



Ministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Ein Nährstoff macht sich vom Acker



Ökologische und betriebswirtschaftliche
Bewertung von Nitratbelastungen und
Maßnahmen zu deren Vermeidung

Ein Bewertungsschlüssel für Landwirte und Berater

Im Voraus

Dieser Schlüssel erlaubt es Ihnen als Landwirt, selbständig oder bei Bedarf in Zusammenarbeit mit einem Berater, möglichst einfach das Verlustrisiko von Nitrat-Stickstoff durch Auswaschung abzuschätzen. Das Risiko ermitteln Sie für einzelne Schläge und verschiedene Fruchtarten. Damit mögliche Nitratverluste verringert werden, können Sie dann, je nach Höhe des Verlustrisikos, aus einem Katalog Maßnahmen wählen und die damit verbundenen wirtschaftlichen Auswirkungen berechnen. Einige Kennwerte müssen im Feld erhoben werden, die restlichen beruhen auf Ihren betrieblichen Kenntnissen des jeweiligen Anbauverfahrens der unterschiedlichen Fruchtarten. In Abhängigkeit zum Stickstoffüberschuss (berechnet mit einer Schlagbilanz) und den bodenkundlichen Schlagverhältnissen wird das Verlustrisiko verschiedenen Gefährdungstufen zugeordnet. Die Stufen orientieren sich an der Nitratkonzentration im Sickerwasser und erlauben so, die Gefahr des Nitratreintrages ins Grund-

wasser abzuschätzen. Hieraus und aus dem bilanzierten Stickstoffüberschuss ergibt sich die Dringlichkeit für den Betrieb, verlustmindernde Maßnahmen zu ergreifen. Die im Maßnahmenkatalog vorgeschlagenen Handlungsalternativen haben unterschiedlich starke Wirkung auf die Minderung der Stickstoffverluste und den Deckungsbeitrag. Beide Wirkungen können mit Hilfe des Bewertungsschlüssels ermittelt werden. Der Schlüssel berücksichtigt die ökologische und ökonomische Situation des Hohenloher Landes im Norden Baden-Württembergs. Er basiert auf einer Synthese unterschiedlicher Modelle* und wurde gemeinsam mit den Landwirten des Arbeitskreises „Konservierende Bodenbearbeitung“ im unteren Jagsttal sowie der landwirtschaftlichen Beratung getestet und dadurch den praktischen Erfordernissen angepasst. Der Schlüssel kann nur mit Hilfe weiterer Literatur** in anderen Regionen angewendet werden. Genauere Prognosen bedürfen einer Expertenschätzung.

Beispielrechnungen finden Sie am Heftende

Eine Kopiervorlage für Ihre Notizen finden Sie in der hinteren Umschlagseite eingelegt

* LAP-BW Forchheim, VwV-BW zur Düngeverordnung, INRA Colmar, Dt. Bodenkundliche Ges.

**z.B. Frede & Dabbert (1998): Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft

Überblick

Ob und wie viel Nitrat von einem Schlag ins Grundwasser ausgewaschen wird, ist größtenteils von zwei Faktoren abhängig: Der Menge an vorhandenem STICKSTOFF (N) und dem Aufkommen an SICKERWASSER. Wie viel Stickstoff im Boden vorhanden ist, der nicht von den Pflanzen gebraucht oder im Bodenwasser gelöst wird und damit ausgewaschen werden kann, lässt sich über eine STICKSTOFFFLÄCHENBILANZ abschätzen. Wie viel des Bodenwasservorrats durch Sickerwasser ausgetauscht wird und damit überschüssigen Stickstoff ins Grundwasser transportiert, hängt im Wesentlichen von Klima- und Bodenfaktoren ab.

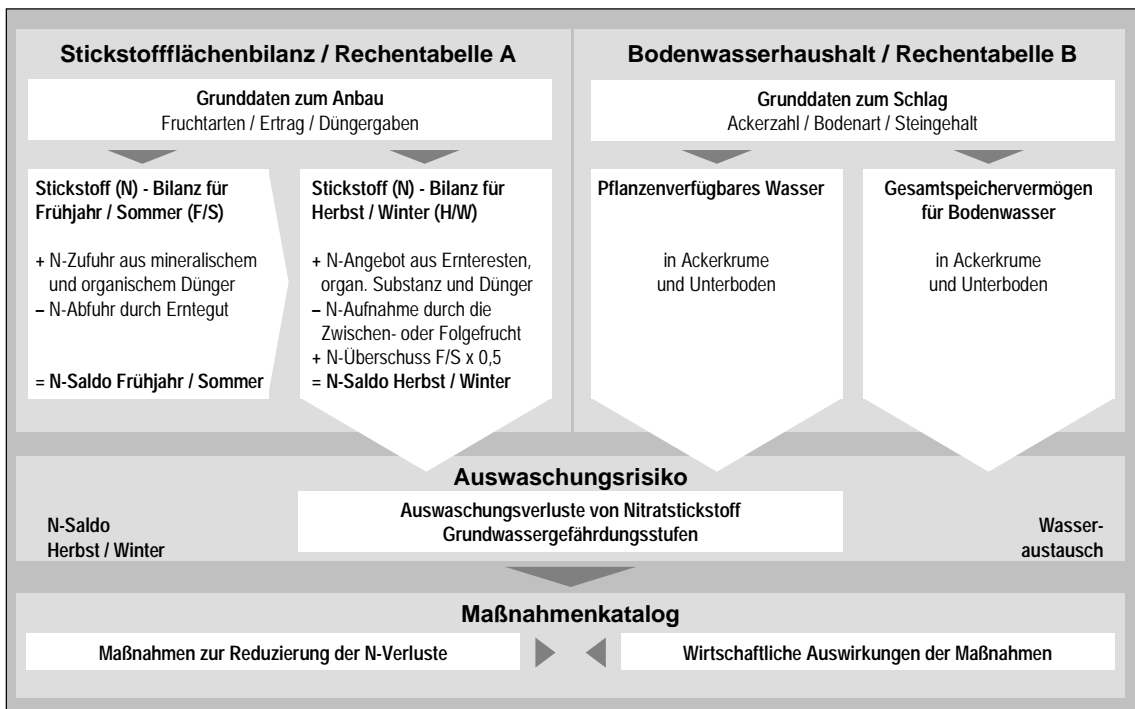


Abbildung 1: Schema der Einflussgrößen zur Bewertung von Nitratverlusten und der zugehörigen Maßnahmen

Die Stickstoffflächenbilanz wird für zwei Bilanzierungszeiträume im Anbaujahr berechnet:

Der erste Bilanzierungszeitraum (Frühjahr / Sommer) reicht bei Winterungen vom Vegetationsbeginn im Frühjahr bis zur Ernte, bei Sommerungen von der Aussaat im Frühjahr bis zur Ernte. Dabei werden folgende vereinfachende Annahmen getroffen:

- Im betrachteten Zeitraum findet in der Regel keine Nitratauswaschung statt, da kein Sickerwasser auftritt.
- Als Stickstoffverbrauch wird nur die Abfuhr durch das Erntegut gerechnet. In nicht abgefahrenen Ernteresten fixierter Stickstoff wird nicht berücksichtigt, da auch die Mineralisation aus Ernteresten des Vorjahres oder der organischen Substanz des Bodens für diesen Zeitraum nicht eingerechnet wird.
- Der aus der Luft eingetragene Stickstoff (ca. 30 kg N/ha*Jahr) entspricht etwa der Menge, die durch die Umwandlung von Nitrat in gasförmige Stickstoffverbindungen der Pflanze als Nährstoff verloren geht.

Der eventuell vorhandene Stickstoffüberschuss, berechnet aus Stickstoffzufuhr minus Stickstoffabfuhr, wird zur Hälfte als Saldo in den zweiten Bilanzzeitraum übernommen.

Der zweite Bilanzierungszeitraum (Herbst / Winter) erstreckt sich von der Ernte bis zum Vegetationsbeginn, bzw. bis zur Aussaat im Frühjahr. Hier wird der potenzielle mineralische Stickstoffüberschuss berechnet. Dieser ist abhängig vom Management der Ernterückstände, der angebauten Haupt- oder Zwischenfrucht, dem Saatzeitpunkt und der ausgebrachten Düngung. Der Stickstoffüberschuss im Herbst / Winter wird je nach Sickerwassermenge ausgewaschen.

Für Grünland wird das gesamte Jahr als ein Bilanzierungszeitraum betrachtet. Die Berechnung des Stickstoffbilanzsaldos erfolgt wie die Berechnung der Stickstoffbilanz Frühjahr / Sommer (Schritt 2 und 3).

Das Vorgehen

	Kennwert	Kennwert - Ermittlung	Seite	
1	Schritt	Grunddaten für Stickstoffflächenbilanz sammeln		5
		Grunddaten	Daten über Ertrag, Düngung, Bodenbearbeitung, Bodenart, Saattermine, Fruchtfolge aus Unterlagen zusammentragen	
		Bodenart	Mit beiliegendem Schätzschlüssel bestimmen	
2	Schritt	Stickstoffbilanz für Frühjahr / Sommer erstellen		6
		Stickstoffzufuhr	Zugeführte Stickstoffmenge berechnen	
		Stickstoffabfuhr	Aus Ertragszahlen berechnen	
		Stickstoffbilanz	Differenz von Stickstoffzufuhr und -entzug ermitteln	
3	Schritt	Stickstoffbilanz für Herbst / Winter erstellen		8
		Stickstoffangebot	Düngewirkung von Ernteresten und organischer Substanz mit Hilfe der Tabellen schätzen	
		Stickstoffentzug	Stickstoffaufnahme durch Folgefrucht und Zwischenfrüchte mit Hilfe einer Tabelle schätzen	
		Stickstoffbilanz	Differenz von Stickstoffangebot und -entzug berechnen	
4	Schritt	Grunddaten zum Wasserhaushalt eines Schlages ermitteln		11
		Ackerzahl	Aus Ihren Unterlagen entnehmen	
		Bodenart / Steingehalt	Getrennt für Ackerkrume und Unterboden mit Hilfe des beiliegenden Schätzschlüssels im Feld bestimmen.	
5	Schritt	Menge des pflanzenverfügbaren Wassers schätzen		12
		Ackerkrume / Unterboden	Mit Hilfe der Tabellen schätzen	
		Gesamtboden	Addieren der Schätzwerte	
6	Schritt	Gesamtspeichervermögen für Bodenwasser schätzen		13
		Ackerkrume / Unterboden	Mit Hilfe der Tabellen schätzen	
		Gesamtboden	Addieren der Schätzwerte	
7	Schritt	Risiko des Nitratverlustes bewerten		15
		Gefährdungsstufen	Aus Abbildung ermitteln	
8	Schritt	Maßnahmen zur Reduzierung der N-Verluste auswählen		16
		Ursachen	Mit Hilfe einer Tabelle eingrenzen	
		Schutzmaßnahmen	Mit Hilfe des Maßnahmenkataloges planen	
9	Schritt	Maßnahmen betriebswirtschaftlich bewerten		19
		Tendenzielle Einstufung	An den Symbolen in der Maßnahmentabelle ablesen	
		Orientierende Bewertung	Für Standardverfahren aus Tabellen ablesen	
		Betriebspezifische Berechnung	Deckungsbeiträge berechnen und bewerten	
		Anhang		23

Grunddaten für die Stickstoffflächenbilanz sammeln

1. Grunddaten zusammentragen

Für die Berechnung der Stickstoffflächenbilanz auf einem bestimmten Schlag werden folgende Daten benötigt:

1. Angebaute Fruchtart im Frühjahr / Sommer
2. Zwischen- bzw. Folgefrucht im Herbst / Winter
3. Ertrag (dt/ha)
4. Bodenart der Ackerkrume (s.u. Abbildung 2)
5. Anwendungshäufigkeit von Wirtschaftsdünger (alle ... Jahre)
6. Verbleib der Erntereste
7. Menge an ausgebrachtem Mineraldüngerstickstoff (kg N/ha) zur Hauptfrucht im Frühjahr / Sommer
8. Menge an ausgebrachtem Wirtschaftsdünger (m³/ha oder dt/ha) zur Hauptfrucht im Frühjahr / Sommer
9. Menge an ausgebrachtem Mineraldüngerstickstoff (kg N/ha) zur Zwischen-/ oder Folgefrucht im Herbst / Winter
10. Menge an ausgebrachtem Wirtschaftsdünger (m³/ha oder dt/ha) zur Zwischen- oder Folgefrucht im Herbst / Winter



Angaben bitte in Zeile 1-10 der Rechentabelle A am Heftende eintragen.

2. Bodenart bestimmen

Falls Ihnen die Bodenart unbekannt ist, können Sie diese mit Abbildung 2 schätzen. Dem Heft liegt eine entsprechende Karte mit derselben Abbildung zum Mitnehmen aufs Feld bei (siehe Einschub am Heftende).

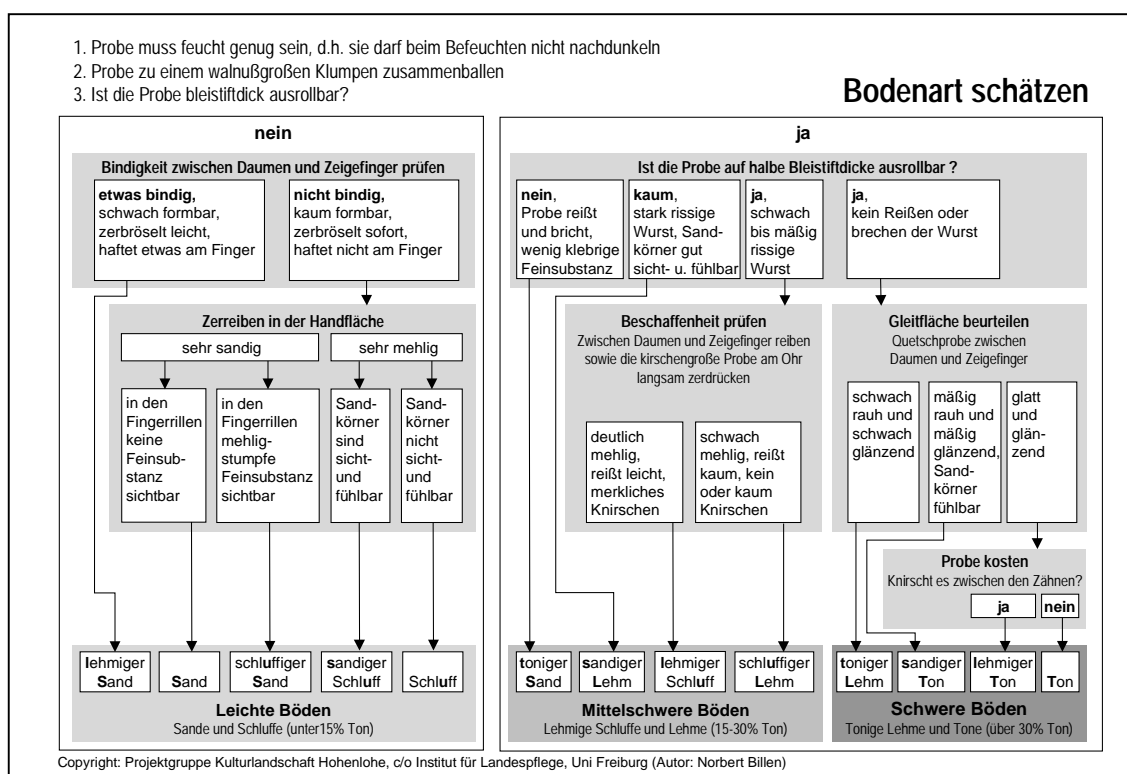


Abbildung 2: Schätzen der Bodenart

2. Stickstoffabfuhr

Um die Stickstoffabfuhr durch das Erntegut der Hauptfrucht zu berechnen wird der Wert für die N-Abfuhr durch die angebaute Fruchtart (kg N/dt Erntegut) mit der Erntemenge malgenommen. Dabei wird berücksichtigt, ob Erntereste wie Stroh oder Blatt abgefahren werden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Stickstoffabfuhr durch Marktfrüchte und Futterpflanzen, alle Angaben in kg N/dt

Marktfrüchte	Erntereste		Futterpflanzen * Leguminosen (N-Abfuhr ohne "N" aus Fixierung) GL = Grünland	Erntereste	
	abgefahren	nicht abgefahren		abgefahren	nicht abgefahren
Aufmischweizen(16%)	2,90	2,40	Massenrüben	0,25	0,14
Mahlweizen (14%)	2,60	2,10	Gehaltsrüben	0,30	0,18
Futterweizen (12%)	2,30	1,80	Körnererbse*	0,70	-0,80
Brauweizen	2,10	1,60	Ackerbohnen*	0,60	-0,90
Roggen	2,00	1,50	Körnermais	2,20	1,50
Futtergerste	2,20	1,70	Silomais	1,40	
Braugerste	1,90	1,40	Klee*	0,40	
Hafer/ Gemenge	2,00	1,50	Luzernegras*	1,20	
Durum	2,80	2,30	Klee gras*	1,25	
Triticale	2,30	1,80	Landsberger Gemenge	2,70	
Dinkel	2,10	1,60	Feld-/Weidelgras	2,40	
Raps	4,70	3,30	GL 1 Schnitt, ungünstig	1,30	
Sonnenblumen	4,30	2,80	GL 2 Schnitte, ungünstig	1,80	
Öllein	4,30	3,50	GL 2-3 Schnitte, ungünstig	1,90	
Zuckerrüben	0,46	0,18	GL 3 Schnitte, ungünstig	2,20	
Frühkartoffeln	0,55	0,45	GL 3-4 Schnitte, ungünstig	2,40	
Kartoffeln	0,45	0,35	GL 2 Schnitte, günstig	1,60	
Gurken/Zucchini		0,20	GL 3 Schnitte, günstig	2,20	
Waschmöhren, Lauch		0,20	GL 4 Schnitte, günstig	2,70	
Kohl, Zwiebeln		0,30	GL 5 Schnitte, günstig	2,80	



Wert aus Tabelle 2 mit dem Ertrag malnehmen und in Zeile 13 der Rechentabelle A eintragen.



BEISPIEL: Mahlweizen, Erntereste nicht abgefahren
80 dt Mahlweizen/ha x 2,10 kg N/dt = 168 kg N/ha N-Abfuhr durch Erntegut

Bei Leguminosen wurde vom Wert des Stickstoffzugs der Anteil an Stickstoff der aus der Stickstoffbindung stammt abgezogen. In die N-Flächenbilanz wird nur der Stickstoff eingerechnet, der nicht aus der Luft gebunden wurde.

3. Stickstoffbilanz für Frühjahr / Sommer

Der Bilanzsaldo für Frühjahr / Sommer (Zeile 14 der Rechentabelle A) wird berechnet, indem von der Stickstoffzufuhr (Zeilen 11 und 12 der Rechentabelle A) die Stickstoffabfuhr (Zeile 13) abgezogen wird. Ein positiver Saldo wird zur Hälfte in Form von Nitrat-Stickstoff als Stickstoffangebot in den Bilanzierungszeitraum Herbst / Winter eingerechnet (Zeile 15). Die andere Hälfte des Stickstoffüberschusses wird in Folge eines höheren Entzugs im Erntegut oder in den Ernteresten gespeichert. Ein negativer Bilanzsaldo wird nicht berücksichtigt, da bei einer Unterversorgung davon ausgegangen wird, dass im Boden kein Stickstoffdefizit entsteht, sondern Ertrag oder Stickstoffgehalt im Erntegut zurückgehen.



Ergebnisse in Zeile 14 + 15 der Rechentabelle A eintragen.

Stickstoffbilanz für Herbst / Winter erstellen

1. Stickstoffangebot

Das Stickstoffangebot im Herbst / Winter stammt im wesentlichen aus 4 Quellen:

Quelle 1: Stickstoffüberschuss aus dem Bilanzzeitraum Frühjahr / Sommer, falls ein solcher vorhanden (siehe Rechentabelle A, Zeile 15).

Quelle 2: Stickstofffreisetzung aus Ernteresten, welcher im Winterhalbjahr mineralisiert wird (mit Hilfe der Tabelle 3 zu ermitteln).

Tabelle 3: Stickstofflieferung (kg N/ha) aus Ernteresten diverser Kulturen während des Winterhalbjahres.

Hauptfrucht	Einarbeitung der Erntereste			abfahren oder mulchen
	vor 1.9.	vor 1.10.	nach 1.10.	
Zuckerrübe	-	30	0	0
Kartoffeln	50	30	0	-
Grünlandumbruch	200	150	100	-
Luzerne	50	30		-
Brache	50	30		-
Getreide	-20 / -40*			0
Raps	30 / 0**			-
Körnerleguminosen	30			20
Mais / Sonnenblumen	0			-
Feldgemüse	40			-

* bei Förderung des Aufgangs des Ausfallgetreides / ** bei Förderung des Aufgangs ausfallenden Rapses

←
Ermittelten Wert
in Zeile 16 der
Rechentabelle A
eintragen.

➔ **BEISPIEL: Stickstoffangebot Herbst/ Winter aus Ernteresten**
Hauptfrucht Getreide, Einarbeitung der Erntereste vor 1. September = - 20 kg N/ha

Wie viel Stickstoff aus Ernteresten anfällt hängt davon ab, wie und zu welchem Zeitpunkt sie behandelt werden. Wird z.B. Getreidestroh eingearbeitet oder durch Bearbeitungsmaßnahmen der Aufgang von Ausfallgetreide gefördert, wird im Boden verfügbarer Stickstoff festgelegt. Der Entzug an Stickstoff durch den Anbau von Zwischen- und Folgefrüchten im Herbst, wird in Tabelle 5, S. 10 veranschaulicht.

Quelle 3: Stickstofflieferung aus der organischen Bodensubstanz, für deren Bestimmung 3 Faktoren relevant sind. Die Faktoren sind von den Standorteigenschaften und ihrer Bewirtschaftungsweise abhängig. Dazu haben Sie in Rechentabelle A bereits folgende Angaben notiert:

- Bodenart der Ackerkrume (Zeile 4)
- Häufigkeit der Anwendung von organischem Dünger (Zeile 5)
- Umgang mit den Ernteresten, bzw. deren Verbleib auf dem Schlag (Zeile 6)
- die Hauptfrucht (Zeile 1) sowie die Folgefrucht (Zeile 2), falls eine Sommerung folgt

Sind die Faktoren ermittelt, werden sie multipliziert. Das Ergebnis ist die Menge an Stickstoff in kg N/ha, die aus organischer Bodensubstanz geliefert wird.

Dabei beschreibt Faktor 1 die durchschnittlich mineralisierte Stickstoffmenge, die dem Humusabbau im Oberboden entspricht und von der Bodenart abhängig ist. Mit Faktor 2 fließt das Anbausystem in die Berechnungen ein. Hier wird die Anwendungshäufigkeit von Wirtschaftsdünger und die Verwertung der Erntereste berücksichtigt. Faktor 3 beschreibt den Zeitraum von der Ernte bis zum Vegetationsende während dem eine Mineralisierung stattfindet, ohne dass Entzug durch eine Erntefrucht stattfindet. Je früher die Ernte der zuletzt angebauten Frucht, um so länger ist dieser Zeitraum und um so höher der Faktor. Wird als Folgefrucht eine Sommerung angebaut, wird zudem der Zeitraum vom Vegetationsbeginn bis zur Aussaat dieser Sommerung dazugerechnet.

Tabelle 4: Stickstofflieferung aus der organischen Bodensubstanz (kg N/ha) im Zeitraum Herbst / Winter

Bodenart der Ackerkrume	Faktor 1 (kg N / ha)	Häufigkeit der organ. Düngung	Erntereste werden ...	Faktor 2 (relativ)	Hauptfrucht	Faktor 3 (relativ)
Sand (S)	98	Höchstens alle 10 Jahre	... immer abgefahren	0,8	Wintergerste, Winterraps	0,6
Schluff (U)	114		... manchmal abgefahren	0,9	Erbsen, Winterweizen	0,5
Sandiger Schluff (sU)	103		... immer eingearbeitet	1,0	Roggen, Sommergerste, Sommerraps	0,4
Schluffiger Sand (uS)	103	Alle 5-10 Jahre	... immer abgefahren	0,9	Sommerweizen, Hafer	0,3
Lehmiger Sand (lS)	82		... manchmal abgefahren	1,0		
Toniger Sand (tS)	66		... immer eingearbeitet	1,1		
Lehmiger Schluff (lU)	66	Alle 3-5 Jahre	... immer abgefahren	1,0	Mais, Soja,	0,2
Sandiger Lehm (sL)	60		... manchmal abgefahren	1,1	Sonnenblumen, Gemüse	
Schluffiger Lehm (uL)	50		... immer eingearbeitet	1,2	Rüben	0
Toniger Lehm (tL)	50	Alle 1-2 Jahre	... immer abgefahren	1,1	+ falls Sommerung als Folgefrucht	0
Sandiger Ton (sT)	59		... manchmal abgefahren	1,2		
Lehmiger Ton (lT)	51		... immer eingearbeitet	1,3		
Ton (T)	39				Mais	0,3
					Rüben	0,2
					Sonstige Sommerungen	0,1
Werte eintragen und malnehmen						
Schlag						
Beispiel	66	x	1,3	x	0,8	= 69
1		x			x	=
2		x			x	=
3		x			x	=
4		x			x	=
5		x			x	=
6		x			x	=

Errechnete Menge des aus der organischen Substanz des Bodens mineralisierten Stickstoffs in kg N/ha für jeden Schlag einzeln in Zeile 19 der Rechentabelle A eintragen.

➔ **BEISPIEL: Stickstoff aus organischer Bodensubstanz**
 Bodenart Ackerkrume: Lehmiger Schluff = 66 kg N / ha
 Düngehäufigkeit & Erntereste: organ. Düngung / alle 1-2 Jahre / immer eingearbeitet = 1,3
 Hauptfrucht: Winterweizen + nachfolgende Sommerung (Mais) = 0,8
 Stickstofflieferung aus organischer Bodensubstanz: 66 kg N / ha x 1,3 x 0,8 = 69 kg N / ha

Als Berechnungsgrundlage für Faktor 1 wird ein Kalkgehalt von 5% angenommen, sowie ein Humusgehalt von 2% bei sandigen Böden, 3% bei schluffig / lehmigen Böden, 4,5% bei tonigem Lehm und von 6,5% bei Tonböden. Die Werte gelten für eine mittlere Jahrestemperatur im unteren Jagsttal von 9,4°C.

←
Werte in Zeile
17 (MD) und
18 (WD) der
Rechentabelle
A eintragen.

Quelle 4: Zufuhr von Stickstoff aus der Düngung ab der Ernte der Hauptfrucht bis zum Vegetationsbeginn des Folgejahres. Die Zufuhr durch **Mineraldünger (MD)** können Sie direkt in die Rechentabelle A eintragen. Für **Wirtschaftsdünger (WD)** wird der anrechenbare Stickstoffgehalt (kg/dt oder m³) mit der ausgebrachten Düngermenge malgenommen. Der anrechenbare Stickstoffgehalt von Wirtschaftsdünger kann aus Tabelle 1 / Seite 6 abgelesen werden.

2. Stickstoffentzug

Nach der Ernte der Hauptfrucht wird Stickstoff durch Zwischenfrüchte oder die im Herbst ausgesäte Folgefrucht aufgenommen. Ermitteln Sie Ihren Wert:

Tabelle 5: N-Aufnahme (kg/ha) verschiedener Kulturen vor dem Winter abhängig vom jeweiligen Aussaattermin

←
Ermittelten Wert
in Zeile 20 der
Rechentabelle A
eintragen.

Kultur	N-Aufnahme (kg/ha) bei Aussaattermin							
	vor 01.9.	01. - 10.9.	11. - 20.9.	21. - 30.9.	01. - 10.10.	11. - 20.10.	21. - 31.10.	nach 31.10.
Zwischenfrüchte, dichter Bestand und Wuchshöhe größer 50 cm	80	65	50	40	30	20	10	-
Zwischenfrüchte, dichter Bestand und Wuchshöhe kleiner 50 cm	40	30	25	20	15	10	5	-
Zwischenfrüchte, lückiger Bestand	40	30	25	20	15	10	5	-
Raps	60		50	-	-	-	-	-
Weizen / Gerste	25				15			0
Roggen	40				30			20

➔ **BEISPIEL: Stickstoffaufnahme durch Zwischenfrucht**
Zwischenfrucht (Senf), dichter Bestand, Aussaat am 05.09. = 65 kg N / ha

3. Stickstoffbilanz für Herbst/Winter

←
Ergebnis in
Zeile 21 der
Rechentabelle A
eintragen.

Die Stickstoffbilanz für Herbst / Winter wird berechnet, indem von der Stickstoffzufuhr (Zeilen 16 bis 19 addieren, Rechentabelle A) die Stickstoffaufnahme durch Zwischen- oder Folgefrucht (Zeile 20) abgezogen wird.

Der **BILANZSALDO** gibt die Menge an Stickstoff an, die potentiell als Nitrat ausgewaschen werden kann und damit verloren geht. Wie viel tatsächlich ausgewaschen wird, hängt von der Menge an Bodenwasser ab, das als Sickerwasser ausgetauscht wird. Die Berechnung hierfür erfolgt mit den Schritten 4 bis 7 in der Rechentabelle B.

Grunddaten zum Wasserhaushalt eines Schlages ermitteln

Der Wert für das Risiko von Nitratverlusten durch Auswaschung ist abhängig von der Menge an Wasser, die den durchwurzelten Bodenraum durch Versickerung im Verlauf eines Jahres verlässt (Sickerwassermenge) und dem Wasser-Gesamtspeichervermögen des Bodens. In Schritt 4 werden die Grunddaten des Bodenwasserhaushaltes zusammengestellt, die für das Schätzen des pflanzenverfügbaren Wassers (Schritt 5) und das Gesamtspeichervermögen (Schritt 6) wichtig sind.

Ackerzahl: Ackerzahl der Bodenschätzung notieren. Die Ackerzahl dient als indirekte Information über die durchwurzelte Bodentiefe. Wenn Ihnen die Bodentiefe bekannt ist, benutzen Sie diese, da die Ergebnisse genauer werden.

→ Ergebnisse in Zeilen 1-5 der Rechen-tabelle B eintragen.

Bodenart: Schätzen der Bodenart für die Ackerkrume und den darunter folgenden Unterboden oder mit dem Ergebnis der Bodenuntersuchung.

Steingehalt: Den Anteil der Steine z.B. mit der Spatenprobe, in der Ackerkrume und dem darunter folgenden Unterboden schätzen. Alternativ kann lediglich die Oberflächenbedeckung mit Steinen abgeschätzt werden wodurch das Ergebnis allerdings ungenauer wird. (Eine Karte u.a. zur Ermittlung der Steingehalte im Feld liegt bei).

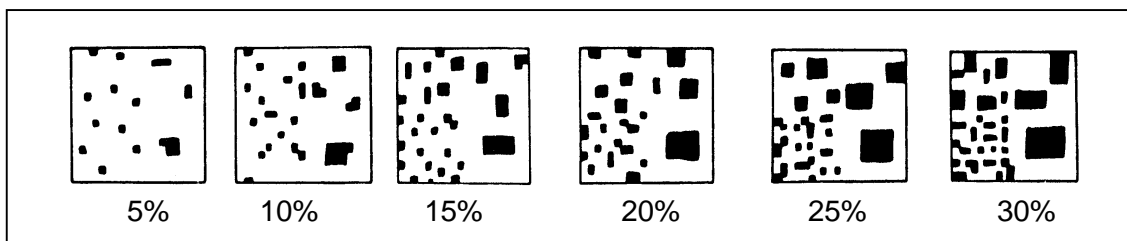


Abbildung 3: Flächenanteile der Steinbedeckung

Sickerwasser und Speichervermögen

Wird die im durchwurzelten Boden gespeicherte Gesamtwassermenge mehr als einmal jährlich durch das Sickerwasser ausgetauscht, ist das Risiko von Nitratverlusten durch Auswaschung besonders groß, weil dann keine Nitratreste im Boden verbleiben. Dies ist der Fall, wenn die jährliche Sickerwassermenge größer oder gleich dem Wasser-Gesamtspeichervermögen des Bodens ist. Ist die jährliche Sickerwassermenge hingegen kleiner, nimmt auch das Risiko von Nitratverlusten durch Auswaschung ab.

Die Sickerwassermenge ist abhängig von dem Speichervermögen an pflanzenverfügbarem Wasser des Bodens, welches sie schlagspezifisch im Schritt 5 ermitteln. Weiterhin ist sie abhängig von der Niederschlagsmenge im Sommer und Winter sowie der maximal möglichen Wasserverdunstung. Den Schätz-tabellen auf der nächsten Seite liegen folgende Angaben der Wetterstation Neudenu zu zugrunde:

402 mm Sommerniederschlag, 389 mm Winterniederschlag, 665 mm maximal mögliche Wasserverdunstung.

5 Schritt

Menge des pflanzenverfügbaren Wassers schätzen

1. Pflanzenverfügbares Wasser in der Ackerkrume schätzen

Suchen Sie in Tabelle 6 den geschätzten Steingehalt der Ackerkrume auf und gehen dann bis zu der Spalte, welche die Bodenart der Ackerkrume beschreibt.

Tabelle 6: Pflanzenverfügbares Wasser in der Ackerkrume, Werte in Liter pro m²

←
Ermittelten Wert
in Zeile 6 der
Rechentabelle B
eintragen.

Steingehalt	Bodenart der Ackerkrume												
	S	IS	uS	tS	U	IU	sU	sL	uL	tL	sT	IT	T
< 10 %	26	40	42	34	56	50	48	36	40	32	32	30	32
10 - 30 %	21	32	34	27	45	40	38	29	32	26	26	24	26

➔ **BEISPIEL: Pflanzenverfügbares Wasser in der Ackerkrume**
5% Steine und Ackerkrume mit der Bodenart lehmiger Schluff (IU) = 50 l/m²

2. Pflanzenverfügbares Wasser im Unterboden schätzen

Im Feld mit dem geschätzten Steingehalt die Ackerzahl oder Bodentiefe des Schlages aufsuchen und in dieser Zeile die zur Bodenart des Unterbodens gehörigen Werte ablesen.

Tabelle 7: Pflanzenverfügbares Wasser im Unterboden, Werte in Liter pro m²

←
Ermittelten Wert
in Zeile 7 der
Rechentabelle B
eintragen.

< 10% Steine		Bodenart des Unterbodens												
Ackerzahl	Bodentiefe	S	LS	uS	tS	U	IU	sU	sL	uL	tL	sT	IT	T
>73	>100	81	153	162	135	225	216	198	153	153	117	117	108	108
67-73	91-100	68	128	135	113	188	180	165	128	128	98	98	90	90
60-66	81-90	59	111	117	98	163	156	143	111	111	85	85	78	78
53-59	71-80	50	94	99	83	138	132	121	94	94	72	72	66	66
46-52	61-70	41	77	81	68	113	108	99	77	77	59	59	54	54
39-45	51-60	32	60	63	53	88	84	77	60	60	46	46	42	42
32-38	41-50	23	43	45	38	63	60	55	43	43	33	33	30	30
25-31	31-40	14	26	27	23	38	36	33	26	26	20	20	18	18
< 25	< 31	5	9	9	8	13	12	11	9	9	7	7	6	6
10% - 30% Steine		Bodenart des Unterbodens												
Ackerzahl	Bodentiefe	S	LS	uS	tS	U	IU	sU	sL	uL	tL	sT	IT	T
>73	>100	65	122	130	108	180	173	158	122	122	94	94	86	86
67-73	91-100	54	102	108	90	150	144	132	102	102	78	78	72	72
60-66	81-90	47	88	94	78	130	125	114	88	88	68	68	62	62
53-59	71-80	40	75	79	66	110	106	97	75	75	57	57	53	53
46-52	61-70	32	61	65	54	90	86	79	61	61	47	47	43	43
39-45	51-60	25	48	50	42	70	67	62	48	48	36	36	34	34
32-38	41-50	18	34	36	30	50	48	44	34	34	26	26	24	24
25-31	31-40	11	20	22	18	30	29	26	20	20	16	16	14	14
< 25	< 31	4	7	7	6	10	10	9	7	7	5	5	5	5

➔ **BEISPIEL: Pflanzenverfügbares Wasser im Unterboden**
5% Steine im Unterboden, Ackerzahl 64, Bodenart (Unterboden) schluffiger Lehm (uL) = 111 l/m²

Ergebnis in
Zeile 8 der
Rechen-
tabelle B
eintragen.

3. Pflanzenverfügbares Wasser im Gesamtboden schätzen

Hierzu addieren Sie bitte die Zeilen 6 und 7 in der Rechentabelle B.

Gesamt Speichervermögen für Bodenwasser schätzen

Das Nitrat ist nicht nur im Sickerwasser, sondern auch im restlichen Totwasser des Bodens gelöst. Dieses Totwasser ist ein Teil des Bodengesamtwassers, welches Sie in diesem Schritt abschätzen.

1. Speichervermögen der Ackerkrume schätzen

Steingehalt der Ackerkrume in der 1. Spalte der Tabelle 8 aufsuchen und dann bis zu der Spalte gehen, welche die Bodenart der Ackerkrume beschreibt.

Tabelle 8: Gesamt Speichervermögen für Wasser in der Ackerkrume, Werte sind Angaben in Liter pro m²

Steingehalt	Bodenart der Ackerkrume													
	S	IS	uS	tS	U	IU	sU	sL	uL	tL	sT	IT	T	
< 10 %	30	60	54	58	74	76	70	68	74	84	84	100	110	
10 - 30 %	24	48	43	46	59	61	56	54	59	67	67	80	88	

➔ BEISPIEL: Gesamt Speichervermögen der Ackerkrume
5% Steine und Ackerkrume mit der Bodenart lehmiger Schluff (IU) = 76 l/m²

➔ Ergebnis in Zeile 9 der Rechentabelle B eintragen.

2. Speichervermögen des Unterbodens schätzen

Wählen Sie in Tabelle 9 das Feld mit dem geschätzten Steingehalt des Unterbodens. Dort in der ersten oder zweiten Spalte entweder die Ackerzahl oder die Bodentiefe des Schlages aufsuchen und in dieser Zeile bis zu der Spalte nach rechts gehen, in der die Bodenart des Unterbodens beschrieben wird.

Tabelle 9: Wasser-Gesamt Speichervermögen des Unterbodens, alle Werte in Liter pro m²

< 10% Steine		Bodenart des Unterbodens													
Ackerzahl	Bodentiefe	S	LS	uS	tS	U	IU	sU	sL	uL	tL	sT	IT	T	
> 73	> 100	108	243	216	243	306	333	297	297	306	342	342	414	486	
67-73	91-100	90	203	180	203	255	278	248	248	255	285	285	345	405	
60-66	81-90	78	176	156	176	221	241	215	215	221	247	247	299	351	
53-59	71-80	66	149	132	149	187	204	182	182	187	209	209	253	297	
46-52	61-70	54	122	108	122	153	167	149	149	153	171	171	207	243	
39-45	51-60	42	95	84	95	119	130	116	116	119	133	133	161	189	
32-38	41-50	30	68	60	68	85	93	83	83	85	95	95	115	135	
25-31	31-40	18	41	36	41	51	56	50	50	51	57	57	69	81	
< 25	< 31	6	14	12	14	17	19	17	17	17	19	19	23	27	
10% - 30% Steine		Bodenart des Unterbodens													
Ackerzahl	Bodentiefe	S	LS	uS	tS	U	IU	sU	sL	uL	tL	sT	IT	T	
> 73	>100	86	194	173	194	245	266	238	238	245	274	274	331	389	
67-73	91-100	72	162	144	162	204	222	198	198	204	228	228	276	324	
60-66	81-90	62	140	125	140	177	192	172	172	177	198	198	239	281	
53-59	71-80	53	119	106	119	150	163	145	145	150	167	167	202	238	
46-52	61-70	43	97	86	97	122	133	119	119	122	137	137	166	194	
39-45	51-60	34	76	67	76	95	104	92	92	95	106	106	129	151	
32-38	41-50	24	54	48	54	68	74	66	66	68	76	76	92	108	
25-31	31-40	14	32	29	32	41	44	40	40	41	46	46	55	65	
< 25	< 31	5	11	10	11	14	15	13	13	14	15	15	18	22	

➔ Ergebnis in Zeile 10 der Rechentabelle B eintragen.



BEISPIEL: Gesamtspeichervermögen des Unterbodens

5% Steine im Unterboden, Ackerzahl 64, Bodenart (Unterboden) schluffiger Lehm (uL) = 221 l/m²



3. Wasser-Gesamtspeichervermögen des Bodens berechnen

Hierzu addieren Sie die Zeilen 9 und 10 in der Rechentabelle B.

Ergebnis
in Zeile 11 der
Rechentabelle B
eintragen.

In Schritt 5 und 6 wird für die Schätzungen der speicherbaren Wassermengen in der Ackerkrume und im Unterboden eine Tiefe der Ackerkrume zwischen 15 und 25 cm angenommen. Mit abweichender Krumentiefe werden die Schätzergebnisse zunehmend ungenauer. Werden in einer Bodenschicht mehr als 30 % Steine geschätzt, kann zwecks verbesserter Genauigkeit das Wasserspeichervermögen wie folgt berechnet werden:

$$\text{Speichervermögen bei } > 30 \% \text{ Steine} = 100 - \text{geschätzter Steingehalt} \times \frac{\text{Speichervermögen bei } < 10 \% \text{ Steine}}{100}$$

Risiko des Nitratverlustes bewerten

1. Gefährdungsstufen ermitteln

Das Risiko des Stickstoffverlustes durch Nitratauswaschung können Sie in Form von Gefährdungsstufen der Abbildung 4 entnehmen. Orientieren Sie sich dazu an Ihren ermittelten Werten zum Bodenwasserhaushalt und gehen Sie in der Zeile so lange nach rechts, bis Sie auf die Spalte mit dem Wert des Herbst / Winter-Saldos stoßen. Der abzulesende Wert entspricht dem ausgewaschenen Stickstoff in kg N/ha, die Grautönung dem Risiko der Nitratauswaschung in das Grundwasser.

Bodenwasserhaushalt		Stickstoffflächenbilanz						
Pflanzenverfügbares Wasser in l/m ²	Wassergesamtspeichervermögen in l/m ²	Bilanzsaldo Herbst/Winter in kg N/ha						
		0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	über 60
< 50	bis 260	5	15	25	35	45	55	über 60
51-90	bis 260	5	15	25	35	45	55	über 60
91-140	bis 260	5	15	25	35	45	55	über 60
	261-390	5	15	24	34	44	53	über 58
141-220	bis 260	5	15	25	35	45	55	über 60
	261-390	4	13	22	31	40	49	über 54
	391-520	3	10	16	23	29	36	über 39
	über 520	3	8	13	18	23	28	über 31
> 220	261-390	4	12	19	27	35	42	über 46
	391-520	3	9	15	21	26	32	über 35
	über 520	2	7	12	16	21	26	über 28

Gefährdungsstufen	gering	1	mittel-hoch	2	sehr hoch	3
Bezogen auf das Risiko für das Grundwasser	Der Auswaschungsverlust beträgt bis zu 15 kg N/ha, dies entspricht bis zu 25 mg Nitrat je Liter Sickerwasser		Meist 15 -35 kg N/ha = 25-50 mg Nitrat/l Sickerwasser werden ausgewaschen, der Trinkwassergrenzwert ist fast erreicht.		Meist über 35 kg N/ha = 50 mg Nitrat/l Sickerwasser. Damit wird der Grenzwert für Trinkwasser überschritten.	

➔ Höhe des Auswaschungsverlustes in Zeile 13 der Rechentabelle B eintragen.

➔ Gefährdungsstufe in Zeile 12 der Rechentabelle B eintragen.

Abbildung 4: Verlust an Stickstoff durch Auswaschung von Nitrat-N in kg/ha und Grundwassergefährdungsstufen

➔ **BEISPIEL:** Höhe des Stickstoffverlustes durch Auswaschung

Beispielwerte:

- ◆ Speichervermögen für pflanzenverfügbares Wasser = 161 l/m²
- ◆ Wassergesamtspeichervermögen = 297 l/m²
- ◆ Bilanzsaldo Herbst/Winter = 62 kg N / ha

... ergeben einen mittleren Stickstoffverlust von über 54 kg Nitrat N / ha.

Maßnahmen zur Reduzierung der N-Verluste auswählen

1. Ursache für Stickstoffverluste bestimmen

Ziel ist es, die Stickstoffverluste durch einen individuellen Maßnahmenplan zu reduzieren. Je nach Ursache für die Nitratauswaschung können entsprechend abgestimmte Maßnahmen ausgewählt werden. Allerdings wirken einige Maßnahmen nur bei bestimmten Ursachen, wobei auch mehrere Ursachen auf einem Schlag vorkommen können. Schätzen Sie deshalb die Ursachen des Stickstoffverlustes auf Schlagebene zunächst mit Hilfe von Tabelle 10 ab, um die Orientierung im Maßnahmenkatalog (in der 1. Spalte) zu erleichtern.

Tabelle 10: Ursachen für Nitratverluste

Ursache des Stickstoffverlustes	Entscheidungsmerkmal
Hoher Bilanzsaldo Frühjahr / Sommer (aus Zeile 14 / Rechentabelle A)	40 kg N/ha und mehr
Hoher Bilanzsaldo Herbst / Winter (aus Zeile 21 / Rechentabelle A)	20 kg N/ha und mehr
Hohes Auswaschungsrisiko (aus Zeile 8 und 11 / Rechentabelle B)	Pflanzenverfügbares Wasser weniger als 220 l/m ² und Wasser-Gesamtspeichervermögen weniger als 390 l/m ² (In allen anderen Fällen ist das Auswaschungsrisiko gering)
Hoher Wirtschaftsdüngeranfall (Summe aus den Zeilen 12 und 18 der Rechentabelle A)	Gülle: 100 kg N/ha und mehr Jauche: 148 kg N/ha / Festmist Rinder und Schweine: 44 kg N/ha Festmist Hühner: 95 kg N/ha Laut Düngeverordnung: 170 kg Gesamt-N pro Hektar und Jahr

←
Als Ergebnis "ja" oder "nein" in die Zeilen 15-18 der Rechentabelle B eintragen.

2. Schutzmaßnahmen auswählen

Um abgestimmte Maßnahmen ergreifen zu können, sind in den Listen auf den Folgeseiten die Maßnahmen in die zwei relevanten Gefährdungsstufen eingeteilt, die ihrer ökologischen Wirksamkeit entsprechen. Ferner sind sie den Ursachen für die jeweiligen Stickstoffverluste zugeordnet und mit einem Hinweis auf die geschätzten Auswirkungen auf den Deckungsbeitrag versehen. Je höher die Gefährdungsstufe desto wirksamer sind die Ihnen zugeordneten Maßnahmen und umso dringender sollten diese auch ergriffen werden. Da bei Gefährdungsstufe 1 Maßnahmen der anderen Gefährdungsstufen zwar wirken können, aber nicht zwingend erforderlich sind, werden diese auch nicht nochmals aufgeführt.

Erläuterung zu den folgenden Tabellen mit den Maßnahmen zur Reduzierung der Stickstoffverluste

- Die Maßnahmenwirkungen sind mit dem Nitratschlüssel **prüfbar**
- Die Maßnahmenwirkungen sind mit dem Nitratschlüssel **nicht prüfbar**

- ↑ Deckungsbeitrag **nimmt** voraussichtlich **zu**
- Deckungsbeitrag **ändert sich** voraussichtlich **nicht wesentlich**
- ↓ Deckungsbeitrag **nimmt** voraussichtlich **ab**
- ↓ Deckungsbeitrag **nimmt** voraussichtlich **stärker ab**

Eine Kombination der Symbole weist auf eine große Spanne der möglichen Veränderung des Deckungsbeitrages im Rahmen der angegebenen Richtung hin.

Maßnahmenkatalog für Gefährdungsstufe 3

SEHR HOCH

Der Auswaschungsverlust beträgt meist über 35 kg N/ha, bzw. über 50 mg Nitrat je Liter Sickerwasser.
Der Grenzwert für Trinkwasser wird somit überschritten.

Wählen Sie Ihre Maßnahmen und notieren die betroffenen Schläge in der letzten Tabellenspalte




Ursache	Maßnahme	Bemerkungen	Deckungsbeitrag	Schlag- / Maßnahmenwahl
Hoher Bilanzsaldo Frühjahr / Sommer	Bedarfsgerechte Düngung	Um den Stickstoffdüngerbedarf zu berechnen, kann Tabelle 14 (Anhang, S. 25) genutzt werden. Dazu ist die Bestimmung des N-min Wertes im Frühjahr notwendig.	↑ ○ ↓	
	Splitting	Durch die Aufteilung der Stickstoffgaben kann die Gefahr der Nitratauswaschung verringert werden, indem aufgrund der aktuellen Entwicklung des Bestandes die Ertragerwartung angepasst wird. Hinweise hierzu finden sich für Winterweizen- und Mais im Anhang. Bei Qualitätsweizen sollte die Düngung bei Trockenheit nicht über 40 kg N/ha liegen. Dazu Flüssigdünger für Blattaufnahme verwenden. Durch Analysen der Stickstoffversorgung im Pflanzensaft lässt sich auch eine bedarfsgerechte Düngung ermitteln. (Anleitung S. 30).	↑ ○ ↓	
	Einsaat von Untersaaten	Untersaaten (Rotschwingel, Deutsches Weidelgras, Knäulgras) zur N-Aufnahme • bei Ackerbohnen, Drillsaat direkt nach Bohnensaat, 6-10 kg/ha, • bei Mais, Drillsaat oder Bandsaat im 4-6 Blattstadium, 4-6 kg /ha, nur bei ausreichend Feuchtigkeit.	↓	
Hoher Bilanzsaldo Herbst / Winter	Güledüngung begrenzen	Gülle und Jauche darf nach der Ernte der Hauptfrucht nur zu Feldgras, Untersaaten, Herbstansaaten einschließlich Zwischenfrüchten oder bei Strohdüngung bis zu einer Höchstmenge von 40 kg Ammoniumstickstoff bzw. 80 kg Gesamtstickstoff je Hektar ausgebracht werden.	↓ ↓	
	Anbau von Zwischenfrüchten	Auf gute Etablierung für wüchsige Bestände achten, N-Düngung zur Zwischenfrucht unter 30 kg N/ha. (Zwischenfruchteignung siehe Anhang S. 29).	↑ ○ ↓	
Hohes Auswaschungsrisiko	Keine Gülle im Winter	Keine Gülleausbringung zwischen 15.10. und 15.2. (Sperrfrist 15.11.- 15.1.). Die Lagerkapazität für Gülle sollte möglichst 4 Monate betragen. Beim Ausbringen von Gülle im zeitigen Frühjahr vor Sommerungen Nitrifikationshemmer verwenden.	↓ ↓	
	Änderung der Fruchtfolge	Auf Sommerungen mit hohem Auswaschungsrisiko wie Mais, Kartoffeln, Ackerbohnen und Gemüse verzichten.	↓ ↓	
	Reduzieren der Stickstoffdüngung	Reduzierung der mineralischen N-Düngung unter den Bedarf (-20%) / Förderung im Rahmen von Meka möglich. Langfristig ist eine Aushagerung der Standorte möglich.	↑ ↓	

Maßnahmenkatalog für Gefährdungsstufe 2

HOCH-MITTEL

Der Auswaschungsverlust liegt meist zwischen 15 und 35 kg N/ha, bzw. ca. 25 bis 50 mg Nitrat je Liter Sickerwasser.
Der Grenzwert für Trinkwasser kann somit teilweise erreicht werden.

Wählen Sie Ihre Maßnahmen und notieren die betroffenen Schläge in der letzten Tabellenspalte 

Ursache	Maßnahme	Bemerkungen	Deckungsbeitrag	Schlag- / Maßnahmenwahl
Hoher Bilanzsaldo Frühjahr / Sommer	Aufwuchs des Ausfalls zur N-Fixierung nach der Ernte fördern	Besonders bei Raps, Förderung durch flache Bodenbearbeitung unmittelbar nach der Ernte. Maßnahme nur erfolgreich bei genügender Wasserversorgung.	0	
Hoher Bilanzsaldo Herbst / Winter	Spätes Einarbeiten oder Abfuhr der Erntereste	Besonders bei stickstoffreichen Ernteresten wie Rübengrün oder bei Körnerleguminosen.	0 ↓	
	Früherer Aussaattermin der Folgefucht / der Zwischenfrüchte	Auf geeignete Sortenwahl achten. Bei Winterweizen mehltolerante, frühsaattolerante, schneeschnittem resistente, standfeste Sorten verwenden. Beispiele: Consul, Ritmo, Tambor.	0	
	Bodenbearbeitung reduzieren (flach, nicht wendend)	Geringere Mineralisation. Besonders sinnvoll nach Problemfrüchten mit stickstoffreichen Ernteresten wie Raps und Körnerleguminosen.	↑ 0	
Hohes Auswaschungsrisiko	Einsatz von N-Dünger mit Nitrifikationshemmer	Mineralischer Stickstoff wird verzögert pflanzenverfügbar, besonders bei Sommerungen mit langsamer Jugendentwicklung wie Mais.	0 ↓	
	Zusatz von Nitrifikationshemmern zur Gülle	Vor allem wenn die Gülle im zeitigen Frühjahr vor der Aussaat von Mais ausgebracht wird.	↓	
	Reihendüngung zu Reihenfrüchten		↑ 0	
	Unterfußdüngung	Bei Mais zur Aussaat 20-30 kg N/ha möglichst 4-5 cm unter und neben der Saatreihe. Geeignete Dünger sind Monoammonphosphat oder Nitrophos.	↑ 0	
	Band- und Breitsaat bei Mais	Reihenunabhängige Erntetechnik notwendig.	↓ ↓	
Hoher Wirtschaftsdüngefall	Ausbringen mit Schleppläusen in Bestände	Durch Schleppläuseneinsatz ist eine breitere Anwendung der Gölledüngung möglich, z.B. Ausbringung der Gülle im Frühjahr in Getreide oder in den Maisbestand im 6-8-Blattstadium (s. Abb. 7 auf S.26)	0 ↓	
	Separieren der Feststoffe	Durch Separieren bis zu 25% weniger Stickstoff in der Gülle. Gülle lässt sich leichter ausbringen. Kompostierung der Feststoffe macht den Einsatz z.B. im Garten- und Gemüsebau möglich.	↓ ↓	
	Göllebörse	Abgabe von Gülle an viehlose Betriebe oder Betriebe mit geringem Viehbesatz.	0 ↓	

Die Maßnahmen können Sie durch solche für niedrigere oder höhere Gefährdungsstufen, sofern noch nicht angewendet, sinnvoll ergänzen. Sind die aufgeführten Maßnahmen für die ermittelte Gefährdungsstufe in Ihrem Betrieb nicht durchführbar, können Sie alternativ dazu auch Maßnahmen aus den niedrigeren Gefährdungsstufen auswählen. Allerdings kann dann die Nitratauswaschungsgefährdung und damit der Verlust an Stickstoff weniger wirksam verringert werden. Wenn Sie die Wirkung der gewählten Maßnahmen auf den Stickstoffverlust von Ihren Schlägen abschätzen wollen, müssen Sie mit den gewählten Maßnahmen eine erneute, schlagbezogene Bewertung durchführen.

Maßnahmen betriebswirtschaftlich bewerten

Je nach der von Ihnen gewünschten Genauigkeit können Sie die betriebswirtschaftliche Bewertung der Schutzmaßnahmen mittels einer tendenziellen Einstufung, einer orientierenden Bewertung oder eine betriebsspezifischen Berechnung durchführen.

Die Eignung der Schutzmaßnahmen hängt nicht nur von den erzielbaren Schutzwirkungen ab, sondern ebenso von möglichen Folgen auf die Bewirtschaftung und die Organisation des Gesamtbetriebes, sowie von deren ökonomischen Auswirkungen.

1. Tendenzuelle Einstufung

Eine tendenzielle Einstufung, d.h. die Richtung der wirtschaftlichen Wirkung von Maßnahmen zum Schutz vor Nitratauswaschung können Sie an den Symbolen in der vorletzten Spalte der Maßnahmentabellen ablesen.

Die tendenzielle Einstufung gibt keine näheren Hinweise auf den Umfang finanzieller Veränderungen, kann aber beim Anwenden von Maßnahmen, die der Nitratschlüssel nicht berücksichtigt, Orientierung geben.

2. Orientierende Bewertung

Die orientierende Bewertung beruht auf einem Vergleich der Deckungsbeiträge Ihres gegenwärtigen mit verschiedenen standardisierten Anbauverfahren. Die vier Bewirtschaftungstypen respektive Bearbeitungsvarianten wurden wie folgt berechnet:

- A für N-Düngung nach Entzug (berücksichtigen, ob Erntereste abgefahren od. nicht)
- B für N-Düngung nach Bedarf (gemäß guter fachlicher Praxis)
- C für eine um 20% verringerte N-Düngung nach Bedarf
- D für eine um 20% verringerte N-Düngung nach Bedarf mit Mulchsaat.

Für die Tabellen wurden folgende Annahmen getroffen: Schlaggröße 2 ha, N_{\min} -Frühjahrswert von 34 kg N/ha, Ackerzahl zwischen 40 und 60, Viehbesatz von 1 - 2 GV/ha (organische Düngung). Die Düngung von P und K richtet sich nach Gehaltsklasse C (Erhaltungsdüngung), vor Sommerung Begrünung.

Sie können die Veränderungen der Wirtschaftlichkeit beziffern, indem Sie - soweit möglich - unter Berücksichtigung der gewählten Maßnahmen bzw. des neu gewählten Bewirtschaftungstyps erneut den Deckungsbeitrag der Fruchtart in einer neuen Spalte der Rechentabelle ermitteln. (Siehe 2. Beispiel in den Rechentabelle A und B).



Deckungsbeiträge aus den Tabellen auf den Seiten 20-22 in die Zeile 14 der Rechentabelle B eintragen.

Die Wirkung der Verfahrensänderung berechnen Sie dann wie folgt:

Deckungsbeitrag geplantes Verfahren – Deckungsbeitrag aktuelles Verfahren =
Erhöhung / Verringerung des Deckungsbeitrages durch geplantes Verfahren

Die MEKA-Maßnahme „Verringerung der bedarfsgerechten N-Düngung auf Ackerflächen um 20%“ kann nur in Verbindung mit Maßnahmen des umweltbewussten Betriebsmanagements (MEKA-Punkte für Betrieb) durchgeführt werden. Da diese Maßnahme für die gesamte Ackerfläche beantragt werden muss, kann es zur N-Unterversorgung der Flächen kommen, dem durch Anbau von Leguminosen begegnet werden kann.

3. Betriebsspezifische Berechnung

Aufgrund der Vielfalt natürlicher Standorte und landwirtschaftlicher Betriebe ist es empfehlenswert, die Auswirkungen bestimmter Schutzmaßnahmen auf den N-Verlust und auf Ihr Einkommen betriebsspezifisch zu berechnen. Ein Beispiel und ein Formblatt befinden sich auf den Seiten 32 und 33 der Broschüre.

Um die betriebsspezifischen Veränderungen aufgrund geplanter oder eingeführter Maßnahmen zu beziffern, verfahren Sie wie in Punkt 2 beschrieben.

Tabelle 11: Orientierende Deckungsbeiträge für Raps und Hackfrüchte im Hohenloher Land

Hauptfrucht Vorfrucht Anbauvariante Bewirtschaftungstyp	Winterraps				Zuckerrüben				Silomais				Kartoffeln				
	Getreide				Getreide				Getreide				Getreide				
	Entzug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	Entzug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	Entzug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	Entzug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Ertrag in dt/ha	35	35	35	31	600	600	600	594	160	160	152	144	400	400	364	336	
x Erzeugerpreis EUR / dt	17				5								9				
Erlös	= Marktleistung in EUR / ha	595	595	595	527	3000	3000	3000	2970					3600	3600	3276	3024
	+ EU-Flächen- zahlung	473								427							
	+ Leistungen (z.B. MEKA)			70	130	90	90	160	220	90	130	200	260	90	90	160	220
= Summe Erlös	1068	1068	1138	1130	3090	3090	3160	3190	517	557	627	687	3690	3690	3436	3244	
Variable Kosten	Saatgut	31				178				100				1090			
	+ Düngung	90	99	86	81	174	187	173	172	449	364	353	350	237	193	189	186
	+ Pflanzen- schutz	129				250				77				359			
	+ eigene Maschinen	83	83	83	64	226	226	226	193	169	132	132	101	229	229	224	221
	+ Lohn- maschinen	133				37				330				353			
	+ Trocknen / Konservieren	54	54	54	49												
	+ Hagel- versicherung	25	25	25	22	32	32	32	31					48	48	43	40
	+ Zinsansatz	18	19	20	21	17	18	18	18	27	26	27	27	48	47	48	49
= Summe Variable Kosten	563	573	561	530	914	928	914	879	1078	1029	1019	985	2364	2319	2306	2298	
Erlös - Variable Kosten = Deckungsbeitrag	505	495	577	600	2176	2162	2246	2311	-561	-472	-392	-298	1326	1371	1130	946	
Arbeitszeitbedarf (Akh/ha)	6,9	6,9	6,9	6,0	15,7	15,7	15,7	14,0	12,6	10,5	10,5	9,2	19,5	19,5	19,1	18,8	

Angaben in Euro/ha, ohne Mehrwertsteuer, Wirtschaftsjahr 1999/2000

Tabelle 12: Orientierende Deckungsbeiträge für Weizen und Gerste im Hohenloher Land

Hauptfrucht Vorfrucht Anbauvariante Bewirtschaftungstyp	Grundmahlweizen				Grundmahlweizen				Braugerste-Vertrag				Futtergerste				
	Zuckerrüben				Mais				Winterweizen				Winterweizen				
	Entzug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	Entzug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	Entzug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	Entzug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Ertrag in dt/ha	80	80	75	75	80	80	75	71	50	50	45	43	65	65	59	55	
x Erzeugerpreis EUR / dt	10				10				13				10				
= Marktleistung in EUR / ha	800	800	750	750	800	800	750	710	650	650	585	559	650	650	590	550	
+ EU-Flächen- zahlung	302				302				302				302				
+ Leistungen (z.B. MEKA)			70	130			70	130	90	90	160	220			70	130	
= Summe Erlös	1102	1102	1122	1182	1102	1102	1122	1142	1042	1042	1047	1081	952	952	962	982	
Variable Kosten	Saatgut	41				41				63				45			
	+ Düngung	144	133	120	120	144	143	128	125	87	76	67	66	117	109	100	99
	+ Pflanzen- schutz	131				131				124				113			
	+ eigene Maschinen	92	92	91	78	91	91	91	70	120	117	120	87	109	109	108	76
	+ Lohn- maschinen	123				123				123				123			
	+ Trocknen / Konservieren	41	41	38	38	41	41	38	36	26	26	23	22	33	33	30	28
	+ Hagel- versicherung	12				12	12	12	11	11	11	10	9	9	9	8	8
	+ Zinsansatz	19	18	20	20	19	19	20	20	17	17	18	19	18	18	19	20
= Summe = Variable Kosten	603	591	576	563	602	601	584	557	571	557	548	513	567	559	546	512	
Erlös - Variable Kosten = Deckungsbeitrag	499	511	546	619	500	501	538	585	471	485	499	568	385	393	416	470	
Arbeitszeitbedarf (Akh/ha)	9,1	9,1	9,1	8,3	8,1	8,1	8,1	6,8	9,4	9,0	9,4	7,7	8,5	8,5	8,3	6,6	

Angaben in Euro/ha, ohne Mehrwertsteuer, Wirtschaftsjahr 1999/2000

Tabelle 13: Orientierende Deckungsbeiträge für Hafer und Ackerfutter im Hohenloher Land

Hauptfrucht Vorfrucht / Nutzung	Futterhafer				Ackerfutter (Kleegras)				Ackerfutter (Kleegras)				Ackerfutter (Kleegras)				
	Vorfrucht: Winterweizen				Nutzungshäufigkeit: 2-jährig (3xSilage/Jahr)				Nutzungshäufigkeit: 2-jährig (2xSilage/Jahr)				Nutzungshäufigkeit: 2-jährig (3xGrünfutter/J.)				
	Erntezug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	Erntezug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	Erntezug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	Erntezug	Bedarf	Bedarf-20%	Mulchsaat + Bedarf-20%	
Anbauvariante	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Bewirtschaftungstyp	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Ertrag	in dt/ha				in dt Trockenmasse/ha				in dt Trockenmasse/ha				in dt Trockenmasse/ha				
	50	50	38	35	75				58				70				
x Erzeugerpreis EUR / dt	10																
= Marktleistung in EUR / ha	500	500	380	350													
+ EU-Flächen- zahlung	302																
+ Leistungen (z.B. MEKA)	90	90	160	220				60				60				60	
= Summe Erlös	892	892	842	872				60				60				60	
Variable Kosten	Saatgut	57				26				26				26			
	+ Düngung	87	81	69	67	216	245	231	231	164	186	175	175	200	230	217	217
	+ Pflanzen- schutz	29															
	+ eigene Maschinen	112	109	110	78	157	157	157	150	119	119	119	112	106	106	106	100
	+ Lohn- maschinen	123				307				205							
	+ Trocknen / Konservieren	26	26	19	18												
	+ Hagel- versicherung	9	9	7	6												
	+ Zinsansatz	15	15	16	17	18	19	19	19	14				10			
= Summe = Variable Kosten	458	449	430	395	724	754	740	733	528	550	539	532	342	372	359	353	
Erlös - Variable Kosten = Deckungsbeitrag	434	443	412	477	-724	-754	-740	-673	-528	-550	-539	-472	-342	-372	-359	-293	
Arbeitszeitbedarf (Akh/ha)	8,5	8,1	8,2	6,5	15,8	15,8	15,8	15,4	11,9	11,9	11,9	11,5	6,2	6,2	6,2	5,8	

Angaben in Euro/ha, ohne Mehrwertsteuer, Wirtschaftsjahr 1999/2000

1. Empfehlungen zur Gülle- und Klärschlammausbringung

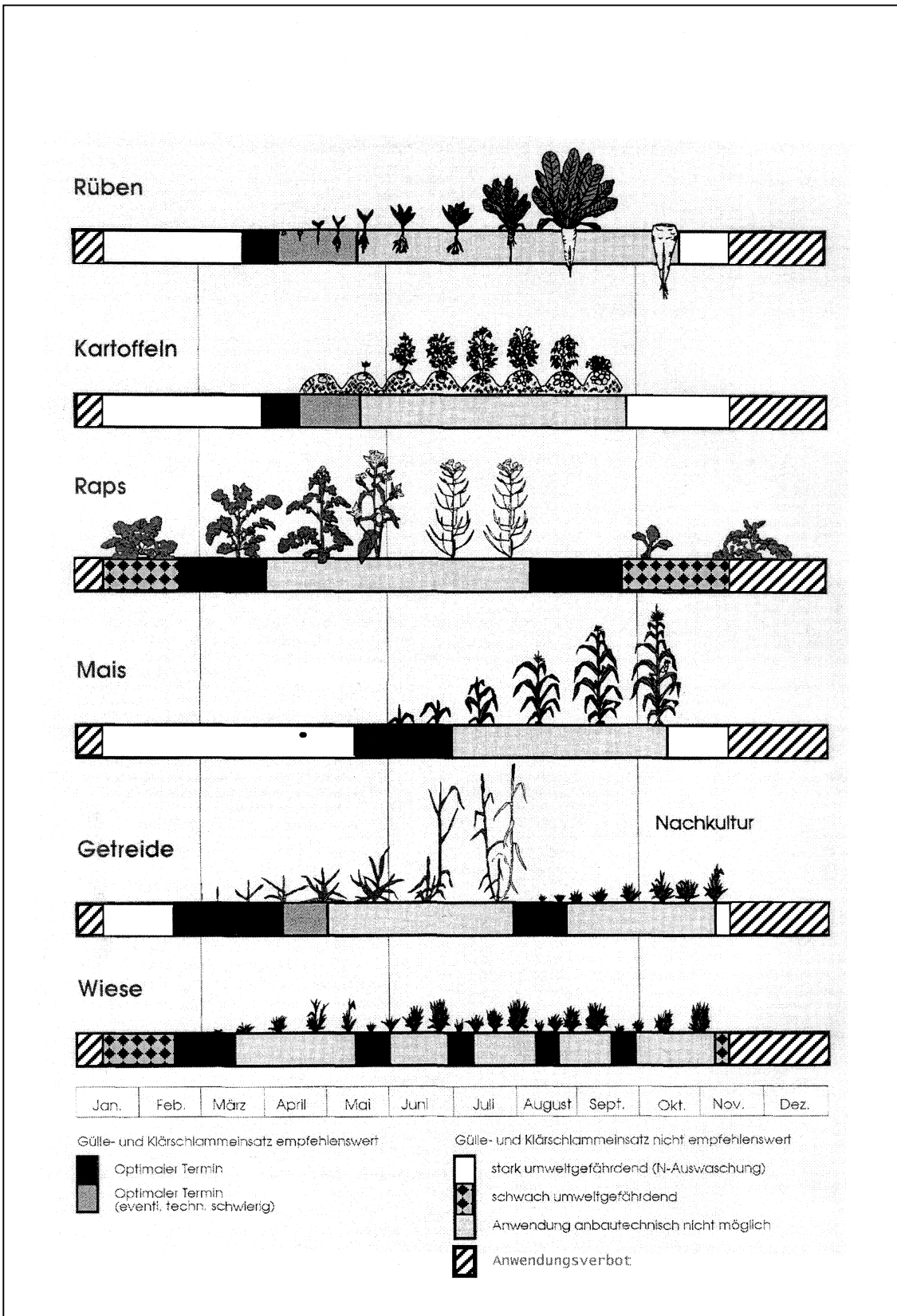


Abbildung 5: Pflanzenbauliche Beurteilung der Gülle- und Klärschlammanwendung zu verschiedenen Zeiten. Die zeitlichen Angaben sind den Standortbedingungen anzupassen.

2. Kostenvergleich verschiedener Gülleausbringungsarten

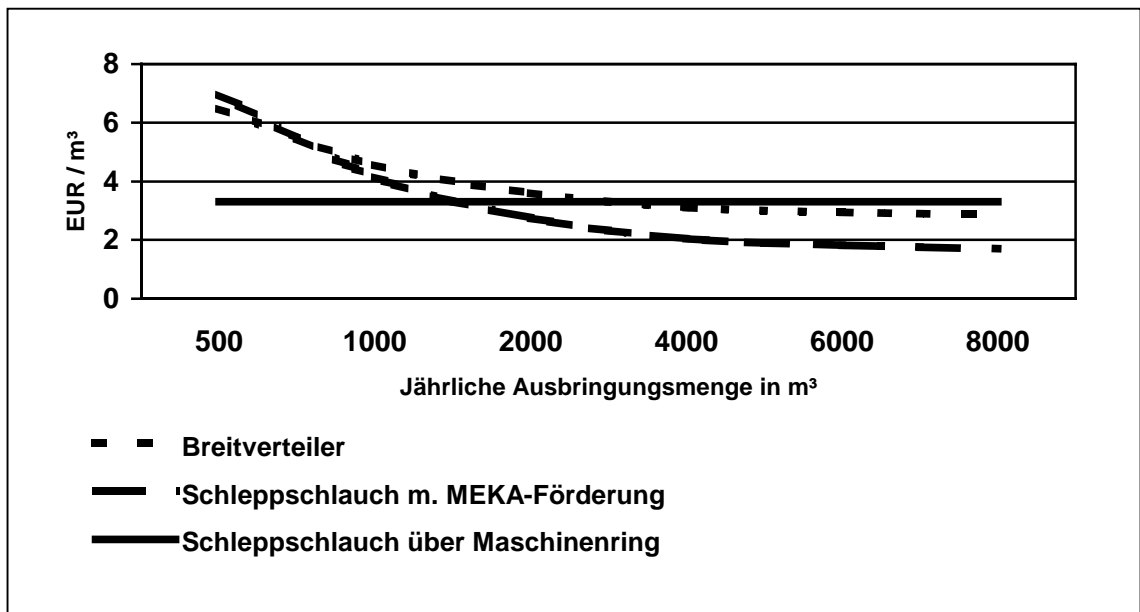


Abbildung 6: Kosten für die Gülleausbringung in EUR/m³ beim Einsatz von Breitverteiler oder Schleppschauch. Bei der Ausbringung mit dem Schleppschauch wird nach Förderung durch Meka und Nutzung des Maschinenrings unterschieden.

Die Berechnung enthält die variablen und fixen Kosten des Gülletankwagens, die variablen Kosten des Schleppers und den Lohnansatz. Arbeitszeitbedarf je Ausbringung: 3,7 Akh.



Abbildung 7: Schleppschaucheinsatz

3. Grundlagen der bedarfsgerechten Düngung

Tabelle 14: Berechnung der bedarfsgerechten Düngung

Fruchtart:					
Persönliche Ertragserwartung (dt/ha)					
	x	x	x	x	x
Stickstoffentzug durch Fruchtart in kg N/dt, bei abgefahren Ernteresten (siehe Tabelle 2, S.7)					
	=	=	=	=	=
Stickstoffentzug (kg N/ha)					
	+	+	+	+	+
Zuschlag für nicht erntefähige Pflanzenreste: Grünland und Leguminosen + 0, Raps + 50, sonstige Fruchtarten + 20 kg N/ha					
	=	=	=	=	=
Stickstoffentzug (kg N/ha)					
	-	-	-	-	-
N-min im Frühjahr (kg N/ha) nach Bodenuntersuchung					
	-	-	-	-	-
Stickstofflieferung des Bodens nach Tabelle 15.4 auf Seite 26 (kg N/ha)					
	-	-	-	-	-
Stickstofflieferung aus langjähriger organischer Düngung nach Tabelle 15.1 auf Seite 26 (kg N/ha)					
	-	-	-	-	-
Stickstofflieferung aus Ernteresten der Vorfrucht nach Tabelle 15.2 auf Seite 26 (kg N/ha)*					
	-	-	-	-	-
Stickstofflieferung aus Zwischenfrüchten oder org./min. Düngung nach der Ernte der Vorfrucht* nach Tabelle 15.3 auf Seite 26 (kg N/ha)					
	=	=	=	=	=
Düngerbedarf nach guter fachlicher Praxis					

* zusammen maximal 40 kg N/ha anrechenbar

Um eine Aushagerung der Standorte zu vermeiden wird ein Zuschlag zur Düngermenge von 30 kg N/ha als unvermeidbarer N-min Restwert nach der Ernte gegeben.

Tabelle 15: Stickstofflieferung aus verschiedenen Quellen zur Berechnung einer bedarfsgerechten Düngung

Rinder und Schweine					Geflügel				
GV/ha	<1	1-2	2-3	>3	GV/ha	<0,5	0,5-1	1-1,5	>1,5
N-Lieferung	0	10	20	30	N-Lieferung	0	10	20	30

15.1: N-Quelle Boden bei langjähriger organischer Düngung in kg N/ha

Fruchtarten Ackerbau	N-Lieferung	Fruchtarten Grünland / Brache	N-Lieferung
Raps	10	Dauergrünland	0
Körnermais	10	Einjähriges Weidelgras	10
Kartoffeln	20	Mehrjähriges Weidelgras	20
Rübsen, Senf	20	Klee, Luzerne, Klee gras	30
Futterrübenblatt	20	Dauergrünland Umbruch	40
Zuckerrübenblatt	30	Wechselgrünland	40
Körnerleguminosen	30	Dauerbrache	40
Feldgemüse	40	Rotationsbrache ohne Leguminosen	10
Getreide, Lein, Sonnenblumen, Silomais, Kartoffeln,	0	Rotationsbrache mit Leguminosen	30

15.2: N-Quelle Erntereste der Hauptfrucht des Vorjahres in kg N/ha

Art der Zwischen- frucht	Art der Bearbeitung	Keine Düngung	Gülle oder Mineraldünger	Festmist, Kom- post, Klärschlamm
Keine		0	20	30
Nicht Leguminosen	Abgefahren	0	10	20
	Einarbeitung im Herbst	10	20	30
	Einarbeitung im Frühjahr	20	30	40
Leguminosen	Abgefahren	20	20	30
	Einarbeitung im Herbst	30	30	30
	Einarbeitung im Frühjahr	40	40	40

15.3: N-Quelle Zwischenfrüchte, organische und mineralische N-Düngung nach der Hauptfrucht des Vorjahres in kg N/ha

Angebaute Fruchtart	AZ >60	AZ 60-40	AZ <40	Anmoor	Moor
Weizen, Triticale	10	0	0	10	30
Roggen, Sommergerste, Hafer	20	10	0	20	40
Wintergerste	30	20	10	30	50
Raps	40	30	20	40	60
Kartoffeln	50	40	30	50	70
Sonnenblumen, Öllein	60	50	40	60	80
Zuckerrüben	100	80	60	100	120
Sonstige Rüben	80	60	40	80	100
Luzerne, Klee	100	80	60	100	120
Klee gras, Futtergemenge	40	30	20	40	60
Mais, in Abhängigkeit des N-min bei Probeentnahme					
Ende März	80	70	60	90	110
Mitte April	70	60	50	80	100
Ende April	60	50	40	70	90
Mitte Mai	50	40	30	60	80

15.4: N-Quelle Boden zwischen Frühjahr und Ernte, abhängig von der angebauten Fruchtart und der Ackerzahl (AZ) in kg N/ha. Die Ackerzahl kann über den Flurstücksnachweis bei staatlichen Vermessungsämtern erfragt werden.

Tabelle 16: Anbauempfehlungen zum Zwischenfruchtanbau - Saattermin und Eignungszwecke

Fruchtart	Monat der Aussaat			Eignung für ...					Winterhärte	
	VII	VIII	IX	Futternutzung	Stickstoffverwertung	Erosionsschutz	Mulchsaat zu Mais	ZR		
Zur Begrünung										
Gelbsenf (NR)	■	■	■	-	+++	++	+++	+++	-	
Phacelia	■	■	■	-	++	++	+++	+++	-	
Ölrettich (NR)	■	■	■	-	+++	++	+++	++	+	
Buchweizen	■	■	■	-	+	++	++		-	
Futternutzung im Herbst möglich										
Sommerrüben	■	■	■	++	+++	++	+++	-	-	
Sommerraps	■	■	■	++	+++	++	++	-	+	
Stoppelrüben	■	■	■	+++	+++	+	-	-	+	
Sonnenblumen	■	■	■	+	+++	+	++	-	-	
Einjähr. Weidelgras	■	■	■	+++	+++	+++	++	-	+	
(NR) = nematodenresistente Sorten ■ = noch möglicher Termin ■ = optimaler Termin - = ungeeignet, sehr gering + = geeignet, gering ++ = gut geeignet +++ = sehr gut geeignet										

6. N- Düngungsstrategie bei Winterweizen

Startgabe - in Abhängigkeit von Bodenart und Bestandesentwicklung:

Tabelle 17: N-Startgabe (* auf sandigen Böden maximal 75 kg /ha N)

Bodenart	Versorgungsbereich N-min kg/ha			
	A	B	C	D
Sand, lehmiger Sand	< 10	10-20	20-30	30-40
Sandiger Lehm, lehmiger Schluff	<10	10-20	20-35	35-50
Lehm	<15	15-25	25-40	40-60
Toniger Lehm, lehmiger Ton	<15	15-35	30-50	50-70
Anmoorige Böden	<10	10-20	20-35	35-50

Bestandesentwicklung	Stickstoff Startgabe (kg/ha)			
bestockt, bis 1000 Triebe/ m ²	60	40	30	20
Bestockungsbeginn, 500-700 Triebe/m ²	75	50	40	25
1-3 Blättern unter 400 Triebe /m ²	100*	70	55	35

Schossergabe - Menge nach folgenden Faktoren festlegen:

- Höhe der N-Gabe zu Vegetationsbeginn
- aktuelle Versorgung des Bestandes (N-min / Nitratschnelltest)
- erwartete N-Freisetzung aus dem Boden
- Bestandesqualität und angestrebte Weiterentwicklung
- Ertragsstruktur der Sorte
- Ertrags- und Qualitätsziel

Dabei ist der Zeitpunkt der Düngung wichtig, Düngung in EC 30 unterstützt eher die Anzahl ährentragender Halme, in EC 32 die Kornzahl / Ähre.

Genauere Hinweise auf die Höhe der Düngung gibt der Merckoquant Nitrat Test (Quetschmethode):

- Durchführung:
Von mind. 10 Haupttrieben an der Halmbasis je ein 2 cm langes Stück abschneiden und mit Hilfe einer Knoblauchpresse den Pflanzensaft herauspressen. Diesen auf ein Nitratmessstäbchen tropfen und Farbwert ablesen. Nach jeder Probenahme Presse entleeren und z.B. mit einem trockenen Tuch oder Wattetupfer auswischen.
- Auswertung:
Nach einer halben Minute Farbwert das 1. Mal vergleichen. Ist die Färbung tief violett, ist keine N-Düngung nötig. Nach weiteren 30 Sekunden erfolgt der endgültige Vergleich. Je nach Färbung empfiehlt sich folgende N-Düngung:

Farbe	NO ₃ Konzentration (mg/l)	N-Düngung (kg/ha)
tiefviolett	ca. 500	20
violett	ca. 100 - 250	30
hellviolett	ca. 25	45
keine violette Tönung	0	50

- Umsetzung:
Bei einer hohen Bestandesdichte die N-Gabe um etwa -10 kg N/ha reduzieren. Bei dünnen Beständen N-Gabe um ca. denselben Betrag erhöhen (+10 kg N/ha). Wurde mit der Messung ermittelt, dass kein Düngebedarf besteht, den Test nach 8 bis 10 Tagen wiederholen.

Spätdüngungsgabe

abhängig von Ertragserwartung und angestrebten Proteingehalt

Tabelle 18: Stickstoffdüngung als Spätgabe zu Winterweizen in kg/ha

angestrebter Proteingehalt (%)	Erwarteter Ertrag (dt/ha)		
	60	80	100
12,5	30	30	30
13,5	40	40	40
14,5	50	50	55
15,5	60	65	75

Bei einer Spätdüngung über 70 kg N/ha ist eine Aufteilung in zwei Gaben, zum Beginn des Ährenschiebens und zum Blübegin, sinnvoll. Bei sommertrockenen Standorten sollte eine frühere Spätdüngung erfolgen.

7. N-Düngestrategie bei Mais - Grundsätze

▪ **Unterfuß - Reihendüngung im Jugendstadium:**

Zum Auflaufen und zur Jugendentwicklung wird Stickstoff nur aus der unmittelbaren Umgebung der Pflanze aufgenommen. Sinnvoll ist dafür eine Unterfuß-Reihendüngung von 20-30 kg N/ha möglichst 4-5 cm unter und 4-5 cm neben der Saatreihe. Geeignete Dünger dafür sind Monoammonphosphat oder Nitrophos.

▪ **Umweltgerechte Gülleanwendung**

Beim Einsatz von organischem Dünger sollte bei einmaliger Gabe die Höchstmenge von 45 m³ bei Gülle von Rindern (7,5%TS) und 30 m³ bei Gülle von Schweinen nicht überschritten werden. Je besser die Einarbeitung der Gülle, und damit verbunden je geringer der Ammoniakverlust bei der Ausbringung, umso höher die Wirkungseffizienz.

▪ **Stickstoffauswaschung durch Nitrifikationshemmer begrenzen**

Wird die Gülle im Frühjahr einige Zeit vor der Maisaussaat ausgebracht kann durch den Zusatz von Nitrifikationshemmern z.B. 15 kg/ha Didin das Risiko der Stickstoffauswaschung verringert werden und der Stickstoff für den Mais erhalten bleiben.

▪ **Düngergaben splitten oder stabilisierte Dünger verwenden**

Der Hauptbedarf des Maises an Stickstoff besteht erst ab dem 6-8 Blatt Stadium. In niederschlagsreichen Gebieten oder auf auswaschungsgefährdeten Standorten sollte die Düngergabe auf jeden Fall gesplittet oder stabilisierte Dünger eingesetzt werden.

▪ **Bedarf vor Spätdüngungsgabe ermitteln**

Die Düngermenge zur Spätdüngung lässt sich durch eine unmittelbar zuvor durchgeführte N-min Messung ermitteln:

Düngerbedarf = 160 bis 200 kg N /ha – Unterfußdüngung – N-min Wert.

▪ **Keine mineralische Düngung im Falle hohen Gülleanfalls**

Bei hohem Gülleanfall sollte die mineralische Düngung ersetzt werden durch eine Güllegabe von 45 m³ vor der Saat mit direkter Einarbeitung oder besser einer Gülledüngung mit Schleppschläuchen in den Bestand im 6-8 Blatt-Stadium und einer Unterfußdüngung zur Saat.

Zeilennummer	Schlag- bzw. Flurbezeichnung	Beispielacker n. Entzug (Typ A)	Beispielacker n. Bedarf (Typ B)						
	Anbauverfahren / Maßnahme								
Grunddatensammlung	1	Angebaute Fruchtart Frühjahr / Sommer	WW	WW					
	2	Zwischen- / Folgefrucht im Herbst / Winter	Senf / Silomais	Senf / Silomais					
	3	Ertrag (dt/ha)	80	80					
	4	Bodenart der Ackerkrume	IU	IU					
	5	Anwendungshäufigkeit v. Wirtschaftsdünger	Alle 1-2 Jahre						
	6	Verbleib der Erntereste	immer eingearb.						
	7	Eingesetzter Mineralstoffdünger zur Hauptfrucht im Frühjahr / Sommer (kg N/ha)	210	170					
	8	Eingesetzter Wirtschaftsdünger zur Hauptfrucht im Frühjahr / Sommer (m³ od. dt/ha)	0	0					
	9	Mineralstoffdüngergabe zur Zwischen- bzw. Folgefrucht im Herbst / Winter (kg N/ha)	0	0					
	10	Wirtschaftsdüngergabe zur Zwischen- bzw. Folgefrucht im Herbst / Winter (m³ od. dt/ha)	30	15					
N-Bilanz Frühjahr / Sommer	11	Stickstoff aus Mineraldünger (kg/ha)	210	170					
			+	+	+	+	+	+	+
	12	Stickstoff aus Wirtschaftsdünger (kg/ha)	0	0					
			-	-	-	-	-	-	-
	13	Stickstoffabfuhr (kg/ha)	168 ¹⁾	168 ¹⁾					
		=	=	=	=	=	=	=	
	14	N-Saldo Frühjahr / Sommer (kg/ha)	42	2					
	!!!	Bei positivem Saldo im F/S: ½ im H/W dazuzählen	x 0,5	x 0,5	x 0,5	x 0,5	x 0,5	x 0,5	x 0,5
N-Bilanz Herbst / Winter	15	1/2 N-Saldo Frühjahr / Sommer (kg/ha)	21	1					
			+	+	+	+	+	+	+
	16	Stickstoff aus Ernteresten (kg/ha)**	-20 ²⁾	-20 ²⁾					
			+	+	+	+	+	+	+
	17	Stickstoff aus Mineraldünger (kg/ha)	0	0					
			+	+	+	+	+	+	+
	18	Stickstoff aus Wirtschaftsdünger (kg/ha)	57 ³⁾	29 ³⁾					
			+	+	+	+	+	+	+
19	Stickstoff aus org. Bodensubstanz (kg/ha)	69	69						
		-	-	-	-	-	-	-	
20	Stickstoffaufnahme durch Pflanzen (kg/ha)	65 ⁴⁾	80 ⁵⁾						
		=	=	=	=	=	=	=	
	21	N-Saldo Herbst / Winter N/ha)	62	-1					

1) Mahlweizen / Erntereste nicht abgefahren
 2) Getreide (WW) / Einarbeitung der Erntereste vor 1.9.
 3) Gülle von Milchvieh
 4) Zwischenfrüchte (Senf), dichter Bestand / Aussaat zwischen 1. - 10.9.
 5) Zwischenfrüchte (Senf), dichter Bestand, Aussaat vor 1.9.

Zeilennummer	Schlag- bzw. Flurbezeichnung	Beispielacker n. Entzug (Typ A)	Beispielacker n. Bedarf (Typ B)						
	Anbauverfahren / Maßnahme								
Grunddaten	1	Ackerzahl	64	64					
	2	Bodenart der Ackerkrume	IU	IU					
	3	Bodenart des Unterbodens	uL	uL					
	4	Steingehalt der Ackerkrume	<10%	<10%					
	5	Steingehalt des Unterbodens	<10%	<10%					
Wasserhaushalt	6	Pflanzenverfügbares Wasser in Liter / m ² in der Ackerkrume	50	50					
			+	+	+	+	+	+	+
	7	Pflanzenverfügbares Wasser in Liter / m ² im Unterboden	111	111					
			=	=	=	=	=	=	=
	8	Pflanzenverfügbares Wasser in Liter / m ² des Bodens insgesamt	161	161					
	9	Wasser-Gesamtspeichervermögen der Ackerkrume in Liter / m ²	76	76					
			+	+	+	+	+	+	+
	10	Wasser-Gesamtspeichervermögen des Unterbodens in Liter / m ²	221	221					
		=	=	=	=	=	=	=	
11	Wasser-Gesamtspeichervermögen des Bodens (Ackerkrume & Unterboden) in Liter / m ²	297	297						
12	Trink- / Grundwasser-Gefährdungsstufe	3	0						
13	Schlagspezifischer Verlust von Stickstoff durch Auswaschung (kg N / ha)	>54	0						
Ökonom. Bewertung	14	Deckungsbeitrag WW	499*	511*					
Ursache des N-Verlustes	15	Hoher Bilanzsaldo Frühjahr / Sommer	ja	nein					
	16	Hoher Bilanzsaldo Herbst / Winter	ja	nein					
	17	Hohes Auswaschungsrisiko	ja	ja					
	18	Hoher Wirtschaftsdüngeranfall	nein	nein					

* Vorfrucht Zuckerrübe

Beispiel für betriebsspezifische Berechnung des Deckungsbeitrages einer Kultur

Betrieb Kultur	Standard Grundmahlwei- zen (Toronto)	Variante Entzug	Wirtschaftsjahr Vorfrucht	99/00 Zucker- rüben	ohne MWSt	incl. MWSt	
Schlagname	Beispielacker		Schlaggröße	2 ha			
Erlös	Ertrag		Verhältnis	dt/ha			
	Hauptprodukt		1	80			
	Nebenprodukt	Abfuhr:	nein	1	80		
	Zwischenfrucht	Abfuhr:	nein	- nichts -			
	Hauptleistung		EUR/dt		EUR/ha	EUR/ha	
	+ Preis Hauptprodukt		10.23		818.40	892.06	
	Nebenleistung		EUR/dt		EUR/ha	EUR/ha	
	+ Preis Nebenprodukt				0.00	0.00	
	Nebenleistung Zwischenfrucht		EUR/dt		EUR/ha	EUR/ha	
	+ Preis Zwischenfrucht				0.00	0.00	
Ausgleichsleistungen	HFF: nein	Stillelegungs pflicht: ja		EUR/ha	EUR/ha		
+ GAP Getreide				302.00	302.00		
+				-	-		
+				-	-		
= Summe Erlös			EUR/ha	1 120.40	1 194.06		
Variable Kosten	Saatgut		EUR/Einh.	Einh./ha	EUR/ha	EUR/ha	
	- Hauptfrucht		37.84	1.10	41.62	44.54	
	- Zwischenfrucht				-	-	
	Düngung	Menge	N	P2O5	K2O	EUR/Einh.	EUR/ha
	Düngemittel	dt bzw. m ³ /ha	kg/dt bzw. m ³	kg/dt bzw. m ³	kg/dt bzw. m ³		
	- NPK 13+9+16+0	5.00	13.00	9.00	16.00	18.92	94.60
	- Kalkammonsalpeter	4.50	27.00			10.99	49.46
	-						-
	-						-
	-						-
	Zufuhr		186.50	45.00	80.00		
	Entzug ges		168.00	64.00	48.00		
	Bilanz		18.50	-19.00	32.00		
	Pflanzenschutz	Menge	Preis	Anzahl		EUR/ha	EUR/ha
	Pflanzenschutzmittel	Einh. / ha	EUR/Einh.				
	- IPU 500 (Stefes) (Wi-Getreide)	1.00	6.58	1.00		6.58	7.63
	- Hoestar	0.02	806.05	1.00		16.12	18.70
	- Azur (NA - Frühjahr)	2.50	13.28	1.00		33.20	38.51
	- Corbel	1.00	34.12	1.00		34.12	39.58
	- Pronto Plus	0.50	25.17	1.00		12.59	14.60
	- CCC 720 (Weizen)	0.30	4.10	1.00		1.23	1.43
	- Pronto Plus + Bravo 500	1.50	18.41	1.00		27.62	32.03
	Variable Maschinenkosten (eigene Masch.)						
	Gerät / Arbeitsgang		je Arbeitsgang				
			Sh/ha	EUR/ha	Arbeitsgänge	EUR/ha	EUR/ha
- Schwergrubber (3 m) [125 A]		0.80	13.58	2.0	27.16	31.51	
- Kreiselegge (2,5 m) [80 A]		1.20	14.94	1.0	14.94	15.99	
- Drillmasch. (mech., 2,5 m) [80 A]		1.10	11.48	1.0	11.48	13.32	
- Düngerstreuer (600 l) [55 A]		0.43	3.01	4.0	12.04	13.97	
- PSM-Spritze (anbau, 600 l) [55 A]		0.45	3.75	3.0	11.25	13.05	
- Kipper (25 km/h, 2-achs, 6 t (46 dt) [55 A]		2.14	14.42	1.0	14.42	16.73	
-					-	-	
-					-	-	
-					-	-	
-					-	-	
Lohnmaschinen					EUR/ha	EUR/ha	
- Mähdrescher (inkl. Häckseln)					122.71	142.34	
-					-	-	
-					-	-	
Trocknung / Konservierung					EUR/ha	EUR/ha	
- Trocknungskosten	EUR/dt	0.51			40.80	47.33	
Hagelversicherung					EUR/ha	EUR/ha	
- Versicherungswert	je 1000 EUR:	13.80	x 892.056 EU		12.31	12.31	
Zinsansatz	5.00%	Bindungsdauer	Monate	Betrag	EUR/ha	EUR/ha	
- Total		durchschnittlich	5.31	913.02	18.45	20.20	
= Summe Variable Kosten					EUR/ha	EUR/ha	
					602.69	690.85	
= Deckungsbeitrag					EUR/ha	EUR/ha	
					515.96	503.20	
					EUR/10 MJ NEL	EUR/10 MJ ME	
					0.00	0.00	
					EUR/10 MJ ME	EUR/10 MJ ME	
					0.00	0.00	
					EUR/dt	EUR/dt	
					6.45	6.29	
Arbeitszeitbedarf:						9.1 Akh/ha	

Formblatt für eine betriebsspezifische Berechnung des Deckungsbeitrages:

Betrieb Kultur		Wirtschaftsjahr Vorfrucht				ohne MWSt	incl. MWSt	
Schlagname		Schlaggröße						
Erlös	Ertrag			Verhältnis	dt/ha			
	Hauptprodukt							
	Nebenprodukt	Abfuhr:						
	Zwischenfrucht	Abfuhr:						
	Hauptleistung					EUR/dt	EUR/ha	EUR/ha
	+ Preis Hauptprodukt							
	Nebenleistung				EUR/dt	EUR/ha	EUR/ha	
	+ Preis Nebenprodukt							
	Nebenleistung Zwischenfrucht				EUR/dt	EUR/ha	EUR/ha	
	+ Preis Zwischenfrucht							
	Ausgleichsleistungen	HFF:		Stilllegungspflicht		EUR/ha	EUR/ha	
= Summe Erlös					EUR/ha			
Variable Kosten	Saatgut					EUR/ha	EUR/ha	
				EUR/Einh.	Einh./ha			
	- Hauptfrucht							
	- Zwischenfrucht							
	Düngung	Menge	N	P2O5	K2O	EUR/Einh.	EUR/ha	EUR/ha
	Düngemittel	dt bzw. m ³ /ha	kg/dt bzw. m ³	kg/dt bzw. m ³	kg/dt bzw. m ³			
	Zufuhr							
	Entzug ges							
	Bilanz							
	Pflanzenschutz			Menge	Preis	Anzahl	EUR/ha	EUR/ha
	Pflanzenschutzmittel			Einh. / ha	EUR/Einh.			
	Variable Maschinenkosten (eigene Masch.)							
	Gerät / Arbeitsgang			je Arbeitsgang				
			Sh/ha	EUR/ha	Arbeitsgänge	EUR/ha	EUR/ha	
Lohnmaschinen						EUR/ha	EUR/ha	
Trocknung / Konservierung						EUR/ha	EUR/ha	
- Trocknungskosten			EUR/dt					
Hagelversicherung						EUR/ha	EUR/ha	
- Versicherungswert			je 1000 EUR:					
Zinsansatz						EUR/ha	EUR/ha	
- Total		Bindungsdauer	Monate	Betrag				
		durchschnittlich						
= Summe Variable Kosten					EUR/ha			
= Deckungsbeitrag					EUR/ha			
					EUR/10 MJ NEL			
					EUR/10 MJ ME			
					EUR/dt			
Arbeitszeitbedarf:							Akh/ha	

Literaturverzeichnis:

- AG BODEN (1994): „**Bodenkundliche Kartieranleitung**“ - 4. Aufl., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung; Stuttgart
- ALLB / Ämter für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur (2001): (pers. Mitteilung 2001) **Standardproduktionsverfahren** für das Projektgebiet der Projektgruppe Kulturlandschaft Hohenlohe in den Dienstbezirken Heilbronn und Öhringen.
- BAG / Bezugs- u. Absatzgenossenschaft Bad Friedrichshall und WLZ Raiffeisen AG Stuttgart (2001): (pers. Mitteilung 2001) **Preise für Betriebsmittel und Erzeugnisse**
- BOCKSTALLER C., GIRADIN, P. (2000): „**Berechnungsverfahren Agrarökologische Indikatoren**“, Landwirtschaftliche Versuchsanstalt / Laboratoire d'Agronomie INRA, Colmar.
- CARLOTTI, B. (1992): « **Recueil des bases de la préconisations de la fertilisation azotée des cultures** », Ministère de l'agriculture – Ministère de l'Environnement, Mission Eau – Nitrates, Paris.
- CHAPOT, J.-Y. (1992): „**Nitrogen uptake kinetics of six nonleguminous cover crops after wheat to recover 100 kg/ha of residual nitrogen**“, Scaife, A., (Ed.), 2. Congress of the European Society for Agronomy, Warwick University, European Society of Agronomy, Colmar. S. 344-345.
- ENGEL, T. und A. MANGSTL 1988: „**Entwicklung des N-min Gehaltes im Herbst- und Frühjahr auf Praxisschlägen.**“ Mitt. Ges. Pflanzenbauwissenschaften, S. 12-14.
- FAP (1994): „**Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau**“. Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Lindau (CH) 405.
- FREDE, H.-G., DABBERT, S. (1998): **Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft**, ecomed Verlagsgesellschaft, Landberg, 451 S.
- KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (1998/1999): Taschenbuch Landwirtschaft – „**Daten für die Betriebskalkulation in der Landwirtschaft**“ (Maschinenkosten und Arbeitszeitbedarf), Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.
- LAFLEURIEL, P., BOURGEOIS, A. (1988): « **Information-azote destinée aux agriculteurs** », Ministère de l'agriculture – Ministère de l'Environnement, Mission Eau – Nitrates, Paris.
- Landesverband der Maschinenringe in Baden Württemberg e.V. (1999): „**Verrechnungssätze für überbetriebliche Maschinensätze in Baden Württemberg**“ 1999
- Landwirtschaftskammer Rheinland (1993): „**Empfehlungen für den Feldfutter- und Zwischenfruchtanbau sowie für die Brachebegrünung.**“ (S. 35)
- LAP / Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim (1997): „**So berechnen Sie ihren N-Düngebedarf für Ackerkulturen nach §4 Düngeverordnung.**“ Merkblatt LAP Forchheim.
- LAP / Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim (1998): „**Beratungsgrundl. für die Düngung im Ackerbau und auf Grünland**“.
- LAURENT, F., BOUTHIER, A., AUBRION, G., CARROUÉE, B. (1998): « **Le pois dans la rotation: comment maîtriser le risque nitrates?** », Perspectives Agricoles N° 240, 50-56.
- LBP (1991): „**Zwischenfruchtanbau**“. Merkblätter für Pflanzenbau, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, München Freising.
- LUFA / Landesuntersuchungs- und Forschungsanstalt Augustenberg (1996): „**SchALVo Nitrat Bericht 1995**“, MLR BaWü.
- MACHET, J.M., Laurent, F., Chapot, J. Y. Dore, T., Dulout, A., (1997): « **Maitrise de l'azote dans les intercultures et les jachères** » in: Lemaire, G. Nicolardot, B., (Eds.), « **Maitrise de l'azote dans les agrosystèmes** », Les colloques de l'INRA, INRA, Versailles, S. 271-288
- MACHET, J.M., MARY, B. (1989): „**Impact of agricultural practices and the residual nitrogen in soil an nitrat losses**“, in: GERMONT, J.C. (Ed.), „**Management systems to reduce impact of nitrates**“, Elsevier Applied Science, Londres and Paris, S. 126-146.
- MAIDL, F.X., DENNERT, J., MÜLLER, R. (1995): **Verwertung der Stickstoffdüngung im Weizenanbau**. Getreide 1 (2), S. 24-27
- MEYNARD, J. M., JUSTES, E., MACHET, J. M., RECOUS, S., 1997: « **Fertilisation azotée des cultures annuelles de plein champ** », in: Lemaire, G., Nicolardot, B., (Eds.), « **Maitrise de l'azote dans les agrosystèmes** », Les colloques de l'INRA, INRA, Reims, S. 183-199.
- MEYNARD, J.M., LAURENT, F., CHAPOT, J.Y.; DORE, T., DULOUT, A. (1997): « **Maitrise de l'azote dans les intercultures et les jachères** »; in: LEMAIRE, G., NICOLARDOT, B. (Eds.). « **Maitrise de l'azote dans les agrosystèmes** », Les colloques de l'INRA (INRA Reims), S.183-199.
- MLR / Ministerium ländlicher Raum (1996): „**Verwaltungsvorschrift zum Vollzug der Düngeverordnung / Az 23-8222.00**“
- MULLER, J.C., DANYS, D. THIEBEAU, P., 1993 : « **Présence de légumineuses dans la succession de cultures: luzerne et pois cultivés purs ou en association, influence sur la dynamique de l'azote** », in: DECROUX, J., IGNAZI, J.C., (Eds.), « **Matières Organiques et Agricultures** », COMIFER-GEMAS, Paris, S. 83-92.
- RENIUS W., E. und N. LÜTKE-ENTRUP (1992): „**Zwischenfruchtanbau zur Futtergewinnung und Gründüngung**“. DLG-Verlag, Frankfurt a.M.

SCHÖNBERGER, H. und K. FISCHER (2000): „Wieviel Stickstoff als Startgabe zu Wintergetreide? “. Top agrar, Heft 2, S.56-59
TAREAU, J.C., GITTON, C., LAURENT, F., MACHET, J.M., PLAS, D. 1996 : « Calcul de la fertilisation azotée des cultures annuelles.», COMIFER, Paris.

Quellenverzeichnis:

N° Tabelle

- 1 Anrechenbarer Stickstoffgehalt von Wirtschaftsdüngern
- 2 Stickstoffabfuhr durch Marktfrüchte und Futterpflanzen
- 3 Stickstofflieferung aus Ernteresten
- 4 Stickstofflieferung aus der organischen Bodensubstanz
- 5 N-Aufnahme verschiedener Kulturen vor dem Winter
- 6 Pflanzenverfügbares Wasser in der Ackerkrume
- 7 Pflanzenverfügbares Wasser im Unterboden
- 8 Gesamtspeichervermögen für Wasser in der Ackerkrume
- 9 Wasser-Gesamtspeichervermögen des Unterbodens
- 10 Ursachen für Nitratverluste
- 11 Orientierende Deckungsbeiträge für Raps und Hackfrüchte

- 12 Orientierende Deckungsbeiträge für Weizen und Gerste

- 13 Orientierende Deckungsbeiträge für Hafer und Ackerfutter

- 14 Berechnung der bedarfsgerechten Düngung
- 15 N-Lieferung aus verschiedenen Quellen
- 16 Anbauempfehlungen zum Zwischenfruchtanbau

- 17 Stickstoff Startgabe
- 18 Spätdüngegabe von Stickstoff

Quellen

- LAP Forchheim (1998)
MLR (1996)
Bockstaller und Girardin (2000), verändert nach *1
Bockstaller und Girardin (2000), verändert nach *2
Bockstaller u. Girardin (2000), verändert; nach *3
AG Boden (1994), verändert
AG Boden (1994), verändert
AG Boden (1994), verändert
AG Boden (1994) , verändert
nach den Autoren
ALLB Heilbronn und Öhringen (2001), BAG Bad Friedrichshall, WLZ Raiffeisen AG (2001), KTBL-Taschenbuch (1999/2000)
ALLB Heilbronn und Öhringen (2001), BAG Bad Friedrichshall, WLZ Raiffeisen AG (2001), KTBL-Taschenbuch (1999/2000)
ALLB Heilbronn und Öhringen (2001), BAG Bad Friedrichshall, WLZ Raiffeisen AG (2001), KTBL-Taschenbuch (1999/2000)
LAP Forchheim (1997)
LAP Forchheim (1997)
Landwirtschaftskammer Rheinland (1993)
LBP (1991)
RENIUS W., E. und N. LÜTKE-ENTRUP (1992)
SCHÖNBERGER, H. und FISCHER, K. (2000)
MAIDL, F.X., DENNERT, J., MÜLLER, R. (1995)

N° Abbildungen

- 1 Einflussgrößen zur Bewertung von Nitratverlusten
- 2 Schätzen der Bodenart
- 3 Flächenanteile der Steinbedeckung
- 4 Nitratverlust und Gefährdungsstufen
- 5 Pflanzenbauliche Beurteilung der Gülleausbringung zu verschiedenen Zeitpunkten
- 6 Kosten für die Gülleausbringung
- 7 Schleppschlaucheinsatz

Quellen

- nach den Autoren
AG Boden (1994); verändert
AG Boden (1994); verändert
Frede & Dabbert (1998), abgeleitet
FAP (1994)
Berechnungen nach KTBL (1998/1999), Landesverband der Maschinenringe (1999)
LAP Forchheim (P. Schweiger)

*1 Lafleuviel + Bourgeois (1998), Laurent et al. (1998, Machet + Maryl (1989)

*2 Taureau et al. 1996, Meynard et al 1997

*3 Carlotti 1992, Chapot 1992

© Mai 2002

Projektgruppe Kulturlandschaft Hohenlohe
AG Ressourcenschonende Ackernutzung
Universität Hohenheim

Impressum

Herausgeber:

Projektgruppe Kulturlandschaft Hohenlohe,
Arbeitsgruppe Ressourcenschonende Ackernutzung
kulaholo@uni-hohenheim.de
www.uni-hohenheim.de/~kulaholo

Kontaktadresse:

Institut für Landespflege
Tennenbacher Str. 4
79106 Freiburg
Telefon: 0761 / 203-3637

Projektförderung:

Bundesministerium für Bildung und Forschung, FKZ 07339720

Redaktion:

N. Billen

Layout:

B. Feucht, N. billen

Autoren:

B. Arman, N. Billen, G. Häring,
Universität Hohenheim, Stuttgart

Mitarbeit:

Arbeitskreis "Konservierende Bodenbearbeitung" im unteren Jagsttal
C. Himmelhan (Amt für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur Heilbronn)

Titelbild:

"Gülle-Grafik" / Foto: Manfred Grohe, Kirchentellinsfurt