

## Versuchsergebnisse aus Bayern 2001 bis 2013

### Nitratgehalt im Sickerwasser bei Körnermais und Winterweizen mit Zwischenfruchtanbau



Ergebnisse aus Versuchen in Zusammenarbeit mit dem staatlichen Versuchsgut Puch

**Herausgeber:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Agrarökologie - Düngung  
Lange Point 12, 85354 Freising  
©

**Autoren:** Dr. M. Wendland, L. Heigl, M. Schmidt  
**Kontakt:** Tel.: 08161/71-5499, Fax: 08161/71-5089  
E-mail: [Matthias.Wendland@LfL.bayern.de](mailto:Matthias.Wendland@LfL.bayern.de)  
<http://www.LfL.bayern.de/>

**Inhaltsverzeichnis**

---

<b>Nitratgehalt im Sickerwasser bei Körnermais und Winterweizen mit Zwischenfruchtanbau Versuch 577 .....</b>	<b>3</b>
<b>Versuchsbeschreibung.....</b>	<b>3</b>
<b>Standortbeschreibung.....</b>	<b>3</b>
Erträge .....	4
<b>Kommentar .....</b>	<b>5</b>

**Versuchsbeschreibung**

Auf dem 1986 angelegten „Gülleprüffeld“ in Puch wird Sickerwasser mittels Saugkerzen (wasserdurchlässige Keramikkörper) in 60 und 130 cm Bodentiefe aus vier verschiedenen Versuchsvarianten mit 6-facher Wiederholung kontinuierlich abgesaugt (siehe Abb.1). Verglichen werden dabei seit dem Jahr 2000 die Auswirkungen der Variante ohne Zwischenfrucht und konventioneller Maissaat mit denen von Senf und Winterrübsen (Mulchsaat bei Körnermais), sowie die Güllewirkung im Vergleich zu Mineraldünger. Unter anderem wird die im abgesaugten Bodenwasser enthaltene Nitratkonzentration 14-tägig untersucht. Die Fruchtfolge besteht aus Körnermais und Winterweizen mit den genannten Zwischenfrüchten. Vor dem Zwischenfruchtanbau wurden 50 NH<sub>4</sub>-N/ha, im Frühjahr vor der Maissaat 130 NH<sub>4</sub>-N/ha mit Rindergülle (bei Winterweizen 77 NH<sub>4</sub>-N) jeweils auf drei Varianten ausgebracht. Zusätzlich wird eine mineralische N-Ergänzung in Höhe von 60 kg/ha bei Mais sowie 100 kg/ha bei Winterweizen gegeben. Auf der vierten Variante wird sowohl bei Mais, als auch bei Winterweizen ausschließlich Mineraldünger eingesetzt. Bei beiden Fruchtarten werden mit der organischen (NH<sub>4</sub>-N) bzw. miner. Düngung die gleichen N-Mengen verabreicht. Der so konzipierte Versuch begann mit der Zwischenfruchtsaat im September 2000 und endete 2013.

**Standortbeschreibung**

Ort:	<b>Puch</b>
Landkreis:	FFB
Landschaft:	Altmoräne des Loisach-Ammergletschers
Ø Jahresniederschläge:	920 mm
Ø Jahrestemperatur:	8,0 °C
Höhe ü. NN:	550 m
Bodentyp:	Parabraunerde
Bodenart:	sandiger Lehm
Gestein:	Diluvium
Ackerzahl:	60
Versuchsbeginn (Erntejahr):	2001
Fruchtfolge:	Wi-Weizen, Zwischenfrucht, Kö-Mais

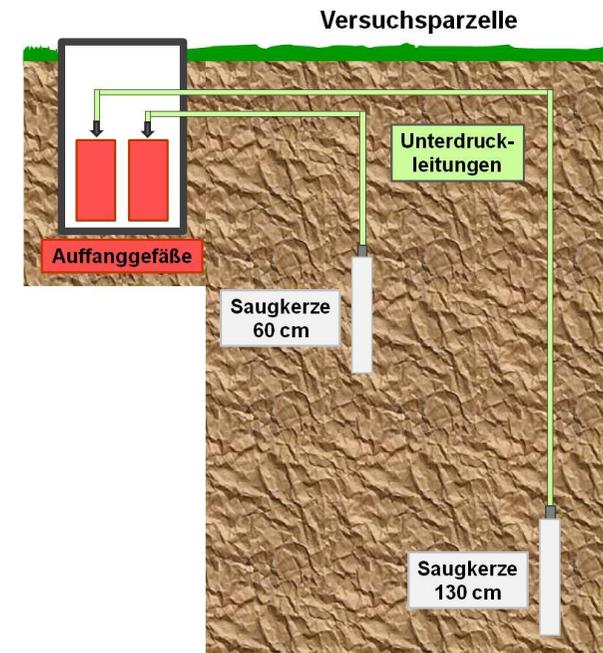


Abb.1: Schematische Darstellung der Saugkerzenanlage

# Nitratgehalt im Sickerwasser bei Körnermais und Winterweizen mit Zwischenfruchtanbau

Versuch 577

Ortsfester Versuch zur Feststellung des Nitratgehaltes im Sickerwasser mittels Saugkerzen sowie des Ertrages

Erträge		Körnermais		Ertrag in dt/ha		Mittel aus 2001, 03, 05, 07, 09, 11 und 2013				
VGL	Frucht und Anbauverfahren			Rindergülle Nges./NH <sub>4</sub> -N (kg/ha)		N-Mineraldüngung (kg/ha)				Ertrag dt/ha
	Hauptfrucht	Zwi-frucht vor Mais	Bodenbearbeitung und Saat bei Mais	Zwischenfrucht 20 m <sup>3</sup> /ha v. Saat	Körnermais 50 m <sup>3</sup> /ha v. Saat	Zwi-fr. v. Saat	Körnermais v. Saat			
							UF	in Best.		
1	Körnermais	Senf	Sommerfurche, Mulchsaat	79/50	195/130	--	--	30	30	<b>97,0</b>
2	Körnermais	Ohne	Herbstfurche, konventionell	79/50	195/130	--	--	30	30	<b>94,3</b>
3	Körnermais	Wi-Rübsen	Sommerfurche, Mulchsaat	79/50	195/130	--	--	30	30	<b>98,1</b>
4	Körnermais	Senf	Sommerfurche, Mulchsaat	--	--	40	70	30	60	<b>98,6</b>
t-Test GD (5 %):										n. s.

		Winterweizen		Ertrag in dt/ha		Mittel aus 2002, 04, 06, 08, 10 und 2012			
VGL	Anbauverfahren			Rindergülle Nges./NH <sub>4</sub> -N (kg/ha)		N-Mineraldüngung (kg/ha)		Ertrag dt/ha	
	Hauptfrucht	Zwi-frucht vor Mais	Bodenbearbeitung und Saat bei Mais	Winterweizen 30 m <sup>3</sup> /ha Zeitpunkt	2002 bis 2012	Gesamt	Aufteilung		
1	Wi-Weizen	Senf	Sommerfurche, Mulchsaat	zeit. Frühj.	122/77	100	30/30/40	<b>92,8</b>	
2	Wi-Weizen	Ohne	Herbstfurche, konventionell	zeit. Frühj.	122/77	100	30/30/40	<b>89,6</b>	
3	Wi-Weizen	Wi-Rübsen	Sommerfurche, Mulchsaat	zeit. Frühj.	122/77	100	30/30/40	<b>93,1</b>	
4	Wi-Weizen	Senf	Sommerfurche, Mulchsaat	--	--	160	60/60/40	<b>96,5</b>	
t-Test GD (5 %):									n. s.

## Nitratgehalte im Sickerwasser bei Körnermais und Winterweizen mit Zwischenfruchtanbau

Versuch 577

Ortsfester Versuch zur Feststellung des Nitratgehaltes im Sickerwasser mittels Saugkerzen sowie des Ertrages

### Kommentar

Nach nunmehr 13jähriger Versuchsdauer mit sieben Mais- bzw. sechs Weizenernten liegen hinsichtlich der Nitratkonzentration im Sickerwasser sowie deren zeitlicher Verlauf aufschlussreiche Ergebnisse vor.

### Körnermais:

Ein Zwischenfruchtanbau im Herbst mit nachfolgender Mulchsaat bei Mais bringt hinsichtlich des Nitratgehaltes eindeutige Vorteile mit sich. Bei der Berechnung der mittleren Nitratkonzentration (Abb.2) über die Versuchsjahre wurden die Gehalte des im abgesaugten Bodenwasser

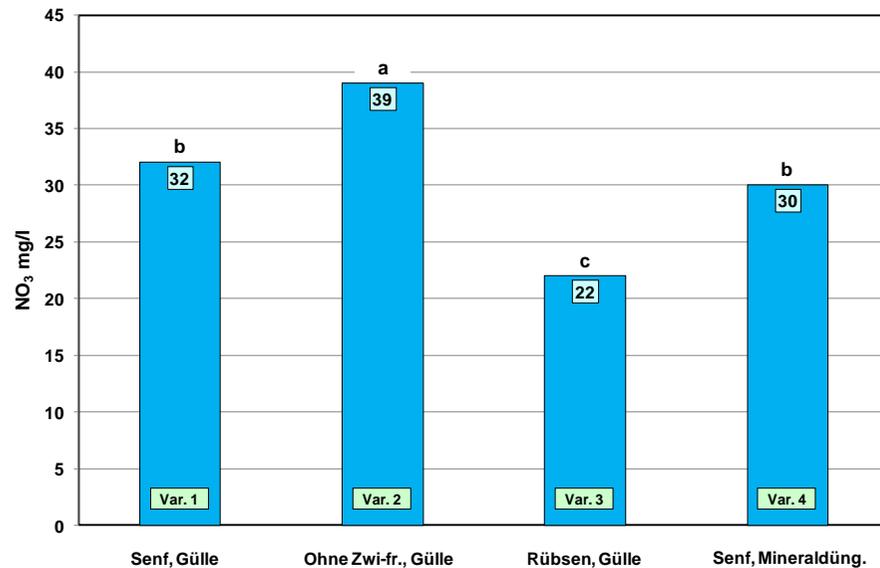


Abb. 2: NO<sub>3</sub>-Konzentration im Sickerwasser mit bzw. ohne Zwischenfrucht und nachfolgendem Maisanbau (Mittel aus 7 Jahren)

enthaltenen Nitrats in 60 und 130 cm Bodentiefe gemittelt. Ausgewertet wurde jeweils der Zeitraum vom 01.09. bis zum 30.06. des Folgejahres. Den höchsten Gehalt weist Var.2 „ohne Zwischenfrucht“ mit 39 mg/l auf. Der Anbau der Zwischenfrucht Senf (Var.1) verringert

die Konzentration auf 32 mg/l. Werden anstatt Senf die nichtabfrierenden Winterrübsen (Var.3) eingesetzt, können die Nitratwerte auf 22 mg/l gesenkt werden. In diesen drei Varianten wurden vor der Zwi-fr.-Saat bzw. zur Strohdüngung (Var.2) 20 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle (im Mittel 79 kg Ges-N/ha) ausgebracht. Zu Mais wurden 50 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle vor der Saat (195 kg Ges-N/ha) und eine mineralische N-Ergänzung in Höhe von 60 kg/ha in den Bestand gegeben. Die Variante 4 wurde ausschließlich mineralisch gedüngt (zur Zwi-fr. 40 kg N/ha, zu Mais 160 kg N/ha). Obwohl geringere N-Mengen ausgebracht wurden, wird die NO<sub>3</sub>-Konzentration kaum beeinflusst.

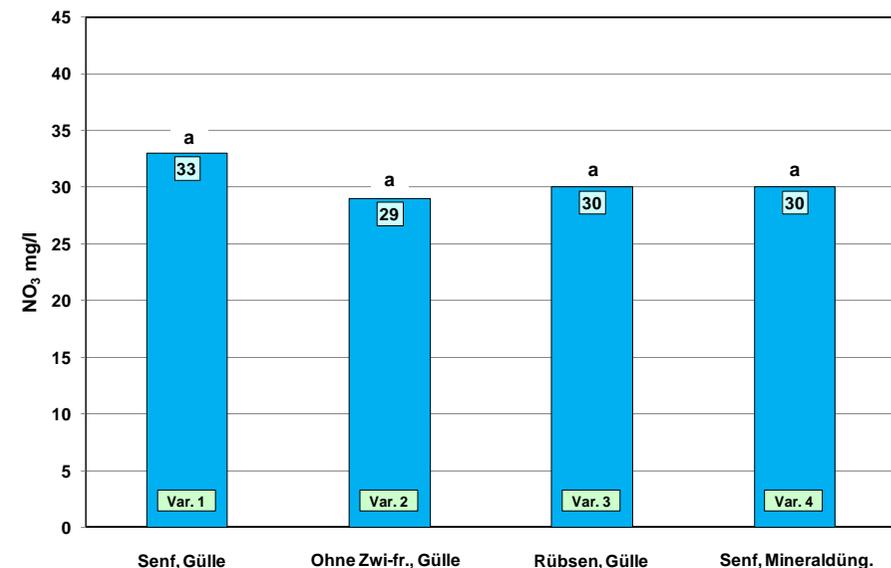


Abb. 3: NO<sub>3</sub>-Konzentration im Sickerwasser bei Wi-Weizen (6 Jahre)

### Winterweizen:

In den Jahren mit Winterweizen wurden die Varianten 1 bis 3 jeweils mit 30 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle im Frühjahr (122 kg Ges-N/ha) gedüngt. Zusätzlich erfolgte eine mineralische N-Ergänzung in Höhe von 100

## Nitratgehalt im Sickerwasser bei Körnermais und Winterweizen mit Zwischenfruchtanbau

Versuch 577

Ortsfester Versuch zur Feststellung des Nitratgehaltes im Sickerwasser mittels Saugkerzen sowie des Ertrages

kg/ha (30/30/40). Die Var.4 wurde ausschließlich mineralisch gedüngt. Dabei wurden 160 kg N/ha (60/60/40) eingesetzt. Durch die weitgehend identischen Düngermengen über alle Varianten sind kaum Unterschiede in der Nitratkonzentration zu erkennen. (Abb.3).

### Zeitlicher Verlauf der Nitratkonzentration:

Der zeitliche Verlauf der Nitratkonzentration von September 2000 bis Juli 2013 ist in Abb.4 dargestellt (Mittel aus Tiefe 2). Hier wird deutlich, wie sehr die verschiedenen Fruchtarten den  $\text{NO}_3$ -Gehalt beeinflussen. So können die Zwischenfrüchte von der Saat im August auf Grund der

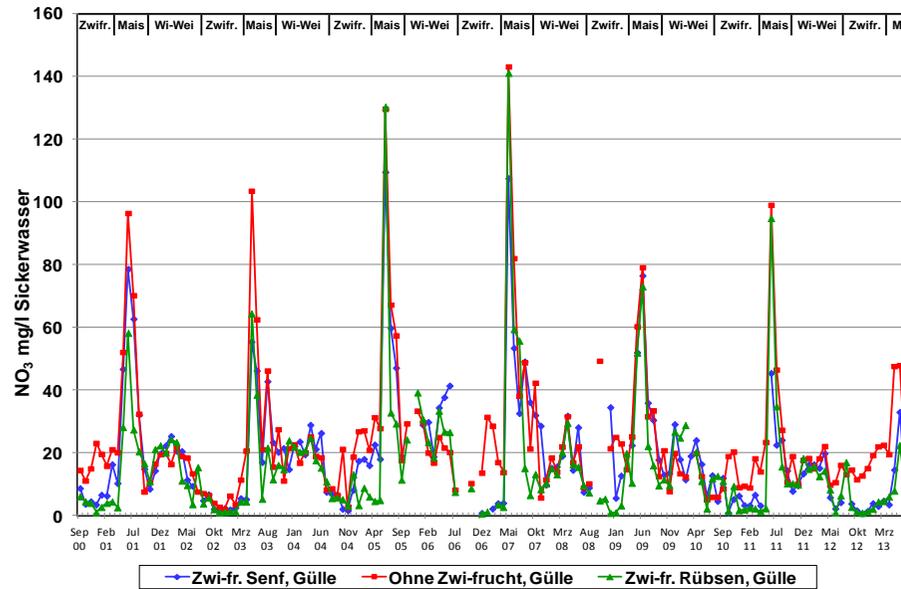


Abb. 4: Verlauf der  $\text{NO}_3$ -Konzentration von Sept. 2000 bis Juli 2013

N-Aufnahme bis in den Herbst hinein die Nitratwerte (ca. 5 bis 30 mg/l) bis zur Maissaat Ende April vergleichsweise niedrig halten. Ab diesem Zeitpunkt ist ein deutlicher Anstieg der Konzentration in allen Varianten erkennbar. Dieser fällt in der Variante ohne Zwischenfrucht (im Mittel

über die Jahre ca. 110 mg/l) am höchsten aus. Mit dem Anbau von Senf bzw. Winterrübsen fielen die Nitratwerte tendenziell etwas ab. Diese insgesamt hohen Werte werden von Anfang Mai bis ca. Ende Juni gemessen. Von Anfang Juli kann bis zur Maisernte im September eine deutliche Absenkung der Konzentration aufgrund einer erhöhten N-Aufnahme des Körnermaises auf ca. 25 bis 30 mg/l beobachtet werden. Mit der folgenden Saat des Winterweizens sinkt der Nitratgehalt bis zu dessen Ernte im August auf ca. 20 mg/l im Mittel ab, wobei hier ein Einfluss der verschiedenen Zwischenfruchtarten nicht mehr zu erkennen ist.

Die hohen Nitratkonzentrationen nach der Maissaat im Mai und Juni können verschiedene Ursachen haben (z.B. Bodenbearbeitung, gesteigerte Mineralisation, N-Düngung, Temperatur), sie lassen aber nicht zwangsläufig auf eine hohe Nitratauswaschung schließen. In den Frühjahrs- und Sommermonaten ist die tägliche Evapotranspiration (Wasserverdunstung aus Boden und Pflanze) relativ hoch. Aufgrund einer hohen Wasserkapazität ist insbesondere auf tiefgründigen Böden in diesen Monaten nur mit einer geringen Wasserversickerung zu rechnen. Wasser, das bereits in tiefere Bodenschichten vorgedrungen ist, kann auf solchen Böden noch von den Pflanzenwurzeln erfasst werden. Somit besteht auch keine Gefahr einer Nitratverlagerung in das Grundwasser. Bei flachgründigen Böden mit einer geringen Wasserkapazität, kann es, verbunden mit hohen Niederschlägen zu einer erhöhten Wasserversickerung und somit auch zu einer Nitratverlagerung in tiefere Schichten kommen.

Da 85% der N-Aufnahme bei Mais erst ab dem 8-Blattstadium erfolgt, ist, um die Auswaschungsgefahr niedrig zu halten, eine N-Düngung nahe am Bedarf vorteilhaft. Da dieser Stickstoff von den Pflanzen effektiver verwertet wird, werden überschüssige N-Mengen im Herbst reduziert. Deshalb sollte der Dünger in den Bestand ausgebracht werden. Die Nährstoffversorgung in der Jugendentwicklung kann über eine Unterfußdüngung bei der Saat mit der erforderlichen Menge sichergestellt werden.

Ortsfester Versuch zur Feststellung des Nitratgehaltes im Sickerwasser mittels Saugkerzen sowie des Ertrages

### Humusgehalt:

Der langjährige Anbau von Zwischenfrüchten und die ständige Zufuhr von organischer Substanz führen zu einer Anreicherung von Kohlenstoff und fest gebundenem Stickstoff im Boden. Somit wird der Humusgehalt angehoben siehe (Abb.5). In den Varianten mit Zwischenfrucht (Var.1 und 3) und Gülle steigt dieser im Vergleich zu ohne Zwi-fr. um ca. 5 bis 10 % an, wobei der höhere Wert bei den nicht abfrierenden Winterrüben festzustellen ist. Diese Unterschiede sind sowohl nach 6jähriger (2006) als auch nach 12jähriger (2012) unterschiedlicher Bewirtschaftung deutlich zu erkennen. Die Var.4 (Mineraldüngung) zeigt im Vergleich zu den Varianten mit Wirtschaftsdüngern den niedrigsten Humusgehalt. Eine Steigerung des Humusgehaltes erhöht die biologische Aktivität des Bodens und verbessert die Bodenstruktur, was insgesamt zu einer Steigerung der Bodenfruchtbarkeit beiträgt.

### Erträge:

Sowohl die Körnermais- als auch die Winterweizenerträge werden aufgrund des Zwischenfruchtanbaus tendenziell erhöht, können jedoch statistisch nicht abgesichert werden (nicht signifikant). Bei beiden Früchten schnitt die Mineraldüngervariante am besten ab. Die geringsten Erträge wurden in Var.2 ohne Zwischenfrüchte gemessen. Dieser ortsfeste Versuch über 13 Jahre zeigt, dass durch einen langjährigen Zwischenfruchtanbau das Ertragspotential eines Standortes gesteigert werden kann.

### Zusammenfassung:

Eine nennenswerte Nitratverlagerung findet meist in den Wintermonaten statt. Zwischenfrüchte in Maisfruchtfolgen können aufgrund der N-Aufnahme bis in den Herbst hinein überschüssigen N aufnehmen und so den Nitratgehalt des Sickerwassers reduzieren. Speziell für den Grundwasserschutz sind überwinterte Zwischenfrüchte den abfrierenden vorzuziehen. Dabei ist aber zu beachten, dass der Einsatz von Totalherbiziden zur Abtötung des Bestandes notwendig sein kann. Nach der Maissaat kommt es zu einem Anstieg der Nitratgehalte, die jedoch aufgrund des aufwärts gerichteten Wasserstromes auf den meisten Standorten nicht zu einer Belastung des Grundwassers führen dürften. Der Zwischenfruchtanbau führte tendenziell zu leichten Ertragsanstiegen sowie zu einer Erhöhung des Humusgehaltes.

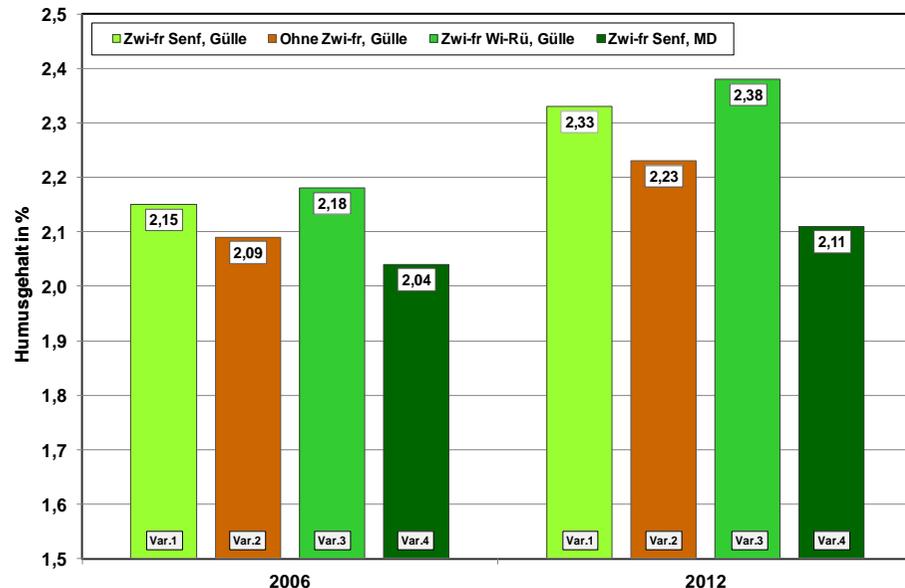


Abb. 5: Humusgehalte nach langjährigem Zwischenfruchtanbau