

Piezometer mit elektrischem Druckwandler

Dr. rer. nat. J. Punzel, KDT, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR, Bereich Eberswalde

1. Einleitung

Die Beurteilung des Bodenwasserregimes ist eine der wichtigsten Aufgaben bei der Steuerung der Bedingungen für ein optimales Pflanzenwachstum und bei der Vorbereitung von Meliorationsvorhaben. Dabei müssen Menge, Verteilung, Bindung und Bewegungsmöglichkeit des Bodenwassers für große Areale erkundet werden. An die entsprechende Meßtechnik werden u. a. folgende Forderungen gestellt:

- aufschlußlose Arbeitsweise mit hohem Erkundungsfortschritt
- kurze Einstellzeit der Meßdaten
- hohe Genauigkeit für eine computergestützte Verarbeitung.

In diesem Diagnosesystem haben Tensiometer zur Ermittlung der Saugspannung und Piezometer zur Bestimmung von Grundwasserspiegeln und zur k_f -Wert-Abschätzung

ihren Platz. Nachteile der z. Z. im Einsatz befindlichen Geräte sind sehr lange Einstellzeiten und eine nur geringe Genauigkeit.

2. Gerätekonzept und technische Parameter

Das im Bild 1 dargestellte Piezometer PMM2 arbeitet nach dem Prinzip eines Tensiometers. Seine besonderen leistungsbestimmenden Eigenschaften erhält das Gerät durch den Einsatz eines elektronischen Druckwandlers DW4 (VEB Geräte- und Reglerwerke Teltow) und eines entsprechenden Anzeigergeräts sowie durch Verwendung eines neuartigen Filterkörpers aus Sintermetall.

Das Sondenteil des PMM2 (Bild 2) besteht aus einem vollständig mit Wasser gefüllten Sondenrohr a, das an seinem unteren Ende hinter einer Eindring Spitze b einen offenporigen Filterkörper c enthält, durch den der Kontakt zwischen dem Bodenwasser und dem Wasservolumen im Sondenrohr hergestellt wird.

Über den Filterkörper dieses Wasservolumen wird der Bodenwasserdruck auf den im Sondenkopf d befindlichen Druckwandler e übertragen. Ein Hahn f im Sondenkopf dient zum Füllen und Entlüften des Wasservolumens.

Das Piezometer ist als Handgerät für eine Tiefe bis zu 1,5 m konzipiert. In schwer durchdringbaren Böden muß in geeigneter Weise mit einem Durchmesser von mindestens 15 mm vorgebohrt werden (Bohrstock o. ä.)

Nach dem Einstecken des Piezometers in den zu sondierenden Boden wird über den Filterkörper bis zur Ausbildung des Druckgleichgewichts (Bodenwasserdruck = Druck im Sondenrohr) eine Wassermenge ausgetauscht, die bei vollständiger Entlüftung des Systems hauptsächlich durch die Meßgutverschiebung am Druckwandler bestimmt wird. Der elektronische Druckwandler DW4 (0 bis 40 kPa) enthält einen Halbleitersensor, der über ein Silikonölvolumen und eine Edelstahlmembran vom Meßgut (Wasservolumen) abgetrennt ist und bei Ausbildung des Nenndrucks nur eine Volumenverschiebung von weniger als 1 mm³ bewirkt. Dieser Wert ist extrem klein, wodurch sich die Einstellzeiten des Piezometers im Vergleich zu bisher üblichen Geräten erheblich verringern. Die Zeit bis zur Ausbildung des Druckgleichgewichts wird außerdem durch den Strömungswiderstand des Filterkörpers bestimmt. Im Piezometer PMM2 werden Metallsinterfilter des VEB Berliner Metallhütten- und Halbzeugwerke eingesetzt, die aus nahezu kugelförmigen Teilchen einheitlicher Körnung gefertigt werden.

Für den Einsatz als Piezometer werden grobporige Filter verwendet, deren Strömungswiderstand gegenüber dem entsprechenden k_f -Wert des Bodens in den meisten Fällen zu vernachlässigen ist. Diese Gerätevariante ermöglicht die Abschätzung des k_f -Wertes des Bodens in der Umgebung des Filterkörpers aus der Messung der Infiltrationsrate über den Entlüftungshahn des Piezometers (Methode nach Khafagi [1]).

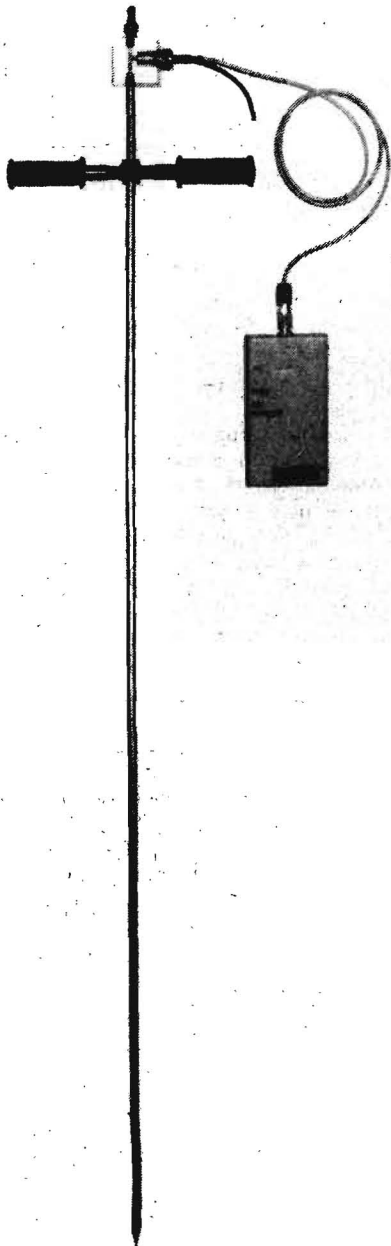


Bild 1
Piezometer PMM2

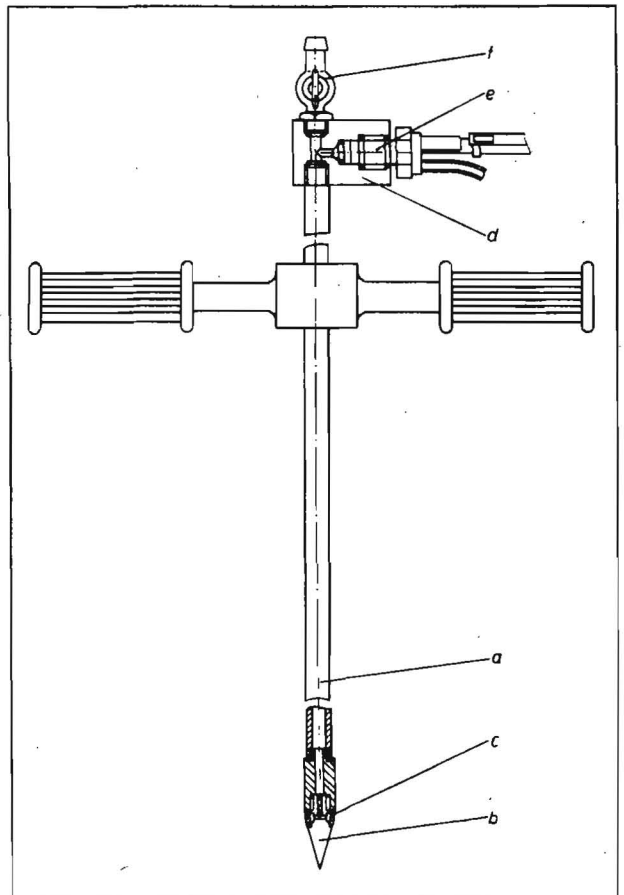


Bild 2
Sondenteil des PMM2;
Erläuterung im Text

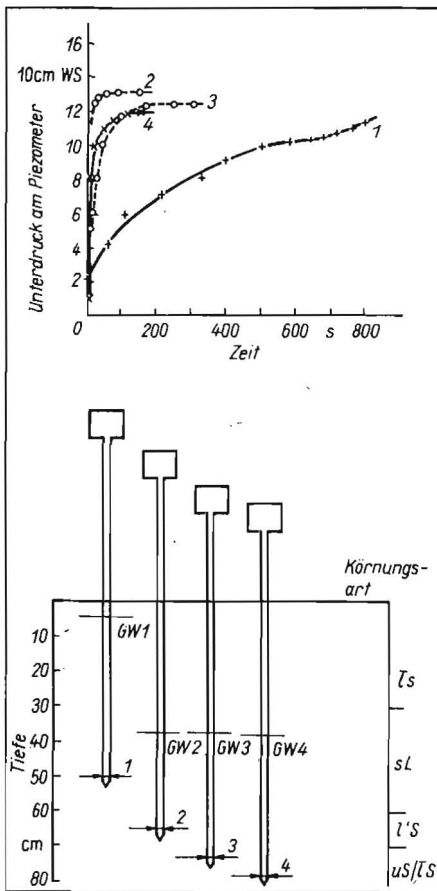


Bild 3. Druck-Zeit-Verlauf am Piezometer bei unterschiedlichen Einstichtiefen (bei Tiefe 1 wurde der Endwert nicht erreicht); GW Grundwasserspiegelhöhe aus Endwert der Druck-Zeit-Kurve

Tiefenposition	k_f (geschätzt) m/d
1	$< 10^{-4}$
2	$4 \cdot 10^{-2}$
3	$5 \cdot 10^{-4}$
4	$8 \cdot 10^{-4}$

Tafel 1. Technische Daten des PMM2

Massen	
Sondenrohr	2,5 kg
Anzeigergerät	1,0 kg
Arbeitstiefe	bis 1,50 m
Sondendurchmesser	15 mm
Meßbereich (Druckhöhe) (mit Anzeigerweiterung $\times 2$)	399,8 bis $-399,8$ cm
Einsatztemperaturbereich	+5 bis +40°C
Fehler der Anzeigeeinheit im Einsatztemperaturbereich	$\pm 0,2\% / 10$ K
Fehler der Druckwandler (je nach Klasse)	0,4 bis 1,6%
Anzeige	LCD, $3\frac{1}{2}$ stellig
Stromversorgung	$6 \times R 16$
Betriebsdauer	> 200 h

Für die Anwendung als *Tensiometer* stehen z. Z. feinporige Metallsinterfilter bis zu ei-

nem kapillaren Schließdruck von 16 kPa zur Verfügung. Beim Einsatz üblicher Keramikfilter kann der Meßbereich bis 40 kPa genutzt werden.

In Tafel 1 sind die technischen Parameter des PMM2 zusammengestellt.

3. Anwendungsbeispiel

In den wasserstauenden Schichten am Rande eines Solls wurde der Druck-Zeit-Verlauf am Piezometer bei unterschiedlichen Einstichtiefen ermittelt (Bild 3). Der Filterkörper befand sich dabei jeweils in Bodenschichten mit unterschiedlichen Durchlässigkeitsbeiwerten, die aus der Infiltrationsrate und dem anstehenden Überstau geschätzt wurden. Man erkennt, daß bei Substraten mit k_f -Werten ab etwa 10^{-2} m/d ein konstanter Druckwert bereits nach weniger als 100 s abgelesen werden kann. Bei dem vorliegenden ungespannten und ruhenden Grundwasser entspricht der am Piezometer abgelesene Wert dem Abstand der Grundwasserspiegellhöhe von der Achse des Drucksensors.

In der Tiefe 1 war der Endwert des Drucks noch nicht erreicht, eine Zuordnung der Grundwasserspiegellhöhe auch nach 800 s daher noch nicht zulässig.

Literatur

[1] Khafagi, A.: Die Durchlässigkeit des Bodens in seiner natürlichen Lagerung. Schweizer Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, Bern 4 (1944).

A 5551

Landtechnische Dissertationen

Am 27. Januar 1988 verteidigte Dipl.-Gewerbelehrer Hans Proske an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg erfolgreich seine Dissertation A zum Thema

„Beitrag zur Klärung der Probleme der tierischen Wärmeabgabe in Ställen und zur Berechnung der Strahlungswärmeabgabe von Rindern“

Gutachter:

Prof. Dr. sc. techn. W. Maltry, Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben
Dozent Dr.-Ing. S. Kühnhausen, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg
Dr.-Ing. H.-J. Müller, Forschungszentrum für

Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben.

Die Wärmeabgabe eines Tieres ist leistungsabhängig und beeinflusst das Raumklima. Gleichzeitig wirkt sich das Raumklima auf die Leistung eines Tieres aus. Die verschiedenen Wärmeabgabeanteile, wie Leitung, Konvektion, Strahlung und Evaporation, werden durch die Umgebungsbedingungen einzeln unterschiedlich beeinflusst. Die Wärmeabgabe durch Strahlung hängt erheblich von der räumlichen Zuordnung der am Strahlungswärmetransport beteiligten Flächen ab. Die strahlungsaussendende Fläche wird zylinderförmig angenommen. Für verschiedene Längen, Höhen und Abstände von der ebenen

Wand wurden die geometrischen Flächenzuordnungskoeffizienten berechnet und in Form von Kurvenscharen dargestellt.

Während des Lebens- und Leistungsprozesses muß jedes Tier mehr Entropie exportieren, als es produziert. Dies geht mit einer leistungsabhängigen Wärmeabgabe einher, die für das Tier nicht als Verlust anzusehen ist. Eine Klimaregelung ausschließlich nach der Temperatur ist unzureichend. Die Wärmeströme vom Tier an seine Umgebung können einzeln beeinflusst werden und ihre Summe auf ein leistungsabhängiges Minimum beschränkt werden. Bei günstigen Strahlungsbedingungen können die Anforderungen an die Optimaltemperaturen verändert werden.

Am 30. März 1988 verteidigte Dipl.-Ing. Gerhard Jünemann an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg mit sehr gutem Erfolg seine Dissertation A zum Thema

„Untersuchungen zum mechanischen Oberflächenwasserreduzieren naßaufbereiteter Speisekartoffeln“

Gutachter:

Prof. Dr. agr. S. Scheibe, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg
Dozent Dr. sc. rer. nat. H. Limberg, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg
Prof. Dr. sc. techn. H.-G. Lehmann, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR.

Innerhalb der verfahrenstechnischen Untersuchungen zum Naßaufbereiten von Speisekartoffeln wurden die Probleme der mechanischen Oberflächenwasserreduzierung theoretisch und experimentell untersucht. Ausgehend von der Analyse des Erkenntnisstandes wurde eine Vorzugslösung ermittelt, bei der die mechanische Flüssigkeitsabtrennung mehrstufig durch Abfließen, Adhäsion und kapillare Flüssigkeitsbewegung realisiert wird.

Um Einflußgrößen auf den mechanischen Fest-Flüssig-Trennprozeß zu ermitteln, wurden theoretische Untersuchungen zu den physikalischen Grundlagen der Filmströmung, Adhäsion und kapillaren Flüssigkeitsbewegung und zum Bewegungsverhalten

von Kartoffeln auf einem Walzen- und Bandförderer durchgeführt. Auf der Grundlage der theoretischen und experimentellen Untersuchungen wurden Betriebs- und Konstruktionsparameter für eine technische Lösung erarbeitet.

Für die Maschinenkette zum Naßaufbereiten von Kartoffeln wurde ein Walzenförderer mit Zufühgitterrutsche, beschichteten Walzen und Andruckrollen sowie ein nachgeordneter geeigneter Bandförderer mit saugfähigem Fördergurt und Andruckrollen zum mechanischen Oberflächenwasserreduzieren empfohlen. Durch die mechanische Flüssigkeitsabtrennung kann der an den Kartoffeln haftende Oberflächenwasseranteil W_o bis auf 0,3 % Massenanteil vermindert werden.