

MICHAEL ENGLISCH, ERNST LEITGEB, KARL GARTNER, ROLAND KÖCK,
EDUARD HOCHBICHLER

Potenzial und Sicherung der Trinkwasser- speicherung in Österreichs Wäldern

Der Wald gilt als die ideale Landnutzungsform für die Sicherung von Trinkwasser. Waldböden wirken als natürlicher Filter für Schadstoffe und sorgen so für reines Trinkwasser. Das Bundesforschungszentrum für Wald hat gemeinsam mit der Universität für Bodenkultur Österreichs Waldstandorte hinsichtlich ihres Trinkwasserpotenzials klassifiziert.

Eine lange Liste an Fachliteratur (Rothe et al., 1998, Wenger, 2002, Weis et al., 2008, Hegg et al. 2012) sowie zahlreiche Erfahrungswerte bestätigen, dass Waldökosysteme in spezieller Art und Weise gestaltet bzw. bewirtschaftet werden müssen, damit sie die notwendigen Anforderungen für die Sicherung des Trinkwassers nachhaltig erfüllen können.

Um solche Fragen österreichweit beantworten zu können, wurden zwei Projekte im Rahmen der technischen Hilfe zur ländlichen Entwicklung 2007/2013 durchgeführt. Die zentralen Fragen, die mit diesen Projekten beantwortet werden sollten, waren:

- Wie hoch ist die Bodenwasserspeicherkapazität an den österreichischen Waldstandorten?
- Wie schaut das Trinkwasserpotenzial der wichtigsten österreichischen Waldstandorte aus?
- Wie kann durch geeigneten Waldbau das vorhandene Trinkwasserpotenzial gesichert werden?

Als Vorarbeit wurde im ersten Projekt die Wasserspeicherung im Waldboden errechnet. Diese wurde als Indikator für das Trinkwasserpotenzial angesehen.

Der Bodenwasserspeicher ist für verschiedene Bereiche des Wasserhaushalts von zentraler Bedeutung:

- Ein voller Bodenwasserspeicher kann für eine gewisse Zeit den Wasserverbrauch durch Verdunstung puffern, sodass der Bestand in dieser Zeit ohne Niederschlag auskommen kann.
- Die Trinkwasserproduktion in Quellenschutzwäldern ist unmittelbar vom Niederschlag geprägt, der Bodenwasserspeicher reguliert den Abfluss des Wassers in Quellen, Grundwasser und Flüsse.
- Durch Auffüllen des Bodenwasserspeichers können Niederschlagspitzen abgefedert (gepuffert) und potenziell gefährliche Abflüsse verhindert werden.

Was ist die Wasserspeicherkapazität?

Man kann sich die Wasserspeicherkapazität eines Bodens einfach so vorstellen, dass in ein definiertes Bodenvolumen so lange Wasser gegossen wird, bis das Wasser vom Boden nicht mehr gehalten



werden kann und es abfließt. Die Wassermenge, die der Boden gegen die Schwerkraft halten kann, nennt man Feldkapazität. Dieser Wert entspricht der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens.

Dabei muss man aber berücksichtigen, dass Pflanzen nur einen Teil der Wassermenge im Boden nutzen können, da ein gewisser Prozentsatz des Wassers sehr stark an den Boden gebunden und damit für Pflanzen nicht verfügbar ist. Zieht man diesen Anteil (Totwasser) von der Feldkapazität ab, bekommt man den für Pflanzen verfügbaren Anteil des Wasserspeichers, die nutzbare Feldkapazität. Kennt man schließlich auch noch den Anteil, den die Luft im Boden bei Feldkapazität einnimmt (die sogenannte Luftkapazität), kann damit das gesamte Porenvolumen des Bodens bestimmt werden.

Mit Hilfe der am Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) zur Verfügung stehenden Datensätze von Waldinventur, Waldbodenzustandsinventur (WBZI) und dem EU-Projekt BIOSOIL wurden die Wasserspeicherkapazitäten der Waldböden an den Waldinventurpunkten ab-

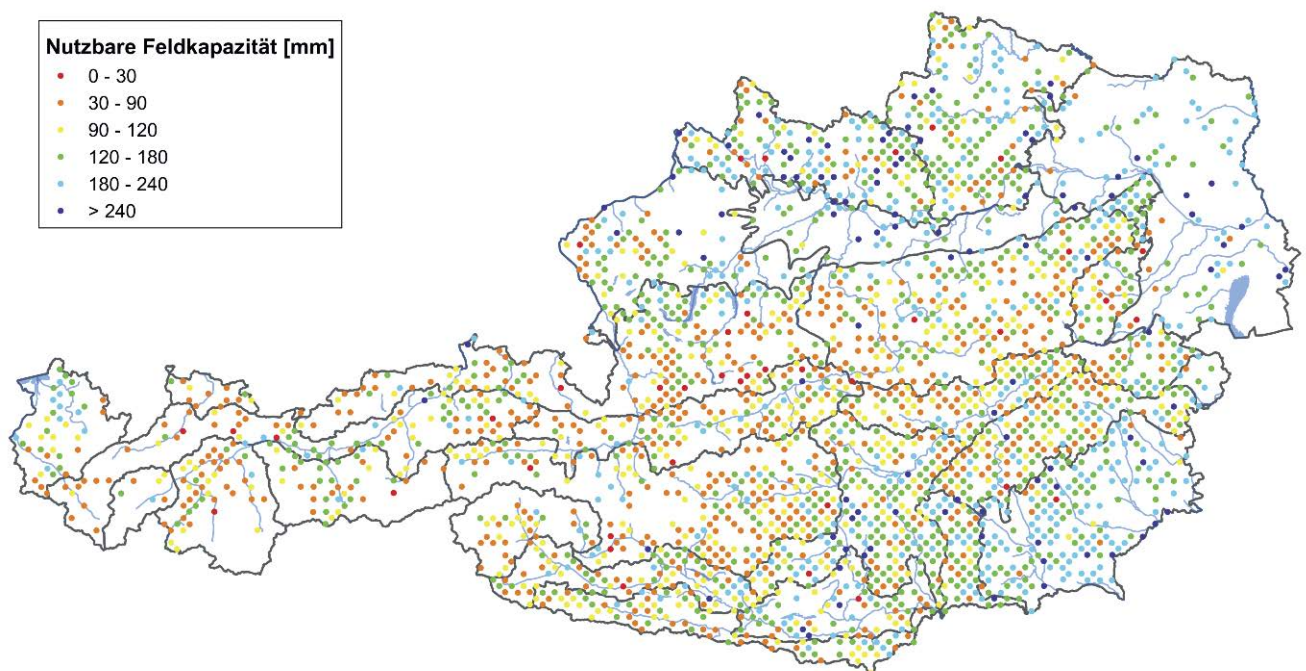
geschätzt. Zum einen wurden die in der deutschen Norm DIN 4220 angegebenen Werte für Feldkapazität, nutzbare Feldkapazität und Luftkapazität auf die in Österreich gebräuchlichen Bodenarten (ÖNORM L 1050) umgelegt. Damit konnten die von der Waldinventur ausgewiesenen Bodenarten direkt in die Berechnung einfließen.

Zum anderen konnten weitere wesentliche Parameter für die Ermittlung der Wasserspeicherkapazität, wie die Mächtigkeit der Bodenhorizonte bzw. der Auflage oder der Grobskelettanteil, ebenfalls aus dem Datensatz der Waldinventur entnommen werden. Dagegen wurden fehlende Informationen über den Humusgehalt des Mineralbodens von Daten der WBZI abgeleitet. Die Bodendichte wurde aus den Daten von BioSoil abgeschätzt.

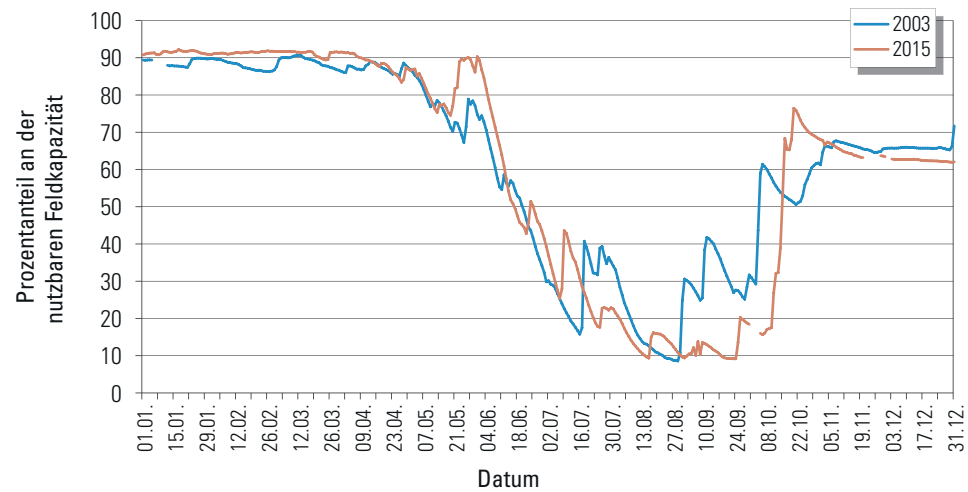
Für die Berechnung der oben angeführten Parameter wurde als Berechnungsbasis eine maximale Profiltiefe von einem Meter angenommen. Damit liegen nun erstmals österreichweite Aussagen über die Wasserspeicherfähigkeit des Waldbodens vor (Abbildung 1).

Datenband BioSoil:
<http://bfw.ac.at/rz/bfw-cms.web?dok=9727>

▼
Abbildung 1:
 Nutzbare Feldkapazität im gesamten Bodenprofil (< 1 m) an den österreichischen Waldinventurflächen. Zusätzlich sind die Wuchsgebietsgrenzen nach Kilian et al. (1994) dargestellt



► **Abbildung 2: Nutzung des Wasserspeichers auf einem tiefgründigen Standort in zwei extremen Jahren (Commendewald bei Fürstenfeld)**



Wald-Hydrotope = Flächen, die hydrologisch relativ homogen reagieren und eine vergleichbare Trinkwasserspeicherung aufweisen, da die Bestände auf vergleichbaren Standorten stocken

Wasservorrat im Boden wichtig

Diese Daten stellen eine wichtige Basis für waldbauliche und waldökologische Fragestellungen, auch im Zusammenhang mit dem Klimawandel, dar. Wie wichtig der Bodenvasserspeicher ist, zeigen Messungen im Commendewald bei Fürstenfeld aus den Jahren 2003 und 2015 mit extrem trockenen und heißen Sommermonaten. Glücklicherweise war an diesem Standort in beiden Jahren ausreichend Winterfeuchte vorhanden, sodass es zwei bis drei Monate gedauert hat, bis der Bodenvasservorrat praktisch aufgebraucht war (Abbildung 2). Dabei hat der Trockenstress im vergangenen Jahr noch länger andauert als im Jahr 2003.

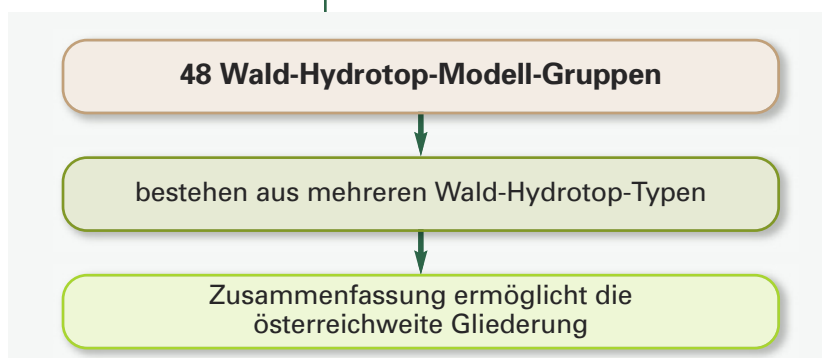
Die Daten der Wasserspeicherfähigkeit des Waldbodens wurden im Projekt zum Potenzial der Trinkwasserspeicherung und den Schutz der Trinkwasserreserven weiter verarbeitet. Hier sollte ein Instrument zur Planung und zur ziel-

orientierten Maßnahmenumsetzung entwickelt werden, mit dem die Trinkwasserqualität und -versorgung gesichert und verbessert werden kann.

In einem ersten Schritt wurden dazu Wald-Hydrotope definiert, das sind Flächen, die hydrologisch relativ homogen reagieren (Gurtz et al. 1999). Die Waldbodenzustandsinventur war die zentrale Datengrundlage, für Detailfragen wurde Fachliteratur herangezogen. Gliederungskriterien sind die klimatischen Verhältnisse, das Substrat, das Nährstoffangebot eines Standortes (Trophie) sowie ausgewählte Standorts- und Bodeneigenschaften (z.B. Relief, Skeletthalt). Insgesamt wurden für Österreich 48 Wald-Hydrotop-Modell-Gruppen (WHM [Koeck et al. 2007]) zusammengefasst.

Für diese Wald-Hydrotop-Modell-Gruppen wurden Zielwalddefinitionen entwickelt, die standortsspezifisch beschreiben, wie die Trinkwasser-Ressourcenschutzfunktion dieser Waldökosysteme am besten gewährleistet werden kann. Von zentraler Bedeutung ist, dass die Waldbewirtschaftung auf die übergeordneten Ziele abgestimmt ist.

Die Zielwalddefinitionen orientieren sich an den Rahmenbedingungen der natürlichen Waldgesellschaft bzw. der potenziellen natürlichen Vegetation (PNV), da die erforderliche Stabilität



Hydrologisches Verhalten	Wald-Hydrotop-Modell-Gruppen	Anmerkung
mit hohem Trinkwasserproduktionspotenzial	Auwälder und bodenfeuchte, d.h. tiefgründige Eichen-Hainbuchenwälder mit Zuschusswasser	flächenmäßig von geringerer Bedeutung
	silikatische Fichten-Tannen-, Fichten-Tannen-Buchen- und Buchenwälder, wieder auf tiefgründigeren Standorten mit Zuschusswasser	
mit geringem Trinkwasserproduktionspotenzial	subalpine Fichten-Standorte, Karbonat-Fichten-Tannen-Buchen-Wälder, Karbonat-Buchenwälder und Schwarzkiefern-Wälder	Schwarzkiefern-Wälder sind flächenmäßig unbedeutend

und Resilienz der Waldökosysteme durch eine adäquate, mit den Standortbedingungen übereinstimmende Baumartenvielfalt und Baumartenverteilung am besten erreicht wird.

Für jede Wald-Hydrotop-Modell-Gruppe wurden Indikatoren zur Bewertung der Trinkwasser-Ressourcenschutzfunktion ausgewählt und deren mögliche Ausprägungen bewertet. Diese Indikatoren wurden unterschiedlich gewichtet (gewichtetes Scoring-Verfahren), um schließlich den Index der Trinkwasser-Ressourcenschutzfunktion (ITRS) zu berechnen. Das Berechnungsergebnis gibt an, ob ein Waldbestand bereits den Anforderungen des Trinkwasser-Ressourcenschutzes entspricht (grün), nur bedingt entspricht (gelb) oder aktuell nicht entspricht (rot).

Indikatoren für Hochwälder sind Baumartenanteile, Baumartenanzahl, Deckungsgrad der Baumschichten, Verjüngungsfläche/Jungwuchs, Baumarten-Zusammensetzung der Verjüngung, Schichtigkeit, Entwicklungsstufen/Bestand, Deckungsgrad der Bodenvegetation, Schäden und Totholzanteile. Zum Beispiel wirkt sich ein mehrschichtiger Bestand positiv auf die Trinkwasser-Ressourcenschutzfunktion aus.

Vor allem die Ziel-Baumartenanteile sind zentraler Bestandteil der Trinkwasser-Ressourcenschutzfunktion und wurden zur ITRS-Berechnung für jede Wald-Hydrotop-Modell-Gruppe taxativ beschrieben. Dabei wurden Mindest-

anteile für die dominanten und subdominanten Baumarten einer WHM-Gruppe festgelegt, und ein Pool aus Mischbaumarten beschrieben. Je mehr standortgemäße Baumarten vorhanden sind, desto besser für das Trinkwasserproduktionspotenzial.

In einem zweiten Schritt wurde das Trinkwasserproduktionspotenzial durch eine waldhydrologische Bewertung der 48 Wald-Hydrotop-Modell-Gruppen abgeschätzt. Diese Bewertung basiert einerseits auf bodenphysikalischen Kenngrößen wie der nutzbaren Wasserspeicherkapazität (nWSK) und der Feldkapazität sowie andererseits auf standorts- und bodenkundlichen Merkmalen der Probestandorte der Österreichischen Waldinventur 2007/09.

Schließlich wurde das Berechnungs- und Bewertungsschema des Index der Trinkwasser-Schutzfunktion (ITRS), gestützt auf MS Excel, digital umgesetzt. Zur Bestimmung der Wald-Hydrotop-Gruppen wurde ein html-basierter Bestimmungsschlüssel erarbeitet. Beide Instrumente sind über die Homepage des BFW abrufbar (bfw.ac.at, in Suche „Wald-Hydrotop“ eingeben). Jeder, der die gängigen forstlichen Fachdaten für den gewünschten Bestand zur Verfügung hat, kann den Bestand eigenständig in Bezug auf dessen Trinkwasser-Schutzfunktion bewerten.



Literatur

- Gurtz, J., Baltensweiler, A., Lang, H., 1999. Spatially distributed hydrotop-based modelling of evapotranspiration and runoff in mountainous basins. *Hydrological Processes* 13, pp. 2751-2768.
- Hegg, C.; Jeisy, M.; Waldner, P., 2004. Wald und Trinkwasser. Eine Literaturstudie, Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL, 60 Seiten
- Kilian, W.; Müller, F.; Starlinger, F. (1994): Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten, FBVA-Berichte 82
- Koeck, R., Magagna, B., Hochbichler, E., 2007. KATER II Handbook – Final report regarding the land use category forestry. Download: www.kater.at
- Richards, W.H., Koeck, R., Gersonde, R., Kuschnig, G., Fleck, W., Hochbichler, E. (2012): Landscape-Scale Forest Management in the Municipal Watersheds of Vienna, Austria and Seattle, USA: Commonalities Despite Disparate Ecology and History. *Natural Areas Journal* 32, 199-207.
- Rothe, A.; Kölling, C.; Moritz, K. (1998): Waldbewirtschaftung und Grundwasserschutz – Der aktuelle Kenntnisstand, AFZ- Der Wald 1998
- Weis, W.; Huber, C.; Göttlein, A. (2008): Waldverjüngung und Wasserqualität, LWF aktuell 66/2008
- Wenger, W. (2002): Bedeutung des Waldes für die Trinkwassergewinnung, LWF aktuell 34/2002

Dr. Michael Englisch,
Dr. Ernst Leitgeb,
Mag. Karl Gartner,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Institut für Waldökologie und Boden,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien
michael.englisch@bfw.gv.at

Dr. Roland Köck,
Ao. Univ.-Prof.
Dr. Eduard Hochbichler,
Universität für Bodenkultur,
Department für Wald- und
Bodenwissenschaften,
Institut für Waldbau,
Peter-Jordan-Straße 82,
1190 Wien