

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG
Titel der Tagung: Horizonte des Bodens
Veranstalter: DBG, AG Waldböden
DBG, 02.-07.09. 2017, Göttingen
Berichte der DBG (nicht begutachtete Onlinepublikation)
<http://www.dbges.de>

Hydrologische Eigenschaften typischer Waldhumusformen unter Gemeiner Kiefer im Nordostsächsischen Tiefland: Wasserspeicherung - Hydrophobie - Versickerung

Heinkele, T.¹⁾, Knoche, D.¹⁾, Petzold, R.²⁾ & Gemballa, R.²⁾

Zusammenfassung

Labor- und Felduntersuchungen zum Infiltrationsverhalten des Auflagehumus eines bestockungstypischen Reinbestandes aus Gemeiner Kiefer erlauben eine nähere Kennzeichnung seiner hydrologischen Funktionen.

Während in der Vegetationsperiode 2014 eine mehrmalige Wiederbefeuchtung des Auflagehumus und Zwischenspeicherung auftritt, bleibt dieser im niederschlagsreicheren Folgejahr fast über die gesamte Vegetationsperiode trocken. Hier verzögert eine im Frühsommer induzierte Hydrophobie die Wiederbefeuchtung. Selbst nach Starkniederschlägen findet bis in den Winter keine nennenswerte Wasserspeicherung mehr statt.

Gleichwohl wird die Humusaufgabe wegen ihres sehr hohen Gesamtporenvolumens ungehindert durchsickert, was zur wiederholten Aufsättigung des oberen Mineralbodens in der Vegetationszeit führt.

Schlüsselwörter: Gemeine Kiefer, Auflagehumus, Water-Drop-Penetration-Test

¹⁾ Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandchaften e.V. (FIB), Brauhausweg 2, 03238 Finsterwalde

²⁾ Staatsbetrieb Sachsenforst (SBS), Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Bonneweitzer Str. 34, 01796 Pirna

1. Einführung

Über die bodenhydrologischen Zustandsgrößen ebenso wie das Wiederbenetzungs- und Infiltrationsverhalten von Wald-Humusaufgaben liegen kaum Messdaten vor. Damit bleibt ihr Potential zur pflanzenverfügbaren Wasserspeicherung bei der Wasserhaushaltsmodellierung von Waldbeständen häufig unberücksichtigt. Nach Greiffenhagen et al. (2006) weisen Humusaufgaben ein für den ökosystemaren Wasserhaushalt durchaus relevantes Wasserspeichervermögen auf. Humusaufgaben typischer Kiefern- und Trauben-Eichen-Bestände können etwa auf kiesführenden Grobsanden im nordostdeutschen Tiefland bis zu 50 % der nutzbaren Feldkapazität des oberen effektiven Wurzelraumes (nFKWe) ausmachen (Heinkele et al. 2013). Allerdings kann die organische Substanz nach Austrocknung stark hydrophobe Eigenschaften annehmen. Ihr Benetzungswiderstand beeinflusst die Wiederbefeuchtung und das Infiltrationsverhalten (Doerr et al. 2006). Es ist anzunehmen, dass auch die Wasserspeichereigenschaft im Gelände jahreszeitlich und situationsabhängig variiert.

2. Material und Methoden

Die hier beispielhaft betrachtete Untersuchungsfläche *Mockrehna* liegt im forstlichen Wuchsgebiet *Düben-Niederlausitzer Altmoränenland*. Der 70-jährige, stark vergraste, einschichtige Kiefern-Reinbestand stockt auf einer sandigen Podsol-Braunerde. Dessen aufliegender Graswurzelfilzmoder ist durch ein sehr hohes Gesamtporenvolumen (GPV >80 Vol-%) gekennzeichnet. Es ergibt sich eine hohe Feldkapazität (FK 33 Vol-% im Of- bzw. 42 Vol-% im Oh-Horizont). Die nFK-Werte liegen mit 15 Vol-% (Of) und 23 Vol-% (Oh) im mittleren Bereich. Im Vergleich dazu verfügt der obere Mineralboden nur über eine sehr geringe FK von 14 Vol-% bzw. geringe nFK von 9 Vol-%.

Die hydrophoben Eigenschaften der Humusaufgabe und des oberen Mineralbodens wurden durch Wassergehalts/Hydrophobie-Funktionen bestimmt. Dazu wurden zunächst sechs ungestörte Proben je Horizont analog der Bestimmung von pF/Wassergehalts-Funktionen stufen-

weise auf einer pF/WG-Station entwässert. Nach jedem Entwässerungsschritt (pF-Stufen: $-\infty$; 1,0; 1,5; 1,8; 2; 2,5; 3 und 4,2) erfolgte eine Bestimmung der Hydrophobie mittels *Water-Drop-Penetration-Test* (WDPT, Doerr 1998). Die so daraus abgeleiteten Beziehungen sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt.

An dem Untersuchungsstandort wurden im Of- und Oh- Horizont jeweils drei parallel messende SM 150 Wassergehalts-Sonden (Delta-T-Devices) eingebaut, ergänzt durch zwei SM 150-Sonden im oberen Mineralboden (Ah-Horizont). Der am Testfeld wirksame Bestandesniederschlag wurde mit zwei Kippwaagen-Regenmessern (RG 50, Auffangfläche 200 cm²) aufgezeichnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

Am Standort *Mockrehna* unterscheiden sich die Wassergehalts/Hydrophobie-Funktionen von Humusauflage und oberem Mineralboden grundsätzlich:

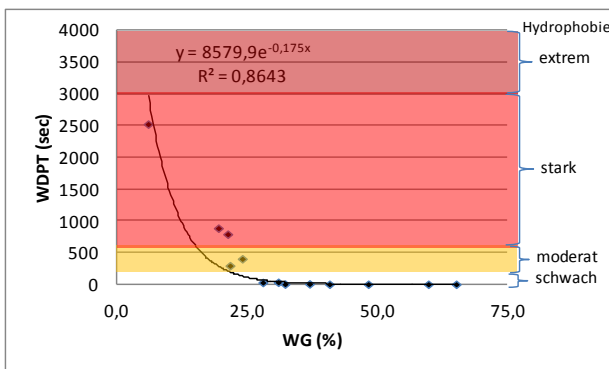


Abbildung 1: Wassergehalts/Hydrophobiefunktion des Of-Horizontes am Standort *Mockrehna* nach WDPT

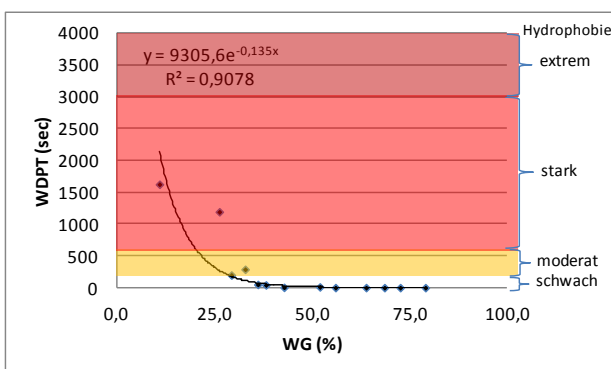


Abbildung 2: Wassergehalts/Hydrophobiefunktion des Oh-Horizontes am Standort *Mockrehna* nach WDPT

In der Humusauflage (Abbildung 1 und 2) liegen bei hohen Wassergehalten keine bzw. sehr schwache hydrophobe Eigen-

schaften vor. Ab Wassergehalten von etwa 25 Vol-% - das entspricht einem pF-Wert von 2,0 - steigt die Messzeit beim *Water-Drop-Penetration-Test* steil, zunächst in den Bereich moderater Hydrophobie an. Bei 20 Vol-% liegen bereits stark hydrophobe Verhältnisse vor. Am permanenten Welkepunkt (Wassergehalt 13 Vol-%) wird eine fast extreme Hydrophobie erreicht. Im oberen Mineralboden hingegen zeichnet die Hydrophobie kaum auf Wassergehaltsänderungen. Sie bleibt selbst bei intensiver Entwässerung auf dem schwachen bis moderaten Ausgangsniveau (Abbildung 3).

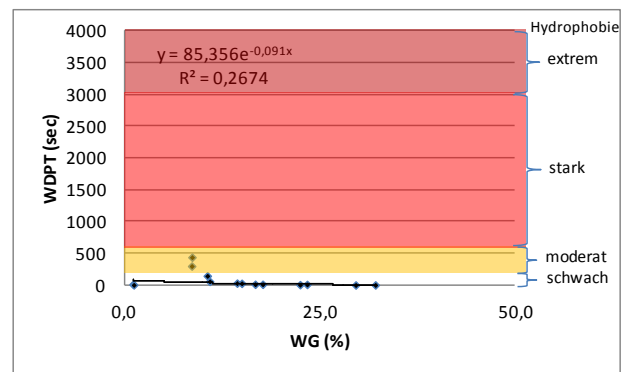


Abbildung 3: Wassergehalts/Hydrophobiefunktion des Ah-Horizontes am Standort *Mockrehna* nach WDPT

Die Untersuchungsfläche *Mockrehna* erhält in 2014 für den Vergleichszeitraum Mitte Mai bis Jahresende einen Bestandesniederschlag von 200 mm. Im Jahr 2015 sind dies knappe 300 mm. Dennoch sind in 2015 die Wassergehalte der Humusauflage (Abbildung 5) fast durchgehend geringer als im Vorjahr (Abbildung 4).

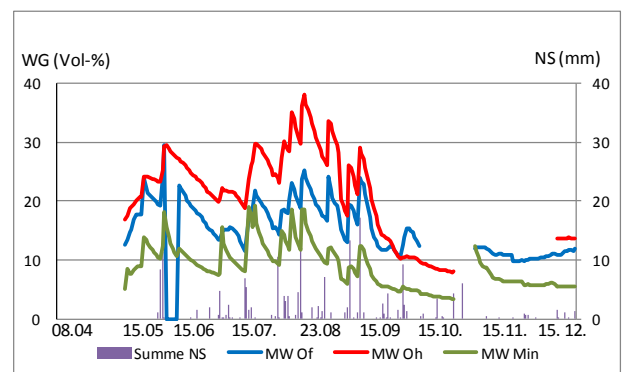


Abbildung 4: Volumetrische Wassergehalte von Humusauflage und oberem Mineralboden sowie Bestandesniederschlag am Standort *Mockrehna* - Mitte Mai bis Jahresende 2014

In 2014 werden von Frñhsommer bis Herbst sowohl die Humusauflage als auch der Mineralboden wiederholt befeuchtet. In der organischen Auflage liegen die volumetrischen Wassergehalte innerhalb der nutzbaren Feldkapazität. Erst im Frñherbst entwässern sowohl Humusauflage als auch oberer Mineralboden aufgrund der anhaltenden Trockenheit weitgehend. Im niederschlagreicheren Jahr 2015 tritt jedoch eine frñhsommerliche Dñrreperiode auf, wobei Humusauflage und Mineralboden unterhalb des PWP entwässern (Abbildung 5). Wider Erwarten fñhren die Sommerniederschläge zu keiner nennenswerten Wiederbefeuchtung des Auflagehumus. Dagegen sättigt sich der obere Mineralboden währenddessen wiederholt. Erst mit den anhaltend ergiebigen Herbstniederschlagen befeuchtet auch der Auflagehumus schrittweise, bleibt aber bis in den Winter hinein noch weit unterhalb der Sättigungsgrenze.

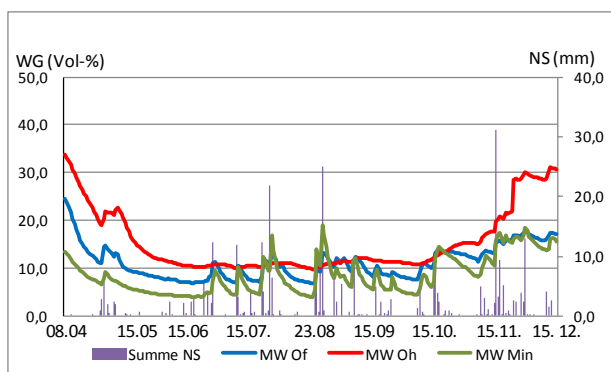


Abbildung 5: Volumetrische Wassergehalte von Humusauflage und oberem Mineralboden sowie Bestandesniederschlag am Standort *Mockrehna* - Anfang April bis Jahresende 2015

Aus den abgeleiteten Wassergehalts/Hydrophobie-Funktionen und in-situ gemessenen Wassergehalten lassen sich Jahrgänge der Hydrophobie ableiten (Abbildung 6 und 7).

Demnach wird in 2014 sowohl fñr die Humusauflage als auch den oberen Mineralboden zunächst eine moderate Hydrophobie ermittelt (Abbildung 6). Bis in den Spätsommer hinein weisen Of- und Oh-Horizont einen annähernd gleichsinnigen Verlauf auf. Ab September klettern die berechneten WDPT-Zeiten im Oh-Horizont auf extreme Werte iber 3.000 sec., während die Of-Lage immerhin stark wasserabweisend ist. Im Ah-Horizont dagegen

bleibt die Hydrophobie während der gesamten Messperiode auf einem schwachen bis moderaten Niveau.

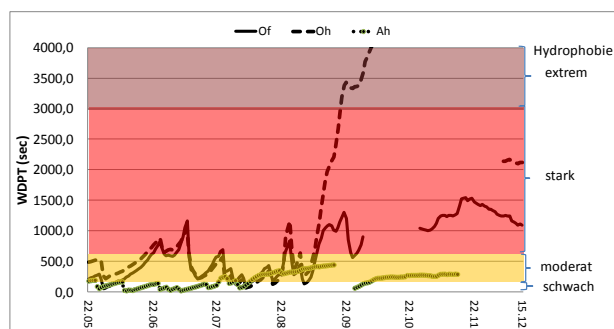


Abbildung 6: Verlauf der hydrophoben Eigenschaften (berechnete WDPT-Zeiten) von Auflagehumus (Of, Oh) und oberem Mineralboden (Ah) im Bestand *Mockrehna* - Mitte Mai bis Jahresende 2014

Fñr 2015 lassen sich bereits Mitte Mai stark hydrophobe Verhältnisse des Auflagehumus ableiten (Abbildung 7). Im Hochsommer erreicht die Hydrophobie des Oh-Horizontes extrem hohe Werte, im Of-Horizont oszilliert die Hydrophobie in einem insgesamt hohen Bereich zwischen 600 und 2.500 sec. Erst mit der zweiten Oktoberhalfte gehen die Zeiten kontinuierlich und bis auf mäßige Werte am Jahresende zurñck. Wie bereits im Vorjahr, so verbleibt die Hydrophobie des oberen Mineralbodens in 2015 auf einem schwachen bis allenfalls moderaten Niveau.

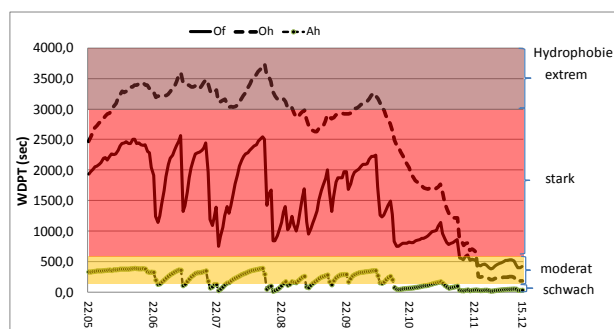


Abbildung 7: Verlauf der hydrophoben Eigenschaften (berechnete WDPT-Zeiten) von Auflagehumus (Of, Oh) und oberem Mineralboden (Ah) am Standort *Mockrehna* - Mitte Mai bis Jahresende 2014

Die so ermittelten Zeitverläufe der Wiederbefeuchtung erklären die sehr unterschiedlichen und dabei wechselhaften Infiltrations- bzw. Wasserspeichereigenschaften der betrachteten Kompartimente:

Im August 2014 liegen in Humusauflage und Mineralboden fast durchgehend gering ausgeprägte hydrophobe Eigenschaften

vor. Jedes der drei stärkeren Regenereignisse von insgesamt 40 mm führt zu einem synchronisierten Wassergehaltsanstieg in Humusaufgabe und oberem Mineralboden (Abbildung 8). Dabei speichert die organische Auflage 40 % des Niederschlagswassers, der obere Mineralboden sogar geringfügig mehr.

Ganz anders stellt sich die Situation im Jahr 2015 dar: Hier weist die Humusaufgabe im August stark hydrophobe Eigenschaften auf. Dem intensiven Niederschlag zur Monatsmitte folgt die Humusaufgabe lediglich mit einem sehr schwachen Wassergehaltsanstieg in der Of-Lage (Abbildung 9). Dennoch wird der nur moderat wasserabweisende obere Mineralboden, über die Feldkapazität hinaus aufgefüllt. Bei diesem Regenereignis speichert die Humusaufgabe weniger als 4 % des auftropfenden Niederschlags, der obere Mineralboden aber annähernd 50 %.

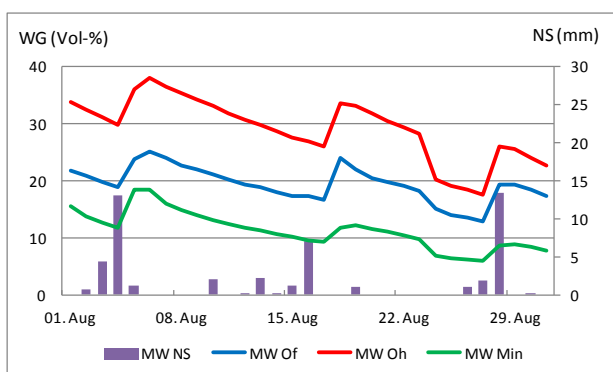


Abbildung 8: Volumetrische Wassergehalte von Humusaufgabe und oberem Mineralboden sowie Bestandesniederschlag am Standort *Mockrehna* - August 2014

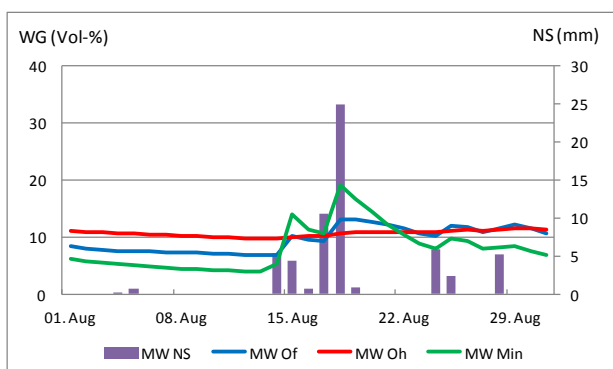


Abbildung 9: Volumetrische Wassergehalte von Humusaufgabe und oberem Mineralboden sowie Bestandesniederschlag am Standort *Mockrehna* - August 2015

Der Humusfeuchteverlauf in 2014 und 2015 belegt, dass die Bedeutung der organischen Auflage für den Wasserhaushalt

von Waldbeständen situationsabhängig sehr unterschiedlich sein kann. Es besteht eine besondere Abhängigkeit vom vorangegangenen Witterungsgeschehen - weit mehr, als bisher angenommen. Im Fallbeispiel bewirken selbst sommerliche Starkniederschläge nach vorheriger starker Austrocknung keine Wiederbefeuchtung. Dennoch bildet der Auflagehumus wegen seines sehr hohen Grobporenvolumens keine Versickerungsbarriere. Die organische Auflage wird trotz des extremen Benetzungswiderstand während der Vegetationszeit ohne Weiteres durchsickert, so dass der obere Mineralboden unmittelbar befeuchtet und das Niederschlagswasser sickerwirksam bzw. für den aufstockenden Waldbestand verfügbar ist.

4. Literatur

DOERR, S.; 1998: Short Communication on standardizing the "Water Drop penetration Time" and the "Molarity of an ethanol Droplet" techniques to classify soil hydrophobicity: a case study using medium textured soils. *Earth Surface Processes and Landforms* 23, 663-668.

DOERR, S.H.; SHAKESBY, R.A.; DEKKER, L.W.; RITSEMA, C.J.; 2006: Occurrence, prediction and hydrological effects of water repellency amongst major soil and land-use types in a humid temperate climate. *European Journal of Soil Science* 57, 741-754.

GREIFFENHAGEN, A.; WESSOLEK, G.; FACKLAM, M.; RINGER, M.; STOFFREGEN, H.; 2006: Hydraulic functions and water repellancy of forest floor horizons on sandy soils. *Geoderma* 132, 182-195.

HEINKELE, T.; KNOCH, D.; GOLLANECK, R.; 2013: Vergleichende Betrachtung der hydrologischen Eigenschaften typischer Waldhumusaufgaben auf Kippenböden und „gewachsenen“ Standorten des Nordostdeutschen Tieflandes. *Berichte der DBG*.

Das dieser Publikation zu Grunde liegende F&E-Vorhaben wurde mit Mitteln des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) finanziert.