

## Symbiotische N<sub>2</sub> Fixierung und N-Bilanz von Soja unter Berücksichtigung der N-Rhizodeposition im DOK Versuch

Hammelehle, A.<sup>1</sup>, Dubois, A.<sup>1</sup>, Müller, T.<sup>2</sup>, Oberson, A.<sup>3</sup>, Mäder, P.<sup>4</sup> und Mayer, J.<sup>1</sup>

**Keywords:** Unterirdischer-N, N<sub>2</sub>-Fixierung, <sup>15</sup>N natürliche Abundanz, N-Bilanz, Soja

### Abstract

Symbiotic N<sub>2</sub> fixation ( $N_{fix}$ ) and N-balance was determined from organic and conventional grown soybean in the DOK experiment (Switzerland).  $N_{fix}$  was calculated i) based solely on soybean aboveground N (AGN) and ii) additionally taking into account belowground N (BGN), comprising N in physical roots and N rhizodeposition.  $N_{fix}$  was averagely two times higher considering AGN and BGN, ranging from 22 g N m<sup>-2</sup> (conventional manure) to 37 g N m<sup>-2</sup> (conventional mineral). N-balances were positive in all treatments, but with 2–7 g N m<sup>-2</sup> based on AGN solely comparatively small. These values were exceeded fourfold when considering BGN ranging from 13 g N m<sup>-2</sup> (conventional manure) to 21 g N m<sup>-2</sup> (organic and conventional mineral).

### Einleitung und Zielsetzung

Durch Leguminosen gebundener atmosphärischer Stickstoff ( $N_{fix}$ ) bildet die Grundlage der Stickstoff (N)-Versorgung im Ökologischen Landbau. Bei Soja ist die N-Bilanz aufgrund der hohen N-Abfuhr mit der Ernte häufig negativ, da üblicherweise bei der Berechnung der N-Bilanz nur der oberirdische Pflanzen-N (AGN) sowie allenfalls Wurzel-N berücksichtigt wird. Der überwiegende Teil des unterirdischen N (BGN) besteht aus N-Rhizodeposition (NdfR). BGN kann 50 % des Gesamt-N der Pflanze betragen. Das Ziel unserer Studie war, i) die  $N_{fix}$  und NdfR von Soja zu bestimmen, ii) die daraus resultierende N-Bilanz mit und ohne Einbezug von BGN zu berechnen sowie iii) den Einfluss konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung auf diese Parameter im DOK Langzeitversuch zu vergleichen.

### Methoden

Im DOK Versuch (Therwil, Schweiz) werden seit 1978 Bio-organische, Bio-dynamische und konventionelle Anbausysteme in 2 Düngungsstufen (1 = 50 % Schweizer Norm; Viehbesatz 0.7 DGVE, 2 = 100 %; 1.4 DGVE) in 4 Wdh. verglichen. 2008 wurden in den Verfahren Bio-organisch (ORG1, ORG2), konventionell (Mineral- und Wirtschaftsdünger, KON2), konventionell (nur Mineraldünger, MIN2) und der ungedüngten Kontrolle (NON) je 4 Sojapflanzen pro Mikroplot (PP Zylinder, Ø 0.29 m, 0–0.5 m, □ 60 Pflanzen m<sup>-2</sup>) mit einer Dochtmethode (Mayer et al. 2003) pulsmarkiert (99 atom % <sup>15</sup>N Harnstoff). Sojapflanzen und Boden in den Mikroplots wurden Ende Hülsenfüllung zusammen mit unmarkierten Sojapflanzen, Referenzpflanzen und -boden (übrige Parzelle) geerntet.

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstr. 191, 8046 Zürich, Schweiz; andreas.hammelehle@art.admin.ch, www.agroscope.ch

<sup>2</sup> Universität Hohenheim, FG Düngung und Bodenstoffhaushalt, Stuttgart, Deutschland

<sup>3</sup> Eidgenössische Technische Hochschule (ETH), Pflanzenernährungsgruppe, Lindau, Schweiz

<sup>4</sup> Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL), Frick, Schweiz

NdfR wurde über das  $^{15}\text{N}$  Signal der markierten Wurzeln bestimmt (Janzen und Bruinsma 1989), die  $N_{\text{fix}}$  mit der  $^{15}\text{N}$  Natürlichen Abundanz Methode (Amarger *et al.* 1979). Die N-Bilanz wurde auf Basis der Mikroplot-Daten berechnet.

## Ergebnisse und Diskussion

**Tabelle 1: Trockensubstanz (TS), N-Gehalt und N-Ertrag Hülsen; oberirdischer (AGN), unterirdischer (BGN), fixierter ( $N_{\text{fix (AGN)}}$ ;  $N_{\text{fix (AGN+BGN)}}$ ) und auf dem Feld verbleibender Stickstoff ( $N_{\text{Bilanz (AGN)}}$ ;  $N_{\text{Bilanz (AGN+BGN)}}$ ) sowie prozentualer Anteil von Soja N aus  $\text{N}_2$  Fixierung ( $\%N_{\text{fix}}$ ) im DOK Versuch.**

	Hülsen (□ Feldabfuhr)			AGN	BGN	$\%N_{\text{fix}}$	$N_{\text{fix (AGN)}}$	$N_{\text{fix (AGN+BGN)}}$	$N_{\text{Bilanz (AGN)}}$	$N_{\text{Bilanz (AGN+BGN)}}$
	[g TS m <sup>-2</sup> ]	[% N]	[g N m <sup>-2</sup> ]							
NON	14 <sup>n.s.</sup>	4.2 <sup>ab</sup>	9 <sup>n.s.</sup>	16 <sup>c</sup>	26 <sup>a</sup>	67 <sup>b</sup>	11 <sup>b</sup>	28 <sup>ab</sup>	2 <sup>b</sup>	19 <sup>a</sup>
ORG1	16 <sup>n.s.</sup>	4.4 <sup>a</sup>	11 <sup>n.s.</sup>	21 <sup>bc</sup>	22 <sup>ab</sup>	74 <sup>ab</sup>	16 <sup>b</sup>	32 <sup>a</sup>	5 <sup>ab</sup>	21 <sup>a</sup>
ORG2	18 <sup>n.s.</sup>	4.3 <sup>a</sup>	12 <sup>n.s.</sup>	24 <sup>ab</sup>	18 <sup>ab</sup>	69 <sup>ab</sup>	16 <sup>b</sup>	29 <sup>ab</sup>	5 <sup>ab</sup>	17 <sup>ab</sup>
KON2	17 <sup>n.s.</sup>	3.6 <sup>b</sup>	10 <sup>n.s.</sup>	21 <sup>bc</sup>	12 <sup>b</sup>	67 <sup>b</sup>	14 <sup>b</sup>	22 <sup>b</sup>	5 <sup>ab</sup>	13 <sup>b</sup>
MIN2	23 <sup>n.s.</sup>	4.3 <sup>a</sup>	15 <sup>n.s.</sup>	29 <sup>a</sup>	19 <sup>ab</sup>	77 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>

Verschiedene Buchstaben in Spalten zeigen signifikante Mittelwertdifferenzen,  $P < 0.05$  (Tukey HSD)

Im AGN speicherten die Sojapflanzen im Verfahren MIN2 (29 g m<sup>-2</sup>) fast doppelt so viel N wie im Verfahren NON (16 g m<sup>-2</sup>), im BGN hingegen mehr als doppelt so viel im Verfahren NON (26 g m<sup>-2</sup>) als im Verfahren KON2 (12 g m<sup>-2</sup>) (Tabelle. 1). Die N-Feldabfuhr (Hülsen) betrug zwischen 9 (NON) und 15 g m<sup>-2</sup> (MIN2), ohne signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren. Aus symbiotischer  $\text{N}_2$  Fixierung wurde oberirdisch 11 (NON) bis 22 g N m<sup>-2</sup> (MIN2) gespeichert, unter Berücksichtigung von BGN mit 22 (KON2) bis über 30 g N m<sup>-2</sup> (MIN2, ORG1) hingegen durchschnittlich fast doppelt so viel. Die N Bilanz war in allen Verfahren bezogen auf AGN positiv (2 - 7 g m<sup>-2</sup>), unter Einbezug von BGN jedoch annähernd viermal so hoch (13 bis 21 g m<sup>-2</sup>).

Kein Verfahren erhielt zu Soja eine N-Düngung. Daher können Variationen in  $\%N_{\text{fix}}$  nur auf Unterschiede in der N-Mineralisierung des Bodens sowie in der Verfügbarkeit übriger Pflanzennährstoffe zurückgeführt werden. KON2 überraschte mit einem vergleichsweise geringem AGN, welches gleich groß war wie das nur 50 % gedüngte Verfahren ORG1.  $\%N_{\text{fix}}$ ,  $N_{\text{fix}}$  und die N-Bilanz war bei MIN2 am höchsten und, wie BGN, höher als erwartet. Unerwartet war bei NON die N Bilanz unter Einbezug von AGN und BGN (dank höchstem BGN) gleich groß wie bei ORG1 und MIN2.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein maßgeblicher Beitrag bei Soja zu  $N_{\text{fix}}$  und  $N_{\text{Bilanz}}$  von BGN kommt. Die Bewirtschaftung beeinflusst BGN entscheidend wobei die extensiveren Bio-Verfahren hohe BGN-Einträge und in Folge im Vergleich zu den intensiveren konventionellen Verfahren eine vergleichbar hohe  $N_{\text{Bilanz}}$  aufweisen.

## Literatur

- Amarger N., Mariotti A., Mariotti F., Durr, J.C., Bourguignon C., Lagacherir B. (1979): Estimate of symbiotically fixed nitrogen in field grown soybeans using variations in  $^{15}\text{N}$  natural abundance. *Plant and Soil* 52: 269-280.
- Janzen H.H., Bruinsma Y. (1989): Methodology for the quantification of root and rhizosphere nitrogen dynamics by exposure of shoots to  $^{15}\text{N}$ -labelled ammonia. *Soil Biol. Biochem.* 21: 189-196.
- Mayer J., Buegger F., Jensen E.S., Schloter M., Hess J. (2003): Estimating N rhizodeposition of grain legumes using a N-15 in situ stem labelling method. *Soil Biol. Biochem.* 35, 21-28.