

# Bewässerung und Grundwasserqualität in Zeiten des Klimawandels

Christiane Vögeli Albisser<sup>1\*</sup> und Volker Prasuhn<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Der Hitzesommer 2003 hat gezeigt, welche Wetterlagen laut Klimaprognosen in Zukunft gehäuft zu erwarten sind. Hohe Temperaturen verbunden mit langen Trockenperioden während der Hauptvegetationszeit der Pflanzen werden auch in der Schweiz vermehrt Bewässerung erforderlich machen. Ob (unsachgemäße) Bewässerung oder ausbleibende Bewässerung während einer Trockenperiode eine Gefahr für die Grundwasserqualität darstellt, soll in dieser Studie anhand von Nitratauswaschung und Auswaschung von Pflanzenschutzmitteln getestet werden. Hierfür stehen 12 wägbare Lysimeter mit zwei Bodentypen zu Verfügung, welche seit der ersten Julihälfte 2010 überdacht sind. Aufgrund der späten Fertigstellung der Überdachung konnten unterschiedliche Nitratkonzentrationen erst ab der zweiten Julihälfte festgestellt werden. Stärkere Konzentrations-Unterschiede werden für den simulierten nassen Herbst erwartet. Die nächste Kulturperiode wird von Beginn an unter kontrollierten Wasserbedingungen stehen.

*Schlagwörter:* Sommertrockenheit, Pflanzenschutzmittel, Nitratauswaschung

## Summary

Climate forecasts expect high temperatures combined with drought in future summer months. This study will show whether irrigation or lack of irrigation during dry summer months affects the groundwater quality.

For this purpose twelve weighable lysimeters are available for three cultivation periods. The project has started in spring 2010. The lysimeter facility was not roofed before the middle of July 2010, therefore different treatments were not possible before then and different nitrate concentrations could not be measured before the end of July. For the next season soil moisture conditions can be better adjusted on 2003, because of the permanent roofing.

*Keywords:* Irrigation, drought, nitrate leaching, pesticides leaching

## Einleitung

Der Hitzesommer 2003 hat gezeigt, welche Wetterlagen laut Klimaprognosen in Zukunft gehäuft zu erwarten sind. Mit 565 mm reduzierte sich der Jahresniederschlag im Jahr 2003 in Zürich-Affoltern auf fast die Hälfte des langjährigen Mittels von 1042 mm (MeteoSchweiz). Von Februar bis Ende Juni 2003 blieb der monatliche Niederschlag mit Ausnahme vom Mai unter 50 % gegenüber dem langjährigen Mittel, wohingegen die Temperaturen in zehn der zwölf Monate darüber lagen.

Hohe Temperaturen verbunden mit langen Trockenperioden während der Vegetationszeit der Pflanzen können zu erheblichen Ertragseinbußen in der Landwirtschaft führen, wie das Jahr 2003 ebenfalls eindrücklich veranschaulicht hat. Um solche Ertragseinbußen zu vermeiden, werden auch in der Schweiz vermehrt Bewässerungen erforderlich. Inwieweit (unsachgemäße) Bewässerung oder deren Ausbleiben während einer Trockenperiode eine Gefahr für die Grundwasserqualität darstellen kann, soll in dieser Studie anhand von Nitratauswaschung und Auswaschung von Pflanzenschutzmitteln getestet werden.

## Material und Methoden

Zwölf inzwischen überdachte, wägbare Lysimeter (Abbildung 1) mit einer Oberfläche von 3,14 m<sup>2</sup> und einer Tiefe von 2,5 m stehen zur genaueren Untersuchung der Thematik

für drei Kulturperioden (2010–2012) zur Verfügung. Sie sind mit zwei unterschiedlichen Böden, einer sandig lehmigen Parabraunerde auf Schotter und einer lehmigen Parabraunerde auf Moränenlehm, schichtweise seit 1979 gefüllt. Seit Mitte Juli ist die gesamte Lysimeteranlage überdacht.

Jede der drei Kulturperioden widmet sich einer landwirtschaftlichen Kultur, beginnend mit Silomais, wobei jeweils drei Verfahren à zwei Wiederholungen parallel auf beiden Böden getestet werden.



Abbildung 1: Überdachte Lysimeteranlage

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstraße 191, CH-8046 ZÜRICH

\* Ansprechpartner: Dr. Christiane Vögeli Albisser, christianae.voegeli-albisser@art.admin.ch

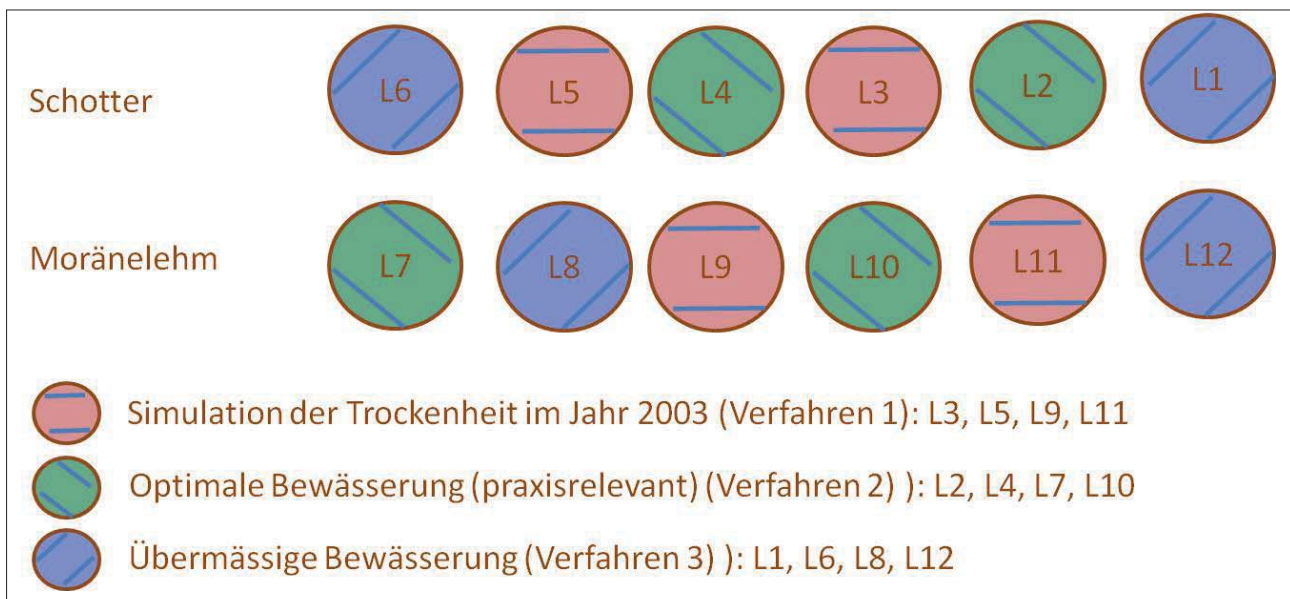


Abbildung 2: Verfahrensschema. Die Kreise entsprechen den Lysimetern und sind von 1-12 nummeriert.

Als **Referenzverfahren** (Verfahren 1) wird für zwei Lysimeter je Bodentyp die **Trockenperiode von 2003** simuliert. Das heißt, dass hier keine zusätzliche Bewässerung vorgenommen wird. Die anderen Lysimeter erhalten eine Bewässerung in zwei unterschiedlichen Intensitäten.

Verfahren 2 soll eine **optimale Bewässerung** darstellen, bei der wir die nutzbare Feldkapazität (nFK) auf 50 % herabsinken lassen und dann bewässern, bis der Boden wieder 80 % nFK erreicht hat.

Bei Verfahren 3 (**übermäßige Bewässerung**) wird so lange bewässert, bis der bei Bewässerungen als maximal betrachtete Zielwassergehalt des Bodens von 80 % nFK überschritten wird und der Boden 120 % nFK aufweist.

Auf der *Abbildung 2* ist die Lysimeteranlage mit den Verfahren schematisch dargestellt. Die einzelnen Lysimeter sind beginnend mit denjenigen mit Schotterboden nummeriert.

Alle Verfahren erhielten in zwei Etappen die gleiche Düngung in Form von Ammonsalpeter (trocken) von insgesamt 110 kg/ha, was der Düngungsnorm gemäß Grundlagen der Düngung für den Ackerbau in der Schweiz (GRUDAF) entspricht. Als Pflanzenschutzmittel wurde für 2010 (Silomais) ein Herbizid mit den Wirkstoffen Terbutylazin, S-Metolachlor und Mesotrione gewählt. Das aufgefangene Sickerwasser der Lysimeter wird als Mischprobe über das ganze Jahr zwei-wöchentlich beprobt und auf Nitrat und Pflanzenschutzmittel untersucht.

Bewässert wird jeder Lysimeter individuell mittels einer kleinen Düse, die das Wasser gleichmäßig im 360° Winkel auf den Lysimetern verteilt. Die Bewässerungsintensität entspricht mit 19 mm/h Mittelregnern, welche in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Die Bewässerungsmenge wird über die Gewichtsveränderung der Lysimeter gesteuert.

Der Vergleich der Verfahren soll Aufschluss darüber geben, inwieweit eine Bewässerung in zwei unterschiedlichen Stärken die Qualität des Grundwassers in Trockenperioden beeinflusst.

## Ergebnisse

Die starken Regenfälle der Monate Mai (Niederschlagssumme doppelt so hoch wie 2003) und Juni (Niederschlagssumme über einen Faktor 3 höher als 2003) führten zu einer Wassersättigung der Lysimeterböden kurz vor der Fertigstellung der Überdachung. Dies verunmöglichte eine exakte Simulation der Bodenfeuchteverhältnisse des Jahres 2003. Die Ergebnisse dieser Kulturperiode sind somit nur bedingt interpretierbar.

Der Mais auf dem Schotterboden, der keine zusätzliche Bewässerung erhielt, zeigte durch vertrocknete untere Blätter erst Anfang August Trockenstress deutlich an, der Mais auf dem Moräneboden sogar erst einen Monat später.

Die Niederschläge und Bewässerungsmengen sind am Beispiel des Moränebodens in *Abbildung 3* im Zweiwochenintervall angegeben. Dieses Intervall entspricht der Häufigkeit der Sickerwasserprobenentnahme.

Entsprechend der späten Möglichkeit, den unterschiedlichen Verfahren auch verschiedene Wassergaben zu geben, war auch die ausgewaschene Nitratfracht im Sickerwasser bis Mitte Juli bei allen drei Verfahren nahezu identisch (*Abbildung 3*). Einzig die Nitrat-Frachten des Lysimeters 11 zeigten erhöhte Werte. Ab Mitte Juli wurden Unterschiede zwischen den Verfahren sichtbar. Die größten Nitrat-Frachten ließen sich bei Verfahren 3, die kleinsten beim Referenzverfahren feststellen. Pflanzenschutzmittel konnten bisher in keiner der Proben gefunden werden.

## Diskussion

Die ähnlichen Nitrat-Frachten im Sickerwasser der unterschiedlichen Verfahren sind durch die Tatsache zu erklären, dass erst mit der Fertigstellung der Überdachung die Möglichkeit bestand, die natürlichen Regenfälle abzuhalten. Somit war die Behandlung der unterschiedlichen Verfahren bis zu diesem Zeitpunkt identisch. Nach den allgemein niedrigen Nitratfrachten bis Anfang Oktober, werden in

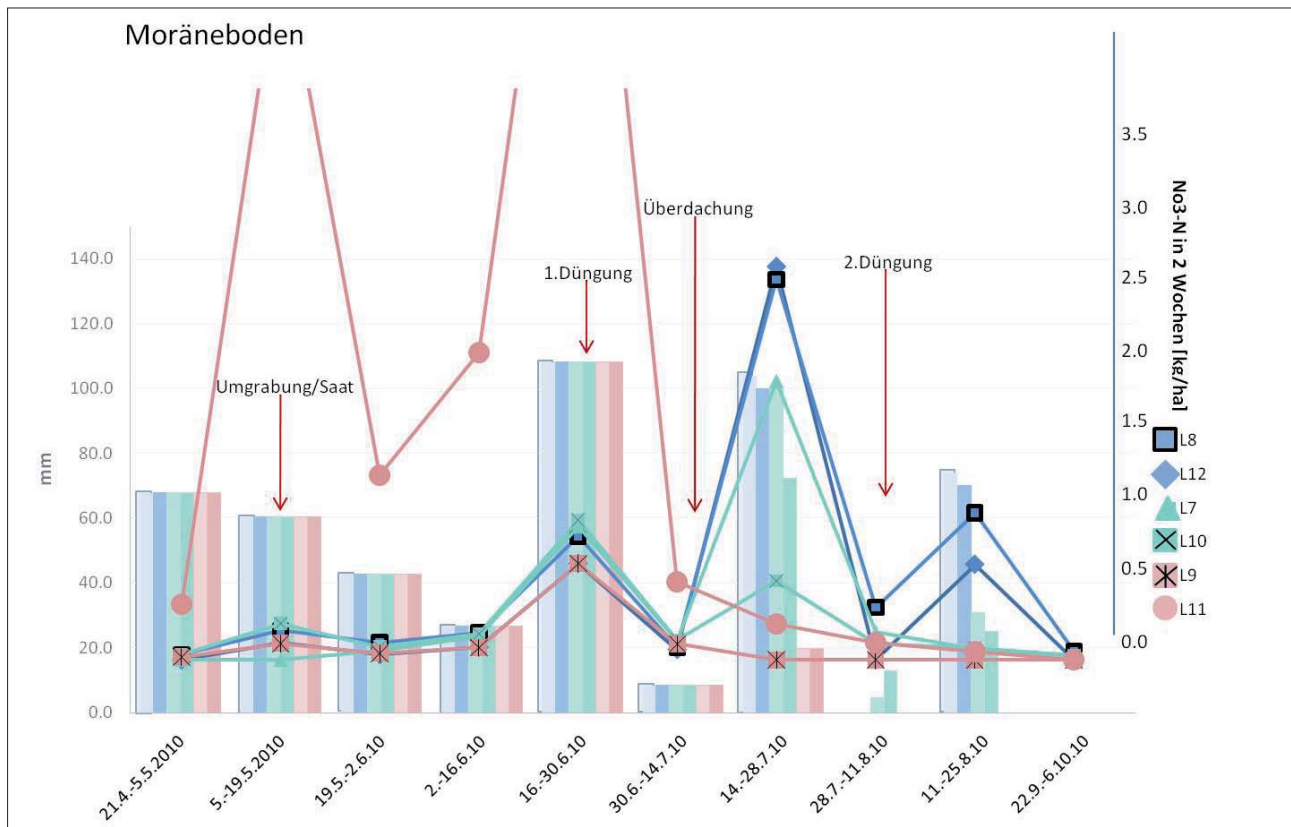


Abbildung 3: Niederschlags- bzw. Bewässerungssummen und ausgewaschene Nitrat-Frachten im Sickerwasser für die sechs Lysimeter des Moränebodens, jeweils innerhalb des Beprobungsintervalls.

den folgenden Wochen durch den simulierten nassen Herbst größere Frachten erwartet. Die analytischen Messungen dazu sind in Arbeit.

Die in Lysimeter 11 gemessenen, doppelt bis 10 mal höheren Nitrat-N-Konzentrationen im Sickerwasser, sind wahrscheinlich die Folge des durch Wühlmausbefall erforderlichen Wiesenumbruchs, mit der darauf folgenden Neuansaat von Roggen im Herbst 2009.

Eine mögliche Erklärung für das Fehlen von Pflanzenschutzmittelrückständen in den Sickerwasserproben ist, dass durch die Überdachung keine Starkregen auf die Lysimeter gekommen sind, die zu Pflanzenschutzmittelauswaschung über Makroporenfluss ins Grundwasser führen können.

## Ausblick

Durch die Möglichkeit, die Überdachung ganzjährig auf der Lysimeteranlage zu belassen, untersteht die gesamte Wassergabe in der nächsten Saison von Beginn an kontrollierten Bedingungen.

Um die Gefahr der Pflanzenschutzmittelauswaschung auch bereits während der Saison zu erhöhen, soll der artifizielle Regen ab dem nächsten Jahr Starkregen mitberücksichtigen. Die Bewässerung wird hingegen weiterhin gleich erfolgen.

## Danksagung

Das Projekt wird vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) finanziell unterstützt. Die Analysen der Pflanzenschutzmittel werden von der eawag durchgeführt.