



Geofakten 6

■ Boden

Auswirkungen von Grundwasserentnahmen auf die Bodennutzung

– Landwirtschaftliche Beweissicherungsverfahren –

3. Auflage

Raissi, F. & Müller, U.

September 2009

Die Auswirkungen von Grundwasserentnahmen auf den Bodenwasserhaushalt und auf die landwirtschaftliche Bodennutzung sollten durch ein geeignetes Beweissicherungsverfahren ermittelt werden. In einem Beweissicherungsdurchführungsplan müssen je nach Bodennutzung konkrete Schritte beschrieben werden, um nachhaltig negative Wirkungen auf den Bodenwasserhaushalt und die Vegetation zu ermitteln und angemessen auszugleichen oder zu entschädigen.

Grundwasserentnahme, Grundwasserabsenkung, Bodennutzung, Ertragsverluste, Beweissicherung, Verfahren, Durchführungsplan.

Allgemeines

Die Entnahme von Grundwasser zur Gewinnung von Trink- und Brauchwasser setzt die Erteilung eines Wasserrechtes voraus (s. NWG 2007).

Die negativen Auswirkungen von Grundwasserabsenkungen, z. B. Ertragsbeeinträchtigungen und Beeinflussung der Vegetation, sind in der Literatur vielfach beschrieben worden (vgl. MULL 1987; RENGER 1986; MÜLLER & RAISSI 2002; DVWK 1986; JOSOPAIT, RAISSI & ECKL 2009, ECKL & RAISSI 2009).

Sowohl im Rahmen des Wasserrechtsverfahrens als auch im land- und forstwirtschaftlichen Durchführungsplan dient ein bodenkundliches Beweissicherungsgutachten zur Beurteilung möglicher Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes durch Grundwasserentnahme. Aus bodenkundlicher Sicht ist zu empfehlen, dass das Gutachten frühzeitig in Auftrag gegeben wird, damit es bei der Antragstellung und entsprechend auch bei dem Bewilligungsbescheid durch die Wasserbehörde berücksichtigt werden kann. Die Abgrenzung des Bearbeitungsgebietes erfolgt zuerst durch die hydrogeologische Festsetzung des maximalen Absenkungsgebietes bei der beantragten höchsten Entnahmemenge („worst case“).

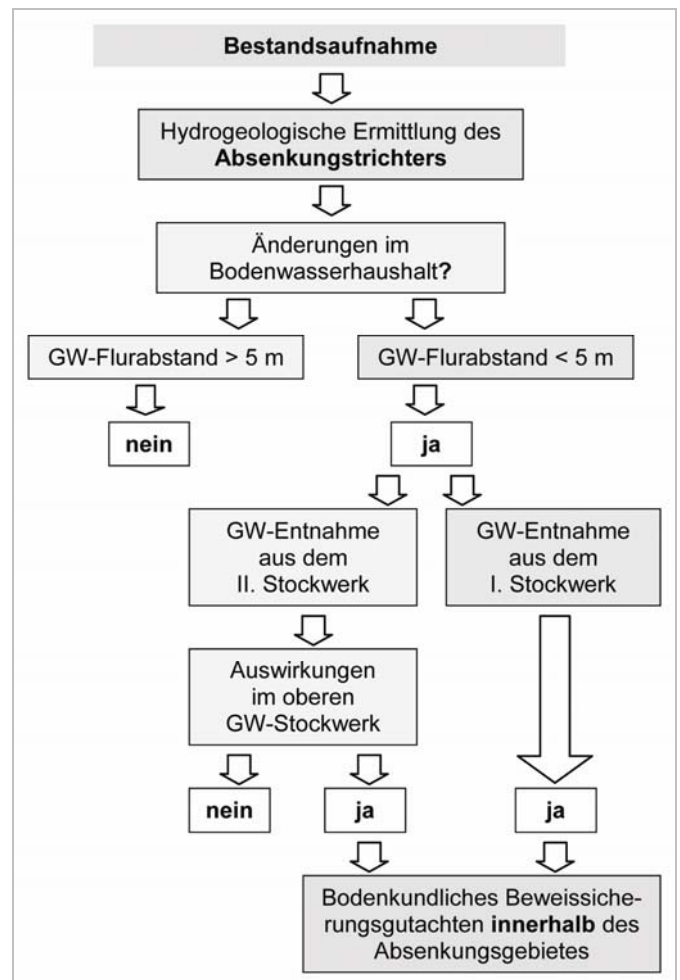


Abb. 1: Notwendige Bestandsaufnahme vor der Erstellung eines bodenkundlichen Beweissicherungsgutachtens.

Da die Entnahmemenge jährlichen Veränderungen unterworfen sein kann, sollten die Auswirkungen der Absenkungen auf die Bodennutzung jährlich durch einen Vergleich vor und nach dem Eingriff überprüft werden. Bewirkt die Grundwasserentnahme Änderungen des Bodenwasserhaushaltes, ist ein bodenkundliches Beweissicherungsgutachten im Maßstab 1 : 5 000 oder 1 : 10 000 durch ein Fachbüro zu erstellen (s. Abb. 1).

Bodenkundliche Anforderungen

Die unten aufgeführten Punkte sind Anforderungen, die im Antragsgutachten abgearbeitet werden müssen (vgl. JOSOPAIT, RAISSI & ECKL 2009). Sie gelten jedoch auch modifiziert für das Beweissicherungsgutachten.

Für den Grundwasserabsenkungsbereich zusätzlich der Referenzareale (außerhalb des Absenkungsgebietes als Vergleichsflächen sowie als Eichflächen) sollten folgende Aussagen erarbeitet und in dem Beweissicherungsgutachten zusammengestellt werden (vgl. MÜLLER & RAISSI 2002; JOSOPAIT, RAISSI & ECKL 2009), s. Abb. 2:

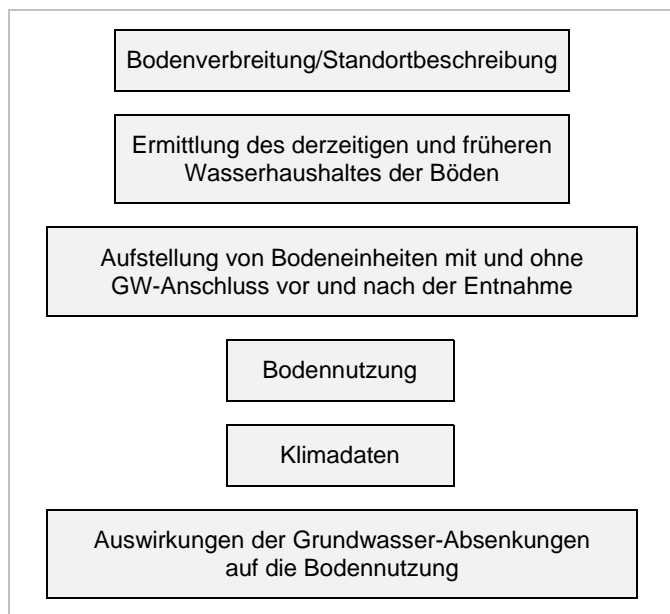


Abb. 2: Ermittlung der Auswirkungen der Grundwasserabsenkung.

B1. Flächenhafte Verbreitung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Böden nach Kartieranleitung (AD-HOC-AG BODEN 1994 und 2005 bzw. DIN 4220), dabei Einbeziehung bereits vorliegender Ergebnisse (Bodenschätzung, Geologie, Forstkarten, Landbaupläne, Historische Karten etc.),

B2. Kennzeichnung des derzeitigen und früheren Wasserhaushaltes der erfassten Böden (nutzbare Feldkapazität, kapillarer Aufstieg von Grundwasser, erforderliche Grundwasserstände, Durchwurzelungstiefe, s. RAISSI, MÜLLER & MEESENBURG (2008), Schöpftiefe nach LEHNARDT & BRECHTEL (1980)). In Abbildung 3 sind die Aussagen zum Bodenwasserhaushalt sowie zu den möglichen Konsequenzen zusammengestellt, auf die in dem Gutachten eingegangen werden muss.

Erforderliche Angaben für die land- und forstwirtschaftliche Beweissicherung		
1	2	3
Bodeneinheit	Horizontierung und Schichtenfolge bis 20 dm Tiefe (Landwirtschaft) bzw. bis 40 dm Tiefe (Forstwirtschaft) [dm]	Effektive Durchwurzelungstiefe (We), max. Wurzeltiefen (F) [dm]
4	5	6
Nutzbare Feldkapazität (nFK), bezogen auf We [mm]	max. kapillare Aufstiegshöhe aus dem Grundwasser [dm]	Grenzflurabstand (A, G) Schöpftiefe (F) [dm]
7	8	9
Mittlere Grundwassertiefenstände (MNGW), aktuell und früher [dm]	Grundwasseranschluss der Bodennutzung ja / nein	Klimatische Wasserbilanz in der Vegetationszeit, Angabe für Normal- und Trockenjahre [mm]
10	11	12
Bedarf an kapillar aufsteigendem Grundwasser ja / nein	Pflanzenverfügbares Bodenwasser vor der Entnahme (Wpfl) [mm]	Pflanzenverfügbares Bodenwasser nach der Entnahme (Δ Wpfl) [mm]
13	14	15
Möglichkeit der Ertragsbeeinträchtigung von Land- und Forstwirtschaft: ja / nein	Erfordernis land- und forstwirtschaftlicher Beweissicherung: ja / nein	Vermutlicher Verursacher der GW-Absenkungen: I = Wasserwerk II = Entwässerung

Abb. 3: Notwendige Aussagen zum Bodenwasserhaushalt in Wassergewinnungsgebieten.

- B3. Klimadaten:** Niederschläge, Verdunstung in der kulturspezifischen Vegetationszeit; bei der Verdunstungsberechnung ist die Gras-Referenzverdunstung nach ATV-DVWK (2002) zu verwenden,
- B4. Bodenkundliche Abschätzung der Grundwasserabsenkung,** bedingt durch Wasserwerk oder Entwässerung etc.,
- B5. Beurteilung der Auswirkungen** der entnahmebedingten Grundwasserabsenkungen auf die Bodennutzung (Forst, Acker, Grünland und Biotope),
- B6. Prognose der Empfindlichkeit von Standorten/Bodennutzungen** hinsichtlich potenzieller Grundwasserabsenkung,
- B7. Vorschläge für erforderliche Beweissicherungsmaßnahmen,** dabei Hinweise auf Standorte für die Durchführung der Beweissicherungsverfahren mit **Ertrags- und Grundwasserstandsmessungen (Durchführungsplan,** s. RAISSI et al. 2009),
- B8. Gegebenenfalls Festlegung von Beweis- und Vergleichsflächen** sowie Festlegung der Standorte für die Einrichtung flacher **Grundwassermessstellen** (s. Abb. 4).

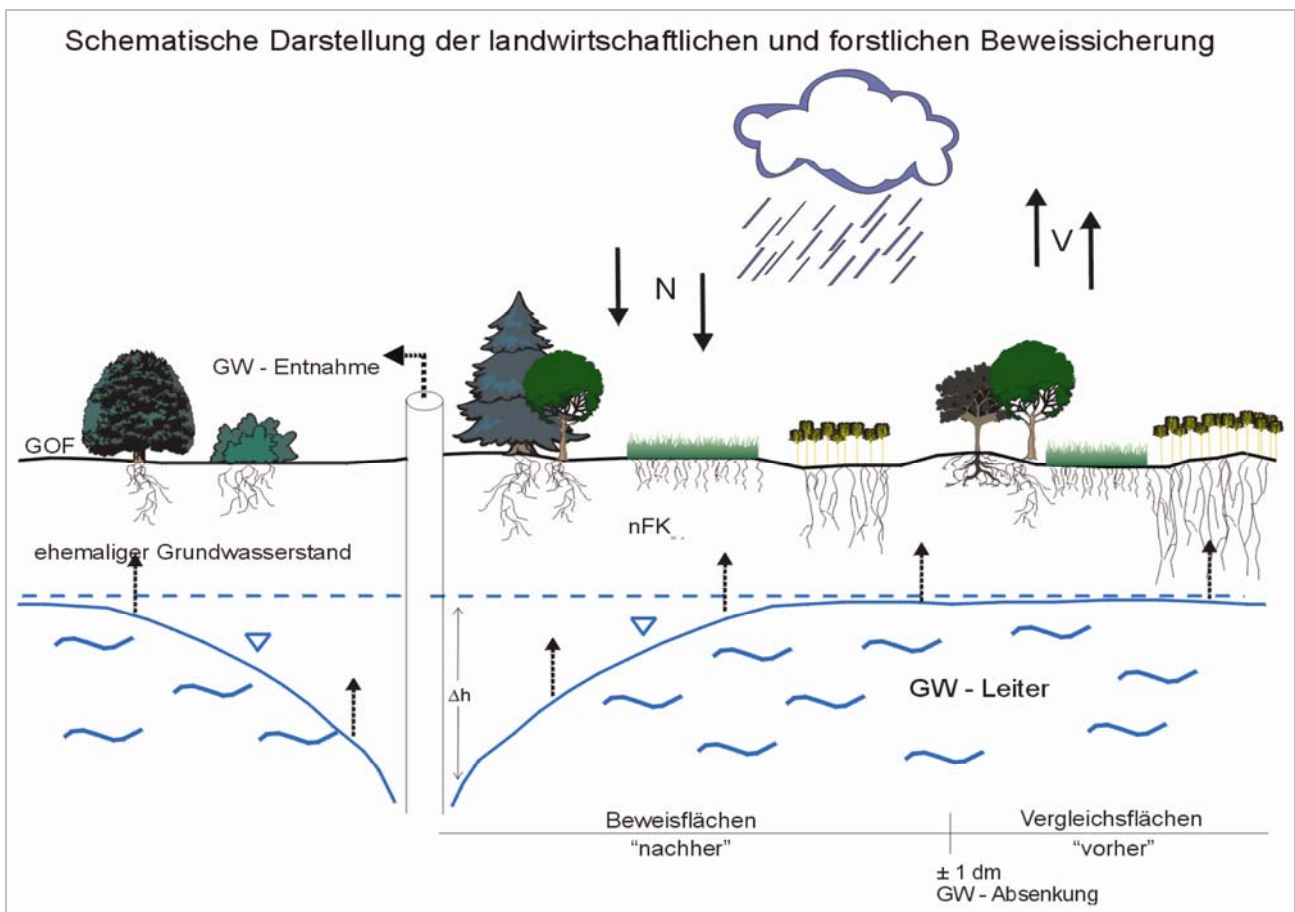


Abb. 4: Schematische Darstellung der landwirtschaftlichen und forstlichen Beweissicherung.

Durchführung der landwirtschaftlichen Beweissicherung (Abb. 5)

Absenkungen des Grundwassers können zu einer Verringerung der kapillaren Nachlieferung, weniger pflanzenverfügbarem Wasser im Boden und damit zu einer Beeinträchtigung des Wachstums der Vegetation führen. Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen kann es zu einer Beeinträchtigung des Pflanzenertrags kommen (RENGER 1986).

Welche Böden wie stark betroffen sind, hängt vom Anteil des kapillaren Aufstiegs an der gesamten Wasserversorgung der Pflanze ab. Die Kennwerte (s. Abb. 3) sollten in einem bodenkundlichen Gutachten (wie oben beschrieben) ermittelt werden.

Grundlage für die Auswertung sind die erhobenen bodenkundlichen Daten innerhalb des maximal möglichen Absenkungsgebietes. Hier geht es um eine Prognose (vor der Entnahme bzw. bei jährlich

konstanten Entnahmemengen) der Auswirkungen der entnahmebedingten Absenkungen auf die Bodennutzung (s. Abb. 2 und 3). Darüber hinaus werden die Grundwasserflurabstände vor und nach der Absenkung in Verbindung mit Klima- und Ertragsdaten betrachtet.

Da sich je nach Entnahmemengen und Witterungsverhältnissen der jährlich zu ermittelnde Absenkungstrichter ändern kann, muss sich auch der bodenkundliche Bearbeitungsrahmen und der Zeitpunkt der Untersuchung danach richten, d. h. die jährlichen Kenntnisse über die Witterung und Entnahmemengensituationen sind für die Ableitung/Abschätzung der Auswirkungen auf die Bodennutzung im Zusammenhang mit den Änderungen im Bodenwasserhaushalt unerlässlich.

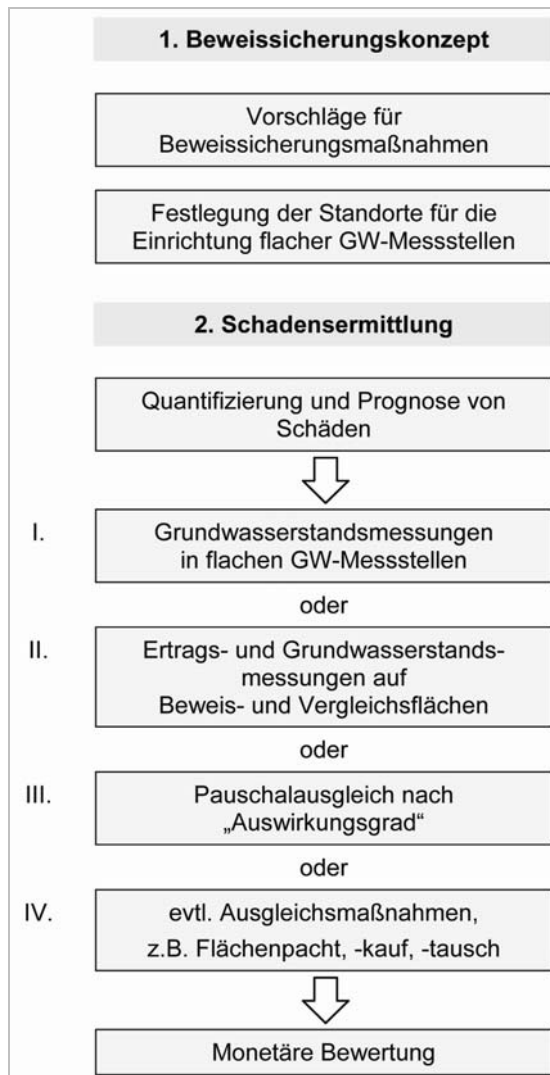


Abb. 5: Hinweise zur Durchführung der Beweissicherung (Durchführungsplan).

Konzept und Vorschläge zur Beweissicherung

I. **Grundwasserstandsmessungen** in flachen GW-Messstellen sind nur dort angezeigt, wo Grundwasser aus dem II. Stockwerk entnommen wird und entnahmebedingte Auswirkungen im oberen GW-Stockwerk noch nicht ermittelbar sind (s. Abb. 1).

II. Vergleich zwischen **Beweis-** und **Vergleichsflächen**:

Anhand der Bodenkartierung werden zur Kennzeichnung der Ertragsverhältnisse von Acker, Grünland und Forst Beweisflächen (innerhalb) und Vergleichsflächen (außerhalb) eines Grundwasserabsenkungsgebietes („worst case“) festgelegt (s. Abb. 4).

Aus bodenkundlicher Sicht muss dabei gewährleistet sein, dass

- die Beweisflächen (innerhalb) so ausgewählt werden, dass sie auch bei „normaler“ GW-Förderung im engeren Absenkungsbereich liegen,
- die Auswahl der Beweisflächen repräsentativ ist,
- der Boden innerhalb der Beweis- und Vergleichsfläche möglichst homogen ist,
- die Vergleichsflächen (außerhalb) möglichst gleiche Bodenverhältnisse hinsichtlich des Substrates aufweisen müssen. Lediglich der Grundwasserstand soll von der GW-Entnahme unbeeinflusst sein. Bei der Auswertung der Ertragsmessungen kann der Grundwassereinfluss auf den Ertrag durch einen Vergleich zwischen „innen“ und „außen“ ermittelt werden, wobei die Bewirtschaftung, die Fruchtfolge, die Düngung und der Erntetermin auf den „innen“ und „außen“ liegenden Flächen gleich gestaltet werden muss,
- die Flächen zugänglich sind,
- flache Grundwassermessstellen eingerichtet werden können.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass oft der Punkt d) „Bewirtschaftung, Fruchtfolge und Düngung“ nicht einheitlich gestaltet wird. Somit ist die Auswertung dieser Daten recht schwierig. Eine falsche Anlage der Ertragsmusterstücke kann eine Bewertung sogar unmöglich machen.

III. Auswertungsmethode zur Abschätzung des **Auswirkungsgrades** (MÜLLER 2004):

Voraussetzung für die Prognose der Ertragsbeeinträchtigung durch Grundwasserabsenkungen ist die Feststellung des Grundwasseranschlusses vor (V) und nach (N) der GW-Entnahme. GW-Anschluss liegt vor, wenn kapillar aufsteigendes Wasser die Durchwurzelungszone der Vegetation erreicht (GW-Stände oberhalb des Grenzflurabstandes).

Die Ermittlung des Auswirkungsgrades (AWG) von Grundwasserabsenkungen auf Nutzpflanzen (D Wpfl) enthält folgende Auswertungsschritte:

1. Ermittlung pflanzenverfügbaren Bodenwassers ($W_{pfl} = nFKWe + \text{kapillarer Aufstieg}$) „vorher“ (V) und „nachher“ (N), s. Abb. 3,
2. Differenz / D $W_{pfl} = V W_{pfl} - N W_{pfl}$ in mm; Ermittlung des Auswirkungsgrades (Betrag an Bodenwasser, der für die Pflanzenproduktion nicht mehr zur Verfügung steht),

3. Quantifizierung des AWG von Grundwasserabsenkungen auf Pflanzenwachstum und Ertrag (Getreide, Zuckerrüben und Grünland) durch empirische Schätzverfahren (z. B. MÜLLER 2004), s. Abb. 6.

Ob die Entschädigung pauschal für den maximal möglichen Absenkungsbereich („worst case“) oder nur für den jährlich wechselnden aktuellen Bereich in Frage kommt, hängt von der Fragestellung und regionalen Unterschieden ab.

Weitere Möglichkeiten zur Bestimmung des Ertrages landwirtschaftlicher Kulturpflanzen in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt bestehen in der Anwendung von Simulationsmodellen. Hier gibt es eine Reihe von Modellen, die allerdings für die Anwendung im Routinebetrieb in der Regel noch geeicht und validiert werden müssen.

Eine Abstimmung und Verknüpfung der Daten und Aussagen mit hydrogeologischer Beweissicherung ist zwingend notwendig.

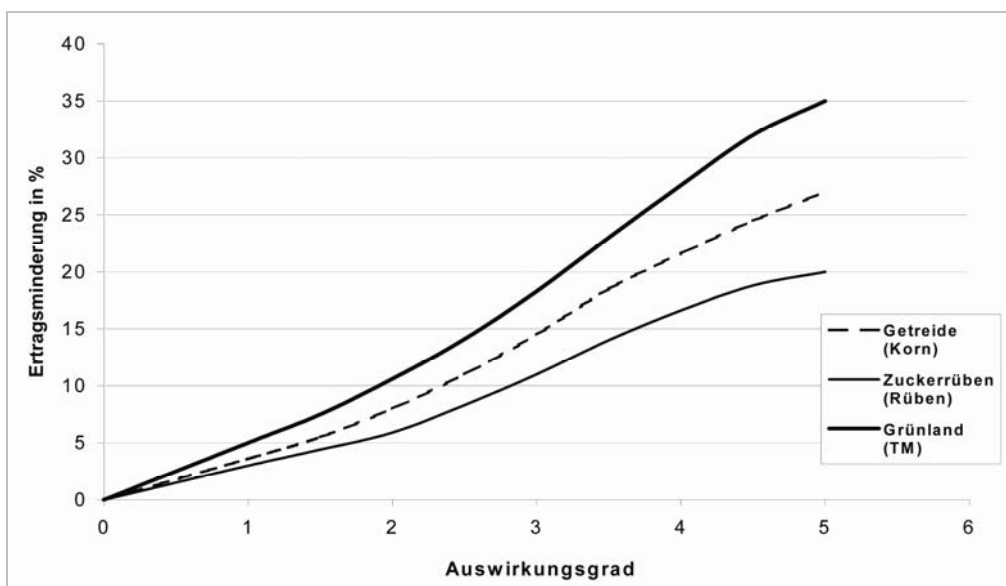


Abb. 6: Abschätzung der mittleren Mindererträge durch Grundwasserabsenkungen.

Literatur

AD-HOC-AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 4). – 4. Aufl., 392 S.; Hannover.

AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 5). – 5. Aufl., 438 S.; Hannover.

ATV-DVWK - DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (2002): Verdunstung in Bezug zu Landnutzung, Bewuchs und Boden. – Merkblatt **M 504** (GFA, Gesellschaft

zur Förderung der Abwassertechnik, Anhang D1); Hennef.

DIN 4220 (2008): Bodenkundliche Standortbeurteilung – Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten. – Berlin (Beuth).

DVWK - DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (1986): Beweissicherung bei Eingriffen in den Bodenwasserhaushalt von Vegetationsstandorten. – Merkblatt **208**, 24 S.; Hamburg (Parey).

- JOSOPAIT, V., RAISSI, F. & ECKL, H. (2009): Hydrogeologische und bodenkundliche Anforderungen an Wasserrechtsanträge zur Grundwasserentnahme. – 4. Aufl., Geofakten **1**: 7 S., 4 Abb.; Hannover (LBEG).
- LEHNARDT, F. & BRECHTEL, H.-M. (1980): Durchwurzelungs- und Schöpftiefen von Waldbeständen verschiedener Baumarten und Altersklassen bei unterschiedlichen Standortverhältnissen. Teil I – in: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung **6/7**; Frankfurt.
- MULL, R. (Hrsg.) (1987): Anthropogene Einflüsse auf den Bodenwasserhaushalt. – 110 S.; Weinheim (VCH).
- MÜLLER, U. (2004): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®). – 7. erweiterte und ergänzte Auflage, Arb.-H. Boden **2004/2**: 409 S., 3 Abb., 405 Tab.; Hannover (NLfB).
- MÜLLER, U. & RAISSI, F. (2002): Arbeitshilfe für bodenkundliche Stellungnahmen und Gutachten im Rahmen der Grundwassernutzung. – mit Beiträgen von HÖPER, H., SCHÄFER, W. & KUES, J., Arb.-H. Boden **2002/2**: 49 S., 10 Abb., 13 Tab.; Hannover (NLfB).
- NWG (2007): Niedersächsisches Wassergesetz in der Fassung vom 25. Juli 2007.– NdsGVBl.: 345.
- RAISSI, F., MÜLLER, U. & MEESENBURG, H. (2009): Ermittlung der effektiven Durchwurzelungstiefe von Forststandorten. – 4. Aufl., Geofakten **9**: 7 S., 1 Abb., 8 Tab.; Hannover (LBEG).
- RAISSI, F., WEUSTINK, A., MÜLLER, U., NIX, T., MEESENBURG, H. & RASPER, M. (2009): Durchführungspläne für die Beweissicherung zum Bewilligungsbescheid zur Entnahme von Grundwasser. – 5. Aufl., Geofakten **19**: 17 S., 3 Abb., 4 Tab.; Hannover (LBEG).
- RENGER, M. (1986): Wasserverbrauch und Pflanzenertrag. – Kali-Briefe (Büntehof) **18 (2)**: 85–92; Hannover.
- RENGER, M. & STREBEL, O. (1980): Wasserverbrauch und Ertrag von Pflanzenbeständen. – Kali-Briefe (Büntehof) **15 (2)** 135–143; Hannover.
- RENGER, M., STREBEL, O., SPONAGEL, H. & WESSOLEK, G. (1984): Einfluss von Grundwassersenkungen auf den Pflanzenertrag landwirtschaftlich genutzter Flächen. – Wasser & Boden **10**: 499–502.
- RENGER, M., WESSOLEK, G. & RIEK, W. (1996): Auswirkungen der Grundwasserentnahme auf Land- und Forstwirtschaft. – Niedersächsische Akademie der Geowissenschaften **11**: 98 S.; Hannover.

Impressum:

Die Geofakten werden vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) herausgegeben und erscheinen unregelmäßig bei Bedarf. Der Bezug beim LBEG ist kostenlos.

Die bisher erschienenen Geofakten können unter <http://www.lbeg.niedersachsen.de> abgerufen werden.

© LBEG Hannover 2009

Nachdruck nur gegen Belegexemplar an:

Redaktion Geofakten
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie
Postfach 510153, 30631 Hannover
Tel.: 0511/ 643 3588

Version: 16.09.2009

Die erste Auflage dieses Textes ist 2000 im damaligen Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung erschienen, die zweite Auflage im Juli 2008 im LBEG.

Autoren

- Dr. Farhad Raissi, Tel.: 0511/ 643 3581
mail: Farhad.Raissi@lbeg.niedersachsen.de
 - Dr. Udo Müller, Tel.: 0511/ 643 3594
mail: Udo.Mueller@lbeg.niedersachsen.de
- Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie
Stilleweg 2, 30655 Hannover
Internet: <http://www.lbeg.niedersachsen.de>