

EIN REGISTRIERGERÄT FÜR DIE BODENFEUCHTE- MESSUNG MIT DER GIPSBLOCKMETHODE

W. RENTSCHLER

Institut für Physik und Meteorologie der Landwirtschaftlichen
Hochschule Hohenheim, Deutschland

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird über die seit 1951 in Stuttgart–Hohenheim laufenden Bodenfeuchtemessungen mit der Gipsblockmethode berichtet. Während in den Jahren 1951–1954 nur Terminbeobachtungen durchgeführt wurden, wurde im vergangenen Jahr eine Registriermethode mit weitgehender Temperaturkorrektur entwickelt. Diese Methode wurde 1955 weiter erprobt.

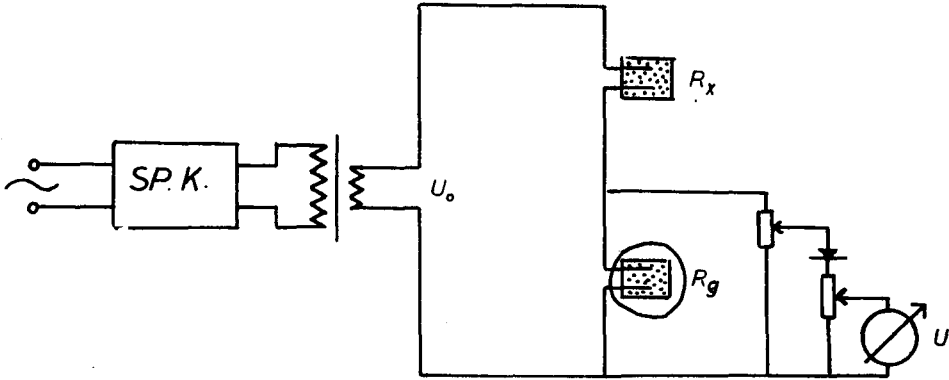
Es ist wohl nicht notwendig hier etwas über die unbestrittene Bedeutung der Messung der Bodenfeuchtigkeit für Wissenschaft und Praxis zu sagen. Es erübrigt sich auch über die verschiedenen Methoden der Bodenfeuchtemessungen viel Worte zu verlieren. Einigkeit besteht wohl darüber, dass die Bohr- und Trocknungsmethode zwar für den Einzelfall als Wägemethode eine grosse Genauigkeit gibt, aber für laufende Messungen doch sehr zeitraubend und durch den dauernden Ortswechsel auch sehr problematisch ist. Die zuerst von Bouyoucos und Mitarbeitern (1940) angegebene Methode die Bodenfeuchtigkeit über die elektrische Leitfähigkeit von Messkörpern aus Gips oder Nylon zu messen, wurde in den vergangenen Jahren in einer grossen Zahl von Arbeiten näher untersucht, theoretisch unterbaut, und weiter verbessert. (Bouyoucos, 1947, 1948, 1948, Colman und Hendrix, 1949, Croney, 1950, 1951, Köhn und Person, 1950 u.a.).

In Stuttgart–Hohenheim werden seit 1951 Bodenfeuchtemessungen nach dieser Methode durchgeführt und zwar sowohl mit amerikanischen Gips- und Nylonblöcken, als auch mit selbst hergestellten Gipsblöcken verschiedener Bauart (Bayer, 1952). Für den Hohenheimer sandigen Lehm scheinen sich Gipsblöcke besser zu eignen als Nylonblöcke. Die Messungen wurden in der Zeit von 1951–1954 an ein und derselben Stelle mit denselben Messblöcken durchgeführt. Die Messblöcke zeigten nach der Ausgrabung im Sommer 1955 nur geringe praktisch nicht ins Gewicht fallende Verwitterungserscheinungen und auch die Widerstandswerte bei Sättigung waren gegenüber dem Zeitpunkt des Einbaus kaum verändert. Diese Ergebnisse stehen in einem gewissen Widerspruch zu den Erfahrungen Heigels (1954) was aber wohl auf die unterschiedliche Form der Messelemente zurückzuführen ist.

Leider waren während dieser Zeit nur Messungen zu den üblichen Messterminen für die Bodenfeuchtigkeit, also zweimal wöchentlich, möglich, sodass zwischen den Terminen liegende Veränderungen nicht erfasst wurden. Vergleicht man die zirka 300 Messungen aus dieser Zeit mit den nach der Bohr- und Trocknungsmethode in der Nachbarschaft der Messstelle durchgeführten Messungen, so ergibt sich der Korrelationskoeffizient 0.86.

Da aber gerade, besonders in der oberen Bodenschicht, der kurzfristige Verlauf der Bodenfeuchte von Interesse ist, entwickelten wir im letzten Jahr eine Registriermethode für die elektrische Bodenfeuchtemessung mit Gipsblöcken. Wenn eine solche Registriermethode praktische Bedeutung erhalten soll, so muss unter allen Umständen die Temperaturabhängigkeit des Messblockwiderstandes automatisch kompensiert werden.

Da ein Registriergerät das nach der Brückenmethode arbeitet besonders für Widerstandswerte die um 2–3 Zehnerpotenzen variieren nur mit einem ziemlichen Aufwand gebaut werden kann, gingen wir von der Brückenmethode ab und benützten eine einfache Spannungsmessung zur Widerstandsbestimmung.



Schaltung des Sechsfarbenschreibers.

FIG. 1. PRINZIPSCHALTBIKD DES REGISTRIERGERÄTES.
Spk : Spannungskonstanthalter.
Rx : Messblock. Rg : gesättigter Block.

Abb. 1 zeigt das Prinzipschaltbild. Zwei möglichst genau gleiche Gipsmessblöcke, von denen der eine in voll gesättigtem Zustand dicht in eine Polyvinylchloridfolie eingepackt ist, werden in Serie in einen Wechselstromkreis geschaltet und der Spannungsabfall am gesättigten und eingepackten Block gemessen. Zur Messung dient nach Gleichrichtung ein Sechsfarbenschreiber mit Drehspulmesswerk. Beide Blöcke sind nebeneinander in den Boden eingebaut, sodass beide an den Temperaturschwankungen des Bodens teilnehmen.

Ist R_g der Widerstand des gesättigten und R_x der des nicht gesättigten Blockes bei der Temperatur t_0 so gilt, unter der in erster Näherung wohl gerechtfertigten Annahme, dass der Temperaturkoeffizient α für verschieden gesättigte Gipsblöcke derselbe ist, für die Temperatur t :

$$\frac{U}{U_0} = \frac{R_g \{1 - \alpha (t - t_0)\}}{R_g \{1 - \alpha (t - t_0)\} + R_x \{1 - \alpha (t - t_0)\}} = \frac{R_g}{R_g + R_x}$$

Die gemessene Spannung U ist also nur vom reduzierten Widerstand R_x des Messblockes und damit dem Wassergehalt, aber nicht von der Temperatur abhängig. Da der Zusammenhang zwischen $\log R_x$ und U durch eine ähnliche Hyperbel gegeben ist wie derjenige zwischen $\log R_x$ und der Feuchtigkeit, also wie die Eichkurve des Messblockes, ist der Zusammenhang zwischen der gemessenen Spannung und die Bodenfeuchtigkeit annähernd linear (Abb. 2).

Da Vorversuche überdies gezeigt haben, dass man ohne wesentlichen Einfluss auf die Messergebnisse von der für Leitfähigkeitsmessungen üblichen Frequenz von 500–1000 Herz abgehen und auch mit 50 Herz arbeiten kann, wird die Ausgangsspannung über einen magnetischen Spannungskonstanthalter und Transformator dem Netz entnommen.

Die Abb. 3–5 geben einige Beispiele aus Registrierungen. Zunächst ist in Abb. 3 die Registrierung eines Messblockpaares, eines nicht kompensierten ge-

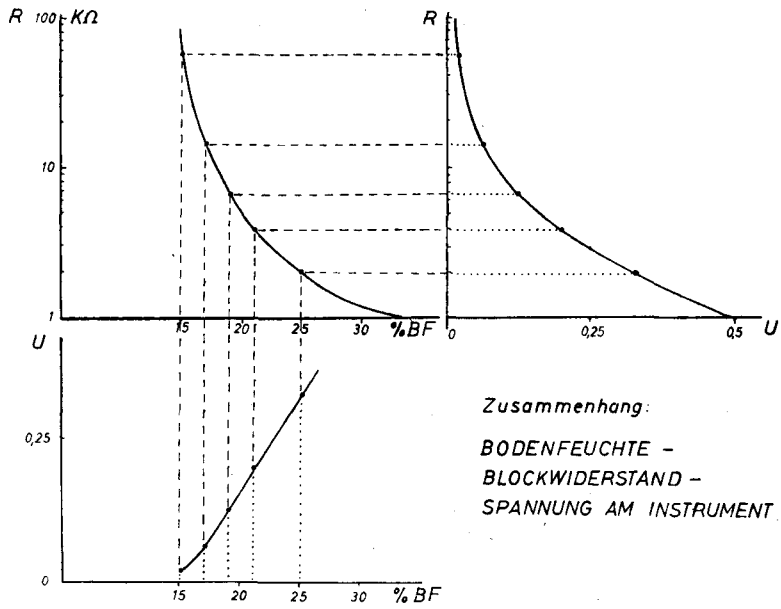


FIG. 2. ZUSAMMENHANG BODENFEUCHE BF , BLOCKWIDERSTAND R UND SPANNUNG AM REGISTRIERINSTRUMENT U .

sättigten Blockes und eines nicht kompensierten an der selben Bodenstelle eingebauten Messblockes aus einer Periode konstanter Bodenfeuchtigkeit dargestellt.

Während die Registrierkurve der beiden nicht kompensierten Blöcke eindeutig den Temperaturgang zeigen, verläuft diejenige des Messblockpaares prak-

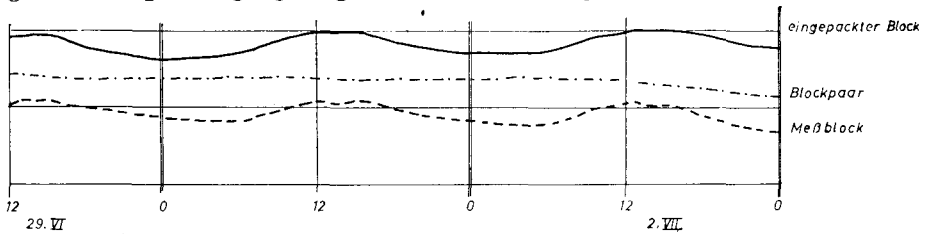


FIG. 3. BEISPIEL EINER REGISTRIERUNG MIT UND OHNE TEMPERATURKOMPENSATION (SANDIGER LEHM).

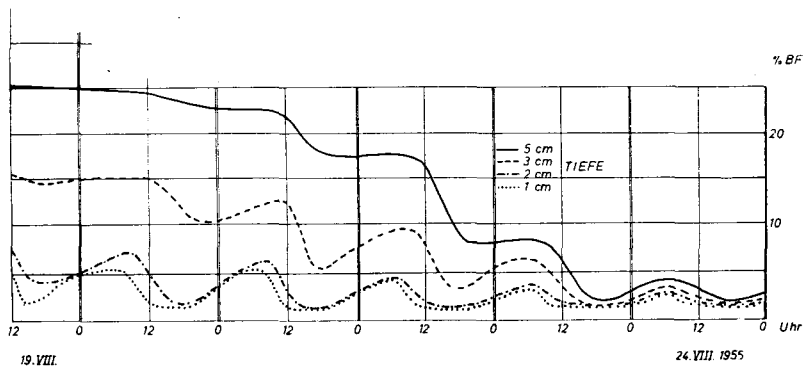


FIG. 4. REGISTRIERUNG AUS EINER ABTROCKNUNGSPERIODE IN 4 TIEFEN (SANDIGER LEHM).

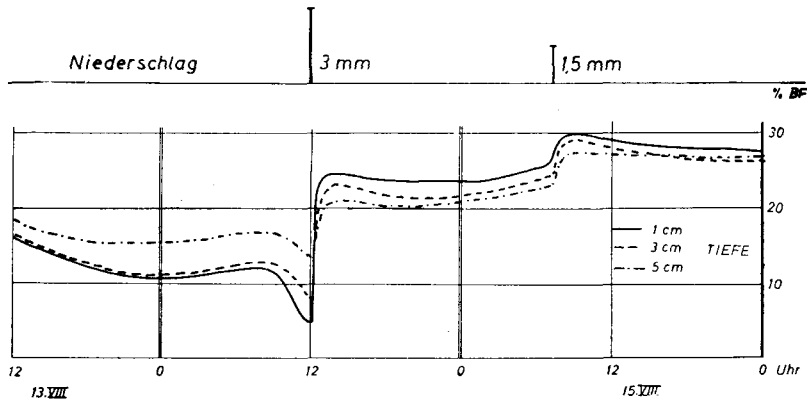


FIG. 5. REGISTRIERUNG MIT NIEDERSCHLÄGEN IN 3 TIEFEN (SANDIGER LEHM).

tisch horizontal, als Zeichen einer fast vollkommenen Temperaturkompensation.

Abb. 4 zeigt die Registrierung der Bodenfeuchtigkeit während einer Abtrocknungsperiode in 1, 2, 3, und 5 cm Tiefe.

Interessant ist besonders der nächtliche Feuchtigkeitsanstieg besonders in den obersten Bodenschichten. Da dieser Anstieg in einer der Messnächte trotz Abdeckung auftrat scheint es sich dabei nicht ausschliesslich um Taugeinwirkung zu handeln, ein gewissen Wassertransport von unten nach oben scheint nach diesen ersten orientierenden Messungen doch nicht ausgeschlossen zu sein.

In Abb. 5 ist eine Registrierung aus einer Periode mit zwei Niederschlägen dargestellt.

Schon die wenigen Beispiele zeigen, dass die beschriebene Registrieremethode brauchbar ist und manche neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Bodenfeuchtemessung und des Wasserhaushalts des Bodens erwarten lässt.

LITERATUR

- BAYER, W.: Elektrische Methoden zur Messung der Bodenfeuchte. *Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der U.S. Zone*, Nr. 32, 1952.
- BOUYOCOS, G. J. and A. H. MICK: An electrical resistance method for the continuous measurement of soil moisture under field conditions. *Technical Bulletin* 172 (1949) 38.
- — —: Improvements in the plaster of paris absorption block electrical resistance method for measuring soil moisture under field conditions. *Soil Science* 63 (1947) 455.
- — —: A fabric absorption unit for continuous measurement of soil moisture in the field. *Soil Science* 66 (1948) 249.
- — —: Nylon electrical resistance unit for continuous measurement in the field. *Soil Science* 67 (1949) 319.
- COLMAN, E. A. and T. M. HENDRIX: The fibreglas electrical soil moisture instrument. *Soil Science* 67 (1949) 425.
- CRONEY, D. u.a.: The determination of the pore water pressure and moisture content of soil using electrical resistance gauges. Nicht veröffentlicht 1950.
- — —: The electrical resistance method for measuring soil moisture. *Brit. Journ. appl. Phys.* 2 (1951) 85.
- HEIGEL, K.: Bodenfeuchtemessung mit Gipsscheibenelektroden. *Geofisica pura e applicata* 29 (1954) 106.
- KAUSCH, W.: Saugkraft und Wassernachleitung im Boden als physiologische Faktoren. *Planta* Bd. 45, 1955, 217.
- KÖHN, M. und H. PERSON: Über die Bestimmung der Bodenfeuchtigkeit auf elektrischem Weg. *Abhandlungen des Badischen Landeswetterdienstes* 1950, 77.
- MILLARD, D. J. u.a.: The electrical measurement of moisture in granular materials. *Brit. Journ. appl. Phys.* 4 (1953) 84.