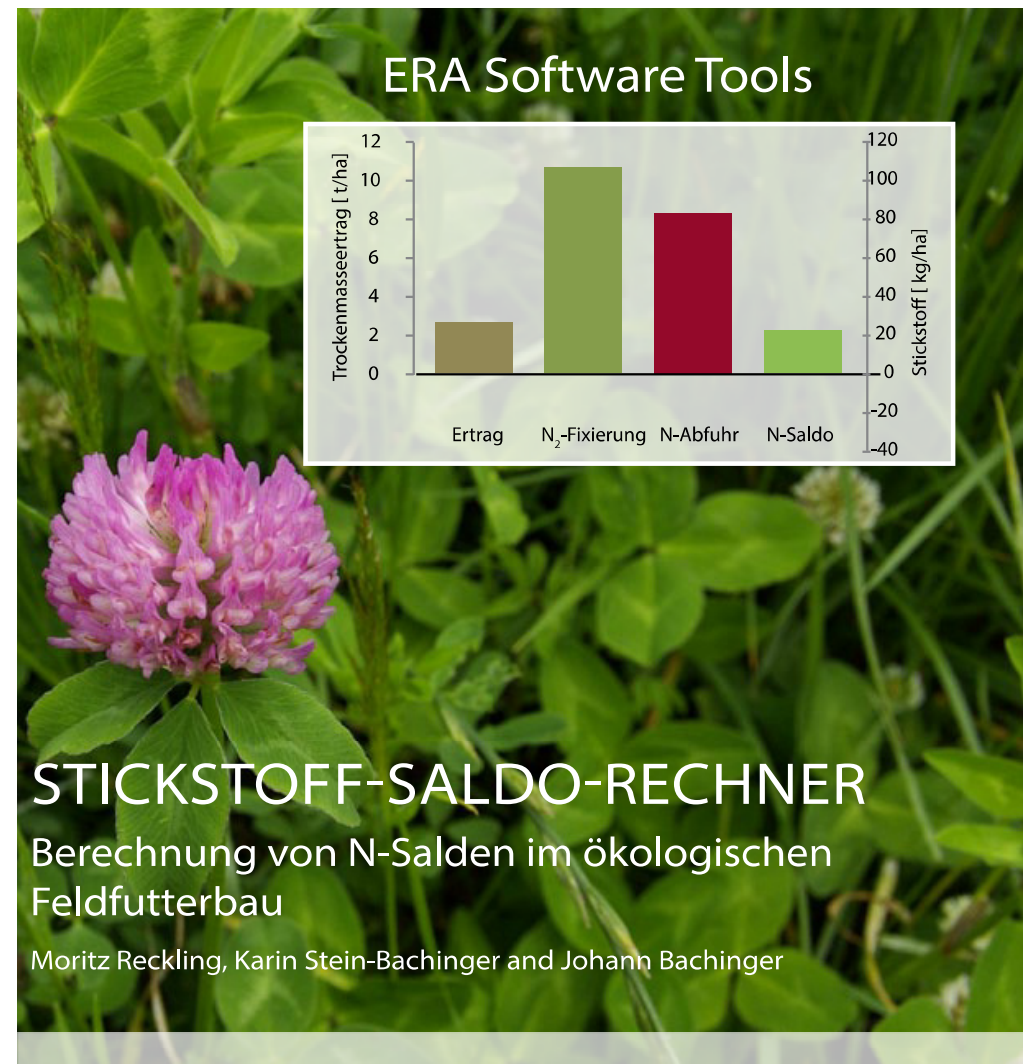


Das Handbuch ist ein Auszug aus:

Kreislauforientierte Ökologische Landwirtschaft
Bd. I Pflanzenbau und Tierhaltung
Hrsg. Stein-Bachinger K, Reckling M, Hufnagel J, Granstedt A (2013)
ISBN 978-3-00-042440-3



ERA Software Tools

Parameter	Value
Ertrag	~2.8 t/ha
N ₂ -Fixierung	~10.5 kg/ha
N-Abfuhr	~8.2 kg/ha
N-Saldo	~2.5 kg/ha

STICKSTOFF-SALDO-RECHNER

Berechnung von N-Salden im ökologischen Feldfutterbau

Moritz Reckling, Karin Stein-Bachinger and Johann Bachinger

Bedeutung	110
Funktionsweise	111
Anwendung	112
Interpretation der Ergebnisse	113
Beispielrechnung	114

Die Software ist verfügbar unter:
www.zalf.de/de/forschung/institute/lse/downloads/Seiten/oekolandbau.aspx oder www.beras.eu

Bedeutung

Ziel der ökologisch, kreislauforientierten Landwirtschaft (ERA) ist ein effizientes Nährstoffmanagement. Grundlage dafür ist die Versorgung mit eigenem Futter und **Wirtschaftsdünger** sowie ein geringer Zukauf externer Betriebsmittel. Klee gras (**Leguminosen**) spielt in **Fruchtfolgen** von ERA-Betrieben eine Schlüsselrolle, um die Stickstoffversorgung durch N₂-Fixierung zu sichern. Um eine stabile Produktion mit geringen Umweltemissionen zu sichern, sollten ausgewogene Stickstoffsalden über die gesamte Fruchtfolge erzielt werden.

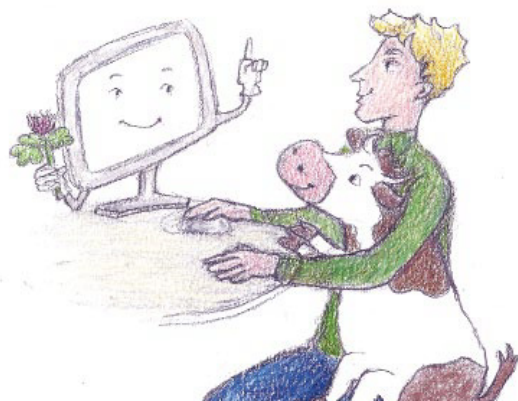
Bedeutung des Stickstoffsaldos

In ökologisch bewirtschafteten Betrieben sind die Stickstoffüberschüsse wesentlich niedriger als in konventionellen Vergleichsbetrieben [2, 7, 11] und liegen unter dem gesetzlichen Richtwert von 60 kg N/ha, der durch die Europäische Nitratrichtlinie (91/676/EEC) festgelegt wurde [20]. In einigen Ökobetrieben sind die Stickstoffsalden negativ, was zu sinkenden Erträgen führen kann. Eine Stickstoffbewertung ist daher empfehlenswert für den Ackerbau, um eine Netto-Zufuhr an Stickstoff durch Leguminosen-Gras-Gemenge, der für die Folgefrüchte nutzbar ist, sicherzustellen.

Der Stickstoff-Saldo-Rechner erleichtert eine schnelle Abschätzung von Stickstoffflüssen in Leguminosen-Gras-Gemengen und simuliert die Auswirkungen eines angepassten Managements. Parallel dazu kann der **Leguminosen-Schätztrainer** genutzt werden, um die Bedeutung des Leguminosenanteils für den Stickstoffsaldo sichtbar zu machen.

Wer sind die Nutzer?

Es werden keine Software-Fachkenntnisse vorausgesetzt und es sind keine neuen Installationen nötig. Betriebsleiter, Berater, Lehrer und Studenten können den N-Saldo-Rechner nutzen. Das Handbuch enthält Hintergrundinformationen, eine Bedienungsanleitung, Interpretationshilfen für die Ergebnisse und Beispielsrechnungen.



Funktionsweise

Der N-Saldo-Rechner ist für Ackerbausysteme mit Leguminosen-Gras-Gemengen mit unterschiedlichen Arten und Sorten von Gräsern, Klee und Luzerne konzipiert. Berechnet werden der Stickstoffeintrag (aus der N₂-Fixierung) und -austrag (durch Ernte und gasförmige Verluste bei Mulchnutzung) sowie der N-Saldo pro ha für 1-4 Schnitte pro Jahr.

Der Ertrag wird entweder anhand der Pflanzenhöhe geschätzt oder als Wert eingetragen. Der geerntete Ertrag bei 5 cm Schnitthöhe wird unter Verwendung von Standardwerten für TM-Gehalte und Ernteverluste kalkuliert. Bei Mulchnutzung bleibt der Pflanzenertrag auf dem Feld und vom N-Saldo werden gasförmige Verluste abgezogen. Der N-Gehalt der Ernte wird anhand des Leguminosen-Gras-Verhältnisses mittels Standardwerten kalkuliert. Alle Standardwerte können in dem Tabellenblatt „erweiterte Daten“ verändert werden.

Weitere Stickstoffausträge (z.B. durch Auswaschung und Denitrifikation) und Einträge aus atmosphärischer Deposition und nicht-symbiotischer Stickstofffixierung werden nicht berücksichtigt. In der Bilanz wird angenommen, dass sich diese Ein- bzw. Austräge ausgleichen.

Auswählbare Erntemethoden und ihre Eigenschaften * [4, 13, 14]

Erntemethode	Erntezeitraum	Trockenmassegehalt (%)	Ernteverluste (% TM)	Gasförmige Verluste (% N)
Grünfütter	früh	20	5	-
Anwelksilage	mittel	35	20	-
Heu	spät	85	35	-
Mulchnutzung	früh	20	-	10

*Standardwerte können im Tabellenblatt „erweiterte Daten“ verändert werden

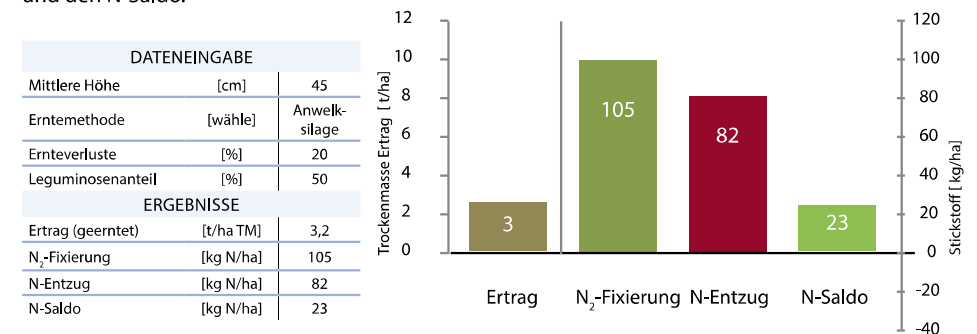


Benötigte Daten



Benutzeroberfläche

Sie enthält Felder für die Dateneingabe und Ergebnisse. Die Ergebnisse beinhalten den Gesamt- und Ernteertrag, die N₂-Fixierung, den N-Entzug und den N-Saldo.



Anwendung

Der Stickstoff-Saldo-Rechner ist ein Software Tool auf excel-Basis und arbeitet mit 2 Tabellenblättern.

- Das Tabellenblatt „Stickstoff-Saldo-Rechner“ zeigt die Eingabe- und Ergebnisfelder inkl. Ergebnisgrafik auf der Grundlage einiger Daten, die den Bestand charakterisieren (z.B. Ertrag, Erntemethode, Leguminosenanteil).
- Das Tabellenblatt „Erweiterte Daten“ enthält die Standardwerte und Kalkulationen, die verändert werden können (für Experten).

Software Minimalanforderung

Microsoft Excel, ab Version 2003 (XLS)

10 Schritte zur Stickstoffsaldo-Berechnung

1. Öffnen Sie die Excel-Datei.
2. Sie sehen nun das Tabellenblatt „Stickstoff-Saldo-Rechner“.
3. Gehen Sie zu den Dateneingabefeldern.
4. Entweder Sie geben die durchschnittliche Höhe des Leguminosen-Gras-Gemenges bei der Erntezeit in cm oder den ermittelten Ertrag pro Tonne in Frischmasse ein.
→ Sie finden die Schätzformel zur Ertragsbestimmung im Kapitel [Leguminosen](#).
5. Wählen Sie eine Erntemethode: Grünfutter, Anwelksilage, Heu oder Mulchnutzung.
6. Sie können die Ernteverluste eintragen (in %) oder die Standardwert verwenden, indem Sie die Zelle leer lassen.
7. Tragen Sie den ermittelten Leguminosenanteil im Gemenge zur Erntezeit ein (in %). Verwenden Sie den [Leguminosen-Schätztrainer](#), um ihre Schätzung zu verbessern.
8. In der Tabelle sehen Sie die kalkulierten Ergebnisse.
9. Verändern Sie die eingegebenen Daten, um den Einfluss einer veränderten Bewirtschaftung zu sehen.
10. Kalkulieren Sie den N-Saldo pro Schnitt; das Programm addiert automatisch die Werte für das gesamte Jahr.

Beispiel



1. Schnitt: - 15 kg N/ha
 2. Schnitt: +10 kg N/ha
 3. Schnitt: +13 kg N/ha
N-Saldo: 8 kg N/ha

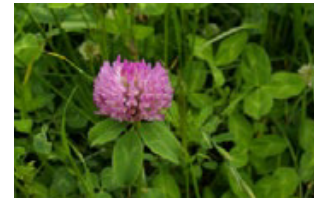
Interpretation der Ergebnisse

Der Stickstoffsaldo kann positiv, ausgeglichen oder negativ sein. Es gibt verschiedene Bewirtschaftungsverfahren, um den N-Eintrag zu steigern und den Austrag zu reduzieren. Berechnungsbeispiele liefern Anhaltspunkte, welche Faktoren den stärksten Einfluss auf das Ergebnis des N-Saldos haben.

Was bedeutet der Stickstoffsaldo?

Interpretation der Ergebnisse und mögliche Bewirtschaftungsoptionen

Stickstoffsaldo (kg N/ha)	Interpretation
-10 und niedriger	Der N-Austrag ist höher als der Eintrag. N wird aus den Bodenvorräten aufgenommen, kein N wird in das System gebracht. Die Bewirtschaftung ist nicht nachhaltig und führt zur Erschöpfung der Bodenvorräte an N, was sinkende Erträge zur Folge hat.
-10 bis +10	Der N-Austrag entspricht dem N-Eintrag. Fixierter N durch Leguminosen wird durch die Ernte entfernt und nur wenig N dem System zugeführt.
+10 und höher	Der N-Eintrag ist höher als der Austrag. Dies führt zu einer Nettozufuhr an N in das System, der nachfolgenden Kulturen zur Verfügung steht.



Um einen positiven Stickstoffsaldo zu erreichen, ist eine Änderung der Bewirtschaftung erforderlich, u.a. durch:

- Steigerung des Leguminosenanteils (siehe [Leguminosen](#))
- Steigerung des Ertrages
- Wechsel der Erntemethode.

Ist der N-Saldo positiv, behalten Sie diese Art der Bewirtschaftung bei und stellen Sie sicher, dass der Stickstoff im System bleibt und für nachfolgende Kulturen zur Verfügung steht.

Dieser Rechner bietet eine schnelle und grobe Schätzung des Stickstoffsaldos Ihres Leguminosen-Gras-Gemenges. Die Ergebnisse sollten nicht überinterpretiert werden. Tritt ein negativer N-Saldo auf, können Sie mit diesem Rechner prüfen, welche Verbesserungsmöglichkeiten bestehen.

Tipps für Landwirte

Viel Spaß beim Experimentieren!



Beispielrechnung

Wenn Sie die Eingabevariablen verändern, sehen Sie die Auswirkungen auf den Stickstoffsaldo, z.B. durch die Erhöhung oder Reduzierung des Ertrages, der Ernteverluste oder des Leguminosenanteils.

Zu beachten: Wenn die Erntemethode nicht verändert werden kann, bleibt der Leguminosenanteil der Schlüsselfaktor, um den Stickstoffsaldo zu beeinflussen!

Ein Landwirt hat 4 Schläge mit Leguminosen-Gras und einen Brutto-Ertrag von je 3 t/ha (z.B. beim 1. Schnitt mit 5 cm Schnitthöhe). Die berechnete Stickstofffixierung liegt bei ca. 65 kg/ha auf jedem Schlag.

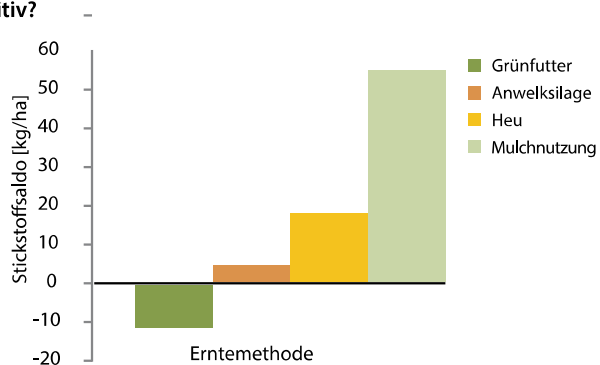
Frage: Unter welchen Bedingungen ist der Stickstoffsaldo negativ oder positiv?

Zwei Beispiele

Fall A

- Fester Parameter: 40 % mittlerer Leguminosenanteil auf jedem Schlag
- Variabler Parameter: unterschiedliche Erntemethoden

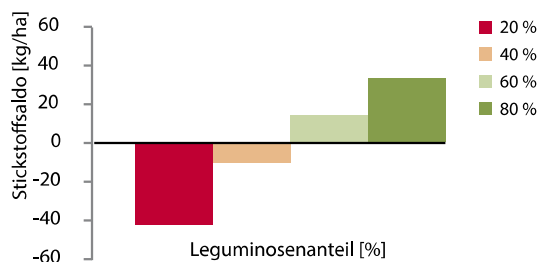
→ Vergleichen Sie den Effekt auf den Stickstoffsaldo.



Fall B

- Fester Parameter: Erntemethode (Grünfütter)
- Variabler Parameter: 20-80 % Leguminosenanteil

→ Vergleichen Sie den Effekt auf den Stickstoffsaldo.



Hauptfaktoren, die den Stickstoffsaldo beeinflussen

- Der Leguminosenanteil hat einen großen Einfluss und kann durch die Bewirtschaftung (Leguminosen) beeinflusst werden.
- Die Erntemethode hat einen großen Effekt, ist aber abhängig vom Futterbedarf.
- Der Ertrag hat einen mittleren Effekt und kann durch die Bewirtschaftung beeinflusst werden.
- Ernteverluste haben einen geringen Effekt (höhere Verluste bedeuten weniger N-Abfuhr und ergeben einen positiveren Stickstoffsaldo).





Adressen der Herausgeber und Autoren

Herausgeber

Dr. Karin Stein-Bachinger, Moritz Reckling und
Johannes Hufnagel
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.
Institut für Landnutzungssysteme
Eberswalder Str. 84
15374 Müncheberg
Deutschland
kstein@zalf.de
moritz.reckling@zalf.de
jhufnagel@zalf.de

Prof. Artur Granstedt
Södertörn University, 14189 Stockholm
Biodynamic Research Institute
15391 Järna
Schweden
arturgranstedt@jdb.se

Das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. in Deutschland erforscht Ökosysteme in Agrarlandschaften und die Entwicklung ökologisch und ökonomisch vertretbarer Landnutzungssysteme unter Berücksichtigung sozialer Aspekte. Der Schwerpunkt des Instituts für Landnutzungssysteme liegt in der Bewertung und Weiterentwicklung nachhaltiger Landnutzungssysteme, inklusive des Ökologischen Landbaus.
www.zalf.de

Der Södertörn Universität in Schweden obliegt die Leitung des EU-Projektes BERAS Implementation. Die Ausbildung und Forschung dient der Entwicklung und Verbreitung von Wissen über die Auswirkungen unseres Handelns auf die Umwelt bzw. wie Bedingungen geschaffen werden können für eine umweltschonende, sozial und ökonomisch nachhaltige Entwicklung.

Das Institut für Biologisch-dynamische Forschung in Schweden beschäftigt sich mit Langzeituntersuchungen zur Entwicklung der ökologischen und biologisch-dynamischen Landwirtschaft unter skandinavischen Bedingungen mit Schwerpunkt auf Bodenfruchtbarkeit, Umwelt und Lebensmittelqualität.

Autoren

Gustav Alvermann
Ackerbauberater, Scharberg 1a
23847 Westerau, Deutschland
Gustav.Alvermann@t-online.de

Prof. Dr. Artur Granstedt
Kulturzentrum 13, 15931 Järna,
Schweden
artur.granstedt@beras.eu

Prof. Dr. Stefan Kühne
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Julius Kühn-Institut (JKI)
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow, Deutschland
Stefan.kuehne@jki.bund.de

Moritz Reckling
ZALF e.V., Institut für Landnutzungssysteme
Eberswalder Str. 84,
15374 Müncheberg, Deutschland
E-mail: moritz.reckling@zalf.de

Katarina Rehnström
Gamla Kustvägen 254 B
10 600 Ekenäs, Finnland
kata@bene.fi

Dr. Karin Stein-Bachinger
ZALF e.V., Institute of Land Use Systems
Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg,
Deutschland
E-mail: kstein@zalf.de

Fotografen

© Johann Bachinger, Moritz Reckling, Karin Stein-Bachinger, Åsa Odelros, Katarina Rehnström, Stefan Kühne, Carlo Horn, Gustav Alvermann, Johannes Hufnagel, Gerlinde Stange, Frank Gottwald, Klaus-Peter Willbois (S. 40 links), Martin Elsäßer (S. 51 rechts unten, S. 60), Nikola Acuti

ZWECK

Das Ökosystem Ostsee ist in Gefahr. Eine der Hauptursachen sind hohe Nährstoffeinträge aus intensiver und spezialisierter Landwirtschaft. Durch die Änderung des gesamten landwirtschaftlichen Systems, hin zu einer ökologisch, kreislauforientierten Landbewirtschaftung in enger Zusammenarbeit mit allen Akteuren im Lebensmittelsektor - vom Landwirt bis zum Verbraucher - wäre es möglich, die verheerenden Folgen für unsere Umwelt abzuwenden.

WER SIND DIE NUTZER?

Die Handlungsempfehlungen sollen Landwirten und Beratern dabei helfen, die ökologische, kreislauforientierte Landbewirtschaftung (Ecological Recycling Agriculture, ERA) umzusetzen und weiter zu entwickeln. Dadurch kann eine nachhaltige Verbesserung des ökologischen Zustandes der Ostsee erreicht werden. Die Empfehlungen eignen sich auch zum Einsatz im Bildungssektor, auf Verwaltungsebene oder zur Politikberatung.

INHALTE

Folgende Themen werden behandelt:

Pflanzenbau & Tierhaltung: Empfehlungen zur Umstellung auf ERA-Landwirtschaft sowie Maßnahmen und Optimierungsstrategien zur Erhöhung der Nährstoffeffizienz innerhalb eines Betriebes bzw. bei Kooperationen während und nach der Umstellung. Enthalten sind außerdem Software-Tools zur Bewertung und Verbesserung von Fruchtfolgen und Nährstoffflüssen auf Betriebsebene.

Betriebswirtschaft: Empfehlungen und Hilfestellungen zur Umstellungsplanung und zur Einschätzung betriebswirtschaftlicher Auswirkungen der ERA-Landbewirtschaftung.

Vermarktung: Hilfestellung und Ideen für bessere Werbestrategien und Vermarktungsmöglichkeiten von ökologischen und ERA-Produkten.

Betriebsbeispiele: Persönliche Darstellungen verschiedener Landwirtschaftsbetriebe rund um die Ostsee, hauptsächlich Betriebe in Umstellung auf ERA, ihre Herausforderungen und Zukunftspläne.

Die Bücher sind in digitaler Form erhältlich unter www.beras.eu.