

Erste Europäische Konferenz für Feuchtemessung
First European Conference on Moisture Measurement

AQUAMETRY 2010

Incl. Feuchtetag 2010

5.-7. October 2010 in Weimar

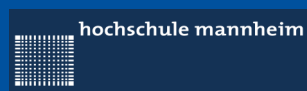


Registration desk: 7:30 a.m. to 4:30 p.m.
Location: Coudraystraße 9, Hörsaal 6
Sessions starting: 05.10.2010, 9 a.m.

Unterstützt durch / assisted by:



Bauhaus-
Universität
Weimar



Preface

The Material Research and Testing Institute (MFPA) Weimar is delighted to host the First European Conference on Moisture Measurement "Aquametry 2010".

The conference is created as a forum of theory and practice, where experts meet each other, and exchange results of research, development, and application. The interested public is invited to participate. We invite scientists, manufacturers and users in order to exchange information, latest results, and to offer solutions and devices.

Material investigations and moisture measurements serve for quality control and improvement in many branches like industry, civil engineering, agriculture, commerce, but also for foodstuffs, e.g. : quality detection of meat, fruits, coffee, and so on.

The research of moist materials and development of measuring devices are absolutely necessary. Experts in this complex area, being too complicated and time consuming for large industry, are relatively rare. Their cooperation around the world helps to solve quality problems in the framework of ISO 9000, to save water and energy, and to reduce environmental damage.

Large area soil moisture measurements from the regional up to the global scale are urgently required for meteorological and hydrological modelling. They contribute to the improvement of weather forecast, the determination of the available water for plant growth and the flood risk warning. Satellite data have the potential to deliver the requested information with high spatial and temporal resolution.

The moisture measurement in Weimar has a 25 years tradition, with this a successful milestone will be set to the conference. I feel confident that this conference will continue the series of conferences that began 1987 at the Bauhaus-University in Weimar with the information day of moisture measurement. On behalf of the Organisation Committee I am glad about your participation in this conference.

Weimar, September 2010

Dr. Klaus Kupfer
Conference Chairman

supported by / gefördert durch:



Stiftung für Technologie,
Innovation und Forschung
Thüringen

Booklet of Abstracts

Index

Plenary lectures / Plenarvorträge	4
Electromagnetic Methods for Moisture Determination in Frequency Domain / Elektromagnetische Verfahren zur Feuchtebestimmung im Frequenzbereich.....	6
Electromagnetic Methods for Moisture Determination in Time Domain / Elektromagnetische Verfahren zur Feuchtebestimmung im Zeitbereich....	8
Soil Moisture Estimation and Monitoring / Feuchteerfassung und Monitoring im Boden	12
Analytical Reference Methods for Moisture Determination / Analytische Referenzverfahren zur Feuchtebestimmung.....	16
Moisture Measurements of Biological Substances / Feuchtemessung von biologischen Substanzen	17
Effects of Electromagnetic Radiation to the Human Organism / Auswirkung von elektromagnetischer Strahlung auf den menschlichen Organismus ..	19
Application of Moisture Measurement in Civil Engineering / Anwendungen zur Feuchtemessung im Bauwesen.....	20
Poster Session	25

Plenary lectures / Plenarvorträge

Moisture Measurement from Space and Methods of Reference Measurement

05.10.2010 9:00-9:40

Klaus Kupfer¹ and Christof Hübner², Frank Bonitz¹

¹ MFPA an der Bauhaus-Universität Weimar

² Inst. for Industrial Data Processing and Communication, University of Applied Sciences Mannheim

ABSTRACT. Large area soil moisture measurements from the regional up to the global scale are urgently required for meteorological and hydrological modelling. They contribute to the improvement of weather forecast, the determination of the available water for plant growth and the flood risk warning. Satellite data have the potential to deliver the requested information with high spatial and temporal resolution. Active and passive remote sensing with microwaves is an appropriate method. Basic principles, specific advantages and disadvantages, newest developments and ground truth methods are described.

KURZFASSUNG. Großflächige Bodenfeuchtemessungen auf regionaler bis globaler Skala sind für die meteorologische und hydrologische Modellierung von enormer Bedeutung. Sie tragen zur Verbesserung der Wettervorhersage, der Bestimmung des für das Pflanzenwachstum verfügbaren Wassers und zur Warnung vor Extremereignissen wie Hochwasser bei. Satellitendaten bieten hierbei das Potential die gewünschten Informationen flächenverteilt und zeitlich hochauflösend zu gewinnen. Aktive und passive Fernerkundung im Mikrowellenbereich erweist sich dabei als besonders geeignete Methode. Deren Grundprinzipien, spezifischen Vor- und Nachteile, die neuesten Entwicklungen sowie die verschiedenen Verfahren zur Referenzmessung am Boden werden in der vorliegenden Arbeit erläutert.

Effect of Solute Structure and Flexibility on the Dielectric Properties of Water

05.10.2010 9:40-10:00

Udo Kaatze

Drittes Physikalisches Institut, Georg-August-Universität

ABSTRACT. Some aspects of how solute properties affect the dielectric relaxation behavior of water are summarized. The focus of this paper is the hydration characteristics of non-polar and dipolar solute molecules. The impact of structure and flexibility of organic cations on the dielectric relaxation time of water is also discussed briefly.

KURZFASSUNG. Einige Aspekte der Beeinflussung der dielektrischen Relaxation des Wassers durch Eigenschaften gelöster Stoffe werden zusammengefasst. Das Augenmerk dieses Beitrags liegt hauptsächlich auf dem Hydratationsverhalten unpolarer und dipolarer Moleküle. Die Bedeutung der Struktur und Flexibilität organischer Kationen für die dielektrische Relaxationszeit des Wassers wird ebenfalls kurz diskutiert.

A Review of a Decade of Multivariate Applications in the Study of Aqueous Dielectrics

05.10.2010 10:25-10:45

Mike Kent

Microwave Laboratory, Institut für Elektro- und Informationstechnik Kiel, Germany

ABSTRACT. This review paper discusses how over the past decade or thereabouts, multivariate analysis has been used in dielectric measurements of water content. In the main this has been to eliminate errors in measurements brought about by fluctuations in other variables not related to the water content. A further issue is that the potential unreliability in physical models of the material of interest has been avoided by studying only the variations in the measurements.

After introducing the main mathematical approaches to this application, some results using the method are discussed. The fields from and into which this technique has spread include food science, pharmaceuticals and building materials. The dielectric measurement techniques to which it has been applied include ultra wideband dielectric spectra with measurements both in the frequency and time domains, resonant systems and non-contacting near-field measurements using antenna arrays.

KURZFASSUNG. In diesem Übersichts-Artikel wird diskutiert wie in der letzten Dekade und darüber hinaus multivariate Analyse-Techniken für dielektrische Messungen zur Bestimmung des Feuchtegehalts angewendet wurden. Hauptsächlich dienen sie dazu, Messfehler zu eliminieren, die durch Wechselwirkungen der Messgrößen erzeugt werden, die nicht durch Schwankungen des Wassergehalts verursacht werden. Weiterhin wurde die potentielle Unzuverlässigkeit der physikalischen Modellierung der zu untersuchenden Materialien dadurch umgangen, dass lediglich Variationen der Messwerte interpretiert werden.

Nach der Einführung der wichtigsten mathematischen Methoden werden einige Ergebnisse diskutiert, die sich aus deren Anwendung ergeben. Die Anwendungsfelder der vorgestellten Techniken erstrecken sich von der Untersuchung von Baumaterialien, der Lebensmittelverarbeitung bis zur Pharmazie. Als Rohdaten für die Methoden dienen breitbandige dielektrische Spektren, die sowohl im Frequenz- als auch im Zeitbereich mit Hilfe von Resonatoren, aber auch mit nicht kontaktierenden Nahfeld-Antennenarrays gemessen werden.

Technology of TDR-sensors

05.10.2010 13:25-13:45

Henryk Sobczuk
Technical University of Denmark, Civil Engineering Department

ABSTRACT. The TDR is principally a method to assess properties of the material that fill the space in the vicinity of conducting electrodes of the probe. In the paper some constructions of TDR probes are presented. Application of an electric pulse propagating along the probe allows to measure complex electric permittivity of the material by analyze the reflected or transmitted trace of the pulse. Electric pulse can be transmitted to a probe with the application of the feeder cable from the distant point thus allowing the application of TDR in difficult conditions like: underground, in chemically active atmosphere, high temperature or pressure. TDR probe technology develop quickly, when connected with quick development of telemetry and radio communication, it can be used to monitor of an object remotely.

From Local to Overland Soil Moisture Sensing, Twenty Years Progression in Karlsruhe

06.10.2010 9:00-9:20

Alexander Brandelik¹, Christof Hübner²
¹ Institute for Meteorology and Climate Research, Karlsruhe Institute of Technology
² University of Applied Sciences Mannheim

ABSTRACT. In order to provide large scale soil water content distribution and evaporation data for meteorological demands, a successive development was conducted in Karlsruhe between 1989 and 2009. Nine devices were continuously designed and patented step by step from small local sensor to large overland moisture measurement by free radio waves, exploiting the measurements of electric conductivity and permittivity of the soil. It will be shown that aquametry is not an isolated singular activity but a complex research area which needs interdisciplinary cooperation. Various physical and physico-chemical effects have to be regarded and cleared up. Some of these effects are still unexplained. The future research tasks will be out lined as well.

KURZFASSUNG. Zur Versorgung meteorologischer Anwender mit großflächigen Daten über die Verteilung und Verdunstung der Bodenfeuchte wurden in Karlsruhe zwischen 1989 und 2009 sukzessive Entwicklungen durchgeführt. Neun Messinstrumente wurden Schritt für Schritt von lokalen Kleinsonden bis zur einer großflächigen Überland-Messmethode der Oberflächenfeuchte, mit Hilfe der Messung der Leitfähigkeit und des dielektrischen Koeffizienten entworfen und patentiert. In diesem Überblick wird gezeigt, dass die Aquametrie ein interdisziplinäres Forschungsgebiet ist, an dem zahlreiche wissenschaftliche Disziplinen beteiligt sind. Insbesondere sind teilweise immer noch unverstandene physikalische und chemisch-physikalische Effekte zu berücksichtigen. Zukünftige Herausforderungen und Aufgabengebiete werden beschrieben.

Electromagnetic Methods for Moisture Determination in Frequency Domain / Elektromagnetische Verfahren zur Feuchtebestimmung im Frequenzbereich

05.10.2010 10:25-12:00

A Resonator-based Moisture Meter for High Moisture Levels

Reinhard Knöchel¹, Robert Jahns¹, Wolfgang Taute¹, Claas Döscher²
¹ Hochfrequenztechnik, Universität Kiel, ² AMS GmbH, Hamburg

ABSTRACT. A novel resonator-based moisture meter is presented, which does not suffer from saturation or ambiguity of the measurement value at high moisture levels. It employs a multimode-resonator and works over a wide frequency range. In a practical realization, resonances at approximately 3GHz and above 8GHz are used. The new measurement principle utilizes the material dispersion for the extension of the measurement range. Unique measurements at relative moisture levels of up to 50% are demonstrated. An industrial moisture meter using this principle is presented. It is already in use and employed for the measurement of wood chips.

KURZFASSUNG. Es wird ein neuartiges dichteunabhängiges Resonatorverfahren zur Feuchtemessung präsentiert, das keine Sättigung oder Mehrdeutigkeit des Messwertes bei hohen Feuchten aufweist. Es basiert auf einem multimodigen Resonator, der Auswertung über ein breites Frequenzband gestattet. In der praktischen Ausführung werden Resonanzen um 3 GHz und oberhalb 8 GHz verwendet. Die für das neue Messprinzip eingesetzten Auswertelgorithmen nutzen zur Vergrößerung des Messbereichs die Materialdispersion. Eindeutige Messungen bei relativen Feuchten von bis zu 50% werden demonstriert. Ein entsprechendes industrielles Messgerät wird vorgestellt. Es befindet sich bereits im praktischen Einsatz zur Feuchtemessung an Holzchips.

Ceramic Microwave Sensor for Wet Gas Salinity Measurements

Ebbe Nyfors, Martin Risdal, Janne Pedersen, Lyndall Jordaan
Roxar Flow Measurement AS, Stavanger, Norway

ABSTRACT. A new ceramic microwave resonator sensor has been developed for performing material measurements in a wet gas flow. The sensor can be used as a stand-alone sensor, or as an integral part of a so-called wet gas meter. The main applications are measuring the salinity of the water phase, and the volume fraction of water. The paper describes the principle of operation, and results from simulations and tests in the laboratory, and in test rigs.

Microwave Measurement of Water Content in Flowing Crude Oil

Yuriy V. Makeev¹, Alexander P. Lifanov¹ and Alexander S. Sovlukov²
¹Resource-Invest Co., Moscow, Russia
²Institute of Control Sciences, Moscow, Russia

ABSTRACT. Microwave method and devices for measurement of water content in crude oil flowing through a pipeline are proposed. The method is based on measurement of microwave power propagated through transmission line and reflected from the load that is TEM-line resonator. Two modifications of the device were realized for the measuring ranges 0,01-30 % and 0,01-100 % of water content. Corresponding sensors are coaxial line filled in by low-loss dielectric with sectorial flowed-through channel and twisted dielectrically coated two-wire line. Features of the microwave method and the devices are considered. Results of on-line measurement of water content in crude oil obtained with these devices are presented.

Transformation einer globalen Kalibrierung beim Mikrowellenresonanzverfahren auf das zu messende Material

Ralf Wagner, Eberhard Trinks, Katja Uschmann, Norman Wagner, Klaus Kupfer
MFPA an der Bauhaus-Universität Weimar

KURZFASSUNG. Das Mikrowellenresonanzverfahren muss für eine genaue Feuchtebestimmung bezüglich des zu untersuchenden Materials kalibriert werden. Leicht veränderte Bedingungen, wie eine neue Materialsorte oder geänderte Struktur, erfordern im Prinzip eine neue Kalibrierung. Für Lebensmittel kann ein Polynom dritten Grades als Kalibrierfunktion angenommen werden. Dadurch wird es möglich für ähnliche Materialien mit einer Ein- bzw. Zwei-Punkt-Transformation eine globale Kalibrierfunktion an diese anzupassen. Neue oder Lebensmittel mit unterschiedlicher Struktur können über eine Interpolation mit geeigneten Stützstellen kalibriert werden. Validiermessung zeigen die Möglichkeiten und Grenzen der transformierten Kalibrierfunktionen.

ABSTRACT. Moisture determination based on resonant microwave sensors requires a specific calibration for the analysed material. A third degree polynomial function is useful for the calibration of food. In principle small variations of conditions like kind of material or structure result in the need of a new calibration. However, a one or two point transformation of a global calibration function is possible for similar material. In order to allow for measurements of new or textural different food, the calibration function is interpolated with suitable nodes. Moisture measurements demonstrate the application for transformation of the calibration function.

Antennas with Slant Radiation Characteristics for Contactless Material Characterisation at 24GHz

Frank Daschner, Reinhard Knöchel
Hochfrequenztechnik, Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik,
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

ABSTRACT. In many industrial applications contactless methods for moisture determination are used. However, there is the practical problem that standing waves between the antennas and the material under test may occur and the measured amplitude and phase signals are distorted. As a solution of this problem antennas with a slant radiation characteristic are suggested in this work. For moisture measurements at 24GHz the development and optimization of a rhombic antenna as well as a suitable balun transformer is described. Beside measurements of the characteristics, experiments showing the suppression of standing waves are presented.

KURZFASSUNG. In vielen industriellen Prozessen kommen berührungslose Verfahren zur Feuchtemessung zum Einsatz. Dabei besteht jedoch das große praktische Problem, dass es zu stehenden Wellen zwischen den Antennen und den Materialoberflächen kommen kann, wodurch die Betrags- und Phaseninformation verfälscht wird. Zur Lösung dieses Problems werden im vorliegenden Beitrag schräge abstrahlende Antennen vorgeschlagen. Es wird die Entwicklung und Optimierung einer Rhombusantenne für den Einsatz in der Feuchtemessung bei 24GHz einschließlich eines geeigneten Baluns vorgestellt. Die gemessenen Richtdiagramme und Messungen, die die Unterdrückung der stehenden Wellen zwischen den Antennen belegen, werden ebenfalls präsentiert.

Electromagnetic Methods for Moisture Determination in Time Domain / Elektromagnetische Verfahren zur Feuchtebestimmung im Zeitbereich

05.10.2010 13:00-16:45

Aquametry developments in IA PAS Lublin, Poland

Wojciech Skierucha
Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences in Lublin

ABSTRACT. Presented are the effects of work on soil moisture measurements methods and tools using dielectric techniques conducted in the Institute of Agrophysics PAS in Lublin, Poland for the last twenty five years. The experience confirms the commonly known truth that reaching scientific effects in the field of aquametry requires interdisciplinary group of committed scientists and commercialization of their scientific work should be done by others, who are specialized in production and marketing.

Measuring approach for density distributions in granular media

Alexander Scheuermann^{1,5}, Christof Hübner^{2,5}, Stefan Schlaeger⁵,
Rolf Becker^{3,5}, Norman Wagner^{4,5}

¹ School of Civil Engineering, Golder Geomechanics Centre, The University of Queensland, Australia

² Inst. for Industrial Data Processing and Communication, Univ. of Appl. Sci., Mannheim, Germany

³ Department of Communications and Environment, Rhein-Waal Univ. of Appl. Sci., Germany

⁴ Institute of Material Research and Testing (MFPA) at the Bauhaus University Weimar, Germany

⁵ Science, Engineering & Measurement, SCEME, Germany

ABSTRACT. The density is an important state variable for soils relevant for the evolution of geomechanical processes and geohydraulic properties. The central role of the density makes it necessary to quantitatively determine the phase contents and thus the porosity in laboratory and in field. A new approach to measure porosity distributions of saturated granular media is spatial Time Domain Reflectometry (spatial TDR). Using an inversion algorithm TDR-signals are converted into a spatial distribution of the dielectric permittivity. With material specific calibration functions the phase contents of soil and liquid can be determined. The contribution introduces briefly the spatial TDR technology and presents two examples on laboratory porosity measurements.

KURZFASSUNG. Die Dichte ist eine wichtige Zustandsgröße des Bodens, die einen großen Einfluss auf die mechanischen und hydraulischen Bodeneigenschaften ausübt. Aus diesem Grund ist es erforderlich, die Dichte im Labor und in situ möglichst quantitativ zu erfassen. Ein neuer Ansatz, Dichteverteilungen in wassergesättigten granularen Medien zu erfassen, ist spatial Time Domain Reflectometry (spatial TDR). Mit Hilfe eines Inversionsalgorithmus werden TDR-Signale in Permittivitätsverteilungen überführt. Mit materialspezifischen Kalibrationsgleichungen werden schließlich die einzelnen Bodenphasen identifiziert. Der Beitrag führt spatial TDR ein und präsentiert zwei Beispielanwendungen.

Zeitbereichsreflektometer zur orts aufgelösten Bestimmung von Feuchtegehalten

Ove Schimmer, Christian Rahn, Thorsten Sokoll
Sequid GmbH, Bremen

KURZFASSUNG. In dieser Arbeit wird ein hochauflösendes Hand gehaltenes Zeitbereichsreflektometer mit einer Sprunganstiegszeit von 100ps und einer Abtastzeit von wenigen Pikosekunden vorgestellt. Das Instrument ist die Weiterentwicklung eines kommerziell eingesetzten Messgerätes der Sequid GmbH zur Bestimmung der Qualität von Lebensmitteln. Die zur Erweiterung der Funktionalität notwendigen Modifikationen werden erläutert und das Ergebnis dargestellt. In einer exemplarischen Testmessung wird die Eignung des Gerätes gezeigt.

ABSTRACT. In this paper a high-performance handheld time-domain reflectometer with a rise-time of 100ps and a sampling time in the range of only a few picoseconds is presented. The instrument is a further development of an existing commercially available device, produced and distributed by the Sequid GmbH for analyzing the quality of foodstuff. The required modifications for an enhancement of the functionality of the current device and the results of the developments are presented. The functionality of the device is shown in an exemplarily performed test measurement.

A cylindrical Probe Geometry for spatial Moisture Profile Reconstruction using UWB

Frank Bonitz¹, Klaus Kupfer¹, Norman Wagner¹, Kai Schilling², Juergen Sachs²

¹ Institute for Materials Research and Testing at the Bauhaus-Universität Weimar

² Technical University of Ilmenau, Electronic Measurements Lab

ABSTRACT. The spatial determination of soil moisture profiles along elongated sensors poses a challenge on existing sensor technologies concerning their accuracy, calibration effort and installation technique. The present work describes the determination of permittivity profiles by a three wire cylindrical assembly. At first a characterisation of the probe is given. Next, measurement examples show the sensitivity of the probe. Furthermore the requirements of the sensor technology are carried out and the advantages of ultra- wideband measurement methods are discussed. Finally the reference from permittivity profiles to moisture profiles is given.

KURZFASSUNG. Die orts aufgelöste Bestimmung der Bodenfeuchte entlang von Kabelsensoren stellt eine Herausforderung an die existierenden Sensortechnologien hinsichtlich ihrer Genauigkeit, ihres Kalibrierungsaufwandes und der jeweiligen Einbringtechnik dar. In der vorliegenden Arbeit wird anhand einer zylindrischen drei Leiter Struktur die Bestimmung von Permittivitätsprofilen beschrieben. Hierzu erfolgt zunächst die Charakterisierung der Sonde. Daraufhin wird mittels einiger Beispielmessungen die Funktionalität der Sonde aufgezeigt. Des Weiteren werden die Anforderungen an die Messtechnik dargelegt und die Vorteile von breitbandigen Messverfahren erläutert. Abschließend wird der Bezug zwischen Permittivitätsprofilen in Böden und dem zugehörigen Feuchteprofil hergestellt.

Non-contacting UWB-characterization of dielectric objects using multivariate calibration

Henning Mextorf, Frank Daschner, Mike Kent, Reinhard Knöchel

Institute of Electrical and Information Engineering, Microwave Laboratory, University of Kiel, Kaiserstr. 2, 24243 Kiel, Germany

ABSTRACT. Preliminary methods for the determination of dielectric properties usually require a defined geometry of the object under test and often a physical contact to the measurement system. A method for the non-contacting characterization of objects having various shapes and sizes using UWB-pulses is proposed here. Restrictions in comparison to standard methods regarding the geometry do not apply. The size of the objects is in the range of some of the transmitted wavelengths; the antenna's footprint is larger than the object. The objects are illuminated by UWB-pulses and the scattered signals are received by an array of antennas. Appropriate field-simulations and measurements are carried out. Statistical models are developed using principal component analysis and artificial neural networks. Therefore, dielectric properties of the objects can be determined independent of their shape, size and orientation. Apart from supposedly lossless materials having a frequency-independent permittivity, dispersive materials also are investigated.

KURZFASSUNG. Bisherige Methoden zur Bestimmung dielektrischer Eigenschaften erfordern in der Regel eine wohldefinierte Geometrie des Testobjektes bzw. einen physikalischen Kontakt mit dem Messsystem. Hier soll eine Methode zur kontaktlosen Charakterisierung dielektrischer Objekte verschiedener Form und Größe mittels UWB-Pulsen vorgestellt werden. Die Restriktionen gegenüber Standardverfahren bezüglich der Geometrie bestehen nicht, d.h. die Größe der Objekte bewegt sich in der Größenordnung der Wellenlänge der verwendeten Messsignale und die Ausleuchtzone der Antenne ist in der Regel größer als das Messobjekt. Es werden Objekte mit UWB-Pulsen beleuchtet, die gestreuten Signale werden mittels eines Arrays aus mehreren Antennen empfangen. Es werden entsprechende Feldsimulationen und Messungen durchgeführt. Statistische Modelle werden mittels

künstlicher neuronaler Netze entwickelt. Damit ist es mit einem gewissen Kalibrierungs- bzw. Trainingsaufwand möglich, dielektrische Eigenschaften von Objekten unabhängig von ihrer Form, Größe und Orientierung zu bestimmen. Neben quasi verlustlosen Materialien mit frequenzunabhängiger Permittivität werden auch dispersive Materialien untersucht.

System on Chip M-Sequence Sensor for Moisture Sensing and Impedance Spectroscopy

K.Schilling¹, J.Sachs¹, M.Kmec¹, R.Herrmann¹, M.Helbig¹, F.Bonitz², P.Rauschenbach³

¹Ilmenau University of Technology, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Electronic Measurement Research Lab, PO Box 100565, 98684 Ilmenau, Germany

²MFPA at the Bauhaus-University Weimar, Germany

³MEODAT GmbH Ilmenau, Germany

ABSTRACT. Continuous research activities and developments in the field of Ultra-Wideband (UWB) devices in recent years have paved the way for high integrated RF-sensors that can compete with network analysers (the classical wideband measurement devices) in many applications. This article presents a compact and highly sensitive UWB-sensor, designed for applications in moisture sensing or impedance spectroscopy. After a short overview of system level aspects the article will focus on the achieved performance of a single chip RF-sensor in comparison to a multi-chip version. A suitable implementation of a sensor RF-head will be discussed and a comparison between two different measurement configurations will be made. Finally, a measurement example illustrates the stability and sensitivity of the current sensor.

KURZFASSUNG. Durch kontinuierliche Forschungs- und Entwicklungsarbeit im Bereich der Ultra-Breitband Sensorik konnte in den letzten Jahren ein hoher Integrationsgrad der Schaltkreise erreicht werden. In diesem Artikel wird eine kompakte und hochempfindliche UWB-Sensorelektronik vorgestellt, welche für Anwendungen in der Feuchtebestimmung und Impedanzspektroskopie geeignet ist. Nach einer kurzen Vorstellung des Systemkonzeptes wird auf die Parameter eines Single-Chip-Sensors im Vergleich zu einer Multi-Chip-Version eingegangen. Es wird eine geeignete Implementierung eines Sensor-Kopfes diskutiert und ein Vergleich zwischen zwei verschiedenen Konfigurationen vorgenommen. An einer Messung werden Stabilität und Empfindlichkeit des Ultra-Breitband-Sensors gezeigt.

Moisture Diffusivity Function Determined Using Inverse Analysis of Moisture Profiles Measured by TDR Technique

Zbyšek Pavlík, Jan Mihulka, Milena Pavlíková, Lukáš Fiala, Robert Černý
Czech Technical University in Prague

ABSTRACT. Moisture diffusivity as a function of moisture content is determined using an inverse analysis of moisture profiles. Time domain reflectometry (TDR) method is used for measurement of moisture content. At first, empirical calibration curve for moisture dependent relative permittivity is measured for autoclaved aerated concrete (AAC). The obtained experimental data are verified using fundamental theoretical models, and it is found that they conform to Wiener's bounds. Moisture dependent relative permittivity is then analyzed using several different dielectric mixing models, among them Lichtenecker, de Loo, Polder and van Santen formulas, as well as some empirical formulas developed for various types of soils, with the primary aim to find proper calibration functions. Then, moisture profiles measurement in AAC material in vertical orientation of 1-D water suction experiment is done, and the final calibration function is used for the evaluation of moisture profiles from measured relative permittivity values. Finally, the measured moisture profiles are subjected to an inverse analysis, and moisture dependent moisture diffusivity of studied AAC is calculated.

A Fast Technique to Retrieve Permittivity Profile from TDR Measurements

Philippe Neveux¹, Hervé Bolvin¹, André Chanzy²

¹ UMR EMMAH, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse

² UMR EMMAH, INRA Avignon

ABSTRACT. A methodology that permits to obtain a fast and reliable estimation of the permittivity profile of soils is presented in this article. The estimate is obtained after post-processing TDR signals. The TDR is modelled by means of the transmission line equations with dimensionless variables. In this context, the magnitude of the inlet current is directly related to the permittivity profile of the soil. A transformation of this magnitude is applied in order to estimate the permittivity profile. In the present paper, we have considered this transformation to be linear that permits to fasten the optimization process. Furthermore, it gives a relatively good estimate compared to GA based optimization techniques that require a heavy computational burden.

Digital low-cost Time Domain Reflectometer circuit optimized for use in field applications

Dennis Trebbels¹, Christof Hübner², Rolf Becker³, Roland Zengerle^{1,4}

¹ HSG-IMIT, Institut für Mikro- und Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft e.V.

² Hochschule Mannheim, Institut für Industrielle Datentechnik und Kommunikation

³ Hochschule Rhein-Waal University of Applied Sciences

⁴ IMTEK, Institut für Mikrosystemtechnik, Universität Freiburg

ABSTRACT. Time Domain Reflectometry is a well-established method for measuring moisture profiles. In addition to special transmission lines this measurement principle requires a Time Domain Reflectometer. In the laboratory there are several state-of-the-art measurement devices available (e.g. Tektronix 1502B/C), but due to the high cost, the size and the power consumption they are often not suitable for field measurement applications. This article presents a new digital circuit design concept dedicated for developing cheap Time Domain Reflectometers especially suited for self-sustaining outdoor applications such as long-term field measurements.

KURZFASSUNG. Ein in der Feuchtemesstechnik bekanntes und etabliertes Messverfahren beruht auf der Zeitbereichsreflektometrie. Neben geeigneten Messleitungen erfordert dieses Messprinzip den Einsatz eines Zeitbereichsreflektometers. Im Labor stehen hierfür Messgeräte zur Verfügung (z.B. Tektronix 1502B/C), jedoch sind diese für Feldmessungen aufgrund der hohen Kosten, der Baugröße und des großen Leistungsbedarfs meist ungeeignet. Dieser Artikel zeigt ein neues digitales Schaltungskonzept zur Realisierung kostengünstiger Zeitbereichsreflektometer, insbesondere auch geeignet für den autarken Outdoor-Einsatz bei Langzeitmessungen.

Entwicklung eines Messsystems zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Feuchteprofilen in einem Verschlussbauwerk

Eberhard Trinks und Klaus Kupfer, Norman Wagner, Michael Kuhne, Bernd Müller
MFPA an der Bauhaus-Universität Weimar

KURZFASSUNG. Ein automatisches TDR-Messsystem mit flexiblen Kabelsensoren wurde entwickelt und zur Feuchtemessung in Untertage-Verschlussbauwerken in einem Salzbergwerk bei Teutschenthal in einer Tiefe von 800 m installiert. Die Kabelsensoren wurden in zwei Versuchsanlagen an den Grenzen zwischen Beton und Salzgestein angebracht. Eine konzentrierte R-Lösung wurde mit Druck injiziert, um das Verschlussbauwerk zu testen und um Feuchteveränderungen mit dem TDR-Sensorsystem zu detektieren. Die TDR-Signale wurden an beiden Seiten der Kabelenden gemessen und invertiert, um das räumlich aufgelöste Permittivitätsprofil zu bestimmen.

ABSTRACT. An automated TDR-measurement system with flexible cable sensors was developed and implemented for moisture monitoring in constructions of underground barriers in the rough environment of a salt mine in Teutschenthal (Germany) in a depth of 800 m. The cable sensors were installed in two test sites at the boundaries between the concrete barrier and the host salt rock. A concentrated R-solution was injected with pressure in order to test the concrete barrier as well as the

possibility to detect moisture variations with the TDR-sensor system. The TDR-signals were measured from both cable ends and inverted to determine the spatial resolved apparent permittivity profile.

Möglichkeiten und Grenzen des TDR-Kabelsensors beim Einsatz in salinärer Umgebung

F. Manthee¹⁾, W.R. Fischle¹⁾, W. Paehge¹⁾, K. Kupfer²⁾, E. Trinks²⁾, B. Müller²⁾, R. Mauke, ³⁾

¹⁾Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern mbH, Peine, Germany

²⁾Materialforschungs- und -Prüfanstalt (MFPA) an der Bauhausuniversität, Weimar, Germany

³⁾Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, Germany

KURZFASSUNG. Im Rahmen eines In situ-Versuches in einem Steinsalzbergwerk war vorgesehen, mit TDR-Kabelsensoren das Vordringen von Fluid in der Kontaktzone zwischen einem Abdichtbauwerk und dem Gebirge zu detektieren. Zum Eignungsnachweis wurden in einem Technikumsversuch die zu erwartenden Messbedingungen nachgestellt. Die Ergebnisse des Technikumsversuches werden vorgestellt und diskutiert. Sie zeigen die Möglichkeiten, aber auch die Einsatzgrenzen eines TDR-Kabelsensors im salinaren Milieu für die genannte Aufgabenstellung auf.

ABSTRACT. It was intended to apply TDR-cable sensors within an in situ-test in a rock salt mine, to detect the encroachment of fluid in the contact zone between a sealing construction and the rock mass. A test-size scale was used to reproduce the expected measurement conditions to proof the suitability. The results of the test-size scale were presented and discussed. The results are showing the options and limitations in an application of TDR-cable sensors in saline environments for the above-named task.

Soil Moisture Estimation and Monitoring / Feuchteerfassung und Monitoring im Boden

06.10.2010 9:00-12:15

Estimation of Soil Moisture under Vegetation Cover applying a Hybrid Decomposition on Polarimetric SAR Data

Thomas Jagdhuber^{1,3)}, Irena Hajnsek^{1,2)}, Konstantinos P. Papathanassiou¹⁾, Axel Bronstert³⁾

¹⁾German Aerospace Center, Microwaves and Radar Institute

²⁾ETH Zurich, Institute of Environmental Engineering

³⁾University of Potsdam, Institute of Earth and Environmental Sciences

ABSTRACT. Soil moisture as key observable for hydrological processes and flood forecasting is estimated under vegetation cover by polarimetric SAR. A novel hybrid polarimetric decomposition including a physically constraint volume intensity component is developed and applied on a L-band data set of the AGRISAR campaign of 2006 acquired by DLR's E-SAR sensor, which covers the entire vegetation growth cycle. A complete and consistent inversion was achieved for all dates and for a variety of land uses with an inversion rate higher than 99%. In addition a validation with TDR-measurements was carried out for a quality assessment over the entire vegetation growth period resulting in a RMSE-level lower than 7.7vol.% for all acquisition dates and vegetation types. In this way the decrease in soil moisture under vegetation cover from a moist level (~25vol.%) in April to a dry level (~6vol.%) in July could be quantified.

KURZFASSUNG. Bodenfeuchte stellt eine bedeutende Observable für hydrologische Prozesse sowie für die Flutvorhersage dar. Eine neuartige polarimetrische „Hybrid-dekomposition“, welche eine physikalisch abgeschätzte Volumenintensitätskomponente enthält, wurde entwickelt und auf L-Banddaten der AGRISAR-Kampagne aus dem Jahre 2006, welche einen kompletten Vegetationszyklus umfassen, angewendet. Die Daten wurden vom E-SAR Sensor des DLR aufgenommen. Eine flächendeckende Inversion mit einer Inversionsrate von mehr als 99% wurde für alle Termine und einer Vielzahl von Landnutzungen erreicht. Zudem wurde eine Validierung mit TDR-Messungen zur Qualitätsüberprüfung durchgeführt, welche einen RMSE von 7.7vol.% für alle Aufnahmetermine und Vegetationstypen ergab. Auf diese Weise wurde die Möglichkeit geschaffen, die Bodenfeuchteabnahme unter Vegetationsbedeckung von einem feuchten Niveau (~25vol.%) im April zu einem trockenen Niveau im Juli (~6vol.%) zu quantifizieren.

Wireless soil moisture sensing for vineyard irrigation

Kai Jotter¹, Christof Hübner¹, Klaus Spohrer², Rachel Cardell-Oliver³, Rolf Becker⁴, Tino Wagenknecht¹, Moritz Lenz¹

¹ University of Applied Sciences Mannheim, Germany

² University of Hohenheim, Germany

³ University of Western Australia, Australia

⁴ Rhein-Waal University of Applied Sciences, Germany

ABSTRACT. Wireless soil moisture sensor networks are advantageous for large area monitoring of soil moisture. They consist of wireless nodes with attached soil moisture sensors. Each node activates its sensors and measures at suitable intervals, then relays that information back to the base station, either directly or by “hopping” the transmission along other network nodes. The nodes and sensors have to be low-cost to allow for large installations. Furthermore power consumption has to be kept at a minimum to achieve long-term operation without battery change or using small solar cells. Soil moisture sensors and wireless nodes for this task are presented in this paper. Results of field experiments on irrigated sites are shown as well.

KURZFASSUNG. Drahtlose Bodenfeuchtesensornetze eignen sich besonders für die Überwachung großer Gebiete. Sie bestehen aus Funkknoten mit angeschlossenen Feuchtesensoren. Jeder Knoten misst die Sensorwerte in bestimmten Zeitabständen und überträgt die Daten an eine Zentralstation, entweder auf direktem Weg oder über mehrere andere Funkknoten. Die Funkknoten und die Sensoren müssen sowohl kostengünstig als auch stromsparend sein, um große Netze und einen langfristigen Betrieb mit Batterien oder Solarversorgung zu ermöglichen. Entsprechende Bodenfeuchtesensoren und Funkknoten werden vorgestellt und Feldexperimente auf bewässerten Flächen beschrieben.

Abschätzung der Bodenfeuchte aus geoelektrischen Messungen

Erika Lück¹, Jörg Rühlmann²

¹ Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam

² Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren und Erfurt

KURZFASSUNG. Traditionell stehen zur Erfassung der sowohl zeitlichen als auch räumlichen Variabilität des Wassergehaltes im Boden punktuell erfassende Messprinzipien wie z.B. Gravimetrie, TDR-Sonden, pF-Meter und Tensiometer zur Verfügung. Diese werden zunehmend durch flächenhafte, geophysikalische Verfahren auf verschiedenen Skalen ergänzt. Die vorgestellten Untersuchungen konzentrieren sich auf den Einsatz geoelektrischer Verfahren, wobei insbesondere die Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes ρ vom Wassergehalt genutzt wird. Ortsfeste Wiederholungsmessungen und Kartierungen werden mit punktuellen Messungen des Wassergehaltes verglichen. Die im Vergleich zu Labormessreihen stärker streuenden Widerstands-Wassergehalts-Funktionen werden diskutiert.

ABSTRACT. Traditionally, punctual measurement principles are available to measure the temporal and spatial variability of soil moisture. For a while, these measurements are complemented by geophysical data at different scales. This paper is addressed to the use of 2-dimensional electrical resistivity measurements in combination with punctual TDR-measurements. The correlation between soil moisture and resistivity is discussed in comparison with laboratory data.

Broadband electromagnetic characterization of two-port rod based transmission lines for dielectric spectroscopy of soil

Norman Wagner^{1,4}, Bernd Müller¹, Klaus Kupfer¹, Frank Bonitz¹

Moritz Schwing², Alexander Scheuermann^{3,4}

¹ Institute of Material Research and Testing (MFPA) at the Bauhaus University, Weimar, Germany

² Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Soil Mechanics and Rock Mechanics, Germany

³ School of Civil Engineering, The University of Queensland, Brisbane, Australia

⁴ Science, Engineering & Measurement, SCEME, Germany

ABSTRACT. Precise knowledge of the frequency dependent electromagnetic soil properties is urgently necessary for successful utilization of high frequency electromagnetic (HF-EM) soil moisture measurement techniques. Thus, there is a need of systematic investigations by dielectric spectroscopy of unsaturated and saturated soils under controlled hydraulic conditions. In this context, two-port rod based transmission lines (R-TMLs) were characterized in the frequency range from 1 MHz to 10 GHz

by combined theoretical, numerical, and experimental investigations. The propagation characteristics and sensitivity of the R-TMLs were determined by numerical calculations and measurements on standard materials as well as nearly saturated and unsaturated soils.

KURZFASSUNG. Die genaue Kenntnis der frequenzabhängigen elektromagnetischen Materialkenngrößen von Böden ist eine essentielle Voraussetzung zur zuverlässigen Anwendung hochfrequenter elektromagnetischer (HF-EM) Messverfahren zur Bodenfeuchteerfassung. Ausgehend von dieser Problematik wurden stabbbasierte Messleitungen (two-port rod based transmission lines, R-TMLs) im Frequenzbereich 1 MHz bis 10 GHz mittels einer Kombination theoretischer, numerischer und experimenteller Methoden untersucht. Die Ausbreitungscharakteristik und Sensitivität der R-TMLs wurde an Standardmaterialien sowie teilgesättigten und gesättigten Böden erfasst.

Water adsorption hysteresis of swellable and non-swellable clays & soils detected with dielectric spectroscopy and thermal analysis

Heike Kaden, Franz Koeniger, Rainer Schuhmann, Katja Emmerich
Competence Center for Material Moisture (CMM) at the Institute of Functional Interfaces (IFG) within Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

ABSTRACT. The formation and extent of water adsorption hysteresis of five different swellable and non-swellable clayey materials was tested with static and dynamic thermal analysis as well as dielectric spectroscopy. Hysteresis properties were influenced by a number of material intrinsic parameters. Properties typical for clays, such as high specific surface area, high amount of fine particles and in case of swellable phyllosilicates high cation exchange capacity may inhibit the detection of qualitative hysteresis properties with dielectric spectroscopy. Additionally, simultaneous thermal analysis proved to be a useful tool to determine the total amount of water released through dehydration that contributed to hysteresis.

Characterisation of capacitive humidity sensors under Martian pressure and temperatures down to -120 °C

Alexander Koncz¹, Andreas Lorek¹, Roland Wernecke²
¹Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin
²dr. wernecke Feuchtemesstechnik GmbH, Potsdam

ABSTRACT. Extensive measurements of commercial capacitive polymeric humidity sensors were made at temperatures ranging from -73 °C to -20 °C and at a pressure of 800 Pa in order to test and validate their performance for future space missions. We found the sensor signal decreases when temperature decreases as well as a temperature independent sensor characteristic in the range from 0 %RH to 30 %RH. In addition the sensor has shown stable characteristics during thermal cycling in the range from -120 °C to -20 °C under vacuum conditions.

KURZFASSUNG. Für ein Raumfahrtprojekt wurden unter anderem kommerziell erhältliche, kapazitive Sensoren im Bereich von -73 °C bis -20 °C bei einem Druck von 800 Pa mit Luft als Trägergas getestet. Im Ergebnis konnte sowohl eine Abnahme des Sensorsignals mit der Temperatur als auch eine Temperaturunabhängigkeit der Kennlinie im Bereich von 0 %r.F. bis 30 %r.F. festgestellt werden. Zudem wurde in Thermalzyklentests zwischen -120 °C und -10 °C festgestellt, dass es im Bezug auf die Kennlinie keine Veränderungen gab.

An innovative dielectric method for profiling soil water content

Pascal Xavier¹, Francisco Antuña Rocas¹, Jean Paul Laurent², Bernard Mercier²
¹IMEP-LAHC, UMR 5130, CNRS-INPG-UJF-U.Savoie, Minatoc, Grenoble, France
²LTHE, UMR 5564, CNRS-INPG-IRD-UJF Grenoble, France

ABSTRACT. A prototype of a low cost profilometric probe has been designed and realized using standard PCB hybrid technology and SMC components. It is based on an innovative and patented method of standing waves sampling in a waveguide. It is intended to perform non destructive RF broadband measurements for soil spectroscopic dielectric permittivity profiling, in order to quantify the soil water profile, and also the dispersion and attenuation of the electromagnetic waves occurring in the media. Experimental results in standard media are presented in order to validate the concept.

Long term investigation of soil moisture performance for structural monitoring of landfill surface sealing systems via neutron probe measuring and lysimeter fields

Michael Augenstein, Detlev Rettenmaier, Michael Praschak, Heinz Hötzl
Karlsruhe Institute of Technology KIT, Institute of Applied Geosciences

ABSTRACT. At the port area of the river Rhine near Karlsruhe (SW-Germany) the department of municipal waste (AfA) of Karlsruhe maintains a sanitary landfill with an alternative surface sealing system according to the TA-Si for securing and restoration purposes. The system was realized in the form of an enforced mineral clay liner with underlying capillary barrier. Since 1993 the Department of Applied Geosciences AGW of the Karlsruhe Institute of Technology KIT is responsible to prove the equivalence in comparison to the TA-Si by means of several test fields with integrated lysimeters.. With attending research the setting of the test sites comprises continuous neutron probe logging of the soil moisture behaviour, and thus, measurements of almost 17 years are available.

KURZFASSUNG. Am Rheinhafengebiet Karlsruhe-West unterhält das Amt für Abfallwirtschaft (AfA) der Stadt Karlsruhe im Rahmen der Sicherung und Sanierung einer Hausmülldeponie eine zur TA-Si alternative Oberflächenabdichtung. Diese wurde in Form einer verstärkten mineralischen Abdichtung mit unterliegender Kapillarsperre realisiert. Seit 1993 betreut das KIT, Institut für Angewandte Geowissenschaften AGW mehrere Testfelder mit integrierten Lysimetern und Neutronensondenmessstellen zur Bodenfeuchtebestimmung, um einen erforderlichen Nachweis der Gleichwertigkeit zur Standardausführung der TA-Si zu erbringen und das Bauwerk zu überwachen. Durch die begleitenden Untersuchungen stehen dem AGW nun seit fast 17 Jahren kontinuierliche Bodenfeuchtemessungen zur Verfügung.

Zum Feuchtetransport in Deichabdeckschichten - Numerische Untersuchungen und Messaufgabe -

Kathinka Beyer geb. Stropweit, Jürgen Grabe
Institut für Geotechnik und Baubetrieb, Technische Universität Hamburg-Harburg

KURZFASSUNG. Das Wasserhaushaltsregime und Trocknungsverhalten eines Vergleichsbaustoffes zum Klei im Deichbau, einem Material aus der Sedimentaufbereitung der METHA-Anlage in Hamburg, soll näher untersucht werden. Es wird der konzipierte Versuchsstand zur Beobachtung verschiedener Modelldeichaufbauten unter Nutzung von Klei und METHA-Material vorgestellt. Saugspannungsänderungen im Profil und mit der Zeit bei (zyklischer) Austrocknung sowie die Rissicherheit stehen hierbei im Vordergrund. In die Versuchsstandskonzeption fließen Ergebnisse von Untersuchungen mit dem Softwarepaket BOWAHALD ein.

ABSTRACT. In north-western Germany aged alluvial clay called 'Klei' is traditionally used to build flood embankments. A possible substitute for the Klei is material from the sediment processing plant METHA in Hamburg. The concept of an instrumented model stand is introduced. The model stand will be used for monitoring the water balance and desiccation behaviour of several embankment model structures using METHA-Material and Klei under (cyclic) drying. The results of simulations with the software package BOWAHALD regarding the variation of suction with time and depth and the possible development of desiccation cracks are used to refine the testing schedule.

Analytical Reference Methods for Moisture Determination / Analytische Referenzverfahren zur Feuchtebestimmung

06.10.2010 13:45-14:30

Water determination – scientific and economic dimensions

Heinz-Dieter Isengard

University of Hohenheim, Institute of Food Science and Biotechnology, D-70593 Stuttgart, Germany

ABSTRACT. Water content is for a number of reasons one of the most important properties of foodstuffs. The determination of water content is therefore a very important analysis. This is not only the case for scientific or technical reasons. The water fraction in food is sometimes regarded as a component without commercial value. The price is sometimes based on dry matter, which makes water content determination an analysis with economic consequences. Different existing methods often yield different results. This entails the problem that vendor and buyer, for economic reasons, prefer different methods to favour their role in trade. The situation would be easier if the method to be applied would be the same and would be agreed upon by both parties. International standards and reference methods are established by bodies that consist not only of neutral scientists but also of representatives of industry. These will usually see the interest of their respective company and will rather try to introduce methods which improve their profit rather than accepting methods that are scientifically correct but lower their profit. Milk powder trade is given as an example to illustrate such a situation. We observe the clash of scientific correctness and truth with economic interests.

KURZFASSUNG. Der Wassergehalt ist aus einer Reihe von Gründen eine der wichtigsten Eigenschaften von Lebensmitteln. Die Bestimmung des Wassergehaltes ist daher eine sehr wichtige Analyse. Dies liegt nicht nur an wissenschaftlichen oder technischen Gründen. Der Wasseranteil in Lebensmitteln wird manchmal als Bestandteil ohne Handelswert betrachtet. Der Preis wird auf Trockenmasse bezogen, was die Bestimmung des Wassergehaltes zu einer Analyse mit wirtschaftlichen Folgen macht. Verschiedene Methoden liefern oft unterschiedliche Ergebnisse. Dies hat das Problem zur Folge, dass Verkäufer und Käufer aus wirtschaftlichen Gründen verschiedenen Methoden bevorzugen, um ihre Rolle im Handel zu begünstigen. Die Lage wäre einfacher, wenn die anzuwendende Methode die gleiche wäre und von beiden Seiten anerkannt würde. Internationale Standards und Referenzmethoden werden von Gremien erlassen, denen nicht nur Wissenschaftler, sondern auch Industrievertreter angehören. Diese werden gewöhnlich die Interessen ihrer jeweiligen Firma vertreten und werden eher Methoden einführen, die ihren Gewinn verbessern als Methoden akzeptieren, die wissenschaftlich korrekt sind, aber ihren Gewinn schmälern. Am Handel mit Milchpulvern als Beispiel wird eine solche Situation dargestellt. Hier beobachten wir das Aufeinanderprallen von wissenschaftlicher Richtigkeit und Wahrhaftigkeit mit wirtschaftlichen Interessen.

Development of a gas flow independent coulometric trace humidity sensor for aerospace and industry

Andreas Lorek¹, Alexander Konczl und Roland Wernecke²

¹Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Berlin-Adlershof

²dr.wernecke Feuchtemesstechnik GmbH

ABSTRACT. The technology transfer project HUMITRACE exemplarily demonstrates successful transfer of space-technique applications via appropriate modification to competitive products. These are finally based on technical developments for scientific space experiments at DLR-PF (DLR Institute of planetary research), and have correspondingly been modified and manufactured in cooperation with an industrial partner.

In the project, a coulometric trace humidity sensor developed for in-situ measurements on Mars, is being optimized by successive modification of his sensor parameters. This development led to an enhancement of potential applications of this coulometric principle in industry and laboratory.

KURZFASSUNG. Im vorliegenden Beitrag erfolgt am Beispiel des Transquerprojektes HUMITRACE eine kurze Darstellung, wie Erkenntnisse aus der Weltraumforschung am DLR in Kooperation mit Industriepartnern zu konkurrenzfähigen Produkten für die industrielle Anwendung weiterentwickelt werden. Im Projekt wird ein coulometrischer Spurenfeuchtesensor, der für in-situ Messungen auf dem Mars im Feuchtebereich -40 °C Frostpunkt bis -75 °C Frostpunkt vorgesehen ist, durch schrittweise Modifikation seiner Sensorparameter optimiert und sein Einsatzbereich auf industrielle und labortechnische Anwendungen erweitert.

Why measure moisture content of pellets?

Carsten Stratmann
Brabender Messtechnik® GmbH & Co. KG

ABSTRACT. During production and processing of plastic materials, water content is not least a decisive criterion for the quality of the plastic component to be manufactured. The consequences of excessive water content in the plastic granulate are defective surfaces (streaks or bubbles) or insufficient mechanical properties in the finished part, as well as changes in the viscosity (MFR/MVR) and thus problems even in processing. A smart solution is an absolute measurement system such as the chemical methods according to Karl-Fischer or under vacuum with calcium hydride used by AQUATRAC.

KURZFASSUNG. Bei der Produktion und der Verarbeitung von Thermoplasten ist nicht zuletzt der Wassergehalt ein entscheidendes Kriterium für die Qualität des zu fertigenden Kunststoffteiles. Ein zu hoher Wassergehalt kann die Viskosität der Schmelze beeinflussen, sowie zu Einbußen bei mechanischen oder optischen Eigenschaften (Lunker, Schlieren) führen. Zur Messung des absoluten Wassergehaltes kommen hier in der Regel Systeme zum Einsatz, die entweder nach der Karl-Fischer-Methode arbeiten oder das AQUATRAC, welches auch im rauen Produktionsbetrieb eingesetzt werden kann und mit wenigen Handgriffen aufgrund der chemisch-manometrischen Messung nach einer Reaktion von Wasserdampf und CaH_2 ein verlässliches und mit Karl-Fischer vergleichbares Messergebnis liefert.

Moisture Measurements of Biological Substances / Feuchtemessung von biologischen Substanzen

06.10.2010 14:30-16:15

Local Automated System for Moisture Measurement and Moistening of Grain in Flow

J. A. Titovitsky¹, A. Ch. Belyachits², N. I. Kourilo¹ and M. O. Purovsky²

¹ Institute of Applied Physical Problems, Belarusian State University, Minsk, Belarus

² Aquar-Systems Ltd., Minsk, Belarus

ABSTRACT. A local automated system of grain moistening in flow is presented. It is intended for automatic regulation of grain material moisture on flour-milling factories. The basic element of this system is the multi-parameter microwave sensor of grain moisture content, designed on the bases of an open coaxial cavity resonator. It provides high accuracy of measurements independently on bulk density, grade, quality and temperature of grain material and on a series of another perturbations. Amount of water, conveyed in a moistening unit, is determined by an operating controller in dependence on measuring online initial moisture content, flow rate of bulk grain material checking automatically at its supply, and required moisture content assigning by operating staff.

Temperature Dependence of Dielectric Permittivity of Bound Water in Grain at Microwave Frequencies

V. M. Serdyuk and J. A. Titovitsky

Institute of Applied Physical Problems, Belarusian State University, Minsk, Belarus

ABSTRACT. Properties of bound water in grain kernels can be studied by solving an inverse problem on determining its complex dielectric permittivity with the help of measured data on average complex

permittivity of bulk grain material at various moisture content and frequency or temperature. By this way, some specific features of temperature dependence for bound water permittivity have been detected using the experimental data on dielectric properties of bulk grain of soft winter wheat at 3.6 GHz.

Moisture content determination from dielectric properties of solid biofuels

Ana Marta Paz
School of Sustainable Development of Society and Technology,
Mälardalen University, 72123 Västerås, Sweden

ABSTRACT. This paper compares different models for moisture content determination from dielectric properties of solid biofuels. The methods studied include regression analysis, dielectric mixing models, and a density-independent function. The density-independent function showed very good calibration results for samples with moisture content between 4- and 13%. For samples with moisture contents between 34- and 67%, the better prediction was obtained with a model based on multiple linear regression of the complex permittivity and the volumetric water content.

Optimization of hop drying and conditioning with electromagnetic material moisture sensors

Christof Hübner¹, Nina Weickert¹, Christian Euringer², Michael Friedl², Kurt Köhler³, Timo Camek³, Tino Wagenknecht¹, Kai Jotter¹

¹ University of Applied Sciences Mannheim, Germany

² ATEF Euringer & Friedl GmbH, Germany

³ IMKO Micromodultechnik GmbH, Germany

ABSTRACT. Hops are mainly cultivated for beer production. The green hops have a moisture content of about 80% which has to be reduced to 9% with a fast drying and subsequent rewetting process. This drying is required to achieve suitability for long term storage of the hops. The control of a dryer and conditioner is a complex task. The biggest problem is the uncertainty in the hop water content due to the lack of instrumentation. Therefore electromagnetic moisture sensors were developed which allow for an online measurement of hop moisture.

KURZFASSUNG. Hopfen wird überwiegend für die Bierproduktion angebaut. Bei der Ernte hat der Hopfen einen Wassergehalt um 80%, der durch schnelle Trocknung und anschließende Nachbefeuchtung auf etwa 9% reduziert werden muss, um eine Lagerfähigkeit zu erreichen. Die Regelung einer Hopfentrocknungs und -konditionierungsanlage ist vergleichsweise kompliziert. Das größte Problem dabei ist, dass der Wassergehalt des Hopfens während der Trocknung und Konditionierung nicht oder nur viel zu ungenau bestimmt werden kann. Deshalb wurden elektromagnetische Materialfeuchtesensoren entwickelt, mit denen eine Online-Bestimmung der Hopfenfeuchte möglich ist.

Künstliche Früchte“Online-Monitoring des Feuchtigkeitsverlustes bei pflanzlichen Frischeprodukten

Cindy Lang, Thomas Hübert
BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

KURZFASSUNG. Pflanzliche Frischeprodukte erfordern ein schnelles und zerstörungsfreies Monitoring entlang der gesamten Distributionskette von der Ernte bis hin zum Verbraucher, um eine hohe Qualität und geringe Nachernteverluste gewährleisten zu können. Durch ein indirektes Online-Monitoring des fruchtspezifischen Transpirationsverhaltens können die neu entwickelten Verdunstungsmesskugeln zur in-situ Qualitätskontrolle während der Transport- und Lagerungsprozesse von Obst und Gemüse beitragen.

ABSTRACT. Following the entire agri-food chain from harvest to the consumer, horticultural produce should be monitored rapidly and non-destructively to ensure high quality and low postharvest losses. By means of an indirect on-line monitoring of the fruit specific transpiration behaviour, the newly developed evaporation balls contribute to in situ quality control of fruit and vegetables during transport and storage processes.

Resonator Based Moisture Measurement of Solids, Liquids and Food and its Simulation with HFSS

K. Kupfer¹, G. Fuchs², R. Wagner¹, H. Kupfer³, B. Müller¹

¹MFPA an der Bauhaus-Universität Weimar, Germany

²Ilmenau, ³Weimar, Germany

ABSTRACT. A coaxial 2-frequency-cavity resonator system was developed by change of dimensions only and tested for a great variety of materials using HFSS. It could be shown that the resonance frequencies of simulation and the measured values of manufactured resonators are in an excellent agreement. The resonator system can be applied for the measurement of fine- and coarse-grained aggregates but also the measurement of high lossy materials such as water, weak saline solutions, pasty foods and bentonite mixtures. The difference between the first both resonance frequencies is so large that additional material properties of one probe could be detected with good results. The resonator system can be used for discontinuous but also for on-line measurements.

KURZFASSUNG. Ein koaxiales 2-Frequenz-Hohlraumresonatorsystem wurde für unterschiedlichste Materialien nur durch Veränderung der Abmessungen mit HFSS entwickelt und getestet. Es konnte gezeigt werden, dass die Resonanzfrequenzen von Simulation und die Messwerte des hergestellten Resonators mit hoher Qualität übereinstimmen. Das Resonatorsystem kann sowohl für fein- und grobkörnige Schüttgüter, aber auch hochverlustbehaftete Materialien, wie Wasser, schwach saline Lösungen, pastöse Nahrungsmittel und Bentonitmischungen eingesetzt werden. Die Differenz zwischen den ersten beiden Resonanzfrequenzen ist so groß, dass zusätzliche Materialeigenschaften einer Probe bestimmt werden konnten. Das Resonatorsystem kann sowohl für diskontinuierliche, aber auch für on-line Messungen verwendet werden.

Effects of Electromagnetic Radiation to the Human Organism / Auswirkung von elektromagnetischer Strahlung auf den menschlichen Organismus

06.10.2010 16:15-16:45

Biological Properties of Water Exposed to Mobile Phone Radiation

Valery Shalatonin, Valery Mishchenko

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

ABSTRACT. The bottled drinking water, preliminarily exposed to GSM-900 mobile phone radiation was used for watering of wheat and rye grains. When using some radio frequencies the amount of shoots increased considerably and they were being better developed. Even a little change of the frequency exposition (<1%) could change the vitality of the watering grains and shoots. The biological properties of exposed water were being changed radically if a usual polyethylene film was placed between the mobile phone and the water sample during the exposition. In such a way the exposed water has influenced number of shoots and their growth negatively.

Influence of Terahertz Waves on Biological Objects

Alexander A. Tanelo

Belarusian State University of Informatic and Radioelectronics

ABSTRACT. Experimental and theoretical works appear an influence of terahertz electromagnetic waves (THz) on various biological objects (microorganisms, sperm, seeds, bacteria, blood, yeast), animals and people have shown presence of biological effect and change of processes of a metabolism at influence THz of rather small intensity. At carrying out of laboratory researches on influence of electromagnetic waves on biological objects it has been noticed, that character of influence THz on biological objects differs from trivial thermal influence of electromagnetic waves and possesses properties of "information".

Application of Moisture Measurement in Civil Engineering / Anwendungen zur Feuchtemessung im Bauwesen

07.10.2010 9:00-14:30

Application of Time Domain Reflectometry Method for Determination of Parameters Characterising Coupled Moisture and Salt Transport in Porous Media

Zbyšek Pavlík, Jan Mihulka, Milena Pavlíková, Lukáš Fiala, Robert Černý
Czech Technical University in Prague

ABSTRACT. Experimental investigation of coupled moisture and chloride ions transport in sandstone is presented in the paper. For the simultaneous moisture and salt concentration measurement, the applicability of advanced Time Domain Reflectometry (TDR) sensors is tested. The measured moisture and chloride concentration profiles are submitted to inverse analysis procedure under assumption of diffusion-advection mechanism of salt solution transport. In this way, concentration dependent chloride diffusion coefficient and moisture diffusivity as function of moisture content are accessed. Finally, practical recommendations for application of tested TDR sensors for monitoring of coupled moisture and salt solution transport are given.

Application of TDR for continuous determination of moisture in laboratory experiments

Rudolf Plagge¹, Gregor Scheffler², Klaus Kupfer³ – Germany, Henryk Sobczuk⁴ – Poland

¹ Institut für Bauklimatik, TU Dresden,

² Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH,

³ MFPA an der Bauhaus-Universität Weimar, Germany,

⁴ Polytechnika Lubelska, Poland

ABSTRACT. The proposed instantaneous profile method is able to determine the relative humidity or the capillary pressure as well as the volumetric water content time dependent at arbitrary locations inside a porous medium. Thus, a direct measurement of the hygroscopic sorption isotherm and overhygroscopic water retention becomes possible. Via a calculation of the moisture flow distribution from the time-dependent moisture content in several compartments of the sample also the total moisture conductivity is directly obtained. The derivation of the moisture conductivity due to different conventions from building physics and soil science is described.

If non-constant boundary conditions are applied, the time- and process-dependent behaviour of a porous material can be investigated. Time- and process dependent sorption isotherms and moisture conductivities can be determined.

The Experiments presented here have been performed on the capillary active insulation material Calcium Silicate. An adsorption and a successive desorption process have been measured carefully. The results show a hysteretic behaviour dependent on the process history. Also there was an influence of the dynamic: At locations inside the sample with a rapid moisture increase, the moisture content for a given relative humidity was higher as in regions with slower moisture change. However, the moisture conductivity in relation to the water content turned out to be non-hysteretic.

KURZFASSUNG. Die vorgestellte Augenblicksprofilmethode ermöglicht die simultane Bestimmung von relativer Luftfeuchte, Temperatur und Wassergehalt in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung. In dieser Weise können die hygrische und überhygroskopische Feuchtespeicherung sowie die dazugehörigen Transportprozesse simultan und prozessabhängig bestimmt werden. Die vorliegenden Experimente an dem Innendämmstoff „Calciumsilikat Klimaplatte“ der Calsitherm GmbH zeigen den Einfluss der Hysterese auf die Feuchtespeicherung, Der Einfluss auf die Transportfunktion wird maßgeblich von der Bezugsgröße bestimmt. Die Feuchteleitfähigkeit als Funktion des Wassergehaltes ist nicht hysteretisch.

Potenziale der Feuchtemessung mittels TDR in der Denkmalpflege

Simone Reeb, Harald Garrecht
Technische Universität Darmstadt

KURZFASSUNG. Häufige Ursache von Schäden am Mauerwerk von historischen Bauwerken ist eine erhöhte Materialfeuchte. In der Praxis wird zur Bestimmung der Materialfeuchte vielfach die gravimetrische Feuchtemessung mittels Probenahme eingesetzt, die mit einem Eingriff in die historische Substanz verbunden ist. Abhilfe könnten zuverlässige zerstörungsfreie bzw. zerstörungsarme Methoden der Feuchtebestimmung leisten, wie sie seitens der Denkmalpflege gewünscht werden. Am Fachgebiet Werkstoffe im Bauwesen der TU Darmstadt kommen daher sehr kleine Feuchtesonden zum Einsatz, die nur mit einem geringen Eingriff in die Bausubstanz auskommen und die mit hinreichender Genauigkeit erlauben, den Feuchtezustand von Mauerwerk zu beschreiben, um Trocknungs- als auch Befeuchtungsvorgänge im Bauteilinnern beobachten und bewerten zu können.

ABSTRACT. A high masonry moisture content is a common cause for damages on historic buildings. In practice, moisture content is often determined by gravimetric hygrometry. This method necessarily requires sampling at the historic building structure. In order to avoid such an interventional procedure, preservation authorities often demand methods for moisture measuring that are non-destructive or at least damage-limiting. At the chair of Building Materials, Building Physics and Building Chemistry, a special moisture testing probe has been applied. The device is able to accurately describe drying and moisturization processes within the masonry, requiring just a minor intrusion into the historic building structure.

Large area moisture monitoring in concrete building materials

T. Wagenknecht¹, C. Hübner¹, F. Königer², A. Brandelik³, R. Schuhmann⁴

¹ University of Applied Sciences Mannheim

² Institute for Technical Chemistry - Water and Geotechnology, Karlsruhe Institute of Technology

³ Institute for Meteorology and Climate Research, Karlsruhe Institute of Technology

⁴ Competence Center for Material Moisture, Karlsruhe Institute of Technology

ABSTRACT. Buildings are often damaged by penetrating water. The late recognition and due to that, the following repairs of roads and bridges are very time and cost intensive. For this reason a measurement method has been developed as a warning system for the water penetration in buildings. This makes it possible to have punctual low-cost repairs, which extend the life span of the building. Sensor wires are embedded into the concrete or installed on the surface. The dielectric characteristics of the material are measured with a low cost vector network analyzer in the frequency range between 1 - 200 MHz. From the results of the measurement, conclusions can be made for the moisture content of the material [1].

KURZFASSUNG. Gebäude werden häufig durch eindringende Feuchtigkeit in ihrer Bausubstanz beeinträchtigt. Die späte Erkennung und darauf folgende Reparatur ist vor allem an Straßen und Brücken sehr zeit- und kostenintensiv. Aus diesem Grund wurde ein Verfahren entwickelt, das frühzeitig das Eindringen von Feuchtigkeit in das Bauwerk erkennen kann, so dass eine rechtzeitige Reparatur die Lebensdauer des Gebäudes verlängert. In diesem Verfahren werden Sensorleitungen in den Beton eingegossen oder auf der Oberfläche montiert. Die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle über diese Sensorleitung ist abhängig von der Feuchtigkeit und dem umgebenen Material. Die dielektrischen Eigenschaften werden mit einem low-cost Netzwerkanalysator im Frequenzbereich zwischen 1 und 200 MHz gemessen. Aus den Messergebnissen können Rückschlüsse über die Feuchtigkeit des Material gezogen werden [1].

Entwicklung eines Sensorsystems zur Messung der Ausgleichsfeuchte in Estrichen

Stefan Helbig¹, Arndt Steinke², Wolf Hummel³, Barbara Janorschke⁴, Rudolf Plagge⁵

¹ MFPA an der Bauhaus-Universität Weimar

² CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik und Photovoltaik GmbH, Erfurt

³ IL Metronic Sensortechnik GmbH, Ilmenau

⁴ Institut für Fertigteilechnik und Fertigungsbau Weimar e.V.

⁵ Institut für Bauklimatik, TU Dresden

KURZFASSUNG. Es wurden in einem Verbundprojekt Komponenten eines Systems entwickelt, mit dem die Ausgleichsfeuchte im hygroskopischen Bereich mittels Luftfeuchtesensoren in einem austrocknenden Estrich gemessen werden kann. Die Sensoren werden in den frischen Estrich eingebracht. Sie sind durch Feuchte durchlässige Kunststoffplatten gekapselt und somit geschützt vor schädigenden Umwelteinflüssen wie zum Beispiel Alkali-Ionen.

Die Messdaten der Feuchte werden über Funksignale (RFID) von der Sensoreinheit in eine Einheit zur Datenerfassung übertragen. Die Sensormodule sowie einzelne Komponenten wurden im austrocknenden Estrich eingesetzt und erprobt.

ABSTRACT. Components of a Sensorsystem were developed, with which the balance moisture within the hygroscopic range can be measured by means of humidity sensors in a drying screed. The sensors are placed into the fresh screed.

The sensors are enclosed through moisture permeable synthetic plates. Thus they are protected against damaging environmental influences like for example alkali ions. The measuring data are transmitted over radio signals (RFID) by the sensor unit into a data acquisition. The sensor modules as well as individual components are used and tested in a drying screed.

Determination of moisture profiles of building materials by Microfocus X-ray projection

Magdi Khalil¹, Rudolf Plagge¹, Takeshi Ishizaki², John Grunewald¹

¹ Institute of Building Climatology, Faculty of Architecture, Dresden University of Technology

² Takeshi Ishizaki, Center for Conservation Science and Restoration Techniques, National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo

ABSTRACT. One important material parameter is the moisture transport. Routinely, water uptake experiments are used to derive the transport parameters. In classical methods, the results of moisture content distribution within the sample are unclear particularly for heterogeneous materials. Therefore, there is a need for a specific technology which enables us to measure effectively the moisture profiles and water front. In this study, Microfocus X-ray projection method is used to determine moisture profiles. For these experiments, different building materials have been used. We set up special water uptake experiment allowing scanning moisture fields by X-ray techniques. The mean water content as a function of time is used for interpretation. Actual simulation software tools are used to evaluate moisture contents in building construction. From data interpretation, two dimensional gray scale plots are used to interpret the moisture fields. The analysis has been done by medical image software ImageJ.

Kontinuierliche Feuchteüberwachung in Ingenieurbauwerken mit Moist Monitor

Arndt Göller

hf sensor GmbH, Leipzig

KURZFASSUNG. Zur dauerhaften Überwachung des Feuchtehaushalts verschiedenster Bauwerke werden immer wieder messtechnische Lösungen nachgefragt. Der Beitrag stellt ein solches Feuchtemonitoringsystem auf der Basis von Mikrowellensensoren vor, die sehr robust aufgebaut sind. Die Feuchtesensoren kommunizieren über ein Bussystem mit einer Steuereinheit zur Datenaufzeichnung. Mit diesem Monitoringsystem zur dauerhaften Feuchteüberwachung können verschiedenste Bauwerke ausgerüstet werden. Beispielhaft wird die Installation eines solchen Systems in einer Straße beschrieben.

Determination of moisture content of the outer wall using hf-sensor technology

Gabriele Gärtner, Rudolf Plagge, Heike Sonntag
Institute of Building Climatology at the Technical University Dresden

ABSTRACT. This paper describes the measurement of moisture using the hf-microwave method. The reconstruction of the Elbphilharmonie Hamburg, formally known as Kaiserspeicher A, serves as basis for this study of the method [1]. A grid pattern is applied to measure the moisture content using three different microwave sensor application systems. Since the measurement technique is an indirect detection method to determine the relative permittivity of a material, there is a need of calibration of sensors and material. A number of gravimetric moisture measurements of bricks from the Elbphilharmonie Hamburg are used to calibrate each sensor. The advantage of the indirect method is the non-destructive technique.

KURZFASSUNG. Der Beitrag behandelt die Feuchteuntersuchung mit der hf-Mikrowellenmethode am Beispiel des Bestandsmauerwerkes für Umbau- und Sanierungsmaßnahmen am Kaispeicher A zur heutigen Elbphilharmonie Hamburg [1]. Die dafür notwendige Rasterfeuchtemessung wurde mittels hf-Messung mit drei verschiedenen Mikrowellenapplikatoren durchgeführt. Bei dem Messverfahren handelt es sich um eine indirekte Messung, die auf der Bestimmung der Dielektrizitätszahl eines zu untersuchenden Mediums basiert. Der Vorteil der indirekten Messung ist hier, dass es weitestgehend zerstörungsfrei durchgeführt werden kann. Die Messung wurde durch gravimetrische Feuchtebestimmung an dem Mauerwerksziegel der Elbphilharmonie kalibriert.

Methods for measuring relative humidity (RH) in concrete floors – development and uncertainties

Lars-Olof Nilsson, Magnus Åhs
Laboratory of Building Materials, Lund University, Sweden

ABSTRACT. An RH method was proposed in the late 1970s to replace the traditional CM-method in Sweden and from 1984 the RH-method is the dominating method to measure moisture in concrete floors before applying a moisture sensitive floor covering. The required total uncertainty must be smaller than 2-3 % RH depending on the method used. The paper describes the historical development of RH measurements in concrete materials and structures as such and the development in Sweden for concrete floors during some 30 years. A number of decisive parameters are discussed and quantified such as sampling techniques, sample size, sample properties, moisture capacity of sensors and probes, calibration, drift of sensors and various temperature effects.

Millimeter Waves Application for Non-destructive Moisture Monitoring and Treatment of Culture Objects

S.V von Gratowski^{1,2}, V.V. Meriakri^{1,2},
¹ Kotel'nikov Institute of Radioengineering and Electronics Russian Academy of Sciences, Fryazino Branch, ² Innowedgement GmbH

ABSTRACT. Millimeter waves as a tool for non- destructive moisture monitoring and disinfestations of artworks are introduced. Non- destructive and non invasive techniques are often irreplaceable in order to preserve and to restore cultural heritage objects in its structure and shape. Environmental parameters, first of all humidity, can damage culture heritage objects and also results in spring up variety of pests and other micro-organisms. Non-invasive monitoring of these damage and also disinfection treatments and drying with help of electromagnetic waves are preferred as they keep the object untouched after treatment. Millimeter waves have high spatial resolution and absorption in water as well as in bio-objects that are usually moist and at the same time minimal interaction with dry culture heritage objects by itself.

Moist Scan – Multi layer moisture cans on large areas in practice

Arndt Göller
hf sensor GmbH Leipzig

ABSTRACT. The microwave mobile scanner MOIST SCAN was developed for moisture mapping on large areas or with high lateral resolution, working like a multidimensional microwave camera. The

readings are taken dependent on the position in one track for three depth layers, that can already be visualized with the scanner. Doing so it is possible to detect moisture damages, water paths or similar water inclusions already at the place of measurement. The microwave scanner was proved and tested in various practical applications. Large area buildings like parking decks, basement garages, indoor pools or flat roofs can be investigated quickly, simply and first of all complete.

Kurzfassung. Für Rasterfeuchtemessungen an großen Flächen oder mit hoher Ortsauflösung wurde der Mikrowellen-Mobilscanner MOIST SCAN im Sinne einer mehrdimensional arbeitenden Mikrowellenkamera entwickelt. Die ortsabhängig aufgenommenen Messwerte werden in einem einzigen Scan in drei Tiefenschichten aufgenommen, die bereits am Scanner angezeigt werden können. Damit ist es schon am Ort der Messung möglich, Feuchteschäden, Wasserpfade oder ähnlich zu erkennen und abzugrenzen. Der Mikrowellenscanner hat sich in verschiedenen praktischen Anwendungsfällen bestens bewährt. Großflächige Bauobjekte wie Parkdecks, Tiefgaragen, Schwimmhallen oder Flachdächer lassen sich damit schnell, einfach und vor allem vollständig untersuchen.

Zerstörungsfreie Feuchtemessung

Walter Denzel
DNS-Denzel Feuchte-Messtechnik Börtlingen

KURZFASSUNG. Für die Beurteilung des Feuchtegehaltes eines Baustoffes ist es notwendig, 3 Fachbereiche zu kombinieren : 1 - die Baustoff-Chemie zur Bestimmung der Reaktionskinetik ; 2 – die Baustellen-Praxis, welche den möglichen, ungefährlichen, Ausgleichsfeuchte-Zustand des Baustoffes beeinflusst ; 3 – die zerstörungs-freie Messtechnik ;

Die Hochfrequenz-Messtechnik erlaubt zerstörungsfreie Feuchtemessungen an Baustoffen in bis zu 30 cm Baustoff-Tiefe. Der Hochfrequenz-Feuchtesensor in Form eines aufgeklappten Kondensators liefert einen Digits-Eingangswert, der am vor-ermittelten Feuchteprofil des betreffenden Baustoffes umgerechnet, und direkt als Gewichts-%-Wasser-Anteil angezeigt wird.

ABSTRACT. High-Frequency-Technique allows non-destructive moisture-detection in a depth up to 30 cm in construction-materials. The Sensor delivers Digit-Input-Values who are compared with already stored Moisture-Profiles of particular Construction-Materials and will be shown in weight-percent.

Berührungslose NIR-Materialfeuchtemessung an Schüttgütern variabler Materialgemische

Dietmar Wetzlar
Elektrische Messtechnik, Universität Paderborn

KURZFASSUNG. Ein leistungsfähiges Verfahren zur Materialfeuchtemessung fester und schüttfähiger Güter basiert auf dem Prinzip der Strahlungsreflexion im nahen Infrarotbereich (NIR). Resonanzschwingungen von Wassermolekülen bewirken eine wellenlängenabhängige Strahlungsextinktion. Insbesondere über offenen Transporteinrichtungen erweist sich eine berührungslose prozessbegleitende Materialfeuchtemessung aufgrund des variierenden Abstandes zwischen Messkopf und Messgut sowie durch Schwankungen der Materialzusammensetzung als problematisch. In den Messsignalen sind diese Einflussgrößen verkoppelt enthalten. Neu an diesem Beitrag ist die Entkopplung der relevanten Einflussgrößen, so dass eine Materialfeuchtebestimmung auch bei Variation von Materialzusammensetzung und Messgutabstand möglich ist.

ABSTRACT. A powerful method for moisture measurement on solid and granular materials is based on the principle of reflection of radiation in the near infrared region (NIR). Resonant vibrations of water molecules cause a wavelength-dependent extinction of infrared radiation. Especially over open transportation facilities, a non-contact moisture measurement is problematic due to varying distance between probe and material as well as variability with respect to the composition of materials. In the measuring signals the main influence quantities are coupled. The innovation described in this paper is the decoupling of the relevant variables using an optimization algorithm to determine the moisture.

Characterising moisture and other properties of civil engineering infrastructure using GPR

Wayne Muller^{1,2}, Jurij Karlovsek^{2,3}, Bryan Reeves⁴,
Alexander Scheuermann^{2,3,5}, Peter Dux², David Williams^{2,3}

¹ Queensland Department of Transport and Main Roads, Australia

² School of Civil Engineering, The University of Queensland, Australia

³ Golder Geomechanics Centre, The University of Queensland, Australia

⁴ Radar Portal Systems, Darra QLD 4076, Australia

⁵ Science, Engineering & Measurement, SCEME, Germany

ABSTRACT. Civil engineering infrastructure is often subject to atmospheric influences, flooding events and biological activities from plants and animals. These influences may result in increased water content within the materials used or the formation of internal or adjacent cavities that may threaten the serviceability or even stability of the infrastructure. Construction practices can also lead to the development of such defects in form of cavities. In civil engineering it is often of crucial interest to detect these variations in material properties and the presence of defects. However, as they are often hidden from view, these attributes may be difficult or impossible to target with traditional testing methods. For these reasons rapid geophysical methods, like GPR, are increasingly used.

KURZFASSUNG. Infrastruktureinrichtungen sind häufig atmosphärischen Einflüssen, Überflutungen und biologischen Aktivitäten von Pflanzen und Tieren ausgesetzt. Diese Einflüsse und Aktivitäten resultieren in erhöhten Wassergehalten innerhalb der Materialien oder der Bildung von internen oder benachbarten Hohlräumen, welche die Gebrauchstauglichkeit oder sogar Standsicherheit der Infrastruktureinrichtung gefährden können. Bautätigkeiten können ebenso derartige Hohlräume verursachen. Im Bauingenieurwesen ist es häufig von großem Interesse, diese Variabilitäten in den Materialeigenschaften und die Existenz von Hohlräumen zu kennen. Allerdings sind diese durch konventionelle Messmethoden meist nur sehr schwierig zu erkunden. Aus diesem Grund kommen geophysikalische Messmethoden, wie GPR, immer häufiger zum Einsatz.

Poster Session

Installation Technique for Elongated Sensors in Dykes

Alexander Scheuermann^{1,6}, Norman Wagner^{2,6}, Andreas Bieberstein³, Klaus Kupfer²,
Christof Hübner^{4,6}, Rolf Becker^{5,6}, Stefan Schlaeger⁶

¹ School of Civil Engineering, Golder Geomechanics Centre, The University of Queensland, Australia

² Institute of Material Research and Testing (MFPA) at the Bauhaus University Weimar, Germany

³ Institute of Soil Mechanics and Rock Mechanics, Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Germany

⁴ Inst. for Industrial Data Processing and Communication, Univ. of Appl. Sci., Mannheim, Germany

⁵ Department of Communications and Environment, Rhein-Waal Univ. of Appl. Sci., Germany

⁶ Science, Engineering & Measurement, SCEME, Germany

ABSTRACT. During a flood event river dykes are subject to a temporally limited hydraulic load. As a result, transient seepage through dykes takes place, which can be accelerated due to an initially higher degree of soil water content caused by a precursory flood event or by extensive precipitation. In order to observe the distribution of the water content inside dykes, a monitoring system based on spatial TDR has been developed with a new type of sensor adjusted for the use in boreholes. The installation procedure for the borehole-sensor is based on conventionally drilled boreholes and is therefore suitable for any kind of geotechnical purposes.

KURZFASSUNG. Während eines Hochwasserereignisses werden Deiche einer zeitlich begrenzten hydraulischen Belastung ausgesetzt. Als Ergebnis unterliegen sie einer instationären Durchfeuchtung, die beschleunigt werden kann, wenn aufgrund einer vorauslaufenden Hochwasserwelle oder ergiebiger Niederschläge der Wassergehalt innerhalb des Deichkörpers erhöht ist. Um die Wassergehaltsverteilung innerhalb von Deichen messen zu können, wurde ein Monitoring-System auf Basis von spatial TDR in Kombination mit flexiblen Flachbandleitungen als Sensoren für den Einsatz in konventionell abgeteufte Bohrlöchern entwickelt. Die Einbringtechnik des Bohrlochensors ist daher auch für andersgeartete geotechnische Fragestellungen geeignet.

Dielectric permittivity spectra of undisturbed soil samples from the Taunus region (Germany)

Katja Lauer¹, Norman Wagner², Peter Felix-Henningsen¹

¹ Institute of Soil Science and Soil Conservation, Justus-Liebig-University Giessen

² Institute of Material Research and Testing at the Bauhaus-University Weimar

ABSTRACT. To provide accurate predictions of soil thickness with GPR measurements dielectric permittivity spectra of undisturbed soil samples were determined in laboratory investigations. For this reason, coaxial line cells were designed and manufactured based on the Spinner 5/8'' - 50 Ω coaxial system with copper tubes. Measurement quantities are two port complex scattering parameter obtained from network analysers for frequencies from 1 MHz to 10 GHz. The measurements were conducted at defined soil matric potentials. This study presents the first results of the new methodology and compared them with permittivity data of appropriate disturbed soil samples from impedance measurements.

KURZFASSUNG. Um die Mächtigkeit von Böden mit Georadar zuverlässig zu bestimmen, wurden die dielektrischen Spektren von ungestörten Bodenproben im Labor erfasst. Dazu wurden Koaxialmesszellen aus Kupfer angefertigt. Mittels Netzwerkanalysatoren wurden die komplexen 2-Tor-Streuparameter für Frequenzen von 1 MHz bis 10 GHz gemessen. Die Permittivitätsmessungen wurden bei definierten Saugspannungen durchgeführt. Dieser Beitrag stellt die ersten Ergebnisse der neu entwickelten Messmethodik vor und vergleicht sie mit Ergebnissen von Impedanzmessungen an gestörten Bodenproben.

Experimental investigation of dielectric parameters of during shrinkage

Moritz Schwing¹, Alexander Scheuermann^{2,4}, Norman Wagner^{3,4}

¹Institute for Soil Mechanics and Rock Mechanics, Karlsruhe Institute of Technology – KIT, Germany

²Golder Geomechanics Centre, The University of Queensland, Australia

³Institute of Material Research and Testing (MFP), Bauhaus University Weimar, Germany

⁴Science, Engineering & Measurement, SCEME, Germany

ABSTRACT. For constant atmospheric boundary conditions the process of shrinkage of a clayey soil is mainly dependent on the mineralogy of the clay particles and the particle size distribution of the soil. They both influence the hydraulic and mechanic as well as dielectric parameters of the soil. Concerning shrinkage, the most important parameters are the matric suction and the strength of the soil which are both dependent on the water content and the density of the soil. In fact, water content and density themselves influence the surface bonding forces acting on the water phase of the soil which are in turn not only causative for shrinkage, but also for the frequency dependent dielectric behavior of its parameters.

KURZFASSUNG. Für gleichbleibende atmosphärische Bedingungen wird der Schrumpfungsprozess von bindigen Böden überwiegend durch die mineralogische Zusammensetzung der Tonanteile und der Korngrößenverteilung geprägt. Die Mineralogie und die Korngrößenverteilung beeinflussen sowohl die hydraulischen und mechanischen als auch die dielektrischen Bodeneigenschaften. Hinsichtlich des Schrumpfungsprozesses sind die wichtigsten Kenngrößen die Saugspannung und die Festigkeit des Bodens, die sowohl von dem Wassergehalt als auch von der Dichte des Bodens abhängig sind. Der Wassergehalt und die Dichte wiederum beeinflussen ihrerseits die auf die Wasserphase des Bodens wirkenden Oberflächenkräfte, die maßgeblich für die Schrumpfung verantwortlich sind, aber auch Einfluss auf die frequenzabhängigen dielektrischen Eigenschaften haben.

Innovative TDR applications for nuclear waste disposal sites

Holger Wörsching, Thomas Trick, Simon Isler, Ursula Rösli
Solexperts AG, Mönchaltorf, Switzerland

ABSTRACT. Solexperts provides measurement technique and in situ measurements for geotechnical and hydrogeological applications such as excavations, tunnel constructions and hydro power plants. In the framework of nuclear waste disposal Solexperts has wide experience in instrumentation for research rock laboratories in Europe and Japan. In this field, moisture measurements in sealings and barriers are of great importance. For this purpose, Solexperts has developed innovative TDR sensors for high and low pressure applications.

Convective Moisture Transfer through Walls and Wall Components

Jens Schmidt, Oliver Kornadt
Bauhaus-Universität Weimar, Department of Building Physics

ABSTRACT. Moisture transfer from inside a building in an exterior wall creates manifold problems and has to be prevented. In general two processes can produce a moisture transfer: diffusion and convection. The following investigation focuses on convective moisture transfer facilitated by leakages in the construction. Due to a pressure difference between inside and outside, air humidity may be transported to the exterior wall and condensed at the saturated vapour pressure of water. In consequence mould and mildew can arise. To analyse the problem of convective moisture transport an experimental setup was developed. With the setup it is possible to investigate each layer of a wall construction separately as well as the complete wall construction with different leakages. First results of investigation on vapour barriers show that cavities between insulation and foil can cause a deformation of foil with a changed flow.

KURZFASSUNG. Feuchtigkeitstransporte vom Innenraum durch die Außenwände verursachen häufig Probleme und sollten daher vermieden werden. Generell gibt es zwei Möglichkeiten wie Feuchtigkeitstransporte ablaufen können: diffusiv und konvektiv. Die folgende Arbeit beschäftigt sich besonders mit dem konvektiven Feuchtigkeitstransport durch Leckagen in Außenwänden. Durch Druckdifferenzen zwischen Innenraum und Umgebung kann es zum Eintrag von Luftfeuchtigkeiten kommen, welche bei Erreichen des Wasserdampfsättigungsdruckes zur Kondenswasserbildung führen. Folglich kann Schimmel- und Pilzbefall entstehen. Um das Problem des konvektiven Feuchtigkeitstransportes zu analysieren wurde ein Versuchsstand entwickelt. Mit diesem kann man einzelne Bauteilschichten und komplette Wandkonstruktionen mit verschiedenen Leckagen untersuchen. Erste Untersuchungen an Luftdichtheitsfolien zeigten, dass es bei Hohlräumen zwischen Dämmung und Folie zur Verformung der Folie und folgender Strömungsänderungen kommen kann.

Non-Invasive Detection of Soil Water Content at Intermediate Scale Using Cosmic-Ray Neutrons

Carlos A. Rivera Villarreyes, Sascha Oswald, and Gabriele Baroni
Institute for Earth and Environmental Science, University of Potsdam, Karl-Liebknecht-Strasse 24-25, Haus 1, 14476
Potsdam, Germany. Email: crivera@uni-potsdam.de

ABSTRACT. Secondary neutrons fluxes, product of the interaction of primary cosmic-rays with atmospheric gas particles, are strongly moderated by the presence of water at or near the land surface (soil moisture, snow and biomass water). Neutrons counts per hour represent a valuable observation at intermediate spatial scale which can be used to distinguish different sources of water at the land surface.

A 30-Ha maize field was selected as experimental site for testing our research hypothesis. A 1.10-m length proportional counter with a polyethylene moderator was set up in the field for the detection of low-energy neutrons. Neutrons counts were continuously recorded in 20-min resolution and then these were integrated in an hourly period. In parallel to the neutron measurements, a monitoring network of soil moisture sensors (Theta Probes and 1-m Profile Probes) was installed in the experimental site. Weekly sampling of soil cores and two start-stop monitoring campaigns using a Theta probe were carried out too.

Areal mean values of soil moisture based on cosmic-ray neutrons are in agreement with temporal variability observed via classical techniques (point-scale). Other further applications using measurements of cosmic-ray neutrons are being developed in our research group such as monitoring of tree water content in forest, real-time soil moisture cross-sections in long distance, snow water equivalent height, etc. We believe that new hydrological approaches using cosmic-ray neutrons can cover the lack of understanding of hydrological processes at the intermediate scale between point measurements and large scale measurements.