

Industrie und durch natürliche Emissionen des Fichtenbestandes bestimmt. Meßergebnisse für klassische Luftverunreinigungen aus benachbarten Gebieten und für Kohlenwasserstoffe aus dem Höglwald selbst lassen auf eine niedrige bis mittlere Immissionsbelastung schließen.

Summary

The chemical characterization of the air at the site of Höglwald

The air quality of Höglwald is influenced by pollution from Munich and Augsburg, agricultural and industrial activities in the region, and natural emissions of the spruce vegetation. Analytical determination of classic air pollutants in neighbouring areas as well as hydrocarbons in the Höglwald indicate low to medium aerial deposition of air pollutants.

Literatur

- KREUTZER, K.; BITTERSÖHL, J., 1986: Untersuchungen über die Auswirkungen des sauren Regens und der kompensatorischen Kalkung im Wald. Forstw. Cbl. 105, 273–282.
KREUZIG, R.; GEBEFÜGI, I.; KORTE, F., 1986: Leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe biogenen und anthropogenen Ursprungs in der Luft von Waldgebieten. Forstw. Cbl. 105, H. 3.
UMWELTBUNDESAMT, 1983: Übersicht über die Immissionsbelastung in der Bundesrepublik Deutschland. Monatsberichte aus dem Meßnetz 12, 2–8.

Anschriften der Verfasser: Dipl.-Ing. agr. R. KREUZIG, Prof. Dr. F. KORTE, Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München, Institut für Ökologische Chemie, Ingolstädter Landstr. 1, D-8042 Neuherberg, und Technische Universität München, Lehrstuhl für Ökologische Chemie, Am Löwentor, 8050 Freising/Weihenstephan

Einfluß der Beregnung auf Matrixpotentiale und Bodendurchfeuchtung im Höglwald-Experiment¹

VON W. GRIMMEISEN, K. KREUTZER, J. BITTERSÖHL

Einführung

Im Rahmen des Höglwaldprojektes (KREUTZER u. BITTERSÖHL 1986) werden zur Simulation saurer Niederschläge Beregnungen in einem 75–80jährigen Fichtenversuchsbestand durchgeführt. Sie bilden die Basis für eine Reihe bodenkundlicher, biologischer und hydrologischer Untersuchungen in interdisziplinärer Kooperation.

Der folgende Beitrag soll zeigen, welche Auswirkungen der zusätzlich zum natürlichen Regen ausgebrachte künstliche Niederschlag auf die räumliche und zeitliche Verteilung der Matrixpotentiale und der Wassergehalte des Waldbodens ausübt. Dargestellt werden beispielhafte Verläufe im zweiten Experimentaljahr (1985) auf beregneten und nicht beregneten Parzellen.

¹ Beitrag Nr. 5 der Höglwald-Serie 1986.

Methoden

Die Beregnungen werden mittels Kreis- und Wenderegnern auf den Waldboden ausgebracht. Die Position der Regner wurde empirisch so eingerichtet, daß das Beregnungswasser möglichst homogen verteilt wird. Wie fortlaufende Überprüfungen zeigen, variiert der Eintrag in der Regel nicht mehr als 30 %.

Die experimentellen Beregnungen fanden 1984 zwischen Mai und November und 1985 zwischen Mai und September in ein- bis mehrwöchigen Abständen statt. Je Beregnungsereignis wurden 10–12 mm verregnet. 1984 betrug die Beregnung insgesamt 165 mm, 1985 173 mm. Dies entspricht 60–75 % des Bestandsniederschlages während des Beregnungszeitraums.

Zur Erfassung der Saugspannungen im Boden wurden in Anlehnung an die Vorgehensweise von KREUTZER und SCHILLITZ (1983) Tensiometer in verschiedenen Tiefen und verschiedenen Stammabständen eingebaut (Abb. 1). Wir verwendeten piezoresistive Druckaufnehmer mit elektronischer Erfassung von Saugspannungsänderungen im Boden. Die Weiterleitung der elektrischen Spannungssignale aus den Tensiometern zur automatischen Meßdatenerfassung macht den Einsatz von Meßwertverstärkern notwendig. Über technische Details berichten GRIMMEISEN und KREUTZER (1986). Die Wassergehalte des Bodens wurden aus den gesondert erstellten pF-Kurven abgeleitet (GRIMMEISEN u. MAYER 1986).

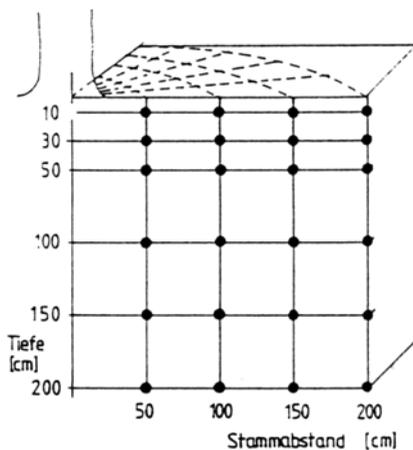


Abb. 1. Räumliche Anordnung der Tensiometer pro Meßplatz (jede Einbautiefe ist auf einem gesonderten Radius); ● Tensiometer

Fig. 1. Spatial arrangement of tensiometers on the measuring plots (each depth on a special radius)

Ergebnisse

Die Zeitverläufe der Matrixpotentiale in beregneten und nicht beregneten Parzellen zeigt die Abbildung 2. Dargestellt sind die Werte in den verschiedenen Tiefen für einen Stammabstand von 1,5 bzw. 2 m. Dieser Stammabstand repräsentiert im wesentlichen die Verhältnisse der Zwischenflächen (KREUTZER 1985).

Die Matrixpotentiale variieren auf den beregneten Flächen im Hauptwurzelraum bis 50 cm Tiefe meist zwischen -20 und -150 hPa. Dies entspricht einem Schwankungsbereich der Wassergehalte von rund 0,35 bis 0,45, so wie er sich im Winter normalerweise bei Feldkapazität in dieser Tiefe einstellt. Auf den unberegneten Flächen hingegen sanken im Wurzelhorizont die Matrixpotentiale als Folge der sommerlichen Transpiration stark ab und erreichen Minimalwerte unter -800 hPa mit Wassergehalten von weniger als 0,32. Bis in 1 m Tiefe ist der Bewässerungseffekt deutlich erkennbar, klingt dann aber bis 1,5 m Tiefe ziemlich aus. Die winterlichen Matrixpotentiale, die in diesen Tiefen vorherrschen, sind niedriger als jene im Hauptwurzelraum, da der Unterboden einen größeren Anteil von gröberen Poren aufweist.

Abbildung 3 zeigt die Zeitverläufe der Matrixpotentiale in verschiedenen Stammabständen

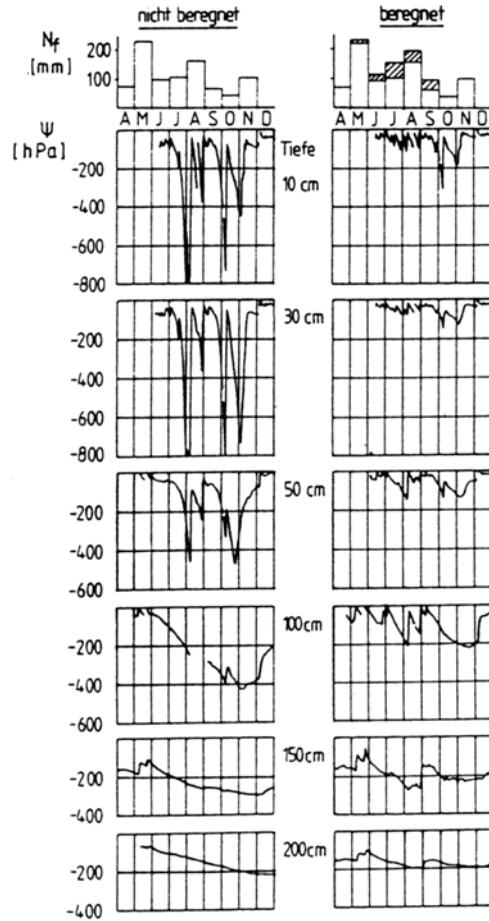


Abb. 2. Matrixpotentiale (Ψ) einer nicht beregneten und einer beregneten Parzelle in verschiedenen Tiefen bei 1,5 bzw. 2 m Stammabstand für den Zeitraum April–Dezember 1985 (□ – Freilandniederschlag, ▨ – Beregnung)

Fig. 2. Matric potentials (Ψ) of a non-irrigated and an irrigated plot at different depths and at distances from the stem of 1.5 and 2.0 m, respectively, for April–December 1985 (□ – bulk precipitation, ▨ – irrigation)

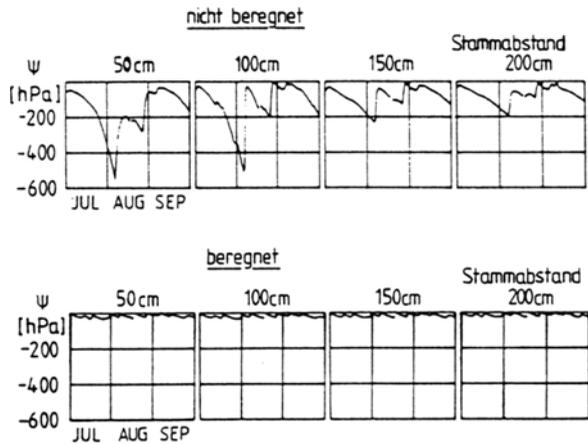


Abb. 3. Matrixpotentiale (Ψ) eines nicht beregneten und eines beregneten Meßplatzes in verschiedenen Stammabständen bei einer Tiefe von 50 cm für die Monate Juli, August, September 1985

Fig. 3. Matric potentials (Ψ) of a non-irrigated and an irrigated measuring plot at different distances from the stems at 50 cm depth for the months July, August, September 1985

bei gleicher Bodentiefe. Auf den nicht beregneten Parzellen ist die sommerliche Stammabstandsbeziehung der Matrixpotentiale deutlich zu sehen; verursacht durch die größere Wurzel-dichte in Stammnähe. Auf den beregneten Parzellen ist dieser Effekt infolge der zusätzlichen Bewässerung stark verwischt. Löst man jedoch zeitlich weiter auf, so wird erkennbar, daß sich auch auf den beregneten Parzellen der Sog der Wurzeln in Matrixpotentialänderungen dokumentiert. Abbildung 4 zeigt die Tagesrhythmik der Matrixpotentiale, bedingt durch die Tagesrhythmik der Transpiration.

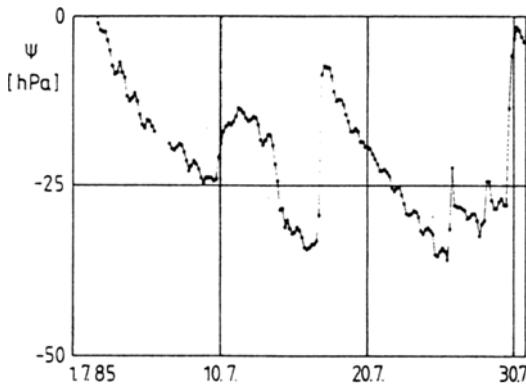


Abb. 4. Tagesschwankung des Matrixpotentials an einem Tensiometer eines beregneten Meßplatzes (Tiefe 50 cm, Stammabstand 50 cm)

Fig. 4. Daily variation of matrix potentials at a selected tensiometer of an irrigated measuring plot (depth 50 cm, distance from stem 50 cm)

Diskussion

Die zeitlichen und räumlichen Änderungen der Matrixpotentiale auf den unberegneten Parzellen lassen die gleichen Gesetzmäßigkeiten erkennen, wie sie von BENECKE und MAYER schon 1971 beschrieben wurden und von BENECKE (1984), SCHLICHTER (1980), KREUTZER und SCHILLITZ (1984), KREUTZER (1985) als Grundlage in statistischen Wasserhaushaltsmodellen Anwendung fanden.

Auf den beregneten Parzellen gelten zwar grundsätzlich die gleichen Gesichtspunkte für die Herleitung der Wasserbewegung im Boden, jedoch erhebt sich hier aus hydroökologischer Sicht die Frage, ob durch die experimentelle Beregnung im Wurzelraum Luftmangel erzeugt wird, so daß die Nährstoffaufnahme der Wurzeln nachläßt und als Folge mangelnder Vitalität Sekundärschädlinge ansetzen. Diese Frage muß im Hinblick auf das Gesamtexperiment sehr kritisch gesehen werden, da sie möglicherweise die Aussagen über künstliche Bodenversauerung oder Kalkung wesentlich überlagert. Vergleicht man jedoch die häufig auftretenden Matrixpotentiale mit den zugeordneten Luftgehaltswerten nach der pF-Kurve (Tab. 1), so zeigt sich, daß nur in relativ seltenen Fällen und außerdem nur kurzfristig knappe Luftversorgungen mit weniger als 10 Vol. % auftreten. Auch die Ergebnisse der biologischen Untersuchungen von BLASCHKE (1986), KREUTZER und ZELLES (1986) lassen den Schluß zu, daß kein empfindlicher Luftmangel über längere Zeit herrschte.

Tabelle 1

Volumenbezogener Luftgehalt in Abhängigkeit vom Matrixpotential in verschiedenen Bodentiefen

Volumetric air contents for at different matric potentials at different soil depths

Tiefe	Matrixpotential (hPa)			
	-20	-40	-60	-100
10 cm	0,08	0,14	0,18	0,20
30 cm	0,07	0,10	0,13	0,15
50 cm	0,06	0,08	0,09	0,10

Zusammenfassung

Die im Rahmen des Höglwaldprojektes im 2. Experimentaljahr durchgeführte Beregnung des Waldbodens mit 173 mm pro Jahr in den Monaten Mai 1985 bis September 1985 erhöhte die Durchfeuchtung des Oberbodens bis 100 cm Tiefe sehr deutlich. Auf den beregneten Flächen wurden an keinem Tensiometer Matrixpotentiale unter -300 hPa gemessen, während auf den nicht beregneten Flächen zumindest kurzfristig -800 hPa unterschritten wurden. Die beregnungsbedingte Durchfeuchtung reichte deutlich bis in 1 m Tiefe. Sie erzeugte in keiner Bodenebene einen wesentlichen Luftmangel.

Summary

Influence of irrigation on matric potentials and soil moisture in the Höglwald experiment

In the Höglwald-project, irrigation of the forest soil from May 1985 to November 1985 with 173 mm per year increased very distinctly the soil moisture of the upper soil layer down to 100 cm. On the irrigated plots the matric potential of any tensiometer did not decrease below -300 hPa, whereas on the non-irrigated plots the matric potentials exceeded temporarily the measuring levels of tensiometers (-800 hPa). The irrigation effect reached down to 1 m, but it never led to a significant air deficit in any soil layer.

Literatur

- BENECKE, P., 1984: Der Wasserumsatz eines Buchen- und eines Fichtenwaldökosystems im Hochsolling. Schriften aus der Forstl. Fak. der Univ. Göttingen und der Niedersächs. Forstl. Versuchsanstalt, Band 77.
- BENECKE, P.; MAYER, R., 1971: Aspects of soil water behavior as related to Beech and Spruce stands - Some results of the water balance investigations. Ecological Studies, Vol. 2, "Integrated Experimental Ecology", 153-163.
- BLASCHKE, H., 1986: Einfluß von saurer Beregnung und Kalkung auf die Biomasse und Mykorrhizierung der Feinwurzeln. Forstw. Cbl. 105, 324-329.
- GRIMMEISEN, W.; KREUTZER, K., 1986: Erfassung des Saugspannungsfeldes im Waldboden mit Hilfe elektronischer Druckaufnehmertensiometer mit automatischer Datenregistrierung am Beispiel des Höglwald-Experiments. IBG-Tagung Hamburg 1986, im Druck.
- GRIMMEISEN, W.; MAYER, F.-J., 1986: Bestimmung der bodenhydrologischen Parameter für den Standort Höglwald. Lehrstuhl für Bodenkunde der LMU München, Manuskript in Vorbereitung.
- KREUTZER, K., 1985: Modellierung des Einflusses von Bestockungseigenschaften auf die Sickerung. 5. Tagungsbericht Wald und Wasser, Nationalpark Bayerischer Wald, 193-210.
- KREUTZER, K.; BITTERSÖHL, J., 1986: Untersuchungen über die Auswirkungen des sauren Regens und der kompensatorischen Kalkung im Wald. Forstw. Cbl. 105, 273-282.
- KREUTZER, K.; SCHILLITZ, J., 1984: Modellierung der Sickerung in einem Fichtenbestand. Recent Investigations in the Zone of Aeration, in: Proceedings of the International Symposium Munich, 637-648.
- KREUTZER, K.; ZELLES, L., 1986: Auswirkungen der sauren Beregnung und der Kalkung auf die mikrobielle Aktivität im Boden. Forstw. Cbl. 105, 314-317.
- SCHLICHTER, T., 1980: Die Entwicklung eines Simulationsmodells für den Wasserhaushalt eines Buchenbestandes im Hochsolling. Diss. Univ. Göttingen.

Anschrift der Verfasser: Dipl.-Ing., Dipl.-Geol. WINFRIED GRIMMEISEN, Prof. Dr. KARL KREUTZER, Dipl.-Geol. Dr. JOCHEN BITTERSÖHL, Lehrstuhl für Bodenkunde, Amalienstr. 52, D-8000 München 40