

# Methodische Aspekte zur N<sub>2</sub>-Fixierung von Acker-Klee gras-Systemen

von

Ralf Loges, Alois Kornher und Friedhelm Taube  
Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Universität Kiel

## Einführung und Problemstellung

Bei gegebenen Standortverhältnissen wird die Höhe der Stickstofffixierungsleistung von Klee grasbeständen vor allen Dingen durch die Leguminosenart (HEICHEL und HENJUM, 1991) sowie durch Bewirtschaftungsmaßnahmen wie N-Düngung, Schnitthäufigkeit und Zusammensetzung der Saadmischung (WACHENDORF et al., 1997) bestimmt.

Stickstofffixierungsleistungen von Klee grasbeständen lassen sich alternativ durch verschiedene bzw. verschieden aufwendige Methoden bestimmen. In den meisten Studien werden dabei folgende Methoden herangezogen:

- Differenzmethode (WACHENDORF et al., 1997)
- <sup>15</sup>N-Verdünnungsmethode (HEICHEL und HENJUM, 1991)
- <sup>15</sup>N- (=natural-<sup>15</sup>N-abundance-) Methode (SHEARER und KOHL, 1986).

Die Berechnung der Jahresstickstofffixierungsleistung geschieht in den meisten Fällen auf Basis des erntbaren Stickstoffertrages. Der fixierte Stickstoff im nicht erntbaren Pflanzenmaterial wird dabei in der Regel vernachlässigt. Aufgrund des nahezu ausgeglichenen Stolonenauf- und -abbaues (PUZIO, unveröffentlicht) kann die Veränderung des nichterntbaren Stickstoffs bei Berechnung der N<sub>2</sub>-Fixierung von mehrjährigen Weißklee grasbeständen vernachlässigt werden.

Anders verhält es sich jedoch bei 1 bis 2-jährigen Klee grasbeständen des Ackerfutterbaues bzw. bei Grünlandneuansaat mit Weißklee. Hier findet parallel zur N-Ertragsbildung noch eine erhebliche Akkumulation von fixiertem Stickstoff im nicht erntbaren Pflanzenmaterial statt, die bei der Bilanzierung durch die oben genannten ertragsbasierten Methoden unberücksichtigt bleibt. Als Methoden die fixierten Stickstoff im nicht erntbaren Pflanzenmaterial bzw. im Boden mit berücksichtigen werden häufig genannt:

- die erweiterte Differenzmethode (HARDY und HOLSTEN, 1975)
- die erweiterte  $\delta^{15}\text{N}$ - (=natural-<sup>15</sup>N-abundance-) Methode (SHEARER und KOHL, 1986)

Ziel dieser Untersuchung ist ein Vergleich, auf der Basis verschieden bewirtschafteter Rotklee/Grasbestände, zwischen den genannten ertragsbasierten Methoden und Methoden, welche die N-Akkumulation im nicht erntbaren Pflanzenmaterial bzw. im Boden mitberücksichtigen.

## Material und Methoden

Der zugrundeliegende Feldversuch wurde auf dem Versuchsbetrieb Hohenschulen der Uni Kiel [östliches Hügelland; Bodenart/-typ: sL / lessivierte Braunerde aus Würmgeschiebe-lehm / 50-55 BP; Ø-Jahresniederschlag: 716 mm; Ø-Jahrestemperatur: 7,8 °C] in den Jahren 1994-96 im Rahmen des SFB 192 ohne zusätzliche N-Düngung mit folgenden Faktoren durchgeführt:

### 1. Saadmischungsverhältnis:

100 % Rotklee 'Maro', 4n, (RK):	12 kg/ha
67 % Rotklee + 33 % Gras:	8 kg/ha + 10 kg/ha
33 % Rotklee + 67 % Gras:	4 kg/ha + 20 kg/ha
100 % Gras:	30 kg/ha (als Referenzfrucht)

### 2. Begleitgrasart:

Welsches Weidelgras 'Malmi', 4n, (WW)

Deutsches Weidelgras 'Mandat', 4n, (DW)

**3. Bestandestyp** (Nutzungsdauer / Ansaatzeitpunkt / Nutzungsart):

1-jähr. Brache / Ansaat August 1994 / 1995: 2 Mulchschnitte ohne Abfuhr

1. Jahr. Futterbau / Ansaat April 1995 / 1995: 3-Schnittnutzung

1. Jahr. Futterbau / Ansaat August 1994 / 1995: 4-Schnittnutzung

2. Jahr. Futterbau / Ansaat April 1994 / 1994: 3- Schnitt- 1995: 4-Schnittnutzung

2. Jahr. Futterbau / Ansaat August 1993 / 1994: 4-Schnitt- 1995: 4-Schnittnutzung

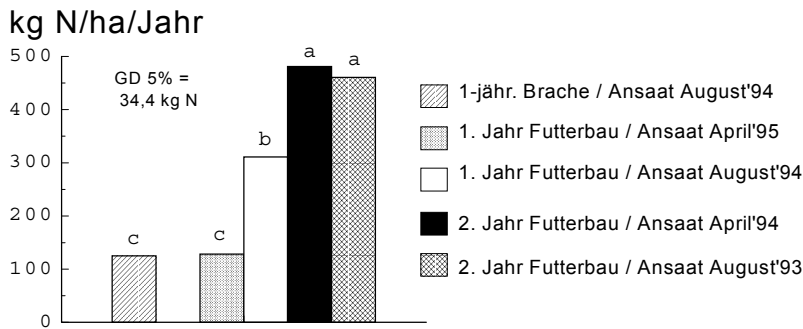
Zu den 4 Schnittzeitpunkten wurden jeweils der TM-Ertrag, und zum letzten Schnitt im Oktober zusätzlich die Menge der Ernterückstände (Mulch, Wurzeln und Stoppeln), sowie die  $N_{\min}$ - und  $N_{\text{org}}$ -Gehalte des Bodens (im  $\text{CaCl}_2$ -Extrakt) erhoben. Am Pflanzenmaterial wurden N-Gehalt und die natürliche  $^{15}\text{N}$ -Anreicherung bestimmt. An aus mit  $^{15}\text{N}$ -angereicherten Unterparzellen gewonnenem erntbaren Pflanzenmaterial wurden parallel  $^{15}\text{N}$ -Anreicherungen ermittelt. Als Referenzfrucht für die Bestimmungen der Fixierungsleistungen diente der 100% Deutsch'-Weidelgrasbestand (DW) des jeweiligen Bestandestyps. Die Berechnung der Jahres-  $\text{N}_2$ -Fixierungsleistung erfolgte zum einen ertragsbasiert mit: der einfachen Differenzmethode ( $N_{\text{fix(einf)}} = N_{\text{Kleegras(erntbar)}} - N_{\text{DW(erntbar)}}$ ), der einfachen  $^{15}\text{N}$ -Verdünnungsmethode bzw. der natural- $^{15}\text{N}$ -abundance-Methode. (Berechnungen siehe LEDGARD et al., 1985). Zum anderen wurden alternativ Berechnungen beruhend auf den Stickstoffmengen in der Gesamtpflanze (Sproß, Stoppel und Wurzel) unter Berücksichtigung der Unterschiede im Bodenstickstoffgehalt von Kleegras (KG) und der Referenzfrucht(DW), mit der erweiterten Differenzmethode:

$N_{\text{fix(erw)}} = N_{\text{KG-Ganzpflanze}} - N_{\text{DW-Ganzpflanze}} + (\text{Boden-}N_{\text{KG}} - \text{Boden-}N_{\text{DW}})$  bzw. mit der erweiterten Natural- $^{15}\text{N}$ -Abundance-Methode:  $N_{\text{fix}(\delta-^{15}\text{N-erw})} = N_{\text{fix}(\delta-^{15}\text{N-einf})} + (\text{Boden-}N_{\text{KG}} - \text{Boden-}N_{\text{DW}})$  durchgeführt.

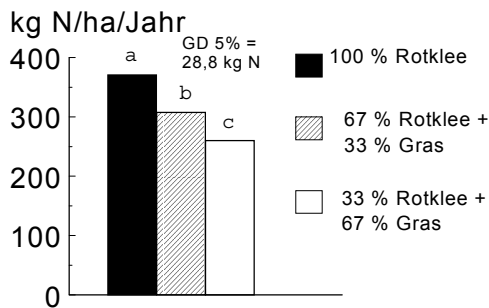
## Ergebnisse und Diskussion

In Abb. 1 ist der Einfluß von Bestandestyp, Kleeanteil in der Saatmischung und der Begleitgrasart auf die Höhe der N-Fixierungsleistung (1995), ermittelt mit der erweiterten Differenzmethode, dargestellt. Betrachtet man zunächst den Einfluß des Bestandestyps, so stellt man

## Bestandestyp (Nutzungsart bzw. Bestandesalter)



## Kleeanteil der Saatmischung



## Begleitgras

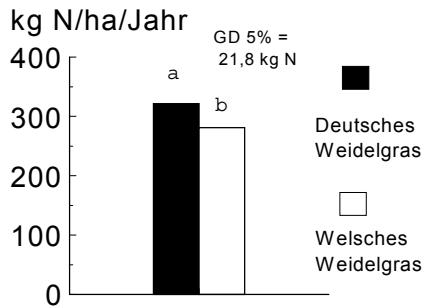


Abb.1 Einfluß von Bestandestyp, Kleeanteil der Saatmischung und Begleitgras auf die Höhe der N-Fixierungsleistung (1995) bestimmt mit der erw. Differenzmethode (als Mittel der jeweils anderen Versuchsfaktoren) fest, das zunehmendes Bestandesalter bei schnittgenutzten Rotklee-Grasbeständen zu steigenden  $N_2$ -Fixierungsleistungen führt. Über Schnittnutzung werden im Vergleich zum 2-maligen Mulchen der gleichalten Brachebestände höhere  $N_2$ -Fixierungsleistungen erreicht. Über höhere Kleeanteile in der Saatmischung werden größere N-Mengen symbiontisch gebunden. Als Begleitgras führt das Welsche Weidelgras zu geringerer  $N_2$ -Akkumulation als das Deutsche Weidelgras. Als Ursache für die Beeinflussung der Höhe der  $N_2$ -Fixierungsleistung durch die be

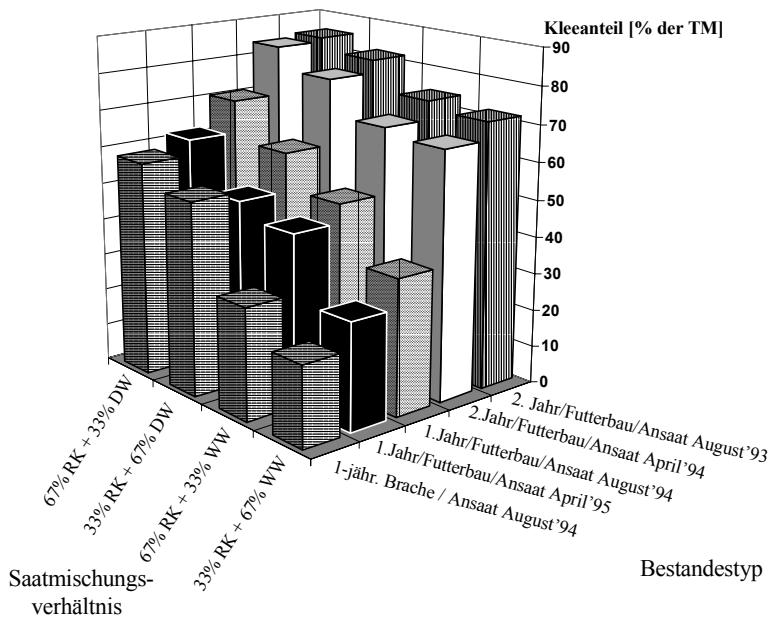


Abb. 2: Kleeanteile im Jahrestrockenmasseertrag der Klee-Grasgemenge (1995) in Abhängigkeit von Saatmischungsverhältnis und Bestandestyp

trachteten Versuchsfaktoren ist deren Einfluß auf die Kleeanteile am Jahrestrockenmasseertrag der einzelnen Bestände (Abb. 2) zu sehen. Die mit steigendem Bestandesalter steigenden Fixierungsleistungen lassen sich durch höhere Kleeanteile in älteren Beständen erklären. Die durch die Saatmischung (Kleeanteil/Begleitgrasart) hervorgerufene Variation des Klee-Ertragsanteiles verringert sich zwar mit zunehmenden Bestandesalter, führt jedoch im Mittel der Bestandestypen zu den beobachteten unterschiedlichen

Fixierungsleistungen.

In den Abbildungen 3 und 4 sind die am gleichen Pflanzenmaterial mit der einfachen Differenzmethode bestimmten  $N_2$ -Fixierungsleistungen den mit  $^{15}N$ -basierten Methoden erhobenen Werten vergleichend gegenübergestellt. Gerade bei schnittgenutzten Beständen zeigt sich eine gute Übereinstimmung zwischen Differenzmethode und der  $^{15}N$ -Verdünnungsmethode (Abb.3) Im Mittel liegen die Ergebnisse der Differenzmethode um ca. 17 kg N/ha/Jahr über denen der

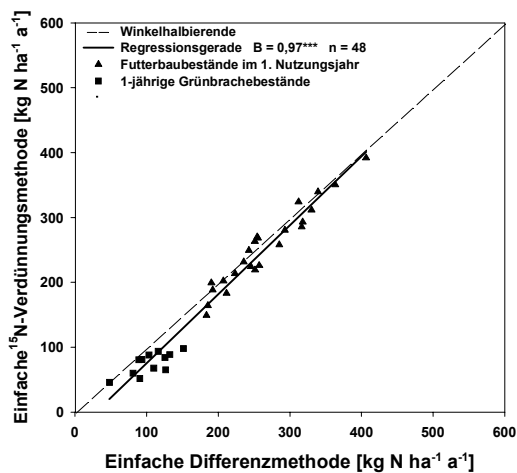


Abb. 3: Methodenvergleich :  
Einfache Differenzmethode -  
Einfache  $^{15}N$ -Verdünnungsmethode

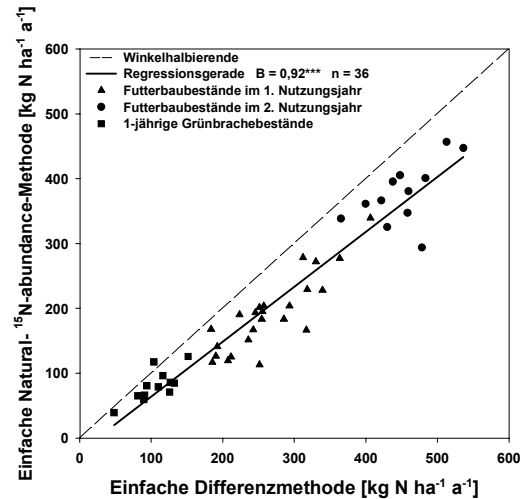


Abb. 4: Methodenvergleich :  
Einfache Differenzmethode -  
Einfache Natural- $^{15}N$ -abundance-Methode

Verdünnungsmethode. Die über die Differenzmethode berechnete jährliche Fixierungsleistung weicht im Mittel aller Varianten um 62 kg N/ha/Jahr von den mit der Natural- $^{15}N$ -abundance-Methode ermittelten Werte ab (Abb.4), wobei sich das Ausmaß der Abweichung mit zunehmender Fixierungsleistung vergrößert. In Abb. 5 und 6 sind die Fixierungsleistungen ermittelt mit ertragsbasierten Methoden denen vergleichbarer Methoden gegenübergestellt, die die N-Akkumulation in nicht erntbaren Pflanzenteilen sowie im Boden mit berücksichtigen. Hierbei führt die einfache Differenzmethode im Vergleich zur erweiterten Differenzmethode zu einer Unterschätzung der Fixierungsleistung um 54 kg N /ha/Jahr und die einfache Natural- $^{15}N$ -abundance-Methode im Vergleich zu ihrer erweiterten Form zu 36 kg Unterschätzung. Es ist festzustellen, daß die Abweichungen zwischen der jeweils einfachen und erweiterten Form mit höheren Fixierungsleistungen und damit höherem Bestandesalter (Abb. 1) bei beiden Methoden geringer werden. Dieser Sachverhalt ist auf eine verminderte jährliche N-Akkumulation im nicht erntbaren Pflanzenmaterial älterer Rotklee grasbestände zurückzuführen.

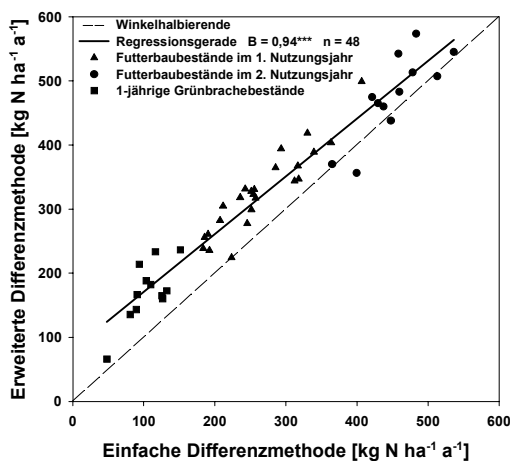


Abb. 5: Methodenvergleich :  
Einfache Differenzmethode -  
Erweiterte Differenzmethode -

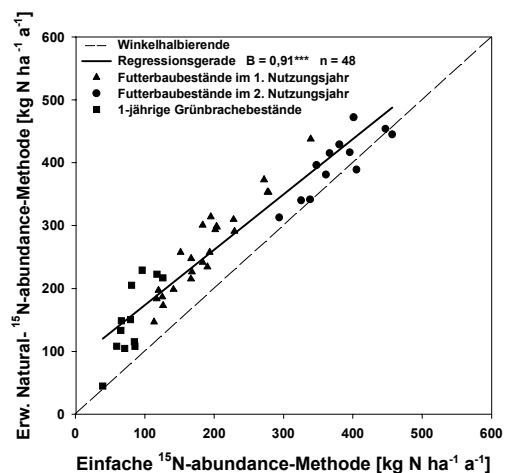


Abb. 6: Methodenvergleich :  
Einfache Natural-<sup>15</sup>N-abundance-Methode -  
Erweiterte Natural-<sup>15</sup>N-abundance-Methode

## Schlußfolgerungen

Die Höhe der symbiontischen N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung läßt sich durch verschiedene Kombinationen der Faktoren Bestandestyp (Bestandesalter/Nutzungsart), Kleeanteil in der Saadmischung sowie Begleitgrasart in weiten Bereichen variieren. Bestandesalter und Nutzungsform beeinflussen die Vergleichbarkeit von Bestimmungsmethoden der N<sub>2</sub>-Fixierung. Die Nichtberücksichtigung der N-Akkumulation im nicht erntbaren Pflanzenmaterial bzw. im Boden, führt bei der Bestimmung der N<sub>2</sub>-Fixierung im Falle von 1 bis 2-jährigen Rotklee-grasbeständen zu einer deutlichen Unterschätzung ihrer Fixierungsleistung.

## Literatur

- HARDY, R. W. F. und H. D. HOLSTEN 1975: Methods for measurement of dinitrogen fixation. SectIV.: Agronomy and Ecology John Wiley and Sons, New York, 451-486.
- HEICHEL, G. H. und K. I. HENJUM 1991: Dinitrogen Fixation, Nitrogen Transfer, and Productivity of Forage Legume-Grass Communities. *Crop Sci.*, 31, 202-208
- LEDGARD, S. F.; J. R. SIMPSON, J. R. FRENEY und F. J. BERGERSEN 1985: Effect of reference plant on estimation of Nitrogen Fixation by subterranean Clover. *Aust. J. Agric. Res.*, 36, 663-676
- SHEARER, G. and D. H. KOHL, 1986: N<sub>2</sub>-fixation in field settings, estimations based on natural <sup>15</sup>N-abundance. *Aust. J. Plant Physiol.* 13, 699-756
- WACHENDORF, M., A. KORNER und F. TAUBE, 1997: Comparing studies to the productivity of Red Clover, grasses and clover-grass mixtures as affected by frequency of cutting and nitrogen fertilization. (submittet)

ABSTRACT:

Stickstofffixierungsleistungen von Klee grasbeständen lassen sich alternativ durch verschiedene bzw. verschieden aufwendige Methoden bestimmen.

Aus der Literatur ist bekannt, dass die gewählte Messmethode große Bedeutung für die Höhe der ermittelten N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung von Leguminosen besitzt. Zur Beschreibung des Methodeneinflusses wurden jeweils mit drei alternativen Feldmethoden (Differenzmethode, <sup>15</sup>N-Verdünnungsmethode sowie natural-<sup>15</sup>N-abundance-Methode) bestimmte N<sub>2</sub>-Fixierungsleistungen unterschiedlicher Rotklee grasbestände mit einander verglichen. Wobei die Berechnungen jeweils alternativ mit und ohne Berücksichtigung der N-Mengen in den nicht erntbaren Pflanzenteilen durchgeführt wurden.

Während die Differenzmethode und die <sup>15</sup>N-Verdünnungsmethode zu vergleichbaren N<sub>2</sub>-Fixierungsleistungen führten, wurden mit der natural-<sup>15</sup>N-abundance-Methode im Vergleich dazu niedrigere Werte festgestellt. Die Nichtberücksichtigung der N-Mengen im nicht erntbaren Pflanzenmaterial führte zu einer deutlichen Unterschätzung der ermittelten N<sub>2</sub>-Fixierung.

**Bibliographische Angaben zu diesem Dokument:**

**Loges, Ralf und Kornher, Alois und Taube, Friedhelm (1997) JW - Methodische Aspekte zur N<sub>2</sub>-Fixierung von Acker-Klee gras-Systemen [Methodological aspects of determining nitrogen fixation in clover based cropping systems.]. Beitrag präsentiert bei der Konferenz: 41. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, Aulendorf; Veröffentlicht in *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, Seite(n) 180-183.**

**Dies Dokument ist im Internet unter <http://orgprints.org/00002175/> zu erreichen.**