

# Hoftorbilanzen von Grünlandbetrieben des Mittelgebirges

Michael Anger, Udo Hoffmann und Walter Kühbauch

## Synopsis

### Mineral balances at farm level of grassland farms in the highland area

The mineral balance of the analysed grassland farms in the highlands of North Rhine-Westphalia demonstrate that forage growing farms are able to produce a low surplus of N, P and K with a high internal productivity. A surplus of 37 kg N, 12 kg P und 18 kg K · ha<sup>-1</sup> was found on grassland farms which refrained entirely from the addition of mineral fertilizer whereas the nutrient balance of farms which added mineral fertilizer was 149 kg N, 23 kg P und 46 kg K · ha<sup>-1</sup>. Little excess of nutrients and with it an effective protection of abiotic resources can be achieved when the following requirements are met:

- high availability of land and a low stocking capacity
- reduction of fertilizer imports
- steady backflow of nutrients
- little and selective usage of bought-in feedstuffs
- highest efficiency of the basic ration

The aims of efficient grassland management with a high quality of the basic ration go hand in hand with the objective of high utilization and reduced losses of nutrients.

*Grünland, Nährstoffe, Stickstoff, Phosphor, Kalium, Nährstoffbilanzierung, Hoftorbilanz*

*grassland, nutrients, mineral balance, nitrogen, phosphorus, potassium, farm level*

## 1 Einleitung

Die Bilanzierung der im landwirtschaftlichen Betrieb vorkommenden Nährstoffströme gibt Informationen darüber, welche Nährstoffe das System Boden-Pflanze-Tier von außen erreichen, in welchem Umfang Nährstoffmengen in betriebsinternen Nährstoffkreisläufen bewegt werden und als landwirtschaftliche Verkaufsgüter den Betrieb produktiv sowie als Nährstoffverluste unproduktiv verlassen (vgl. Abb. 1). Zur Bewertung des Schutzes der abiotischen Ressourcen Luft, Boden, Wasser sind insbesondere die Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium sowie ihre Bilanzierung bedeutsam. Da sich genaue Erhebungen insbesondere der betriebsinternen Nährstoffströme, der Mobilisierungs- und Immobilisierungsvorgänge sowie der Verlustgrößen als äußerst aufwendig und meist nicht praktikabel gestalten, kommen i. d. R. andere, vergleichsweise einfach durchzuführende Bilanzie-

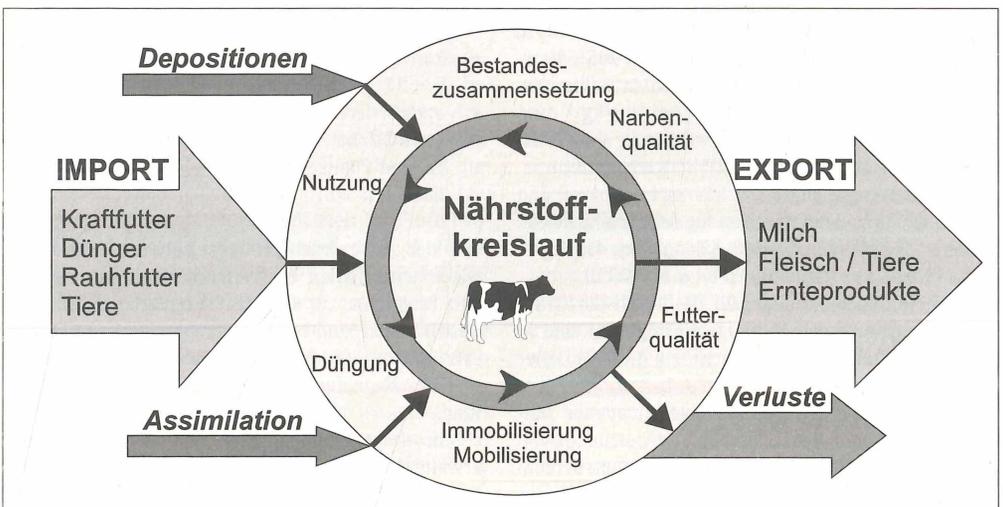


Abb. 1  
Nährstoffflüsse und Bilanzgrößen eines Grünlandbetriebes.

Fig. 1  
Flow of nutrients and dates of balance in grassland farms.

rungsansätze, wie die sogenannte Hoftorbilanzierung, zur Anwendung.

Die Hoftorbilanz erfasst die Import- und Exportgrößen des landwirtschaftlichen Betriebes und zeigt Nährstoffüberhänge auf, die Rückschlüsse auf eine potentielle Umweltbelastung zulassen (BACH 1987, ANONYMUS 1992). Von legislativer Seite wird dieser Sachverhalt auch durch die jüngst verabschiedete Düngeverordnung berücksichtigt, die u.a. zukünftig bundesweit eine einzelbetriebliche Bilanzierung der Nährstoffe N, P, K vorschreibt (ANONYMUS 1996). Erweiterte Hoftorbilanzen können durch zusätzliche – meist geschätzte – Bilanzgrößen ergänzt werden; häufig werden in die Bilanzierung Nährstoffimporte über Depositionen und symbiontische  $N_2$ -Bindung (N-Assimilation) einbezogen.

Wie jedes offene Produktionssystem ist auch der landwirtschaftliche Betrieb nicht frei von Verlustgrößen, die durch die Hoftorbilanz dokumentiert werden. Allerdings treten in Abhängigkeit vom Betriebssystem deutliche Bilanzunterschiede auf (BACH 1987, BECKER 1991, MÜLLER & EILER 1995). Im Vergleich zu den Marktfruchtbetrieben zeichnen sich Futterbaubetriebe aufgrund der geringen Nährstoffexporte mit den tierischen Verkaufsprodukten (Milch und Tiere bzw. Fleisch) meist durch erhöhte Nährstoffüberschüsse aus (KÜHBAUCH & al. 1996). Der Umfang dieser Überhänge wird vorwiegend von den Nährstoffimporten bestimmt, da in Futterbaubetrieben die Exporte über Milch- und Fleischprodukte aufgrund ihrer geringen Nährstoffkonzentrationen vergleichsweise gering sind. So werden in der vorliegenden Literatur für Marktfruchtbetriebe in der Bundesrepublik Deutschland N-Überschüsse zwischen 21 bis 68  $kg\ N \cdot ha^{-1}$  angegeben, während für Futterbaubetriebe N-Überhänge von 100 bis 185  $kg\ N \cdot ha^{-1}$  berechnet werden (BACH 1987, ANONYMUS 1995, MÜLLER & EILER 1995, BROWER & al. 1995); die P- und K-Salden von Futterbaubetrieben in Schleswig-Holstein gibt ANONYMUS (1995) mit 18  $kg\ P$  und 46  $kg\ K \cdot ha^{-1}$  an. Für Futterbaubetriebe in der Weser-Ems Region ermittelt JANSEN-MINSEN (1990) sogar Überschüsse in Höhe von 251  $kg\ N$ , 53  $kg\ P$  und 123  $kg\ K \cdot ha^{-1}$ ; Berechnungen für Milchviehbetriebe in den Niederlanden weisen Salden von 416  $kg\ N$  und 113  $kg\ P \cdot ha^{-1}$  aus (BROWER & al. 1995).

Nährstoffbilanzierungen für die durch die Grünlandnutzung geprägten Mittelgebirgsregionen sind in der vorliegenden Literatur nicht zu finden. Daher war es das Ziel der vorliegenden Arbeit, Hoftorbilanzierungen in Futterbaubetrieben verschiedener Mittelgebirgsregionen vorzunehmen. Abweichend von dem in der Literatur zumeist verwendeten Berechnungsansatz, Bilanzierungen auf der Basis von Agrarstatistiken und Buchführungsergebnissen zu kalkulieren (BACH 1987, JANSEN-MINSEN 1990, BECKER 1991, ANONYMUS 1995, MÜLLER &

EILER 1995), sollten in dieser Studie die Daten detailliert in ausgewählten landwirtschaftlichen Betrieben erhoben werden. Zusätzlich kann damit eine differenzierte Analyse der Nährstoffbilanzen für die unterschiedlich strukturierten Futterbaubetriebe vorgenommen werden.

## 2 Material und Methoden

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens zur Effizienz von Grünlandextensivierungsprogrammen im Mittelgebirge Nordrhein-Westfalens wurden in den drei klimatisch, standörtlich und strukturell unterschiedlichen Mittelgebirgen Eifel, Bergisches Land und Siegerland erweiterte Hoftorbilanzen auf 58 Grünlandbetriebe für die Elemente Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) erstellt. Die Datenerhebung erfolgte durch Befragung der Betriebsleiter und durch Verwendung der vorliegenden Betriebsdaten und Nährstoffangaben; fehlende Konzentrationsangaben wurden nach gültigen Richtwerten berücksichtigt (u.a. ANONYMUS 1993). Ergänzend wurden auch die Imissionen über Depositionen als geschätzte Größe in die Hoftorbilanzierung einbezogen (vgl. Tab. 1). Da die Angaben zu den N-Einträgen für vergleichbare Regionen einer weiten Schwankungsbreite von 10 bis über 30  $kg\ N \cdot ha^{-1}$  unterliegen (FÜHRER 1988, ANONYMUS 1990, MÜLLER & al. 1990, BROWER & al. 1995, KÜHBAUCH & al. 1996), wurden die N-Imissionen einheitlich mit 20  $kg\ N \cdot ha^{-1}$  angenommen.

Die untersuchten Betriebe mit durchschnittlich 93 % Grünlandanteil an der LF wurden im Hinblick auf zwei unterschiedliche Bewirtschaftungsformen ausgewertet:

- konventionell (ohne Bewirtschaftungsauflagen);  $n = 27$
- extensiviert (nach MURL 1995; d. h. u. a.: max. 1,4 RGV/ha, Verbot chemisch-synthetischer Düng- und Pflanzenschutzmittel auf der Hauptfutterfläche);  $n = 31$

Die hier als »extensiviert« bezeichneten Grünlandbetriebe wirtschaften nach einem bundesweit geltenden Programm zur Grünlandextensivierung, in dem Restriktionen zum Nährstoffeinsatz und zum Viehbesatz im Vordergrund stehen; der Nutzungszeitpunkt und die Nutzungshäufigkeit unterliegt keiner Regelung.

In einigen Berechnungen wurde ergänzend zur erweiterten Hoftorbilanz der Anteil an symbiontisch gebundenen Luftstickstoff durch Leguminosen berücksichtigt. Während aufgrund der Angaben der Landwirte und stichprobenartig durchgeführten Schätzungen der mittlere Anteil an Leguminosen in

Tab. 1  
Durchschnittliche Hoftorbilanz unterschiedlich  
bewirtschafteter Grünlandbetriebe.

Bewirtschaftungsform	konventionell <sup>1)</sup>			extensiviert <sup>2)</sup>		
	N	P	K	N	P	K
<b>Summe-Import</b>	<b>179</b>	<b>28</b>	<b>54</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>23</b>
– Düngemittel	110	20	30	11*	11*	9*
– Zukauffutter	48	7	22	28	4	12
– Viehzukauf u. Sonstiges	1	0	1	1	0	1
– Deposition (geschätzt)	20	1	1	20	1	1
<b>Summe-Export</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
– Milch	24	4	7	19	3	5
– Viehverkauf und Sonstiges	6	1	1	4	1	0
<b>Saldo</b>	<b>149</b>	<b>23</b>	<b>46</b>	<b>37</b>	<b>12</b>	<b>18</b>
Ausnutzungsgrad (in %)	17	18	15	38	25	22

<sup>1)</sup> n = 27;  $\sigma$ -Werte: 59 ha LF, 1,6 GV/ha, 4.961 kg Milch/ha, Herdendurchschnitt 5.887 kg /a

<sup>2)</sup> n = 31;  $\sigma$ -Werte: 75 ha LF, 1,3 GV/ha, 3.850 kg Milch/ha, Herdendurchschnitt 5.304 kg /a

\* diese Nährstoffmengen wurden nur auf den Ackerflächen ausgebracht

den konventionell bewirtschafteten Betrieben vernachlässigt werden kann, wurden in den extensivierten Betrieben durchschnittlich 15 % Ertragsanteile von *Trifolium repens* im Bestand berücksichtigt; die symbiotische N<sub>2</sub>-Bindung wurde mit 4 kg N · ha<sup>-1</sup> · Ertragsanteil<sup>-1</sup> berechnet (BOLLER & al. 1992, WILHELMY 1993, SCHNOTZ 1995, NEUENDORFF & SPATZ 1995), so daß ein zusätzlicher jährlicher Import von 60 kg N · ha<sup>-1</sup> veranschlagt wurde.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Auswertung der durch die Depositionen ergänzten Hoftorbilanzen zeigt, daß die konventionell bewirtschafteten Betriebe durchschnittlich einen Ausnutzungsgrad von 15 bis 18 % der eingesetzten Nährstoffe aufweisen (vgl. Tab. 1). Die Betriebsalden dieser konventionellen Betriebe entsprechen weitestgehend den durchschnittlichen Bilanzen für Futterbaubetriebe der alten Bundesländer (BACH 1987, BECKER 1991, ANONYMUS 1995, MÜLLER & EILER 1995). Die Differenzierung nach der Bewirtschaftungsform zeigt allerdings erhebliche Unterschiede zwischen den Grünlandbetrieben der untersuchten Mittelgebirgsregionen auf. Die Gruppe der extensivierten Betriebe zeichnet sich durch wesentlich geringere Salden aus, die die Größenordnung von Markfruchtbetrieben erreichen (BACH 1987, MÜLLER & EILER 1995, BROWER & al. 1995).

Die Unterschiede zwischen den Grünlandbetrieben ergeben sich vorrangig aufgrund der geringeren Nährstoffimporte in den extensiv bewirtschafteten

Table 1  
Average balance of different managed types of grassland farms.

Betrieben; wesentlich sind die hohen Unterschiede in den Düngerimporten. In diesem Zusammenhang ist zudem auffallend, daß in den untersuchten Extensivbetrieben die unterlassene Minereraldüngung auf den Futterflächen und die damit verbundenen Ertragseinbußen von durchschnittlich 30–40 % (KLAPP 1971, VOIGTLÄNDER 1987) offenbar nicht durch erhöhte Futterzukäufe ausgeglichen werden. Die Nährstoffimporte über Zukauffutter liegen sogar unter denen der konventionellen Betriebe. So werden in den extensivierten Grünlandbetrieben durchschnittlich nur 950 kg Milchleistungsfutter je Milchkuh und Jahr verfüttert, während in den konventionellen Betrieben im Mittel 1350 kg verbraucht werden. Diese Differenz erklärt u. a. den höheren Herdendurchschnitt in den konventionellen Betrieben (vgl. Tab. 1). Eine ausreichende Futtermittellieferung der Rinder läßt sich in den extensivierten Betrieben vorwiegend mit der um 23 % höheren Flächenausstattung gegenüber den konventionellen Vergleichsbetrieben erklären. Damit wird der mit einer Reduzierung der Düngung einhergehende Rückgang in der Biomasseproduktion in den extensivierten Betrieben mit dem höheren Flächenansatz teilweise kompensiert. Es ist auch zu vermuten, daß bei fehlendem Mineraldüngereinsatz auf den Grünlandflächen eine effizientere Nährstoffwirkung der wirtschaftseigenen Düngemittel und eine höhere Ausnutzung der im Betrieb erzeugten Futtermittel erzielt wird.

Wie die Erhebung belegt, können mit der Hoftorbilanzierung der Grünlandbetriebe Unterschiede hinsichtlich der Nährstoffüberschüsse in Abhängigkeit von der Düngungsintensität und der Flächenausstat-

tung festgestellt werden. Da unter herkömmlichen Praxisbedingungen volatile N-Verluste aus wirtschaftseigenen Düngern und Exkrementen in einer Größenordnung von 30–40 kg N · ha<sup>-1</sup> als nahezu unvermeidbar gelten (ANONYMUS 1995, KÜHBAUCH & al. 1996), bleiben die extensiv bewirtschafteten Betriebe mit dem durchschnittlichen N-Überschuß von 37 kg N · ha<sup>-1</sup> innerhalb dieses erweiterten Nährstoffspielraumes. Die konventionell wirtschaftenden Grünlandbetriebe überschreiten diese Größe um die mit den mineralischen N-Düngern importierten Mengen von 110 kg N · ha<sup>-1</sup>. Dieser Zusammenhang zeigt sich in vergleichbarer Größenordnung auch für die in der Literatur vorgestellten Futterbaubetriebe mit einem höherem N-Überhang (JANSEN-MINSSSEN 1990, ANONYMUS 1995). Angesichts der nur geringfügig zu veranschlagenden unvermeidbaren Phosphor- und Kaliumverluste in Höhe von 1 kg P und 4 kg K · ha<sup>-1</sup> auf Grünland (KÜHBAUCH & al. 1996), kommt es langfristig in den extensivierten Betrieben zu einer P- und K-Anreicherung, auch wenn sie um den Faktor zwei geringer ist als in den konventionellen Vergleichsbetrieben.

Die erhebliche Streuung der Einzelergebnisse aller untersuchten Betriebe für den ökologisch wie auch ökonomisch bedeutenden Nährstoff Stickstoff zeigt, daß im Rahmen einer Betriebsoptimierung eine

Steigerung der Nährstoffeffizienz erreicht werden kann (vgl. Abb. 2 und 3). Während bei den Extensivbetrieben unabhängig von der Betriebsgröße eine geringe Streuung der N-Salden zu finden ist, treten in den konventionell bewirtschafteten Betrieben größere Schwankungen auf. Hohe N-Überhänge müßten Anlaß für eine gezielte einzelbetriebliche Beratung insbesondere in der Gruppe der Vergleichsbetriebe sein. So lassen sich erhöhte Nährstoffimporte mit dem Zukauffutter durch eine bessere Qualität der im Betrieb erzeugten Futtermittel verringern (KÜHBAUCH & al. 1996). Wie die Beziehung Milchertrag (in kg Milch · ha<sup>-1</sup>) und importierter Stickstoff aus dem Zukauffutter zeigt (vgl. Abb. 3), erscheint sogar innerhalb der Gruppe der extensivierten Betriebe eine Verringerung der Salden durch Absenkung sehr hoher Kraftfutterimporte und Steigerung der Grünfütterleistung angebracht. Obwohl die Interaktionen Milchertrag x N-Import/Zukauffutter für beide Betriebsformen angesichts der Bestimmtheitsmaße nur einen schwachen Trend ausweisen, deutet der steilere Verlauf der Trendlinie der Extensivbetriebe auf einen effizienteren Einsatz des mit dem Zukauffutter eingesetzten Stickstoffes hin.

Wie der relative Vergleich der untersuchten Betriebsformen in Abbildung 4 dokumentiert, hat die extensive Bewirtschaftung nicht nur bezogen auf die

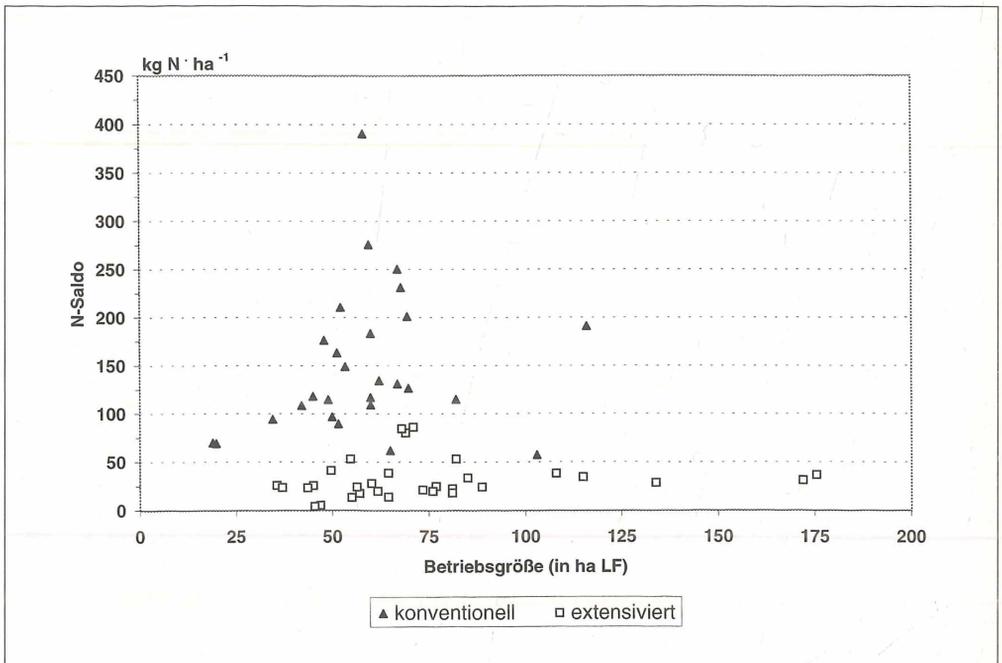


Abb. 2

Flächenbezogene N-Bilanz der untersuchten konventionellen und extensivierten Grünlandbetriebe in Abhängigkeit von der Betriebsgröße.

Fig. 2

N-balance of the analysed different types of grassland farms dependent on the size of farms.

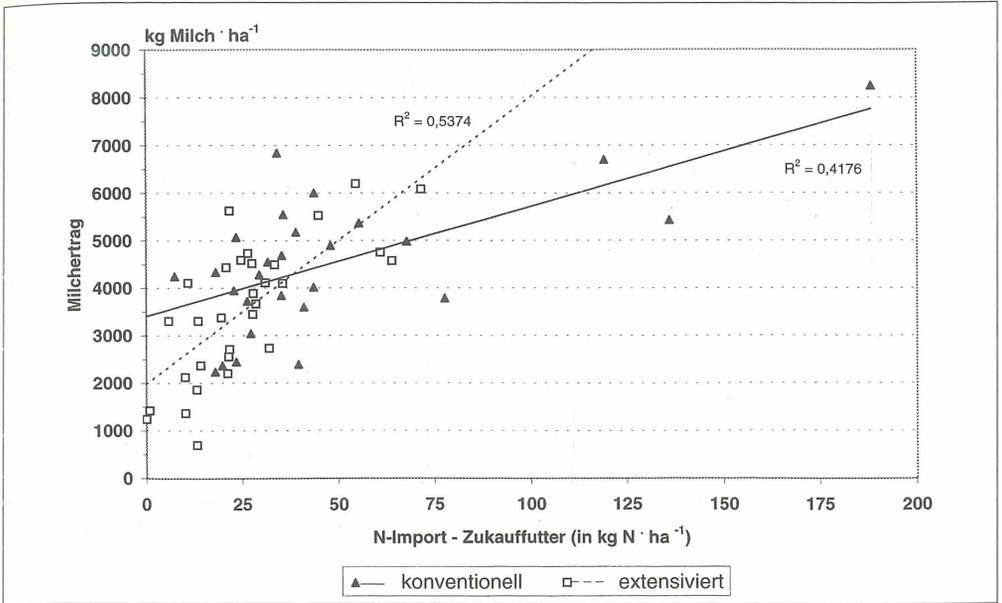


Abb. 3 Durchschnittliche Milchleistung der untersuchten konventionellen und extensivierten Grünlandbetriebe in Abhängigkeit von den importierten N-Mengen mit dem Zukauffutter.

Fig. 3 Average milk performance of the analysed grassland farms dependent on the amount of imported N by brought-in feedstuffs.

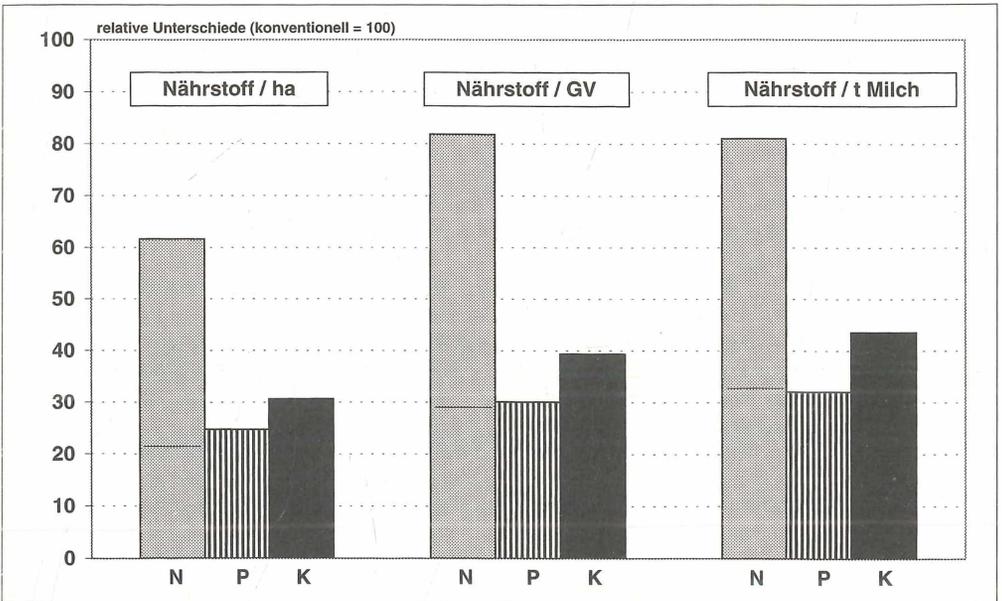


Abb. 4 Relative Nährstoffsalden der extensivierten Grünlandbetriebe im Vergleich zu den konventionellen Betrieben für die Nährstoffe N, P und K (konventionell = 100%; oberer Teil der N-Balken entspricht dem Import durch symbiotische N<sub>2</sub>-Bindung).

Fig. 4 Relative N-, P-, K- balance of grassland farms with low input compared to grassland farms without reduced conditions (= 100%; the upper part of the N-bars means the additional symbiotic N<sub>2</sub>-fixation).

Fläche (ha), sondern auch je gehaltener Viehzahl (GV) oder Produkteinheit (t Milch) nur etwa ein Drittel der Nährstoffüberhänge der konventionellen Betriebe zur Folge.

Wird die symbiontisch gebundene  $N_2$ -Fixierungsleistung auf den extensivierten Flächen zusätzlich in der N-Bilanz berücksichtigt (vgl. Abb. 2, oberer Teil der N-Balken), so finden sich bei durchschnittlich 15% Ertragsanteilen von *Trifolium repens* im Pflanzenbestand immer noch günstigere Salden in den Extensivbetrieben. Allerdings spiegelt die mit der  $N_2$ -Bindung einhergehende Anhebung des N-Saldos von 37 auf 97 kg N · ha<sup>-1</sup> auf den Flächen der Extensivbetriebe nur unzureichend das damit verbundene Gefährdungspotential erhöhter N-Verluste wider. Vor dem Hintergrund, daß nennenswerte Nitrat-Auswaschungen i. d. R. erst ab 25% Weißklee-Anteile auftreten können (WHITEHEAD 1986, ERNST 1992), werden in den untersuchten extensivierten Betrieben die durch den Leguminosen-N höheren N-Überhänge offenbar nicht eindeutig umweltbelastend wirksam. Es erscheint daher gerechtfertigt, die N-Bilanzierung auch ohne Berücksichtigung des Symbiose-N vorzunehmen (KÜHBAUCH & al. 1996).

## 5 Zusammenfassung

Die Hoftorbilanzen der untersuchten Grünlandbetriebe im Mittelgebirge Nordrhein-Westfalens dokumentieren, daß auch in der Praxis für Futterbaubetriebe geringe Nährstoffüberhänge für die Nährstoffe N, P und K bei hoher betrieblicher Produktivität erzielt werden können. Während in den Betrieben, die aufgrund von Extensivierungsaufgaben mit reduziertem Viehbesatz und ohne Mineraldünger auf dem Hauptfutterflächen wirtschaften, Nährstoffüberschüsse von 37 kg N, 12 kg P und 18 kg K · ha<sup>-1</sup> festgestellt wurden, fanden sich in den mit Mineraldünger und ohne Auflagen wirtschaftenden Vergleichsbetrieben durchschnittlich Salden von 149 kg N, 23 kg P und 46 kg K · ha<sup>-1</sup>. Auch in Bezug auf den Viehbesatz und die produzierte Milchmenge finden sich vergleichbare Abstufungen. Wie der Vergleich wesentlicher Kenngrößen der untersuchten Betriebsformen zeigt, können geringe Nährstoffüberhänge und damit ein wirksamer Schutz der abiotischen Ressourcen erzielt werden, wenn folgende Kriterien erfüllt werden können:

- hohe Flächenausstattung bzw. geringe Besatzstärke
- erhebliche Reduzierung der Düngemittel-Importe
- gleichmäßiger und verlustarmer betriebsinterner Nährstoffrückfluß
- höchste Grünfütterleistung
- geringer und gezielter Einsatz der Zukauffuttermittel

Damit gehen die Ziele einer effizienten Grünlandnutzung mit hoher Grundfutterqualität und geringem Betriebsmitteleinsatz mit dem Ziel höchster Nährstoffausnutzung bzw. reduzierten Nährstoffverluste einher.

## Danksagung

Die Autoren bedanken sich an dieser Stelle bei der Ministerin für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen für die Unterstützung der Studie, die Teil des umfassenden Forschungsvorhabens »Effizienzkontrolle der Grünlandextensivierungsprogramme im Mittelgebirge Nordrhein-Westfalens« der Institute für Pflanzenbau, für Landwirtschaftliche Betriebslehre und für Landwirtschaftliche Botanik der Universität Bonn ist.

## Literatur

- ANONYMUS, 1990: Emissionen von Ammoniak. – Arbeitsmaterialien des Bundesamtes für Ernährung und Forstwirtschaft (BEF), Frankfurt a. M.: 116 S.
- ANONYMUS, 1992: Strategien zur Reduzierung standort- und nutzungsbedingter Belastungen des Grundwassers mit Nitrat. – AG Bodennutzung in Wasserschutz- und schongebieten, Deutsche Bodenkundliche Ges. (Hrsg.), Oldenburg: 42 S.
- ANONYMUS, 1993: Faustzahlen für die Landwirtschaft und Gartenbau. – Hydro Agri Dülmen GmbH (Hrsg.), 12. Aufl., Landwirtschaftsverl., Münster-Hiltrup: 618 S.
- ANONYMUS, 1995: Rinder-Report '95. Ergebnisse der Rinderspezialberatung in Schleswig-Holstein. – Betriebswirtschaftl. Mitt., Landw.-Kammer Schleswig-Holstein, Abt. Betriebsführung und Beratung, Kiel: 111 S.
- ANONYMUS, 1996: Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung). – Bundesges. bl. Teil I, Bl. 6, Bonn: 120–121.
- BACH, M., 1987: Die potentielle Nitrat-Belastung des Sickerwassers durch die Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. – Göttinger Bodenkundl. Ber. 93: 186 S.
- BECKER, H., 1991: Phosphor-, Kalium- und Stickstoffbilanzen in landwirtschaftlichen Betriebssystemen der Bundesrepublik Deutschland von 1977/78–1989/90. – Arbeitsbericht 3/91, Institut für Betriebswirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig: 153 S.
- BOLLER, B., L. NESHEIM, J. LEHMANN & W. WALTER, 1992: Einfluß von Gülle und mineralischer

- N-Düngung auf die Stickstoff-Fixierung von Weißklee. – Landwirtschaft. Schweiz 5: 149–151.
- BROWER, F.M., F.E. GODESCHALK, P.J.G.J. HELLEGERS & H.J. KELHOLT, 1995: Mineral balances at farm level in the European Union. – Agricultural Economics Research Institute (LEI-DLO), The Hague: 141 S.
- ERNST, P., 1992: Nährstoffbilanzen und Nährstoffbelastung bei alternativer und konventioneller Weidewirtschaft. – Tagungsberichte der 23. Arbeitstagung über Feldversuche bei Futterpflanzen in Haus Düsse, 1992: 29–36.
- FÜHRER, H.-W., 1988: Ergebnisse von neuen Depositionsmessungen in der Bundesrepublik Deutschland und im benachbarten Ausland. – DVWK Mitt. 14: 122 S.
- JANSEN-MINNSSEN, F., 1990: Nährstoffbilanz von Futterbaubetrieben im Weser-Ems Gebiet. – Zitiert nach: MÜLLER, J., & T. EILER, 1995: Betriebsbedingte Nährstoffbilanzen am Beispiel des Futterbaubetriebes. – In: Bundesarbeitskreis Düngung (Hrsg.): Nährstoffbilanz im Blickfeld von Landwirtschaft und Umwelt. Frankfurt a. M.: 44–51.
- KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. – 4. Aufl., Verl. P. Parey, Berlin und Hamburg: 620 S.
- KÜHBAUCH, W., J. SCHELLBERG, M. ANGER & H. HÜGING, 1996: Nährstoffreduzierte Grünlandwirtschaft. – In: Lehr- und Forschungsschwerpunkt »Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft« an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn, Forschungsberichte H. 34: 37–49.
- MÜLLER, C., J. LEPSCHY, A. SÜSS & A. WURZINGER, 1990: Atmosphärische Stoffdepositionen in agrarischen Ökosystemen. Erste Ergebnisse aus dem byerischen Beobachtungsprogramm. – VD-LUFA-Schriftenreihe 32: 147–152.
- MÜLLER, J., & T. EILER, 1995: Betriebsbedingte Nährstoffbilanzen am Beispiel des Futterbaubetriebes. – In: Bundesarbeitskreis Düngung (Hrsg.): Nährstoffbilanz im Blickfeld von Landwirtschaft und Umwelt. Frankfurt a. M.: 44–51.
- MURL, 1995: Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen für die Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung (Extensivierung). – RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft (MURL), v. 27.06.1995, II A 5 – 72.40.32.
- NEUENDORFF, J., & G. SPATZ, 1995: Methoden zur Quantifizierung der Stickstoff-Fixierung von Weißklee in Grünlandnarben. – Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 8: 105–108.
- SCHNOTZ, G., 1995: Stickstoff-Fixierungsvermögen mehrjähriger Leguminosen des Dauergrünlandes. – Diss. Univ. Hohenheim, Verl. U. E. Grauer: 145 S.
- VOIGTLÄNDER, G., 1987: Düngung des Grünlandes. – In: JACOB, H., & G. VOIGTLÄNDER (Hrsg.): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Verl. E. Ulmer, Stuttgart: 123–181.
- WHITEHEAD, D.C., 1986: Sources and transformations of organic nitrogen in intensively managed grassland soils. – In: H.G. van der MEER, J. C. RYDEN & G. C. ENNIK (eds.): Nitrogen fluxes in intensive grassland systems. M. Nijhoff Publ., Dordrecht (NL), 47–58.
- WILHELMY, B., 1993: Untersuchungen zur Ertragsbildung und zur Veränderung ausgewählter Qualitätsparameter im Zuwachsverlauf von Grünlandbeständen in Abhängigkeit von der botanischen Veränderung (mit/ohne Weißklee), der Stickstoffdüngung und der Nutzungshäufigkeit. – Diss. Univ. Kiel: 132 S.

#### Adresse

Dr. Michael Anger  
 cand. agr. Udo Hoffmann  
 Prof. Dr. Walter Kühbauch  
 Katzenburgweg 5  
 D-53115 Bonn

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [27\\_1996](#)

Autor(en)/Author(s): Anger Michael, Kühbauch Walter, Hoffmann Udo

Artikel/Article: [Hoftorbilanzen von Grünlandbetrieben des Mittelgebirges  
147-153](#)