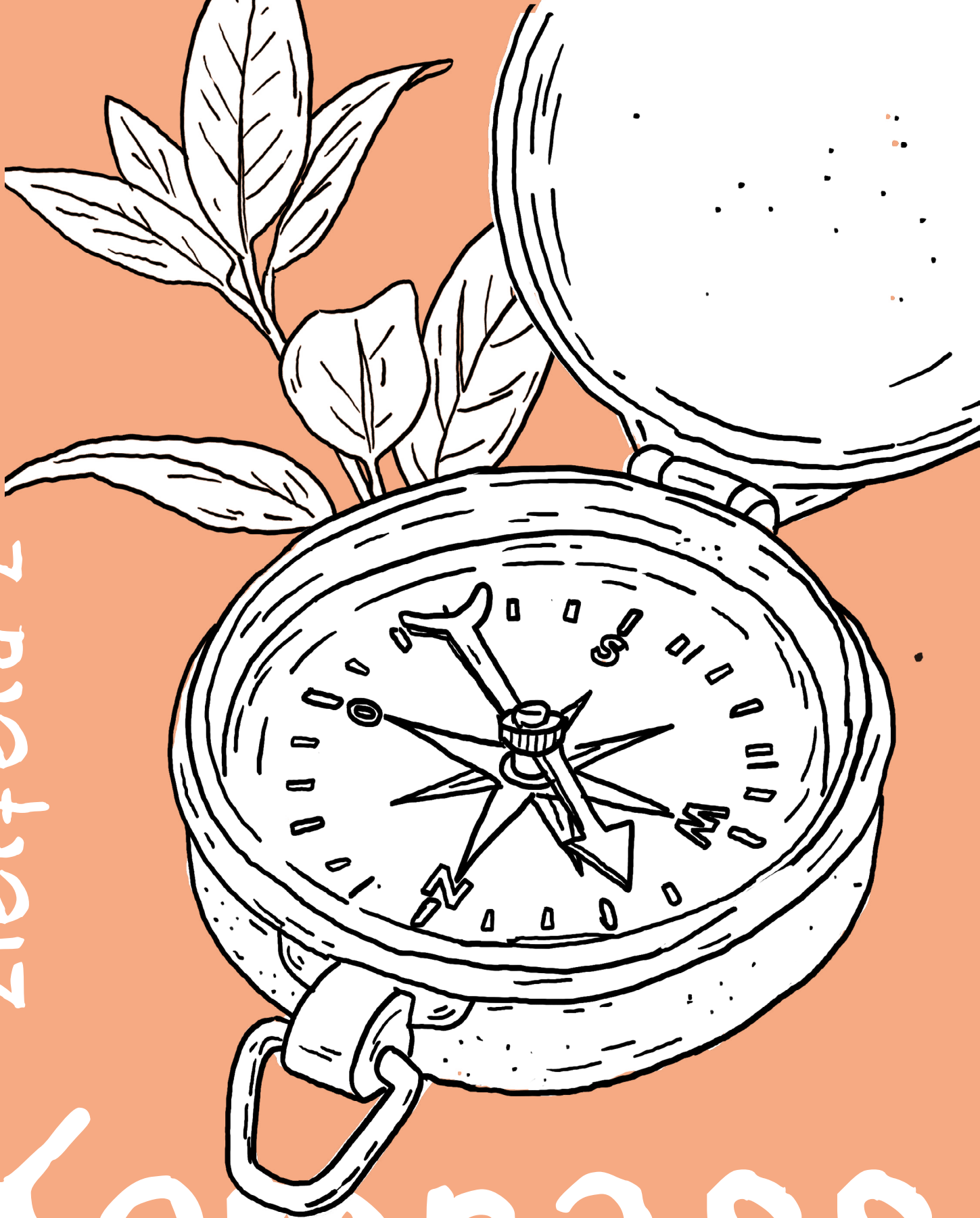


Zielfeld 2

Kompass

Nährstoffmanagement

Analyse und Optimierung im landwirtschaftlichen Betrieb



Autor*innen: August Bruckner (Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde),
Hannes Schulz (Öko-BeratungsGesellschaft mbH), Susanne Fittje (Öko-BeratungsGesellschaft mbH),
Victoria Altvater (Öko-BeratungsGesellschaft mbH)

Mitwirkende: Leonie Höber (Bioland Beratung GmbH), Regina Steinhöfer (Bioland Beratung GmbH),
Irene Jacob (Öko-BeratungsGesellschaft mbH), Elisa Mutz (FiBL Projekte GmbH)

Layout: Mathis Eckelmann

Abbildungen:

Seiten 4,7,10,15, 21 © FiBL

Seite 12, 18 © Bio Suisse

Die Erstellung wurde im Rahmen des "NutriNet - Kompetenz- und Praxisforschungsnetzwerk zur Weiterentwicklung des Nährstoffmanagements im ökologischen Landbau" durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau gefördert.
Laufzeit: 2019 - 2027

www.nutrinet.agrarpraxisforschung.de

Mai 2026



Projektpartner*innen:



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hintergrund und Gebrauchsanweisung für den Kompass



Der „Kompass zum Nährstoffmanagement in der ökologischen Landwirtschaft“ dient als Hilfestellung und Leitfaden für Beraterinnen und Berater sowie Landwirte und Landwirtinnen, das Nährstoffmanagement auf ihren Betrieben weiterzuentwickeln und zu optimieren.

Grundlage war eine umfangreiche Sammlung von Kriterien zur Bewertung des Nährstoffmanagements im ökologischen Landbau, welche im Rahmen des Kompetenz- und Praxisforschungsnetzwerkes zur Weiterentwicklung des Nährstoffmanagements im ökologischen Landbau (Nutri-Net) erarbeitet wurde.

Das Nährstoffmanagement umfasst viele Bereiche eines Betriebs. Aus diesem Grund ist der Kompass in verschiedene Zielfelder unterteilt. Ein Zielfeld bündelt verschiedene Maßnahmen, die Stellschrauben zur Erreichung des jeweiligen Zieles sind. Innerhalb der Zielfelder werden die verschiedenen Maßnahmen beschrieben und

deren Bewertung anhand von Rechenbeispielen nach einem Punktesystems angeleitet. Auf Ebene dieser konkreten Maßnahmen kann das Nährstoffmanagement eines Betriebes mithilfe des Kompasses bewertet werden.

Die Bewertung anhand des Punktesystems wurde für jede Maßnahme auf Basis von bekannten Parametern und Werten aus der Fachliteratur entwickelt. Eine hohe Punktzahl steht für eine gute Umsetzung der Maßnahme, eine niedrige Punktzahl zeigt, dass Handlungsbedarf besteht.

Zu beachten ist, dass es nicht bei jeder Maßnahme das Ziel ist, die maximale Punktzahl zu erreichen, denn teilweise können die Maßnahmen miteinander in Konflikt stehen, beispielsweise die Anteile von Leguminosen als Haupt- und Zwischenfrüchte und die nötigen Anbaupausen (z.B. Maßnahme 10-12 im Zielfeld 1). In diesem Fall finden sich entsprechende Hinweise bei den einzelnen Maßnahmen.

Zielfeld 2

Minimierung von Stickstoff-Verlusten

Je nach Nährstoffbedarf und Vorfruchtwert einer Kultur sollte die Fruchtfolge so abgestimmt sein, dass möglichst alle vorhandenen Nährstoffe im Boden erhalten und pflanzenverfügbar bleiben und von der Nachfrucht aufgenommen werden. Neben der Fruchtfolgeplanung bietet eine dem Boden und dem Pflanzenbedarf angepasste Düngung die optimale Voraussetzung für das Pflanzenwachstum und zur Vermeidung von Nährstoffverlusten. Das Zielfeld 2 gibt einen Überblick über Maßnahmen, die zur Minimierung von N-Verlusten in der Fruchtfolge beitragen können.

Die Maßnahmen im Überblick

- 04 **MASSNAHME 14**
Mineralisierungspotential der Vorfrucht mit optimaler Nachfrucht ausnutzen
- 06 **MASSNAHME 15**
Mineralisierungspotential der Vorfrucht durch Zwischenfruchtanbau konservieren
- 07 **MASSNAHME 16**
Erntereste mit einem hohen C/N-Verhältnis bleiben auf dem Acker, ggf.
Ausbringung von Düngemitteln mit hohem C/N-Verhältnis
- 10 **MASSNAHME 17**
Verfahren zur verlustarmen Ausbringung von Wirtschaftsdüngern
- 12 **MASSNAHME 18**
Verfahren zu verlustarmem Wirtschaftsdüngeranfall und -lagerung
- 14 **MASSNAHME 19**
Optimierung des Umbruchzeitpunktes
- 15 **MASSNAHME 20**
Optimierung der Bodenbearbeitungsintensität zur Minimierung von N-Verlusten
- 18 **MASSNAHME 21**
Angepasste Bewässerung zur Vermeidung der Auswaschung
mineralisierten Stickstoffs
- 21 **MASSNAHME 22**
Schlag- bzw. teilschlagspezifische Düngung
- 23 **ANHANG I**
zu Maßnahme 14, 15 und 20
- 26 **ANHANG II**
zu Maßnahme 16, Tabelle 1
- 28 **LITERATUR**

Maßnahme 14

Mineralisierungspotential der Vorfrucht mit optimaler Nachfrucht ausnutzen

Um die Stickstoffverlagerung zu minimieren, ist die Gestaltung der Fruchtfolge und die Wahl geeigneter Nachfrüchte essenziell. Ziel ist es, die N-Rückstände der Vorfrucht (Ernterestwert Vorfrucht, Vorfruchtwert) mit dem N-Bedarf der Folgekultur (Nachfruchtwert) optimal abzustimmen. Exemplarisch sollen z.B. Kulturen mit geringem Aufnahmevermögen nicht auf Kulturen mit großen Ernterückständen folgen.

Im Fokus:

Der Bedarf der Folgekultur (Nachfruchtwert) wird durch die Ernterückstände der Vorkultur (Vorfruchtwert) gedeckt oder zumindest nicht überschritten.

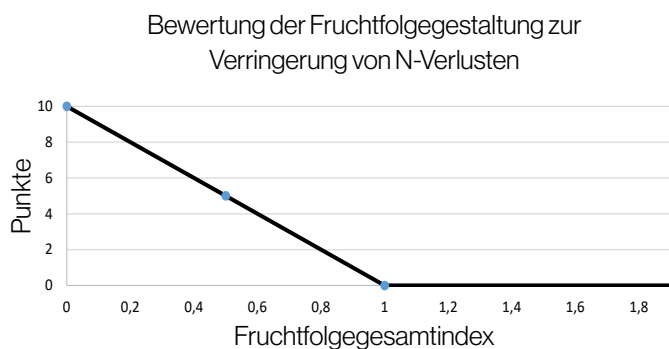


Zielwert:

Die Differenz der Indexwerte (N-Hinterlassenschaft und N-Bedarf) bildet das Prüfmerkmal Fruchtfolgegesamtindex.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Je geringer die Differenz von Vorfruchtwert und Nachfruchtwert ist, umso mehr Punkte werden vergeben. Differenzen kleiner 0 werden als 0 gewertet. Diese Werte werden über die Fruchtfolge gemittelt. Ab einem Fruchtfolgegesamtindex von 1 können keine Punkte mehr erzielt werden. In diesem Fall (Fruchtfolgegesamtindex > 1) wurden die Vorfruchtpotentiale der Stickstoffbereitstellung nicht ausgenutzt.



Berechnung des Fruchtfolgegesamtindex:

An jedem Übergang von Vor- zu Nachfrucht innerhalb der Fruchtfolge muss der Indexwert der Nachfrucht von dem der Vorfrucht abgezogen werden. Die Indexwerte sind dem Anhang I zu entnehmen. Die sich ergebenden Differenzen werden aufsummiert.

$$\text{Fruchtfolgegesamtindex} = \frac{\sum(\text{Vorfruchtwert} - \text{Nachfruchtwert})}{\text{Anzahl Fruchtfolgeglieder}}$$

Hinweise:

Nimmt die Kultur vor Winter nur wenig Stickstoff auf (z.B. Wintergetreide), ist auf einen geeigneten Umbruchtermin zu achten (siehe Maßnahme 19, Optimierung des Umbruchzeitpunktes), um zu verhindern, dass zu viel Stickstoff mineralisiert und verlagert wird. Ebenfalls sollten die Ergebnisse in Zusammenhang mit Maßnahme 20 (Intensität der Bodenbearbeitung zur Minimierung von N-Verlusten) betrachtet werden.

Zwischenfrüchte werden bei der Bewertung nicht berücksichtigt. Bei mehrjährigem Futterleguminosenanbau wird nur dessen letztes Fruchtfolgeglied gewertet.

Beispiel:

Beispielfruchtfolge 1: Klee gras – Winterweizen – Sommerhafer – Erbse – Dinkel – Roggen

$$\text{Fruchtfolgegesamtindex} = [(4 - 5) + (2 - 3) + (2 - 0) + (2 - 4) + (2 - 4)] / 6$$

$$\text{Fruchtfolgegesamtindex} = -0,67 = 0$$

= 10 Punkte

→ Das heißt, dass die Mineralisierungspotentiale der Kulturen in der Fruchtfolge von den Nachfrüchten aufgenommen werden.

Beispielfruchtfolge 2: Klee gras – Klee gras – Sommerhafer – Lupine – Roggen

$$\text{Fruchtfolgegesamtindex} = [(4 - 3) + (2 - 0) + (2 - 4)] / 4$$

$$\text{Fruchtfolgegesamtindex} = 0,25$$

= 7 Punkte

→ Die Mineralisierungspotentiale der Kulturen in der Fruchtfolge werden größtenteils von den Nachfrüchten aufgenommen.

Beispielfruchtfolge 3: Winterweizen – Sommerhafer – Klee gras – Kartoffeln

$$\text{Fruchtfolgegesamtindex} = [(2 - 3) + (2 - 0) + (4 - 2)] / 4$$

$$\text{Fruchtfolgegesamtindex} = 0,75$$

= 2 Punkte

→ Die Mineralisierungspotentiale der Kulturen in der Fruchtfolge werden nicht ausreichend von den Nachfrüchten aufgenommen, es drohen Stickstoffverluste.

Maßnahme 15

Mineralisierungspotential der Vorfrucht durch Zwischenfruchtanbau konservieren

Eine abgestimmte Fruchtfolge inklusive der Auswahl geeigneter Zwischenfrüchte ist entscheidend zur Minimierung von Stickstoffverlusten. Gerade bei Kulturen, die viel Stickstoff nach der Ernte in Form von Biomasse auf dem Feld hinterlassen (z.B. Kartoffeln) und deren Folgekultur erst im darauffolgenden Frühjahr ausgesät wird, ist der Anbau einer Zwischenfrucht sinnvoll. Sie nimmt den mineralisierten Stickstoff im Boden auf und transferiert ihn für die darauffolgende Kultur.

Im Fokus:

Die Menge des N-Überschuss pro Hektar.

Zielwert:

Der N-Differenz-Wert ist kleiner gleich 50 kg ha^{-1} . Dann ist keine Maßnahme erforderlich, ansonsten müssen Maßnahmen ersichtlich sein, die Nährstoffverlust verhindern (z.B. Zwischenfruchtanbau, kein Umbruch von Ernteresten im Winter).

Der Zielwert wird schlagspezifische pro Jahr ermittelt. Der Zielwert wird erreicht, wenn die Indexdifferenz (Vorfrucht – Nachfrucht) kleiner oder gleich 1 ist.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Zwischenfruchtanbau bei Differenz > 1 :

Ja: 10 Punkte; Nein: 0 Punkte

Berechnung des N-Differenz-Wertes:

N-Differenz-Wert =

Vorfruchtwert – Nachfruchtwert

Die Indexwerte sind dem Anhang I zu entnehmen. Negative Werte sind möglich. Liegt die Differenz über 1, empfiehlt sich ein Zwischenfruchtanbau.

Beispiel:

Körnermais nach Klee gras:

N-Differenz-Wert =

Vorfruchtwert (Klee gras) – Nachfruchtwert (Körnermais) = $4 - 3 = 1$

Hafer nach Winterweizen:

N-Differenz-Wert =

Vorfruchtwert (Winterweizen) – Nachfruchtwert (Hafer) = $2 - 3 = -1$

→ es sind keine Mineralisierungsverluste zu erwarten, kein Anbau einer Zwischenfrucht notwendig.

Buchweizen nach Luzerne gras:

N-Differenz-Wert =

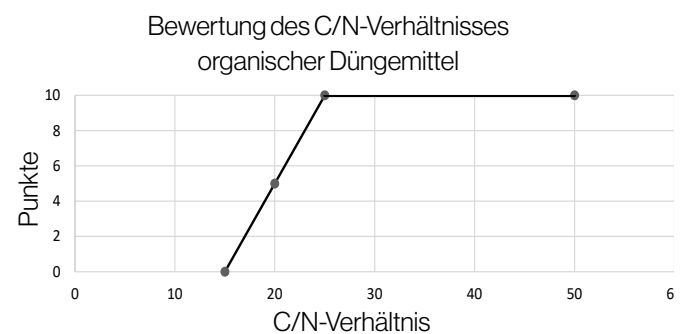
Vorfruchtwert (Luzerne gras) – Nachfruchtwert (Buchweizen) = $5 - 2 = 3$

→ erfolgt in dieser Konstellation kein Zwischenfruchtanbau: 0 Punkte; mit Zwischenfruchtanbau: 10 Punkte

Maßnahme 16

Erntereste mit einem hohen C/N-Verhältnis bleiben auf dem Acker, ggf. Ausbringung von Düngemitteln mit hohem C/N-Verhältnis

Substrate mit hohem C/N-Verhältnis zersetzen sich langsamer, was zu einer allmählichen Freisetzung von Nährstoffen führt. Dies kann helfen, die Nährstoffversorgung über einen längeren Zeitraum zu gewährleisten und Nährstoffverluste durch Auswaschung zu minimieren.



Im Fokus:

Das C/N-Verhältnis der Erntereste oder des Düngemittels.

Zielwert:

Das C/N-Verhältnis sollte für minimale Auswaschung optimalerweise bei über 25 liegen.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Ab einem C/N-Verhältnis von 25 werden 10 Punkte vergeben. Bei einem geringeren Verhältnis werden Punkte abgezogen (C/N-Verhältnis von 20 ergibt 5 Punkte, Werte < 15 ergeben 0 Punkte).

Tabelle 1: C/N-Verhältnis verschiedener Ernteprodukte.

Hackfrüchte / Gemüse				Gemüse				
	Ernteprodukt	Ernterest	Ernte- und Wurzelrest		Ernteprodukt	Ernterest	Ernte- und Wurzelrest	
	Kartoffel ^{1,2}	28	10	23,5	Blumenkohl ³	10	10	24 ²
	Zuckerrübe ^{1,2}	56	10	23,5	Brokkoli ³	9	9	24 ²
	Rote Bete ³	23	23	24 ²	Chicorée ³	14	14	24 ²
	Sellerie (Knolle) ³	19	19	24 ²	Chinakohl ³	14	14	24 ²
	Möhren ³	34	34	24 ²	Grünerbse ¹	10	11	24 ²
	Zwiebel ³	26	26	26	Grünkohl ³	13	13	24 ²
	Futterrüben ¹	33	33	24 ²	Gurke ³	14	14	24 ²
	Pastinake ³	33	33	24 ²	Knollenfenchel ³	20	20	24 ²
	Speiserüben/ Mairüben ³	34	34	24	Kohlrabi ³	12	12	24 ²
Futterpflanzen				Mangold ³	26	26	24 ²	
	Silomais ¹	33	33	33	Petersilie ³	12	12	24 ²
	Grünmais ¹	33	33	33	Porree ³	15	15	24 ²
	Corn-Cob-Mix ¹	31	48	54	Rettich ³	18	18	24 ²
Getreide				Rosenkohl ³	10	10	24 ²	
	Winterweizen ¹	21	88	48	Rotkohl ³	17	17	24 ²
	Hartweizen ¹	18	88	48	Rucola ³	9	9	24 ²

Fortsetzung der Tabelle, siehe nächste Seite →

Tabelle 1: C/N-Verhältnis verschiedener Ernteprodukte (Fortsetzung)

Hackfrüchte / Gemüse				Gemüse			
	Ernteprodukt	Ernterest	Ernte- und Wurzelrest		Ernteprodukt	Ernterest	Ernte- und Wurzelrest
Getreide							
Winterroggen ¹	25	88	48	Kopfsalate ³	12	12	24 ²
Wintergerste ¹	23	88	48	Schnittlauch ³	10	10	24 ²
Triticale ¹	23	88	48	Schwarzwurzel ³	42	38	24 ²
Körnermais ¹	28	50	54	Sellerie / Stange ³	20	20	24 ²
Ölfrüchte				Spinat ³	9	9	24 ²
Winterraps ¹	16	74	52	Weißkohl ³	17	17	24 ²
Sonnenblume ¹	19	32	52	Wirsingkohl ³	11	11	24 ²
Begünstigende Faktoren				Zucchini ³	12	12	24 ²
Mulchen im Jahresverlauf				Zuckermais	25	25	25
Erntereste mit geringem C/N- Verhältnis							
Futterleguminosen				Körnerleguminosen			
Kleegras ¹	17	-	25	Ackerbohne ¹	9	31	25
Luzernegras ¹	16	-	21	Erbse ¹	10	26	25
Rotklee ¹	14	-	21	Sojabohne	7	41	27
Luzerne ¹	13	-	20	Lupine ¹	8	34	25

Annahme des C-Gehaltes der TS in Gemüse von 45 %.
Quellen der Werte siehe Anhang II.

Maßnahme 17

Verfahren zur verlustarmen Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

Bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern können bedeutende Mengen an Stickstoff als Emissionen in Form von hauptsächlich Ammoniak (NH_3) verloren gehen. Eine rasche Einarbeitung verhindert diese Verluste.

Im Fokus:

Ausbringverluste im Vergleich zum theoretisch optimalen Ausbringverfahren.

Zielwert:

Die Ausbringverluste des Verfahrens sind gleich oder liegen nahe den Verlusten des theoretisch optimalen Ausbringverfahrens.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Die Verluste beziehen sich auf den gesamten N-Gehalt des Düngers.

N-Verluste [%]	Punkte
0-5	10
5-10	9
10-15	8
15-20	7
20-25	6
25-30	5
30-35	4
35-40	3
40-45	2
45-50	1
>50	0



Tabelle 2: Verlustwerte [%] bei unterschiedlichen Ausbringverfahren nach Rösemann et al. 2019 & Döhler et al. 2002.

	Breitverteiler, ohne Einarbeitung	Breitverteiler, Einarbeitung nach < 1 h	Breitverteiler, Einarbeitung nach 1-4 h	Breitverteiler, Einarbeitung nach 4-8 h	Breitverteiler, Einarbeitung nach 8-12 h	Breitverteiler, Einarbeitung nach 12-24 h	Breitverteiler, Einarbeitung nach 24-48 h	Güllegrubber	Injektions- verfahren / Schlitzverfahren	Schleppschuh (Grünland)	Schleppschlauch, ohne Einarbeitung	Schleppschlauch, Einarbeitung nach < 1 h	Schleppschlauch, Einarbeitung nach 1-4 h
Rottemist, Rind	18	2	9	14	16	18	18	-	-	-	-	-	-
Rindergülle	25	5	13	> 13 bis 25	> 13 bis 25	> 13 bis 25	> 13 bis 25	2	12	18	23	-	-
Rinderjauche	18	-	-	-	-	-	-	1	4	7	16	1	6
Gärprodukt, Rind	30	6	16	> 16 bis 30	> 16 bis 30	> 16 bis 30	> 16 bis 30	2	14	22	28	2	9
Rottemist, Schwein	18	2	9	14	16	18	18	-	-	-	-	-	-
Schweinegülle	17	3	6	12	> 12 bis 17	> 12 bis 17	> 12 bis 17	1	4	8	12	1	4
Schweinejauche	18	2	6	> 6 bis 18	> 6 bis 18	> 6 bis 18	> 6 bis 18	1	4	7	16	1	5
Gärprodukt, Schwein	40	8	21	> 21 bis 40	> 21 bis 40	> 21 bis 40	> 21 bis 40	3	19	29	37	3	12
Rottemist, Geflügel	63	0	13	28	28	32	> 32 bis 64	-	-	-	-	-	-
HTK, Huhn	63	0	13	> 13 bis 28	28	32	> 32 bis 64	-	-	-	-	-	-
Gärprodukt, Geflügel	40	8	21	> 21 bis 40	> 21 bis 40	> 21 bis 40	> 21 bis 40	3	19	29	37	3	12
Rottemist, Schaf	45	5	23	36	41	45	45	-	-	-	-	-	-
Rottemist, Ziege	45	5	23	36	41	45	45	-	-	-	-	-	-
Rottemist Pferd	54	5	27	43	49	54	54	-	-	-	-	-	-
Champost	4	0	2	3	3	4	4	-	-	-	-	-	-
Gärprodukt, Nawaro	30	6	16	> 16 bis 30	> 16 bis 30	> 16 bis 30	> 16 bis 30	2	14	22	28	2	9
PPL, Komposte													

Hinweis:

Bei angegebenen Spannen wird der Mittelwert verwendet. Die Verluste sind außerdem abhängig von der Witterung, z.B. von der Temperatur.

Maßnahme 18

Verfahren zu verlustarmem Wirtschaftsdüngeranfall und -lagerung

Bei der Lagerung von organischen Düngemitteln können sehr leicht Nährstoffverluste auftreten. Stickstoffverluste von bis zu zehn Prozent sind beispielsweise bei flüssigen Düngemitteln keine Seltenheit. Mit einfachen Maßnahmen können Verluste stark reduziert werden.

Im Fokus:

Herstellungs- und Lagerverluste im Vergleich zum theoretisch optimalen Verfahren.

Zielwert:

Die Herstellungs- und Lagerverluste sind gleich oder liegen nahe den Verlusten der theoretisch optimalen Herstellungs- und Lagerverluste.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Die Verluste beziehen sich auf den gesamten N-Gehalt des Düngers. Jedes Düngemittel wird einzeln bewertet, um ggf. betriebliche Potentiale abzuleiten.

N-Verluste [%]	Punkte
0-5	10
5-10	9
10-15	8
15-20	7
20-25	6
25-30	5
30-35	4
35-40	3
40-45	2
45-50	1
>50	0



Tabelle 3: Potenzieller Verlustanteil in % von Stickstoff bei unterschiedlicher Lagerung von Wirtschaftsdüngern nach Amon et al. 2019 & Döhler et al. 2002.

	Festmist/ Misthaufen	Güllelager, offen (ohne nat. Schwimmedecke)	Güllelager, natürliche Schwimmedecke	Güllelager, feste Abdeckung	Güllelager, schwimmende Abdeckung (Stohhäcksel)	Güllelager, schwimmende Abdeckung (Folie)	Jauche, Lage- rung mit fester Abdeckung
Rottemist, Rind	12	-	-	-	-	-	-
Rindergülle	-	8	2	1	2	1	-
Rinderjauche	-	-	-	-	-	-	1
Rottemist, Schwein	12	-	-	-	-	-	-
Schweinegülle	-	10	7	1	2	2	-
Schweinejauche	-	-	-	-	-	-	3
Rottemist, Geflügel	10	-	-	-	-	-	-
HTK, Huhn	12	-	-	-	-	-	-
Rottemist Gänse	11	-	-	-	-	-	-
Rottemist Ente/Pute	17	-	-	-	-	-	-
Rottemist, Schaf	14	-	-	-	-	-	-
Rottemist, Ziege	14	-	-	-	-	-	-
Rottemist Pferd	21	-	-	-	-	-	-
Rottemist Pferd	54	5	27	43	49	54	54



Maßnahme 19

Optimierung des Umbruchzeitpunktes

Stickstoff wird abhängig von Temperatur und Bodenfeuchte in unterschiedlichem Maß mineralisiert. Im Winter kommt es zu weniger Mineralisierung, gleichzeitig ist der Winter auch die Zeit der Sickerwasserperiode, in welcher Nitrat in tiefere Bodenschichten verlagert wird. Der richtige Umbruchzeitpunkt minimiert die N-Verluste und sorgt dafür, dass die Nachfrucht den mineralisierten Stickstoff optimal aufnehmen kann.

Im Fokus:

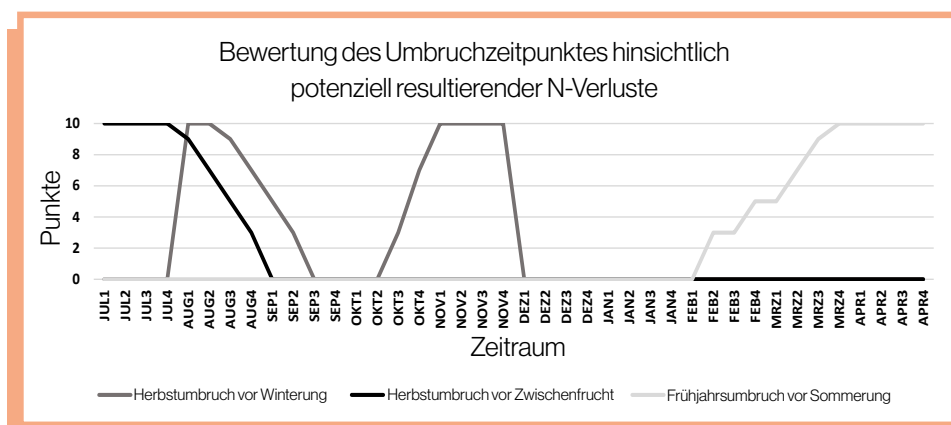
Der Umbruchzeitpunkt bzw. Zeitpunkt der Grundbodenbearbeitung.

Zielwert:

Theoretisch optimaler Zeitpunkt des Umbruchverfahrens.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten.



Hinweis:

Maßnahme 19 betrachtet lediglich den Umbruchzeitpunkt. Die Verfahrenstechnik wird in Maßnahme 20 betrachtet (Intensität der Bodenbearbeitung zur Minimierung von N-Verlusten).



Maßnahme 20

Optimierung der Bodenbearbeitungsintensität zur Minimierung von N-Verlusten

Die verschiedenen Umbruchverfahren weisen unterschiedliche Intensitäten der Bodenbearbeitung auf. Je größer die Intensität der Bodenbearbeitung, desto mehr Stickstoff wird mineralisiert. Bezogen auf Standortbedingungen und Folgekultur kann durch ein optimales Umbruchverfahren das Risiko von N-Verlusten verringert werden.

Im Fokus:

Die Intensität der eingesetzten Bodenbearbeitung.

Zielwert:

Die optimale Intensität der Bodenbearbeitung im Vergleich zum Indexwert der Nachfrucht.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Eine günstige Bodenbearbeitungsintensität wird mit 10 Punkten bewertet, d.h., wenn die Bearbeitungsintensität maximal der Summe aus Nachfruchtwert und Bewertung Sommerung/Winterung entspricht. Geringere Bodenbearbeitungsintensitäten erhalten ebenfalls 10 Punkte. Liegt die Bearbeitungsintensität darüber, werden je Punkt 2 Bewertungspunkte abgezogen.



Tabelle 4: Intensitätsbewertung der Bodenbearbeitung für Geräte der Grundbodenbearbeitung, der Saatbettbereitung und der Aussaat (aus Richner et al. 2014, S. 13).

Grundbodenbearbeitung		Saatbettbereitung ohne Antrieb	
Gerät	Punkte	Gerät	Punkte
Pflug	2	Scheibenegge	1
Grubber	1	Spatenrollegge	1
Parapflug mit Scheiben-sechen	1	Zinkenegge	1
Spatenmaschine	2	Federzinkenegge mit Krümler	1
Untergrundlockerer, Drainagepflug	1	Garegge	1
Aussaat		Saatbettbereitung mit Antrieb	
Gerät	Punkte	Gerät	Punkte
Sämaschine	1	Rüttelegge	2
Legemaschine	1	Bodenfräse	2
Pflanzmaschine	1	Bodenfräse mit Stab-krümler	2
Packer/Walzen		Zinkenrotor mit Bodenantrieb	1
Gerät	Punkte	Zinkenrotor mit Packerwalze	1
		Ernte	
Rauwalze	1	Geräte	Punkte
Glattwalze	1	Rodegerät Gemüse/ Kartoffel/ Zuckerrübe	2
Frontpacker	1		
Furchenpacker	1		

Berechnung der Bodenbearbeitungsintensität:

Die Punktzahl (Bearbeitungsintensität) wird durch den Nachfruchtwert aus der Tabelle in Anhang I plus dem Zeitpunkt der Bearbeitung, abhängig von Sommerung oder Winterung, ermittelt.

Bodenbearbeitungsintensität = Nachfruchtwert + Bewertung Sommerung/Winterung

Winterung:

Nachfruchtwert + 1 Punkt = günstige Bearbeitungsintensität

Sommerung:

Nachfruchtwert + 3 Punkte = günstige Bearbeitungsintensität

Hinweise:

Die Maßnahme zielt auf die Minimierung von N-Verlusten beim Umbruch ab. Es erfolgt keine Berücksichtigung der Bestandspflegemaßnahmen.

Beispiel:

Beispiel Winterroggen:

mögliche Bodenbearbeitungsintensität = Nachfruchtwert + Winterung

$4 + 1 = 5$ → Die günstige Bodenbearbeitungsintensität kann 5 Punkte oder weniger betragen.
→ 10 Punkte

Bodenbearbeitungsintensität = Pflug + Grubber + Sämaschine = $2 + 1 + 1 = 4$ → 10 Punkte

Bodenbearbeitungsintensität = Rübenroder + Pflug + Grubber + Sämaschine = $2 + 2 + 1 + 1 = 6$ → 8 Punkte



Maßnahme 21

Angepasste Bewässerung zur Vermeidung der Auswaschung mineralisierten Stickstoffs

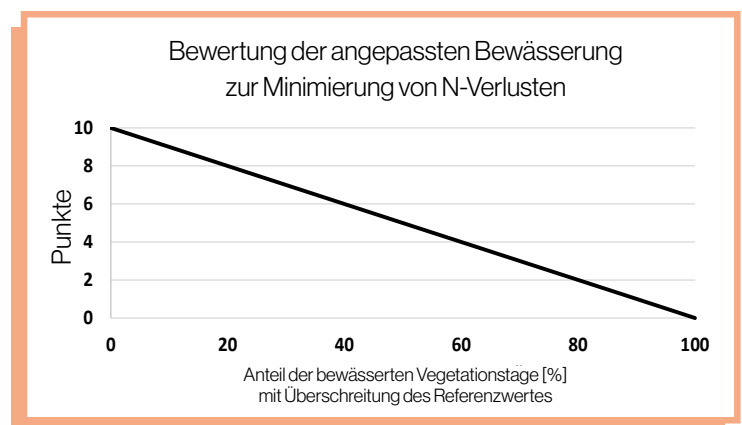
Durch eine geeignete Bewässerung kann Trockenstress verhindert und Nährstoffmangel vorgebeugt werden. Um die Auswaschung von mineralisiertem N zu verhindern, sind die Bewässerungsverfahren und der Wasserbedarf der jeweiligen Kultur zu berücksichtigen.

Im Fokus:

Der Referenzwert der nutzbaren Feldkapazität (nFK).

Zielwert:

Die nutzbare Feldkapazität wird nicht überschritten (nFK < 90 %).



Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Je geringer die Bewässerungstage innerhalb der Vegetation ohne Überschreitung des Referenzwertes sind, desto mehr Punkte werden vergeben.

Berechnung der Bewässerungsintensität:

Die Bewässerungsintensität errechnet sich aus dem Anteil der Tage des Bewässerungszeitraums, an denen die nFK 90 % durch Bewässerung überschritten wurde (Standard 1% Humusgehalt).

Tabelle 5: Feldkapazität, nutzbare Feldkapazität nach Bodenart und Humusgehalt nach Renger et al. 2008

Bodenart	Feldkapazität [l × (m ² × 1 dm Bodentiefe) ⁻¹]; bei Trockenrohdichte [g cm ⁻³]			nutzbare Feldkapazität [l × (m ² × 1 dm Bodentiefe) ⁻¹]; bei Trockenrohdichte [g cm ⁻³]			Bodenart	Zuschläge für erhöhten Humusgehalt auf nutzbare Feldkapazität				Zuschläge für erhöhten Humusgehalt auf Feldkapazität			
	1,3	1,5	1,7	1,3	1,5	1,7		> 1,5 %	> 3%	> 6 %	> 11,5%	> 1,5 %	> 3%	> 6 %	> 11,5%
Ss	13	13	13	10	10	10	Ss	2	4	7	10	4	8	12	21
Sl2	26	24	22	18	16	14	Sl2	1	3	5	10	2	5	8	16
Sl3	29	26	24	18	16	14	Sl3	1	3	5	10	2	4	8	15
Sl4	33	29	26	20	16	13	Sl4	1	3	5	10	2	4	8	14
Slu	34	31	29	22	19	17	Slu	1	3	5	10	2	4	8	14
St2	26	22	19	18	14	11	St2	2	4	5	7	3	6	9	15
St3	34	30	26	20	16	12	St3	2	4	6	8	3	6	8	14
Su2	24	22	20	19	17	15	Su2	2	4	7	10	3	6	10	16
Su3	30	27	25	23	20	18	Su3	2	4	6	9	3	6	10	15
Su4	32	29	27	25	22	20	Su4	2	4	6	9	3	6	9	14
Ls2	35	33	30	19	17	14	Ls2	1	3	5	9	2	4	7	13
Ls3	34	31	29	18	15	13	Ls3	2	4	6	9	2	4	7	13
Ls4	33	30	28	18	15	13	Ls4	2	4	7	10	3	5	8	13
Lt2	37	34	31	17	14	11	Lt2	1	3	4	7	2	4	6	10
Lt3	40	37	34	16	13	10	Lt3	1	3	4	7	2	3	5	10
Lts	38	35	32	17	14	11	Lts	1	2	4	7	2	3	6	10
Lu	38	36	34	19	17	15	Lu	1	2	5	8	2	4	7	12
Uu	38	36	34	28	25	23	Uu	1	2	4	7	2	4	7	12

Fortsetzung der Tabelle, siehe nächste Seite →

Tabelle 5: Feldkapazität, nutzbare Feldkapazität nach Bodenart und Humusgehalt.

Bodenart	Feldkapazität [l × (m ² × 1 dm Bodentiefe) ⁻¹]; bei Trockenrohdichte [g cm ⁻³]			nutzbare Feldkapazität [l × (m ² × 1 dm Bodentiefe) ⁻¹]; bei Trockenrohdichte [g cm ⁻³]			Bodenart	Zuschläge für erhöhten Humusgehalt auf nutzbare Feldkapazität				Zuschläge für erhöhten Humusgehalt auf Feldkapazität			
	1,3	1,5	1,7	1,3	1,5	1,7		> 1,5 %	> 3%	> 6 %	> 11,5%	> 1,5 %	> 3%	> 6 %	> 11,5%
Uls	35	33	31	24	22	20	Uls	1	3	5	8	2	4	7	12
Us	35	33	31	²⁵	23	31	Us	1	3	5	8	2	4	7	12
Ut2	36	34	32	²⁵	23	21	Ut2	1	3	6	8	2	5	9	13
Ut3	37	35	33	²³	21	19	Ut3	1	3	6	8	2	5	9	13
Ut4	39	37	35	22	20	18	Ut4	1	3	6	8	2	5	9	13
Tt	48	43	.	14	9	.	Tt	1	2	3	5	1	2	3	6
Tl	46	42	37	15	11	8	Tl	1	2	3	5	1	2	4	7
Tu2	46	42	36	16	12	7	Tu2	1	2	3	5	1	2	4	7
Tu3	42	39	35	17	14	10	Tu3	1	2	4	6	2	3	5	8
Tu4	40	36	33	18	15	12	Tu4	1	2	4	7	2	4	6	9
Ts2	43	40	36	16	13	10	Ts2	2	4	6	8	3	5	8	12
Ts3	38	34	32	17	13	11	Ts3	2	4	6	9	3	5	8	12
Ts4	36	32	30	17	14	12	Ts4	2	4	6	9	3	5	8	12

Die Standardtrockenrohdichte ist 1,5 g cm⁻³ Boden.

Die Berechnung kann mithilfe des Geisenheimer Bewässerungsmodells und des Bodenfeuchteviewers des Deutschen Wetterdienstes erfolgen.

Maßnahme 22

Schlag- bzw. teilschlagspezifische Düngung

Die Düngestrategie kann gezielt auf die spezifischen Bedürfnisse der verschiedenen Bereiche eines Schlates abgestimmt werden, wodurch sowohl die Ernteerträge verbessert als auch die N-Verluste deutlich verringert werden.

Im Fokus:

Die schlagspezifische bzw. teilflächenspezifische Düngung.

Zielwert:

Ziel ist eine schlag- bzw. teilschlagspezifische Düngung.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten.

- I. Es erfolgt keine schlagspezifische Düngung: fehlender Düngplan
= 0 Punkte
- II. Es erfolgt eine kulturspezifische Düngung: pauschale Mengenzuteilung je Kultur, keine Berücksichtigung des Einzelschlages
= 5 Punkte
- III. Die Düngung ist kultur- und schlagspezifisch: Düngung nach Düngbedarfsermittlung
= 8 Punkte
- IV. Die Düngung erfolgt wie III. und teilflächenspezifisch: Düngung nach Düngbedarfsermittlung und Unterteilung des Schlates nach Standortfaktor Boden
= 10 Punkte



Anhang





Indexwerte verschiedener Vor- und Nachfrüchte

Kultur	Art	Indexwert Vorfrucht (Vorfruchtwert)	Indexwert Nachfrucht (Nachfruchtwert)	Kultur	Art	Indexwert Vorfrucht (Vorfruchtwert)	Indexwert Nachfrucht (Nachfruchtwert)
Getreide	Winterweizen	2	5	Futterpflanzen	Silomais	2	4
	Hartweizen	2	4		Grünland		1 + 1 × Schnitte
	Wintergerste	2	4		Ackergras	3	1,6 × Schnitte
	Winterroggen	2	4		Kleegrass	4	0
	Wintertriticale	2	4		Kleearten	5	0
	Sommerweizen	2	3		Luzerne	5	0
	Sommergerste	2	3	Körner- leguminosen	Luzernegräser und Mischungen	5	0
	Sommerroggen	2	3		Ackerbohne	2	0
	Sommertriticale	2	3		Erbse	2	0
	Dinkel	2	4		Sojabohne	2	0
Ölfrüchte	Emmer	2	3	Hackfrüchte	Wicken	2	0
	Einkorn	2	3		Linsen	2	0
	Hafer	2	3		Lupinen	2	0
	Buchweizen	2	2		Zuckerrübe	4	3
	Körnermais	3	4		Frühkartoffeln	5	2
	Winterraps	2	4	Gemüse	Kartoffeln div.	4	2
	Sonnenblumen	3	3		Blumenkohl	5	6
	Öllein	2	3		Brokkoli	6	7
	Senf	2	3		Buschbohne	3	0
	Leindotter	2	2		Chicoreerübe	4	4
					Chinakohl	3	5

Fortsetzung der Tabelle, siehe nächste Seite →



Kultur	Art	Indexwert Vorfrucht (Vorfruchtwert)	Indexwert Nachfrucht (Nachfruchtwert)	Kultur	Art	Indexwert Vorfrucht (Vorfruchtwert)	Indexwert Nachfrucht (Nachfruchtwert)
Gemüse	Dill	2	3	Gemüse	Rucola, grob	2	5
	Feldsalat	2	3		Salate, div.	2	3
	Gemüseerbse	4	2		Salate, Babyleaf	2	2
	Grünkohl	3	5		Eissalat	2	4
	Gurke	4	5		Endivie	2	4
	Knollenfenchel	3	5		Radicchio	3	3
	Kohlrabi	3	5		Zuckerhut	2	4
	Kürbis	4	3		Schnittlauch	3	5
	Mairüben	3	4		Schwarzwurzel	3	2
	Speisemöhre	2	3		Sellerie, Bundware	2	5
	Industriemöhre	3	4		Sellerie	3	5
	Pastinake	4	3		Spinat, Babyleaf	2	3
	Petersilie	2	4		Spinat	3	4
	Wurzelpetersilie	3	3		Stangenbohne	4	2
	Porree	4	5		Weißkohl, Frisch- markt	4	6
	Radies	2	3		Weißkohl, Indus- trie	5	7
	Rettich	2	4		Wirsing	4	6
	Japanischer Rettich	3	5		Zucchini	5	6
	Rosenkohl	6	6		Zuckermais	4	4
	Rote Bete	3	5		Bundzwiebel	2	5
	Rotkohl	4	6		Zwiebel	3	4
	Rucola, fein	2	4				

Die Bestimmung der Indexwerte erfolgte anhand der Richtwerte der Düngeverordnung (DÜV 2017), des Leitfadens für die Düngung von Acker- und Grünland (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2018) und anhand der IGZ-Schrift „Düngung im Freilandgemüsebau“ (IGZ 2011). Der Index für den N-Bedarfswert ergibt sich anhand der in diesen Veröffentlichungen genannten N-Bedarfswerte in kg ha^{-1} . Die Indexwerte der N-Hinterlassenschaften bestimmen sich zum einen aus den kulturspezifischen Ernteresten und zum anderen aus den produktionsbedingten Rest-Nmin-Werten der Kulturen. Vor allem nach Gemüse und Futterleguminosen ergeben sich hohe Werte. Ergänzt wurden fehlende Werte nach Jung (2003).

Die Einstufung der Indexwerte wurde nach dem folgenden Schema vorgenommen:

Indexwert	N-Bedarf (kg ha^{-1})	N-Hinterlassenschaft (kg ha^{-1})
	Nachfruchtwert	Vorfruchtwert
0	0	-
1	0 bis 50	0
2	50 bis 100	0 bis 50
3	100 bis 150	50 bis 100
4	150 bis 200	100 bis 150
5	200 bis 250	150 bis 200
6	250 bis 300	200 bis 250
7	> 300	> 250



Quellen:

¹ Kolbe H., Schliephake W., Müller P. (2022) Parameterdatensätze von organischen Materialien: Ernte- und Wurzelrückstände und Nährstoff-gehalte der Fruchtarten, Nährstoffgehalte organischer Düngemittel sowie Abbauverhalten von organischen Materialien im Boden.

<https://orgprints.org/id/eprint/44338/>

² UBA (2007) Stoffstrommanagement von Biomasseabfällen mit dem Ziel der Optimierung der Verwertung organischer Abfälle. <http://www.umweltbundesamt.de/uba-infomedien/3135.html>

³ NutriNet-Recherche mit folgenden Quellen:

<https://www.hanfland.at/produkt/bio-hanfsamen-ungeschaelt/> (aus Proteingehalt berechnet (Faktor 6,25))

<https://www.getreide-info.de/naehrstoffe-im-getreide/>

<https://www.apotheken-umschau.de/Linsen>

Beckmann et al. (2001) Getreide im Ökologischen Landbau.

Ebersdobler H.F., Barth C.A., Jahreis G (2017) Körnerleguminosen in der Humanernährung.

Elmadfa I., Meyer A. L., Muskat E., Fritzsche D. (2020) Die Große GU Nährwert Kalorien Tabelle. GRÄFE UND UNZER Verlag.

Heseker H. & Heseker H. (2013) Nährstoffe in Lebensmitteln 4. Auflage; Umschau Zeitschriftenverlag

Köhler & Anderson (2016) Alte Weizenarten neu entdeckt. Ernährungslehre & Praxis Nr. 8.

Kolbe H., Schliephake W & Müller P (2019) Parameterdatensätze von organischen Materialien Schriftenreihe des LfULG (unveröffentlicht). Möller & Schultheiß (2015) Organische Handelsdüngemittel im Ökologischen Landbau.

Nährwertrechner.de (abgerufen am 27.10.2020) USDA FoodData Central

Paulsen H.M., Kratz S., Schnug E. (2011) Nährstoffgehalte ökologischer Wirtschaftsdünger Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Justus Liebig Universität Gießen 15.-18. März 2011.

Literatur





Amon B., Hutchings N., Dämmgen U., Sommer S., Webb J. (2019) EMEP/EEA air pollutant emission inventory Guidebook 2019. European Environment Agency.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2018) Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. Gelbes Heft. Eigenverlag, Freising-Weißenstephan. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/2022_08_iab_info_gelbes_heft.pdf

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014) Umbruchmanagement von Luzerne im biologischen Landbau. Eigenverlag, Wien. https://www.bio-net.at/fileadmin/bionet/documents/endbericht_umbruchmanagement_luzerne_14.pdf

Deutscher Wetterdienst – Bodenfeuchteviewer.
https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klima-webdienste/bodenfeuchteviewer_node.html

Döhler H., Eurich-Menden B., Dämmgen U., Osterburg B., Lüttich M., Berg W., Brunsch R. (2002) BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahr 2010. Forschungsbericht 299 42 245/02, UBA-FB 000249, Texte 05/02, Umweltbundesamt, Berlin. <https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/publikation/long/2071.pdf>

Freyer B. (2003) Fruchtfolgen – Konventionell – Integriert – Biologisch. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart (Hohenheim). ISBN: 3-8001-3576-0

Hess J. (1989) Kleeergrasumbruch im Organischen Landbau: Stickstoffdynamik im Fruchtfolgeglied Kleeergras – Kleeergras – Weizen – Roggen. Dissertation, Universität Bonn.

Hochschule Geisenheim – Institut für Gemüsebau (2021) Geisenheimer Bewässerungssteuerung 2021 mit kc-Werten für Penman-Verdunstung.
https://www.hs-geisenheim.de/fileadmin/redaktion/FORSCHUNG/Institut_fuer_Gemuesebau/Ueberblick_Institut_fuer_Gemuesebau/Geisenheimer_Steuerung/kc-Werte_PENMAN_2021.pdf

Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren und Erfurt (IGZ) (2011) Düngung im Freilandgemüsebau. Eigenverlag.
www.igzev.de/publikationen/IGZ_Duengung_im_Freilandgemuesebau.pdf

Jung R. (2003) Stickstoff-Fixierleistung von Luzerne (*Medicago sativa* L.), Rotklee (*Trifolium pratense* L.) und Persischem Klee (*Trifolium resupinatum* L.) in Reinsaat und Gemenge mit Poaceen. Dissertation, Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen.

Laber H. (2018) Bodenbedingte Unterschiede bei der N- und S- Mineralisation von Hornmehl. Versuche im deutschen Gartenbau, Ökologischer Gemüsebau. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abt. Gartenbau, Dresden-Pillnitz.
<https://orgprints.org/id/eprint/33040/>

Laber H. (2014) N-Mineralisation beim Brutversuch korrelierte eng mit dem C/N-Verhältnis. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden-Pillnitz.
<https://orgprints.org/id/eprint/27731>

Laber H. (2013) Zügiger Umsatz bei vielen der im Brutversuch getesteten organischen Handelsdünger. Versuche im deutschen Gartenbau.
<https://www.orgprints.org/id/eprint/22436/>



Laber H. (2002) Kalkulation der N-Düngung im ökologischen Gemüsebau. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Nr. 6. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.
<https://orgprints.org/id/eprint/865/>

Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau des Landes Sachsen-Anhalt (Hrsg.) (2013) Wirkung landwirtschaftlicher Nutzung auf die N-Auswaschung anhand langjähriger Lysimetermessungen in Mittel- und Norddeutschland und Schlussfolgerungen für die Minimierung der N-Befrachtung der Gewässer. Mehrländerprojekt. https://llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/04_themen/agraroekologie/14_lysimeter_st.pdf

Renger M., Bohne K., Facklam M., Harrach T., Riek W., Schafer W., Wessolek G., Zacharias S. (2008) Ergebnisse und Vorschläge der DBG-Arbeitsgruppe „Kennwerte des Bodengefüges“ zur Schätzung bodenphysikalischer Kennwerte. DBG Arbeitsgruppe „Kennwerte des Bodengefüges“, Berlin.

Richner W., Oberholzer H.-R., Freiermuth Knuchel R., Huguenin O., Ott S., Nemecek T., Walther U. (2014) Modell zur Beurteilung der Nitratauswaschung in Ökobilanzen – SALCA-NO3 Unter Berücksichtigung der Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, N-Düngung), der mikrobiellen Nitratbildung im Boden, der Stickstoffaufnahme durch die Pflanzen und verschiedener Bodeneigenschaften, Agroscope Science, 5, S.13.

Rösemann C., Haenel H.-D., Dämmgen U., Döring U., Wulf S., Eurich-Menden B., Freibauer A., Döhler H., Schreiner C., Osterburg B., Fuß R. (2019) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2017: Report on methods and data (RMD) Submission 2019. Thünen Reports 67, Johann Heinrich von Thünen-Institut. [DOI:10.3220/REP1552549234000](https://doi.org/10.3220/REP1552549234000)

Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV). https://www.gesetze-im-internet.de/d_v_2017/BJNR130510017.html