

DIN 19745

The logo consists of the letters 'DIN' in a bold, sans-serif font, with a horizontal line above and below the letters.

ICS 13.080.40

**Bodenbeschaffenheit –  
Grundlagen für die Bestimmung des Wassergehalts durch  
Time-Domain-Reflektometry (TDR) und Time-Domain-Transmissometry  
(TDT)**

Soil quality –

Principles of the determination of the water content by Time Domain Reflectometry (TDR) and Time Domain Transmissometry (TDT)

Qualité du sol –

Principes du dosage de la teneur en eau avec Time Domain Reflectometry (TDR) et Time Domain Transmissometry (TDT)

Gesamtumfang 34 Seiten

Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN

# Inhalt

	Seite
<b>Vorwort .....</b>	<b>3</b>
<b>Einleitung.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Begriffe .....</b>	<b>4</b>
<b>3 Symbole und Abkürzungen .....</b>	<b>5</b>
<b>4 Kurzbeschreibung .....</b>	<b>5</b>
<b>4.1 Allgemeines .....</b>	<b>5</b>
<b>4.2 Theorie .....</b>	<b>6</b>
<b>5 Messeinrichtung .....</b>	<b>8</b>
<b>5.1 Messgerät .....</b>	<b>8</b>
<b>5.2 Sonde .....</b>	<b>8</b>
<b>6 Messverfahren.....</b>	<b>8</b>
<b>6.1 Durchführung .....</b>	<b>8</b>
<b>6.2 Umwandlungsfunktionen .....</b>	<b>9</b>
<b>6.3 Kalibrierung des Gerätes/der Sonde .....</b>	<b>9</b>
<b>6.4 Einfluss der Rohdichte.....</b>	<b>10</b>
<b>6.5 Einfluss der Temperatur .....</b>	<b>10</b>
<b>6.6 Einfluss der Leitungslänge.....</b>	<b>10</b>
<b>6.7 Einbau von Sonden .....</b>	<b>10</b>
<b>7 Prüfbericht.....</b>	<b>10</b>
<b>Anhang A (informativ) TDR-Umwandlungsfunktionen .....</b>	<b>12</b>
<b>Anhang B (informativ) Empfohlenes Sonden-Kalibrierverfahren .....</b>	<b>17</b>
<b>Anhang C (informativ) Vorgeschlagenes Boden-Kalibrierverfahren .....</b>	<b>29</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>34</b>
 <b>Bilder</b>	
<b>Bild 1 — Zusammenhang zwischen volumetrischem Wassergehalt und der normierten gemessenen Laufzeit .....</b>	<b>7</b>
<b>Bild A.1 — Vergleich verschiedener Umwandlungsfunktionen .....</b>	<b>16</b>

## Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 119-01-02-03 UA „Physikalische Verfahren“ im Normenausschuss Wasserwesen (NAW) erarbeitet.

## Einleitung

Die Time-Domain-Reflectometry (TDR) und Time-Domain-Transmissometry (TDT) sind Verfahren zur Abschätzung des volumetrischen Wassergehaltes eines Bodens. Diese Abschätzungen können durch Messung der Zeit erfolgen, die ein elektromagnetischer Impuls benötigt, um eine in den Boden eingegrabene Übertragungsleitung (Sonde) zu durchlaufen. Im Fall von TDR ist die gemessene Zeit die Zeit, die der Impuls benötigt, um sich vom Anfang der Sonde bis zum Ende der Sonde auszubreiten, am Ende der Sonde reflektiert zu werden und zum Anfang der Sonde zurückzukehren (Dauer eines vollständigen Durchlaufens). Im Fall von TDT ist die gemessene Zeit die Zeit, die der Impuls für ein Durchlaufen der Sonde in einer Richtung benötigt. Der volumetrische Wassergehalt des Bodens kann abgeschätzt werden, wenn die gemessene Zeit erhalten wurde, weil diese Größen stark miteinander korrelieren. Das den TDR- und TDT-Verfahren zugrunde liegende physikalische Prinzip ist, dass die gemessene Laufzeit mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit des elektromagnetischen Impulses entlang der Sonde in direktem Zusammenhang steht, und die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist der mittleren Dielektrizitätskonstante des in Kontakt mit der Sonde befindlichen Bodens proportional. Die Dielektrizitätskonstante für Luft beträgt 1 und liegt bei trockenem Boden im Bereich von 2 bis 3, während die Dielektrizitätskonstante von Wasser etwa 80 beträgt. Demzufolge hängt die Dielektrizitätskonstante einer Boden-Wasser-Mischung stark von dem Vorliegen von Wasser ab.

Das TDR- und TDT-Verfahren sind nicht die einzigen Verfahren, die sich auf den Einfluss von Wasser auf die Dielektrizitätskonstante des Bodens beziehen. Das kapazitive Verfahren dient auch der indirekten Messung der Dielektrizitätskonstante des Bodens. Das zugrunde liegende physikalische Prinzip des kapazitiven Verfahrens unterscheidet sich geringfügig von dem Prinzip des TDR- und TDT-Verfahrens. Demzufolge führt eine Bestimmung der Bodenfeuchte nach dem kapazitiven Verfahren zu einer grundsätzlich anderen Datenmenge als die Bestimmung der Bodenfeuchte nach dem TDR- oder TDT-Verfahren. Das TDR- und TDT-Verfahren sollten nicht mit dem kapazitiven Verfahren oder mit anderen Verfahren, die dem kapazitiven Verfahren ähnlich sind, verwechselt oder ihnen gleichgestellt werden. Die Merkmale, die das TDR- und TDT-Verfahren vom kapazitiven und ähnlichen Verfahren unterscheiden, sind:

- a) dass das TDR- und TDT-Verfahren auf der Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit beruhen und die kapazitiven Verfahren nicht;
- b) dass bei dem TDR- und TDT-Verfahren ein breiter kontinuierlicher Frequenzbereich und bei dem kapazitiven Verfahren eine einzelne Frequenz oder eine Anzahl einzelner Frequenzen verwendet werden;
- c) dass die physikalische Größe von TDR- und TDT-Sonden größer sein muss als eine Wellenlänge hinsichtlich der höchsten verwendeten Frequenz, während die physikalische Größe eines kapazitiven Sensors gleich oder kleiner als die Wellenlänge hinsichtlich der höchsten verwendeten Frequenz ist.