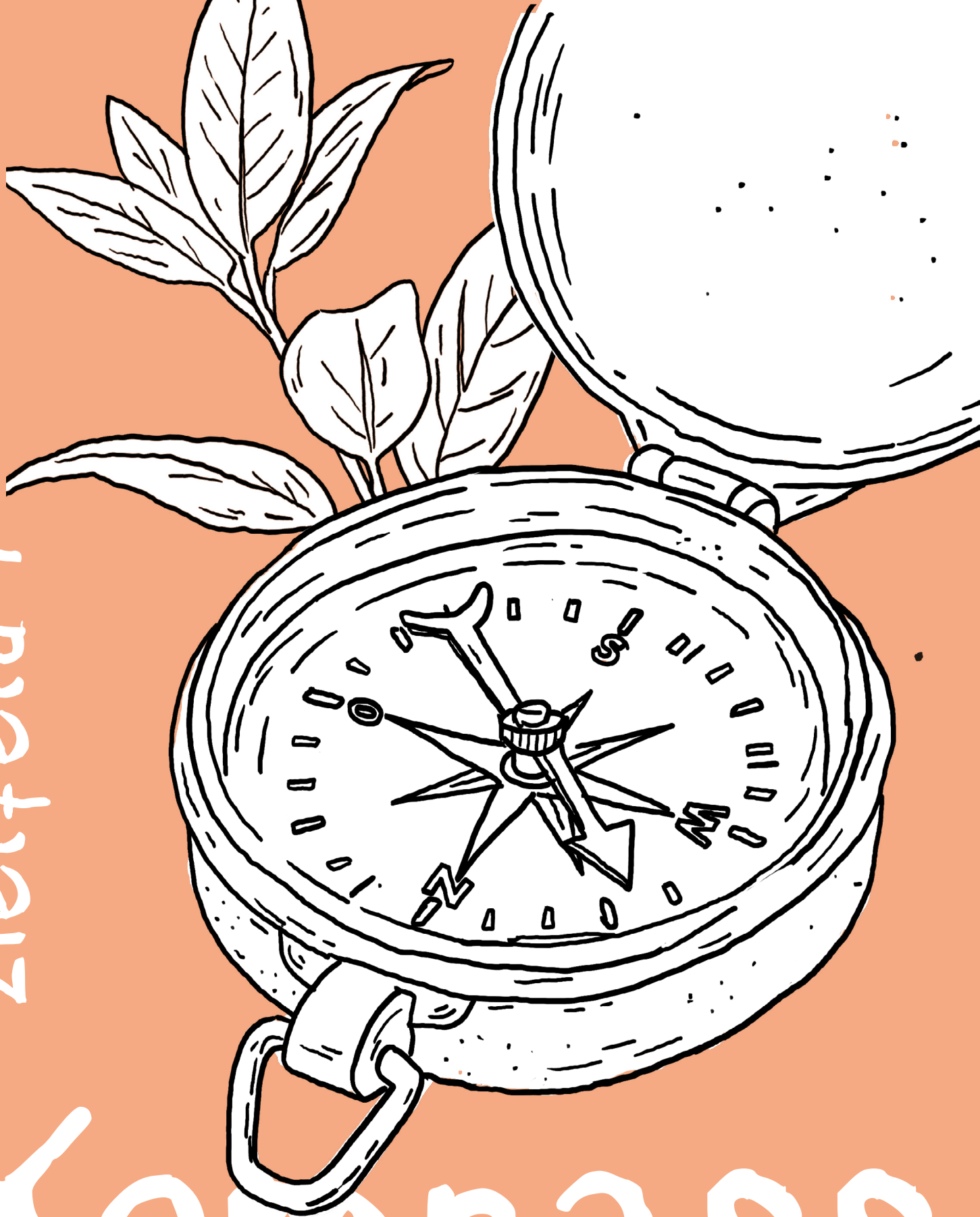


Zielfeld 1

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 16, 22, 28, 37 © Thomas Alföldi (FiBL)

Seite 15 © Being Organic in EU

Seite 12 © Hansueli Dierauer

Seite 21 © FiBL

Seite 24 © Jacques Fuchs

Seite 7, 18 © Irene Jacob

Seiten 4, 8, 27, 31, 35 © Marzena Seidel

Seite 33 © Alexander Watzka

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

Oktober 2025



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 (NutriNet) 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 Ziel sind. Innerhalb der Zielfelder werden die verschiedenen Maßnahmen beschrieben und deren

Bewertung anhand von Rechenbeispielen nach einem Punktesystem 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 1

Optimierung der Stickstofffixierleistung von Leguminosen

Leguminosen fixieren Stickstoff aus der Luft und stellen diesen für die Fruchtfolge zur Verfügung. Dies trifft sowohl auf Feinleguminosen als auch auf Körnerleguminosen zu. Um die Stickstoff-Fixierleistung der Leguminosen zu optimieren, ist es wichtig, geeignete Anbaubedingungen zu schaffen. Die Gestaltung der Fruchtfolge, die Arten- und Sortenwahl sowie die Nährstoffverfügbarkeit im Boden spielen dafür eine Rolle.

Das Zielfeld 1 gibt einen Überblick über Maßnahmen, die zur Optimierung der Stickstoff-Fixierung und zu einem optimalen Leguminosen-Anbau beitragen.

Die Maßnahmen im Überblick

1. Ermittlung und Bewertung der symbiotischen Fixierleistung

04 MASSNAHME 1
Leguminosen als Zwischenfrucht anbauen

08 MASSNAHME 2
Anbau von Feinleguminosen

12 MASSNAHME 3
Anbau von Körnerleguminosen

2. Evaluation der Rahmenbedingungen für erfolgreichen Leguminosenanbau

16 MASSNAHME 4
Untersuchung der Nährstoffgehalte im Boden

18 MASSNAHME 5
Untersuchung der Nährstoffgehalte in der Pflanze

22 MASSNAHME 6
Untersuchung des pH-Wertes

3. Optimierung der Anbaubedingungen für Leguminosen

24 MASSNAHME 7
Einsatz im ökologischen Landbau zugelassener Dünger zur Deckung des Nährstoffbedarfs von Leguminosen

26 MASSNAHME 8
Impfung / Inokulation von Leguminosen

28 MASSNAHME 9
Standortangepasste Arten- und Sortenwahl von Leguminosen

31 MASSNAHME 10
Optimierung des Fruchtfolgeanteils von Körnerleguminosen

33 MASSNAHME 11
Optimierung des Fruchtfolgeanteils von Feinleguminosen

35 MASSNAHME 12
Optimierung der Anbauabstände von Körner- und Feinleguminosen

37 MASSNAHME 13
Ausbringung von organischen Düngemitteln mit hohem C/N-Verhältnis zu Leguminosen

Anhang und Literatur

40	Anhang I zu Maßnahme 4	52	Anhang IV zu Massnahme 8
49	Anhang II zu Maßnahme 6	54	Literatur
51	Anhang III zu Massnahme 7		



Maßnahme 1

Leguminosen als Zwischenfrucht anbauen

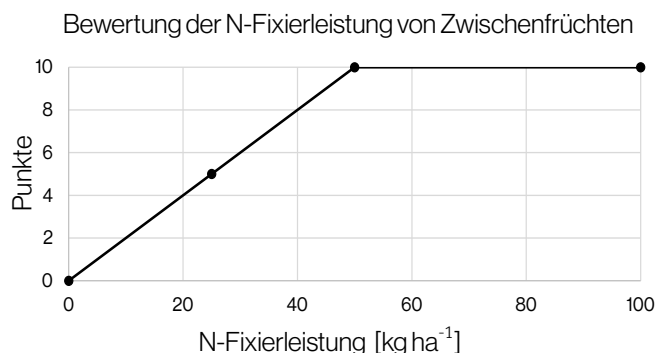
Legume Zwischenfrüchte fixieren und binden Stickstoff im Boden, der der nachfolgenden Kultur zur Verfügung steht. Je nachdem wie gut sich der Bestand entwickelt, stehen den Folgefrüchten unterschiedliche Mengen an Stickstoff zur Verfügung. Diese Mengen können näherungsweise bestimmt und bewertet werden.

Im Fokus:

Die Menge des fixierten Stickstoffs je Hektar.

Zielwert:

50 kg N je Hektar (= 10 Punkte)



Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Ab einer N-Fixierleistung von 50 kg ha⁻¹ werden 10 Punkte vergeben. Liegt die Fixierleistung der Zwischenfrucht darunter, werden Punkte abgezogen. Bei einer Fixierleistung von 40 kg ha⁻¹ wären dies beispielsweise 8 Punkte.

Berechnung der Stickstoff-Fixierleistung

- Notwendige Angaben:
FM-Ertrag, N-Gehalt
- Ist der **FM-Ertrag** nicht bekannt, kann dieser durch die Aufwuchshöhe geschätzt werden: 1 cm Wuchshöhe = 1 dt ha⁻¹ TM-Ertrag
- Grundsätzlich wird bei Zwischenfrüchten während der Wachstumsphase von einem TS-Gehalt von 20 % ausgegangen.
TM-Ertrag [dt ha⁻¹] = FM-Ertrag [dt ha⁻¹] × TS-Gehalt
→ **FM-Ertrag [dt ha⁻¹] = TM-Ertrag [dt ha⁻¹] / TS-Gehalt**

Es kann folgende Gleichung angewendet werden:

$$\text{FM-Ertrag [dt ha}^{-1}\text{]} = \text{Aufwuchshöhe in cm} / 0,2$$

Beispiel Alexandrinerklee:

$$\text{Wuchshöhe 27 cm} = 27 \text{ dt ha}^{-1} \text{ TM-Ertrag}$$

$$\text{FM-Ertrag} = 27 \text{ dt ha}^{-1} / 0,2 = 135 \text{ dt ha}^{-1}$$

- Gleichung zur Ermittlung der N-Bindung anhand des FM-Ertrags:
N-Bindung [kg N ha⁻¹] = FM-Ertrag [t ha⁻¹] × N-Gehalt [kg N t⁻¹ FM] × 0,7
berechnet für die Zeileinheit [kg ha⁻¹] ergibt sich folgende Formel:
N-Bindung [kg N ha⁻¹] = (FM-Ertrag [dt ha⁻¹] / 10) × 5,3 kg N t⁻¹ FM × 0,7

Beispiel Alexandrinerklee:

$$\text{N-Bindung} = (135 \text{ dt ha}^{-1} / 10) \times 5,3 \text{ kg} \times 0,7 = 50 \text{ kg N ha}^{-1}$$

Tabelle 1: Beispiele zur Berechnung der Fixierleistung von Zwischenfrüchten sowie Feststellung der notwendigen Ertragsparameter für eine Fixierleistung von 50 kg ha⁻¹

Kultur	Berechnung der N-Fixierleistung	FM-Ertrag zur Zielerreichung (50 kg N ha ⁻¹) [in dt ha ⁻¹]	Aufwuchshöhe zur Zielerreichung (50 kg N ha ⁻¹) [in cm]
Alexandrinerklee	FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] / 10) × 5,3 × 0,70	135	27
Perserklee	FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] / 10) × 5,3 × 0,70	135	27
Zwischenfrucht überwiegend Leguminosen	FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] / 10) × 4,6 × 0,70	155	21
Wickroggengemenge	FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] / 10) × 4,5 × 0,70	159	32
Körnerleguminosengemenge	FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] / 10) × 5,2 × 0,70	138	28

Hinweise:

Bei niedriger Bestandshöhe ist die Erfassung des FM-Ertrages aussagekräftiger als die Schätzung über die Aufwuchshöhe. Eine konkrete Erfassung der FM ist grundsätzlich aussagekräftiger als eine Abschätzung über die Aufwuchshöhe.

Die N-Gehalte verschiedener Kulturarten finden sich zum Beispiel in:

- Kolbe H., Schliephake W., Müller P. (2022) Parameterdatensätze von organischen Materialien: Ernte- und Wurzelrückstände und Nährstoffgehalte der Fruchtarten, Nährstoffgehalte organischer Düngemittel sowie Abbauverhalten von organischen Materialien im Boden. <https://orgprints.org/id/eprint/44338/>
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. KTBL (Hrsg.) (2015) Faustzahlen für den Ökologischen Landbau. Eigenverlag ISBN 978-3-945088-05-0; S.112ff.

Nicht für alle Zwischenfrüchte liegen N-Gehalts-Werte vor, die für die Berechnung genutzt werden können. Für eine Abschätzung sollte die Zwischenfrucht gewählt werden, die der am Betrieb angebauten Zwischenfrucht am ähnlichsten ist.





Maßnahme 2

Anbau von Feinleguminosen

Feinleguminosen können vor allem im mehrjährigen Anbau erhebliche Mengen Stickstoff fixieren. Zu nennen sind hier vor allem Kleearten wie Weißklee und Rotklee oder auch Luzerne. Je nachdem wie gut sich der Bestand entwickelt, werden unterschiedliche Mengen an Stickstoff fixiert. Diese Mengen können näherungsweise bestimmt und bewertet werden.

Im Fokus:

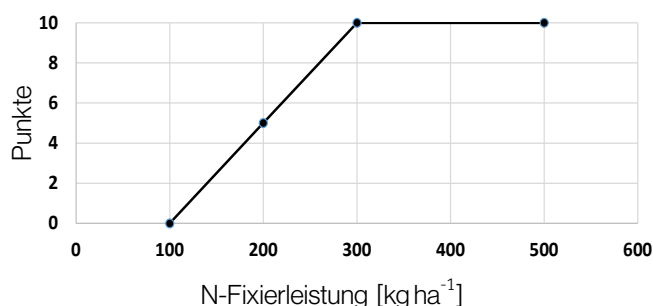
Die Menge des fixierten Stickstoffs je Hektar.

Zielwert:

Mindestens 300 kg N je Hektar (= 10 Punkte)



Bewertung der N-Fixierleistung von Feinleguminosen



Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Ab einer N-Fixierleistung von 300 kg ha⁻¹ werden 10 Punkte vergeben. Liegt die Fixierleistung der Feinleguminosen darunter, werden Punkte abgezogen. Bei einer Fixierleistung von 200 kg ha⁻¹ wären dies beispielsweise 5 Punkte.

Berechnung der Stickstoff-Fixierleistung

- Notwendige Angaben: FM-Ertrag, TS-Gehalt, N-Gehalt
- Ist der **FM-Ertrag** nicht bekannt, kann dieser durch die Aufwuchshöhe geschätzt werden:
1 cm Wuchshöhe = 1 dt ha⁻¹ TM-Ertrag
Grundsätzlich wird bei Feinleguminosen in der Biomasse während des Wachstums von einem TS-Gehalt von 20 % ausgegangen.
TM-Ertrag [dt ha⁻¹] = FM-Ertrag [dt ha⁻¹] × TS-Gehalt
→ FM-Ertrag [dt ha⁻¹] = TM-Ertrag [dt ha⁻¹] / TS-Gehalt
Folglich kann die Gleichung angewendet werden:
FM-Ertrag [dt ha⁻¹] = Aufwuchshöhe [cm] / 0,2

Beispiel Klee gras (30:70): FM-Ertrag = 40 cm / 0,2 = 200 dt ha⁻¹
bei 3 Schnitten = 600 dt ha⁻¹
- Gleichung zur Ermittlung der N-Bindung mit Berechnungsfaktor (siehe Tabelle 2):
N-Bindung [kg N ha⁻¹] = ((FM-Ertrag [dt ha⁻¹] × TS-Gehalt × N-Gehalt [% der TS]) × Faktor A) - Faktor B

Beispiel Klee gras (30:70):
N-Bindung = ((684 dt ha⁻¹ × 0,20 × 2,15 %) × 1,19) - 50 = 300 kg N ha⁻¹
- In der nachfolgenden Tabelle ist aufgeführt, wie mittels unterschiedlicher TS-Gehalte der verschiedenen Ernteprodukte die N-Fixierleistung errechnet werden kann. Für die Fixierleistung wird im Optimalfall von mindestens 300 kg ha⁻¹ ausgegangen.

Tabelle 2: Beispiele zur Berechnung der Fixierleistung von Feinleguminosen sowie Feststellung der notwendigen FM-Erträge für eine Fixierleistung von 300 kg ha⁻¹

Kultur	TS-Gehalt für Frischmasse [%/100]	TS-Gehalt Silage [%/100]	TS-Gehalt Heu [%/100]	N-Gehalt [% der TS]	Berechnung der N-Fixierleistung	FM-Ertrag zur Zielerreichung (300 kg N ha ⁻¹ in dt Frischmasse)	FM-Ertrag zur Zielerreichung (300 kg N ha ⁻¹ in dt Silage)	FM-Ertrag zur Zielerreichung (300 kg N ha ⁻¹ in dt Heu)
Kleegras (30:70)	0,20	0,35	0,80	2,15	((FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) * 1,19) -50	684	391	171
Rotkleegras (50:50)	0,20	0,35	0,80	2,35	((FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,19) -50	626	358	157
Kleegras (70:30)	0,20	0,35	0,80	2,50	((FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,19) -50	589	336	147
Luzerne-Gras (30:70)	0,20	0,35	0,80	2,25	((FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,35) -110	675	386	169
Luzerne-Gras (50:50)	0,20	0,35	0,80	2,50	((FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,35) -110	608	347	152
Luzerne-Gras (70:30)	0,20	0,35	0,80	2,75	((FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,35) -110	552	316	138
Luzerne	0,20	0,35	0,80	3,45	((FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,24) -60	421	241	105
Rotklee	0,20	0,35	0,80	3,06	((FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,24) -60	475	271	119

Für eine Abschätzung sollte das Beispiel gewählt werden, das dem zu bewertenden Bestand am Betrieb am ähnlichsten ist.

Fortsetzung der Tabelle, siehe nächste Seite →

Tabelle 2: Beispiele zur Berechnung der Fixierleistung von Feinleguminosen sowie Feststellung der notwendigen FM-Erträge für eine Fixierleistung von 300 kg ha⁻¹

Kulturname	TS-Gehalt für Frischfutter und Frisch-masse [%/100]	TS-Gehalt Silage [%/100]	TS-Gehalt Heu [%/100]	N-Gehalt [% der TS]	Standardgleichung zur Berechnung N-Fixierung	FM-Ertrag zur Zielerreichung (50 kg N / ha) [in dt] Frischfutter und Frisch-masse	FM-Ertrag zur Zielerreichung (50 kg N / ha) [in dt] Silage	FM-Ertrag zur Zielerreichung (50 kg N / ha) [in dt] Heu
Kleearten	0,20	0,35	0,80	3,06	$((\text{FM-Ertrag [dt ha}^{-1}] * \text{TS-Gehalt} * \text{N-Gehalt [\% der TS]}) * 1,24) - 60$	475	271	119
Klee/Luzernege-menge	0,20	0,35	0,80	3,17	$((\text{FM-Ertrag [dt ha}^{-1}] * \text{TS-Gehalt} * \text{N-Gehalt [\% der TS]}) * 1,24) - 60$	458	262	115
Klee-Luzerne-Gras	0,20	0,35	0,80	2,75	$((\text{FM-Ertrag [dt ha}^{-1}] * \text{TS-Gehalt} * \text{N-Gehalt [\% der TS]}) * 1,19) - 50$	535	306	134
Weißklee	0,20	0,35	0,80	3,06	$((\text{FM-Ertrag [dt ha}^{-1}] * \text{TS-Gehalt} * \text{N-Gehalt [\% der TS]}) * 1,24) - 10$	409	304	102
Weißklee-gras	0,20	0,35	0,80	2,35	$((\text{FM-Ertrag [dt ha}^{-1}] * \text{TS-Gehalt} * \text{N-Gehalt [\% der TS]}) * 1,40) - 10$	471	269	118

Für eine Abschätzung sollte das Beispiel gewählt werden, das dem zu bewertenden Bestand am Betrieb am ähnlichsten ist.

Hinweise:

Durch das Mulchen wird der Aufwuchs wieder zersetzt. N wird frei und vom Klee-gras aufgenommen. Dadurch sinkt die symbiotische Fixierleistung. Die Gleichungen berechnen lediglich die Bruttofixierleistung (im Bestand symbiotisch eingelagert). Die Nettofixierleistung bezeichnet den verbleibenden N im Bestand nach Abfuhr der Ernteprodukte.

Die N-Gehalte verschiedener Kulturarten finden sich zum Beispiel in:

- 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/>
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. KTBL (Hrsg.) (2015) Faustzahlen für den Ökologischen Landbau. Eigenverlag ISBN 978-3-945088-05-0; S.112ff.



Maßnahme 3

Anbau von Körnerleguminosen

Auch Körnerleguminosen fixieren Stickstoff und benötigen dadurch keine externe Stickstoffzufuhr. Damit tragen sie gesamtbetrieblich zur Einsparung von N-Düngemitteln bei. Eine gewisse Stickstoffnachlieferung kann auch bei der Düngung der Folgekulturen berücksichtigt werden.

Im Fokus:

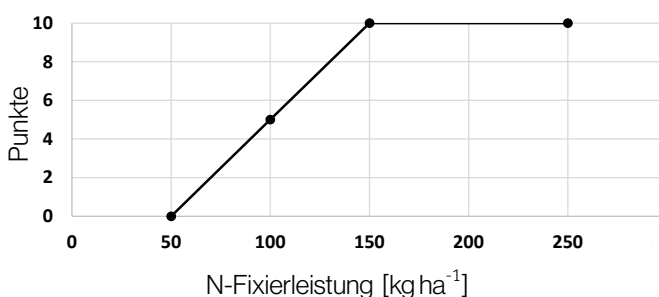
Die Menge des fixierten Stickstoffs je Hektar.

Zielwert:

Mindestens 150 kg N je Hektar (= 10 Punkte)



Bewertung der N-Fixierleistung von Körnerleguminosen



Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Ab einer N-Fixierleistung von 150 kg ha⁻¹ werden 10 Punkte vergeben. Liegt die Fixierleistung der Körnerleguminose darunter, werden Punkte abgezogen. Bei einer Fixierleistung von 100 kg ha⁻¹ wären dies beispielsweise 5 Punkte. Bei unter 50 kg ha⁻¹ wird mit 0 Punkten bewertet.

Berechnung der Stickstoff-Fixierleistung

- Notwendige Angaben: FM-Ertrag (Kornertrag), TS-Gehalt, N-Gehalt
- Gleichung zur Ermittlung der N-Bindung mit Berechnungsfaktor:
**N-Bindung = (FM-Ertrag [dt ha⁻¹] × TS-Gehalt × N-Gehalt [% der TS])
+ (FM-Ertrag [dt ha⁻¹] × TS-Gehalt × N-Gehalt [% der TS]) × Faktor A**

Beispiel Ackerbohne

$$\text{N-Bindung} = (26 \text{ dt ha}^{-1} \times 0,86 \times 4,84 \%) + (26 \text{ dt ha}^{-1} \times 0,86 \times 4,84 \%) \times 0,3875 = 1,5 \text{ dt N ha}^{-1} = 150 \text{ kg N ha}^{-1}$$

In Tabelle 3 ist aufgeführt, wie für unterschiedliche Körnerleguminosen die N-Fixierleistung errechnet werden kann. Die Gleichung variiert je Kultur. Die Fixierleistung liegt im Optimalfall bei mindestens 150 kg ha⁻¹.

Tabelle 3: Beispiele zur Berechnung der Fixierleistung von Körnerleguminosen sowie Feststellung des notwendigen FM-Ertrages für eine Fixierleistung von 150 kg ha⁻¹

Kultur	TS-Gehalt	N-Gehalt [% der TS]	Berechnung der N-Fixierleistung	FM-Ertrag zur Zielerreichung (150 kg N ha ⁻¹)
Ackerbohnen	0,86	4,84	(FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) + (FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 0,3875	26
Körnererbsen	0,86	4,1	(FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) + (FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 0,175	36
Weißer Lupine	0,86	6,05	(FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,25	23
Blaue Lupine	0,86	5,58	(FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,25	25
Gelbe Lupine	0,86	5,58	(FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,25	25
Sojabohne	0,86	6,4	(FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 0,86	32
Linse	0,86	4,54	(FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,3	30
Sommerwicke	0,86	4,42	(FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,05	38
Grünpisze- erbsen	0,22	3,97	150 - ((FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,15) + (FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS])	1
Körnerleguminosen-Gemenge	0,86	4,38	(FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,15	35
Leguminosen-Getreidegemenge	0,86	3,00	(FM-Ertrag [dt ha ⁻¹] x TS-Gehalt x N-Gehalt [% der TS]) x 1,15	51

Für eine Abschätzung sollte das Beispiel gewählt werden, das dem Bestand am eigenen Betrieb am ähnlichsten ist.

Hinweise:

Die N-Gehalte verschiedener Kulturarten finden sich zum Beispiel in

- Kolbe H., Schliephake W., Müller P. (2022) Parameterdatensätze von organischen Materialien: Ernte- und Wurzelrückstände und Nährstoffgehalte der Fruchtarten, Nährstoffgehalte organischer Düngemittel sowie Abbauverhalten von organischen Materialien im Boden. <https://orgprints.org/id/eprint/44338/>
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. KTBL (Hrsg.) (2015) Faustzahlen für den Ökologischen Landbau. Eigenverlag ISBN 978-3-945088-05-0; S.112ff.



Maßnahme 4

Untersuchung der Nährstoffgehalte im Boden

Eine ausreichende Versorgung mit pflanzenverfügbaren Grundnährstoffen (N, P und K) ist für ein optimales Pflanzenwachstum zwingend erforderlich. Mittels Bodenproben können im Vorfeld etwaige Nährstoffdefizite aufgedeckt werden und durch das jeweilige Analysesystem (VDLUFA, EUF etc.) in Versorgungsklassen eingeordnet werden. Dadurch können Düngemaßnahmen rechnerisch abgeschätzt und mit dem Nährstoffbedarf der jeweiligen Leguminosenart abgeglichen werden.

Im Fokus:

Die Nährstoffversorgung des Bodens

Zielwert:

Die Prüfmerkmale werden aus externen Bodenprobensystemen abgeleitet.

Folgende Systeme stehen zur Verfügung:

- Grundbodenuntersuchung nach VDLUFA
- EUF-Bodenuntersuchung
- Unterfrauner Bodenuntersuchungssystem

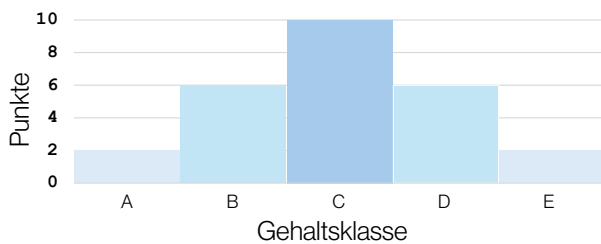
Die Einstufungen der Ergebnisse erfolgt in den jeweiligen Analysesystemen unterschiedlich. Bei der Grundbodenuntersuchung nach VDLUFA erfolgt eine Einstufung der ermittelten Bodenanalysewerte in Gehaltsklassen.

Punktevergabe:

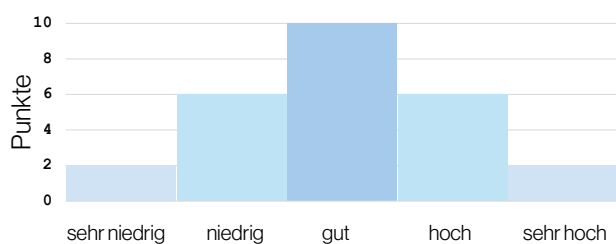
Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten.



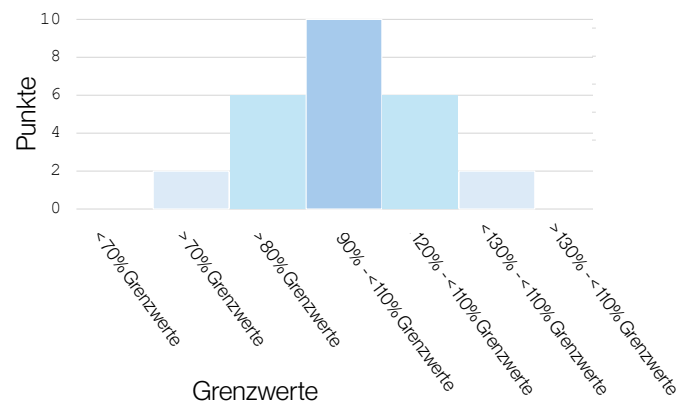
Bewertung der Bodenuntersuchung nach VDLUFA



Bewertung der Bodenuntersuchung nach der Unterfräuer Bodenanalyse



Bewertung der Bodenuntersuchung nach weiteren Systemen



Einstufung des ermittelten Nährstoffgehaltes des Bodens:

Bei weiteren Analysesystemen kann eine Einstufung der Einzelnährstoffe erfolgen. Hierbei wird der Quotient des erzielten Ergebnisses mit der des optimalen Ergebnisses betrachtet.

Einstufung Einzelnährstoffe =

$$\frac{\text{Erzieltes Ergebnis}}{\text{Optimales Ergebnis}}$$

Hinweise:

Regelmäßige Bodenuntersuchungen sind durchzuführen.

Eine niedrige Punktzahl impliziert einen Handlungsbedarf. Dabei kommt es auf das Ergebnis an, ob eine zu geringe Düngung erfolgt ist oder ineffizient gedüngt wurde und somit die spezifische Nährstoffeffizienz abnimmt.

Tabellen zu Gehaltsklassen im Anhang I.



Maßnahme 5

Untersuchung der Nährstoffgehalte in der Pflanze

Die Untersuchung von Pflanzenteilen auf ihre Nährstoffkonzentration ermöglicht eine Aussage über die Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen im Boden. Die Nährstoffkonzentration sowie der Anteil pflanzenverfügbarer Nährstoffe sind abhängig von der Bodenart. Wird ein Mangel oder eine Unterversorgung festgestellt, kann eine ergänzende Blattdüngung erfolgen. Ein Abgleich der Ergebnisse aus den Pflanzenanalysen mit Bodenanalysen ist empfehlenswert.

Im Fokus:

Die Nährstoffkonzentration in der Pflanze.

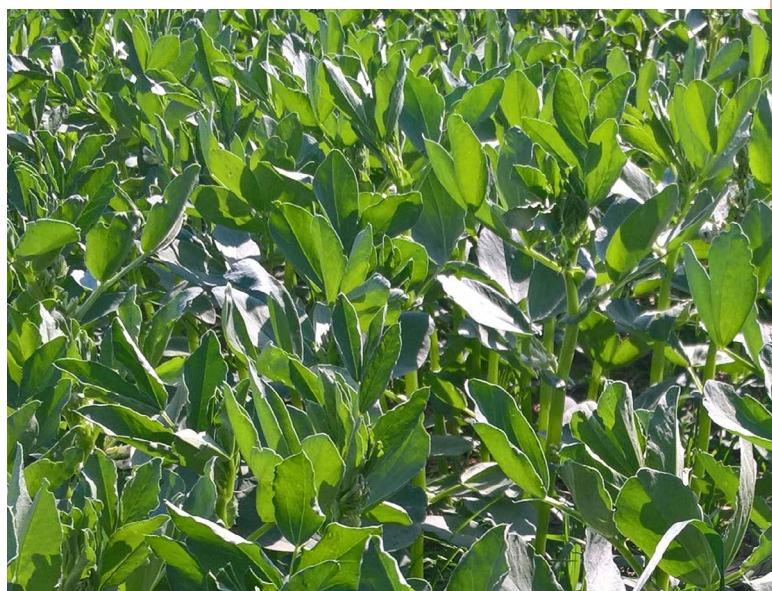
Zielwert:

Die Prüfmerkmale werden aus etablierten Einstufungssystemen übernommen. Sie sind abhängig vom jeweiligen System.

Folgende Systeme stehen zur Verfügung:

- Pflanzenuntersuchung nach VDLUFA
- Pflanzenuntersuchung nach Albrecht
- Pflanzenuntersuchung Eurofins

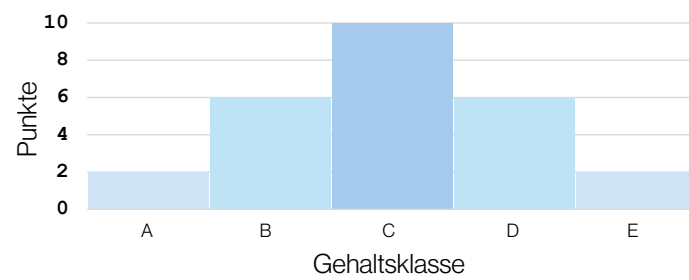
In jedem Analysesystem erfolgt die Einstufung der Ergebnisse unterschiedlich.



Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten.

Bewertung der Nährstoffkonzentration in der Pflanze nach VDLUFA



Bewertung der Pflanzenuntersuchung nach weiteren Systemen

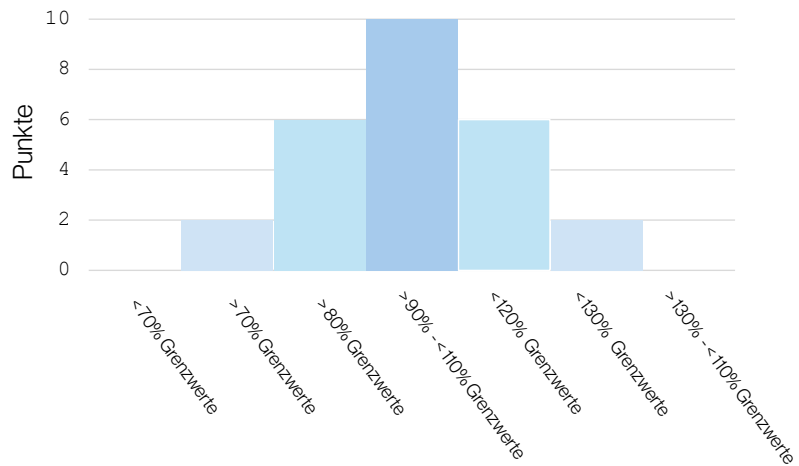




Tabelle 4: Definition der Nährstoffgehaltsklassen und Empfehlungen zum Düngbedarf (VDLUFA, verändert und ergänzt)

Gehaltsklasse	Beurteilung des Nährstoffgehaltes in der Pflanze und der Düngewirkung
A sehr niedrig	sehr niedrige bis niedrige Pflanzennährstoffgehalte, hoher Mehrertrag durch (Blatt-)Düngung, Erreichen des Optimalertrages, Nährstoffgehalt des Bodens und in der Pflanze steigt deutlich an.
B niedrig	niedrige bis mittlerer Pflanzennährstoffgehalte, mittlerer Mehrertrag durch (Blatt-)Düngung, Erreichen des Optimalertrages, Nährstoffgehalt des Bodens und damit auch in der Pflanze steigt an, wenn die Gehaltsklasse durch überbilanzielle Düngung ausgeglichen wird
C Anzustreben/ optimal	anzustrebende optimale Pflanzennährstoffgehalte, Erhaltungsdüngung, (Blatt-)Düngung in Höhe Nährstoffabfuhr der Kultur, Nährstoffgehalt des Bodens bleibt erhalten, wenn im Rahmen der Entzüge gedüngt wird.
D hoch	hohe bis sehr hohe Pflanzennährstoffgehalte; Sicherung des Optimalertrages gegeben, Mehrertrag nur bei anspruchsvollen Kulturen, Mehrertrag nur bei ungünstigen Standortbedingungen, Nährstoffgehalt des Bodens und damit der Pflanze nimmt langsam ab, wenn unter Entzug gedüngt wird.
E sehr hoch	sehr hohe Pflanzennährstoffgehalte, keine Düngung erforderlich, kein Mehrertrag durch Düngung, Nährstoffgehalt des Bodens und damit der Pflanze nimmt ab, wenn unter Entzug gedüngt wird.

https://www.lms-beratung.de/export/sites/lms/de/.galleries/Downloads_LFB/DueV/DueV-Richtwerte-MV-210208-END.pdf

Hinweise:

Es sollten mindestens die Nährstoffe der Grundbodenuntersuchung analysiert werden.
Je nach Ergebnis kann eine Ausbringung zugelassener Blattdünger in Erwägung gezogen werden.



Maßnahme 6

Untersuchung des pH-Wertes

Der pH-Wert beeinflusst die Nährstoffverfügbarkeit im Boden. Eine Untersuchung des pH-Wertes zielt darauf ab, die Grundlage für eine entsprechende Optimierung hinsichtlich der Bodenprozesse (Nährstoffverfügbarkeit, Pufferkapazität etc.) zu schaffen und somit eine Verbesserung der pflanzlichen Standortansprüche vornehmen zu können. Der pH-Wert hat einen wichtigen Einfluss darauf, welche Leguminosenart für den Standort passend ist.

Im Fokus:

Der pH-Wert.

Zielwert:

Die Einstufung des pH-Wertes wird je nach Bodenuntersuchungsmethode ausgegeben. Folgende Systeme stehen zur Verfügung:

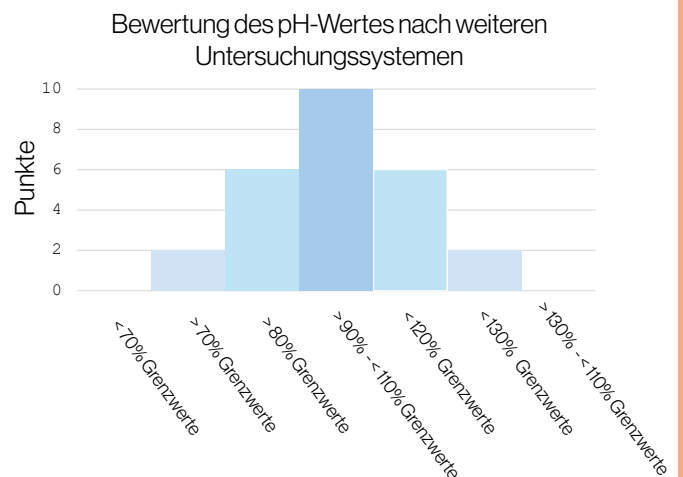
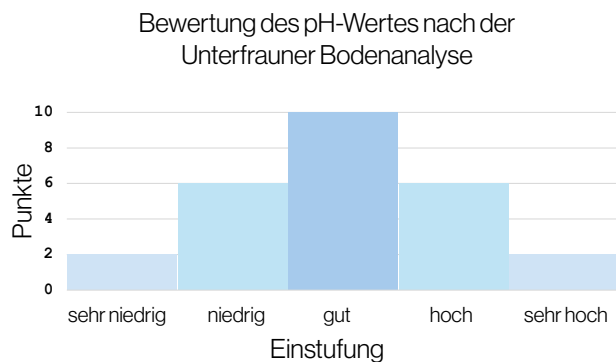
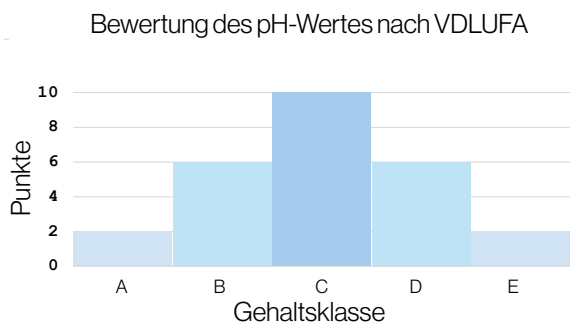
- pH-Untersuchung nach VDLUFA
- EUF-Bodenuntersuchung
- Unterfrauner Bodenuntersuchungssystem
- Eurofins „Bodenkompass“
- Albrecht-Methode

Die Einstufungen der Ergebnisse erfolgt in den jeweiligen Analysesystemen unterschiedlich. Bei der Bodenuntersuchung des pH-Wertes nach VDLUFA erfolgt eine Einstufung der ermittelten Bodenanalysewerte in Gehaltsklassen.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten.





VDLUFA

In Bezug auf die VDLUFA erfolgt eine Einstufung in Untersuchungsklassen.

EUf-Bodenuntersuchung

Kein direkter Bestandteil der Untersuchung, wird rechnerisch ermittelt, pH-Gehaltsklassen des Bodens sind weitestgehend nicht definiert.

Unterfrauner Bodenuntersuchung

pH-Werte von 6,5 bis etwa 7,5 werden als optimal eingestuft. Eine Ausdifferenzierung aufgrund von Standortverhältnissen war in zugänglichen Informationsmaterialien nicht zu finden.

Eurofins Bodenkompass

Werte können an die oberen Grenzen des VDLUFA-Systems angelehnt werden.

Albrecht-Methode

Bei den Untersuchungs- bzw. Düngeverfahren angelehnt an Albrecht wird dem pH-Wert 6,5 eine entscheidende Bedeutung für eine ausgewogene Nährstoffversorgung beigemessen.

Einstufung des ermittelten pH-Wertes des Bodens:

$$\text{Einstufung pH Wert} = \frac{\text{Erzieltes Ergebnis}}{\text{Optimales Ergebnis}}$$

Sollte eine Relativeinstufung vorliegen, erfolgt lediglich die Bewertung im Punktesystem.

Hinweise:

Bei niedriger Pufferkapazität (z.B. Sand) oder geringer Kationenaustauschkapazität sollten häufiger kleine Kalk-Gaben für einen möglichst stabilen pH-Wert gegeben werden. Alternativ können weniger reaktive Kalke mit gröberer Vermahlung eingesetzt werden.

Tabellen zur Einstufung der Kalkversorgung im Anhang II.



Maßnahme 7

Einsatz im ökologischen Landbau zugelassener Dünger zur Deckung des Nährstoffbedarfs von Leguminosen

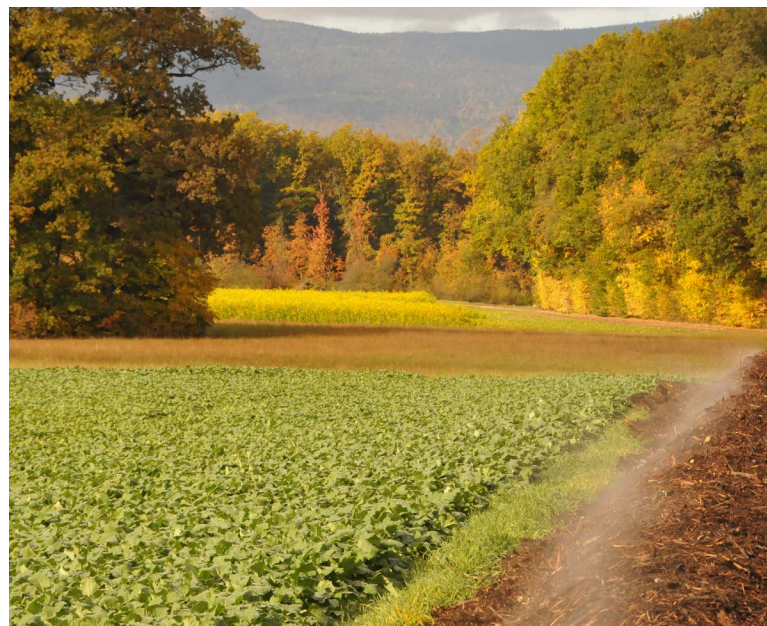
Besteht mittel- und langfristig ein negativer Saldo zwischen Nährstoffzu- und -abfuhr, sinken die Nährstoffgehalte im Boden messbar ab. Dadurch kann es schon kurzfristig zu Ertragseinbußen kommen. Auf lange Sicht ist auch mit einer Reduktion der Bodenfruchtbarkeit zu rechnen. Können Nährstofflücken (z.B. Schlagbilanzsaldo, Hoftorbilanz, Differenz von Boden-Ist-Wert zu Boden-Soll-Wert) nicht durch betriebseigenen Dünger gedeckt werden, ist der Zukauf im ökologischen Landbau zugelassener Düngemittel empfehlenswert. Die Düngung sollte die durch die Bodenanalysen und Düngbedarfsermittlung empfohlenen Düngehöhen vollständig abdecken.

Im Fokus:

Der Nährstoffbedarf der Leguminosen.

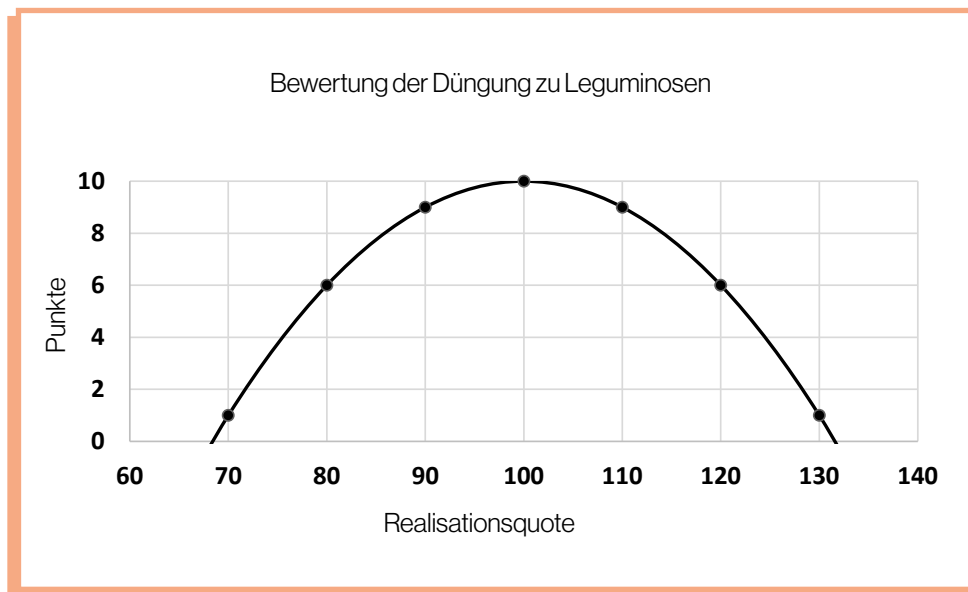
Zielwert:

Optimale Nährstoffzufuhr zur Deckung des Nährstoffbedarfs.



Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Wird die empfohlene Düngemenge (Realisationsquote = 100) eingesetzt, werden 10 Punkte erzielt. Liegt der ausgebrachte Wert unter oder über der Düngempfehlung, werden Punkte abgezogen. Ein negatives Ergebnis wird mit 0 Punkten bewertet.



Berechnung der eingesetzten Düngemenge im Verhältnis zur empfohlenen Düngemenge für den Einzelnährstoff

$$\text{Realisationsquote} = \frac{\text{eingesetzte Nährstoffmenge}}{\text{empfohlene Nährstoffmenge}} \times 100$$

Bewertungsgleichung der Maßnahme:

$$y = -0,01 \times (100 - \text{Realisationsquote})^2 + 10$$

Beispiel:

Die Düngbedarfsermittlung ergab eine Düngempfehlung von 50 kg K. Es werden jedoch nur 30 kg K ausgebracht.

$$y = -0,01 \times (100 - 60)^2 + 10 = -6$$

Hinweise:

Leguminosen haben einen hohen Bedarf an Molybdän, Kalium- und Schwefel, die im Optimalfall durch einen entsprechenden Düngeinsatz gedeckt werden. Wird nicht die empfohlene Düngemenge ausgebracht, kommt es zu einer Unterversorgung der Pflanze. Je nach Düngemittelart oder Nährstoff sollte das Düngeintervall bzw. der Nährstoffersatz unterschiedlich schnell erfolgen. Eine jährliche Ausgleichsdüngung ist je nach Freisetzung der Nährstoffe optimal. In die Bewertung fließen allerdings die letzten 3 Jahre ein, da in der Praxis die jährliche Ausgleichsdüngung nicht immer erfolgen kann.

Tabelle zu den Düngeintervallen im Anhang III.



Maßnahme 8

Impfung / Inokulation von Leguminosen

Für eine optimale Wirksamkeit des Impfstoffs sind Handhabung, Lagerung und Anwendungshinweise entsprechend zu befolgen. Bei Leguminosen, die in der Region nicht heimisch sind oder selten angebaut werden, kann eine Impfung sinnvoll bis notwendig sein.

Im Fokus:

Spezifischer Impfstoff für die anzubauende Leguminosenart.

Zielwert:

Impfbedürftige Kulturen werden geimpft.

Hinweis:

Bei der Bewertung der Maßnahme wird nur betrachtet, ob geimpft wurde oder nicht. Die Qualität der Impfung wird hier nicht berücksichtigt. Die Anwendungsempfehlung ist den Angaben der Hersteller zu entnehmen. Es werden auch Punkte vergeben, wenn die Impfung nicht empfohlen wurde, da es keine negative Auswirkung auf die Kultur hat. Der Faktor Wirtschaftlichkeit wird dabei nicht betrachtet.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Je nach Inokulationsvorgaben werden Punkte vergeben.

	Impfung durchgeführt	Keine Impfung durchgeführt
Impfung notwendig	10	0
Impfung empfohlen	10	8
Impfung nicht empfohlen	10	10

Zur Bestimmung der Punktevergabe ist die Tabelle in Anhang IV zur Notwendigkeit der Impfung bei verschiedenen Leguminosenarten heranzuziehen.





Maßnahme 9

Standortangepasste Arten- und Sortenwahl von Leguminosen

Die verschiedenen Leguminosenarten haben unterschiedliche Ansprüche an den Standort. Die Wahl einer standortangepassten Art und Sorte beeinflusst das Ertragspotential und die N-Fixierleistung maßgeblich.

Im Fokus:

Die standortangepasste Arten- und Sortenwahl.

Zielwert:

Ansprüche der gewählten Arten und Sorten der Fein- und Körnerleguminosen passen zum Standort: pH-Wert, Bodenart, Wasserversorgung, Temperatur.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten.

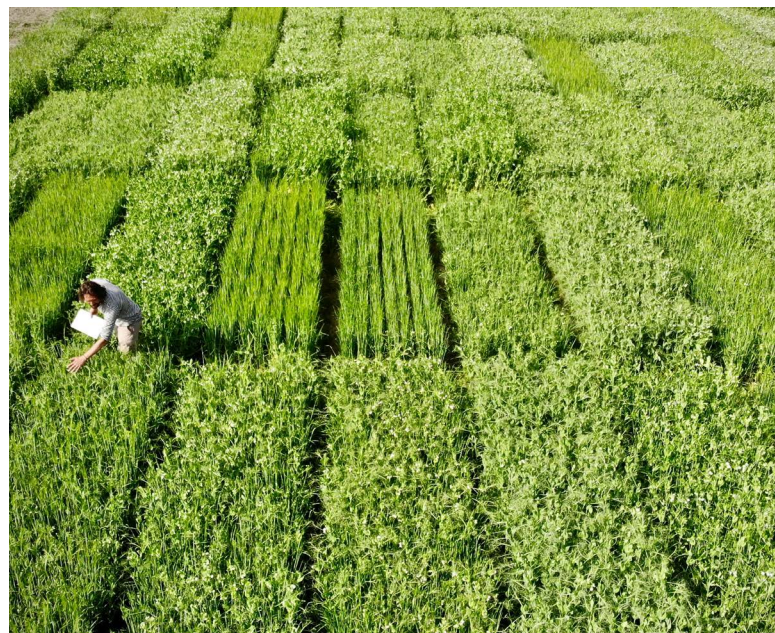
10 Punkte: Alle 4 Standortkriterien werden erfüllt.

7,5 Punkte: 3 Standortkriterien werden erfüllt.

5 Punkte: 2 Standortkriterien werden erfüllt.

2,5 Punkte: 1 Standortkriterium wird erfüllt.

0 Punkte: Standortkriterien werden nicht erfüllt



Die nachfolgende Tabelle bildet die Ansprüche verschiedener Leguminosenarten hinsichtlich der vier Standortparameter ab.

Tabelle 5: Standortansprüche ausgewählter Körner- und Feinleguminosen

Art	Bevorzugter pH-Wert	Bevorzugte Bodenart und -eigenschaften	Wasserversorgung	Bevorzugte Temperatur
Ackerbohne (<i>Vicia faba</i>)	6,5-8	mittelschwer, tiefgründig (U; L)	mit guter Wasserversorgung	mäßig warm
Erbse (<i>Pisum sativum</i>)	6,0-7,2	leicht-mittelschwer, tiefgründig (S; U; L)	gut drainiert, > 500 mm Niederschlag	mäßig warm
Sojabohne (<i>Glycine max</i>)	6,5-7,5	keine steinigen Böden (U; L)	hoher Wasserbedarf ab Blüte	sehr warm
Schmalblättrige Lupine (<i>Lupinus angustifolius</i>)*	5,0-6,8	leichte Böden (IS; sL; uL)	keine besonderen Ansprüche	mäßig warm
Weißer Lupine (<i>Lupinus albus</i>)	5,5-7,3 (Gehalt an freiem Kalk entscheidend)	mittelschwere Böden (sL; uL; L; tL; IT; U)	gute Wasserversorgung zur Blüte	mäßig warm
Linse (<i>Lens culinaris</i>)	>7	leicht-mittel (S;L;U)	trocken	gut erwärmbare Böden
Kichererbse (<i>Cicer arietinum</i>)	>6	leicht (S)	keine Staunässe	warm
Rotklee (<i>Trifolium pratense</i>)	6,0-7,5	nährstoffreich und durchwurzelt (U;L)	feucht	kühl
Luzerne (<i>Medicago sativa</i>)	6,0-8,0	tiefgründig. (U;L)	trocken	warm
Weißklee (<i>Trifolium repens</i>)	5,0-6,5	Alle (S;U;L;T)	feucht	keine besonderen Ansprüche
Gelbklee (<i>Medicago lupulina</i>)	>7	keine besonderen Ansprüche (S;U;L;T)	keine besonderen Ansprüche	keine besonderen Ansprüche
Schwedenklee (<i>Trifolium hybridum</i>)	6,0-7,0	keine besonderen Ansprüche (S;U;L;T)	feucht	kühl
Hornklee (<i>Lotus corniculatus</i>)	6,0-7,5	keine besonderen Ansprüche (S;U;L;T)	trocken	keine besonderen Ansprüche
Gelber Steinklee (<i>Melilotus officinalis</i>),	6,0-7,5	keine besonderen Ansprüche (S;U;L;T)	keine besonderen Ansprüche	keine besonderen Ansprüche

*) Verzweigte Typen für schwächere, trockenere Standorte; Endständige Typen für bessere, feuchtere Standorte

Fortsetzung der Tabelle, siehe nächste Seite →

Tabelle 5: Standortansprüche ausgewählter Körner- und Feinleguminosen

Art	Bevorzugter pH-Wert	Bevorzugte Bodenart und -eigenschaften	Wasserversorgung	Bevorzugte Temperatur
Erdklee (<i>Trifolium subterraneum</i>)	6,0-7,0	keine besonderen Ansprüche (S;U;L;T)	keine besonderen Ansprüche	warm
Espарsette (<i>Onobrychis vicifolia</i>)	6,0-7,6	keine besonderen Ansprüche (S;U;L;T)	trocken	mittel bis warm
Perserklee (<i>Trifolium resupinatum</i>)	6,0-7,0	leicht-mittel (S;L;U)	feucht	warm
Alexandrinerklee (<i>Trifolium alexandrinum</i>)	6,0-7,0	leicht-mittel (S;L;U)	feucht	warm
Serradella (<i>Ornithopus sativus</i>)	5,5-7,0	leicht (S)	feucht	mittel bis warm
Inkarnatklee (<i>Trifolium incarnatum</i>)	6,0-7,6	mittel (L;U)	mittel	mittel bis warm
Winterwicke (<i>Vicia villosa</i>)	5,0-6,5	leicht-mittel (S;L;U)	feucht	kühl
Pannonische Wicke (<i>Vicia pannonica</i>)	5,0-6,5	keine besonderen Ansprüche (S;U;L;T)	trocken	mäßig warm
Sommerwicke (<i>Vicia sativa</i>)	5,0-6,5	mittel (L;U)	feucht	kühl

Hinweise:

Vereinzelte gibt es Unterschiede in der Standorteignung verschiedener Sorten, bspw. über die Reifegruppen bei Soja.



Maßnahme 10

Optimierung des Fruchtfolgeanteils von Körnerleguminosen

Um kulturspezifische Fruchtfolgekrankheiten zu vermeiden, ist der Anteil von Körnerleguminosen in einem optimalen Rahmen zu halten. Dabei sind auch Zwischenfrüchte zu berücksichtigen. Maßnahme 10 ist im Kontext mit Maßnahme 11 (Optimierung des Fruchtfolgeanteils von Feinleguminosen) und Maßnahme 12 (Anbauabstände von Körner- und Feinleguminosen) zu betrachten.

Im Fokus:

Der Anteil der Körnerleguminosen innerhalb der Fruchtfolge.

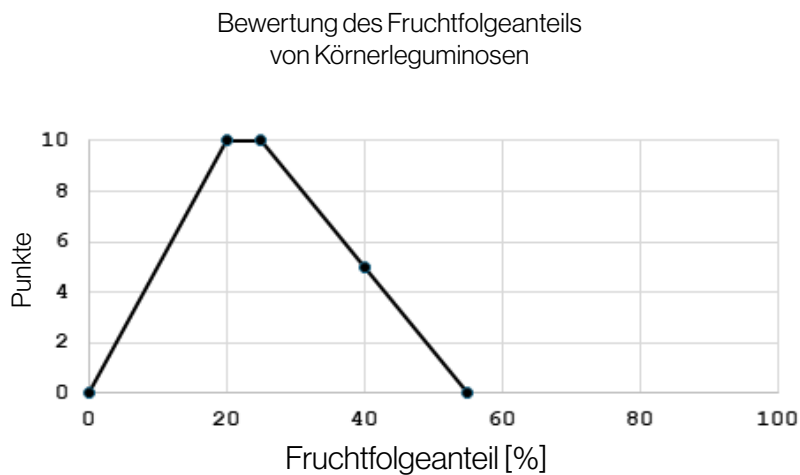
Zielwert:

Der Anteil in %.

Punktevergabe:

Der Anteil von Körnerleguminosen erreicht sein Optimum bei 20 bis 25 % in der Fruchtfolge des Betriebes.





Berechnung des Fruchtfolgeanteils von Körnerleguminosen:

Die Bestimmung des Anteils der Körnerleguminosen in der Fruchtfolge erfolgt anhand der vorliegenden Daten:

- Alle Daten zum Fruchtfolgeanteil über Einzelschläge mit vollständig abgeschlossener Fruchtfolgedokumentation liegen vor (kompletter Durchlauf) oder
- Die Daten sind unvollständig, jedoch kann mindestens 50 % der abgeschlossenen Fruchtfolge mit modellhafter Ergänzung der fehlenden Fruchtfolgeglieder bewertet werden oder
- Heranziehen der betrieblichen Standardfruchtfolge



Maßnahme 11

Optimierung des Fruchtfolgeanteils von Feinleguminosen

Für ein optimales betriebliches N-Management und gleichzeitiger Vorbeugung von Fruchtfolgekrankheiten sollte die Anbaukonzentration von Feinleguminosen in einem optimalen Rahmen liegen. Dabei sind auch Zwischenfrüchte zu berücksichtigen. Maßnahme 11 ist im Kontext mit Maßnahme 10 (Optimierung des Fruchtfolgeanteils von Körnerleguminosen) und Maßnahme 12 (Anbauabstände von Körner- und Feinleguminosen) zu betrachten.

Im Fokus:

Der Anteil der Feinleguminosen innerhalb der Fruchtfolge.

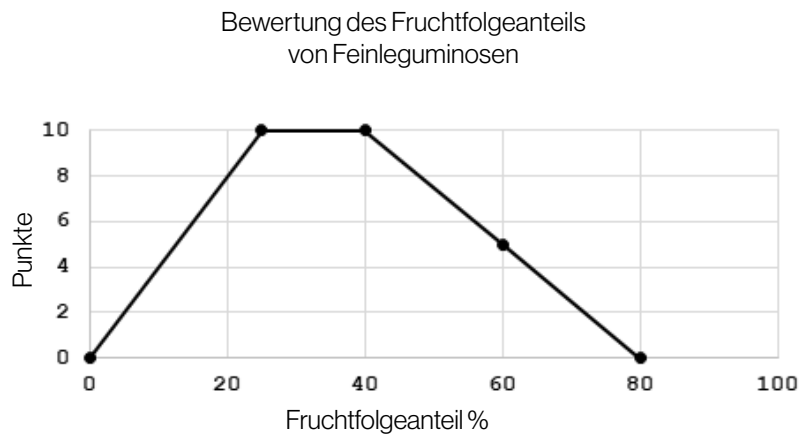
Zielwert:

Der Anteil in %.

Punktevergabe:

Der Anteil von Feinleguminosen erreicht sein Optimum bei 25 bis 40 % in der Fruchtfolge des Betriebes.





Berechnung des Fruchtfolgeanteils von Feinleguminosen:

Die Bestimmung des Anteils der Feinleguminosen in der Fruchtfolge erfolgt anhand der vorliegenden Daten:

- Alle Daten zum Fruchtfolgeanteil über Einzelschläge mit vollständig abgeschlossener Fruchtfolgedokumentation liegen vor (kompletter Durchlauf) oder
- Die Daten sind unvollständig, jedoch kann mindestens 50 % der abgeschlossenen Fruchtfolge mit modellhafter Ergänzung der fehlenden Fruchtfolgeglieder bewertet werden oder
- Heranziehen der betrieblichen Standardfruchtfolge



Maßnahme 12

Optimierung der Anbauabstände von Körner- und Feinleguminosen

Für Körnerleguminosen wie Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen wird empfohlen, einen Abstand von mindestens drei bis vier Jahren zu Feinleguminosen wie Klee oder Luzerne einzuhalten. Dies gilt auch für Zwischenfrüchte, die Leguminosen enthalten. Maßnahme 12 ist im Kontext mit Maßnahme 10 (Optimierung des Fruchtfolgeanteils von Körnerleguminosen) und Maßnahme 11 (Optimierung des Fruchtfolgeanteils von Feinleguminosen) zu betrachten.

Im Fokus:

Die Anbaupausen.

Zielwert:

Die Einhaltung der Anbauabstände.

Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. In der untenstehenden Tabelle angegeben sind die Abstände in Jahren, nach welchen ein erneuter Anbau sinnvoll ist.



10 Punkte: Tatsächlicher Anbauabstand $\geq$ Obegrenze des empfohlenen Anbauabstands.

5 Punkte: Tatsächlicher Anbauabstand liegt innerhalb des empfohlenen Anbauabstands.

0 Punkte: Tatsächlicher Anbauabstand $\leq$ Untergrenze des empfohlenen Anbauabstands.

Tabelle 6: Anbaupausen zwischen Leguminosen

Vorfrucht	Nachfrucht			
	Ackerbohne	Erbse	Soja	Lupine
Ackerbohne	5-7	4-6	1-2	3-4
Erbse	3-5	6-9	1-2	3-4
Soja *	1-2	1-2	2-3	1-2
Lupine	2-4	3-5	1-2	5-6
Rotklee, Luzerne	2-4	3-5**	1-2	2-4
Andere Kleearten	2-4	2-4	1-2	2-4

* in Raps- und Sonnenblumen-Fruchtfolgen: Sklerotinia-Gefahr!

** bei Rotklee gilt der längere Abstand, bei Luzerne der kürzere

Quelle: LeguNet, [Anbaupausen](#).

Hinweise:

Der Anbau von Körnerleguminosen als Zwischenfrucht kann sich auf die Entwicklung von Krankheitserregern genauso auswirken wie der Anbau von Körnerleguminosen als Hauptfrucht. Deswegen sind Zwischenfruchtglieder bei der Gestaltung von Anbaupausen genauso zu berücksichtigen wie Leguminosen in Hauptfruchtstellung.



Maßnahme 13

Ausbringung von organischen Düngemitteln mit hohem C/N-Verhältnis zu Leguminosen

Ein hohes C/N-Verhältnis führt zur Immobilisierung von Stickstoff, weswegen die spezifischen Bedingungen des Bodens und die Anforderungen der angebauten Leguminosenart zu berücksichtigen sind.

Im Fokus:

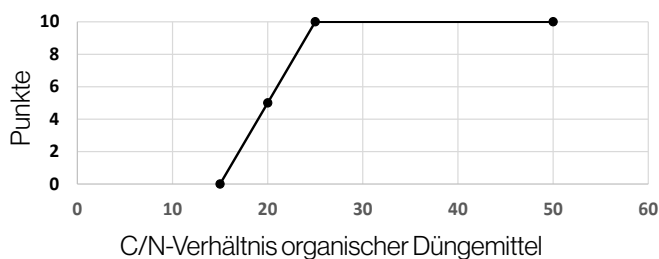
Der ausgebrachte Dünger, bezogen auf das C/N-Verhältnis.

Zielwert:

Das C/N-Verhältnis sollte über 25 liegen.



Bewertung des C/N-Verhältnisses
organischer Düngemittel



Punktevergabe:

Die Punktevergabe erfolgt von 0-10 Punkten. Ab einem C/N-Verhältnis von 25 werden 10 Punkte vergeben. Fällt das Verhältnis geringer aus, werden Punkte abgezogen. Bei einem C/N-Verhältnis von 20 wären dies beispielsweise 5 Punkte. Alles unter 15 wird mit 0 bewertet.

Tabelle 7: Literaturangaben der C/N-Verhältnisse verschiedener Düngesubstrate und Erntereste

	C/N-Verhältnis (vereinfacht für Bewertung)	Möller & Schultheiß 2014	Kolbe et al. 2022
Getreidestroh (unter Berücksichtigung des Strohs der Vorkultur)	> 50		86,3
Obsttrester	> 25	42,3	
Traubentrester	Ca. 25	24,7	
Gärprodukt Nawaro (fest)	Ca. 20	21	34,8
Grüngutkompost	Ca. 22,5	19,6	
Pilzkultursubstrat	Ca. 20	16,4	28
Bioabfallkompost	Ca. 25		22,9
Melasse	Ca. 22,5		
Pferdemist	Ca. 25	32,6	24,5
Rindermist	Ca. 22,5	23,6	

Anhang




VDLUFA:
Gehaltsklassen für Phosphor (CAL-Methode)

Humus [%]	Ton [%]	Bodenart	Gehaltsklassen					
			A	B	C	D	E	F
			mg P/100 g Boden					
≤ 8	≤ 5	S	≤ 3	3-5	6-10	11-17	18-35	>35
	>5	IS-T	≤ 3	3-4	5-9	10-15	16-33	>33
8,1-15	-	alle	≤ 3	3-6	7-12	13-19	20-39	>39
			mg P/100 ml Boden					
> 15	Anmoor, Moor		≤ 2	2	3-4	5-6	7-13	>13



Gehaltsklassen für Kalium (CAL-Methode)

Hu- mus [%]	Ton [%]	Bodenart	Gehaltsklassen					
			A	B	C	D	E	F
Acker, Grünland			mg K/100 g Boden					
0-8	≤ 5	S, U	≤ 2	3-4	5-8	9-14	15-50	> 50
	5,1-12	IS, IU	≤ 4	4-7	8-12	13-24	25-60	> 60
	12,1-35	lIS, sL, tL, tU, ttU, uuT	≤ 6	6-10	11-16	17-29	30-70	> 70
	>35	tL, uT, T	≤ 8	8-14	15-21	22-33	34-80	> 80
8,1-15	≤ 5	S, U	≤ 3	3-5	6-10	11-16	17-60	> 60
	5,1-12	IS, IU	≤ 5	5-8	9-15	16-28	29-70	> 70
	12,1-35	lIS, sL, tL, tU, ttU, uuT	≤ 7	7-12	13-20	21-33	34-80	> 80
	>35	tL, uT, T	≤ 9	9-15	16-25	26-37	38-80	> 80
			mg K/100 ml Boden					
> 15	Anmoor, Moor		≤ 4	4-6	7-12	13-24	25-50	> 50

Gehaltsklassen für Magnesium (CaCl₂-Methode)

Hu- mus [%]	Ton [%]	Bodenart	Gehaltsklassen				
			A	B	C	D	E
Acker			mg Mg/100 g Boden				
0-8	≤ 5	S, U	≤ 2	2	3-5	6-8	> 8
	5,1-12	IS, IU	≤ 3	3	4-7	8-12	> 12
	12,1-35	IS, sL, tL, tU, ttU, uuT	≤ 4	4-5	6-9	10-16	> 16
	>35	tL, uT, T	≤ 5	5-8	9-12	13-20	> 20
8,1-15	≤ 5	S, U	≤ 2	2	3-5	6-8	> 8
	5,1-12	IS, IU	≤ 3	3	4-7	8-12	> 12
	12,1-35	IS, sL, tL, tU, ttU, uuT	≤ 4	4-5	6-9	10-16	> 16
	>35	tL, uT, T	≤ 5	5-8	9-12	13-20	> 21
			mg Mg/100 ml Boden				
> 15	Anmoor, Moor		≤ 3	3-4	5-6	7-10	> 10
Grünland			mg Mg/100 ml Boden				
0-8	≤ 5	S, U	≤ 3	4-5	6-10	11-20	> 20
	5,1-12	IS, IU	≤ 4	5-8	9-15	16-25	> 25
	12,1-35	IS, sL, tL, tU, ttU, uuT	≤ 6	7-13	14-20	21-30	> 30
	>35	tL, uT, T	≤ 9	10-18	19-25	26-35	> 35
8,1-15	≤ 5	S, U	≤ 5	5-8	9-15	16-23	> 23
	5,1-12	IS, IU	≤ 7	7-12	13-20	21-28	> 28
	12,1-35	IS, sL, tL, tU, ttU, uuT	≤ 10	10-17	18-25	26-33	> 33
	>35	tL, uT, T	≤ 13	13-22	23-30	31-40	> 40
> 15	Anmoor, Moor		≤ 5	5-9	10-14	15-20	> 20



Mg-Gehaltsklassenkorrektur auf K-Gehaltsklassen

K-Gehaltsklassen	Mg-Gehaltsklasse				
	A	B	C	D	E
A -D	A	B	C	D	E
E	A	A	B	C	D
F	A	A	A	B	C

S-Bedarfe und S_{min}-Sollwerte

Kulturen	S-Bedarf	S _{min} -Sollwert (kg S ha ⁻¹)
Ölfrüchte (z. B. Raps), Kohlarten	hoch	50
Getreide, Gräser, Rüben	mittel	40
Leguminosen, Mais, Kartoffel	niedrig	30



Bewertung der Bor-Gehalte in Ackerland (CAT-Methode / Heißwassermethode)

Bodenart- gruppe	pH-Bereich	Gehaltsklassen (CAT-Methode / Heißwassermethode)		
		A	C	E
		mg kg ⁻¹ Boden		
Sand	≤ 5,4	< 0,15 / < 0,15	0,15-0,25 / 0,15-0,25	> 0,25 / > 0,25
	> 5,4	< 0,20 / < 0,15	0,20-0,35 / 0,15-0,25	> 0,35 / > 0,25
Schwach lehmiger Sand	≤ 5,8	< 0,17 / < 0,20	0,17-0,27 / 0,20-0,30	> 0,27 / > 0,30
	> 5,8	< 0,25 / < 0,20	0,25-0,40 / 0,20-0,30	> 0,40 / > 0,30
Stark lehmiger Sand	≤ 6,0	< 0,20 / < 0,25	0,20-0,35 / 0,25-0,40	> 0,35 / > 0,40
	> 6,0	< 0,30 / < 0,25	0,30-0,50 / 0,25-0,40	> 0,50 / > 0,40
Sandiger/ schluff. Lehm	≤ 6,0	< 0,25 / < 0,35	0,25-0,45 / 0,35-0,60	> 0,45 / > 0,60
	> 6,0	< 0,40 / < 0,35	0,40-0,70 / 0,35-0,60	> 0,70 / > 0,60
Toniger Lehm bis Ton	≤ 6,0	< 0,25 / < 0,35	0,25-0,45 / 0,35-0,60	> 0,45 / > 0,60
	> 6,0	< 0,40 / < 0,35	0,40-0,70 / 0,35-0,60	> 0,70 / > 0,60
		mg l ⁻¹ Boden		
Anmoorige / moorige Standorte		k.A. / < 0,15	k.A. / 0,15-0,25	k.A. / > 0,25



Bewertung der Kupfer-Gehalte in Ackerland (CAT-Methode / HNO₃-Methode)

Bodenart- gruppe	pH-Bereich	Gehaltsklassen (CAT-Methode / Heißwassermethode)		
		A	C	E
		mg kg ⁻¹ Boden		
Sand	≤ 4,0	< 0,8 / < 1,5	0,8-1,8 / 1,5-3,5	> 1,8 / > 3,5
	> 4,0	< 0,8 / < 2,0	0,8-1,8 / 2,0-4,5	> 1,8 / > 4,5
Schwach lehmiger Sand	≤ 4,0	< 1,0 / < 1,5	1,0-2,0 / 1,5-3,5	> 2,0 / > 3,5
	> 4,0	< 1,0 / < 2,0	1,0-2,0 / 2,0-4,5	> 2,0 / > 4,5
Stark lehmiger Sand	alle	< 1,2 / < 2,0	1,2-2,5 / 2,0-4,5	> 2,5 / > 4,5
Sandiger/ schluff. Lehm	≤ 7,0	< 2,0 / < 4,0	2,0-4,0 / 4,0-8,0	> 4,0 / > 8,0
	> 7,0	< 1,2 / < 4,0	1,2-2,5 / 4,0-8,0	> 2,5 / > 8,0
Toniger Lehm bis Ton	≤ 7,0	< 2,0 / < 4,0	2,0-4,0 / 4,0-8,0	> 4,0 / > 8,0
	> 7,0	< 1,2 / < 4,0	1,2-2,5 / 4,0-8,0	> 2,5 / > 8,0
		mg l ⁻¹ Boden		
Anmoorige / moorige Standorte		k.A. / < 2,0	k.A. / 2,0-4,0	k.A. / > 4,0



Bewertung der Mangan-Gehalte von Ackerland (CAT-Methode / Sulfit-pH 8 Methode)

Bodenart- gruppe	pH-Bereich	Gehaltsklassen (CAT-Methode / Sulfit-pH 8 Methode)		
		A	C	E
		mg kg ⁻¹ Boden		
Sand	< 5,0	< 3 / < 2	3-8 / 2-4	> 8 / > 4
	5,0-5,4 / 5,0-5,8	< 10 / < 5	10-15 / 5-10	> 15 / > 10
	> 5,4 / > 5,8	< 15 / < 10	15-30 / 10-20	> 30 / > 20
Schwach lehmiger Sand	< 5,3 / < 5,0	< 6 / < 2	6-12 / 2-4	> 12 / > 4
	5,3-5,7 / 5,0-5,8	< 15 / < 5	15-20 / 5-10	> 20 / > 10
	> 5,7 / > 5,8	< 20 / < 10	20-40 / 10-20	> 40 / > 20
Stark lehmiger Sand	< 5,5 / < 5,5	< 8 / < 5	8-15 / 5-10	> 15 / > 10
	5,5-6,0 / 5,5-6,4	< 20 / < 10	20-30 / 10-15	> 30 / > 15
	> 6,0 / > 6,4	< 30 / < 15	30-50 / 15-25	> 50 / > 25
Sandiger/ schluff. Lehm	≤ 5,9	< 20 / < 20	20-40 / 20 -30	> 40 / > 30
	5,9-6,2	< 30 / < 20	30-50 / 20-30	> 50 / > 30
	> 6,2	< 40 / < 20	40-60 / 20-30	> 60 / > 30
Toniger Lehm bis Ton	≤ 6,0	< 20 / < 20	20-40 / 20 -30	> 40 / > 30
	6,0-6,3	< 30 / < 20	30-50 / 20-30	> 50 / > 30
	> 6,3	< 40 / < 20	40-60 / 20-30	> 60 / > 30
		mg l ⁻¹ Boden		
Anmoorige / moorige Standorte	≤ 5,5	k.A. / < 5	k.A. / 5-15	k.A. / > 15
	> 5,5	k.A. / < 10	k.A. / 10-20	k.A. / > 20



Bewertung der Zink-Gehalte von Ackerland (CAT-Methode / EDTA-Methode)

Bodenart- gruppe	pH-Bereich	Gehaltsklassen (CAT-Methode / Heißwassermethode)		
		A	C	E
		mg kg ⁻¹ Boden		
Sand	alle	< 1,0 / < 1,0	1,0-2,5 / 1,0-2,5	> 2,5 / > 2,5
Schwach lehmiger Sand		< 1,0 / < 1,0	1,0-2,5 / 1,0-2,5	> 2,5 / > 2,5
Stark lehmiger Sand		< 1,5 / < 1,5	1,5-3,0 / 1,5-3,0	> 3,0 / > 3,0
Sandiger/ schluff. Lehm		< 1,5 / < 1,5	1,5-3,0 / 1,5-3,0	> 3,0 / > 3,0
Toniger Lehm bis Ton		< 1,5 / < 1,5	1,5-3,0 / 1,5-3,0	> 3,0 / > 3,0
		mg l ⁻¹ Boden		
Anmoorige / moorige Standorte		k.A. / < 0,6	k.A. / 0,6-1,5	> 1,5

Bewertung der Molybdän-Gehalte von Ackerland (GRIGG-Methode)

Bodenart- gruppe	pH-Bereich	Gehaltsklassen (CAT-Methode / Heißwassermethode)		
		A	C	E
		kg ha ⁻¹ Boden		
Sand	alle	< 6,4	6,4-7,0	> 7,0
Schwach lehmiger Sand		< 6,4	6,4-7,0	> 7,0
Stark lehmiger Sand		< 6,8	6,8-7,8	> 7,8
Sandiger/ schluff. Lehm		< 7,2	7,2-8,2	> 8,2
Toniger Lehm bis Ton		< 7,2	7,2-8,2	> 8,2
Anmoorige / moorige Standorte		< 5,0	5,0-6,0	> 6,0

Quelle: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (2019): Richtwerte für die Untersuchung und Beratung zur Umsetzung der Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 in Mecklenburg-Vorpommern.
https://www.lms-beratung.de/export/sites/lms/de/galleries/Downloads_LFB/DueV/DueV-Richtwerte-MV190114.pdf



EUf-Bodenuntersuchung

Bewertung Kaliumversorgung nach EUf-Standard

EUf Boden- gruppe	2. Kalzium- Pool	EUf-Gehaltsklassen Kalium				
		A	B	C	D	E
		mg EUf-K 100 g ⁻¹				
S	15	< 4	4-8	8-17	17-23	> 23
IS, sL	35	< 6	6-10	10-19	19-25	> 25
Schwer IT	80	< 9	9-14	14-24	24-30	> 30
T	k.A.	< 11	11-16	16-26	26-31	> 31

Bewertung der Phosphorversorgung nach EUf-Standard

2. Kalzium- Pool	EUf-Gehaltsklassen Phosphor				
	A	B	C	D	E
	mg EUf-P 100 g ⁻¹				
35	< 1,8	1,8-2,9	2,9-4,5	4,5-6,2	> 6,2
80	< 1,2	1,2-1,8	1,8-3,0	3,0-4,1	> 4,1

Bewertung der Magnesiumversorgung nach EUf-Standard

2. Kalzium- Pool	EUf-Gehaltsklassen Magnesium				
	A		C		E
	mg EUf-Mg 100 g ⁻¹				
35	< 1,5		1,5-2,2		> 2,2
80	< 1,1		1,1-1,7		> 1,7



Bewertung der Kalzium-, Schwefel- und Borversorgung nach EUF-Standard

EUF-Gehaltsklassen Kalzium				
A		C		E
mg EUF-Ca2 100 g ⁻¹ (Pool 2)				
< 35		35-40		> 40
EUF-Gehaltsklassen Schwefel				
A		C		E
mg EUF-S 100 g ⁻¹ (Pool 2)				
< 0,5		0,5-1,0		> 1,0
EUF-Gehaltsklassen Bor				
A		C		E
mg EUF-B 100g ⁻¹ (Pool 2)				
< 0,65		0,65-0,95		> 0,95



VDLUFA:

Rahmenschema zur Einstufung der Kalkversorgung von Ackerboden in pH-Klassen

Bodenart	Humus- gehalt	Versorgungs-klasse				
		pH-Wert				
		A	B	C	D	E
Sand (S)	< 4,0	≤ 4,5	4,6-5,3	5,4-5,8	5,9-6,2	≥ 6,3
	4,1-8,0	≤ 4,2	4,3-4,9	5,0-5,4	5,5-5,8	≥ 5,9
	8,1-15,0	≤ 3,9	4,0-4,6	4,7-5,1	5,2-5,4	≥ 5,5
	15,1-30	≤ 3,6	3,7-4,2	4,3-4,7	4,8-5,1	≥ 5,2
schwach leh- miger Sand (l'S)	< 4,0	≤ 4,8	4,9-5,7	5,8-6,3	6,4-6,7	≥ 6,8
	4,1-8,0	≤ 4,5	4,6-5,3	5,4-5,9	6,0-6,3	≥ 6,4
	8,1-15,0	≤ 4,1	4,2-4,9	5,0-5,5	5,6-5,9	≥ 6,0
	15,1-30	≤ 3,7	3,8-4,5	4,6-5,1	5,2-5,5	≥ 5,6
Stark lehmi- ger Sand (lS)	< 4,0	≤ 5,0	5,1-6,0	6,1-6,7	6,8-7,1	≥ 7,2
	4,1-8,0	≤ 4,7	4,8-5,5	5,6-6,2	6,3-6,7	≥ 6,8
	8,1-15,0	≤ 4,3	4,4-5,1	5,2-5,8	5,9-6,2	≥ 6,3
	15,1-30	≤ 3,8	3,9-4,7	4,8-5,4	5,5-5,8	≥ 5,9
sandiger / schluffiger Lehm (sL / uL)	< 4,0	≤ 5,2	5,3-6,2	6,3-7,0	7,1-7,4	≥ 7,5
	4,1-8,0	≤ 4,9	5,0-5,7	5,8-6,5	6,6-7,0	≥ 7,1
	8,1-15,0	≤ 4,5	4,6-5,4	5,5-6,3	6,4-6,7	≥ 6,8
	15,1-30	≤ 4,0	4,1-5,0	5,1-5,9	6,0-6,3	≥ 6,4
Schwach toniger Lehm bis Ton, t'L, tL, lT, T	< 4,0	≤ 5,3	5,4-6,3	6,4-7,2	7,3-7,7	≥ 7,8
	4,1-8,0	≤ 4,9	5,0-5,8	5,9-6,7	6,8-7,2	≥ 7,3
	8,1-15,0	≤ 4,5	4,6-5,4	5,5-6,3	6,4-6,7	≥ 6,8
	15,1-30	≤ 4,0	4,1-5,0	5,1-5,9	6,0-6,3	≥ 6,4
Hochmoore / saure Nieder- moore		A/B		C	D/E	
		≤ 4,2		4,3	≥ 4,4	



Rahmenschema zur Einstufung der Kalkversorgung von Grünland in pH-Klassen

Bodenart	Humus- gehalt	Versorgungs-klasse				
		pH-Wert				
		A	B	C	D	E
Sand (S)	≤ 15,0	≤ 4,0	4,1-4,6	4,7-5,2	5,3-5,6	≥ 5,7
	15,1-30	≤ 3,6	3,7-4,2	4,3-4,7	4,8-5,1	≥ 5,2
schwach lehmiger Sand (l'S)	≤ 15,0	≤ 4,3	4,4-5,1	5,2-5,7	5,8-6,1	≥ 6,2
	15,1-30	≤ 3,7	3,8-4,5	4,6-5,1	5,2-5,5	≥ 5,6
Stark lehmiger Sand (lS)	≤ 15,0	≤ 4,5	4,6-5,3	5,4-6,0	6,1-6,5	≥ 6,6
	15,1-30	≤ 3,9	4,0-4,7	4,8-5,4	5,5-5,8	≥ 5,9
sandiger / schluffiger Lehm (sL / uL)	≤ 15,0	≤ 4,7	4,8- 5,6	5,7-6,5	6,6-7,0	≥ 7,1
	15,1-30	≤ 4,1	4,2-4,9	5,0-5,7	5,8-6,1	≥ 6,2
Schwach toniger Lehm bis Ton, t'L, tL, lT, T	≤ 15,0	≤ 4,7	4,8- 5,6	5,7-6,5	6,6-7,0	≥ 7,1
	15,1-30	≤ 4,1	4,2-5,0	5,1-5,9	6,0-6,4	≥ 6,5
Hochmoore / saure Nieder- moore		A/B	C	D/E		
		≤ 4,2	4,3	≥ 4,4		

Quelle:

Standpunkte des VDLUFA (2000) Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünland.
<https://www.vdlufa.de/fachinformationen-35/standpunkte-des-vdlufa/>

Düngintervall abhängig von Düngemittel, Düngemittelart bzw. Nährstoff	
Düngemittel/Düngemittelart/Nährstoff	Düngintervall
Kalkdünger	max. 3 Jahre
Blattdünger	jährlich und nach Entzug
Einzel Nährstoffe	
P	besser jährlich, max. 2 Jahre
K	besser jährlich, max. 2 Jahre
Mg	besser jährlich, max. 2 Jahre
Ca	max. 3 Jahre
S	jährlich



Leguminosenarten und Notwendigkeit einer Impfung	
Leguminosenart	Impfung
Sojabohne	notwendig
Lupine (weiß)	empfohlen
Lupine (schmalblättrig)	empfohlen
Lupine (gelb)	empfohlen
Ackerbohne	nicht notwendig
Erbse	nicht notwendig
Linse	nicht notwendig
Kichererbsen	notwendig
Luzerne	empfohlen
Rotklee	nicht notwendig

mdl. Mitteilung: Fabian von Beesten, 21.09.2020.

Literatur



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2015) Großkörnige Leguminosen. Freising-Weihenstephan. Eigenverlag.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2022) Sortenempfehlung Gräser, Klee und Luzerne Vegetation 2022.

DSV (2022) Die Weiße Lupine. Anbauratgeber.

https://www.legunet.de/fileadmin/legunet/Dokumente/DSV_Anbauratgeber_WEisse_Lupine.pdf

Gesellschaft zur Förderung der Lupine e.V. (Hrsg.) (2016) Lupinen. Anbau und Verwertung.

https://lupinenverein.de/wp-content/uploads/2021/05/GFL-LUPINEN-Broschuere_2016.pdf

Heisteringer A. (2013) Das große Biogarten-Buch. Löwenzahn, Innsbruck.

Kape H., Nawotke C., Wacker-Fester K., Holst F., Dr. Pöplau R., Korten K., Dr. Kastell S. (Stand 2021): Richtwerte für die Untersuchung und Beratung zur Umsetzung der Düngeverordnung 2020 in Mecklenburg-Vorpommern. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern. Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern.

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/>

Kolbe H., Schmid E., Klages S., in KTBL (2015) Faustzahlen für den Ökologischen Landbau. Eigenverlag, Darmstadt.

Kolbe H., Karalus W., Hänsel M., Grünbeck A., Gramm M., Arp B., Krelling B. (2002) Körnerleguminosen in Ökologischen Landbau. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, Eigenverlag.

Laber H. (2013) Zügiger Umsatz bei vielen der im Brutversuch getesteten organischen Handelsdünger.

Laber H. (2014) N-Mineralisation beim Brutversuch korrelierte eng mit dem C/N-Verhältnis. [Strong correlation between C/N ratio and nitrogen mineralisation in a incubation experiment.] Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, D-Dresden-Pillnitz.

Laber H. (2002) Kalkulation der N-Düngung im ökologischen Gemüsebau. [Calculating nitrogen fertilisation in organic vegetable growing.] Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Nr. 6. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.

Leithold G., Becker K. (2016) Planungshilfe zur Einordnung von Leguminosen in Öko-Fruchtfolgen.

Sradnick A., Feller C. (2020) A Typological Concept to Predict Nitrogen Release from Organic Fertilizers in Farming Systems. Agronomy 2020, 10, 1448; [doi:10.3390/agronomy10091448](https://doi.org/10.3390/agronomy10091448)

