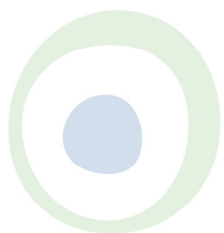


Das Handbuch ist ein Auszug aus:

Kreislaforientierte 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

**ROTOR – PLANUNG
ÖKOLOGISCHER FRUCHTFOLGEN**

Ein Werkzeug zur Planung von Fruchtfolgen
im Ökolandbau

Moritz Reckling, Johann Bachinger and Karin Stein-Bachinger

Bedeutung	124
Funktionsweise	125
Eingabemaske	126
Interpretation der Ergebnisse	128
Beispielbewertung	129

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

Bedeutung

Eine gute Fruchtfolgeplanung spielt eine Schlüsselrolle in der ökologisch, kreislauforientierten Landwirtschaft (ERA). In Verbindung mit einer flächenabhängigen Tierhaltung und innerbetrieblicher Futtererzeugung sowie einem geringen Zukauf externer Betriebsmittel ist es möglich, Nährstoffverluste auf Betriebsebene deutlich zu reduzieren.

Fruchtfolgen sollten eine ausreichende Futterversorgung, hohe Erträge und Qualitäten der Markfrüchte und die langfristige Produktivität und Nachhaltigkeit des Systems sichern. Zu berücksichtigen sind dabei phytosanitäre Restriktionen, eine effektive Unkrautbekämpfung, eine ausreichende Stickstoffzufuhr durch Leguminosen, ausgeglichene N- und C-Bilanzen und eine Reduzierung von Nährstoffverlusten.

Planung mit ROTOR

Um ökologische Fruchtfolgen zu planen, müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden: Nährstoffe, Humus, Verunkrautung, Pflanzenkrankheiten, Marktfrucht- und Futterpflanzenproduktion, Zwischenfruchtanbau und Düngerausbringung.

ROTOR ist ein statisch-regelbasiertes Planungswerkzeug. Es dient der Langzeitplanung auf Feldebene zur:

- Versorgung mit ausreichendem Futter
- Regulierung des Unkrautdrucks
- Berücksichtigung phytosanitärer Restriktionen (u.a. Anbaupausen)
- Maximierung der N-Fixierung durch Leguminosen
- Minimieren der N-Verluste durch Auswaschung.

ROTOR unterstützt Berater, um diese Faktoren gleichzeitig zu berücksichtigen. Ergänzende Informationen zu vorhandenem lokalem Wissen und Erfahrungen werden angeboten.

Wer sind die Nutzer?

ROTOR erfordert einige Vorkenntnisse mit der Software und u.U. die Installation von neuer Software (siehe Softwareanforderungen). Das Programm wurde für Berater entwickelt, kann aber auch von Landwirten, Dozenten und Studenten genutzt werden.

Funktionsweise

ROTOR kalkuliert auf der Basis von vordefinierten Anbauverfahren. Darin werden alle Feldoperationen je Fruchtart, von der Stoppelbearbeitung bis zur Ernte beschrieben. Jede Kultur kann unterschiedlich angebaut werden. Daher unterscheiden sich die vordefinierten Anbauverfahren durch Variation von Vorfrüchten und Bewirtschaftungsarten, z.B. Pflügen oder reduzierte Bodenbearbeitung, Untersaat, Zwischenfruchtanbau, organische Düngung, Strohernte und mechanische Unkrautkontrolle.

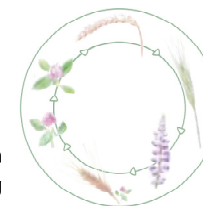
Fruchtfolgen beschreiben eine Abfolge von Anbauverfahren, die mit ackerbaulichen Kriterien bewertet werden, z.B. N₂-Fixierung, N-Entzug, N- und C-Bilanz, N-Auswaschung, phytosanitäre Restriktionen und Verunkrautungsrisiken.

Anwendung

ROTOR wurde an einzelne Länder der Ostseeregion angepasst. Es werden unterschiedliche Bodentypen innerhalb der Länder berücksichtigt.

- Die Ergebnisse können zum Vergleich unterschiedlicher Fruchtfolgevarianten genutzt werden.
- Absolute Werte sind mit Vorsicht zu betrachten.
- Wenn Sie ROTOR für andere Länder und Standorte einsetzen, müssen Anpassungen an die dortigen Bedingungen durchgeführt werden. Kann dies nicht getan werden, müssen die Ergebnisse mit größter Sorgfalt behandelt werden!

Microsoft Access, ab Version 2000



Software
Minimalanforderung

Eingabemaske

Der Nutzer arbeitet mit zwei Bereichen, der Eingabemaske und dem Ergebnisbericht. Die Eingabemaske ist unten abgebildet.

BERAS Implementation
Rotho Ecological Planning
Agriculture and Forestry

ROTOR
Planung Ökologischer Fruchtfolgen © Copyright: 2013

Standort Informationen
Wählen Sie Ihre Standorteigenschaften

Land: Deutschland (BB) | Bodenqualität: Ackerzahl 50 | Niederschlag im Jahr (mm): 481 - 540 | Niederschlag im Winterhalbjahr (mm): 225

Auswahl von Kulturen und Kulturfolgen
Wählen Sie die Anzahl und die Anbaufolge, lassen Sie einzelne Jahre aus, um Anbaufolgen zu generieren

Anzahl der Jahre: 3, 4, 5, 6, 7, 8

Jahr 1: Leguminosengras | Jahr 2: Leguminosengras | Jahr 3: | Jahr 4: | Jahr 5: | Jahr 6: | Jahr 7: | Jahr 8: |

Kriterien der Anbauverfahren
Hier können Sie die Standardvarianten nach Ihren Zielen verändern

Düngung Auswahl: ja/nein | Strohernte: ja/nein | Futtermutzung von Klee gras: ja/nein | Leguminosenanteil im Klee gras: 0,6 / 0,7 % TM | Zwischenerfrüchte: Stoppelsaat ja/nein | Untersaat ja/nein

Kriterien der Fruchtfolgenerierung und der Schwellenwerte
Zur Generierung von Fruchtfolgen wählen Sie bitte die Kriterien nach Ihren Zielen aus

Phytosanitäre Restriktionen: ein/aus | Restriktion der Kulturaufteile: Sommerungen: 4/3/2 | Getreide: 4/3/2

Schwellenwerte für die Unkrautregulierung
Winter annuelle: 1 | Sommer annuelle: 1 | Mehrjährige: 0 | von -4 bis zu +4 Negative Werte beschreiben eine Reduktion und positive Werte eine Erhöhung des Verunkrautungsrisikos

Schwellenwerte für die N-Bilanz
Minimum: 5 % | Maximum: 15 %

ROTOR Prototyp 1.0 (2013)
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.



Bewertung der Fruchtfolgen in wenigen Schritten

1. Öffnen Sie die Microsoft Access-Datei.
2. Sie sehen die Eingabemaske (Formular).
3. Wählen Sie Ihre Standortdaten (Land und Bodenqualität, durchschnittlicher jährlicher Niederschlag und Winterniederschlag). Wenn Ihr Standort nicht vorhanden ist, können Sie einen vergleichbaren Standort auswählen oder die Entwickler des Programms kontaktieren.
4. Wählen Sie die Dauer der Fruchtfolge (Jahre) und die geplanten Fruchtarten aus; beginnen Sie mit einem Leguminosen-Gras-Gemenge.
5. Präzisieren Sie die Produktionsmaßnahmen oder benutzen Sie die Standardwerte (Gülle, Strohernte, Futternutzung von Leguminosen-Gras, Leguminosenanteil im Leguminosen-Gras-Gemenge, Zwischenfrüchte).
6. Drücken Sie auf „Start“, um die Fruchtfolge zu bewerten.
7. Der Ergebnisbericht wird geöffnet (dies kann ein paar Sekunden dauern).
8. Falls Sie die Fruchtfolge oder andere Einträge ändern wollen, schließen Sie bitte den Ergebnisbericht vorher.

Fruchtfolgen generieren

1. Wählen Sie die Dauer der Fruchtfolge (Jahre) aus.
2. In der Rubrik „Auswahl von Kulturen und Kulturfolgen“ können Sie alle oder einzelne Jahre frei lassen.
3. Ändern Sie die Einstellungen zur Fruchtfolgenerierung und der Schwellenwerte.
4. Fahren Sie mit Schritt 6 der vorherigen Liste fort.

Sortierung des Ergebnisberichtes

Die Standardsortierung der Ergebnisse erfolgt bei „N-Überschuss“ von niedrig bis hoch und kann nach folgender Anleitung verändert werden:

1. Öffnen Sie den Ergebnisbericht und gehen Sie auf „Entwurfsansicht“ (über rechte Maustaste).
2. Gehen Sie auf „Sortieren und gruppieren“ (über rechte Maustaste).
3. Gehen Sie auf „Gruppieren nach“ (z.B. am Ende des Protokolls) und wählen Sie ein Kriterium aus der Liste aus.
4. Definieren Sie die Reihenfolge (vom „Größten zum Kleinsten“ oder „Kleinsten zum Größten“).

Interpretation der Ergebnisse

Der Ergebnisbericht zeigt die berechneten Werte pro Anbauverfahren (Fruchtart) und Fruchtfolge. Verschiedene Fruchtfolgeoptionen werden angezeigt. Diese sind nach dem Kriterium „N-Überschuss“ sortiert (kann geändert werden).

Beschreibung der Anbauverfahren

Details der Pflanzenproduktion, z.B. Zwischenfrüchte, Untersaaten, Bodenbearbeitung, Strohernte und organische Düngung.

Ertrag [t/ha]

Erträge werden in Trockenmasse spezifisch je Bodeneigenschaft, Niederschlag, Vorfrucht und organische Düngung berechnet (1 dt = 0,1 t).

N₂-Fixierung [kg N/ha]

Stickstofffixierung durch Leguminosen als Hauptkultur, Untersaat, Mischfruchtanbau und Zwischenfrucht.

N-Austrag [kg N/ha]

Die jährliche N-Auswaschung sollte so niedrig wie möglich sein.

N-Entzug [kg N/ha]

Jährlicher N-Entzug durch die Pflanzenernte.

N-Saldo [kg N/ha]

Der jährliche N-Saldo wird berechnet aus N-Zufuhr – N-Abfuhr und sollte für eine nachhaltige Produktion möglichst ausgeglichen sein (-10 kg bis +10 kg).

N-Saldo als % N-Eintrag [%]

N-Saldo in % der N-Zufuhr sollte für eine nachhaltige Produktion nahe 0 sein (Schwellenwerte können in der Eingabemaske gesetzt werden).

Humusreproduktion [%]

Die jährliche Humusreproduktion^[25] sollte mehr als 100 % betragen, um eine stabile Humusbilanz zu sichern.

Verunkrautungsrisiko [Wert]

Negative Werte bedeuten, dass das Verunkrautungsrisiko durch mehrjährige und einjährige Sommer- und Winterunkräuter reduziert wird, positive Werte bedeuten eine Erhöhung (Werte von -4 bis +4). Je nach Boden und Anbautechnik sollte das Verunkrautungsrisiko so niedrig wie möglich sein, d.h. negative Werte sollten angestrebt werden.

Beispielbewertung

Beispiel einer Fruchtfolge mit zwei Anbauoptionen für einen sandigen, ertragsschwachen Boden in Deutschland (Brandenburg) mit der Ackerzahl 25.

Niederschlag: jährlich 500 mm und 225 mm im Winterhalbjahr

Fruchtfolge : Leguminosen-Gras (Mulchnutzung) – Winterroggen – Winterroggen – Lupine – Hafer

Option A: Untersaat von Leguminosen-Gras-Gemenge im Hafer

Durchschnittlicher Leguminosenanteil im Gemenge von 50 %

Fruchtart	Ertrag [t/ha]	N ₂ -Fixierung [kg N/ha]	N-Auswaschung	N-Saldo	Verunkrautungsrisiko (- reduziert, + erhöht)			Humusreproduktion %
					Mehrj	Sommer	Winter	
Leguminosen-Gras-Gemenge (50 % Leg.)	24	124	3	105	0	-1	-1	
Winterroggen	2,6	0	20	-57	-1	-1	3	
Winterroggen	2,1	0	14	-44	-1	-1	3	
Lupine	1,5	76	26	-3	0	3	-1	
Hafer + Leg.-Gras-Gemenge-Untersaat	1,6	0	33	-54	0	1	-1	
Mittelwert der Fruchtfolge		40	20	-11	-0,2	0,2	0,6	108

Option B: Integration einer Zwischenfrucht (Rüben) vor Hafer

Steigerung des Leguminosenanteils auf 70 % im Leguminosen-Gras-Gemenge

→ Die Veränderungen in Option B sind grün markiert

Fruchtart	Ertrag [t/ha]	N ₂ -Fixierung [kg N/ha]	N-Auswaschung	N-Saldo	Verunkrautungsrisiko (- reduziert, + erhöht)			Humusreproduktion %
					Mehrj	Sommer	Winter	
Leguminosen-Gras-Gemenge (70 % Leg.)	24	167	12	139	0	-1	-1	
Winterroggen	2,6	0	20	-57	-1	-1	3	
Winterroggen	2,1	0	14	-44	-1	-1	3	
Lupine	1,5	76	26	-3	1	3	-1	
Hafer + Zwischenfrucht + Leg-Gras-Gemenge-Untersaat	2,0	0	13	-42	-1	1	-2	
Mittelwert der Fruchtfolge		49	17	-1	-0,4	0,2	0,4	117



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
Ackerbauberatung, 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 Wilbois (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.