

1. Vorwort

Die Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein ist die zuständige Behörde für die landwirtschaftliche Beratung zur Umsetzung einer bedarfsgerechten und umweltschonenden Düngung. Entsprechend den Vorgaben der Düngeverordnung hat die Düngebedarfsermittlung das Ziel, ein Gleichgewicht zwischen dem voraussichtlichen Nährstoffbedarf und der Nährstoffversorgung zu gewährleisten. Der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit, die zu erwartenden Erträge und die Qualitätsanforderungen sind bei der Düngung unserer Kulturpflanzen zu berücksichtigen. Ebenso sind neben der Optimierung von Erträgen und den geforderten Qualitäten auch die Erfordernisse des Gewässer- und Bodenschutzes sowie des Klimaschutzes einzubeziehen.

Wesentliche Neuerung in der jetzt vorliegenden 23. Auflage der „Richtwerte für die Düngung“ ist die konkrete Beratungsempfehlung zur Stickstoffherbstdüngung im Ackerbau. Die ausgesprochenen Empfehlungen sichern einerseits eine ausreichende Vorwinterentwicklung der Kulturen, minimieren andererseits jedoch das Stickstoffauswaschungspotenzial und die Bilanzüberhänge. Die Richtwerte sind somit auch als ein wichtiger Baustein zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie in Schleswig-Holstein anzusehen.

Die empfohlenen Düngestrategien orientieren sich an realistischen Ertragserwartungen für die Kulturen unter Berücksichtigung von spezifischen Bodenverhältnissen und unter Quantifizierung von Nährstofflieferungen aus Boden, Vorfrucht, Wirtschaftsdüngern sowie anderen organischen Nährstoffträgern. Wesentliche Basis für die in den Richtwerten dargelegten Düngeempfehlungen sind Ergebnisse aus mehrjährig von der Landwirtschaftskammer und anderen fachlich anerkannten Einrichtungen durchgeführten Exaktversuchen. Die Ergebnisse werden jeweils in engem Schulterschluss mit der Wissenschaft erörtert. Daraus lassen sich Lösungen ableiten, die in einer kulturartspezifischen Düngeempfehlung münden. Die Landwirtschaftskammer empfiehlt regelmäßige, betriebsindividuelle Untersuchungen von Böden, Pflanzen und Wirtschaftsdüngern, die über die Anforderungen der Düngeverordnung hinausgehen. Diese Analyseergebnisse festigen die Datenbasis für eine ordnungsgemäße Düngeempfehlung, tragen zur Senkung der Düngekosten bei und sollten zudem auch aus Gründen der Selbstverpflichtung gegenüber Umweltbelangen vom Landwirt veranlasst werden.

In diesem Sinne, sehr geehrte Leserinnen und Leser, soll Ihnen die 23. Ausgabe der Richtwerte für die gute fachliche Praxis beim Düngen ein hilfreicher und verlässlicher Wegweiser sein.



Claus Heller
Präsident der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

4.4 Ertragsstufen

Neben der Kenntnis über die Nährstoffversorgung des Bodens ist für die sachgerechte Ermittlung des Nährstoffbedarfs und Bemessung der Düngung eine **realistische** Einschätzung der tatsächlich über einen längeren Zeitraum erzielbaren Erträge zweckdienlich, um Nährstoffüberhänge zu vermeiden.

In den „Richtwerten“ werden drei Ertragsstufen berücksichtigt (s. Übersicht 14):

Ertragsstufe 1:	geringe Erträge
Ertragsstufe 2:	mittlere bis hohe Erträge
Ertragsstufe 3:	hohe Erträge

Ertragsstufe 1 ist für solche Standorte anzuwenden, welche sich durch eine geringere Bodenfruchtbarkeit auszeichnen und v. a. im Verlauf von Trockenphasen in ihrer Ertragsleistung begrenzt sind. Hierzu zählen z. B. die Böden der hohen Geest und Vorgeest mit geringen Nährstoffvorräten und geringem Nährstoffbindungsvermögen.

Ertragsstufe 2 gilt für Böden mit mittlerer bis guter Bodenfruchtbarkeit. Sie geben langjährig gesicherte Erträge wieder, die durchweg im konventionellen Landbau erreicht werden können. Mittlere Nährstoffvorräte und mittleres Nährstoffbindungsvermögen.

Ertragsstufe 3 repräsentiert Standorte mit hoher Bodenfruchtbarkeit verbunden mit einem gleichzeitig langfristig gesicherten sehr hohen Ertragsniveau. Hohe Nährstoffvorräte und hohe Nährstoffbindungsvermögen.

Übersicht 1: Erträge (dt/ha) in den einzelnen Ertragsstufen

a) Ackerbau

Ertragsstufe	Getreide		Erbse u. Ackerbohne	Winter- raps	Zucker- rübe (FM)	Futter- rübe (TM)	Kartoffel (FM)	Silomais (TM)	Acker- gras (TM)
	Winter-	Sommer-							
1	70	40	30	35	400	100	350	100	70
2	90	60	45	43	600	150	450	130	105
3	110	80	60	50	800	200	550	160	140

TM: Trockenmasse; FM: Frischmasse

b) Grünland; Stand-, Umtriebsweide

Ertragsstufe	Leistung aus Gras, Weideertrag/ha*
1	3,0
2	4,5
3	6,0

* in t/ha Milch bzw. dt/ha Fleisch (Lebendgewicht)

c) Mähweide, Erträge aus den Schnitten (dt TM/ha)

Nachfolgende Angaben beziehen sich auf den Ertrag der Einzelschnitte. Eine Unterteilung in Ertragsstufen kann hierbei nicht vorgenommen werden.

Je nach Narbenqualität u. Standort	
Schnitt	Ertragsbereich
1.	30 – 45
2.	25 – 35
3.	15 – 25
4.	10 – 15
Summe	80 – 120

4.6 Düngeempfehlungen

Die Empfehlungen für die Grunddüngung werden linear nach gleitenden

Gehaltsklassen errechnet.

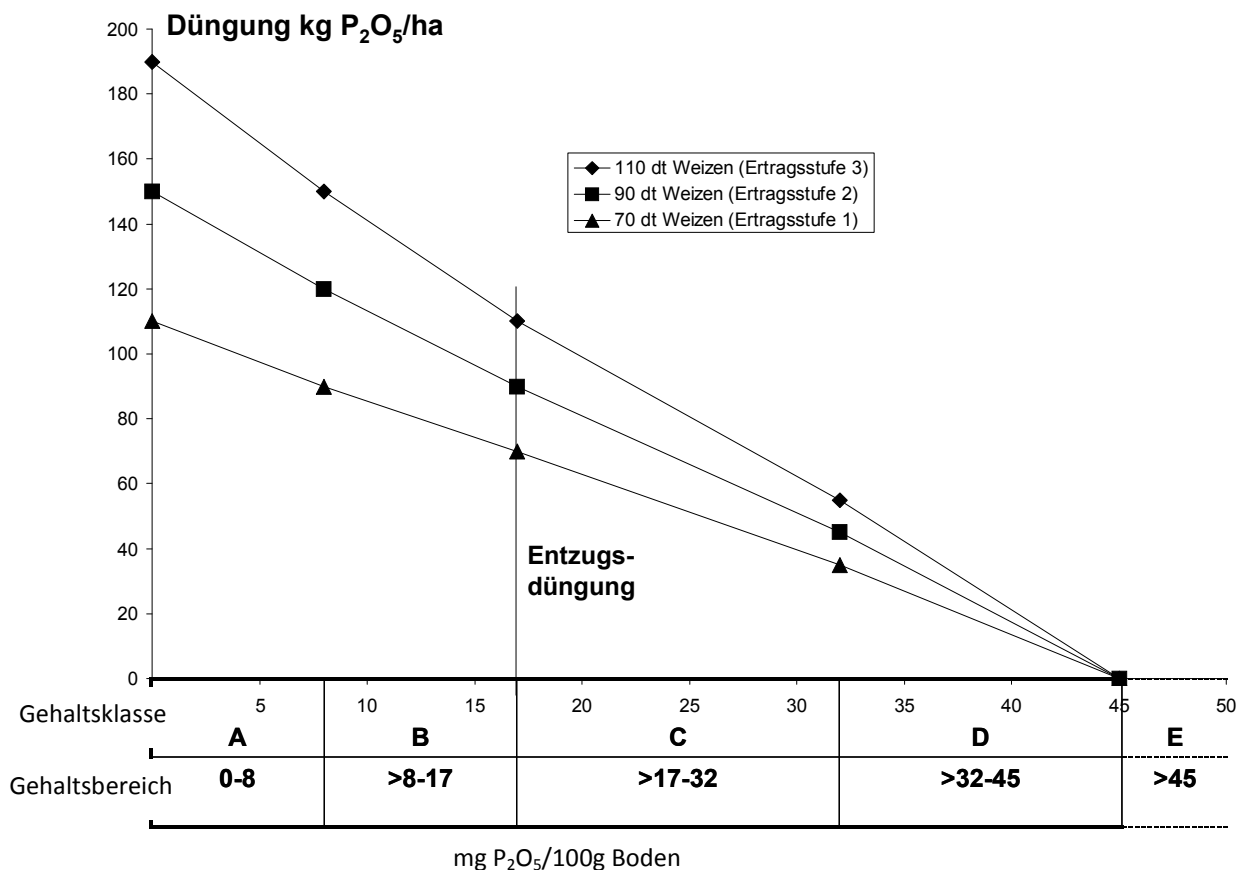
Bei den laut Untersuchungsergebnis ausgewiesenen Düngeempfehlungen ist darauf zu achten, ob diese

- nur grob abgestuft auf eine Gehaltsklasse
oder
- fein abgestuft und damit linear anhand des jeweils gemessenen **Milligrammwertes (mg-Wert)**

vorgenommen werden.

Die „lineare Methode“ liefert die genaueren Düngeempfehlungen, da unterschiedliche mg-Werte der jeweiligen Gehaltsklasse berücksichtigt werden. **Die in den Attesten ausgewiesenen Düngeempfehlungen basieren auf den tatsächlich gemessenen Bodengehalten entsprechender Nährstoffe. Dabei bildet der untere mg-Wert/100g Boden den Ausgangspunkt für die Düngung in einer Gehaltsklasse.** Folglich sinken die Düngeempfehlungen mit steigendem Bodengehaltswert einer Gehaltsklasse, womit Nährstoffüberhänge im Boden vermieden werden. Dies wird am Beispiel der Phosphatdüngung in Übersicht 16 anhand der drei Ertragsstufen verdeutlicht.

Übersicht 2: Phosphatdüngung zu Weizen in Abhängigkeit von der Bodengehaltsstufe und dem Ertrag



Sofern die Bodenuntersuchungsergebnisse im Bereich der Versorgungsstufe C oder höher liegen, kann die Düngung im Rahmen der Fruchtfolge für drei Folgejahre auf einmal verabreicht werden. Liegt die Stufe A vor, sollte die erforderliche Nährstoffmenge nicht in einer Düngegabe gegeben werden, da sich die erforderlich hohe Nährstoffmenge pflanzen- und bodenphysiologisch negativ auswirken kann.

Die auf Bedarf berechneten Empfehlungen erfüllen unter den genannten Bedingungen nach den derzeitigen praktischen Erfahrungen und wissenschaftlichen Erkenntnissen die Vorgaben einer Grunddüngung nach guter fachlicher Praxis.

Der in den nachfolgenden Tabellen angegebene Nährstoffbedarf der Grundnährstoffe ist der **Bruttobedarf**. Daher sind vom Nährstoffbedarf die Nährstofflieferungen der Vorfrucht (Kap 13) abziehen, um zum Düngebedarf zu gelangen. Bei Böden, die sich im Bereich der Versorgungsstufe „C“ und besser versorgt befinden, kann die Düngung auf Basis des **Nettobedarfs** (Nährstoffabfuhr) erfolgen, da der Nährstoffbedarf für die nicht beernteten Pflanzenteile vom Boden nachgeliefert wird.

Bei den einzelnen Nährstoffen sind hierbei folgende Besonderheiten berücksichtigt worden:

Phosphat:

Da die Pflanzen ihren Phosphatbedarf überwiegend indirekt aus der Bodenlösung und weniger aus der direkten Düngung decken, ist eine hinreichende Bodenversorgung mit Phosphat Voraussetzung für eine langfristige Ertragssicherheit. Die Empfehlungen richten sich nach den absoluten Pflanzenentzügen. Bei Böden mit hohem bis sehr hohem Humusgehalt bleibt Phosphat pflanzenverfügbar. Hier ist es ausreichend, nur auf P-Entzug zu düngen. In aufgekalktem Klärschlamm enthaltenes Phosphat hat langsam wirkende Eigenschaften (ph-Wert).

Kalium:

- Leichte Böden

Kalium kann besonders in leichten Böden in erheblichem Umfang verlagert werden. Für eine auf diesem Weg entstehende Nährstoffverlagerung wird dennoch kein Zuschlag bei den Düngeempfehlungen gegeben, da solchen Verlusten durch eine betonte Frühjahrsdüngung begegnet werden kann. Gaben über 200 kg/ha sind dann in der Frühjahrsdüngung zu teilen. Spätherbstgaben sollten – falls Raps oder Wintergetreide angebaut werden – 50 kg/ha K₂O nicht überschreiten.

Da aufgrund geringer Sorptionskraft die Gehaltsstufe C auf leichten Böden kaum zu erreichen ist, ist bei humusarmen Böden der Gruppe (BG) 1 und 2 bei Gehaltsstufe B entsprechend dem Entzug nach **C** (fettgedruckte Werte) zu düngen. Wegen hoher Auswaschungsgefahr dieser Böden werden bei einer Versorgungsstufe A zusätzlich 30 kg/ha K₂O mehr empfohlen.

- Schwere Böden

Auf Böden mit höherer Sorptionskraft kann auch im Herbst Kalium gedüngt werden. Bei Gaben von über 300 kg K₂O /ha ist eine Teilung vorzunehmen, etwa 50 % im Herbst und 50 % im Frühjahr.

- Eine Fruchtfolgedüngung kann zu hohen Düngegaben führen. Daher sind die für Zuckerrüben und Kartoffeln bei den Gehaltsstufen A, B und C angegebenen Werte um 50 % zu reduzieren, die verbleibende Hälfte ist an anderer Stelle der Fruchtfolge zu düngen.

Magnesium:

Es ist zu berücksichtigen, dass Magnesiumcarbonat den Kalk hinsichtlich Bodenreaktion und Pufferwirkung unterstützt. Dadurch ist es - ebenso wie das Calciumcarbonat - der Auswaschung unterworfen. Aus diesem Grund ist zum Mg-Entzug ein Zuschlag für die Mg-Verluste in die Düngungsempfehlungen eingearbeitet. Der Zuschlag schwankt bei Winterkulturen zwischen 15 bis 20 kg und beträgt bei Sommerkulturen 15 bis 40 kg MgO je ha.

**Gesamtnährstoffbedarf von P₂O₅, K₂O und MgO
nach Versorgungs- und Ertragsstufen in kg Nährstoff/ha
(siehe auch vorstehende Hinweise zum Düngebedarf)**

4.6.1 Getreide

Wintergetreide und zugehöriges Stroh						
	Ertrags- stufe	Ertrag dt/ha	Versorgungsstufen			
			A	B	C	D
P ₂ O ₅	1	70	110 - 90	90 - 70	70 - 35	35 - 0
	2	90	150 - 120	120 - 90	90 - 45	45 - 0
	3	110	190 - 150	150 - 110	110 - 55	55 - 0
K ₂ O	1	70	180 - 160	160 - 140	140 - 70	70 - 0
	2	90	235 - 205	205 - 175	175 - 85	85 - 0
	3	110	290 - 250	250 - 210	210 - 105	105 - 0
MgO	1	70	90 - 70	70 - 50	50 - 25	25 - 0
	2	90	120 - 90	90 - 60	60 - 30	30 - 0
	3	110	145 - 105	105 - 65	65 - 30	30 - 0

Sommergetreide und zugehöriges Stroh *						
	Ertrags- stufe	Ertrag dt/ha	Versorgungsstufen			
			A	B	C	D
P ₂ O ₅	1	40	80 - 60	60 - 40	40 - 20	20 - 0
	2	60	120 - 90	90 - 60	60 - 30	30 - 0
	3	80	160 - 120	120 - 80	80 - 40	40 - 0
K ₂ O	1	40	150 - 130	130 - 110	110 - 55	55 - 0
	2	60	205 - 175	175 - 145	145 - 70	70 - 0
	3	80	250 - 210	210 - 170	170 - 85	85 - 0
MgO	1	40	70 - 50	50 - 30	30 - 15	15 - 0
	2	60	100 - 70	70 - 40	40 - 20	20 - 0
	3	80	130 - 90	90 - 50	50 - 25	25 - 0

* Für Sommergerste kann die Kalidüngung wegen des niedrigen Strohertrages um 35 kg/ha niedriger ausfallen.

4.6.2 Raps

Raps und zugehöriges Stroh						
	Ertrags- stufe	Ertrag dt/ha	Versorgungsstufen			
			A	B	C	D
P ₂ O ₅	1	35	125 - 105	105 - 85	85 - 40	40 - 0
	2	43	165 - 135	135 - 105	105 - 50	48 - 0
	3	50	200 - 160	160 - 120	120 - 60	60 - 0
K ₂ O	1	35	270 - 250	250 - 230	230 - 115	115 - 0
	2	43	330 - 300	300 - 270	270 - 135	135 - 0
	3	50	380 - 340	340 - 300	300 - 150	150 - 0
MgO	1	35	100 - 80	80 - 60	60 - 30	26 - 0
	2	43	125 - 95	95 - 65	65 - 30	30 - 0
	3	50	150 - 110	110 - 70	70 - 35	35 - 0

4.6.3 Zucker-, Futterrüben

Zuckerrüben und zugehöriges Blatt Futterrüben* einschl. Blatt in Trockenmasse						
	Ertrags- stufe	dt/ha	Versorgungsstufen			
			A	B	C	D
P ₂ O ₅	1	400	120 – 100	100 – 80	80 - 40	40 - 0
	2	600	180 – 150	150 – 120	120 - 60	60 - 0
	3	800	240 – 200	200 – 160	160 - 80	80 - 0
K ₂ O	1	400	380 – 360	360 – 340	340 - 170	170 - 0
	2	600	460 – 430	430 – 400	400 - 200	200 - 0
	3	800	520 – 480	480 – 440	440 - 220	220 - 0
MgO	1	400	120 – 100	100 – 80	80 - 40	40 - 0
	2	600	170 – 140	140 – 110	110 - 55	55 - 0
	3	800	215 – 175	175 – 135	135 - 65	65 - 0

*Futterrüben: 0,26 dt TM je dt Frischmasseertrag von Zuckerrüben

4.6.4 Ackerbohnen und Erbsen

Ackerbohnen und Erbsen und zugehöriges Stroh						
	Ertrags- stufe	Ertrag dt/ha	Versorgungsstufen			
			A	B	C	D
P ₂ O ₅	1	30	80 - 60	60 - 40	40 - 20	20 - 0
	2	45	120 - 90	90 - 60	60 - 30	30 - 0
	3	60	160 - 120	120 - 80	80 - 40	40 - 0
K ₂ O	1	30	150 - 130	130 - 110	110 - 55	55 - 0
	2	45	220 - 190	190 - 160	160 - 80	80 - 0
	3	60	270 - 230	230 - 190	190 - 95	95 - 0
MgO	1	30	70 - 50	50 - 30	30 - 15	15 - 0
	2	45	100 - 70	70 - 40	40 - 20	20 - 0
	3	60	130 - 90	90 - 50	50 - 25	25 - 0

4.6.5 Kartoffeln

Kartoffeln * und zugehöriges Kraut						
	Ertrags- stufe	Ertrag dt/ha	Versorgungsstufen			
			A	B	C	D
P ₂ O ₅	1	350	135 – 115	115 – 95	95 – 40	40 - 0
	2	450	170 – 140	140 – 110	110 – 55	55 - 0
	3	550	210 – 170	170 – 130	130 – 65	65 - 0
K ₂ O	1	350	300 – 280	280 – 260	260 – 130	130 - 0
	2	450	370 – 340	340 – 310	310 – 155	155 - 0
	3	550	440 – 400	400 – 360	360 – 180	180 - 0
MgO	1	350	115 – 95	95 – 75	75 – 35	35 - 0
	2	450	150 – 120	120 – 90	90 – 45	45 - 0
	3	550	185 – 145	145 – 105	105 – 50	50 - 0

* sortenspezifische Anforderungen berücksichtigen

4.6.6 Silomais

Silomais						
Ertrags- stufe	dt TM/ha	Versorgungsstufen				
		A	B	C	D	
P ₂ O ₅	1	100	115 – 95	95 – 75	75 – 35	35 – 0
	2	130	160 – 130	130 – 100	100 – 50	50 – 0
	3	160	205 – 165	165 – 125	125 – 60	60 – 0
K ₂ O	1	100	210 – 190	190 – 170	170 – 85	85 – 0
	2	130	285 – 255	255 – 225	225 – 110	110 – 0
	3	160	355 – 315	315 – 275	275 – 135	135 – 0
MgO	1	100	110 – 90	90 – 70	70 – 35	35 – 0
	2	130	140 – 110	110 – 80	80 – 40	40 – 0
	3	160	170 – 130	130 – 90	90 – 45	45 – 0

4.6.7 Ackergras incl. Klee gras, Luzerne

Ackergras, auch Klee gras und Luzerne						
Ertrags- stufe	dt TM/ha	Versorgungsstufen				
		A	B	C	D	
P ₂ O ₅	1	70	110 - 90	90 - 70	70 - 35	35 - 0
	2	105	165 - 135	135 - 105	105 - 53	53 - 0
	3	140	220 - 180	180 - 140	140 - 70	70 - 0
K ₂ O	1	70	230 - 210	210 - 190	190 - 95	95 - 0
	2	105	340 - 310	310 - 280	280 - 140	140 - 0
	3	140	450 - 410	410 - 370	370 - 185	185 - 0
MgO	1	70	100 - 80	80 - 60	60 - 30	30 - 0
	2	105	140 - 110	110 - 80	80 - 40	40 - 0
	3	140	180 - 140	140 - 100	100 - 50	50 - 0

4.6.8 Weide

Ertrags- stufe	Weide- ertrag/ha*)	Versorgungsstufen				
		A	B	C	D	
P ₂ O ₅	1	3,0	60 - 40	40 - 20	20 - 10	10 - 0
	2	4,5	90 - 60	60 - 30	30 - 15	15 - 0
	3	6,0	120 - 80	80 - 40	40 - 20	20 - 0
K ₂ O	1	3,0	70 - 50	50 - 30	30 - 15	15 - 0
	2	4,5	100 - 70	70 - 40	40 - 20	20 - 0
	3	6,0	130 - 90	90 - 50	50 - 25	25 - 0
MgO	1	3,0	70 - 50	50 - 30	30 - 15	15 - 0
	2	4,5	100 - 70	70 - 40	40 - 20	20 - 0
	3	6,0	130 - 90	90 - 50	50 - 25	25 - 0

*) Angaben zum Weide-Ertrag in t/ha Milch bzw. dt/ha Fleisch (Lebendgewicht)

4.6.9 Mähweide

(Standorte mit mittlerer bis guter Ertragsleistung nach Schnittanteilen)

	Durchschnittserträge (dt TM/ha) aus den Schnitten * 1 bis ...		Versorgungsstufen			
			A	B	C	D
P ₂ O ₅	1	40	90 - 75	75 - 0	60 - 30	30 - 0
	2	70	110 - 90	90 - 70	70 - 35	35 - 0
	3	90	120 - 100	100 - 80	80 - 40	40 - 0
	4	100	130 - 110	110 - 90	90 - 45	45 - 0
K ₂ O	1	40	220 - 190	190 - 160	160 - 80	80 - 0
	2	70	260 - 220	220 - 190	190 - 95	95 - 0
	3	90	310 - 270	270 - 240	240 - 120	120 - 0
	4	100	340 - 300	300 - 260	260 - 130	130 - 0
MgO	1	40	80 - 65	65 - 45	45 - 20	20 - 0
	2	70	90 - 70	70 - 50	50 - 25	25 - 0
	3	90	105 - 80	80 - 55	55 - 25	25 - 0
	4	100	120 - 90	90 - 60	60 - 30	30 - 0

*) Anzahl Schnitte mit anschließender Weide

Hinweis:

Auf der Mähweide werden durch die durchgeführten Schnitte mehr Nährstoffe entzogen als durch die Beweidung. Daher wird die Höhe der Düngung wesentlich durch das Verhältnis von Schnittnutzung und Beweidung bestimmt.

4.6.10 Extensive Grünlandnutzung

a) Weide mit weniger als 3 t/ha Ertrag*				
	Versorgungsstufen			
	A	B	C	D
P ₂ O ₅	30 - 20	20 - 10	10 - 5	5 - 0
K ₂ O	40 - 30	30 - 20	20 - 10	10 - 0
MgO	40 - 30	30 - 20	20 - 10	10 - 0

*) Angaben zum Weide-Ertrag in t/ha Milch bzw. dt/ha Fleisch (Lebendgewicht)

b) Mähweide und Wiese					
	Nutzung*)	Versorgungsstufen			
		A	B	C	D
P ₂ O ₅	1 S	60 - 40	40 - 30	30 - 15	15 - 0
	2 S	80 - 65	65 - 50	50 - 30	30 - 0
K ₂ O	1 S	140 - 120	120 - 100	100 - 50	50 - 0
	2 S	180 - 160	160 - 140	140 - 70	70 - 0
MgO	1 S	50 - 40	40 - 30	30 - 15	15 - 0
	2 S	70 - 55	55 - 40	40 - 30	30 - 0

*Anzahl Schnitte (S) mit anschließender Weide

Hinweis:

Bei extensiver Grünlandnutzung können – z.B. witterungsbedingt – höhere Erträge auftreten, woraus eine Absenkung des Nährstoffgehalts im Boden resultiert. In solchen Fällen ist auf einen weiteren Schnitt zu düngen, um eine Nährstoffverarmung des Bodens zu vermeiden.

4.6.11 Feldgemüse

Kultur		dt/ha	P ₂ O ₅				K ₂ O				MgO			
	Verwendung	Ertrag	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Möhre	Bund/früh	400	50 - 40	40 - 30	30 - 20	20 - 0	315 - 260	260 - 210	210 - 155	155 - 0	30 - 25	25 - 20	20 - 10	10 - 0
	Wasch/Bund	600	75 - 60	60 - 50	50 - 35	35 - 0	390 - 320	320 - 260	260 - 190	190 - 0	30 - 25	25 - 20	20 - 10	10 - 0
	Wasch/Ind.	800	75 - 60	60 - 50	50 - 35	35 - 0	390 - 320	320 - 260	260 - 190	190 - 0	35 - 30	30 - 25	25 - 15	15 - 0
Weißkohl	Frisch. früh	450	55 - 40	40 - 35	35 - 25	25 - 0	220 - 180	180 - 145	145 - 100	100 - 0	30 - 25	25 - 20	20 - 10	10 - 0
	Frisch. mittel	800	65 - 55	55 - 45	45 - 30	30 - 0	285 - 230	230 - 190	190 - 140	140 - 0	35 - 30	30 - 25	25 - 15	15 - 0
	Frisch. spät	900	95 - 80	80 - 65	65 - 40	40 - 0	380 - 300	300 - 255	255 - 190	190 - 0	35 - 30	30 - 25	25 - 15	15 - 0
	Ind. früh	800	95 - 80	80 - 65	65 - 40	40 - 0	380 - 300	300 - 255	255 - 190	190 - 0	35 - 30	30 - 25	25 - 15	15 - 0
	Ind. mittel	1000	105 - 85	85 - 70	70 - 50	50 - 0	390 - 320	320 - 260	260 - 190	190 - 0	45 - 35	35 - 30	30 - 20	20 - 0
	Ind. spät	1200	110 - 90	90 - 75	75 - 55	55 - 0	480 - 400	400 - 320	320 - 220	220 - 0	50 - 40	40 - 35	35 - 25	25 - 0
Rotkohl	früh	400	50 - 40	40 - 30	30 - 20	20 - 0	200 - 165	165 - 135	135 - 100	100 - 0	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
	mittel	550	75 - 60	60 - 50	50 - 35	35 - 0	250 - 200	200 - 165	165 - 115	115 - 0	30 - 25	25 - 20	20 - 10	10 - 0
	spät	700	75 - 60	60 - 50	50 - 35	35 - 0	300 - 250	250 - 200	200 - 140	140 - 0	35 - 30	30 - 25	25 - 15	15 - 0
Blumenkohl		350	55 - 45	45 - 35	35 - 25	25 - 0	195 - 160	160 - 130	130 - 90	90 - 0	50 - 40	40 - 35	35 - 25	25 - 0
Kohlrabi	früh	350	55 - 45	45 - 35	35 - 25	25 - 0	225 - 185	185 - 150	150 - 110	110 - 0	65 - 55	55 - 45	45 - 30	30 - 0
	mittel	400	65 - 55	55 - 40	40 - 25	25 - 0	240 - 200	200 - 160	160 - 120	120 - 0	75 - 60	60 - 50	50 - 35	35 - 0
Porree	früh	350	50 - 40	40 - 30	30 - 20	20 - 0	195 - 160	160 - 130	130 - 95	95 - 0	50 - 40	40 - 35	35 - 25	25 - 0
	Herbst	450	55 - 45	45 - 35	35 - 25	25 - 0	250 - 200	200 - 165	165 - 120	120 - 0	65 - 55	55 - 45	45 - 25	25 - 0
Rosenkohl	früh	200	70 - 55	55 - 45	45 - 30	30 - 0	230 - 190	190 - 155	155 - 110	110 - 0	30 - 25	25 - 20	20 - 10	10 - 0
	mittel	200	70 - 55	55 - 45	45 - 30	30 - 0	230 - 190	190 - 155	155 - 110	110 - 0	30 - 25	25 - 20	20 - 10	10 - 0
	spät	200	70 - 55	55 - 45	45 - 30	30 - 0	230 - 190	190 - 155	155 - 110	110 - 0	30 - 25	25 - 20	20 - 10	10 - 0
Sellerie	Bund/früh	500	115 - 90	90 - 75	75 - 50	50 - 0	400 - 330	330 - 270	270 - 190	190 - 0	90 - 75	75 - 60	60 - 40	40 - 0
	Bund	650	145 - 110	110 - 95	95 - 70	70 - 0	450 - 375	375 - 300	300 - 250	250 - 0	95 - 80	80 - 65	65 - 45	45 - 0
	Knolle	400	90 - 75	75 - 60	60 - 40	40 - 0	320 - 215	265 - 215	215 - 150	150 - 0	75 - 60	60 - 50	50 - 35	35 - 0
	Industrie	500	115 - 90	90 - 75	75 - 50	50 - 0	100 - 335	335 - 270	270 - 190	190 - 0	90 - 75	75 - 60	60 - 40	40 - 0
Wirsing	früh	300	50 - 40	40 - 30	30 - 20	20 - 0	180 - 150	150 - 120	120 - 90	90 - 0	45 - 35	35 - 30	30 - 20	20 - 0
	mittel	350	60 - 50	50 - 40	40 - 30	30 - 0	210 - 175	175 - 140	140 - 100	100 - 0	50 - 40	40 - 35	35 - 25	25 - 0
	spät	450	75 - 65	65 - 45	45 - 35	35 - 0	270 - 225	225 - 180	180 - 130	130 - 0	65 - 55	55 - 45	45 - 30	30 - 0
Kohlrübe	früh	450	55 - 40	40 - 35	35 - 25	25 - 0	225 - 185	185 - 150	150 - 110	110 - 0	80 - 65	65 - 55	55 - 40	40 - 0
	mittel/spät	600	60 - 50	50 - 40	40 - 30	30 - 0	240 - 200	200 - 160	160 - 120	120 - 0	90 - 75	75 - 60	60 - 40	40 - 0
Eissalat		600	60 - 50	50 - 40	40 - 30	30 - 0	195 - 160	160 - 130	130 - 95	95 - 0	30 - 25	25 - 20	20 - 10	10 - 0
Chinakohl		700	90 - 75	75 - 60	60 - 40	40 - 0	320 - 215	265 - 215	215 - 150	150 - 0	90 - 75	75 - 60	60 - 40	40 - 0

5 Stickstoff (N)

Im Vergleich zu den anderen Nährstoffen hat Stickstoff (N) den stärksten Einfluss auf Ertrag und Qualität der meisten Kulturpflanzen. Er ist ein wichtiger Bestandteil für die in der Pflanze ablaufenden Stoffwechselprozesse.

Wird gedüngter Stickstoff von den Pflanzen nicht hinreichend genug aufgenommen und verwertet, entstehen im Boden N-Überschüsse. Diese können als hoch mobiles Nitrat (NO_3^-) durch Versickerung zu Grundwasserbelastungen beitragen. Organisch gebundener und als Ammonium (NH_4^+) vorliegender Stickstoff kann durch oberflächennahen Abfluss die Oberflächengewässer belasten.

Deshalb sind beim Düngen nach guter landwirtschaftlicher Praxis vermeidbare N-Überhänge zu minimieren, um die Gewässerbelastungen mit Stickstoff möglichst zu vermeiden bzw. gering zu halten.

Auf die N-Düngung im ökologischen Landbau wird in Kapitel 15 eingegangen.

5.1 Ermittlung des N-Bedarfs

Der Düngbedarf von Kulturpflanzen ist nach § 3 Düngeverordnung (DüV) unter Berücksichtigung folgender Einflussfaktoren vorzunehmen:

- ◆ Nährstoffbedarf des Pflanzenbestandes bei jeweiligen Standort- und Anbaubedingungen unter Berücksichtigung zu erwartender Erträge und Qualitäten,
- ◆ im Boden verfügbare sowie während der Vegetation voraussichtlich zusätzlich Pflanzen verfügbar werdende und festgelegte Nährstoffmengen in Abhängigkeit von Klima, Bodenart und Bodentyp.

Für Stickstoff gelten insbesondere die in Übersicht 17 gelisteten Bestimmungen, die nach Düngeverordnung bei der N-Bedarfsermittlung heranzuziehen sind.

Übersicht 3: Bestimmungen der Düngerverordnung (DüV) zur Ermittlung des N-Bedarfs

Bestimmungen der DüV* N-Bedarf	Anmerkungen / Richtwerte
Aus Ertragserwartung (dt/ha) und Stickstoffgehalt pflanzlicher Erzeugnisse (Anl. 1, Tab. 1) ergibt sich der N-Bedarf.	Ergebnisse regionaler Feldversuche können zu davon abweichendem N-Bedarf führen (s. Ertragsstufen, Kap. 4.3).
Pflanzennutzbare N-Nachlieferung aus Ernteresten der Vorfrucht (Anl. 2, Tab. 1).	Anzurechnende Mindestwerte
Pflanzennutzbare N-Lieferung aus Zwischenfrüchten sowie aus organischen oder mineralischen Stickstoffgaben nach Hauptfruchternte des Vorjahres (Anl. 2, Tab. 2), feste Werte.	Können z. T. höher ausfallen.
Mindestwerte für pflanzenbauliche Stickstoffwirksamkeit zugeführter Wirtschaftsdünger bei langjähriger Ausbringung (Anl. 3).	Differenzierte Werte hinsichtlich Kultur und Ausbringungsmonat für die N-Ausnutzung von Wirtschaftsdüngern, bei langjähriger Ausbringung auf demselben Schlag (s. Kap 12.1.2).
Der im Boden verfügbare Stickstoff (§3, Abs. 2, Ziffer 1).	Eigene Untersuchungen auf N_{\min} -Gehalt oder Nitratmessdienst der Landwirtschaftskammer (www.lwk-sh.de , unter „Pflanzenbau“ → „Düngung...“ → „Nitratmessdienst“).
Zusätzlich sollen auch Ergebnisse regionaler Feldversuche zur Dünge- bzw. Nährstoffbedarfsermittlung herangezogen werden. (§ 3, (2)).	Die in den „Richtwerten“ dargelegten Düngempfehlungen basieren auf Ergebnissen regionaler Feldversuche, die von der Landwirtschaftskammer und anderen Einrichtungen durchgeführt worden sind. Sie erfüllen somit die DüV.

*(s. Kap. 16.2 sowie Anhang I)

5.2 C/N - Verhältnis

Das C/N -Verhältnis gibt die Mengenrelation zwischen in organischer Fraktion gebundenem Kohlenstoff und Stickstoff an. Es dient als Kenngröße für die Abbaubarkeit, d. h. für die Zersetzung der organischen Substanz im Boden durch Mikroorganismen. Somit liefert dieses Verhältnis Anhaltswerte über die bodenbürtige N- Nachlieferung, welche bei der N-Bedarfsermittlung berücksichtigt werden sollte.

Liegt das C/N -Verhältnis unter 20:1, ist dies ein Hinweis dafür, dass die Mikroorganismen die organische Substanz im Boden leichter zersetzen können, womit auch mehr pflanzenverfügbarer Stickstoff freigesetzt wird.

C/N-Verhältnisse von über 20:1 machen es erforderlich, Stickstoff zusätzlich zu düngen, damit die Bodenorganismen organische Substanz im Boden zersetzen können. Für Getreidestroh wird ein C/N - Verhältnis von 70 bis 100 angegeben, womit eine zusätzliche N-Zufuhr zur Förderung der Strohrotte (Herbstdüngung) unter bestimmten Voraussetzungen notwendig sein kann (s. Kap. 5.3.2). Dieser Stickstoff

wird in der Folgevegetation im Frühjahr zumeist wieder pflanzenverfügbar freigesetzt und ist bei der Düngebedarfsermittlung zu berücksichtigen.

5.3 N-Düngung zu Marktfrüchten, Silomais, Ackergras

Für Stickstoff können die nachfolgenden Düngeempfehlungen nur Orientierungswerte darstellen, da die Stickstoffmobilität im Boden jahresbedingt sehr hohen Schwankungen unterliegt. Seine Pflanzenverfügbarkeit ist im Vergleich zu den anderen Nährstoffen sehr stark von der Witterung abhängig, welche die Freisetzung von Stickstoff aus der

- Humusfraktion (bodenbürtiges N-Potenzial),
- organischen Düngung,
- Mineraldüngung,
- Bodenbearbeitung,
- Zersetzung von Ernterückständen

in hohem Maß beeinflusst. Deshalb kann die N-Mobilität im Boden (im Sinne der DüV: „voraussichtlich während des Wachstums zusätzlich frei werdender Stickstoff“) nur grob geschätzt werden.

- Zur Ermittlung des N-Bedarfs von Ackerfrüchten sind die langjährig tatsächlich auf dem Feld erzielten Erträge heranzuziehen. Hierzu sollten mindestens die letzten fünf Erntejahre einer Einzelkultur herangezogen werden. Extremjahre mit überaus hohen wie auch niedrigen Erträgen sind aus der Saldierung auszuschließen, woraus sich die Standort bezogene Ertragsleistung ergibt. Hierdurch werden N-Überhänge vermieden, welche Gewässer belasten können.
- Zur weiteren Ermittlung des N-Bedarfs ist der im Boden verfügbare Stickstoff heranzuziehen. Hierzu hat die Landwirtschaftskammer den Nitratmessdienst eingerichtet (www.lksh.de, Link auf Nitratmessdienst). Es sind die N_{\min} -Werte im Frühjahr vor der 1. Stickstoffgabe gelistet, welche zur Erfüllung der DüV im Rahmen der Düngeplanung herangezogen werden können. Die in 0-60 cm Bodentiefe gemessenen Werte beinhalten sowohl den Nitrat- ($\text{NO}_3\text{-N}$) als auch den Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$). Bisherige Ergebnisse zeigen, dass der Ammoniumanteil am gesamten N_{\min} -Wert etwa 10-30 % beträgt, die Werte liegen zwischen 5 und 15 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}$.
- Wichtiger Bestandteil der N-Bedarfsermittlung sind v. a. die von der Landwirtschaftskammer und anderen Einrichtungen langjährig durchgeführten Stickstoffsteigerungsversuche und die daraus abgeleiteten Düngeempfehlungen. Die Empfehlungen sind nicht auf den Höchstertrag ausgerichtet, sondern auf das ökonomische Optimum unter Berücksichtigung der Vermeidung von erhöhten Stickstoffüberhängen. Hiermit wird zur Einhaltung der Düngeverordnung und zum vorbeugenden Gewässerschutz beigetragen.
- Die nachstehenden Düngeempfehlungen gelten mit Ausnahme des Zuschlags für Qualitätsweizen auch für die Nutzung als Ganzpflanzensilage.

5.3.1 N-Sollwert

Zur Bemessung der Stickstoffdüngung von Ackerkulturen im Frühjahr ist die Sollwert-Methode bundesweit anerkannt. Sie basiert auf umfangreichen Feldversuchen, aus denen Kulturart spezifische Sollwerte für die Stickstoffdüngung im Frühjahr inkl. Spätgabe abgeleitet werden. (Anmerkung: Die Methode ist für Grünland nicht geeignet.)

Die aus den Versuchen abgeleiteten Düngeempfehlungen berücksichtigen sowohl den im Boden verfügbaren als auch zusätzlich während der Vegetation mobilisierten (pflanzenverfügbaren) Stickstoff. Besonderen Standortbedingungen wird durch Zu- oder Abschläge Rechnung getragen, die in die Berechnung der erforderlichen N-Düngemenge einfließen. Von diesem Sollwert wird der aktuell im Boden verfügbare N_{\min} -Gehalt abgezogen. Die N_{\min} Messung soll bei Winterungen vor der ersten Stickstoffgabe erfolgen. Bei Sommerungen, wie z.B. Sommergetreide, Mais, Kartoffeln, Zucker- oder Futterrüben, sollte die N_{\min} -Bestimmung im Boden etwa zwei Wochen vor der Aussaat auf ebenfalls ungedüngtem Feld vorgenommen werden. In der Regel fallen diese N_{\min} -Werte aufgrund fortgeschrittener Bodenerwärmung höher aus als Mitte Februar.

In Übersicht 18 sind die in Abhängigkeit von der Ertragsstufe sich ergebenden kulturartspezifischen Sollwerte aufgeführt, welche dem N-Bedarf entsprechen.

Darüber hinaus sind Sollwert-Korrekturfaktoren aufgeführt (Übersicht 19), welche zusätzlich Standort- und Fruchtfolgegegebenheiten berücksichtigen.

Die Berechnung der erforderlichen N-Düngung über Mineral-, Wirtschaftsdünger und anderen organischen Nährstoffträger beruht somit auf folgendem Rechengang:

Berechnung des N-Düngebedarfs für Ackerkulturen nach der Sollwertmethode

Sollwert:

Erforderlicher N-Bedarf in kg/ha bei langjährig erzielten Erträgen und Rohproteingehalten

abzüglich:

- N_{\min} -Gehalt im Frühjahr (0-60 cm Bodentiefe)
- N-Lieferung aus Ernteresten d. Vorfrucht und Zwischenfrucht (s. Kap. 13)
- Zu- und Abschläge(s. Kap.5.3.2)

= Erforderliche Gesamt-N-Düngung in kg/ha

Übersicht 4: Sollwerte (kg N/ha) inkl. N_{min}-Gehalt im Boden zur Ermittlung des N-Düngebedarfs auf Basis mehrjährig erzielter Erträge (ohne Zu- und Abschläge)

Kulturart	Rohprot. % i. d. TM	Ertrag/mehrjährig				Sollwert in kg N/ha		
		niedrig- mittel	mittel- hoch	hoch- sehr hoch	Einheit	niedrig- mittel	mittel- hoch	hoch- sehr hoch
Wintergetreide								
Qualitätsweizen ^{1) 2)}	13,0	70	85	100	dt/ha*)	170	200	240
Massenweizen ²⁾	12,0	80	95	110	dt/ha*)	180	210	240
Wintergerste	12,0	70	85	100	dt/ha*)	140	170	200
Winterroggen	11,0	70	85	100	dt/ha*)	140	170	200
Triticale	12,0	75	90	110	dt/ha*)	160	190	230
Sommergetreide								
Sommerweizen	13,5	70	80	90	dt/ha*)	170	190	220
Sommergerste	12,0	60	70	80	dt/ha*)	120	140	160
Sommer-Braugerste	10,0	50	60	70	dt/ha*)	90	100	110
Hafer	11,0	50	60	70	dt/ha*)	100	120	140
Winterraps	23,0	35	43	50	dt/ha*)	160	190	225
Hackfrüchte								
Silomais ³⁾	7,0	100	130	160	dt TM/ha	110	150	180
Zuckerrüben ⁴⁾	-	400	600	800	dt FM/ha	160	160	160
Speisekartoffeln	-	350	450	550	dt FM/ha	130	160	190
Futtrüben	-	80	120	160	dt TM/ha	120	150	170

^{*)} Marktware

¹⁾ In hohen Ertragsbereichen ist ein RP-Gehalt bei Winterweizen von mehr als 13 % aufgrund auftretender Verdünnungseffekte kaum erreichbar.

²⁾ Die N-Sollwerte für Weizen beziehen sich auf den Anbau bei Rapsvorfrucht.

³⁾ Deutlich höhere RP-Gehalte weisen auf leichten Standorten bei Mais auf ein überhöhtes Stickstoffangebot hin.

⁴⁾ Die N-Sollwerte bei Zuckerrüben beziehen sich auf N_{min}-Werte in 0-90 cm Bodentiefe

Zu den Ertragsbereichen:

Niedrig-mittel: Standorte mit geringer bis mittlerer N-Nachlieferung aus dem Boden.
Hohes Nitrataustragspotenzial.

Mittel-hoch: Standorte mit mittlerer bis erhöhter N-Nachlieferung. In Einzeljahren werden höhere Erträge z. T. durch bodenbürtige N-Mobilisierung abgedeckt.
Mittleres Nitrataustragspotenzial.

Hoch-sehr hoch: Hohertragsstandorte mit hoher N-Nachlieferung. Höhere Erträge werden nahezu regelmäßig auch durch zusätzliche N-Mobilisierung abgedeckt.
Geringes Nitrataustragspotenzial.

5.3.2 Korrekturfaktoren

Um Standort-, Fruchtfolge- und Bestandsgegebenheiten zu berücksichtigen, werden die in Übersicht 18 dargelegten Sollwerte mit den erforderlichen Zu- und Abschlägen (Sollwert-Korrekturfaktoren) korrigiert (Übersicht 19).

Übersicht 5: Sollwertkorrekturfaktoren

Zuschläge (jeweils ca. +20 kg N/ha)	Abschläge (jeweils ca. -20 kg N/ha)
<ul style="list-style-type: none"> - kalte, untätige Böden - hoher Strohanteil in der Fruchtfolge - schlechte Bestandesentwicklung - Getreide bei Selbstfolge - Frühkartoffeln statt Lagerkartoffeln 	<ul style="list-style-type: none"> - milder Winter - Boden mit hoher N-Mineralisierung - sehr gute Bestände, Frühsaaten

Für Raps siehe Hinweis unten

Anmerkung: Die Summe der Zu- und Abschläge sollte 40 kg N/ha nicht überschreiten!

Beispiel 1: N-Düngung zu Winterweizen, langjähriger Ertrag von 85 dt/ha, Winterweizen in Selbstfolge mit einem Rohproteingehalt von 13%:

	kg N/ha
Sollwert:	200
N _{min} -Gehalt in 0-60 cm Bodentiefe	- 30
kalter Standort (z.B. Marsch)	+ 20
Weizen nach Weizen	+ 20
Erforderliche N-Düngung:	210

Beispiel 2: N-Düngung zu Silomais, langjähriger Ertrag von 130 dt TM/ha, 7 % Rohproteingehalt:

	kg N/ha
Sollwert:	150
N _{min} -Gehalt in 0-60 cm Bodentiefe	- 20
Boden mit hoher N-Mineralisierung	- 20
Erforderliche N-Düngung:	110

Hinweis zu Winterweizen-GPS:

Der N-Sollwert für Winterweizen-GPS orientiert sich am N-Sollwert für Massenweizen. Ein gesonderter Zuschlag für Protein ist hierbei nicht erforderlich.

Hinweis zu Winterraps:

Im Vergleich zu den anderen Kulturen verfügt Winterraps im Herbst über die höchste N-Aneignung. Unterstellt wird, dass ein mittlerer Rapsbestand, der zu Vegetationsende 50 kg N/ha aufgenommen hat, im Frühjahr mit der ortsüblichen N-Menge gedüngt wird. Nach Untersuchungen der CAU-Kiel, Abteilung „Acker- und Pflanzenbau“, ist bei Rapsbeständen mit über 50 kg N-Aufnahme/ha zu Vegetationsende (ermittelt über den oberirdischen Aufwuchs) die zusätzlich

aufgenommene N-Menge (Differenz zu 50 kg N/ha) zu 70 % auf die ortsübliche Düngemenge im Frühjahr anzurechnen.

Beispiel: 45 dt/ha Rapserttrag

	kg N/ha
Sollwert:	205
N-Aufnahme zu Vegetationsende:	80
Differenz zum mittleren Bestand (80 minus 50):	30
davon 70 % (30 x 0,7) = Sollwertkorrektur:	rd. 20
Korrigierter Sollwert Bestandsentwicklung:	185

Stickstoff-Herbstdüngung Ackerbau

Die aktuelle Düngeverordnung schreibt eine am Bedarf des Pflanzenbestandes orientierte Herbstdüngung mit Stickstoff vor. Eine bedarfsorientierte Herbstdüngung dient der Sicherstellung einer ausreichenden Bestandsetablierung und Vorwinterentwicklung als Basis für eine optimale Ertragsbildung. Hierbei sind Stickstofflieferungen aus dem Boden und aus organischen Düngern zu berücksichtigen. Überhöhte Stickstoffdüngemengen im Herbst können insbesondere auf leichten Standorten zu Nitratauswaschungen und somit zu Belastungen des Grundwassers führen.

Nachfolgende Übersicht 20 stellt die aktuelle Beratungsempfehlung zur Stickstoff-Herbstdüngung im Ackerbau dar. Fruchtfolgen, die grundsätzlich keinen N-Bedarf im Herbst aufweisen, sind von jeglicher Stickstoffdüngung im Herbst auszuschließen. Verstöße werden geahndet, sind Cross-Compliance relevant und führen zur Kürzung von Direktzahlungen.

Die in Übersicht 20 aufgeführten maximalen Stickstoffdüngemengen sind in vielen Fällen nicht erforderlich. Zur besseren Beurteilung eines aktuellen N-Düngebedarfs sind regelmäßige Bestandsbeobachtungen, Nmin-Beprobungen im Oberboden (0-30 cm) oder Pflanzenanalysen hilfreich.

Im Herbst gedüngter Stickstoff ist bei der Ermittlung der erforderlichen N-Düngemenge im Frühjahr zu berücksichtigen.

Übersicht 20: Beratungsempfehlungen und Hinweise zur Herbstdüngung im Ackerbau bei üblicher Bodenbearbeitung (Pflugfurche, tiefe Mulchsaat)

N-Herbstdüngung im Ackerbau (nach Pflugfurche und tiefer Mulchsaat)				Herbstdüngung*
Fruchtfolge	Organische Düngung	Erntesterse Vorfrucht		
Nach Mais bei regional üblichem Erntetermin, unabhängig von Folgefrucht (inkl. Winterbegrünung)	keine	Abfuhr/Verbleib		Cross-Compliance relevant
	regelmäßig***			
Nach Körnerleguminosen, Kohl unabhängig von Folgefrucht	keine	Abfuhr/Verbleib		1
	regelmäßig***			
Nach Raps, Zuckerrüben, Kartoffeln unabhängig von Folgefrucht	keine	Abfuhr/Verbleib		1
	regelmäßig***			
Zu Winterraps unabhängig von Vorfrucht	keine	Abfuhr Verbleib		max. 60 N/ha** max. 80 N/ha**
	regelmäßig***			
Zu Wintergetreide nach Getreide	keine	Abfuhr Verbleib		max. 40 N/ha max. 60 N/ha**
	regelmäßig***			
Zu Zwischenfrüchten/Winterbegrünung ²	keine	Abfuhr Verbleib		max. 30 N/ha max. 50 N/ha
	regelmäßig***			
Ziel Futternutzung				max. 30 N/ha
Zu Zwischenfrüchten/Winterbegrünung ²	keine	Abfuhr/Verbleib		max. 60 N/ha** max. 40 N/ha
	regelmäßig***			
Ziel Bodenfruchtbarkeit/Schädlingsunterdrückung				max. 30 N/ha

kein Bedarf
in der Regel kein Bedarf
bei Bedarf

N-Bedarf erhöht bei:
sehr hohen Erträgen der Vorfrucht bei normaler Düngung
schlechter Bodenstruktur, grobem Saatbeet bzw. Verdichtungen im Oberboden
flacher Mulchsaat, Direktsaat oder Strip-Tillage-Verfahren

N-Bedarf niedrig bei:
sehr niedrigen Erträgen der Vorfrucht (N-Überhänge)
günstigen Witterungsbedingungen im Spätsommer und Herbst (feucht, warm)

¹⁾ Bei N-Bedarf Mineraldüngung empfohlen

²⁾ Aussaat bis 15.9., ohne Untersaaten, Düngung bei MSL-Maßnahme "Winterbegrünung" verboten

*) Gesamt-N

***) Bei organischer Düngung max. 40 kg NH₄-N/ha

****) ab 5 Jahren in Folge

Die Bemessung der N-Gesamtgabe (mineralisch und organisch) und ihre Verteilung auf mehrere N-Gaben wird aus aktuellen Düngungsversuchen abgeleitet. Die N-Gaben sind dem Witterungsverlauf und der daraus resultierenden N-Mineralisation anzupassen. Die N-Düngung kann in Abhängigkeit von Sorte und Anbauvereinbarungen von den „Richtwerten“ abweichen. Die aktuellen Düngungsempfehlungen der Landwirtschaftskammer werden rechtzeitig im „Bauernblatt“ oder auf der Internetseite www.lksh.de veröffentlicht.

5.3.3 Unterfußdüngung zu Mais

In Schleswig-Holstein ist eine Unterfußdüngung mit Phosphat zum Mais zur Förderung der Jugendentwicklung erforderlich. Dies gilt insbesondere für die leichten Standorte in den nördlichen Landesteilen. Aufgrund der zu Beginn des Wachstums außerordentlich schlechten Phosphataneignung des Maises ist insbesondere bei niedrigen Temperaturen und ungünstigen Wachstumsbedingungen für ausreichend wasserlösliches Phosphat im Wurzelbereich des Keimlings zu sorgen. Dies ist auch dann der Fall, wenn der Boden in einem guten Phosphat-Versorgungszustand ist, denn es kommt auf die hohe P-Konzentration im Wurzelbereich an. Die Unterfuß ausgebrachte P-Menge sollte 40 kg P₂O₅/ha nicht überschreiten, bei erheblichen P-Bilanzüberhängen auch weniger. Die Unterfuß gegebene Stickstoffmenge richtet sich nach dem nach Gülleanrechnung verbleibenden N-Düngebedarf. Die Düngemittelform kann sich nach der jeweiligen Preiswürdigkeit der Düngemittel richten. Die Unterfußdüngung kann zur Verringerung von P-Bilanzüberhängen auch mit organischen Düngemitteln erfolgen. Zur Vermeidung von Salzschäden am Keimling sollte nur ein Anteil der organischen Gesamtdüngemenge im Unterfußbereich platziert werden.

5.3.4 Körnerleguminosen

Beim Anbau von Ackerbohnen, Futtererbsen und Blauen Süßlupinen ist keine mineralische oder organische Stickstoffdüngung nötig und auch nicht angebracht. Die Pflanzen gehen eine Symbiose mit den Knöllchenbakterien (Rhizobien) ein und werden von ihnen mit Stickstoff versorgt. Eine Andüngung mit Stickstoff, wie auch eine Spätdüngung mit mineralischem Stickstoff zur Erhöhung der Eiweißgehalte im Korn kann unterbleiben.

Bei Ackerbohnen und Futtererbsen sind die artenspezifischen Rhizobien in den Böden Schleswig-Holsteins vorhanden. Eine „Impfung“ des Saatgutes mit Rhizobien ist bei beiden Fruchtarten nicht nötig.

Bei den Süßlupinen kommt aufgrund ihrer Toleranz gegen Anthracnose derzeit nur die Blaue Süßlupine für den Anbau in Frage. Sofern Lupinen angebaut werden, muss das Saatgut mit den fruchtartenspezifischen Rhizobien geimpft werden, weil die entsprechenden Rhizobien nicht in den Böden Schleswig-Holsteins vorhanden sind. Ohne die Bildung der Knöllchenbakterien treten Ertragsverluste von bis zu 50 % auf. Sie können auch durch eine mineralische Stickstoffdüngung nicht ausgeglichen werden. Die Impfung erfolgt einmalig für den betreffenden Schlag. Nach dem ersten Anbau von Süßlupinen mit entsprechender Rhizobienbildung sind diese im Boden vorhanden. Entsprechende Produkte sind im Handel erhältlich und können zusammen mit dem Saatgut bezogen werden. Bewährt hat sich das Produkt HiStick. Ein Teil des Leguminosenstickstoffs steht der ersten Folgefrucht und in geringem Umfang sogar der zweiten Folgefrucht zur Verfügung.

Der Anbau von Körnerleguminosen leistet einen Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz, da keine mineralische Stickstoffdüngung erfolgt. Die Erzeugung von mineralischem Stickstoffdünger ist energieaufwändig. Da beim Anbau von

Körnerleguminosen keine mineralischen Stickstoffdünger verbraucht werden, und da die Stickstoffdüngung in der Folgefrucht anteilig um den Leguminosenstickstoff verringert werden kann, schont ihr Anbau fossile Energieträger und trägt zur Entlastung des CO₂-Haushaltes und zur Verringerung des betrieblichen N-Überhangs bei. Der Anbau von Körnerleguminosen führt drüber hinaus beim nachfolgenden Getreide, und Winterraps zu gesünderen Beständen und höheren Erträgen.

5.4 N-Düngung zu Grünland

Grundsätzlich ist die Stickstoffdüngung des Grünlands am N-Entzug durch die pflanzlichen und/oder tierischen Produkte (Fleisch, Milch) zu bemessen. In Abhängigkeit vorherrschender Gegebenheiten lassen sich Qualität und Quantität des Futteranfalls durch eine gezielte Stickstoffdüngung steuern. Hierbei muss nicht nur die Leistungsfähigkeit des Standortes, sondern auch die Qualität der Grünlandnarbe berücksichtigt werden. Entscheidend für eine konstante und dauerhafte Ertragsleistung ist die Artenzusammensetzung der Narbe. Die Leistung einer Narbe mit schlechtem Zustand ist nicht durch betonte Stickstoffgaben zu verbessern, sondern durch Neuansaat oder verbesserte Pflege. Bei Stickstoffgaben, die sich nicht am Entzug orientieren, verbleiben zu Vegetationsende Reststickstoffmengen im Boden, die Auswaschungsverlusten unterliegen können und somit eine ökologische Belastung darstellen. Außerdem wird die Winterhärte von Kulturgräsern bei im Boden verbleibenden hohen Reststickstoffmengen zu Vegetationsende deutlich herabgesetzt, so dass sich die Leistungsfähigkeit der Narbe aufgrund einer veränderten Artenzusammensetzung und Lückenbildung verschlechtern kann. Nur eine Narbe ohne Lücken mit einem hohen Anteil von Kulturgräsern verwertet die N-Düngung effizient und beugt Nährstoffverlusten vor.

Die in nachfolgender Übersicht 21 aufgeführten Gesamtmengen und Teilgaben verstehen sich als Summe der aus mineralischen und organischen Düngemitteln gegebenen N-Mengen.

Übersicht 21: N-Düngung zu Grünland (kg N/ha)

a) Weidenutzung (Stand- und Umtriebsweide)

	Kleeanteil in % Deckungs- grad	Nutzung				Jahres- menge*
		1.	2.	3.	4.	
Mineralboden	0 - 20	40 - 60	20 - 40	(20 - 40)	-	80 - 140
	20- 40	30 - 50	(20 - 40)	-	-	50 - 90
	über 40	0 - 40	-	-	-	0 - 40
Niedermoor		40 - 60	(20 - 40)	-	-	60 - 100

b) Mähweide und Schnittnutzung ohne Klee (inkl. Ackergras)

b1) Mineralstandorte:

Ertragsleistung: gering (70 dt TM /ha mit 3 Schnitten)

Nutzung	1.	2.	3.	4.	Jahres- menge*
1 S, 3-4 UW	80	30	30	-	140
2 S, 2-3 UW	80	60	30	-	170
3 S, (Nachw.)	80	60	40	-	180

mittel (100 dt TM /ha mit 4 Schnitten)

Nutzung	1.	2.	3.	4.	Jahres- menge*
1 S, 3-4 UW	100	40	30	(20)	170 - 190
2 S, 2-3 UW	100	60	30	30	220
3 S, 1-2 UW	100	60	60	30	250
4 S, (Nachw.)	100	60	60	40	260

hoch (130 dt TM /ha mit 4 Schnitten)

Nutzung	1.	2.	3.	4.	Jahres- menge*
1 S, 3-4 UW	120	40	40	(30)	200 - 230
2 S, 2-3 UW	120	80	40	30	270
3 S, 1-2 UW	120	80	60	30	290
4 S, (Nachw.)	120	80	60	60	320

B2) Moorstandorte:

Nutzungsintensität: gering

Nutzung	1.	2.	3.	4.	Jahresmenge*
1 S, 2–3 UW	60	30	(30)	-	90 - 120
2 S, Nachw.	60	40	(30)	-	100 - 130
3 S, Nachw.	60	40	(40)	-	100 - 140

mittel

Nutzung	1.	2.	3.	4.	Jahresmenge*
1 S, 3–4 UW	80	20	(20)		100 - 120
2 S, 2–3 UW	80	40	(20)	(20)	120 - 160
3 S, 1–2 UW	80	40	40	(20)	160 - 180
4 S, Nachw.	80	40	40	(40)	160 - 200

hoch

Nutzung	1.	2.	3.	4.	Jahresmenge*
1 S, 3–4 UW	100	20	20	(20)	140 - 160
2 S, 2–3 UW	100	60	20	(20)	180 - 200
3 S, 1–2 UW	100	60	40	(20)	200 - 220
4 S, Nachw.	100	60	40	40	240

Die in Klammern () gesetzten Stickstoffgaben sind nur dann erforderlich, wenn die vorherigen Düngemengen voll von der Grasnarbe in Ertrag umgesetzt worden sind.

* Hohe N-Mengen nur dann, wenn die in Klammern gesetzten N-Mengen erforderlich sind.

1 S = 1 Schnitt, 4 S = 4 Schnitte, UW = Umtriebsweide; Nachw. = Nachweide

Je nach Standort und Jahreswitterung sind bis zu 5 Nutzungen möglich. Die Höhe der N-Düngung ist entsprechend anzupassen. Bei angepasster N-Düngemenge und optimaler Wirtschaftsdüngerausbringung auf Schnittnutzungsflächen mit guter Grasnarbe und leistungsfähigen Sorten liegt der Rohproteingehalt in der Grassilage im Bereich von 15 – 17 % i. d. TM.

N-Düngung für Klee gras - Narben und extensive Grünlandnutzung:

Der anzustrebende Kleeanteil in einer Grünlandnarbe sollte bei ca. 20 % liegen. Sein Anteil ist witterungs- und nutzungsabhängig. Eine N - Gabe von 40 (für Weide) bis max. 60 kg N/ha (Schnitt) im zeitigen Frühjahr ist zu empfehlen. Weitere Gaben können je nach Entwicklungsstand und Klee/Gräser Verhältnis notwendig sein. Eine niedrige N-Düngung fördert den Klee-, eine höhere N-Düngung hingegen den Gräseranteil.

N-Düngung auf humusreichen Standorten:

Auf Anmoor- und Moorstandorten können durch Mineralisation aus dem Boden bis zu 100 kg N/ha und Jahr - auf kalkreichem Niedermoor auch wesentlich mehr - freigesetzt werden. Die Mineralisation nimmt bei zunehmender Temperatur und Bodenfeuchte zu, solange ausreichend Sauerstoff im Boden vorhanden ist. Auch Kalkgaben führen auf diesen Standorten zu starken N-Freisetzungen. Die N-

Lieferung aus der Mineralisation ist bei der Bemessung der N-Düngung zu berücksichtigen.

Herbstdüngung:

Eine N-Düngung mit Wirtschaftsdüngern (Gülle) auf Grünland nach Mitte August ist nach bisheriger Kenntnis nur in geringem Umfang ertragswirksam. Hierdurch werden die N-Überhänge sowie die Nitratausträge aus der oberen Bodenschicht erhöht, welche das Grundwasser gefährden können.

5.5 N-Düngung zu Feldgemüse (Sollwertmethode)

Der Stickstoffbedarf errechnet sich im Wesentlichen aus der Differenz zwischen dem N-Bedarf (für die gebildete Pflanzenmasse und deren N-Gehalt) und dem Stickstoffangebot des Bodens. Dazu kommt je nach Kulturart ein Mindestvorrat an Stickstoff, der zum Erntetermin im Boden verbleibt (N_{\min} -Rest). Diese Menge ist unvermeidbar, um den optimalen Ertrag zu gewährleisten und um die Qualität sowie die Lagereignung der Feldfrüchte positiv zu beeinflussen.

Berechnung des N-Bedarfs einer Gemüsekultur

Sollwert = Erforderlicher Bedarf der Kultur in kg N/ha nach Ertragsniveau
+ N_{\min} -Mindestvorrat zur Ernte
= Erforderliches Gesamt N-Angebot
abzüglich gemessenem N_{\min} – Wert zu Beginn des Pflanz-/Sätermins

= Erforderliche N-Düngungsmenge, kg/ha

Beispiel: Weißkohl, 1000 dt/ha Ertragsniveau

Sollwert		340 kg N/ha
N _{min} -Mindestvorrat zur Ernte	+	20 kg N/ha
Erforderliches Gesamt N-Angebot		360 kg N/ha
N _{min} -Wert zu Beginn der Kultur in 0 bis 60 cm Bodentiefe	-	40 kg N/ha
Erforderliche N-Düngungsmenge	=	320 kg N/ha

Sollwerte für die N-Bedarfsermittlung von Gemüse sind in Übersicht 22 aufgeführt.

Übersicht 62: Sollwerte zur Ermittlung des Stickstoffbedarfs verschiedener Gemüsekulturen

Gemüseart	Verwendung	Ertrag dt/ha	Sollwert kg N/ha	erforderl. Mindestvorrat*	
				N _{min}	kg N/ha zur Ernte
Blumenkohl		350	300		40
Chinakohl		600	230		20
Eissalat		600	140		40
Kohlrabi	früh	350	210		40
	mittel	400	230		40
Kohlrübe	früh	450	150		20
	mittel-spät	600	180		20
Möhre	Bund-/früh	400	70		20
	Wasch-/Bund-	600	100		20
	Wasch-/Industrie	800	90		0
Porree	früh	350	210		40
	Herbst	450	220		40
Rosenkohl	früh	200	260		0
	mittel	200	300		0
	spät	200	310		0
Rotkohl	früh	400	220		40
	mittel	600	250		20
	spät	800	280		20
Sellerie	Bund-/früh	500	160		40
	Bund	650	200		40
	Knolle	400	180		40
	Industrie	500	220		40
Weißkohl	Frischmarkt, früh	450	240		20
	Frischmarkt, mittel	900	290		40
	Frischmarkt, spät	1200	340		20
	Industrie, früh	900	340		20
	Industrie, mittel	1200	350		20
Wirsing	Industrie, spät	1400	350		20
	früh	300	260		40
	mittel	350	250		20
	spät	450	280		20

*Unter erforderlichem. N_{min}- Mindestvorrat wird die N-Menge verstanden, die im durchwurzelten Bodenbereich vorhanden sein muss, um die N-Versorgung bis zum Erntetag sicherzustellen (Fink, Feller et al.).

Bei Lagerware ist zu berücksichtigen, dass der Entzug auf der Erntemenge basiert. Lagerverluste sind dem Verkaufsertrag anzurechnen.

Abweichungen von den angegebenen Sollwerten sind möglich, da die Böden sehr unterschiedlichen Einflussgrößen unterliegen. Als Alternative können Berechnungssysteme wie das KNS-System (Lorenz et al. 1989) oder das Rechenprogramm N-Expert (Fink und Scharpf 1998) dienen.

16.3 Cross-Compliance-Anforderungen an die Düngung

Die Einhaltung der DüV geht eng mit den durch Cross-Compliance an die Landwirtschaft gestellten Anforderungen einher. In Übersicht 53 sind Kriterien gelistet, welche im Rahmen von Cross-Compliance einzuhalten und auch zu dokumentieren sind.

Sonstige Bestimmungen, wie z. B.:

- Einhaltung der Anlagenverordnung (s. Kap.16.7)
- Berücksichtigung anderer Düngemittel rechtlicher Bestimmungen, wie auch Klärschlamm- oder Kompostverordnung (s. Kap. 12.2 und 12.3)

Übersicht 7: Cross-Compliance-Anforderungen (Auszug) im Rahmen der Düngeverordnung (DüV) nebenstehend:

DüV	Kriterium
§ 3; Absatz 1, 2 und 3 sowie Anlagen 1, 2 und 3	Ermittlung des Nährstoff- und Düngedarfs der Kultur für Stickstoff und Phosphat (Grundlage: Richtwerte, Feldversuche, am jeweiligen Standort zu erwartende Erträge). Hierzu Ermittlung von im Boden verfügbaren Nährstoffmengen Stickstoff (N) : jährliche Untersuchungen von repräsentativen Proben (Schlag oder jeder Bewirtschaftungseinheit) oder Nitratmessdienst der Landwirtschaftskammer. Phosphat (P₂O₅) : repräsentative Bodenbeprobung für jeden Schlag > 1 ha mind. alle 6 Jahre.
§ 3; Absatz 5	Kein Ausbringen N-haltiger Düngemittel auf Böden, die überschwemmt, wassergesättigt, gefroren oder durchgängig höher als fünf Zentimeter mit Schnee bedeckt sind.
§ 3; Absatz 6	Einhaltung der Abstandsregelungen zu oberirdischen Gewässern in Abhängigkeit von der eingesetzten Ausbringungstechnik sowie der entsprechenden Hangneigung der Fläche. Kein Abschwemmen von Stickstoff oder Phosphat in oberirdische Gewässer.
§ 3, Absatz 10	Die Ausbringungstechnik muss den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Übergangsfrist: Bei Inbetriebnahme der Alttechnik vor dem 14. Januar 2006 gilt diese bis zum 31.12.2015.
§ 4; Absatz 1	Vor Aufbringung von Wirtschaftsdüngern u. a. Kenntnis über deren Gehalt an Gesamtstickstoff und Phosphat (bei Gülle, Jauche, sonstigen flüssigen organischen Düngemitteln oder Geflügelkot, auch Ammonium-N) anhand von <ul style="list-style-type: none"> - wissenschaftlich anerkannten Messmethoden - entsprechender Kennzeichnung - „Richtwerte für die Düngung“
§ 4; Absatz 2	Gülle, Jauche usw. auf unbestelltem Ackerland aufgebracht, sind unverzüglich einzuarbeiten.
§ 4; Absatz 3, Anlage 5 und 6	Die über Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft aufgebrachte Menge an Gesamt-Stickstoff darf im Durchschnitt der LF des Betriebes je Hektar und Jahr 170 kg N nicht überschreiten. Höhere Mengen dürfen unter bestimmten Voraussetzungen mit Genehmigung des LLUR aufgebracht werden.
§ 4; Absatz 5	Beachtung der gängigen Kernsperrfrist für Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff, außer Festmist ohne Geflügelkot <ul style="list-style-type: none"> - Ackerland 1. November bis 31. Januar - Grünland 15. November bis 31. Januar Das LLUR kann die genannten Zeiträume auf Antrag verschieben.
§ 4; Absatz 6	Begrenzung der Herbsdüngung mit Stickstoff zu Ackerkulturen oder Strohdüngung auf max. 40 kg/ha Ammonium- oder 80 kg/ha Gesamtstickstoff; organische Herbsdüngung nach Mais (bei regional üblichem Erntetermin), Körnerleguminosen und Kohl nicht erlaubt.
§ 5, Absatz 1 Anlage 7 und 8	Jährlicher Nährstoffvergleich für Stickstoff und Phosphat bis zum 31. März eines jeden Jahres (Flächenbilanz oder aggregierte Schlagbilanz), jährliche Fortschreibung. Bestimmte Betriebsstrukturen sind hiervon ausgenommen.
Anlagen-VO	Lagerkapazität von Flüssigdung und Biogasrestsubstrat von mind. 6 Monaten