

# Nährstoffsalden und Nitratgehalte des Sickerwassers in ökologisch und üblich bewirtschafteten Ackerflächen

Institut für Agrarökologie, ökologischer Landbau und Bodenschutz

U. Hege, A. Fischer, K. Offenberger

## Zusammenfassung:

Die Nährstoffsalden ökologisch bewirtschafteter Betriebe lagen bei den Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphat und Kali deutlich unter den Salden konventionell bewirtschafteter Betriebe. Bei Phosphat und Kali wurden negative Salden festgestellt. Bei mittel- und langfristiger Betrachtung werden die pflanzenverfügbaren Bodengehalte sinken. Unter 10 mg/100 g Boden muss im Rahmen der zugelassenen Möglichkeiten eine Erhaltungsdüngung durchgeführt werden, wenn das mögliche Ertragspotential ausgeschöpft werden soll. Die dargestellten Unterschiede der Stickstoffsalden bei konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung werden durch Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Nitratkonzentration im Sickerwasser bestätigt. Nach unseren Untersuchungen lag die Nitratkonzentration unterhalb des durchwurzelbaren Raumes unter ökologisch bewirtschafteten Flächen deutlich unter den Gehalten konventionell bewirtschafteter Flächen. Sie lagen aber im Mittel über dem Richtwert für Trinkwasser von 25mg/l.

## Summary

The nutrient balances of organic farms regarding the main nutrients nitrogen, phosphorus and potassium were significant lower than those of conventional farms. Negative balances were found out by phosphorus and potassium. The contents of these nutrients in the soil will be diminished during medium or long time. If the available contents ly below 10 mg/100 g soil, fertilizing has do be done to use yield potential. The shown differences in the balances of nitrogen between organic an conventional farms can be confirmed through experimental results about nitrate concentrations in water seeping through the ground. The nitrate concentration below the soil layer with roots was in our investigations significant lower in organic fields than in conventional ones. But in the mean they laid above the orientation value for drinking water from 25 mg NO<sub>3</sub>/l.

## Einleitung

Pflanzenbau findet im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie statt. Ziel der Landbewirtschaftung ist es hochwertige Nahrungsmittel kostengünstig zu erzeugen, ohne die Umweltgüter Boden, Grund- und Oberflächenwasser sowie Luft übermäßig zu belasten. Im Rahmen dieses Beitrages, der sich mit den Umweltwirkungen des ökologischen Landbaus im Vergleich zum konventionellen Landbau auseinandersetzt, werden die Ergebnisse aus der Nährstoffsaldierung landwirtschaftlicher Betriebe und aus Tiefenuntersuchungen landwirtschaftlicher Flächen dargestellt.

# Ergebnisse

## Nährstoffsaldierung landwirtschaftlicher Betriebe

Die Saldierung der Nährstoffe im konventionellen und ökologischen Betrieb ist die Basis zur Beurteilung des Verlustpotentials auf Betriebsebene. Die unterschiedliche Wirtschaftsweise von konventionell und ökologisch geführten Betrieben bedingt insbesondere bei der Saldierung des Nährstoffs (N) deutliche Unterschiede. Die Nährstoffsalden wurden auf Hoftor-Basis ermittelt (Abbildung 1). Es wurden hierbei nur die das „Hoftor“ durchlaufenden Einkauf- und Verkaufsprodukte, sowie die N-Bindung durch Leguminosen berücksichtigt.

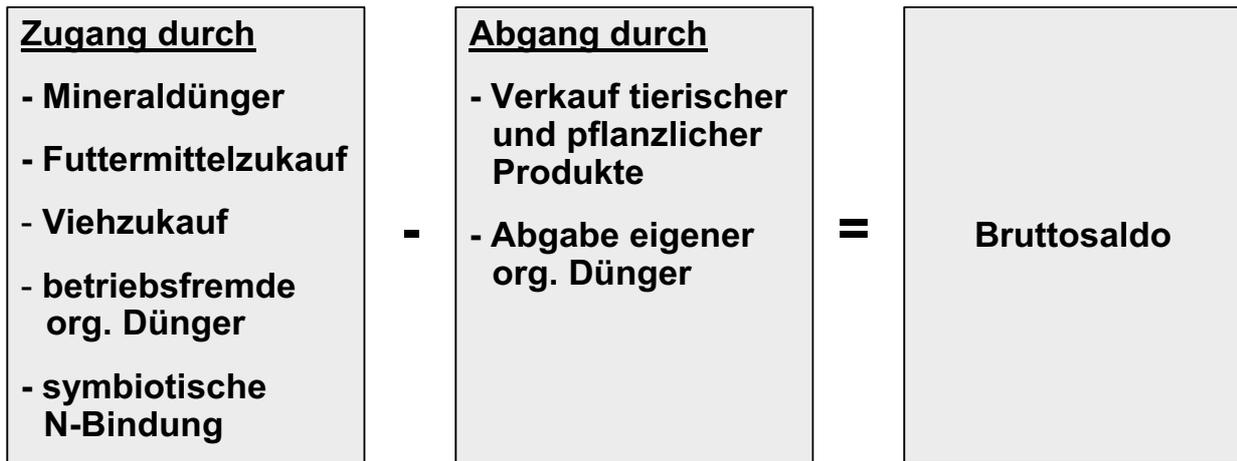


Abbildung 1: Erforderliche Daten für den Vergleich über die Nährstoffzu- und -abfuhr auf Hoftor- Basis

Einen großen Unsicherheitsfaktor bei der Erstellung des Stickstoffsaldos stellt die standortspezifische N-Fixierungsleistung der Leguminosen dar. Die bei der Berechnung eingesetzte symbiotische N-Fixierung ist in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1: Angenommene N-Bindung durch Leguminosen ausgewählter Fruchtarten

Fruchtart	N-Fixierung Konv. Betrieb / Ökobetrieb	
<u>Acker</u>	kg/dt	
Ackerbohne	5,0 / 5,5	
Körnererbse	4,4 / 4,8	
Kleegras (> 60 % Klee)	0,34 / 0,47	
Rotklee	0,47 / 0,77	
<u>Zwischenfrucht</u>	Saat v. 05.08.	Saat n. 05.08.
	kg/ha	kg/ha
Kleegras	50 / 60	30 / 36
sonstige	60 / 72	40 / 48
<u>Rotationsbrache</u>	kg/ha	
(Leguminosenanteil > 60 %)	150 / 180	
Grünland	30 / 60	

## Nährstoffsalden von Ökobetrieben

In Abbildung 2 ist der Stickstoff-Bruttosaldo von 33 Ökobetrieben dargestellt. Im Mittel der Betriebe errechnet sich ein Saldenüberhang von 47 kg N/ha bei einer Spannweite der Salden von 10 kg N/ha bis rund 80 kg N/ha.

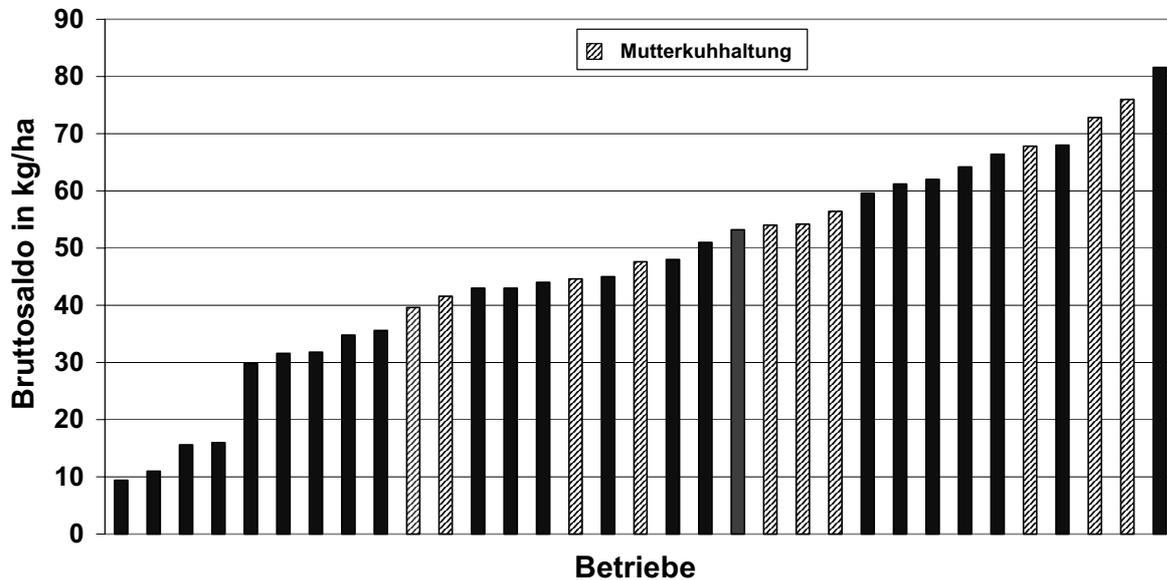


Abbildung 2: Stickstoff-Bruttosaldo von Ökobetrieben (nach Hoftoransatz)

Die Spannweite vergleichbarer konventionell geführter Betriebe in Bayern ist wesentlich größer. Diese lag mit 17 bis 233 kg N/ha bei einem Mittelwert von 101 kg N/ha deutlich über den Werten ökologisch geführter Betriebe (Tabelle 2).

Tabelle 2: Stickstoff-Bruttosaldo von Ökobetrieben und Betrieben mit konventioneller Bewirtschaftung in Bayern (rinderhaltende Betriebe mit N-Ausscheidung > 24 kg N/ha und einem Ackeranteil von > 20 % an der LN)

Betriebsform	n	Bruttosaldo (kg/ha)			N-Ausscheidung (kg/ha)		
		von	bis	Ø	von	bis	Ø
Konventionelle Betriebe	103	+ 17	+ 233	101,0	67	267	166,0
Ökobetriebe	23	+ 10	+ 80	54,5	26	151	72,0

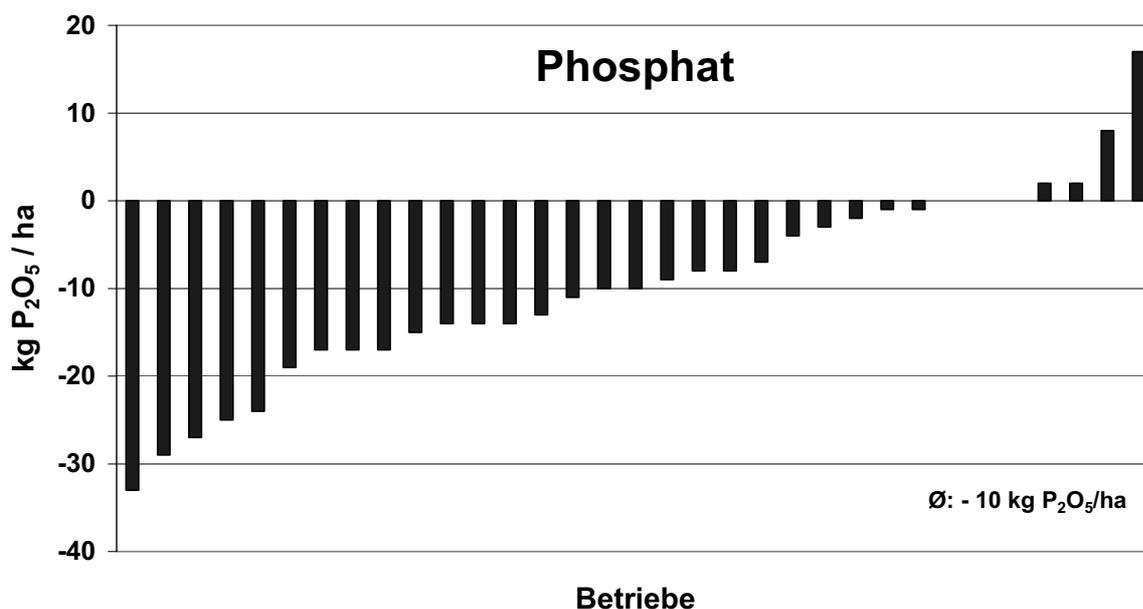
Bei beiden Betriebsformen ist ein Zusammenhang zwischen der Intensität der Viehhaltung (N-Ausscheidung kg/ha) und dem N-Bruttosaldo zu erkennen (Tabelle 3), wobei die konventionell geführten Betriebe, insbesondere in der N-Ausscheidungsmenge > 100 kg/ha deutlich höhere Bruttosalden aufweisen.

Tabelle 3: N-Bruttosaldo in Abhängigkeit von der Intensität der Viehhaltung

N-Ausscheidung kg/ha	Ökobetriebe		Konventionelle Betriebe	
	n	kg/ha	n	kg/ha
25-50	6	50	-	-
51-75	5	47	2	36
76-100	7	54	6	75
> 100	5	64	95	104

Landbewirtschaftung ist ohne Emissionen in Gewässern und Atmosphäre nicht möglich. Unabhängig von der Form der Landwirtschaft wurde der N-Bruttosaldo um gasförmige N-Verluste im Stall, im Lager und bei der Ausbringung und um Auswaschungsverluste als Nitrat korrigiert. Berücksichtigt wurden maximale Ammoniakverluste nach Vorgaben der Düngeverordnung (28 % der N-Ausscheidung bei Gülle und 40 % bei Stallmist), sowie Verluste durch Auswaschung in Abhängigkeit vom Standort bei Ackerland in Höhe von 15-40 kg N/ha und bei Grünland in Höhe von 20 kg N/ha. Unter Berücksichtigung dieser Verluste errechnet sich im Mittel ein N-Nettosaldo von 0 kg/ha für die Ökobetriebe und von rund 23 kg/ha für die konventionell bewirtschafteten Betriebe.

Die Phosphat- und Kalisalden ökologisch wirtschaftender Betriebe sind in der Regel negativ. Im Mittel der 33 Betriebe lag der P-Saldo bei - 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha und der K-Saldo bei - 22 kg/ha, wobei große Unterschiede in den einzelnen Betrieben festzustellen waren (Abbildung 3). Die Ergebnisse entsprechen Untersuchungen von Hege und Weigelt aus dem Jahr 1990.



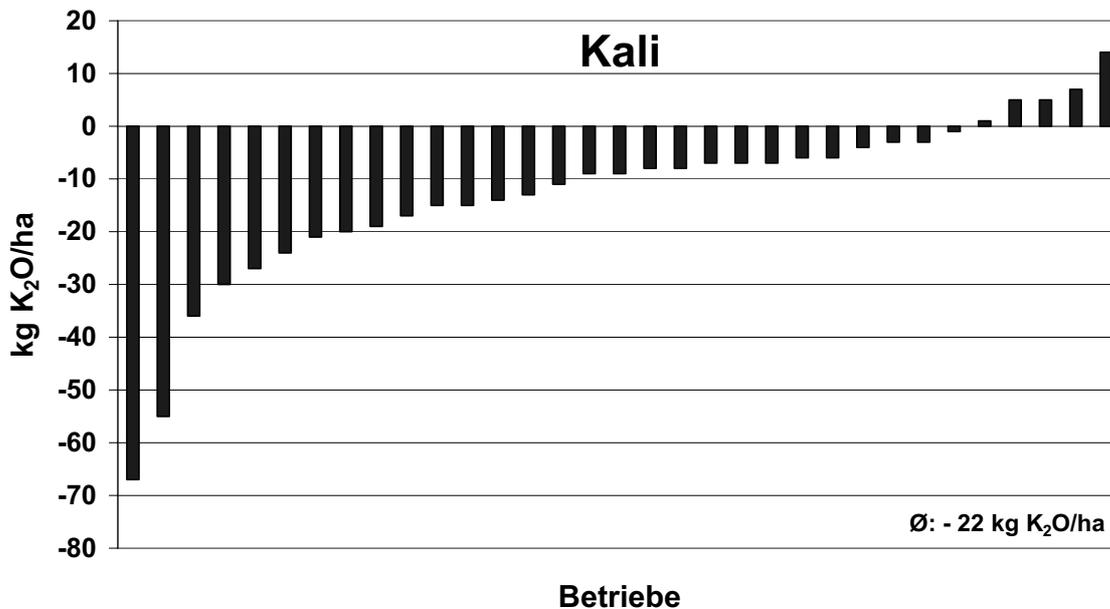


Abbildung 3: Phosphat- und Kalisaldo von Ökobetrieben

### Nitratgehalte im Sickerwasser

Mit Hilfe eines mobilen Rahmenbohrgerätes wurden Substratproben aus der Sickerwasserzone bis in eine Tiefe von 5-10 m entnommen. Jeweils 50 cm Tiefe ergaben eine Probe, die auf den NO<sub>3</sub>-N-Gehalte (Nmin-Methode) und auf den Trockensubstanzgehalt (TS) untersucht wurde. Aus dem Nitratgehalt der Bodenanalyse und dem TS-Gehalt der Probe wurde die Nitratkonzentration im Bodenwasser (= Sickerwasser) berechnet (Brandhuber und Hege, 1991). Das Ergebnis ist ein Nitrattiefenprofil. In Abbildung 4 ist ein Nitrattiefenprofil einer seit 1987 ökologisch bewirtschafteten Fläche dargestellt. Die Nitratganglinie der Untersuchung von 1990, also vier Jahre nach der Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweise, zeigt in den oberen Schichten des Bodens eine deutliche Verringerung der Nitratkonzentration. Die höhere Nitratkonzentration in tieferen Schichten ist wahrscheinlich auf die vor der Umstellung auf ökologischen Landbau gehandhabte Wirtschaftsweise zurückzuführen. Eine zweite Untersuchung des Schläges im Jahr 1992 ergab im gesamten Bodenprofil eine deutlich geringere Nitratkonzentration.

Die unter Flächen mit ökologischer Wirtschaftsweise ermittelten Nitratkonzentrationen bewegen sich auf einem für Ackerbau niedrigem Niveau. Die Flächen viehhaltender konventioneller Betriebe enthielten im Mittel mit 75 mg NO<sub>3</sub>/l Bodenwasser um 27 mg/l mehr Nitrat als viehlos bewirtschaftete Flächen. Die Gehalte von Flächen ökologisch wirtschaftender Betriebe lagen je nach Umstellungszeitpunkt demgegenüber im Mittel der untersuchten Flächen bei 29 bzw. 34 mg NO<sub>3</sub>/l.

Unter konventionell bewirtschaftetem Grünland wurden mit 25 mg/l die niedrigsten Konzentrationen festgestellt (Tabelle 4). Untersuchungen unter ökologisch bewirtschafteten Grünlandflächen liegen nicht vor.

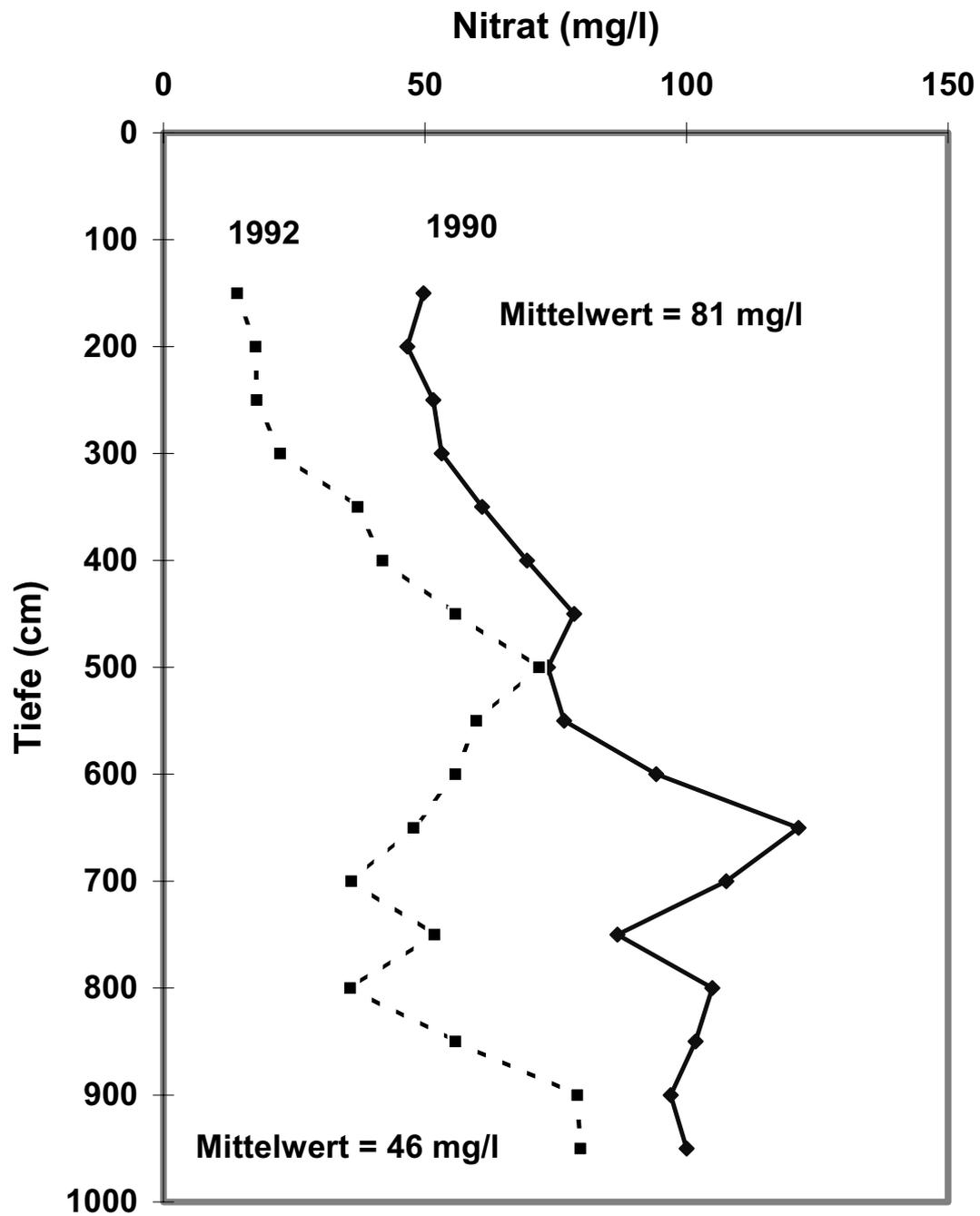


Abbildung 4: Nitratgehalte im Bodenwasser (mg/l) unter einer seit 1987 ökologisch bewirtschafteten Ackerfläche (Probenahme 1990 und 1992)

Tabelle 4: Mittlere Nitratkonzentration, Minimum- und Maximumwerte im Sickerwasser (mg/l) in Abhängigkeit von der Nutzungsform

Nutzungsform	n	Nitrat (mg/l)		
		Mittelwert	Minimum	Maximum
<b>Acker konventioneller Landbau</b>				
ohne Vieh (< 0,2 GV/ha )	56	48	5	132
mit Vieh (Ø 1,7 GV/ha)	103	75	8	376
<b>ökologischer Landbau (Ø 0,8 GV/ha*)</b>				
Umstellung vor mehr als 6 J .	16	29	8	46
Umstellung vor weniger als 6 J.	9	34	16	50
<b>Grünland (konventionell bewirtschaftet)</b>	10	25	2	65

Ein Unterschied in der Nitratkonzentration zwischen viehlos bewirtschafteten Flächen und Flächen von viehhaltenden Betrieben ist bei ökologischem Landbau, im Gegensatz zum konventionellen Landbau, nicht zu erkennen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Mittlere Nitratkonzentration im Sickerwasser unter ökologisch bewirtschafteten Flächen in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung

Bewirtschaftung	n*	Nitratgehalt im gesamten Profil ab 1,5 m (mg/l)		Nitratgehalt in 150-300 cm Tiefe (mg/l)	
		Mittelwert	Medianwert	Mittelwert	Medianwert
mit Vieh (> 0,2 GV/ha)	21	35	33	28	26
ohne Vieh	10	33	36	23	17

\*) inkl. Wiederholungsbohrungen

Eine Zusammenstellung der Vergleichsuntersuchungen zum Nitrataustragungspotential und Nitrataustrag zwischen ökologischen und konventionellem Landbau wurde von Haas (2001), zitiert von Heß und Mayer (2003), erstellt. Hierbei zeigt sich, dass in der überwiegenden Mehrzahl der aufgeführten Literatur der ökologische Landbau günstiger abschnitt. Untersuchungen des Freistaates Sachsen auf die Bodennitratstickstoffmengen konventioneller und ökologisch bewirtschafteter Flächen (zitiert von Heß und Mayer) zeigen, dass die Nitratgehalte im Herbst unter ökologisch bewirtschafteten Flächen in allen Jahren deutlich niedriger lagen.

#### Literatur:

Brandhuber R. und U. Hege, (1991): Nitratsaldierung des Sickerwassers unter Acker- und Grünland viehhaltender Betriebe - Ergebnisse von Tiefenuntersuchungen. VDLUFA-Schriftenreihe 33/1991, 203-208.

Hege, u. und H. Weigelt (1991): Nährstoffbilanzen alternativ bewirtschafteter Betriebe. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 68, Heft 4/91, 403-407.

Heß, J. und J. Mayer (2003): Biologischer Landbau als Lösung der Stickstoffprobleme. Schriftenreihe der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 125 FAL, 47-55.

## **Bibliographische Angaben zu diesem Dokument:**

Hege, U. und Fischer, A. und Offenberger, K. (2003) Nährstoffsalden und Nitratgehalte des Sickerwassers in ökologisch und konventionell bewirtschafteter Ackerflächen [Nutrient balance and nitrate content in leakage water of arable soils managed organically and conventionally]. Beitrag präsentiert bei der Konferenz: Forschung für den ökologischen Landbau in Bayern, Ökolandbautag der LfL, Triesdorf, 10.02.2003; Veröffentlicht in Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, (Hrsg.) Tagungsband: Forschung für den ökologischen Landbau in Bayern, Seite(n) 7-13. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 3/03. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising.

Das Dokument ist in der Datenbank „Organic Eprints“ archiviert und kann im Internet unter <http://orgprints.org/00001316/> abgerufen werden.