

Untersuchungen zum Bodenwasserhaushalt und zur Durchwurzelung unter einem Gehölzbestand (*Salix purpurea* L.) im Vergleich zu einer Gräser-Kräuter-Narbe

Walter Lammeranner^{1*} und M. Obriejetan¹

Zusammenfassung

Zur oberflächennahen Stabilisierung geschütteter (verdichteter) Dämme und Böschungen können sowohl Gräser-Kräuter Begrünungen als auch Gehölzpflanzungen (ingenieurbioologische Bauweisen) zum Einsatz kommen. Die Art und Weise wie diese den Boden schützen und stabilisieren ist aber durch ihre Lebensform und ihren unterschiedlichen Habitus geprägt. Die im Beitrag vorgestellten Forschungsarbeiten untersuchen deshalb anhand von Lysimeterversuchen die Auswirkungen der beiden Vegetationstypen auf den Bodenwasserhaushalt und legen im Rahmen dieser Versuche ein besonderes Augenmerk auf Form und Tiefe der beiden Wurzelsysteme. Der untersuchte Gehölzbestand besteht dabei aus der bei ingenieurbioologischen Sicherungsmaßnahmen häufig verwendeten Purpur-Weide (*Salix purpurea* L.) und wird einer aus trockenheitsresistenten Arten bestehenden Gräser-Kräuter Vegetation gegenübergestellt. Die vorliegende Arbeit präsentiert die Ergebnisse der ersten Vegetationsperiode. Dabei konnte nach der ersten Vegetationsperiode bei der Gräser-Kräuter Vegetation eine sehr hohe Wurzelkonzentration in den obersten Bodenschichten (vor allem 5-10 cm Bodentiefe) festgestellt werden, welche aber nach unten hin sehr schnell abnimmt. Bei der Weidenvegetation ist die Wurzelkonzentration in den obersten Bodenschichten deutlich geringer, aber gleichmäßiger über das Tiefenprofil verteilt. Betrachtet man die Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt so kam es bei den mit Weiden bepflanzten Lysimetern sehr rasch zu erhöhten Bodenwasserspannungen und geringeren Bodenwassergehalten. Bei den mit Gräser-Kräuter Vegetation bepflanzten Lysimetern kam es erst gegen Ende der Vegetationsperiode zu Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt, welche sich überdies auf die obersten Bodenschichten beschränkten.

Schlagwörter: Bodenwasserhaushalt, Durchwurzelung, Gehölze, Gräser-Kräuter Bewuchs

Summary

For the surface stabilization of (compacted) dams and embankments grass-herb vegetation as well as woody plants (soil bioengineering methods) can be used. The manner in which these vegetation forms stabilize and protect the soil is influenced by their life form and different habitus. The research presented in this article is therefore studying the effects of both types of vegetation on the soil water balance and the shape and depth of the rootinf systems by lysimeter investigations. The investigated woody plants consisted of purple willows (*Salix purpurea* L.) which are often used in soil bioengineering techniques and are compared to a drought-resistant grass-herb vegetation. This paper presents the results of the first growing season. After the first growing season the grass-herb vegetation showed a very high concentration of roots in the upper soil layers (5-10 cm soil depth), but the root concentration decreased very fast towards the bottom of the lysimeters. Within the woody vegetation lysimeters, the root concentration in the upper soil layers was significantly less, but more evenly distributed over the depth profile. Regarding the soil water balance the willows led very fast to increased soil water pressures and lower soil water contents. In the lysimeters with grass-herb vegetation, effects on soil water balance were limited to the upper soil layers and were observed only at the end of the growing season.

Keywords: soil water balance, rooting systems, woody plants, grass-herb vegetation

Einleitung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen von Forschungsarbeiten zu den Auswirkungen von Gehölzbeständen auf Hochwasserschutzdämme durchgeführt. Die Vegetationsdecke auf Hochwasserschutzdämmen ist dabei besonders im Hinblick auf Erosionsschutz und Böschungsstabilität maßgebend. In den Regelwerken wird als bester Schutz für den Dammkörper eine dauerhafte, dichte und geschlossene

Grasnarbe gesehen. Gehölze auf Hochwasserschutzdeichen werden abgelehnt, beziehungsweise nur unter besonderen Bedingungen geduldet. Begründet wird dies unter anderem mit den Befürchtungen, dass Wurzeln entlang ihrer Gänge die Wasserbewegung und die Durchlässigkeit erhöhen und sich angreifende Kräfte (Wind, Wasser, Schnee) auf die Wurzeln übertragen und damit den Boden lockern. Viele dieser Annahmen basieren aber oft auf Erfahrungswerten, welche mit problematischen und unpassenden Gehölzbe-

¹ Institut für Ingenieurbioologie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordan-Straße 82, A-1190 WIEN

* Ansprechpartner: DI Walter Lammeranner, walter.lammeranner@boku.ac.at



Abbildung 1: Dimensionen der Versuchsbehälter und Aufbau des Bodens.

ständen, wie großen Einzelbäumen und einzelnen Baumgruppen gemacht wurden. Aufgrund der Langwierigkeit und der Abhängigkeit von spezifischen Standortbedingungen sind die wissenschaftlichen Untersuchungen und Erkenntnisse auf diesem Gebiet rar.

Die vorliegenden Untersuchungen leisten deshalb einen Beitrag hinsichtlich Durchwurzelung und Bodenwasserhaushalt von Gräser-Kräuter Vegetationen sowie von Gehölzbeständen aus Weiden (*Salix sp.*). Die Ergebnisse sind dabei auch im Hinblick auf andere Formen von geschütteten (verdichteten) Dämmen und Böschungen von Bedeutung. Des weiteren liefern diese weiterführend auch Erkenntnisse über die Auswirkungen von ingenieurb biologischen Bauweisen unter Einsatz von Weiden.

Material und Methoden

Die Lysimeterversuche wurden im Frühjahr 2009 auf einem Gelände der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal in

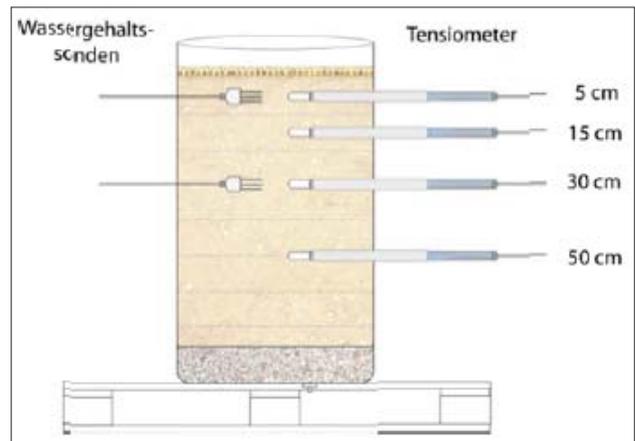


Abbildung 2: Lage der Bodenwassergehaltssonden und Tensiometer.

Deutsch-Wagram (Niederösterreich) angelegt. Dazu wurden 20 zylindrische Behälter (Fässer) mit einer Höhe von 95 cm, einem inneren Durchmesser von 55,4 cm und einem Volumen von 220 l verwendet. Die Behälter wurden an ihrer Unterseite mit einem Abfluss versehen, auf Holzpaletten aufgestellt und mit einer 10 cm hohen Schicht Drainkies gefüllt. Um zu vermeiden, dass feine Bodenbestandteile aus dem darüber liegendem Bodenkörper ausgeschwemmt werden wurde über dem Drainkies noch ein Schutzvlies angebracht. Das für den Bodenkörper verwendete Material wurde lageweise geschüttet und mit einem Verdichtungsgerät auf eine Trockenrohdichte (ρ_D) von $1,86 \text{ g/cm}^3$ verdichtet. Das Bodenmaterial besteht aus einem weitgestuften Sand-Kies-Gemisch. Im Labor durchgeführte Durchlässigkeitsversuche (fallende Druckhöhe) ergaben bei der verwendeten Einbaudichte Durchlässigkeitsbeiwerte (k_{10}) im Bereich von 10^{-8} m/s bis 10^{-7} m/s (siehe Abbildungen 1 und 2).

Von den 20 Lysimetern wurden entsprechend den Vegetationsformen auf den Dammböschungen ein Teil mit Weiden (*Salix purpurea* L.) bepflanzt sowie ein anderer Teil mit Gräsern und Kräutern begrünt. Die Weidenvegetation wurde dabei nach Art der ingenieurb biologischen Bauweise

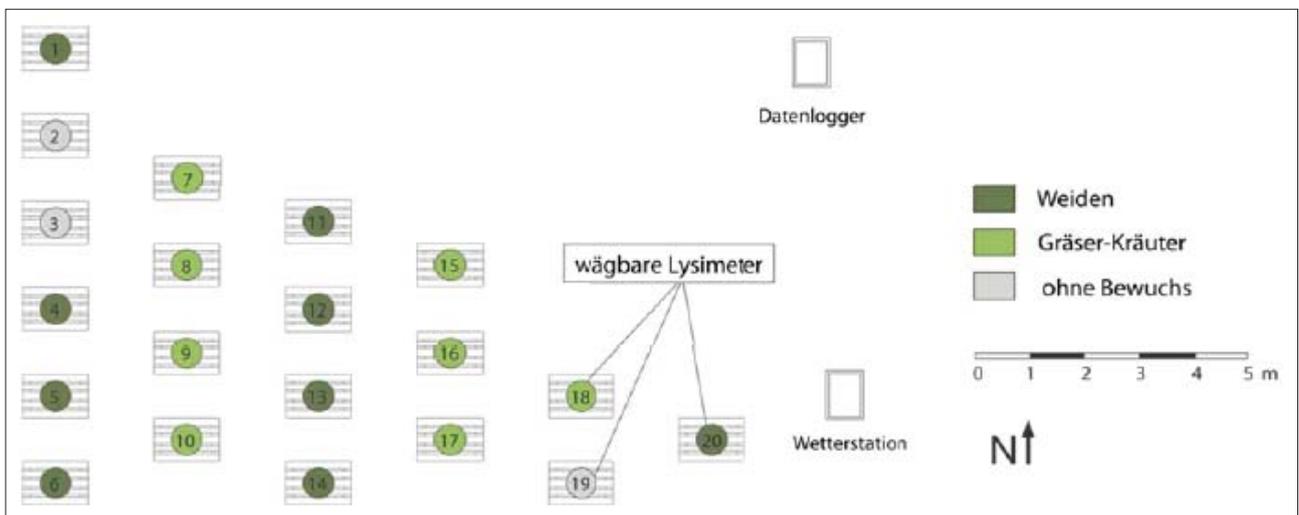


Abbildung 3: Übersicht über die Versuchsanlage (schematische Aufsicht).

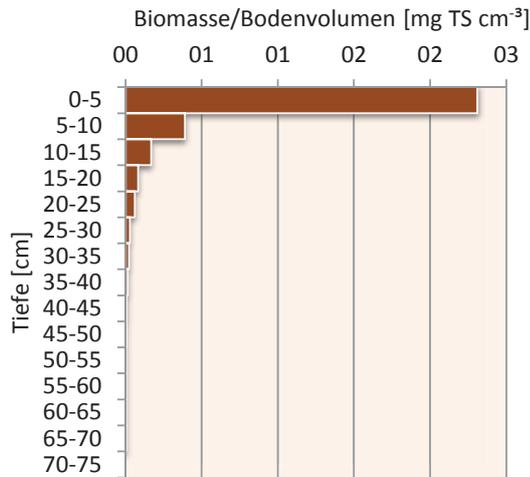


Abbildung 4: Gräser-Kräuter Vegetation, Erste Vegetationsperiode: Biomasse (Trockensubstanz) pro Volumeneinheit Boden.

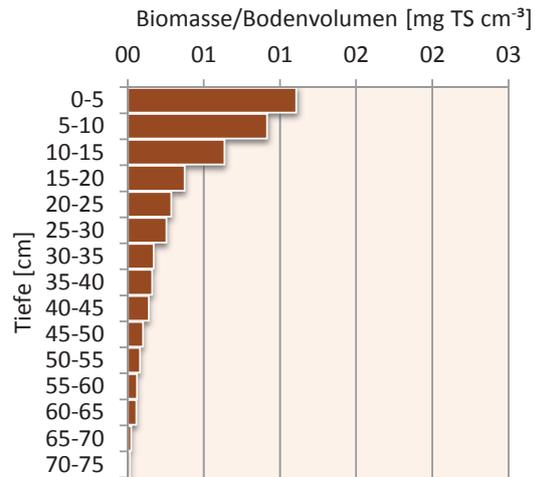


Abbildung 5: Weidenvegetation, Erste Vegetationsperiode: Biomasse (Trockensubstanz) pro Volumeneinheit Boden.

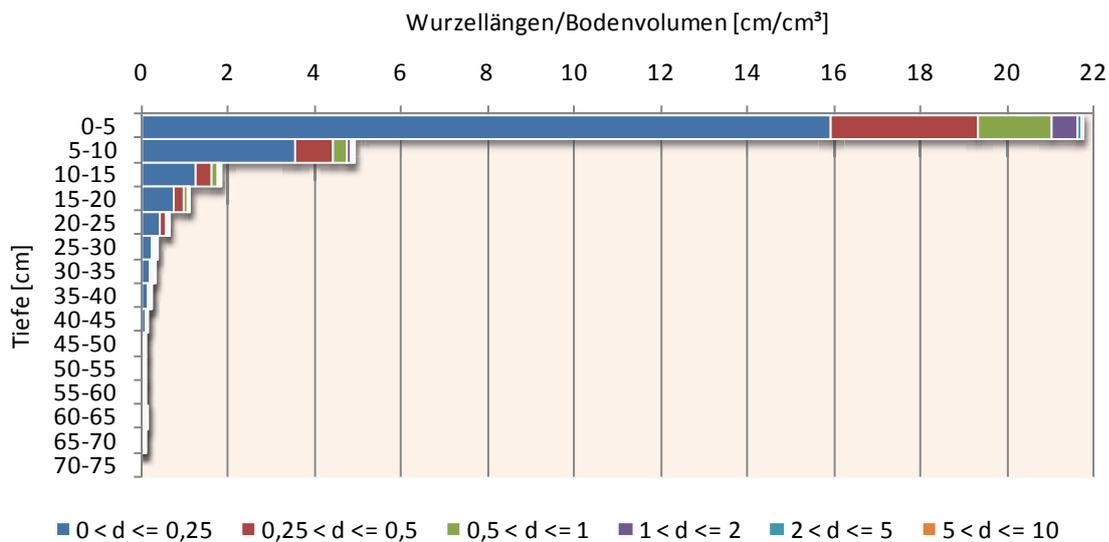


Abbildung 6: Gräser-Kräuter Vegetation, Erste Vegetationsperiode: Wurzellängen pro Volumeneinheit Boden, Wurzeln aufgeteilt in Durchmesserklassen (siehe Legende).

der Weidenspreitlage aufgebracht indem fingerdicke Weidenäste auf die Oberfläche aufgelegt und gering mit Humus überdeckt wurden (2 cm). Die Gräser-Kräuter Ansaat wurde als Trockensaat ausgeführt. Als Nullvariante blieben drei Behälter vegetationslos. Eine Übersicht über die Anordnung der Behälter ist in *Abbildung 3* zu sehen.

Während bei 17 von 20 Versuchsbehältern nur die, die Behälter durchlaufende Sickerwassermenge mittels manuell zu entleerender Sammelbehälter gemessen wird, sind drei der Versuchsbehälter mit Messinstrumentierung ausgestattet und zu wägbaren Lysimetern ausgebaut. Diese drei Behälter stehen auf einer Wägezelle und sind in vier verschiedenen Tiefen mit je 2 Bodenwassergehaltssensoren (Hydra Probe

II der Firma Stevens) und je 4 Tensiometern (T4 der Firma UMS) ausgestattet. Die Sickerwassermenge wird mittels Kippwaagen (KIPP004 der Firma UMS) gemessen. Um die Wasserhaushaltsbilanz bestimmen zu können, werden auch die meteorologischen Parameter (Niederschlag, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Strahlung) erfasst. Die gemessenen Parameter werden alle 10 Minuten vom Datenlogger abgerufen und gespeichert.

Jedes Jahr wird ein Behälter jedes Vegetationstyps auseinander genommen. Dabei wird zuerst die gesamte oberirdische Biomasse abgeerntet. Bei den Weiden erfolgt die Messung von Durchmesser und Länge der Sprosse, danach werden die Blätter von den Zweigen getrennt. Die Blätter

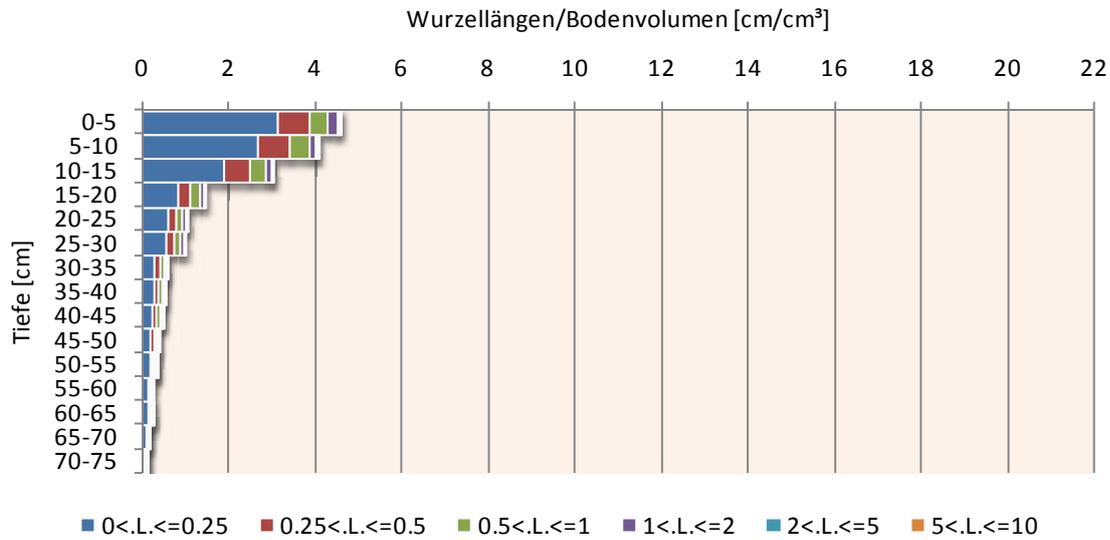


Abbildung 7: Weidenvegetation, Erste Vegetationsperiode: Wurzellängen pro Volumeneinheit Boden, Wurzeln aufgeteilt in Durchmesserklassen (siehe Legende).

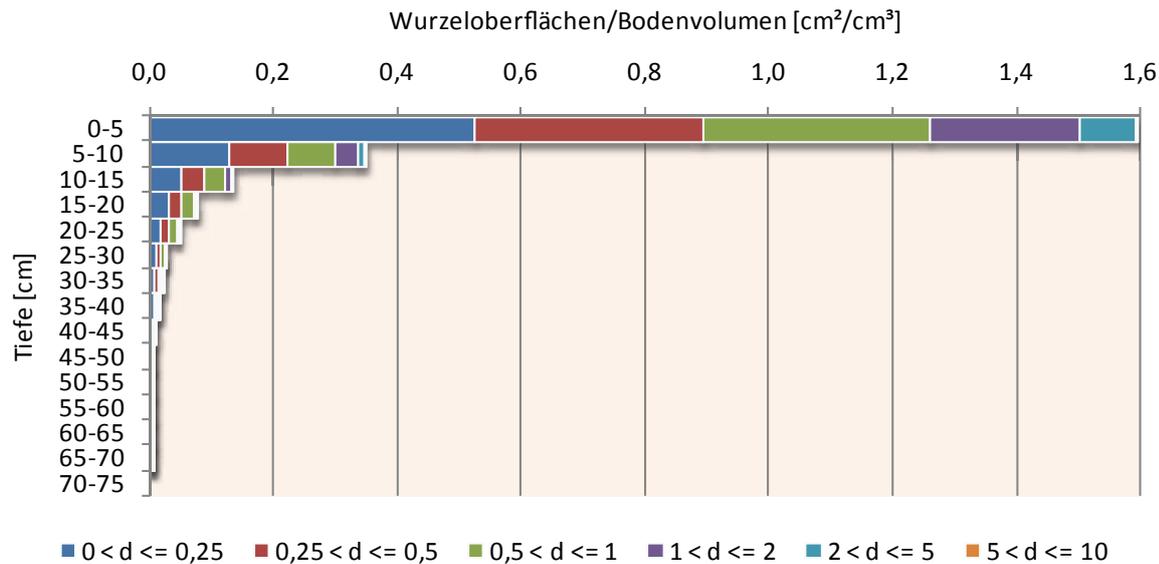


Abbildung 8: Gräser-Kräuter Vegetation, Erste Vegetationsperiode: Wurzeloberflächen pro Volumeneinheit Boden, Wurzeln aufgeteilt in Durchmesserklassen (siehe Legende).

werden eingescannt um den Blattflächenindex (BFI) oder Leaf Area Index (LAI) zu bestimmen. Danach werden die einzelnen Pflanzenteile sowie auch die oberirdischen Teile der Gräser-Kräuter Vegetation bei 80 °C bis zur Trockenkonstanz getrocknet. Bei den wägbaren Lysimetern wird zerstörungsfrei Durchmesser und Länge der Sprosse der Weiden bestimmt. Bei der Gräser-Kräuter Begrünung erfolgt die Charakterisierung durch die Trocknung und Wägung des einmal im Jahr gewonnenen Mahdgutes.

Zur Untersuchung des Wurzelwachstums werden die Behälter nach und nach in Ringen von 5 cm aufgeschnitten,

das Bodenmaterial samt Wurzeln abgetragen und in Säcken verwahrt. Dieses Bodenmaterial wird danach in Wasser aufgelöst und die Wurzeln sorgfältig heraus gesiebt. Danach wurden die Wurzeln schichtweise eingescannt und mittels der Software WinRHIZO ausgewertet.

Ergebnisse

Nachfolgend ist ein Teil der Ergebnisse aus der ersten Vegetationsperiode angeführt. Dabei wird vor allem auf die Wurzeluntersuchungen (Biomasse, Wurzellängen, Wurzel-

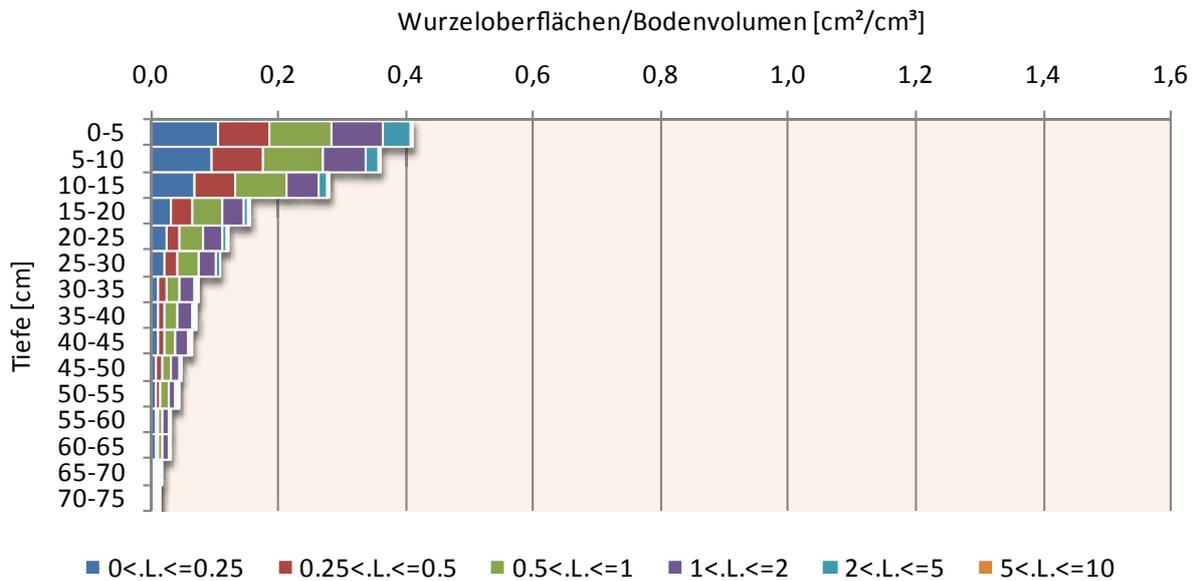


Abbildung 9: Weidenvegetation, Erste Vegetationsperiode: Wurzeloberflächen pro Volumeneinheit Boden, Wurzeln aufgeteilt in Durchmesserklassen (siehe Legende).

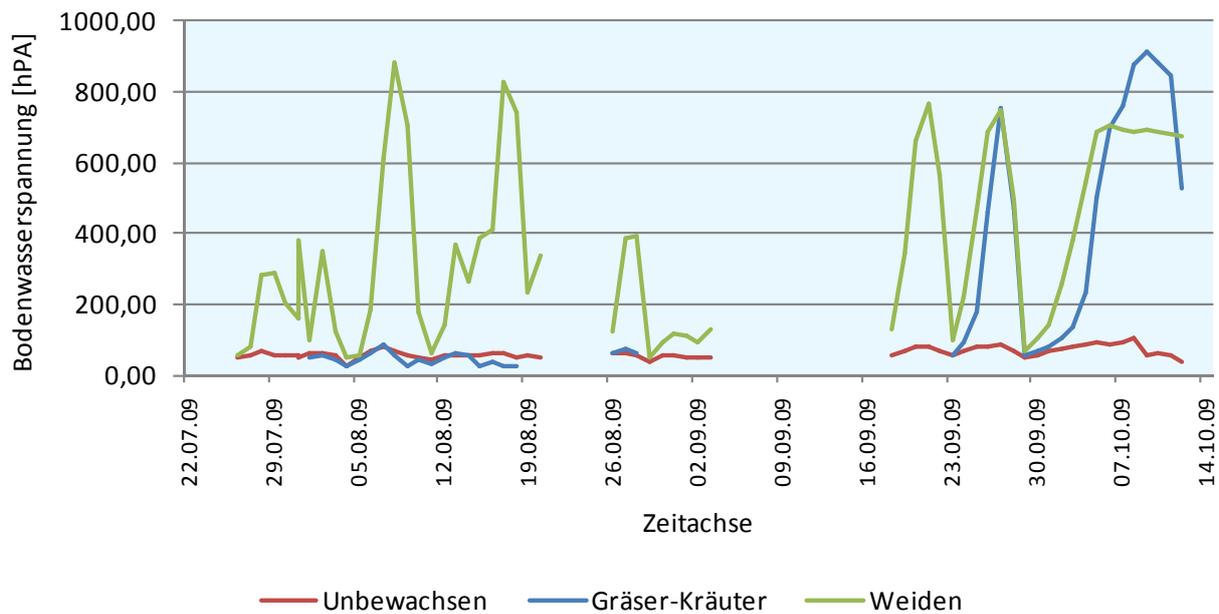


Abbildung 10: Bodenwasserspannungen in der ersten Vegetationsperiode in einer Messtiefe von 5 cm.

oberflächen) und die Bodenwasserhaushaltsuntersuchungen (Bodenwasserspannungen) näher eingegangen.

Bei der Weidenvegetation wurde in der ersten Vegetationsperiode eine oberirdische Biomasse von 98 g Trockensubstanz produziert. Dabei entfielen auf die Zweige 63 g und auf die Blätter 35 g. Bei der Gräser-Kräuter Begrünung betrug die oberirdische Biomasse weniger als ein Drittel der der Weiden nämlich 29 g Trockensubstanz. Betrachtet man die Wurzeln so wurde bei den Weiden eine Wurzelbiomasse von 53 g und bei der Gräser-Kräuter Vegetation von 37 g Trockensubstanz gemessen. In den *Abbildungen 4* und *5* ist

die Wurzelbiomasse nach den einzelnen Tiefenschichten von 5 cm aufgeteilt und auf das Bodenvolumen in mg Trockensubstanz pro cm^3 Bodenvolumen bezogen. Deutlich zu sehen ist die starke Konzentration der Wurzelbiomasse in den ersten 5 cm bei der Gräser-Kräuter Vegetation. Bei der Weidenvegetation erfolgt die Abnahme der Wurzelbiomasse über die Tiefe gleichmäßiger.

Betrachtet man die Wurzellängen in den einzelnen Tiefenschichten zeigt sich, dass bei der Gräser-Kräuter Vegetation in den ersten 5 cm etwa 22 cm Wurzeln auf 1 cm^3 Bodenvolumen zu finden waren wobei der größte Anteil (etwa 16 cm)

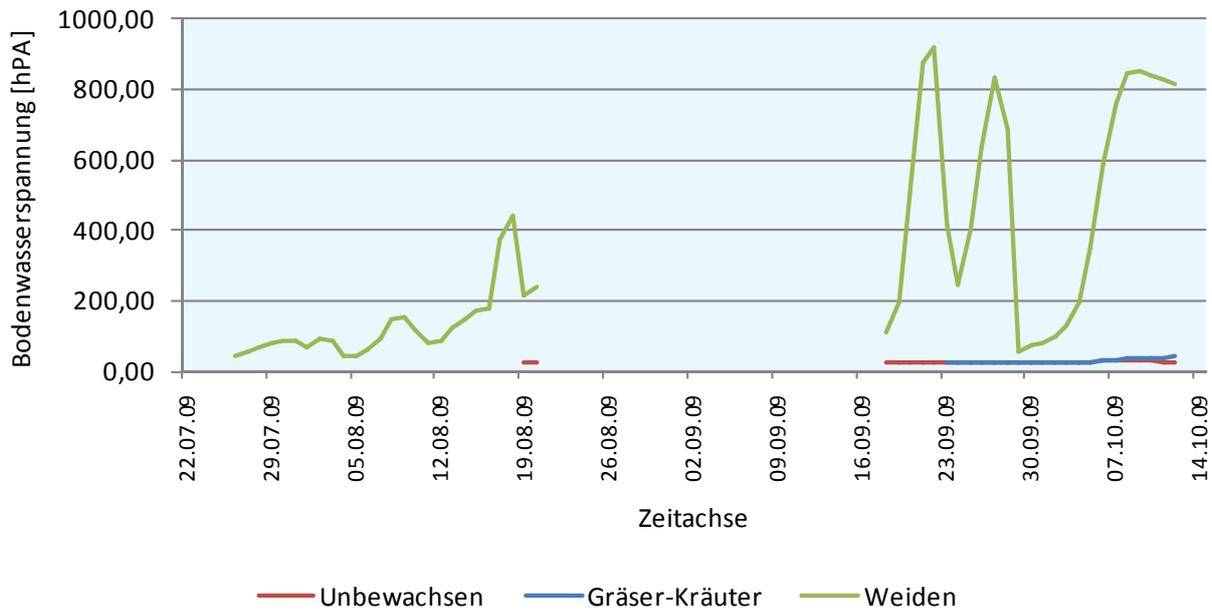


Abbildung 11: Bodenwasserspannungen in der ersten Vegetationsperiode in einer Messtiefe von 30 cm.

auf Wurzeln kleiner gleich 0,25 mm entfiel (siehe *Abbildung 6*). Bei den Weiden waren es in den ersten 5 cm Tiefe nur knapp über 4 cm Wurzeln pro cm^3 Bodenvolumen, danach nehmen die Wurzellängen über die Tiefe relativ gleichmäßig ab. Auch bei den Weidenwurzeln entfällt der größte Anteil an den Wurzellängen auf Wurzeln kleiner gleich 0,25 mm (siehe *Abbildung 7*). Betrachtet man die Wurzellängen über das gesamte Bodenvolumen der Behälter so waren bei der Gräser-Kräuter Vegetation Wurzellängen von 31 cm und bei den Weiden von 18 cm pro cm^3 Bodenvolumen zu beobachten.

Die Auswertung hinsichtlich Wurzeloberflächen ergibt ein ähnliches Bild. Bei der Gräser-Kräuter Vegetation konzentrierte sich die Oberfläche in den ersten 5 cm wo sie fast $1,6 \text{ cm}^2$ pro cm^3 Bodenvolumen erreicht. Danach nahmen die Wurzeloberflächen aber recht rasch mit der Tiefe ab. Im Vergleich dazu waren die Wurzeloberflächen bei den Weiden in der ersten Tiefenschicht (0-5 cm) mit $0,4 \text{ cm}^2$ eher gering. Erst in einer Tiefe von 10-15 cm sind die Wurzeloberflächen der Weiden größer als die der Gräser-Kräuter Vegetation. Betrachtet man die Wurzeloberflächen über das gesamte Bodenvolumen der Behälter so waren bei der Gräser-Kräuter Vegetation Wurzellängen von $2,36 \text{ cm}^2$ und bei den Weiden von $1,76 \text{ cm}^2$ pro cm^3 Bodenvolumen zu beobachten.

Betrachtet man nun den Verlauf der Bodenwasserspannungen in der ersten Vegetationsperiode erkennt man, dass die Weiden bereits ein Monat nach der Bepflanzung (22.06.2009) Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt zeigen. So waren die Bodenwasserspannungen nach nur einem Monat Wachstum deutlich höher als bei den Lysimetern mit Gräser-Kräuter Vegetation. Gegen Ende der ersten

Vegetationsperiode zeigten sich dann in einer Messtiefe von 5 cm bereits ähnliche Bodenwasserspannungen bei beiden Vegetationsformen. Hingegen konnte in einer Messtiefe von 30 cm bei der Gräser-Kräuter Vegetation noch keine Beeinflussung durch die Vegetation festgestellt werden, die Messwerte zeigen hier den gleichen Verlauf wie bei dem unbewachsenen Lysimeter (siehe *Abbildungen 10 und 11*).

Resümee und Ausblick

Die Ergebnisse der ersten Vegetationsperiode zeigen wie rasch ingenieurbio-logische Bauweisen unter Einsatz von Weidengehölzen (*Salix sp.*) zu einer gleichmäßigen und tiefreichenden Durchwurzelung und erhöhten Bodenwasserspannungen sowie geringeren Bodenwassergehalten führen. Andererseits konnte aber auch festgestellt werden, dass Gräser-Kräuter Vegetationen einen sehr dichten Wurzelfilz in den obersten Bodenschichten ausbilden. Die Ergebnisse leisten einen Beitrag zur Bewertung der bodenstabilitätsfördernden Eigenschaften der beiden Vegetationstypen. Weiterführende Aussagen sind aber erst nach Betrachtung weiterer Vegetationsperioden möglich.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projekts „Gehölzstrukturen an Dämmen und Deichen“ durchgeführt. Dieses wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und dem Amt der niederösterreichischen Landesregierung (Abteilung Wasserwirtschaft sowie Abteilung Wasserbau) gefördert.