Poster zu Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie (Freising-Weihenstephan 1990)
Band 20 1991

Experimentelle Untersuchung zum Einfluß von Grundwasser auf verschiedene pflanzenrelevante Bodenparameter

Arno J. Todt, Andreas Stockey und Siegmar-Walter Breckle

Synopsis

The growth and distribution of certain plant species is restricted under waterlogging conditions by changing soil properties. In this experiment a mineral loamy soil was left under permanent water saturation to investigate the temporal development and the extent of change. For a period of 8 months the content of soluble and extractable NH_4^+-N, NO_3^--N, Fe and Mn as well as the redox potential and the pH-value were measured. The influence of the changing parameters on the development of vegetation is discussed.
The investigation shows, that the examinated properties reach a new level after 70-100 days, depending on the depth of the soil. The level is characterized by a low redox potential, high contents of soluble and axtractable iron, manganese and ammonium and a low concentration of nitrate. An influence on the vegetation by changing parameters seems to be probable after 30-70 days.

waterlogging, iron, manganese, ammonium, nitrate, redox potential, toxicity

1. Einleitung

Bei der Neuanlage und der Renaturierung von Feuchtbiotopen wird oftmals gut durchlüfteter, standortfremder Boden in den Einflußbereich von Grund- oder Stauwasser gebracht. Der Wassereinfluß führt zu einem verringerten Bodensauerstoffgehalt und damit zu Veränderungen der biologischen und chemischen Prozesse im Boden, was wiederum eine Veränderung der Nährstoffverhältnisse bedingt. Die veränderten Bodeneigenschaften beeinflussen die Entwicklung und Zusammensetzung der Vegetation staunasser Standorte erheblich. Nur Pflanzen mit geeigneten physiologischen oder morphologischen Anpassungen können derartige Standorte besiedeln.
Im Zusammenhang mit Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung grundwasserbeeinflußter Standorte (STOCKEY & BRECKLE 1989) befaßt sich diese Arbeit mit dem zeitlichen Verlauf und dem Ausmaß der Veränderungen wichtiger pflanzenrelevanter Bodenparameter nach dem Einsetzen von Staunässe und mit der Beeinflussung angrenzender, nicht wassergesättigter Bodenbereiche. Außerdem wird die Bedeutung der veränderten Bodeneigenschaften für die Vegetationsentwicklung diskutiert.

2. Material und Methode

In Kunststoffbehältern mit einer Tiefe von 35 cm und einem Durchmesser von 75 cm wurde an einem mineralischen Lehmboden ein Grundwasserstand von 5 cm unter Flur eingestellt. Über einen Zeitraum von acht Monaten wurden in einer nicht überfluteten Bodenschicht (S1: 0 cm bis -5 cm) und in zwei überfluteten Schichten (S2: -5 cm bis -20 cm, S3: -20 cm bis -35 cm) die Veränderungen der Gehalte an pflanzenverfügbarem Ammonium, Nitrat, Eisen und Mangan gemessen. Desweiteren wurde die Entwicklung des Redoxpotentials und des pH-Wertes des Bodens verfolgt.

Pflanzenverfügbarer Ammoniumstickstoff wurde mit angesäuerter, 10 %iger Natriumchlorid-Lösung extrahiert und mit Nessler-Reagenz photometrisch bestimmt (JACKSON 1958).

Die Extraktion des pflanzenverfügbaren Nitratstickstoffs erfolgte mit 1 %iger Kaliumaluminiumsulfat-Lösung (STEUBING 1965). Mit Hilfe von Dimethylphenyl wurden die Nitrationen photometrisch bestimmt (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG 1979).
Pflanzenverfügbares Eisen und Mangan wurde mit 1 M Ammoniumacetat-Lösung extrahiert und am Flammen-AAS bestimmt.
Die Bestimmung des Redoxpotentials wurde in wäßriger Bodensuspension mit einer Platin-Redox-Elektrode gegen eine Ag/AgCl-Bezugselektrode (Orion, Modell 96-78) durchgeführt. Das Gleichgewichtspotential wurde mit dem Programm "REDPOL" (BÖTTCHER & STREBEL 1988) berechnet und auf die Wasserstoffnormalelektrode sowie pH 7 bezogen.
Der Bestimmung des pH-Werts des Bodens erfolgte in $CaCl_2$-Lösung (VDLUFA 1986).

3. Ergebnisse

Das Redoxpotential nahm mit dem Einsetzen der Staunässe in allen Bodenschichten ab, wobei in den tieferen Schichten stärkere Veränderungen auftraten als in den höheren. In den wassergesättigten Bereichen betrug das Potential nach 14 Tagen weniger als +300 mV (Abb. 1 a) und war damit leicht reduzierend (PATRICK & MAHAPATRA 1968). Es stellte sich nach 70 bis 140 Tagen auf einem Niveau von -100 bis -150 mV ein. Die nicht wassergesättigte Schicht 1 zeigte nach 140 Tagen ein konstantes Potential von +200 bis +250 mV.
In enger Korrelation mit der Abnahme des Redoxpotentials stieg die Konzentration des pflanzenverfügbaren Eisens, Mangans und Ammoniumstickstoffs (Abb. 1 c bis 1 e) in Abhängigkeit von der Bodentiefe und der Dauer der Staunässe an. Der Gehalt an Nitratstickstoff nahm im Gegensatz zu den anderen, genannten Parametern ab (Abb. 1 f). Während sich in den beiden wassergesättigten Bodenschichten alle gemessenen Bodenparameter deutlich veränderten, zeigten sich im nicht wassergesättigten Oberboden nur im Fall von Mangan und Nitrat bemerkenswerte Änderungen. Der pH-Wert (Abb. 1 b) sank unter anaeroben Bodenbedingungen auf Werte um den Neutralpunkt, die Abnahme war jedoch nur gering.

Die Veränderungen im extrahierbaren Gehalt der einzelnen Nährelemente vollzogen sich sequenziell in der Reihenfolge: Nitrat - Mangan - Ammonium - Eisen (Abb. 1 c bis 1 f). Die untersuchten Bodenparameter hatten sich nach 70 bis 100 Tagen auf einem neuen Niveau eingestellt. Maßgeblich für die Veränderungen der bodenchemischen Eigenschaften war die Änderung des Redoxpotentials.

4. Diskussion

Der unterschiedliche Grad der Nährstoffveränderungen in den verschiedenen Schichten beruht auf der Abnahme des oxidierenden Einflusses des Luftsauerstoffs mit der Bodentiefe.

Die Redoxpotentialerniedrigung in der obersten Bodenschicht war zu gering, um die Nährstoffverhältnisse so deutlich zu verändern wie in der Tiefe. Das in den beiden wassergesättigten Schichten erreichte Redoxpotential von -100 bis -150 mV ist als stark reduzierend einzustufen (PATRICK & MAHAPATRA 1968), während das in der nicht wassergesättigten Schicht 1 erreichte Potential von +200 bis +250 mV leicht reduzierend ist. Der Verlauf der Redoxpotentialabnahme (Abb. 1 a) ist typisch für Mineralböden und bestätigt die Untersuchungen von ETHERINGTON (1983).

Die Toxizitätsgrenzen der untersuchten Nährelemente sind von Art zu Art verschieden, daher ist es nicht sinnvoll allgemein gültige Grenzwerte zu definieren. Tendenzielle Beurteilungen für an Feuchtstandorte nicht angepaßte Pflanzen sind jedoch möglich. Konzentrationen von 5 bis 35 ppm Eisen-II und 5 bis 50 ppm Mangan-II führen zu Pflanzenschädigungen (vgl. MARTIN 1968, WHEELER & AL FARRAY 1985, COOK 1990). Grundsätzlich gilt für viele Arten, daß ausschließliche Ammoniumstickstoff-Ernährung zu geringerem Wachstum führt als ausschließliche Nitrat- oder gemischte Ammonium/Nitrat-Ernährung (HOCK & ELSTNER 1984, RORISON 1985). Bei Konzentrationen von mehr als 70 bis 100 ppm Ammoniumstickstoff stellen sich bei vielen Pflanzen Schadsymptome ein (HOCK & ELSTNER 1984).

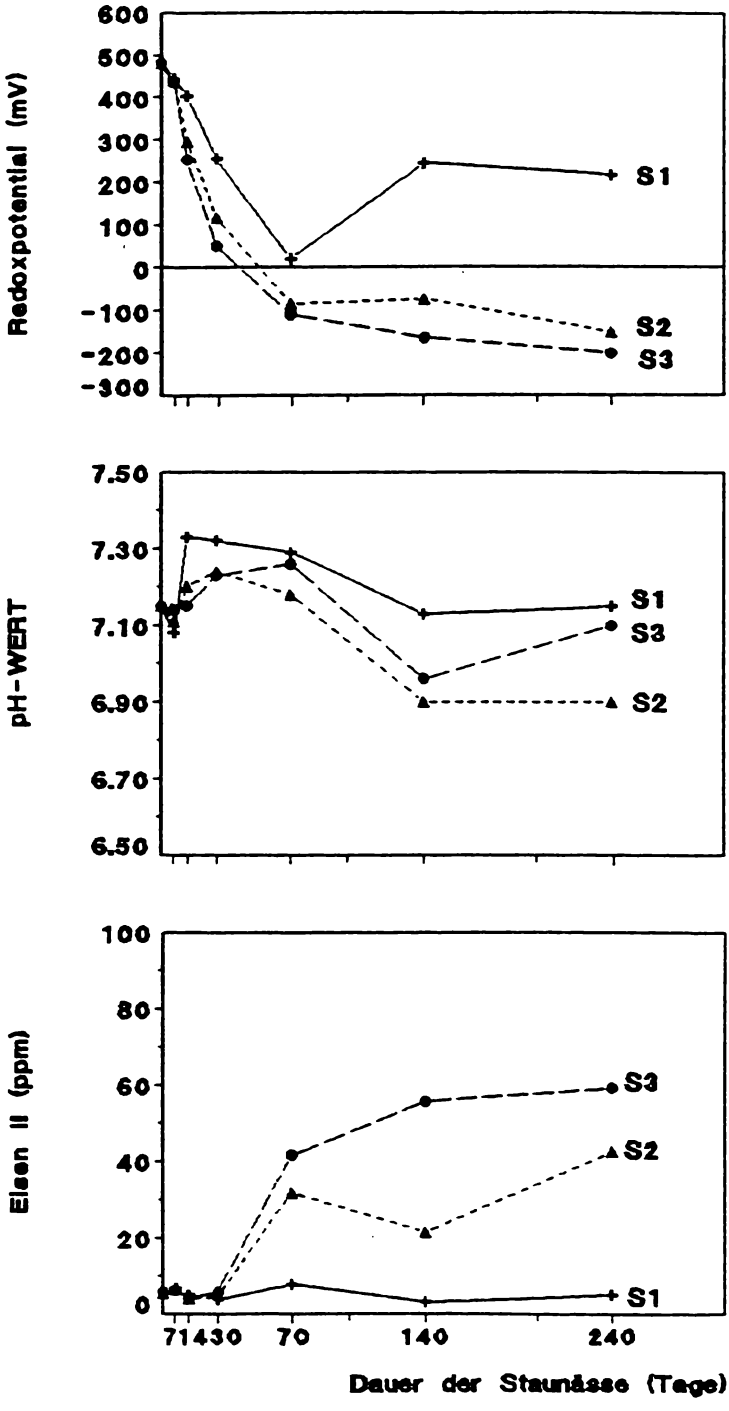

Abb. 1 a-c: Zeitlicher Verlauf des a: Redoxpotentials, b: pH-Wertes und des c: Gehaltes an extrahierbarem Eisen in zwei wassergesättigten Bodenschichten (S2: ▲; S3: •) und einer angrenzenden Schicht (S1: +).

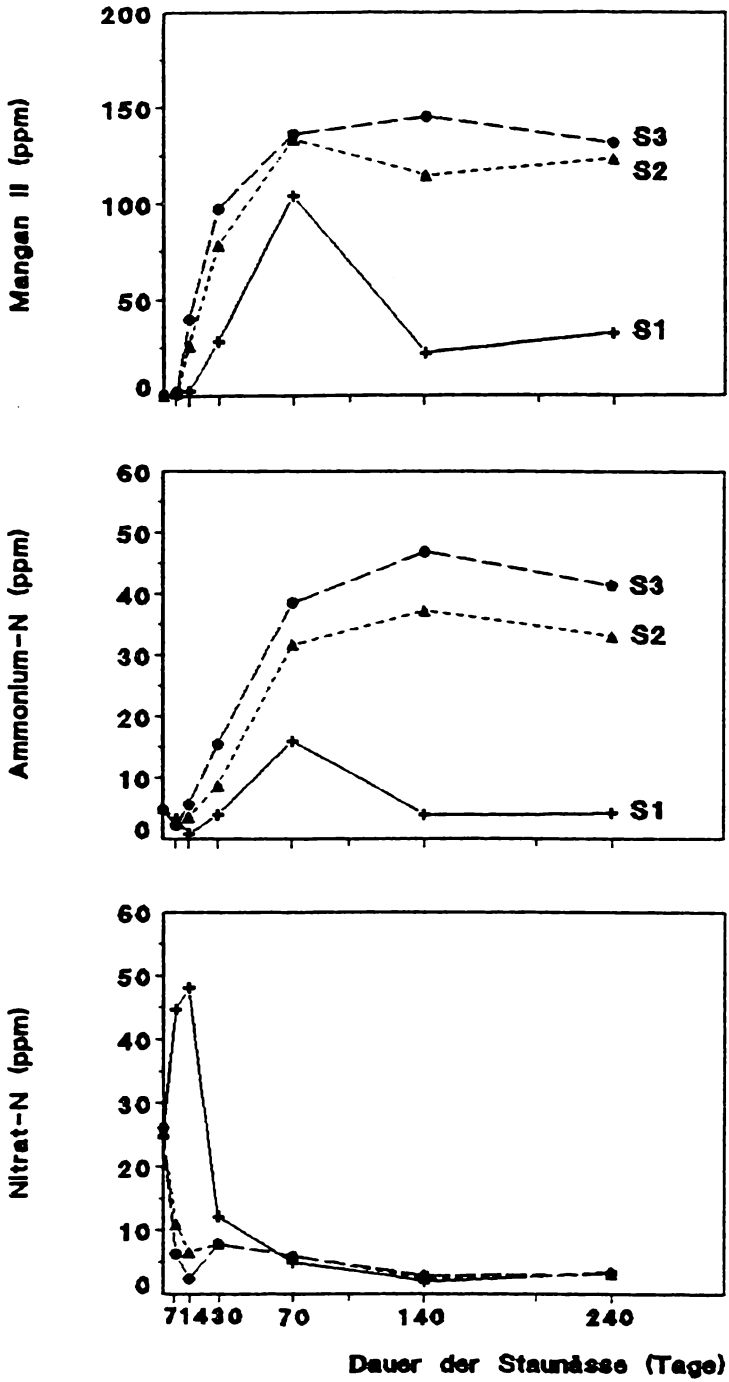

Abb. 1 d-f: Zeitlicher Verlauf des Gehaltes an extrahierbarem d: Mangan, e: Ammoniumstickstoff, f: Nitratstickstoff in zwei wassergesättigten Bodenschichten (S2 ▲; S3: •) und einer angrenzenden Schicht (S1: +).

In dem untersuchten mineralischen Lehmboden hatten sich in den wassergesättigten Bodenschichten nach 30 bis 70 Tagen die Nährstoffverhältnisse so maßgeblich verändert, daß ein Einfluß auf die Vegetationsentwicklung bereits in den ersten Wochen der Besiedlung wahrscheinlich war.

Literatur

BÖTTCHER, J. & O. STREBEL, 1988: Ermittlung des Redoxpotentials von Böden und Grundwasser aus dem zeitl. Verlauf der Elektrodenpolarisation. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 151: 363-368.

COOK, R. E. D., 1990: Iron toxicity to wetland plants. Ph. D. Thesis. Univers. Sheffield.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG, 1979: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. DIN 38405 Teil 9. Bestimmung des Nitrat-Ions. 8. Aufl. Verlag Chemie, Weinheim: 8 S.

ETHERINGTON, J. R., 1983: Wetland ecology. 1. Aufl. The Institute of Biology's Studies in Biology, London: 66 S.

HOCK, B. & E. F. ELSTNER, 1984: Toxikologie der Pflanzenernährung. 1. Aufl. Bibliographisches Institut, Mannheim, Wien: 346 S.

JACKSON, M. L., 1958: Soil chemical analysis. 1. Aufl. Prentice-Hall Inc., New York.

MARTIN, M. H., 1968: Conditions affecting the distribution of *Mercurialis perennis* L. in certain Cambridgeshire woodlands. J. Ecol. 56: 777-793.

PATRICK, W. H. & I. C. MAHAPATRA, 1968: Transformation and availibility to rice of nitrogen and phosphorus in waterlogged soils. Advan. Agron. 20: 323-259.

RORISON, I. H., 1985: Nitrogen source and the tolerance of *Deschampsia flexuosa*, *Holcus lanatus* and *Bromus erectus* to aluminium during seedling growth. J. Ecol. 73: 83-90.

STEUBING, L., 1965. Pflanzenökologisches Praktikum. Parey Verlag. Hamburg.

STOCKEY, A. & S.-W. BRECKLE, 1989: Die Bedeutung des Grundwasserpegels und Aussaat bei der Neubesiedlung eines innerstädtischen Feuchtstandortes. Verh. Ges. Ökol. 18: 279-283.

VDLUFA, 1986: Untersuchung von Klärschlamm- und Bodenproben auf den Gehalt von Nährstoffen lt. Klärschlammverordnung des Bundes vom 25.6.1982. VDLUFA-Schriftenr. 15, Darmstadt (VDLUFA 9: 24 S.).

WHEELER, B. D. & M. M. AL FARRAY, 1985: Iron toxicity to plants in base-rich wetlands: Comparative effects on the distribution and growth of *Epilobium hirsutum* and *Juncus subnodulus*. New Phytol. 100: 653-669.

Adresse

Arno J. Todt
Andreas Stockey
Prof. Dr. Siegmar-Walter Breckle
Universität Bielefeld
Fak. Biologie
Abt. Ökologie
Universitätstr.

W - 4800 Bielefeld 1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 20_1_1991

Autor(en)/Author(s): Stockey Andreas, Breckle Siegmar-Walter, Todt Arno J.

Artikel/Article: Experimentelle Untersuchung zum Einfluss von Grundwasser auf verschiedene pflanzenrelevante Bodenparameter 369-373