

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG,
Sitzung der Kommission I

Titel der Tagung:

Böden – eine endliche Ressource

Veranstalter:

DBG

Termin und Ort der Tagung:

05.-13.09.09, Bonn

Berichte der DBG (nicht begutachtete
online-Publikation), <http://www.dbges.de>

Wasser- und N-Bilanz einer Überflutungsbewässerung mit städtischem Abwasser auf einer Weidelgras-Parzelle im zentralen Hochland von Mexiko

Wolf-Anno Bischoff*, Christina Siebe[#],
Blanca Prado[#], Blanca González[#]

Zusammenfassung

Zu einer Überflutungsbewässerung wurde mit unterschiedlichen Methoden eine Wasser- und N-Bilanz aufgestellt.

Ein Vergleich zur Bestimmung der Infiltrationsmenge mit a) Zufluss-Abfluss, b) Wassergehaltsänderungen im Boden und c) Wasserleitfähigkeit * Bewässerungsdauer führte zu überraschend guter Übereinstimmung.

Die N-Bilanz ergab, dass mindestens 65 kg N bei diesem Ereignis ungenutzt versickerten oder oberflächlich abflossen.

Die N-Dynamik war durch Nitrifikation im unteren Bereich der Bewässerungsparzelle geprägt. Denitrifikation und N₂O-Entwicklung waren untergeordnet.

Schlüsselworte

Abwasser, Bewässerung, N-Bilanz, Redox, Wasserbilanz

*Gutachterbüro Terraquat,
Steckfeldstr. 36, 70599 Stuttgart,
e-mail: w.bischoff@terraquat.com

[#]Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Geología
04510 México D.F.

Einführung

Die Abwässer von Mexiko Stadt werden ungeklärt als Bewässerungswasser für landwirtschaftliche Flächen im nördlichen Nachbarland, dem Valle de Mezquital, entsorgt. Die Nutzung führt in diesem semiariden Trockengebiet zu gesicherten Erträgen durch die Zufuhr von Wasser und Nährstoffen. Die Belastung des Abwassers mit Schadstoffen, Salzen und pathogenen Organismen können hingegen zu Problemen führen. In diesem Gebiet wurde auf einer terrassierten Parzelle (2,4 ha) zu einem Bewässerungsereignis der Wasser- und Stoffhaushalt untersucht.

Ziel war, die Filter- und Pufferfähigkeit des Systems in Bezug auf die Salzfrachten und den N-Haushalt zu quantifizieren.

Gezeigt werden die Ergebnisse zum Wasser- und N-Haushalt.

Durch die zu erwartenden Wechsel im Redoxpotenzial wurde mit einer Selbstreinigung durch Wechsel von Nitrifikation und Denitrifikation gerechnet.

Material und Methoden

Standort

Auf der untersuchten Fläche wird eine Rotation von Weidelgras, Mais und Luzerne angebaut. Der jährliche Niederschlag beträgt 650 mm und die Jahresdurchschnittstemperatur 19 °C. Vom oberen zum unteren Rand der Parzelle haben sich Leptic, Haplic und Vertic Phaeozems auf vulkanoklastischem Ausgangsmaterial gebildet. Die Überflutungsbewässerung findet ca. alle 14 Tage statt.

Feldmethoden

Es wurden mit Fluxmeter, TDR, Tensiometer, Peilbrunnen und Permeameter die Wasserflussgrößen bestimmt. An Saugkerzen- und Wasserproben wurden pH, Eh, Trübe, Anionen, Kationen und DOC gemessen. Mit Elektroden in verschiedenen Profiltiefen wurde das Redoxpotenzial bestimmt. In Gashauben wurden die Gasflüsse gemessen. Drei Leitprofile wurden vollständig charakterisiert.

Auswertung

Die Wasserbilanz wurde aus

Infiltration =

Zufluss – Abfluss =

unterird. Abfluss =

hydraul. Leitfähigkeit * Gradient * Fläche*
Überstaudauer

auf drei unabhängige Arten bestimmt und
verglichen.

Die Stoffbilanzen wurden aus den
zugehörigen Konzentrationen sowie den
Gasflüssen berechnet.

Ergebnisse & Diskussion

Wasserbilanz

Der Zufluss während der Bewässerung
betrug 5050 m³, Der Oberflächenabfluss am
Auslauf der Parzelle betrug 389 m³. Dies
entspricht auf die Fläche verteilt einer
mittleren Infiltration von 190 mm im
Bewässerungszeitraum.

Zum Vergleich wurde die Infiltration aus den
gesättigten Leitfähigkeiten in den vier Ecken
und in der Mitte des Feldes und der
Überstaudauer zu im Mittel 216 mm
bestimmt.

In einem dritten Ansatz (*Abbildung 1*) wurde
aus den Wassergehaltsunterschieden
zwischen drei Zeitpunkten (vor, während,
24 h nach Bewässerung) auf die
Vorratsänderung im Boden und den
unterirdischen Abfluss geschlossen.

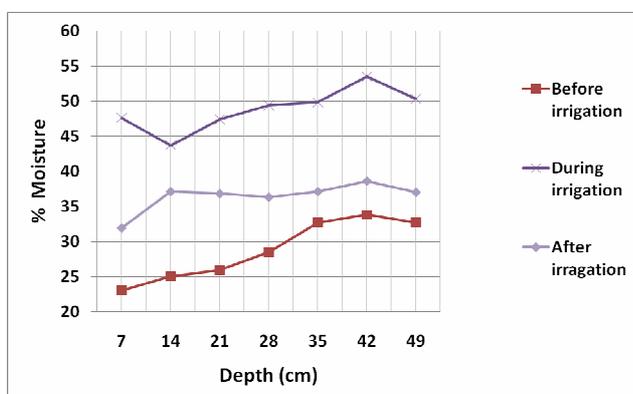


Abbildung 1: Mittlere Bodenwassergehaltsprofile vor, während und 24 h nach der Bewässerung

Die Vorratsänderung ergibt sich aus den
Werten vor und nach der Bewässerung und
entspricht 1.610 m³ oder 70 mm. Der
schnelle Abfluss entspricht der Differenz
zwischen den Wassergehalten während und
nach der Bewässerung und wurde für die
Fläche zu 2.990 m³ oder 130 mm vertikaler
Wasserfluss berechnet. Gemeinsam ergibt
sich damit eine Infiltration von 200 mm.

Die 3 Ansätze sind mit 190 : 216 : 200 mm
gut vergleichbar. Insbesondere die
Abschätzung aus den Leitfähigkeiten weicht
erstaunlich gering von den beiden anderen
(Massenbilanz-)Ansätzen ab.

Stickstoffdynamik

Nitrat tritt nur im Profil 3 (Nähe Ausfluss,
unteres Felddrittel) mit Konzentrationen von
5 – 14 meq/L auf, während Ammonium im
Gegenzug nur in den Profilen 1 (Zufluss)
und 2 (Feldmitte) in Mengen um 4 meq/L zu
finden war.

Der pH-Wert der Bodenlösung sinkt am
unteren Rand des Feldes (Profil 3) in der
Nähe des Auslaufs um eine Einheit von pH
7,5 - 8 auf pH 6,5 - 7.

Auch beim Redoxpotenzial (Abb. 2 u. 3)
verhält sich Profil 3 anders.

Soil profile 1

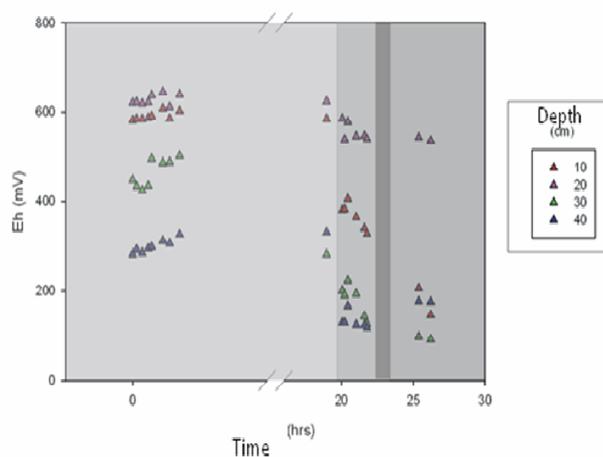


Abbildung 2: Entwicklung des Redox-Potenzials in Profil 1 (Nähe Zufluss)

Während das Redoxpotenzial am Zufluss und in der Mitte des Feldes (Profile 1 und 2) während und nach der Bewässerung um etwa 100 mV niedriger ist, bleibt es in Profil 3 +/- konstant und je nach Tiefe auf einem Niveau zwischen 400 und 700 mV.

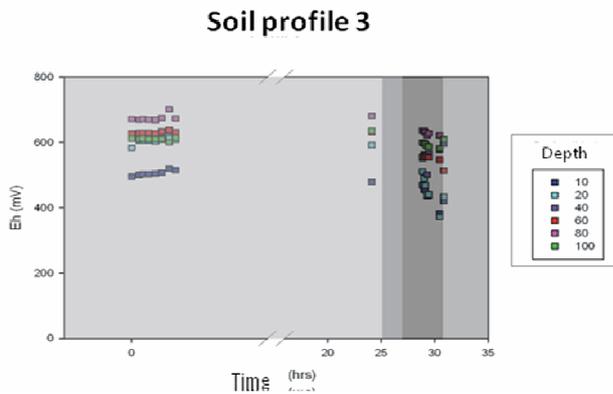


Abbildung 3: Entwicklung des Redox-Potenzials in Profil 3 (Nähe Abfluss)

Aus der Abnahme des pH, dem konstanten Redoxpotenzial und dem Nachweis des Nitrats nur in Profil 3 lässt sich schließen, dass die Nitrifikation des Abwassers erst im unteren Hangbereich der Parzelle startet. Daraus lässt sich auch ableiten, dass die Denitrifikation zumindest im beobachteten kurzen Zeitraum eine untergeordnete Rolle spielt, weil das dafür nötige Nitrat im oberen Bereich der Parzelle noch gar nicht gebildet wurde.

Stickstoffbilanz

Aus den gemessenen Daten lässt sich auch eine halboffene N-Bilanz erstellen:

Inputs:

Ammonium (NH_4^+) in Abwasser = 270 kg N

Outputs:

Grasbiomasse (Grünschnitt) = 264 kg N

Schnelle Infiltration ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$) = 45 kg N

Gas - Emissionen (N_2O) = 0,097 kg N

Oberflächenabfluss (NH_4^+) = 22 kg N

Inputs - Outputs = 270 - 331 = -61 kg N

Bodenvorratsänderung = 65 kg N

Nicht erklärt: 61 + 65 = **126 kg N**

Nicht gemessen und daher nicht berücksichtigt wurden $\text{N}_{\text{organisch}}$ im Zufluss und die N-Mineralisierung im Boden. Jedoch kann $\text{N}_{\text{organisch}}$ als Faustzahl abgeschätzt werden: Es gilt als normal, dass im Abwasser etwa 1/3 der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Menge als $\text{N}_{\text{organisch}}$ vorliegt, also etwa 90 kg N.

Die N-Verluste aus ober- und unterirdischem Abfluss sowie möglicherweise aus dem Bodenvorrat liegen zwischen 67 und 132 kg N pro Bewässerung.

Eine Ausgangshypothese, dass das System in Bezug auf N durch Nitrifikation der eingetragenen N-Frachten und periodische Denitrifikation während der Bewässerung zumindest teilweise selbstreinigend ist, konnte im beobachteten Zeitraum nicht bestätigt werden.