

Defizite des Bodenspeichers und der Versickerungsleistung

Erwin Murer^{1*} und Johannes Wagenhofer¹

Zusammenfassung

Infolge der Bodenbearbeitung durch den Pflug und durch zu hohe Radlasten kommt es bei zu nassen Bodenverhältnissen zu Verdichtungen. Damit wird die Speicherfähigkeit, aber vor allem die vertikale Wasserdurchlässigkeit der Böden wesentlich reduziert. Es wird beispielhaft die Auswirkung einer Unterbodenverdichtung auf den Bodenwasserhaushalt mittels Simulationsmodells beurteilt. Diese beispielhafte Berechnung zeigt deutlich, dass auf Ackerflächen vorhandene Bodenverdichtungen nicht nur direkte Folgen für die Bewirtschaftung haben, sondern auch für den Wasserhaushalt dieser Flächen und deren Einzugsgebiete.

Schlagwörter: Wasserhaushalt, Bodenverdichtung, Simulationsmodell

Summary

Due to tillage operations and high wheel loads at wet soil conditions of the subsoil soil compaction is generated. This significantly reduces storage capacity and the vertical permeability of the soils. As an example the impact of subsoil compaction on soil water balance is illustrated using a simulation model. This illustrative calculation clearly shows that soil compaction on cropland not only has direct consequences for agricultural management, but also for the water balance of these areas and their catchments.

Keywords: water management, soil compaction, simulation model

Einleitung

In Österreich bestehen 3,96 Millionen ha der Flächen aus Wald und 3,19 Millionen ha sind landwirtschaftliche Nutzflächen. Davon sind wiederum 43,5% Ackerflächen (Quelle: Statistik Austria, Agrarstrukturerhebung 2007). Von diesen Ackerflächen sind etwa 34% mittel und 13% hoch verdichtungsempfindlich (MURER 2009). Die auf diesen Flächen stattfindende Verdichtung hat nicht nur direkte Folgen für die Bewirtschaftung, sondern auch für den Wasserhaushalt und deren Einzugsgebiete. Verminderte Infiltrationsraten führen zu erhöhtem Zwischen- bzw. Oberflächenabfluss und damit zu einem verminderten Wasserrückhalt. Ebenso wird die Ertragssicherheit (z.B. durch spätere Bodenerwärmung, gehemmten Nährstoffumsatz, unzureichendem Gasaustausch) verringert. Eine Auswertung von Messdaten aus Böden im Hauptproduktionsgebiet Nördliches Alpenvorland soll einen Überblick über den Zustand des Bodenspeichers und der Versickerungsleistung dieser Böden geben.

Die konvektiven Starkniederschläge in 180 Minuten (Datenbasis 1961-1990) betragen bei einem Wiederkehrintervall von 2 Jahren für weite Bereiche des Hauptproduktionsgebietes Nördliches Alpenvorland zwischen 30 bis 50 mm (HAÖ 2007). Ein Beispiel mit hohen Niederschlägen im Hauptproduktionsgebiet ist die Station des Bundesamtes für Wasserwirtschaft in Pettenbach (Vorchdorf Normalzahl 1030 mm, HZB 1994) und eine Station mit geringen Niederschlägen ist die Station der ZAMG in Hörsching (Normalzahl von 753 mm). In der Oberen Pettenbachrinne traten Niederschläge zwischen 1993 und 2011 über 40 mm pro Tag an 40 Tagen auf und in Hörsching zwischen 1975 und 2011 an 25 Tagen (*Abbildung 1*).

Durch die wiederkehrende Bodenbearbeitung, einem zu meist guten Gefüge wegen eines höheren Humusgehalts ist die gesättigte vertikale Wasserdurchlässigkeit in der Krume gegenüber dem Unterboden hoch. Infolge der Bodenbearbeitung durch den Pflug und den hohen Radlasten wird bei zu nassen Bodenverhältnissen der Unterboden verdichtet. Damit wird die Speicherfähigkeit, aber vor allem die vertikale Wasserdurchlässigkeit wesentlich reduziert.

In der Dränanleitung werden Böden mit gesättigter vertikaler Wasserdurchlässigkeit im Unterboden von kleiner 6 cm/d als sehr gering durchlässig beurteilt (EGGELSMANN 1973). Solche Böden werden unter anderem auch als Haftenäseböden bezeichnet. Damit das überschüssige, sich stauende Wasser aus der Krume rasch versickern kann, wurde als Maßnahme eine Melioration durch Dränung vorgeschlagen. Mit diesem Vergleich soll demonstrativ aufgezeigt werden, in welchen Zustand Unterböden durch unsachgemäße Bearbeitung geführt werden können.

In Teilen des Hauptproduktionsgebietes Nördliches Alpenvorland wurden Felderhebungen mit bodenphysikalischen Laboruntersuchungen in Hinblick auf Unterbodenverdichtung an 30 ausgewählten Standorten vorgenommen. Die Hauptbodentypen (www.bodenkarte.at) sowie die Bodenarten in der Pflugsohle dieser 30 Standorte entsprechen annähernd den Verhältnissen der flächenhaften Verteilung der landwirtschaftlich genutzten Böden in diesem Hauptproduktionsgebiet (MURER 2011). Von diesen Standorten besitzt nur etwa die Hälfte eine ausreichende gesättigte vertikale Wasserdurchlässigkeit im Bereich der Pflugsohle (*Abbildung 2*).

¹ Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN

* Ansprechpartner: DI Erwin Murer, erwin.murer@baw.at



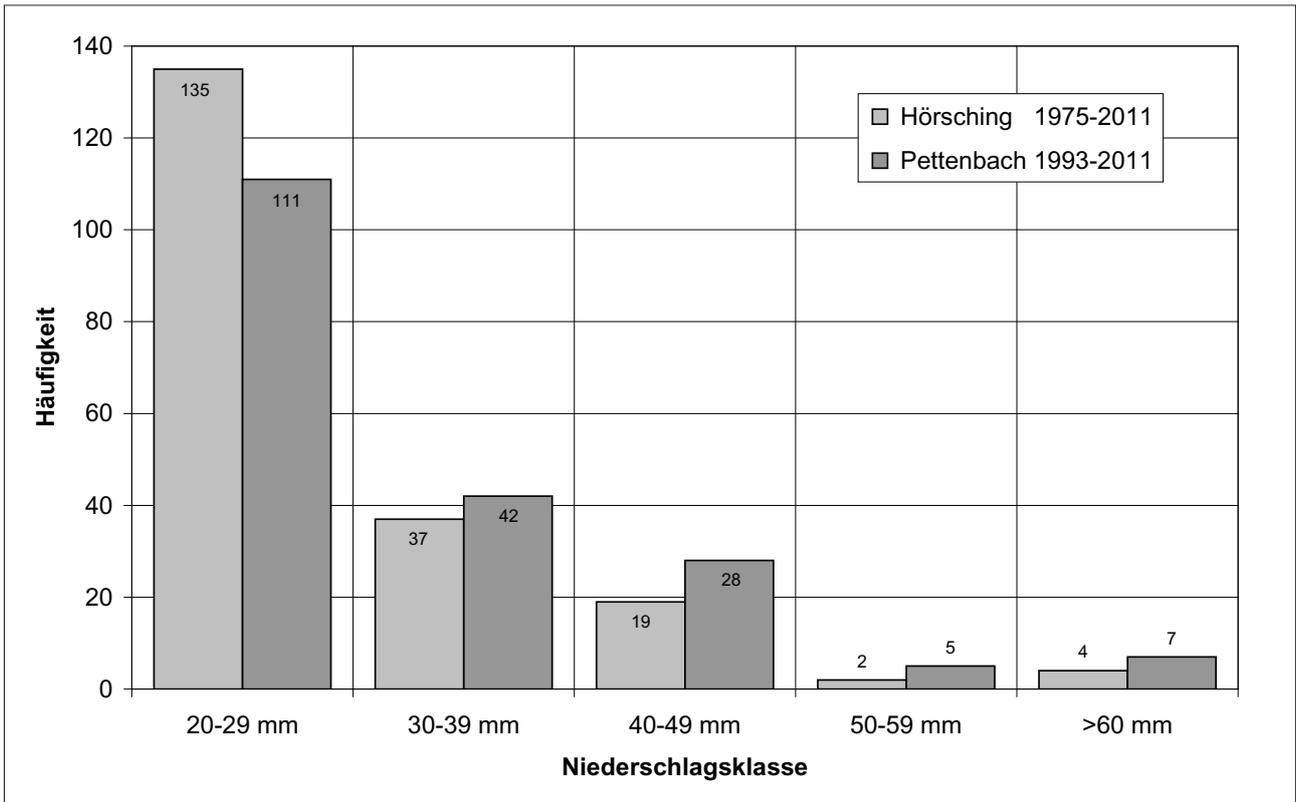


Abbildung 1: Häufigkeit der Niederschlagsklassen der Stationen Pettenbach und Horsching

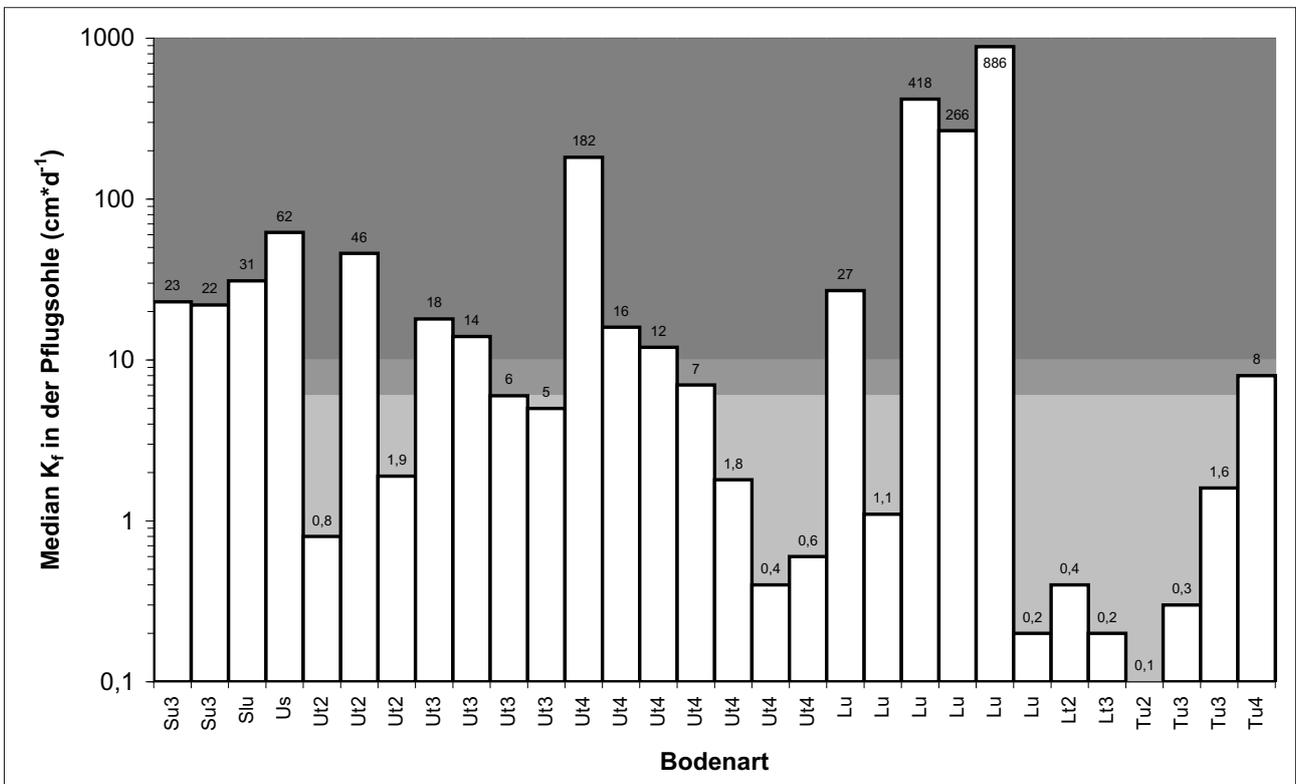


Abbildung 2: Median der gesättigten vertikalen Wasserdurchlässigkeit (K_f) mit der Bodenart (Ad-hoc-AG BODEN, 2005) im Bereich der Pflugschle

Bei der Bodenverdichtung finden vorwiegend Veränderungen der bodenphysikalischen Eigenschaften statt. Dies ist vor allem die Abnahme der Anteile an Grobporen, hauptsächlich an weiten Grobporen ($> 50 \mu\text{m}$ Durchmesser). Ebenso die Umwandlung des in nicht bis wenig verdichtete Böden vorwiegend vertikal ausgerichteten Porensystems in ein vor allem bei Plattengefüge überwiegend horizontal ausgebildeten Porensystems. Ein solches Plattengefüge wirkt dann als Stau und Sperrschicht für Wasser und Luft sowie Pflanzenwurzeln und Bodentiere (BRÜMMER 2001). Es wird in dieser Arbeit beispielhaft die Auswirkung einer Unterbodenverdichtung im Vergleich zum nicht verdichteten Standort auf den Wasserhaushalt der Krume betrachtet.

Material und Methoden

Die Berechnung des Bodenwasserhaushalts erfolgte mit dem Simulationsmodell SIMWASER (STENITZER 1988 und 1998). Betrachtet wird der Zeitraum der Jahre 1995 bis 2008 im Zeitintervall von Tagen. Der Bodenwasserhaushalt eines nicht verdichteten und eines verdichteten Standorts wird verglichen. Der Profilaufbau und die bodenphysikalischen Kennwerte entsprechen einem flächenmäßig häufig verbreiteten Standort im Hauptproduktionsgebiet Nördliches Alpenvorland (MURER 2011). Der verdichtete Standort unterscheidet sich vom nicht verdichteten Standort nur durch eine hinzugefügte Verdichtung im Bereich der Pflugsohle in 25 bis 40 cm Tiefe. In der verdichteten Pflugsohle wurde das Porenvolumen von 39 % auf 35 % verringert und die gesättigte vertikale Wasserdurchlässig-

keit von 18 cm/d auf 6 cm/d reduziert (Abbildung 3). Die bodenphysikalischen Kennwerte (Wasseranteil und Wasserdurchlässigkeit - Saugspannungsbeziehungen) des verdichteten Standortes sind nach den Gesetzmäßigkeiten infolge einer Sackungsverdichtung geändert worden. Die Änderung der Kennwerte in der Pflugsohle erfolgte deshalb nur im Bereich der Saugspannung zwischen der Sättigung und 20 kPa.

Ergebnisse

Die Modellrechnung zeigt für den Zeitraum von 1995 bis 2008 auf täglicher Basis wesentliche Unterschiede im Wasseranteilsverlauf in der Krume zwischen dem nicht verdichteten und dem verdichteten Standort (Abbildung 4). Im verdichteten Standort treten wesentlich öfter höhere Wassergehalte im Oberboden auf als im nicht verdichteten Standort. Im nicht verdichteten Standort wird eine Sättigung der Krume infolge der ausreichenden vertikalen Wasserdurchlässigkeit innerhalb des Betrachtungszeitraumes 1995 bis 2008 nie erreicht. Im gleichen Zeitraum tritt jedoch am verdichteten Standort eine Sättigung in 20 cm Tiefe achtmal auf. Das bedeutet, dass es im verdichteten Standort entweder zu Wasserstau in der Krume oder zu einem Zwischenabfluss gekommen ist.

Diese beispielhaften Berechnungen weisen sehr deutlich darauf hin, dass schädliche Bodenverdichtungen eine Änderung im Bodenwasserhaushalt haben. Damit können gravierende Veränderungen in der Durchwurzelbarkeit und biologischen Aktivität der Böden, in deren Wasser-

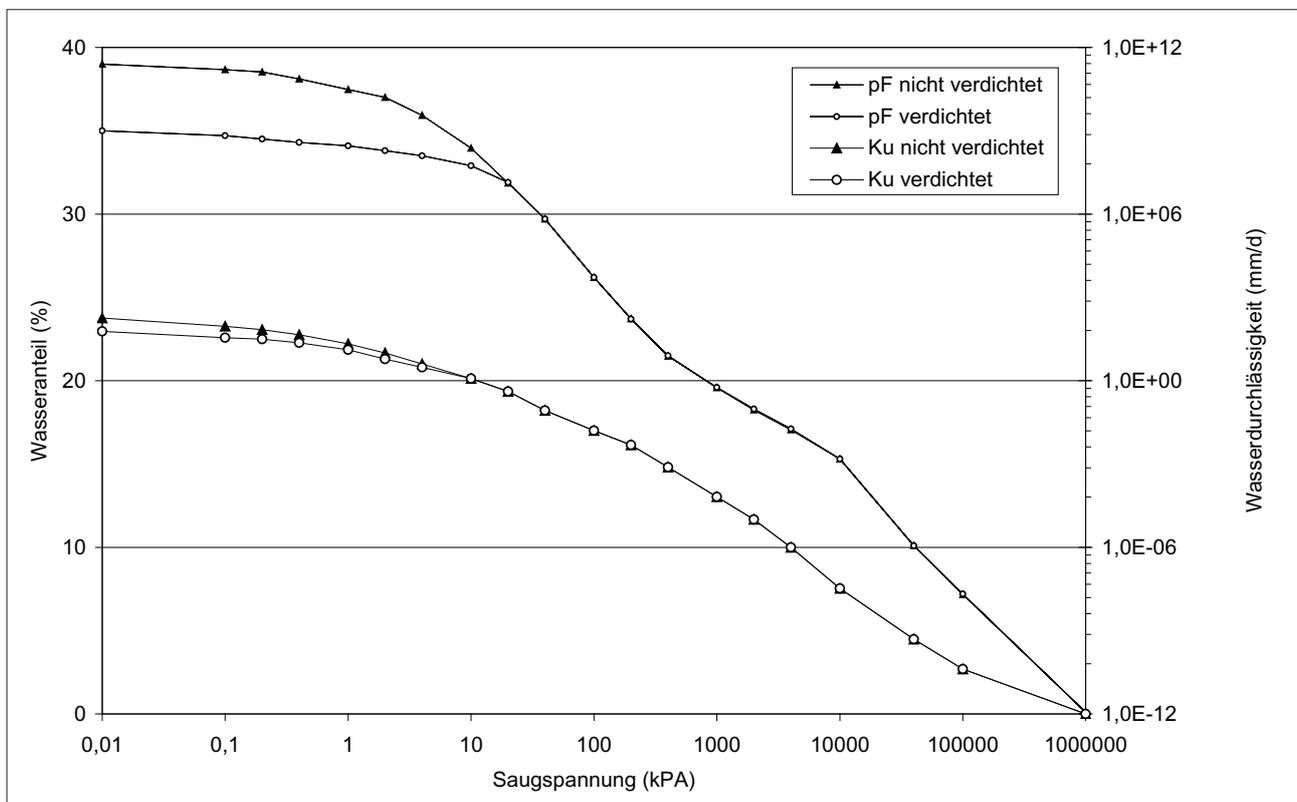


Abbildung 3: Bodenphysikalischen Kennwerte des verdichteten und nicht verdichteten Standortes zwischen 25 und 40 cm Tiefe

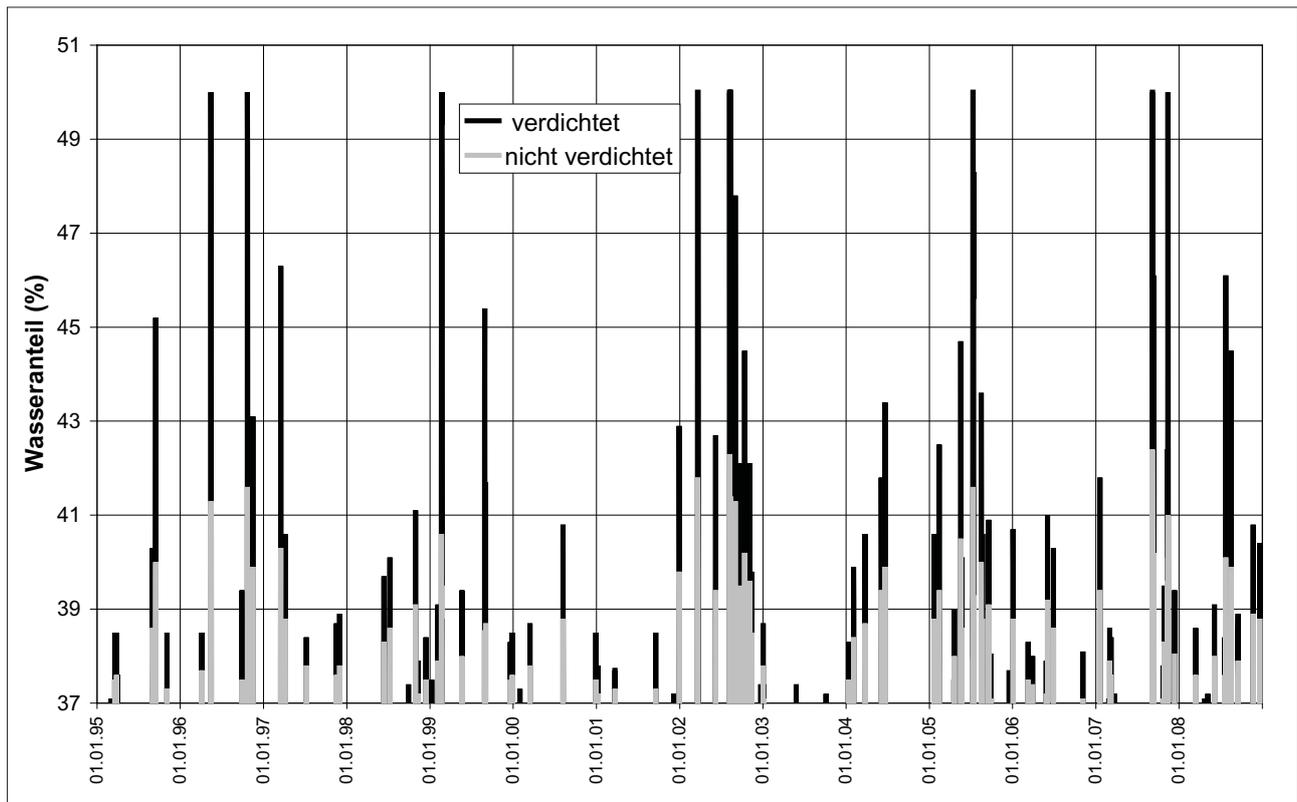


Abbildung 4: Verlauf des Wasseranteils in der Krume (20 cm Tiefe)

Lufthaushalt und Redoxbedingungen sowie in der Nährstoffverfügbarkeit verbunden sein. Schadverdichtungen in Böden führen deshalb zu wesentlichen Veränderungen der Bodenfunktionen, von denen die allgemeinen Kreisläufe von Wasser, Luft und Nährstoffen in der Ökosphäre betroffen sind. Bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung kann es besonders in sehr trockenen wie auch sehr feuchten Jahren zu Ertragseinbußen kommen. In sehr trockenen Jahren kann Wassermangel infolge einer verringerten Durchwurzelbarkeit des Unterbodens zu Mindererträgen führen, während in sehr feuchten Jahren Stauwasser und Luftmangel verbunden mit Reduktions- und Fäulnisprozessen im Oberboden Ertragseinbußen bewirken können. Zudem ist die Wasserinfiltration nach starken Niederschlägen bei ausgeprägten Unterbodenverdichtungen deutlich verringert, so dass ein erhöhter Oberflächenabfluss und damit verbunden ein erhöhter Bodenabtrag die Folge sind.

Literatur

- Ad-hoc-AG BODEN, 2005: Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Aufl., Hannover.
- BRÜMMER, G.W., 2001: Schadverdichtungen in Ackerböden – Entstehung, Folgen, Gegenmaßnahmen – Einführung. 14. Wissenschaftliche Fachtagung vom 5.12.2001. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn.
- EGGELSMANN, R., 1973: Dränanleitung für Landbau, Ingenieurbau und Landschaftsbau. Verlag Wasser und Bodenaxel Lindow & Co. Hamburg.
- HAÖ, 2007: Hydrologischer Atlas Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- HZB, 1994: Hydrographischer Dienst in Österreich. Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 1994. Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Hydrographisches Zentralbüro, Wien.
- MURER, E., 2009: Bericht über die Überprüfung der Anwendbarkeit von Modellen zur Beurteilung der Bodenverdichtung. Projektbericht des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Petzenkirchen (unveröffentlicht).
- MURER, E., 2011: Bericht über die ÖPUL-Evaluierung - Wirksamkeit von ÖPUL-Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtung. Projektbericht des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Petzenkirchen (unveröffentlicht).
- STENITZER, E., 1988: Ein numerisches Modell zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes und des Pflanzenertrages eines Standortes. Mitteilungen aus der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Nr. 31.
- STENITZER, E., 1998: Die Abschätzung der Grundwasserneubildung mit dem Modell SIMWASER auf Basis der Österreichischen Bodenkarte 1:25000. Schriftenreihe des BAW, Band 7, 104-112.