
TK04 Application Note

Bodenproben für Wärmeleitfähigkeitsmessungen nehmen

© 2022 TeKa, Berlin, Germany

Allgemein

Dieses Merkblatt enthält Hinweise für Entnahme, Verpackung und Transport von gestörten und ungestörten Bodenproben für die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit der Nadelsondenmethode, damit zuverlässige Messungen möglich und die Ergebnisse repräsentativ für das beprobte Gelände sind.

Bei Fragen oder Unsicherheiten kontaktieren Sie uns bitte **vor der Probenentnahme** unter mail@te-ka.de oder +49-(0)30-455 66 71.

Anzahl der Entnahmepunkte

Bodenproben sind als natürliche Materialien immer mehr oder weniger inhomogen. Es sollten daher mehrere Proben an verschiedenen Stellen des zu untersuchenden Geländes entnommen werden, um die Variationsbreite der Wärmeleitfähigkeit zu erfassen. Einzelne Werte können nicht als repräsentativ für eine größere Fläche betrachtet werden.

Ungestörte Proben

Ungestörte Proben werden mit dem Stechzylinder entnommen. Ungestörte Proben sind erforderlich, wenn die Wärmeleitfähigkeit des unveränderten Materials bestimmt werden soll, wie es im Gelände ansteht.

Probengröße: Standard-Stechzylinder 100 mm Durchmesser / 120 mm Höhe. Kleinere Proben bzw. abweichende Durchmesser bitte nur nach vorheriger Rücksprache. Die Zylinder müssen vollständig (bis zur Oberkante) gefüllt sein.

Feuchtegehalt: Die Wärmeleitfähigkeit hängt stark vom Feuchtegehalt ab (Maximalwert im gesättigten, Minimalwert im vollständig trockenen Zustand). Messwerte ohne Kenntnis des Feuchtegehaltes zum Zeitpunkt der Messung haben daher **keine Aussagekraft**. Wenn im Lieferzustand gemessen werden soll, muss die Feuchtebestimmung vom Auftraggeber durchgeführt oder separat beauftragt werden. Bei Messung im getrockneten oder gesättigten Zustand wird der Feuchtegehalt von uns vor der Messung eingestellt.

Verpackung: Die Proben müssen so verpackt werden, dass während des Transportes kein Wasser auslaufen kann und die Proben nicht austrocknen. Aufgesteckte Kappen müssen zusätzlich mit Klebeband abgedichtet werden. Die Proben müssen im Versandbehälter ausreichend gegen Erschütterungen gesichert sein, damit sich das Material nicht beim Transport lockert.

Hinweise zur Kornverteilung beachten!

Gestörte Proben

Im Gelände wird loses Material entnommen (z. B. aus Baggerschurf, mit der Schaufel), aus dem die Proben für die Messung hergestellt werden. Dieses Verfahren ist geeignet, wenn das zu testende Material auf einer Baustelle verwendet werden soll (z. B. zum Verfüllen eines Kabelgrabens) und die Wärmeleitfähigkeit bestimmt werden soll, die das Material im eingebauten Zustand erzielt.

Verdichtung / Proctorversuch: Die Proben müssen mit genau dem Wassergehalt und der Verdichtung erstellt werden, die auch später beim Einbau verwendet werden sollen. Für die Probenherstellung benötigen wir daher die Ergebnisse eines sog. Proctorversuchs (**Proctordichte** und **optimaler Wassergehalt**) sowie den gewünschten **Verdichtungsgrad** (Erläuterung der Begriffe s. Glossar auf der letzten Seite). Alternativ kann der Proctorversuch mit beauftragt werden (in diesem Fall bitte unbedingt Abstimmung vor der Probenentnahme, damit der Versand direkt an das Bodenlabor erfolgen kann).

Probenmenge: Pro Material 3 kg für die Probenherstellung, für einen Proctorversuch weitere 10 kg.

Verpackung: Beliebig.

Hinweise zur Kornverteilung beachten!

Wichtige Hinweise zur Kornverteilung

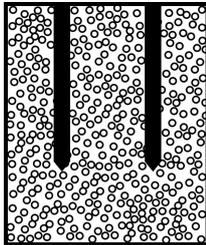
Die Wärmeleitfähigkeit ist nur für homogene Materialien definiert. Bodenproben können als homogen betrachtet werden, wenn die Korngröße im Verhältnis zum Sondendurchmesser (2 mm) und zur Eindringtiefe der Messung klein genug ist. Ideal sind erfahrungsgemäß Korngrößen bis max. 1 mm, ein kleiner Anteil größerer Körnungen bis ca. 10 mm ist unproblematisch. Ein zu hoher Anteil grober Bestandteile:

- verursacht Probleme bei der Probenherstellung (ungleichmäßige Verdichtung)
- erschwert die Entnahme ungestörter Proben (mechanische Hindernisse beim Einschlagen der Stechzylinder, unvollständig gefüllte Probenbehälter, Lockerung der Bodenstruktur)
- erschwert oder verhindert das Einbringen der Sonde für die Messung
- führt zu ungleichmäßiger Wärmeausbreitung in der Probe während der Messung (Verfälschung der Ergebnisse).

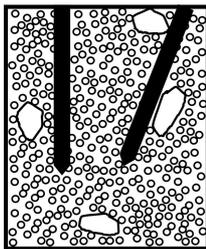
Im Extremfall ist keine Messung möglich, weil entweder die Sonde nicht in die Proben gesteckt werden kann oder die Wärmeausbreitung während der Messung so weit von der Theorie abweicht, dass keine Auswertung möglich ist.

Im Zweifel bitten wir um Kontaktaufnahme vor Auftragserteilung und Probenentnahme um zu klären, ob Messungen möglich sind (ein Foto des Materials und/oder die Kornverteilungskurve sind für die Beurteilung hilfreich).

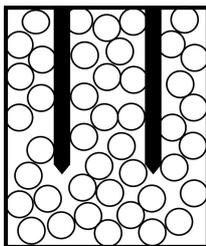
Faustregel/einfacher Test: Das Material ist für Messungen geeignet, wenn ein 2 mm dicker und 70 mm langer Nagel in die Proben gesteckt bzw. eingeschlagen werden kann, ohne dass er auf Hindernisse trifft oder abgelenkt wird und dadurch Hohlräume entstehen.



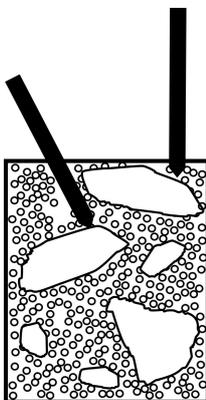
Korngrößen bis 1 mm



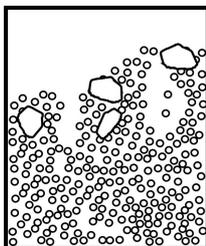
Korngrößen bis 1 mm
nicht zu hoher Anteil Korngrößen 1-10 mm



Korngrößen über 1 mm
fehlender Feinanteil
kein ausreichender Kontakt Sonde-Probe



sehr große Bestandteile
Sonde kann nicht in die Probe gesteckt werden



Probenbehälter unvollständig gefüllt
**Probenstruktur beim Transport gelockert,
Kontaktprobleme, Werte nicht repräsentativ**

Glossar

Proctorversuch: Bodenmaterialien lassen sich abhängig vom Wassergehalt unterschiedlich gut verdichten. Bei welchem Wassergehalt die höchste Verdichtung (bei gegebener Verdichtungsenergie) möglich ist, wird in einem sog. Proctorversuch nach DIN 18127 ermittelt.

In diesem Versuch wird das Material bei verschiedenen Wassergehalten mit einer vorgegebenen Verdichtungsenergie (Fallgewicht) in einen Versuchszylinder eingebaut und die erzielte (Trocken)dichte bestimmt, indem man die getrocknete Bodenfüllung wiegt und durch das Volumen des Versuchszylinders teilt. Trägt man die Dichten über den zugehörigen Wassergehalten in einem Diagramm auf, ergibt sich eine glockenförmige Kurve. An deren höchstem Punkt kann man die maximal erzielbare Dichte ablesen sowie den Wassergehalt, bei dem diese Dichte erreicht wird.

Proctordichte: Die im Proctorversuch ermittelte maximale Dichte für das getestete Bodenmaterial.

Optimaler Wassergehalt: Der Wassergehalt, bei dem im Proctorversuch die maximale Dichte erzielt wird.

Verdichtungsgrad: Wie stark eine Probe verdichtet ist, angegeben als Prozentsatz der Proctordichte. Ein Verdichtungsgrad von 100% bedeutet, dass die Probe Proctordichte hat. Beim Verfüllen auf Baustellen (z. B. Kabelgräben) wird häufig ein Verdichtungsgrad von 97% der Proctordichte angestrebt.