

# Lysimeter-Ergebnisse

## 1. April 93 bis 31. März 94

Jakob NIEVERGELT, Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Reckenholz (FAP), CH-8046 Zürich

### Besprochen werden Wasserhaushalt und Nährstoffauswaschung in zwei Bodenformen im Sommer 1993 und Winter 1993/94 unter Winterraps/Winterweizen und Sommerweizen/Phacelia sowie die Erträge der Hauptkulturen im Sommer 1993.

Die Vegetationszeit 1993 begann mit einem überdurchschnittlich warmen Frühling und Frühsommer (Temperaturen im Mittel zwei Grad über der Norm). Weiter prägten ein rekordnasser Juli mit 244 mm Regen und ein trüber Herbst das Jahr. Wie gewohnt war der Boden im Frühling 1993 mit Wasser bis zur Feldkapazität<sup>1</sup> gesättigt. Unter Winterraps und Sommerweizen sank der **Wassergehalt des Bodens** (durch Wägen bestimmt; Abb. 1) von Anfang April bis Juni/Juli auf ein Defizit von 160 Millimeter gegenüber der Feldkapazität. Dabei war der Winterraps entsprechend seiner früheren Entwicklung dem Sommerweizen etwa zwei bis drei Wochen voraus. Danach kam es, infolge der ausgiebigen Juliregen, zu einer ungewohnt frühen und schnellen Aufsättigung der Böden. Eine vierzehntägige Trockenphase im August brachte kurzfristig ein Defizit von etwa 60 Millimetern; anschliessend blieb der Wassergehalt der Böden bis im März 1994 in der Nähe der Feldkapazität.

### Eine Ausnahme: Viel Sickerwasser im Juli

Im Sommerhalbjahr 1993 bildeten sich zwischen 69 mm und 129 mm Sickerwasser. Das sind leicht überdurchschnittliche Mengen und durch die ausgiebigen Niederschläge im Juli zu erklären. Im Schotterboden verursachten letztere sogar rund die Hälfte des Sickerwassers der sechs Sommermonate, da sein Rückhaltevermögen deutlich kleiner ist als dasjenige des Moränelehm Bodens. Der Entwicklungsvorsprung des Rapses hatte, wie er-

wähnt, einen entsprechenden Wasserbedarf zur Folge und führte letztlich zu leicht geringeren Sickerwassermengen als unter Sommerweizen.

Die **Auswaschung** von Nitratstickstoff mit dem Sickerwasser wich mit Werten zwischen 2 und 9 kg N pro Hektar nicht stark vom zwölfjährigen Mittel (13 kg) des Sommerhalbjahres ab. Die Mehrauswaschung unter Sommerweizen ist möglicherweise auf eine im Boden verbliebene Nitratrestmenge vom Winter 1992/93 zu-

rückzuführen, kann aber auch durch Unterschiede zwischen den beiden Kulturen im Sommerhalbjahr selbst (z.B. wegen späterem N-Bedarf des Sommerweizens) bedingt sein. Von den übrigen untersuchten Nährstoffen – Kalzium, Magnesium und Kalium – sind durchschnittliche Mengen ausgewaschen worden. Witterungsbedingt wurden schon in den Monaten April und Mai zusammen zwischen 200 und 250 mm Wasser verdunstet. Die nach der Ernte folgende Begrünung durch Ausfallraps beziehungsweise Phacelia trug mit über 160 mm in den Monaten August und September zum **Wasserverbrauch** bei. Diese Gründüngungen nützen das für die Jahreszeit aussergewöhn-

Tab. 1. Kulturarten Winter 1992/93 bis Winter 1993/94

	Fruchtfolge A	Fruchtfolge B
Winter 1992/93	Winterraps (Libravo, Saat: 4.9.92)	Brache
Sommer 1993	Winterraps (Ernte: 17.7.93)	Sommerweizen (Frisal, Saat: 12.3.93, Ernte: 23.7.93)
Winter 1993/94	Winterweizen (Galaxie, Saat: 28.10.93)	Gründüngung (Phacelia, Saat: 27.7.93)

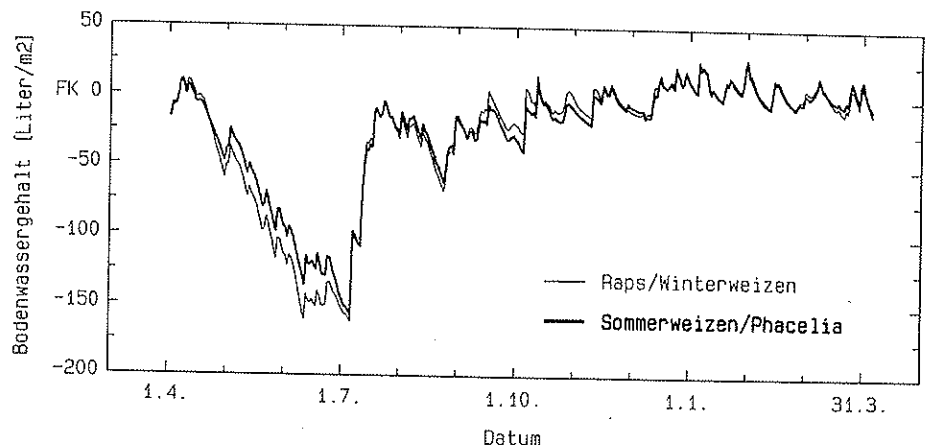


Abb. 1. Der Reifegrad der Kulturen zeigt sich auch im Bodenwassergehalt. Unter Raps ist im Mai und Juni ein bestimmter Wassergehalt des Bodens jeweils etwa zwei Wochen früher erreicht als unter Sommerweizen. Verlauf des Bodenwassergehaltes vom 1. April 1993 bis 31. März 1994 als Abweichung von der Feldkapazität (FK); Moränelehm-Braunerde. Wägelysimeter der FAP Zürich-Reckenholz.

<sup>1</sup>Feldkapazität: Wassergehalt des Bodens drei Tage nach Sättigung durch Niederschläge.

## Lysimeter-Anlage der Forschungsanstalt Zürich-Reckenholz

12 wägbare Gefässe von 3,14 m<sup>2</sup> Oberfläche und 2,5 m Tiefe sind im Freien in den Boden eingelassen. Es sind 4 Verfahren in 3 Wiederholungen angelegt, nämlich 2 zehnjährige Fruchtfolgen auf 2 Bodenformen. Die Bodenform «Schotter» ist eine steinige, mässig tiefgründige Braunerde mit kleinem Wasserspeichervermögen; Körnung: sandiger Lehm. Die Bodenform «Moränelehm» ist eine schwach staunasse, tiefgründige Braunerde mit grossem Wasserspeichervermögen; Körnung: Lehm.— Eine ausführliche Beschreibung der Anlage findet sich in *Landwirtschaft Schweiz* 4 (10), 535-536, 1991.

lich reiche Wasserangebot des Bodens aus (Abb. 1). Dies führte zu den grössten Wasserverbrauchszahlen aller Versuchsjahre.

Bisher waren mit hohem Wasserverbrauch immer auch gute Erträge gekoppelt gewesen. Unter diesem Gesichtspunkt sind die mässigen Erträge beider Kulturen nur schwer zu verstehen. Beim Raps könnte ein starker Stengelrüsslerbefall den Ausschlag gegeben haben.

Wie im vorangehenden Winterhalbjahr betrug auch 1993/94 die Niederschlagsmenge mit 493 mm rund 125 % der Norm. Von früheren Versuchsjahren her ist bekannt (Nievergelt 1993), dass im schweizerischen Mittelland unterschiedliche Niederschlagsmengen im Winter wenig Einfluss auf die Stickstoffauswaschung haben. In unserer Klimaregion bildet sich in jedem Winterhalbjahr genügend Sickerwasser (150 bis 450 mm in den FAP-Lysimetern), um Restnitrat unterhalb des Wurzelraumes zu verlagern. Der Umfang der Nitratauswaschung während der vegetationslosen Zeit wird demzufolge wesentlich bestimmt durch das von der Hauptkultur zurückgelassene Restnitrat, den danach mineralisierten Stickstoff und den von einer allfälligen Nachkultur aufgenommenen Stickstoff. In drei Versuchsjahren mit Kartoffeln gefolgt von Winterweizen betrug die Nitratauswaschung im Mittel gut 80 kg N/ha (im Winterhalbjahr). Im Winter 1993/94 je-

**Tab. 2. Sickerwasser, Nährstoffauswaschung, Wasserverbrauch und Ertrag von vier Verfahren, 1. April 1993 bis 30. September 1993, Niederschlag 651 mm (Norm: 623 mm). Lysimeteranlage FAP Zürich-Reckenholz**

		Braunerde auf Schotter mässig tiefgründig		Braunerde auf Moräne- lehm tiefgründig	
		Sommer- weizen	Raps	Sommer- weizen	Raps
Sickerwasser	(mm)	129	102	75	69
Stickstoff- auswaschung	(kg N/ha)	12	2	9	2
Kalzium- auswaschung	(kg Ca/ha)	105	85	70	69
Magnesium- auswaschung	(kg Mg/ha)	11	9	14	13
Kalium- auswaschung	(kg K/ha)	2,0	1,1	0,6	0,6
Wasserverbrauch	(mm)	623	642	643	646
Körnerertrag 15 bzw. 10% H <sub>2</sub> O	(dt/ha)	45	24	50	26

doch waren es unter Winterweizen nur 40 kg N/ha trotz überdurchschnittlichen Sickerwassermengen. Aus diesem Grund kommen wir zur Vermutung, dass Raps bezüglich Nitratauswaschung die bessere Vorfruchtwirkung auf den nachfolgenden Winterweizen hat als Kartoffeln.

Als Gründüngung nach Sommerweizen stand auf den anderen Lysimetern Phacelia. Die sehr geringen Mengen an ausgewaschenem Nitrat-Stickstoff von rund 10 kg/ha in beiden Verfahren weisen auf eine gute biologische «Nitrat-Konservierung» durch die Gründüngung hin. Bemerkenswert ist ferner, dass vom Moräne-

lehm Boden mehr als doppelt soviel Magnesium ausgewaschen wurde wie vom Schotterboden; dies ist wahrscheinlich eine Folge des höheren natürlichen Magnesiumgehaltes mit entsprechend höherer Freisetzung aus dem Boden-Muttermaterial Moränelehm.

## Winter- oder Sommer- getreide nach Raps?

Im Berichtsjahr wurde teilweise von der geplanten Fruchtfolge abgewichen und nach Raps in zwei Lysimetergefässen als

**Tab. 3. Sickerwasser und Nährstoffauswaschung von vier Verfahren, 1. Oktober 1993 bis 31. März 1994, Niederschlag 493 mm (Norm: 386 mm). Lysimeteranlage FAP Zürich-Reckenholz**

		Braunerde auf Schotter mässig tiefgründig		Braunerde auf Moräne- lehm tiefgründig	
		Grün- düngung	Winter- weizen	Grün- düngung	Winter- weizen
Sickerwasser	(mm)	341	411	407	404
Stickstoff- auswaschung	(kg N/ha)	10	43	11	40
Kalzium- auswaschung	(kg Ca/ha)	250	322	371	363
Magnesium- auswaschung	(kg Mg/ha)	24	30	76	70
Kalium- auswaschung	(kg K/ha)	3,7	2,4	2,3	2,0

## RÉSUMÉ

Résultats des lysimètres  
du 1.4.93 au 31.3.94

Les lysimètres pesables de Zurich-Reckenholz portaient dans la période considérée respectivement du colza d'automne suivi de blé d'automne et du blé de printemps suivi d'un engrais vert. La diminution maximale des réserves d'eau a été de 160 mm. En raison des bonnes conditions climatiques du printemps 1993 et de la présence d'engrais verts à la suite des grandes cultures, la consommation d'eau a été supérieure à 600 mm pendant l'été. Malgré les précipitations et surtout les quantités d'eau de lessivage bien supérieures à la normale, le nitrate lessivé est resté en dessous de la norme durant l'hiver. On suppose que le colza a exercé un effet favorable dans ce sens (meilleur que les pommes de terre, mises en place durant trois ans d'essai comme culture précédant le blé d'automne) et que l'engrais vert (Phacélie) a conservé «biologiquement» l'azote.

## SUMMARY

Lysimeter results  
from 1.4.93 to 31.3.94

Oilseed-rape followed by winter wheat and spring wheat followed by green manure were grown in weighing lysimeters at Zurich-Reckenholz in 1993/94. Soil-stored water was depleted to a deficit of 160 mm. Good climatic conditions in spring and green manure in August and September pushed water consumption over 600 mm (maximum values in 12 years time for the period April to September). Even though precipitations and leaching water totaled well over the mean value, nitrate leached below normal rates in winter. We attribute this fact to a better precultural effect of oilseed-rape (compared to potatoes followed by winter wheat in three other years) and to the „biological conservation“ by green manure (Phacelia).

**KEY WORDS:** lysimeter, water consumption, leaching, nitrate, soil water, depletion

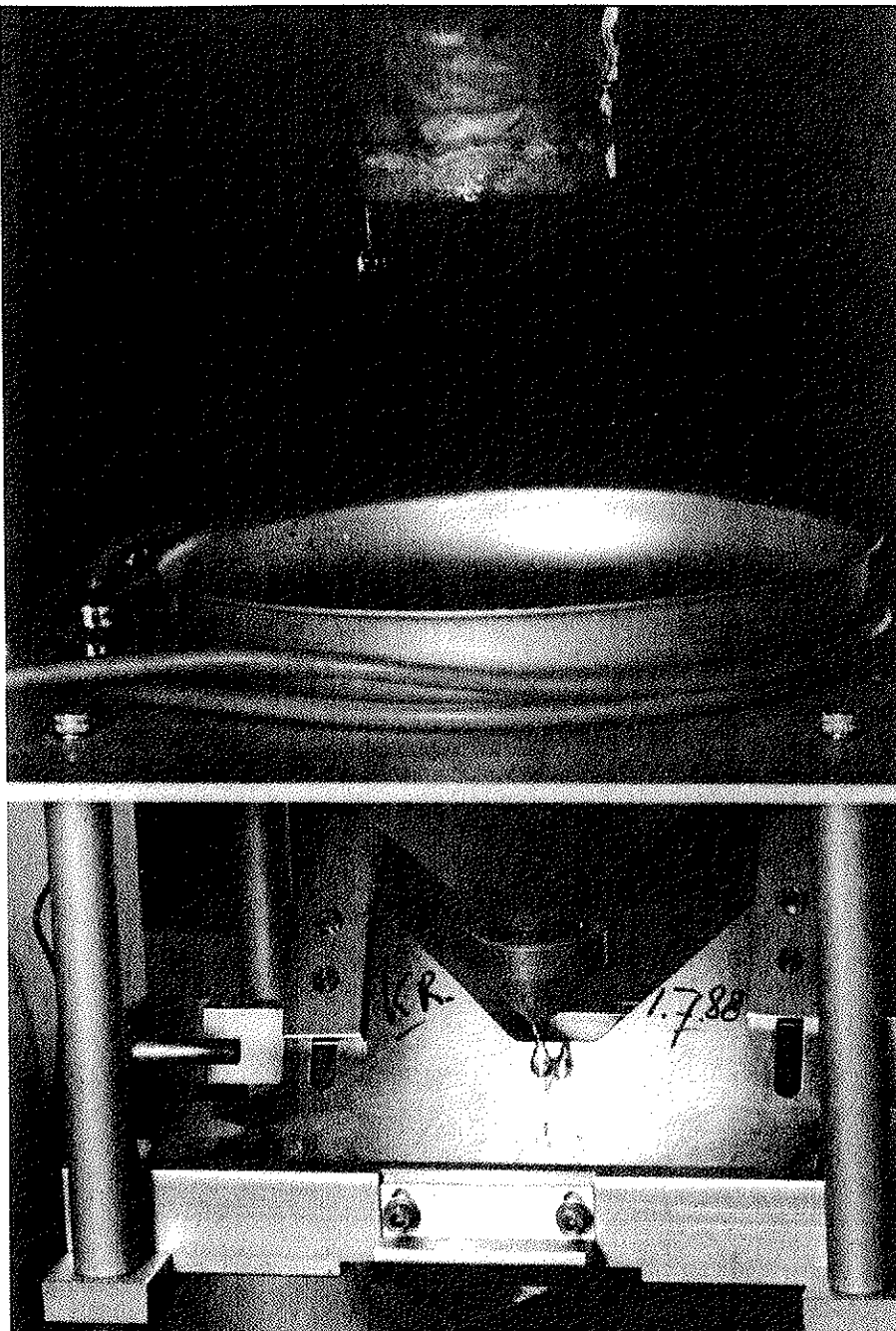


Abb. 2. Ein Sickerwasser-Tropfen fällt. Vom Auslass des Lysimeters gelangt er in den Trichter, wird in der Messwippe aufgefangen und später in einer Probenflasche (hier nicht zu sehen) ins Nährstofflabor zur chemischen Analyse gebracht. (Foto: Gabriela Brändle, FAP)

Gründung Phacelia eingesät, anstatt den Ausfallraps auflaufen zu lassen und danach Winterweizen zu säen. Im März folgte auf die abgefrorene Gründüngung Sommerweizen. Die Stickstoff-Auswaschung betrug in diesem Verfahren 15 kg/ha (gegenüber 43 kg/ha, Tab. 3) auf dem Schotterboden und 12 kg/ha (gegenüber 40 kg/ha) auf dem Moränelehmboden (weiteres dazu in Nievergelt 1995). In einem Feldversuch der Universität Göttingen BRD prüfte man dieselben zwei Verfahren im gleichen Jahr und schätzte die biologische Stickstoff-Konservierung mit-

tels Phacelia auf 30 bis 40 kg N/ha (Lickfett *et al.* 1994).

## LITERATUR

Lickfett T., Wildenhayn M. und Przemec E., 1994. Zuviel Nitrat nach Raps - was tun?, *DLG-Mitteilungen*, 109 (8), 32-33.

Nievergelt J., 1993. Wasserverbrauch, Ertrag, Sickerwasser und Nährstoffauswaschung vom 1. April 1990 bis 31. März 1991, *Landw. Schweiz*, 6 (6), 121-122.

Nievergelt J., 1995. Nitratauswaschung unter Ackerkulturen, *Die Grüne* (4), 22-24.