

## Messung der Permittivität & Wassergehaltsbestimmung in mineralischen Böden

15.45-17.15 h

Dipl.-Ing. Franz Königer (IFG, KIT)

Dielektrische Feuchtemessverfahren zur Bestimmung der räumlichen Verteilung und der zeitlichen Veränderung des Wassergehalts in Böden werden dargestellt. Diese können in kapazitive und in Mikrowellenverfahren unterteilt werden.

Kapazitive Verfahren nutzen die Abhängigkeit der Kapazität eines Kondensators oder die Verstimmung eines Resonanzkreises von der Materialfeuchte. Mikrowellenverfahren beruhen auf der Interaktion von Material mit hochfrequenten elektromagnetischen Wellen.

In diesem Zusammenhang werden gebräuchliche Messverfahren (TDR/FD/SAR/GPR), sowie zugehörige Sensoren vorgestellt. Die Vorteile und Grenzen dieser Verfahren bezüglich der bereits diskutierten Komplexität der Wasserbindung, sowie verschiedenster Relaxationsprozesse, Probengröße und Probengeometrie werden an geotechnischen und technischen Anwendungen illustriert.

Zu den geotechnischen Anwendungen gehört das Monitoring unterirdischer hydraulischer Verschlussbauwerke. Die Bauwerksüberwachung an Brücken und Flachdachbegrünungen stellt eine technische Anwendung dar.

**Maximale Teilnehmerzahl: 15**

**Vorläufige Anmeldung** bis zum 31. Mai 2011 mit kurzer Angabe zu Status und Forschungsinteressen (Abstract) über Kontakt per e-mail

**Finale Anmeldung** nach Zusage über Homepage [www.cmm.kit.edu](http://www.cmm.kit.edu)

**Zusage** erfolgt bis **15. Juni 2011**

**Teilnahmegebühren: 250 €**

**Doktoranden/Studenten: 100 €**

**Veranstaltungsort:**

Akademiehôtel Karlsruhe

### Kontakt

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Kompetenzzentrum für Materialfeuchte (CMM)  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

PD Dr. Katja Emmerich  
E-Mail: [Katja.Emmerich@kit.edu](mailto:Katja.Emmerich@kit.edu)

Telefon: 0721 608-2-6114  
Fax: 0721 608-2-3874

Stand April 2011

[www.kit.edu](http://www.kit.edu)

Bildnachweis: Wassertropfen © H.-G. Oed, BMU  
Bilderdatenbank Umweltmotive;  
Mineralienkabinett © MZ2000;  
[www.min.uni-bremen.de](http://www.min.uni-bremen.de);  
TDR-Sensor © CMM

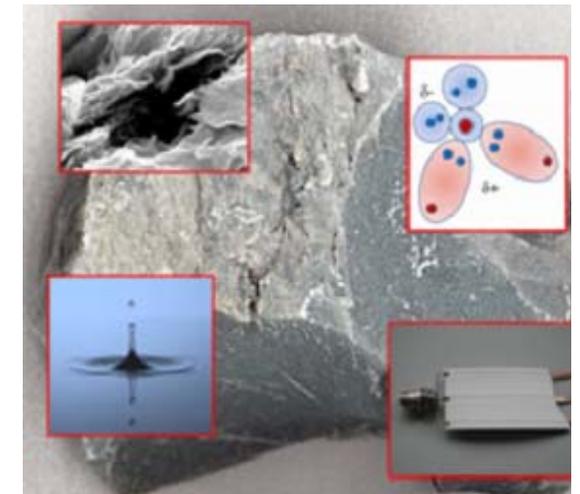
## 1. Herbstschule

### *Feuchtemessung in porösen mineralischen Materialien*

Grundlagen, Methoden und Verfahren zur Charakterisierung von Materialien und der Materialfeuchte

12. Oktober 2011

Kompetenzzentrum für Materialfeuchte (CMM)



## Mineralogische Grundlagen

08.00-9.30 h

PD Dr. Katja Emmerich (CMM, KIT)

Die Eigenschaft Wasser sowohl an ihren Oberflächen, in Hohlräumen oder in Hydrathüllen, als auch in Form von Kristallwasser oder Hydroxylgruppen zu binden macht Tonminerale zu interessanten Rohstoffen für Forschung und Industrie.

Man unterscheidet bei Gesteinen

- bergfeuchtes Material (in-situ/Abbau)
- lufttrockenes Material (bei Lagerung oder technischen Anwendungen)
- trockenes Material (nach Trocknung)

Diese Zustände sind in Abhängigkeit vom Phasenbestand und Gefüge des Materials durch freies Wasser in den Poren, sowie durch gebundenes Wasser an Oberflächen oder in Hydrathüllen charakterisiert.

Die Kenntnis der Mineralstrukturen sowie der Wasserbindung in Mineralen und Gesteinen ist somit Grundlage für das Verständnis von Feuchtebindung und Feuchtemessung. Tonminerale verfügen aufgrund ihrer komplexen Struktur über unterschiedliche Formen des gebundenen Wassers.

Es werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede sowohl der quellfähigen als auch der nicht quellfähigen Tonminerale erläutert und laboranalytische Verfahren zur Charakterisierung dieser eingeführt.

## Hydratationseigenschaften Tonminerale

09.45-11.15 h

Dr. Eric Ferrage (Uni Poitiers, Frankreich)

Tonminerale enthalten Wasser in verschiedenen Formen

- in strukturellen Hydroxylgruppen
- an äußeren Oberflächen
- in den Hydrathüllen der austauschbaren Zwischenschichtkationen - Smectite

In Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen und den Hydratationsenergien der Zwischenschichtkationen bilden sich bei der innerkristallinen Quellung 0W- 1W- 2W-Strukturen aus. Der röntgenographische Nachweis erfolgt durch diskrete Basisabstände der Smectite. 0W, 1W und 2W Strukturen treten häufig nebeneinander auf, aufgrund von

- variierender Schichtladung innerhalb eines Minerals
- heterogener Belegung der Zwischenschichten durch verschiedene Kationen ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ).

Dieses Phänomen führt zu einer Verbreiterung und Verschiebung der beobachteten Basisreflexe.

Um eine exakte Beschreibung des Hydratationszustandes zu erhalten, wird die Modellierung der Röntgendiffraktogramme durch verschiedene Wechsellagerungskomponenten erläutert. Zudem wird der Unterschied zwischen innerkristallinem und osmotischem Quellen beleuchtet.

## Dielektrische Eigenschaften von Wasser und wässrigen Lösungen

11.30-13.00 h

Dr. Udo Kaatz (Uni Göttingen)

Mit Hilfe hochfrequenter elektromagnetischer Wellen kann eine Wassergehaltsbestimmung durchgeführt werden. Sie basiert auf der Kopplung dieser an elektrische Ladungsverteilungen. Dabei spielt die Kopplung an die dielektrischen Eigenschaften der Materie und die Orientierungspolarisationsvorgänge von Wasser im elektrischen Feld eine herausragende Rolle, da Wasser bekanntlich ein permanentes Dipolmoment besitzt. In diesem Kontext findet eine Einführung in die dielektrischen Eigenschaften von Wasser statt und dielektrische Spektren wässriger Lösungen unpolarer organischer Moleküle, Ionenlösungen und dipolarer Moleküle werden diskutiert.

## Modelle zur Permittivität von Böden

14.00-15.30 h

Dr. Norman Wagner (MFGPA Weimar)

Poröse mineralische Materialien stellen stark vereinfachte 3-Phasensysteme dar. Es werden hochfrequente elektromagnetische Messverfahren herangezogen um die Unterschiede der relativen Permittivität von freiem Wasser mit anderen Phasen zu vergleichen.

Für die Modellierung der effektiven komplexen Permittivität mineralischer Materialien, die als Basis für die quantitative Ermittlung des Wassergehalts dient, werden theoretische Mischgesetze mit Relaxationsmodellen kombiniert und ihre Vor- bzw. Nachteile diskutiert.