

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG
 Titel der Tagung: Unsere Böden - Unser Leben
 Veranstalter: DBG
 Termin und Ort: 5. – 10. September 2015, München
 Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)
<http://www.dbges.de>

Ableitung von Kennwerten des Bodenwasserhaushaltes und Vergleich mit gemessenen Wassergehaltsverläufen unter Feldbedingungen

Dr. Beisecker, Richard¹; Dr. Piegholdt, Christiane¹; Helbing, Franziska¹

Schlüsselworte

FD-Sonden; Bodenwasserhaushalt; Wasserhaushaltskenngrößen; HERMES

Veranlassung und Methodik

Im Rahmen des DVGW F+E-Vorhabens W 1-01-11 „Abschätzung der standortspezifischen Stickstoffnachlieferung zur Optimierung der gewässerschonenden Stickstoffdüngung“, Kurztitel: N-Nachlieferung des Bodens (BEISECKER ET AL., 2015) wurden auf 8 Feldmessflächen in 3 Tiefen (15, 45, 75 cm Bodentiefe) mit FD-

Tabelle 1: Standortmerkmale und wichtigste Bodenkennwerte der 8 Feldmessflächen des DVGW F+E-Vorhabens „N-Nachlieferung des Bodens“

Messflächen/ Messplätze	Lage	Höhe [m ü. NN]	Ø Jahresnieder- schlag [mm]	Jahresmitteltemp. [°C]	Bodentyp	Bodenart	Ackerzahl
A,B	Haltern	77-88	837	9,4	BB, LL aus Löß	Uu	50
C,D	Haltern	96-97			SS-BB aus Löß	Ut2, Uu	45
E,F	Dorsten	29-34	763	10,0	BB/GG	SI2	20
G,H	Gahlen	29-34			BBh, BB-SS	SI3, SI4	30
I,J	Pulheim	63	816	11,4	BB, LL aus Löß	Ut2	85
K,L	Niederkassel	54-64			LL aus Löß	Uls	79
M,N	Pfungstadt	93-94	662	10,8	rGGc, DD-rGG	Ls2, Tu3	-
O,P	Pfungstadt	96			YK	Uls, Us	76

¹ Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft (IfÖL), Windhäuser Weg 8, 34119 Kassel
 Kontakt: Dr. Beisecker; rb@iföel.de

Bodensonden (Decagon 5 TE) an jeweils 2 Meßplätzen kontinuierlich die Bodentemperaturen und Bodenwassergehalte für die Untersuchungsjahre 2012 und 2013 gemessen. Einen Überblick über die wichtigsten Bodeneigenschaften gibt Tabelle 1. Weiterhin wurden monatliche Bodenanalysen (N_{min}-Gehalte, gravimetrische Wassergehalte) und etwa alle 3 Monate die Biomasse (FM) und die N-Gehalte im Pflanzenaufwuchs ermittelt. Die bei den N_{min}-Probenahmen gemessenen gravimetrischen Wassergehalte wurden anhand der mittels Stechzylinderproben vor Untersuchungsbeginn ermittelten TRD in Vol.-% umgerechnet. Während der Untersuchungen wurden die Feldmessflächen praxisüblich landwirtschaftlich bewirtschaftet.

Die FD-Sonden liefern durch kapazitative Messung der dielektrischen Leitfähigkeit als Messwerte volumetrischen Wassergehalte (VWC) nach der von TOPP ET AL. (1980) publizierten Gleichung.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass die Bodensonden den zeitlichen Verlauf der Wassergehaltsänderungen im Boden relativ zuverlässig wiedergaben, nicht jedoch die absolute Höhe der Bodenwassergehalte. (Abb. 1).

Die Abweichungen zwischen den Werten der Bodensonden und den Laborwerten

waren bei jeder Sonde unterschiedlich, so dass die Wassergehalte für jede Sonde einzeln regressionsanalytisch korrigiert werden mussten.

- Wassergehalte bei pF 2.5
- Totwassergehalte bei pF 4.2

Diese Wasserhaushaltskennwerte wurden zum einen aus den Tabellenwerten nach

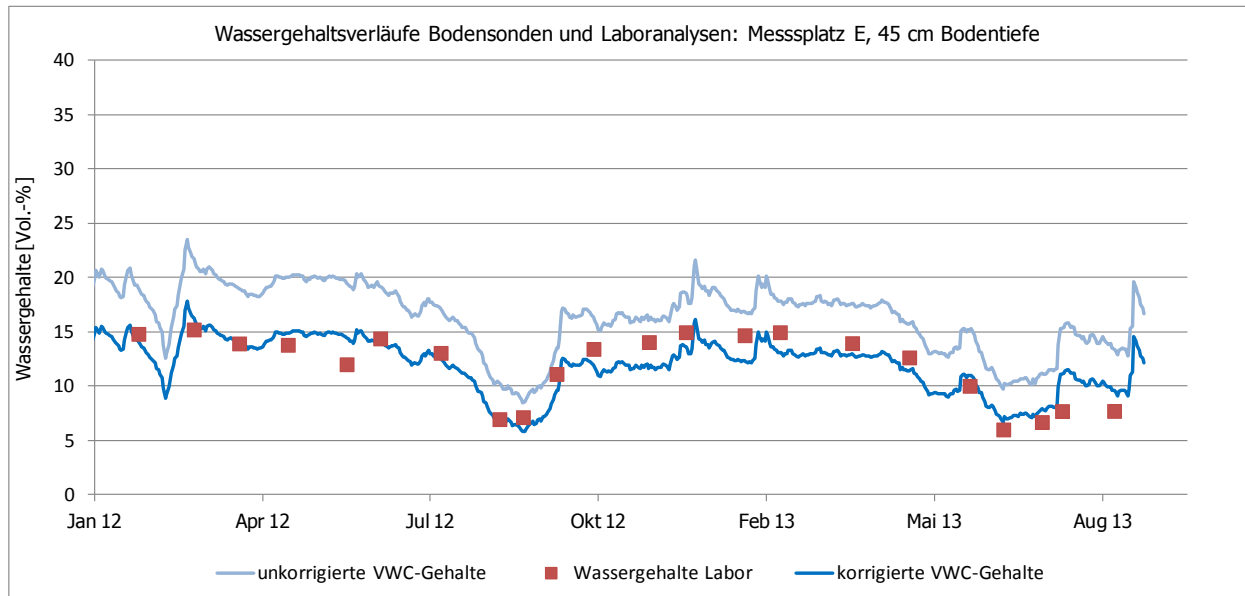


Abbildung 1: Vergleich der Wassergehaltsverläufe der FD-Bodensonden und der im Labor bestimmten gravimetrischen Wassergehalte für einen Sandboden in 45 cm Bodentiefe

Beispielhaft ist dies für einen Sandboden (Meßplatz E) in Abbildung 2 dargestellt. Nach der Korrektur ergab sich eine gute Übereinstimmung sowohl im zeitlichen Verlauf als auch in der absoluten Höhe der Wassergehalte (Abb. 1).

RENGER ET AL. (2009) in Abhängigkeit von Bodenart, Lagerungsdichte und Humusgehalt unter Berücksichtigung des Feuchtigkeitsäquivalents (FÄ) ($WG_{pF1.8_Tab}$, $WG_{pF2.5_Tab}$, $WG_{pF4.2_Tab}$) entnommen und zum anderen direkt aus den gemessen

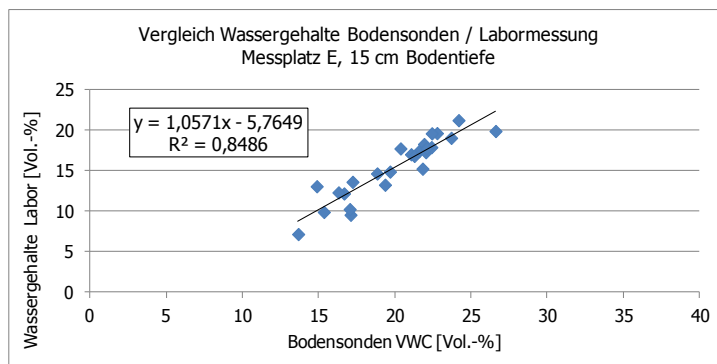


Abbildung 2: Regressionsfunktion zur Korrektur der Wassergehalte der FD-Sonden am Beispiel eines Sandbodens (Meßplatz E)

und korrigierten Wassergehaltsverläufen abgeleitet. Die Ableitung der Feldkapazität (WG_{max_VWC}) erfolgte nach DANE & TOPP (2002), wobei in der vegetationsfreien Zeit (Winter) 2 Tage nach einer Niederschlagsperiode oder einem größeren Regenereignis an jeweils 2 Zeitpunkten in 2012 und 2013 die korrigierten VWC-Wassergehalte gemittelt wurden.

Für die Modellierung des Wasser- und Stickstoffhaushaltes mit HERMES (KERSEBAUM, 1989) wurden folgende bodenphysikalischen Eingangsparameter benötigt:

Für die Ableitung des permanenten Welkepunktes (WG_{min_VWC}) wurde der niedrigste gemessene VWC-Gehalt der 2-jährigen Messperiode genommen. Die Berechnung der Wassergehalte bei pF 2.5

- Wassergehalte bei Feldkapazität

($WG_{pF2.5_VWC}$) erfolgte nach folgender Formel:

$$WG_{pF2,5_VWC} = WG_{pF1,8_VWC} \cdot (WG_{pF1,8_tab}) / (WG_{pF2,5_tab}) \cdot 100$$

Der Vergleich der so abgeleiteten bodenphysikalischen Kennwerte mit den gemessenen Wassergehaltsverläufen zeigt Abbildung 3 wiederum als Beispiel für den Sandboden (Messplatz E, 45 cm Bodentiefe). Die Ergebnisse belegen, dass die aus den Tabellen von RENGIER ET AL. (2009) entnommen Kennwerte insbesondere in den tieferen Bodenschichten deutlich schlechter mit den gemessenen Wassergehalten korrespondieren als im Oberbo-

Totwassergehalte im Mittel relativ gut überein.

Für die Modellierung des Bodenwasserhaushaltes mit dem Simulationsmodell HERMES wurden die aus den Feldmessungen abgeleiteten Kenngrößen verwendet. Dadurch konnte auf allen Feldmessflächen in allen Bodentiefen eine gute Übereinstimmung zwischen den modellierten und den gemessenen Wassergehaltsverläufen erreicht werden. Als Beispiel ist wiederum in Abbildung 4 der Verlauf der modellierten und gemessenen Wassergehalte für den Sandboden (Messplatz E) dargestellt.

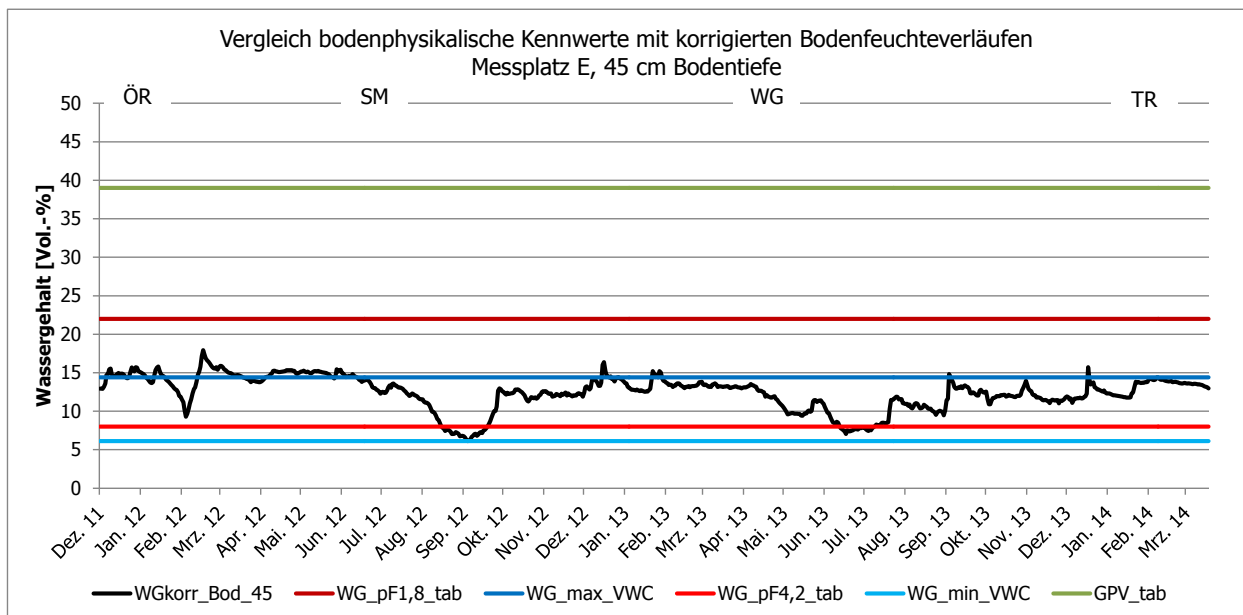


Abbildung 3: Vergleich der bodenphysikalischen Kennwerte mit den korrigierten Wassergehaltsverläufen am Beispiel eines Sandbodens (Messplatz E, 45 cm Bodentiefe)

den. Demgegenüber korrespondieren die aus den Feldmessungen abgeleiteten Wasserhaushaltskenngrößen mit dem Verlauf der gemessenen Wassergehalte naturgemäß deutlich besser.

Der Vergleich der aus den Feldmessungen abgeleiteten Kenngrößen mit den Tabellenwerten nach RENGIER ET AL. (2009) in Tabelle 2 belegt, dass die Tabellenwerte die Wassergehalte bei Feldkapazität und bei pF 2.5 im Mittel um ca. 4-6 Vol.-% unterschätzen. Demgegenüber stimmen die

Fazit

Die FD-Bodensonden geben den zeitlichen Verlauf der Bodenwassergehalte zutreffend wieder, nicht jedoch deren absolute Höhe. Für jeden Messplatz und jede Bodentiefe wurden die mit den FD-Sonden gemessenen Wassergehalte regressionsanalytisch korrigiert.

Tabelle 2: Vergleich der aus den Tabellenwerten nach RENGER et al. (2009) (WG_{Tab}) und den aus Feldmessungen abgeleiteten Kennwerten des Bodenwasserhaushaltes (WG_{VWC}) in Abhängigkeit des Tongehaltes

Bodenart	Tongehalt	GPV _{tab}	WG _{pF1,8 Tab}	WG _{max VWC}	WG _{pF2,5 tab}	WG _{pF2,5 VWC}	WG _{pF4,2 tab}	WG _{min VWC}
Su3	0,3	39,0	25,0	22,0	19,0	16,1	7,0	15
Su2	3,2	38,0	20,0	12,1	15,0	8,6	5,0	6
Uu	5,3	42,0	33,5	27,1	29,5	22,6	11,3	17
Us	6,1	41,0	29,2	23,0	24,0	17,2	10,2	12
Sl2	6,3	39,0	22,4	17,0	14,5	10,7	8,4	5
Su4	6,3	40,0	26,0	25,3	21,0	19,0	7,0	17
Ut2	9,3	42,0	31,5	27,4	26,5	21,4	11,7	14
SB	9,7	40,0	26,5	20,7	17,0	13,8	11,0	10
Uls	11,3	42,0	29,3	26,6	27,0	21,9	11,5	13
SH	12,3	41,0	27,0	23,8	21,0	17,9	13,5	11
Ut3	12,6	42,0	32,0	26,6	28,0	21,3	14,0	12
Ut4	18,6	44,0	33,0	27,7	30,0	22,4	17,0	15
Ls2	20,7	43,0	34,0	30,0	26,0	23,7	17,0	17
Lu	23,4	45,0	31,0	24,7	30,0	20,6	19,0	19
Lts	26,0	46,0	31,5	29,8	31,0	25,6	21,0	20
Tu3	36,6	47,0	39,0	31,4	37,3	29,2	25,5	25
Mittel	13	42	29	25	25	19	13	14
Median	10	42	30	26	26	21	12	14
Stdabw.	9,7	2,6	4,8	5,0	6,4	5,3	5,6	5,2

Der Vergleich der Tabellenwerte der bodenphysikalischen Kennwerte mit den gemessenen Wassergehaltsverläufen ergab insgesamt befriedigende Übereinstimmungen, zeigte jedoch insbesondere für die Unterböden größere Abweichungen. Aus den gemessenen Wassergehaltsverläufen konnten die bodenphysikalischen Kennwerte abgeleitet und für die Modellparametrisierung genutzt werden.

Die Modellierung des Wasserhaushaltes (HERMES) mit den aus den Feldmessungen abgeleiteten bodenphysikalischen Kennwerten ergab eine gute Überein-

stimmung zwischen gemessenen und modellierten Bodenwassergehalten.

Literatur:

- Beisecker, R., Piegholdt, C., Seith, T., Helbing, F. (2015): Abschätzung der standortspezifischen Stickstoffnachlieferung zur Optimierung der gewässerschonenden Stickstoffdüngung. Abschlussbericht DVGW-Forschungsvorhaben W 1-01-11. IfÖL, Kassel.
- Dane, J.H., Toppe, G.C. (eds.) (2002): Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods. SSSA, Madison, Wisconsin. In: Decagon Devices (2014); Plant available water: How do I determine field capacity and permanent wilting point.
- Kersebaum, K. C. (1989): Die Simulation der Stickstoff-Dynamik von Ackerböden. Dissertation, Universität Hannover.
- Renger, M., Bohne, K., Faklam, M., Harrach, T., Riek, W., Schäfer, W., Wessolek, G., Zacharias, S. (2009): Kennwerte des Bodengefüges zur Schätzung bodenphysikalischer Kennwerte. In: Wessolek, G., Kaupenjohann, M., Renger, M. (Hrsg.), Bodenökologie und Boden-genese, Heft 40, TU Berlin, 2009.
- Topp, G.C., David, J.L., Annan, A.P. (1980): Electromagnetic determination of soil water content: measurement in coaxial transmission lines. Water Resources Research 16 (3), 574-582.

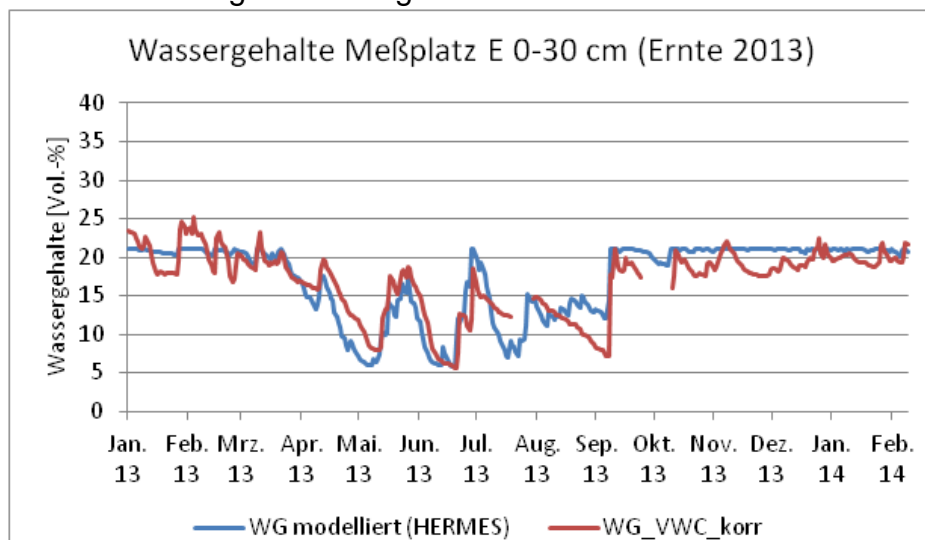


Abbildung 4: Vergleich der mit HERMES modellierten und der mit den FD-Bodensonden gemessenen und korrigierten Bodenwassergehalte am Beispiel des Sandbodens (Meßplatz E)