

**Langzeituntersuchung der Stickstoff- und Kohlenstoffkreisläufe eines intensiven ökologischen Betriebssystems – am Beispiel des Versuchsgutes Scheyern****Long-time analysis of nitrogen and carbon cycles of an intensive organic farming system – at example of the experimental farm Scheyern**B. Küstermann<sup>1</sup>, M. Hofmann<sup>1</sup>, H. Schmid<sup>1</sup>, G. Gerl<sup>2</sup>, M. Kainz<sup>1</sup>, K.-J. Hülsbergen<sup>1</sup>**Key words:** organic farming systems, C, N, flows turnover, indicator**Schlüsselwörter:** Ökologischer Landbau, C, N, Flüsse, Umsatz, Indikatoren**Abstract:**

*Carbon, nitrogen and energy flows are considered as an appropriate basis to characterize farming systems and to evaluate the environmental effects. Using the model REPRO the carbon and nitrogen flows of the experimental farm "Klostergut Scheyern" have been evaluated since 1991 on the basis of complete cultivation data as well as with the help of detailed site and weather data. Thus "Scheyern" is characterised as an intensive organic farming system with a high turnover of C and N.*

**Einleitung und Zielsetzung:**

Mit dem Prinzip des Ökologischen Landbaus, Produktivität aus der Gestaltung der Betriebssysteme zu erzielen kommt der Ebene des „Landwirtschaftsbetriebes“ eine besondere Bedeutung zu. Die Analyse von Stoff- und Energieflüssen erlaubt die Charakterisierung von Betriebssystemen, die Abschätzung von Umweltwirkungen, Schwachstellenanalysen und die Ableitung von Optimierungsstrategien. Ziel des Beitrages ist es, die Langzeitentwicklung der Stickstoff- und Kohlenstoffkreisläufe des Klostergutes Scheyern abzubilden und Veränderungen in Struktur und Intensität sowie daraus resultierende Umweltwirkungen aufzuzeigen.

**Methoden:**

Die im Tertiären Hügelland gelegene Versuchsstation Klostergut Scheyern ist ein intensiv untersuchter Öko-Betrieb. Ein 15-jähriges Messprogramm (incl. der Umstellungszeit 91/92) sowie die Dokumentation aller Produktionsdaten bilden einen umfangreichen Datenpool, welcher die Validierung der modellierten Werte (C-/N-Flüsse und Vorratsänderung) ermöglicht. Mit Hilfe des Modells REPRO (HÜLSBERGEN 2003) wird das Klostergut Scheyern auf Grundlage von Bewirtschaftungs-, Standort- und Wetterdaten anhand vernetzter Stoff- und Energieflüsse dargestellt.

**Ergebnisse und Diskussion:**

Aus der Betriebsstruktur, der Leguminosen basierten Fruchtfolge, dem hohen Input (Futter-/Strohkauf: bis zu  $60 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ), dem intensiven Management und dem hohen Ertragsniveau resultiert ein für ökologische Betriebe intensiver N-Kreislauf. Es werden hohe N-Mengen im Ernteertrag gebunden und in der Tierhaltung verwertet. Mit der Intensivierung der Tierhaltung (Ausmast der Nachzucht) steigt der Tierbesatz auf  $1,3 \text{ GV ha}^{-1}$ , der Anfall der Wirtschaftsdünger und die Gesamt-N-Zufuhr steigen um ca.  $50 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Unter Berücksichtigung der gemessenen Immissionen ( $16 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) und der Bodenvorratsänderung durch Humusaufbau werden flächenbezogene N-Salden von  $-5$  bis  $30 \text{ kg N ha}^{-1}$  berechnet. Nach Abzug gasförmiger Verluste verbleiben  $3 - 7 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  sickerwassergebundene N-Verluste (ca.  $3 - 8 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$

---

<sup>1</sup> LS für Ökologischen Landbau, TU-München, 85350 Freising, [Kuestermann@wzw.tum.de](mailto:Kuestermann@wzw.tum.de)<sup>2</sup> Versuchsstation Klostergut Scheyern, Prielhof 1,85298 Scheyern

Sickerwasser). Etwas über diesen modellierten Ergebnissen liegende Werte ermittelten MATTHES et al. (2001) mit Lysimeterversuchen.

Die intensive Bewirtschaftung zeigt sich auch im C-Kreislauf. Es werden 3,2 t C in der pflanzlichen Biomasse gebunden und 0,8 t C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> mit Futter und Stroh in das Betriebssystem importiert. Der C-Input in den Boden beträgt im Mittel 2,4 t C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (37 % EWR, 26 % Stroh- und Gründüngung, 33 % Wirtschaftsdünger); die Humusbilanz ergibt eine C-Akkumulation von 134 kg C ha<sup>-1</sup> AF a<sup>-1</sup>. Diese Ergebnisse stimmen mit Messungen von GUTSER & REENTS (2001) überein.

Erste Ergebnisse der Energiebilanz weisen das Betriebssystem anhand des Einsatzes fossiler Energie (6 – 8 GJ ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) als intensiv aus. Unter Berücksichtigung von CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren ergibt dies eine mittlere Emission von 0,5 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

Tab. 1: Kennzahlen zur Betriebsstruktur sowie zum N- und C-Haushalt

Anbaustruktur	ME	91/92	93/94	95/96	97/98	99/00	01/02	03
Ackerland	% d. LN	67	54	55	55	55	55	55
Getreide	% d. AF	100	42	50	43	37	52	45
Hackfrüchte	% d. AF	0	15	14	15	19	13	15
Feldfutter	% d. AF	0	16	27	28	29	29	33
Zwischenfrüchte	% d. AF	0	23	19	21	27	0	0
Tierbesatz	GV ha <sup>-1</sup> LN	0	0,5	0,5	0,9	1,3	1,3	1,2
Futter-/Strohzukauf	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	0	0	2	22	57	43	41
Wirtschaftsdüngerverkauf	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	0	0	0	0	14	16	39
Ernteertrag	GE ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	51	39	37	44	45	44	38
N-Entzug (Gesamt)	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	122	135	124	149	152	154	114
N-Zufuhr	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	130	139	134	164	182	188	132
symb. N-Fixierung	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	1	51	43	49	60	71	44
Wirtschaftsdünger <sup>1</sup>	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	0	51	52	64	82	90	57
<b>N-Saldo<sup>2</sup></b>	<b>kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup></b>	<b>42</b>	<b>-1</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
N-Verluste (Sickerw.)	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	28	6	9	11	11	21	6
Nitratkonzentration	mg NO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup>	55	7	16	20	14	20	36
C-Bindung	t C LN ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	3,6	2,9	3,0	3,5	3,5	3,3	2,6
Δ C Bodenvorrat	kg C AF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-33	105	72	165	264	407	-39
Δ N Bodenvorrat	kg N AF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-3	11	7	17	27	40	-4
Humusversorgung	%	91	123	113	125	143	191	93
Einsatz fossiler Energie	GJ ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-	-	-	7,3	7,7	7,6	-

<sup>1</sup> in Einzeljahren beeinflusst durch Düngverkäufe

<sup>2</sup> abzüglich von Δ N-Bodenvorrat

### Schlussfolgerungen und Ausblick:

- Die dargestellten Kennwerte des C- und N-Haushaltes charakterisieren das Betriebssystem als (zunehmend) intensiv; sie stimmen mit Messwerten überein.
- Der REPRO-Ansatz bietet die Möglichkeit unterschiedliche Betriebssysteme umfassend darzustellen, sowie Umweltwirkungen anhand der Struktur und Intensität aufzuzeigen. Die Ergebnisse werden eine Systematisierung und Klassifizierung unterschiedlicher Betriebstypen anhand ihrer C-, N- und Energieflüsse ermöglichen.
- Um die Aussagekraft der verwendeten Kennzahlen zur Charakterisierung und Bewertung von Betriebssystemen zu erhöhen, muss der Modellansatz weiter verfeinert und die Modellvalidierung auf eine breitere Datenbasis gestellt werden.

### Literatur:

Gutser R, Reents JH (2001) Langzeitmonitoring und Indikatoren. Forschungsverbund Agrarökosysteme München (53). Jahresbericht 2001, TU München.

Hülsbergen KJ (2003) Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Berichte aus der Agrarwirtschaft. Shaker Verlag Aachen.

Matthes U, Gutser R, Gerl G, Kainz M (2001) Stickstoffverluste durch ressourcenschonende Bewirtschaftung – dargestellt am Beispiel des Versuchsgutes Scheyern. Kongressband 2001; VDLUFA-Schriftenreihe 57, Teil 2. S. 237 – 245.