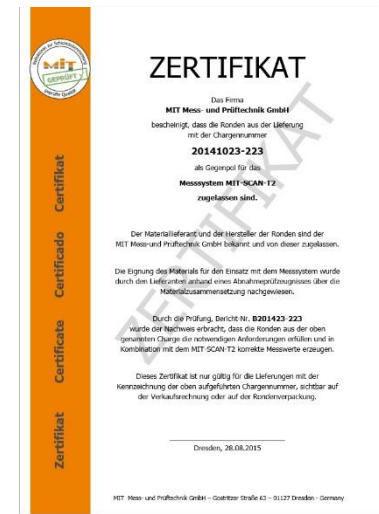


Abb. 6 Zertifikat über die Prüfung des Reflektors

Um einen verbauten Reflektor auf seine Materialeigenschaft hin zu überprüfen, kann mit dem Schichtdickenmessgerät MIT-SCAN-T3 bzw. MIT-SCAN-T2 ein **Reflektortest** durchgeführt werden. Hinweise zum Ablauf des Tests und zur Interpretation des angezeigten Wertes entnehmen Sie bitte der Bedienungsanleitung Ihres Messgerätes.

2.1 MIT-Ronden

MIT-Ronden sind erhältlich in Aluminium und Stahl. Sie können sehr einfach verlegt werden. Aufgrund ihrer Stabilität und Robustheit sind sie unempfindlich gegen zufällige Beschädigungen beim Einbau und garantieren dadurch eine hohe Messgenauigkeit. Die Richtung des Überfahrweges (siehe nebenstehende Abb. 7) kann beliebig gewählt werden. Dies ermöglicht auch in ungünstigen Situationen die Durchführung einer Messung, z.B. unmittelbar neben Bordsteinen und auf Fahrradwegen.

Für die Schichtdickenmessung im Asphaltstraßenbau werden Ronden aus Aluminium eingesetzt. Diese können mit dem MIT-Rondenkleber fixiert werden. Im Beton ist die Verwendung von verzinkten Stahlronden zwingend erforderlich. Die Stahlronde darf mittig mit einem Edelstahlnagel befestigt werden.

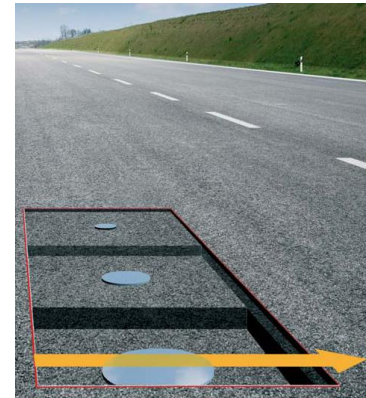


Abb. 7 Messfahrt über Ronde

2.1.1 Aluminium-Ronden für den Asphaltstraßenbau

Asphaltstraßen bestehen aus einem mehrschichtigen Aufbau. Die Schichten besitzen unterschiedliche Dicken, Materialzusammensetzungen und Korngrößen. Um den Schichtaufbau zu überprüfen, werden die Schichtdicken einzeln Schicht für Schicht oder in Paketen gemessen:

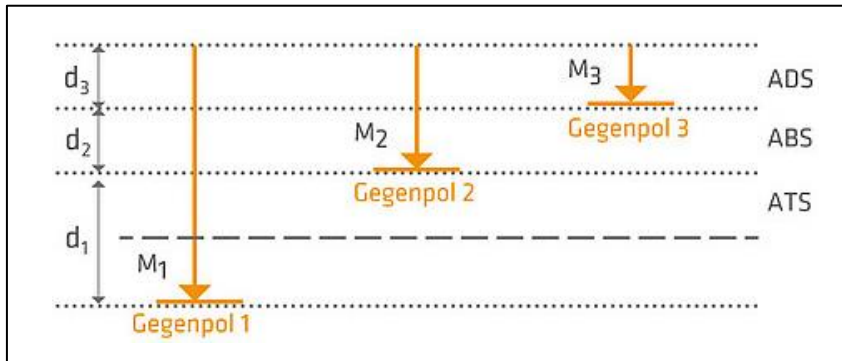


Abb. 8 Dickenbestimmung in Asphalt

Aluminium-Ronden stehen in den Durchmessern 7 cm, 12 cm und 30 cm zur Verfügung. Die Einsatz- und Messbereiche entnehmen Sie bitte Tabelle 1, Seite 10. Unter der Binder- und Deckschicht werden Ronden mit möglichst kleinem Durchmesser eingesetzt.

Mit zunehmender Tiefe wird das Antwortsignal des Reflektors schwächer.

Legende zu Abb. 8:

- Grenze des lagenweisen Einbaus
 - M_1 Messung über entsprechendem Gegenpol
 - d_1 Schichtdicke
 - ADS Asphaltdeckschicht
 - ABS Asphaltbinderschicht
 - ATS Asphalttragschicht
- Dickenbestimmung in Asphalt:
- $d_1 = M_1 - M_2$
 - $d_2 = M_2 - M_3$
 - $d_3 = M_3$

Um größere Schichtdicken zu messen, müssen daher Reflektoren größerer Durchmesser verwendet werden. Die 30 cm Runde eignet sich für Schichtdickenmessungen bis 35 cm.

MIT-Ronden sind nicht nur mechanisch stabil und damit verfahrenssicher, sondern lassen sich auch einfach und zeitsparend zu verlegen.

Ronden kommen zudem auf gefrästen Flächen, im Kompaktasphalt sowie für Messungen auf heißem Asphalt zum Einsatz.

Laut TP D-StB 12 ist der Reflektor unverrückbar zu verlegen. Das Annageln der Aluminium-Ronde am Untergrund ist **nicht** gestattet. Dafür bietet die MIT Mess- und Prüftechnik GmbH einen Kleber auf Bitumenbasis an (siehe nebenstehende Abb. 10), der sich einfach, sauber und sparsam dosieren lässt. Dieser Zweikomponentenkleber hat keinen störenden Einfluss auf den Schichtenverbund. Er härtet innerhalb weniger Minuten aus und hat eine hohe Reichweite (Ankleben von etwa 70 Ronden/Kartusche).

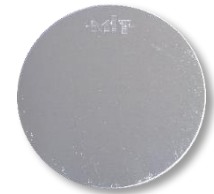


Abb. 9 Geprägte MIT-Ronde



Abb. 10 MIT-Rondenkleber

2.1.2 Stahl-Ronde für den Betonstraßenbau

Die aktuelle TP D-StB 12 berücksichtigt die folgenden DIN-Regelungen: DIN EN 12697-36, DIN EN 13863-1 und DIN EN 13863-3.

Im Betonstraßenbau dürfen nur verzinkte Stahlreflektoren eingesetzt werden, da chemische Reaktionen zwischen Aluminium und dem alkalischen Medium Beton zur vorzeitigen Zerstörung des Reflektors führen können (Korrosion). Eine Gasbildung im Beton führt in Folge zu punktuellen Schäden des Betons. Die Beschichtung des Reflektors erfolgt mittels Feuerverzinkung.

Die elektromagnetischen Eigenschaften von ferromagnetischen Materialien und die magnetische Suszeptibilität (Magnetisierbarkeit) unterliegen einer hohen Temperaturabhängigkeit. Daher sind Stahlronden ihrerseits für den Einsatz in Asphalt ungeeignet.

Die nebenstehende Abbildung Abb. 11 zeigt die in der Mitte einer Betonplatte eingelegte und fixierte 30 cm große Stahlrunde. Der Abstand zu den Körben beträgt jeweils etwa 2,50 m.



Abb. 11 Stahlrunde, mittig mit Nagel befestigt

Im Betonstraßenbau ist insbesondere die Gesamtdicke der Fahrbahnplatte von Interesse (siehe untenstehende Abb. 12). Da der Aufbau der Platte 30 cm in der Regel nicht überschreitet, ist die MIT-Stahlrunde für Schichtdickenmessungen in Beton der ideale Reflektor.

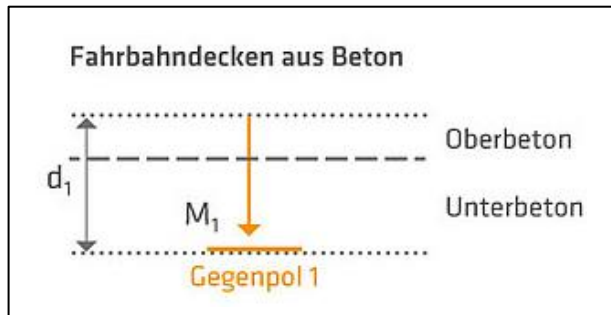


Abb. 12 Dickenbestimmung in Beton

Der Messbereich der Stahlrunde beträgt 35 cm und deckt den geforderten Tiefenbereich damit komplett ab. Zusätzliche Reflektor-Formate sind nicht erforderlich.

Legende zu Abb. 12:

- Grenze des lagenweisen Einbaus
- M_1 Messung über entsprechendem Gegenpol
- d_1 Schichtdicke

Dickenbestimmung in Beton:

$$d_1 = M_1$$

2.2 Viereckige Reflektoren

Viereckige Reflektoren sind in verschiedenen Materialstärken und Abmessungen erhältlich. Je nach Ausschreibung und Anwendungsfall ist das entsprechende Material und Format vorzuhalten. Die nebenstehende Abbildung veranschaulicht schematisch eine Messstelle, ausgestattet mit rechteckigen Reflektoren. Diese sind parallel zur Fahrtrichtung einzubauen. Die Überfahrt erfolgt senkrecht zur Längsseite. Dabei muss der Reflektor mittig überfahren werden.

2.2.1 Rechteckige und quadratische Folien

Aluminiumfolien sind in unterschiedlichen Formaten erhältlich. Es ist darauf zu achten, dass die in der TP D-StB 12 vorgeschriebene Materialstärke von mindestens 100 μm eingehalten wird. Da dünnere Aluminiumfolien durch den Einbau mechanisch stark beschädigt werden können, würde die spätere Messstelle dadurch unbrauchbar werden. Folien $<100 \mu\text{m}$ sind für die elektromagnetische Schichtdickenmessung nicht erlaubt.

Folien dürfen auf gefrästen Flächen **nicht** verwendet werden. Bereits fertig konfektionierte Folien sind denen von der Rolle vorzuziehen, da durch ein ungenaues Abkanten Fehlformate entstehen können. Abweichungen vom standardisierten Reflektor-Format führen zu Fehlmessungen und damit zu falschen Ergebnissen.

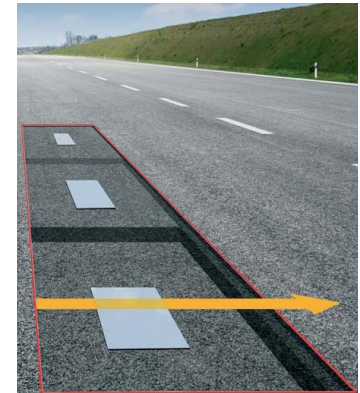


Abb. 13 Messfahrt über einen rechteckigen Reflektor



2.2.2 Rechteckige und quadratische Bleche

Aluminiumbleche sind ebenfalls in unterschiedlichen Formaten erhältlich. Sie weisen eine Materialstärke von 0,3 mm auf. Bleche kommen auf gefrästen Flächen und in Tiefen von 40 – 50 cm zum Einsatz. Die maximale Messtiefe beträgt 50 cm für Formate der Größen 30x70 cm bzw. 30x100 cm.

Rechteckige Bleche sind parallel zur Fahrtrichtung einzubauen und senkrecht zur Längsseite zu überfahren (siehe Seite 17, Abb. 13).

Beim Einsatz von Blechformaten ist eine hinreichende Mindestüberdeckung einzuhalten, um den Schichtenverbund nicht zu gefährden. Großformatige Bleche sollten daher möglichst nicht unter der Deckschicht verwendet werden.



MIT Mess- und Prüftechnik GmbH

Service-Telefon: 0351/871 8125

Support per E-Mail: sales@mit-dresden.de

Shop: <http://www.mit-dresden.de/shop/produkte.html>