

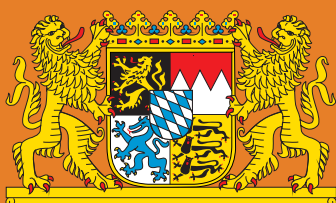


LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Leitfaden für die Düngung
von Acker- und Grünland**

**Gelbes Heft
Stand: 2018**



LfL-Information

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de

Redaktion: Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
Lange Point 12, 85354 Freising-Weihenstephan
E-Mail: Agraroeekologie@LfL.bayern.de
Telefon: 08161 71-3640

14. Auflage: Januar 2018

Druck:

Schutzgebühr: 15,00 Euro

© LfL



Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland

**Dr. Matthias Wendland, Dr. Michael Diepolder,
Konrad Offenberger, Sven Raschbacher**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	7
1 Allgemeine Hinweise für Acker- und Grünland.....	9
1.1 Bodenfruchtbarkeit	9
1.1.1 Bodentypen und Bodenarten	10
1.1.2 Bodenstruktur	11
1.1.3 Bodenleben und Humusversorgung	12
1.1.4 Fruchtfolge und Zwischenfrüchte	13
1.2 Bodenuntersuchung	14
1.2.1 N _{min} -Untersuchung (Stickstoff)	14
1.2.2 Standard (pH, P ₂ O ₅ , K ₂ O) und Mg	15
1.2.3 Spurennährstoffe	16
1.3 Nährstoffeffizienz und Ausbringung.....	17
1.3.1 Stickstoff	17
1.3.2 Phosphat	18
2 Mineralische Düngung	19
2.1 Kalk (CaO)	19
2.1.1 Düngbedarfsermittlung Kalk für Ackerflächen.....	20
2.1.2 Düngbedarfsermittlung Kalk für Dauergrünlandflächen.....	23
2.2 Stickstoff	26
2.3 Phosphat (P ₂ O ₅).....	27
2.4 Kali (K ₂ O)	29
2.5 Magnesium (Mg).....	30
2.6 Schwefel (S)	31
2.7 Spurennährstoffe	33
3 Organische Düngung.....	38
3.1 Düngerarten	38
3.2 Nährstoffwirkung	41
3.3 Ausbringzeiten und Lagerung	43
4 Düngbedarfsermittlung Acker	45
4.1 Düngbedarfsermittlung Stickstoff	45
4.2 Düngbedarfsermittlung Phosphat und Kali	50

5	Düngebedarfsermittlung Dauergrünland und mehrschnittiger Feldfutterbau für N, P₂O₅, K₂O, MgO und S	52
5.1	Düngebedarfsermittlung Dauergrünland.....	52
5.2	Düngebedarfsermittlung mehrschnittiger Feldfutterbau	62
6	Betriebliche Aspekte der Düngung.....	69
6.1	Nährstoffbilanz.....	69
6.2	Rechtliche Regelungen zur Düngung.....	71
6.2.1	Düngeverordnung.....	72
6.2.2	Wirtschaftsdüngerverbringungsverordnung.....	75
6.2.3	Sonstige Gesetze und Verordnungen	75
	Nachwort	78
	Anhang	79
	Literaturverzeichnis	97

Vorwort

Die Düngung gehört zu den wirkungsvollsten Maßnahmen eines erfolgreichen Pflanzenbaus. Wie kein anderes Betriebsmittel hat die Düngung die Fruchtbarkeit der Böden erhöht. Ab etwa 1950 hat auf den landwirtschaftlich genutzten Böden der Bundesrepublik Deutschland eine die Abfuhr übersteigende Zufuhr von Nährstoffen zu einer mehr oder weniger starken Nährstoffanreicherung der Böden geführt. Diese Nährstoffanreicherung war erwünscht, um hochartragreichen Pflanzenbeständen auch unter ungünstigen Witterungsbedingungen die notwendige Nährstoffversorgung zu gewährleisten. Zwischen ca. 1990 und 2005 ging der Verbrauch an Mineraldüngern stetig zurück, auch bedingt durch niedrige Produktpreise und steigende Produktionskosten. Seit 2005 ist keine deutliche Tendenz im Mineraldüngerverbrauch festzustellen.

Durch die Konzentrierung der Viehbestände nahm gleichzeitig der Einsatz von organischen Düngemitteln regional zu. In den letzten Jahren sorgte die Ausdehnung der Biogaserzeugung für eine weitere Intensivierung. Eine genaue Düngebedarfsermittlung und ein gezielter Einsatz sowohl mineralischer als auch organischer Dünger sind daher unerlässlich.

Darauf hat auch der Gesetzgeber mit der Novellierung des Düngegesetzes und der Düngeverordnung im Jahr 2017 reagiert. Damit sollen die Effizienz der Düngung erhöht, die Risiken für die Belastung des Grund- und Oberflächenwassers vermindert und die Belastung der Luft mit Ammoniak- und Stickoxidemissionen reduziert werden.

Für die Landwirte sind durch die neuen Verordnungen neben einer schlagbezogenen schriftlichen Düngebedarfsermittlung weitere Bilanzierungsarten erforderlich. Es gelten neue Grenzen für die Anwendung organischer Dünger, mögliche Ausbringzeiten wurden eingeschränkt und Investitionen in verlustarme Techniken sind notwendig.

Die Neuauflage des „Gelben Heftes“ stellt komprimierte Informationen zur guten fachlichen Praxis der Düngung zur Verfügung. Es wurde versucht, fachliche Grundlagen und rechtliche Vorgaben so zu verknüpfen, dass die rechtlichen Vorgaben, Ökologie und Ökonomie in bestmöglicher Weise berücksichtigt werden. Die Inhalte ersetzen kein Lehrbuch, sie vermitteln die Grundlagen für eine zielgerichtete Düngebedarfsermittlung der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturen. Die neuen Vorgaben brachten es mit sich, dass das für die Berechnungen notwendige Zahlenmaterial (Basisdaten) einen sehr großen Umfang angenommen hat. In das Heft konnten daher nur die am weitesten verbreiteten Kulturen, Tierarten und organischen Dünger aufgenommen werden. Basisdaten für weitere Verfahren sind im Internet unter www.lfl.bayern.de/iab/duengung/index.php abrufbar. Für viele Betriebe wird es aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge und der Vielzahl der benötigten Daten sinnvoll sein, angebotene EDV-Programme zu nutzen.

In der neuen Auflage wurden insbesondere:

- Berechnungsanleitungen zur Düngebedarfsermittlung von Acker- und Grünland entsprechend der neuen Vorgaben aktualisiert,
- die organische Düngung überarbeitet,
- das Kapitel Nährstoffbilanzierung an die Düngeverordnung angepasst,
- die Nährstoffausscheidungen der Tiere, die Nährstoffgehalte der Wirtschaftsdünger sowie der Wirtschaftsdüngeranfall überarbeitet.

Dr. Matthias Wendland
 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
 Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

1 Allgemeine Hinweise für Acker- und Grünland

Ziel moderner Düngestrategien ist es, dass die dem Boden oder den Pflanzen zugeführten Nährstoffe möglichst weitestgehend direkt in Ertrag und Qualität umgesetzt und dabei unnötige Anreicherungen im Boden und negative Beeinträchtigungen des Bodens, des Wassers und der Luft vermieden werden.

Spätestens mit der neuen Düngeverordnung 2017, welche wesentlich strengere Vorgaben beim Einsatz von Stickstoff (N) und Phosphat (P_2O_5) als bisher macht, rückt eine möglichst hohe Nährstoffeffizienz noch mehr in den Vordergrund.

Für die Effizienz von Düngestrategien spielen viele Faktoren eine Rolle, die häufig miteinander verknüpft sind. Dazu zählen natürliche Standortverhältnisse, welche nicht verändert werden können, wie Klima, Witterung, Bodenart und Bodentyp. Durch die Bewirtschaftung kann jedoch die Bodenstruktur, die Humusversorgung bzw. das Bodenleben und damit die Fruchtbarkeit der Acker- und Grünlandböden maßgeblich beeinflusst werden. Als Grundlage für einen effizienten Nährstoffeinsatz sind Bodenuntersuchungen und der Einsatz verlustarmer Technik zur Ausbringung organischer und mineralischer Dünger zu nennen. Nachfolgend werden einige dieser Einflussgrößen näher beschrieben. Nur wenn alle Maßnahmen zur Bodenfruchtbarkeit optimiert sind, kann auch bei der Düngung eine hohe Effizienz erwartet werden. Für einen tieferen pflanzenbaulichen Einblick wird auf die Fachliteratur verwiesen, beispielsweise auf das Lehrbuch „Die Landwirtschaft – Landwirtschaftlicher Pflanzenbau“.

1.1 Bodenfruchtbarkeit

Böden dienen den Pflanzen als Verankerungsraum und Speicher von Wasser und Nährstoffen. Böden setzen sich zusammen aus Mineralstoffen unterschiedlicher Größe, Humus, Bodenorganismen und, neben diesen festen Bestandteilen, den mit Wasser und Gas gefüllten Hohlräumen dazwischen. Unterschiedliche Ausgangsgesteine, vom Klima gesteuerte Verwitterungsbedingungen, die Lage im Relief der Landschaft, das Alter ihrer Entstehung und die Art der menschlichen Nutzung haben zu einer Vielfalt der Erscheinungsformen und Eigenschaften von Böden geführt. Bodenfruchtbarkeit hängt wesentlich vom jeweiligen Standort und damit vom Boden ab.

1.1.1 Bodentypen und Bodenarten

Aus dem Bodentyp lassen sich Rückschlüsse auf wichtige Standorteigenschaften ziehen. Jedem Bodentyp (z. B. Braunerde, Parabraunerde, Pseudogley, Gley, Pelosol, Moor) liegt dabei eine charakteristische Abfolge von mehreren Bodenhorizonten zugrunde, die im aufgegrabenen Bodenprofil zu erkennen sind. Die Art und Mächtigkeit dieser Horizonte, damit auch die physikalisch-chemischen Eigenschaften (Durchwurzelbarkeit, Nährstoffgehalte des Ober- und Unterbodens, Porengrößenverhältnisse, Dichte, Bearbeitbarkeit) von Bodentypen hängen wesentlich vom Ausgangsmaterial (z. B. Löß, Lößlehm, Granit/Gneis, Kalkschotter, Moor) und von der Bodenart ab.

Beispiele für Bodentypen mit hohem Nährstoffausnutzungsgrad sind neben Schwarzerden, die Parabraunerden und Schwarzerden aus Löß (schluffreiches angewehtes Ausgangsmaterial aus der letzten Eiszeit) in den Gäulagen Nieder- und Nordbayerns oder die Braunerden aus Lößlehm im ober- und niederbayerischen Hügelland. Beispiele für Bodentypen mit nicht optimalem Wasserhaushalt sind der Pseudogley (Staunässeboden mit dichtem Unterboden), der Pelosol (Tonboden, „Minutenboden“) und der Gley. Staunässe und ein hoher Grundwasserstand schränken die Durchwurzelbarkeit ein und verschlechtern die Nährstoffaufnahme. Im Gegensatz dazu haben z. B. Schotterböden eine geringe Wasserspeicherkapazität, was oft zu einer höheren Verlagerung der Nährstoffe führt.

Die Bodenart ist ein wichtiger Standortfaktor, der auch für die Düngebedarfsermittlung (siehe Kapitel 2.1, 2.3 bis 2.7, 4 und 5) eine Rolle spielt. Die Bodenart wird im Labor durch die Fingerprobe oder komplexere, standardisierte Verfahren bestimmt. Hierbei wird das Verhältnis der Korngrößenfraktionen Sand (S), Schluff (U) und Ton (T) inklusive Untergruppen festgestellt und nach einem bestimmten Verteilungsschlüssel den entsprechenden Bodenarten zugeordnet.

Neben der Bodenart ist auch der Humusgehalt für die Düngebedarfsermittlung entscheidend. Bei der Bodenuntersuchung wird deshalb in der Regel die Humusklasse (Tabelle 1) und die Bodenartenklasse (Tabelle 2) bestimmt und im Bodenuntersuchungsergebnis mitgeteilt.

Tabelle 1: Humusklassen nach der Standardbodenuntersuchung

Schlüssel	Humusklasse	Humusgehalt in %
0	Mineralboden	≤ 4,0
1	Humoser Boden ¹⁾	4,1 - 15
2	Anmooriger Boden	15,1 - 30
3	Moorboden	> 30

¹⁾ Im Sinne der DüV

Tabelle 2: Bodenarteneinteilung für Mineralböden nach dem Bodenartenschlüssel Bayerns

Schlüssel	Bodenart	Symbol	Ton %	Schluff %	Bearbeitbarkeit
1	Sand	S	< 5	< 10	leichter Boden
2	schwach lehmiger Sand	l'S	< 5 5 - < 12	10 - < 50 < 50	
3	stark lehmiger Sand	IS	12 - < 17	< 50	mittlerer Boden
4	sandiger Lehm	sL	17 - < 25	< 50	
5	schluffiger Lehm	uL	< 25	≥ 50	
6	toniger Lehm	tL	25 - < 45	15 - < 75	schwerer Boden
	sandiger Ton *	sT	25 - < 65	< 15	
7	lehmiger Ton	IT	45 - 65	15 - < 55	
8	Ton	T	> 65	< 35	

* Die Bodenart „sandiger Ton“ ist selten anzutreffen und deshalb wurde kein eigener Schlüssel vergeben. Stellt man bei der Fingerprobe eine relativ geringe Bindigkeit fest, so ist die Zuordnung zum „sandigen Lehm“ (04) vorzunehmen, andernfalls zum tonigen Lehm (06).

Bei der Standardbodenuntersuchung wird die Humusklasse mit der Bodenart gemeinsam als zweistellige Zahl ausgegeben. Dabei ist die erste Zahl die Humusklasse und die zweite Zahl die Bodenart. Beispiel: Die Zahl „04“ bei der Bodenuntersuchung bedeutet „0“ Mineralboden mit der Bodenart „4“ sandiger Lehm.

1.1.2 Bodenstruktur

Die Bodenstruktur oder das Bodengefüge ist die räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile (Sand-, Schluff-, Tonteilchen, Humus). Aus der Art dieser Anordnung ergeben sich das Porenvolumen, d. h. die Hohlräume eines Bodens und deren Beschaffenheit (Größe der Hohlräume, Tiefenverlauf, Kontinuität). Damit hat die Bodenstruktur einen wesentlichen Einfluss auf den Luft-, Wasser- und Wärmehaushalt eines Bodens sowie auf das Wurzelwachstum. Die Bodenstruktur ist von vielen Faktoren abhängig und kann durch Bewirtschaftungsmaßnahmen sowohl negativ als auch positiv verändert werden. Alle Maßnahmen zur Stabilisierung des Gefüges wie Zufuhr organischer Substanz, Zwischenfruchtanbau und Kalkung tragen zu einer günstigen Bodenstruktur wesentlich bei. Strukturfördernd bzw. gefügestabilisierend wirken das „Zusammenspiel“ von Ton und Humusteilchen zu sogenannten Ton-Humus-Komplexen sowie die „Lebendverbauung“ der Mineralteilchen durch Haarwurzeln höherer Pflanzen, Pilzhyphen, Bakterienkolonien und Bodentiere, insbesondere durch die Regenwürmer.

Daraus resultieren positive Effekte auf die Ertragsfähigkeit bzw. die Nährstoffeffizienz eines Standortes. Die größte Gefahr für die Bodenstruktur geht vom Befahren der Flächen in zu feuchtem bzw. nassem Zustand aus. Bei geschädigter Bodenstruktur, z. B. durch hohe Radlasten, kann eine erhöhte Düngung die Hemmung des Pflanzenwachstums abschwächen, aber nicht völlig kompensieren. Ob Strukturschäden vorliegen, lässt sich am besten mit etwas Übung mittels der Spatendiagnose oder einer Bodensonde feststellen.

1.1.3 Bodenleben und Humusversorgung

Obwohl das Bodenleben nur rund 2 - 5 % des in Böden gebundenen Kohlenstoffs ausmacht, ist es die direkte Ursache für fast alle chemischen und physikalischen Umsetzungen, die im Boden stattfinden. Das Bodenleben umfasst die Bodenmikroflora (Bodenmikroorganismen) und die Bodentiere.

Die Bodenmikroflora setzt sich aus Bakterien, Pilzen und Algen zusammen. Ihr Anteil am gesamten Bodenleben beträgt rund 80 %. Bodenmikroorganismen spielen für den Kohlenstoff-, Stickstoff-, Phosphat- und Schwefelkreislauf, für eine stabile Bodenstruktur, für den Schutz der Pflanzen vor Schaderregern und Krankheiten und damit die Förderung des Pflanzenwachstums eine äußerst wichtige Rolle. Eine leistungsfähige, vielfältige Bodenmikroflora ist die Voraussetzung für einen fruchtbaren Boden. Der Bereich der Bodentiere geht vom Einzeller bis hin zu Wirbeltieren. Bodentiere wie Regenwürmer, Tausendfüßler, Asseln, Milben, Springschwänze und Insektenlarven zersetzen Pflanzenreste wie Stroh und Ernterückstände und fördern zudem Stoffumsetzungsprozesse der Mikroflora. Regenwürmer sind die wichtigste, aktiv das Bodengefüge verändernde Tiergruppe im Boden. Durch ihre Grabtätigkeit bilden sie weitverzweigte Röhrensysteme, die Bodenverdichtungen entgegen wirken, die Sauerstoffversorgung, Wasserkapazität und das Infiltrationsvermögen des Bodens verbessern und so die Erosionsgefahr mindern. Verlassene Regenwurmröhren sind bevorzugte Leitbahnen für das Wurzelwachstum bis weit in den Unterboden und Lebensraum für viele nicht grabende Bodentiere. Mit der Aufnahme von organischem Material werden von Regenwürmern auch mineralische Bestandteile des Bodens mitgefressen, im Darm bilden sich dabei stabile Ton-Humus-Komplexe. Der ausgeschiedene Regenwurm Kot ist zudem im Vergleich zum umgebenden Boden reich an Humus, Nährstoffen und Enzymen.

Damit erfüllt ein möglichst aktives Bodenleben eine Schlüsselfunktion für die Bodenfruchtbarkeit und eine effiziente Düngung. Hierzu trägt die Humusversorgung des Bodens entscheidend bei, da der Humus die Nahrungsquelle für Bodenmikroorganismen und Bodentiere ist. Zahlreiche Experimente belegen, dass zwischen dem Humusgehalt eines Bodens und der Menge der mikrobiellen Biomasse eine enge Beziehung besteht. Darüber hinaus liegt die Bedeutung des Humus in der vielfältigen und miteinander verwobenen (komplexen) Beeinflussung nahezu aller Bodeneigenschaften und Bodenfunktionen.

Humus (organische Substanz) ist ein komplexes Gemisch von organischen Stoffen pflanzlichen, mikrobiellen und tierischen Ursprungs, das sich in unterschiedlichen Zersetzungsstadien bzw. Qualitätsstufen befindet. Humus entsteht aus Ernterückständen, organischen Düngern, abgestorbenen Bodenmikroorganismen und Bodentieren überwiegend durch mikrobiellen Abbau. Dabei hat Humus (Humusgehalt = $C_{org} \times 1,72$) für den Boden und das Pflanzenwachstum u. a. folgende wichtige Funktionen:

- Speichern von Nährstoffen: Der Humus stellt eine langsam fließende Nährstoffquelle für die Pflanzen dar. Durch mikrobiellen Abbau der Humusbestandteile werden organisch gebundene Elemente (Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Sauerstoff) in pflanzenverfügbare Verbindungen umgewandelt.
- Bodenstruktur schaffen: Der Humus wirkt Gefüge schaffend und Gefüge stabilisierend, indem er die Mineralteilchen zu einem hohlraumreichen Bodenverband verklebt (Ton-Humus-Komplex). Damit beeinflusst er positiv den Luft- und Wasserhaushalt. Dadurch werden die Wasser- und Nährstoffzufuhr zur Pflanzenwurzel, die Wurzelentwicklung, die Durchlüftung und somit die mikrobielle Aktivität, die Wasserspeicherfähigkeit, die Wasserversickerung, die Wasserstabilität der Bodenaggregate sowie die Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit des Bodens gesteuert. Gefährdungen durch Bodenverdichtung und Erosion können durch optimale Humusgehalte vermindert werden.

- Wasser speichern: Der Humus kann Wasser speichern, eine Eigenschaft, die auch im Hinblick auf die Klimaerwärmung von Bedeutung ist. Die gespeicherte Wassermenge kann das Vielfache des Humusgewichts erreichen.
- Filtern und Puffern: Der Humus kann die für die Pflanzenernährung wichtigen Kationen (Kalzium, Magnesium, Kalium etc.) und Anionen (Phosphat, Sulfat, Nitrat) austauschbar binden und so einen Teil dieser Nährstoffe vor der Auswaschung schützen. Dies ist ein Vorgang, der insbesondere bei sandigen Böden wegen ihres geringen Tonanteils von Bedeutung ist. Die Proteine, ein bedeutsamer Bestandteil des Humus, wirken als Puffer und verhindern größere pH-Schwankungen, eine wichtige Voraussetzung für die biochemischen Prozesse im Boden. Schließlich steuert der Humus durch eine Vielzahl von Adsorptionsmechanismen die Auswaschung und Abbaurate von Pflanzenschutzmitteln und Umweltchemikalien und schützt damit die Umwelt.

Aufgrund dieser vielfältigen Wirkungen stellt eine standortangepasste optimale Humusversorgung in landwirtschaftlichen Betrieben eine wesentliche Grundlage zur nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit und Ertragssicherung dar. Der Humusgehalt und die Humusqualität (u. a. das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff im Humus) von Böden hängen von Standortfaktoren (Klima, Korngrößenverteilung, Geologie, Grundwasser) und von der Bodenbewirtschaftung (Fruchtfolge, Düngung, Bodenbearbeitung) ab. Ein bestimmter Boden kann demnach nur einen für den Standort typischen Humusgehalt aufbauen.

Folgende landwirtschaftliche Maßnahmen erhalten und fördern den Humusgehalt und die Humusqualität:

- Standortgerechte vielfältige Fruchtfolgen mit einem ausgewogenen Verhältnis von humuszehrenden (z. B. Zuckerrübe, Kartoffel, Silomais, Sonnenblume, Getreide mit Strohabfuhr) und humusmehrenden (z. B. Klee gras, Luzerne, Körnerleguminosen, Zwischenfrüchte) Fruchtarten.
- Ausreichende Versorgung des Bodens mit organischer Substanz. Die Zufuhr von organischer Substanz erfolgt durch die bei der Ernte auf dem Feld verbleibenden Ernterückstände (Wurzeln, Stoppeln, Stroh, Sproßmasse), den gezielten Anbau von Zwischenfrüchten zur Gründüngung und durch Wirtschaftsdünger (Stallmist, Gülle, Kompost).
- Gleichmäßige Verteilung und Einarbeitung von Pflanzenresten und organischen Düngern.
- Standort- und bedarfsgerechte Bodenbearbeitung. Dagegen verstärkt eine hohe Bearbeitungsintensität den Humusabbau.
- Standortgerechte Kalkversorgung. Die Bodenbakterien schränken ihre Aktivität mit zunehmender Versauerung ein. Die Kalkung hebt den pH-Wert an und fördert damit die mikrobielle Aktivität.

1.1.4 Fruchtfolge und Zwischenfrüchte

Die optimale Gestaltung der Fruchtfolge eines Betriebes ist ein wesentlicher Grundpfeiler zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit und zudem eine vorbeugende Maßnahme gegen Verunkrautung, Krankheits- und Schädlingsbefall. Ihr Einfluss auf bodenphysikalische und bodenchemische Eigenschaften und damit auf das natürliche Nährstoffnachlieferungsvermögen hat direkten und indirekten Einfluss auf die Ertragsfähigkeit der Böden. Somit trägt eine an Standort und Betriebsituation angepasste optimale Fruchtfolgegestaltung zum Ziel einer möglichst hohen Nährstoffeffizienz der eingesetzten organischen und mineralischen Dünger bei.

Die konkreten Wirkungen der Fruchtfolge auf den Humusgehalt, das Bodenleben, die Beständigkeit der Bodenkrümel (Aggregatstabilität), die Lockerung und die Wasserableitung des Bodens werden

von der Dauer der Bodenbedeckung bzw. Bodenruhe sowie der Durchwurzelungstiefe und der Durchwurzelungsdichte beeinflusst.

Zwischenfrüchte (zur Futternutzung oder als Gründüngung) sind ein wichtiger Bestandteil von Fruchtfolgen und deren Zielen. Dabei bringt das Begrünen der Felder zwischen zwei Hauptfrüchten folgende positive Effekte: Es erfolgt eine Aufnahme und Bindung des mineralisierten Stickstoffs und damit Schutz vor dem N-Austrag aus dem Wurzelraum in das Grundwasser. Insbesondere bei Hanglagen bietet der Zwischenfruchtanbau Schutz vor Bodenerosion und damit verbundenem Nährstoffaustrag (Phosphat) in Oberflächengewässer. Zwischenfrüchte tragen zur Bodenverbesserung durch Versorgung des Bodens mit leicht abbaubarer organischer Substanz, Förderung des Bodenlebens, Lockerung des Unterbodens und Unkrautunterdrückung bei.

Zudem bietet der Zwischenfruchtanbau unter bestimmten Voraussetzungen die Möglichkeit, auch nach der Ernte der Hauptfrucht noch stickstoffhaltige Dünger in begrenzter Menge auszubringen, so auch Gülle oder Biogasgärreste. Zwischenfruchtanbau kann somit die wesentlich strengeren Vorgaben der neuen Düngeverordnung (Sperrfristen, Lagerkapazität) etwas mildern.

1.2 Bodenuntersuchung

Die Bodenuntersuchung gibt Aufschluss über pflanzenverfügbare Nährstoffmengen sowie den pH-Wert des Bodens im Hauptwurzelraum. Sie stellt damit für viele Nährstoffe eine Grundlage für die Düngebedarfsermittlung (siehe Kapitel 2.1, 4 und 5) und für einen effizienten Nährstoffeinsatz dar. Die Düngeverordnung sieht vor dem Aufbringen wesentlicher Nährstoffmengen (50 kg N bzw. 30 kg P₂O₅ pro Hektar und Jahr) eine Ermittlung der im Boden verfügbaren Stickstoff- und Phosphatmengen für jeden Schlag bzw. jede Bewirtschaftungseinheit u.a. durch Untersuchung repräsentativer Proben vor. Für verfügbaren Stickstoff (z. B. N_{min}) gilt dies im Ackerbau für den Zeitpunkt der Düngung, mindestens aber jährlich. Für Dauergrünland und mehrschnittigen Feldfutterbau ist die N_{min}-Methode nicht für die Düngebedarfsermittlung geeignet und deshalb auch nicht vorgesehen. Für Phosphat ist nach Vorgaben der Düngeverordnung für jeden Schlag ab einer Größe von einem Hektar in der Regel im Rahmen einer Fruchtfolge, mindestens aber alle sechs Jahre eine Bodenuntersuchung durchzuführen.

Voraussetzung für ein verwertbares Untersuchungsergebnis der Bodenuntersuchung ist eine korrekte und repräsentative Bodenprobenahme. Dabei sind insbesondere die Anzahl der Einstiche, die Probenahmetiefe und der sachgerechte Probentransport zu beachten.

Für eine repräsentative Probe sind auf Acker mindestens 15 bis 20 Einstiche notwendig, die gleichmäßig über die Beprobungsfläche verteilt sein müssen. Für einen aussagekräftigen Mittelwert sind auf Wiesen mindestens 15 bis 20 Einstiche und auf Weiden aufgrund der gegenüber Wiesen ungleichmäßigeren Nährstoffverteilung 40 Einstiche je Teilfläche erforderlich.

Oberirdische Pflanzenteile dürfen in der Mischprobe nicht enthalten sein. Die Probenahme sollte nicht in den ersten acht Wochen nach einer Düngung gezogen werden, da sonst das Messergebnis grob verfälscht werden kann.

1.2.1 N_{min}-Untersuchung (Stickstoff)

Die Untersuchung auf pflanzenverfügbaren Stickstoff (N_{min}) ist nur auf Acker sinnvoll und erfolgt im Frühjahr in der Regel bis auf eine Tiefe von 60 cm (0 - 30 cm, 30 - 60 cm). Die Tiefe von 60 - 90 cm wird gegebenenfalls berechnet. Die N_{min}-Proben sind nach der Probenahme sofort zu kühlen und bei unter 2 °C zu lagern und zu transportieren. Während die Phosphat- und Kaligehalte im Boden kurzfristig nur wenig veränderbare Größen mit geringer jahreszeitlicher Variation sind, verändert sich der Gehalt an mineralischem Stickstoff des Bodens (N_{min}) sehr wesentlich im Vegetationsverlauf (Bewuchs, Düngung, Witterung). Er wird für die Düngebedarfsermittlung daher im Frühjahr vor einer Düngungsmaßnahme ermittelt. Um den „Rest“ N_{min}-Gehalt im Herbst zu bestimmen, wer-

den die Bodenproben in der Regel bis 90 cm Tiefe im November vor der Auswaschungsperiode gezogen.

Der mineralische Stickstoff (N_{\min}) zu Vegetationsbeginn ist für die Pflanzen grundsätzlich vollständig verfügbar und muss in der Düngebedarfsermittlung angerechnet werden. Die fachlich korrekte Anwendung des N_{\min} -Wertes sowie sonstiger Einflussgrößen zur Stickstoff-Düngebedarfsermittlung nach Düngeverordnung (DüV) wird in Kapitel 4.1 behandelt.

1.2.2 Standard (pH, P_2O_5 , K_2O) und Mg

Seitens der Düngeverordnung ist nur eine Untersuchung auf pflanzenverfügbares Phosphat durch zugelassene Untersuchungsmethoden vorgeschrieben. Aus fachlicher Sicht empfiehlt es sich aber, bei der Bodenuntersuchung auch den pH-Wert und den pflanzenverfügbaren Kaligehalt des Bodens mit untersuchen zu lassen (sog. Standardbodenuntersuchung). Besteht der Verdacht auf Magnesiummangel, z. B. bei sehr sandigen Standorten oder Flächen ohne Rückführung von Wirtschaftsdüngern, sollte zusätzlich dieser Nährstoff untersucht werden.

Bei der Standardbodenuntersuchung (pH, Phosphat und Kali) und der Untersuchung auf Magnesium und/oder ggf. auf Spurennährstoffe wird in der Regel nur die Krume (Acker: 0 - 20 cm) beprobt. Auf Grünland ist eine Beprobung von 0 - 10 cm (Hauptwurzelraum) vorgesehen. Es empfiehlt sich hierbei die Verwendung eines speziellen Probenahmeapparates, das genau diese Tiefe einhält.

Im Gegensatz zum mineralischen Stickstoff sind die durch die Bodenuntersuchung bestimmbar Phosphat- und Kaligehalte des Bodens kurzfristig nur wenig veränderbare Größen mit geringer jahreszeitlicher Variation. Günstig für die Probenahme sowohl auf Acker als auch auf Grünland ist der Zeitraum von Herbst bis zum zeitigen Frühjahr vor der Düngung. Darüber hinaus empfiehlt es sich, bei der Standardbodenuntersuchung stets etwa den gleichen Zeitpunkt im Jahr und möglichst gleiche Bedingungen (Bodenfeuchte, Witterung) zu wählen, um natürliche Schwankungen des pH-Wertes, des P- und des K-Gehaltes möglichst niedrig zu halten. Solche Schwankungen können auch bei exakter Probenahme stets auftreten. Sie möglichst gering zu halten, ist eine entscheidende Voraussetzung, um langjährige Trends der Veränderungen beobachten und für die Ableitung von Düngestrategien interpretieren zu können.

Eine in mehrjährigem Abstand durchgeführte Bodenuntersuchung lässt erkennen, ob die Düngepraxis zu einem Ansteigen oder Abfallen der Nährstoffversorgung der Böden führt (Kontrollfunktion). Dies ist besonders wichtig für Betriebe, die betriebsfremde organische Dünger, u. a. auch Kompost oder Biogasgärreste verwenden. Aus dem Zusammenhang zwischen der Düngewirkung und den pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalten im Boden kann die Düngung für den optimalen Ertrag bzw. für die gewünschte Qualität des Erntegutes abgeleitet werden. Hierbei erfordern niedrigere Werte eine höhere Düngung, während höhere Werte zu niedrigeren Düngungsempfehlungen führen. Um in der Praxis eine schnelle Einschätzung des Versorgungszustandes der Böden zu ermöglichen, werden seit vielen Jahrzehnten die im Boden analysierten Nährstoffe in Gehaltsklassen gruppiert.

Die mit der Bodenuntersuchung festgestellten Nährstoffgehalte und die damit erzielten Erträge stehen in der Praxis nicht immer in enger Beziehung zueinander. Ursachen dafür liegen im Standort (Boden, Witterung) und in pflanzenspezifischen Eigenheiten. Die Höhe der Nährstoffaufnahme der Pflanzen wird nicht nur von den vorhandenen Nährstoffen, sondern auch von deren Verfügbarkeit im Boden (abhängig von Pufferung, Wassergehalt, Bodenart, Bodenstruktur etc.) und dem Aneignungsvermögen der Pflanzen (abhängig von Größe und Verteilung des Wurzelsystems, Mobilisierung von Nährstoffen) bestimmt. Um zu gewährleisten, dass die Richtwerte auch unter ungünstigen Umweltbedingungen (z. B. sehr nasses Frühjahr) eine hohe Ertragsfähigkeit der Kulturen sicherstellen, sind insbesondere bezüglich einer optimalen Phosphatversorgung der Pflanzen weitere Einflussfaktoren für die Nährstoffverfügbarkeit zu beachten (siehe Kapitel 1.1 und 1.3). So sollte z. B.

in der Fruchtfolge die P-Düngung als Vorratsdüngung vornehmlich zu den Kulturarten Kartoffeln, Mais, Zuckerrüben, Winterraps und Leguminosen erfolgen.

1.2.3 Spurennährstoffe

Spurenelemente sind für eine bestmögliche Ernährung der Pflanze genauso wichtig und notwendig wie die Hauptnährstoffe. Der Unterschied zu diesen liegt darin, dass wesentlich geringere Mengen für ein optimales Pflanzenwachstum benötigt werden. Die Abfuhr an Spurenelementen durch das Erntegut beträgt meist weit unter einem Kilogramm pro Hektar (siehe Tabelle 17). Dennoch ist die Bedeutung der Spurennährstoffe in den letzten Jahren gestiegen, die Gründe hierfür sind höhere Erträge, verminderte Einträge über Niederschläge und ein oft höheres Düngungsniveau mit den Hauptnährstoffen.

Häufig genügen für die Versorgung der Pflanzen die im Boden vorliegenden bzw. aus Mineralien durch Verwitterung frei werdenden sowie die durch Wirtschaftsdünger zurückgeführten Mengen. In der Regel ist eine ausreichende Versorgung durch den Boden gewährleistet. Dies gilt insbesondere bei lehmigen bis tonigen Böden und bei regelmäßiger Rückführung durch Wirtschaftsdünger.

Spurenelementmangel tritt in der Praxis meist nester- oder streifenweise auf und wird oft durch die Festlegung in für die Pflanzen nicht aufnehmbare Verbindungen verursacht. Die Verfügbarkeit der einzelnen Spurennährstoffe ist von einer Reihe von Faktoren abhängig, die in Tabelle 3 dargestellt sind.

Tabelle 3: Verfügbarkeit von Spurennährstoffen

	Bor (B)	Kupfer (Cu)	Mangan (Mn)	Zink (Zn)	Eisen (Fe)	Molybdän (Mo)
Hoher pH-Wert	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr hoch
Niedriger pH-Wert		sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr gering
Hohe P-Bodengehalte			gering	sehr gering	sehr gering	sehr hoch
Bodenverdichtung, Sauerstoffmangel			sehr hoch		sehr hoch	
Hoher Humusgehalt		sehr gering	sehr gering	sehr gering		
Höherer Tongehalt	gering	hoch		gering		
Hohe Temperaturen	sehr hoch		sehr hoch		sehr hoch	
Niedrige Temperaturen	sehr gering		sehr gering	sehr gering	sehr gering	
Trockenheit	sehr gering		sehr gering	gering	sehr gering	gering

Quelle: In Anlehnung an „Die Landwirtschaft - Landwirtschaftlicher Pflanzenbau (2014)“

Akuter Spurenelementmangel (B, Cu, Mn, Fe) ist häufig auf Böden mit sehr hohen pH-Werten, besonders auf Böden mit freiem Kalk bzw. starken Aufkalkungsmaßnahmen feststellbar. Ebenfalls auf

Böden mit geringer Lagerungsdichte (Moorböden, Sandböden). Trockenheit schränkt die Verfügbarkeit von Spurenelementen ein. Verdeckter Mangel kann auch auf Böden mit besonders hohen Gehalten an Hauptnährstoffen auftreten.

Die Bodenuntersuchung auf Spurenelemente ist auf wenigen Schlägen in großen Zeitabständen (> 10 Jahre) ausreichend, um die Versorgung der Region (Betrieb) zu kennen. Bei einem vermuteten Spurennährstoffmangel auf einem Einzelschlag sollte für diesen Schlag eine Untersuchung durchgeführt werden, ggf. in Verbindung mit einer Pflanzenanalyse. Auch beim Verdacht einer Überversorgung (z. B. Kupfergehalte in Hopfengärten) ist eine Untersuchung sinnvoll. Die Behebung eines Spurenelementmangels durch Bodendüngung ist oft schwierig, da sehr häufig, insbesondere bei ungünstigen Bedingungen, eine Festlegung im Boden auftritt, so z. B. bei Mangan oder Eisen. Deswegen wird bei Verdacht auf Spurenelementmangel die Blattspritzung gewählt. Zudem ist zu beachten, dass bei einigen Spurenelementen enge Grenzen zwischen Mangel, Optimum und Toxizität (z. B. bei Bor) bestehen (siehe Kapitel 2.7).

Wird eine Bodenuntersuchung durchgeführt, so gelten die unter Punkt 1.2.2 genannten Beprobungstiefen. Bei der Interpretation der Werte ist zudem das Extraktionsverfahren zu berücksichtigen. Hierbei ist für die in diesem Heft genannten Gehaltsklassen und Richtwerte für eine Bodenuntersuchung mit Bor, Kupfer, Mangan und Zink (Kapitel 2.7) die seit 2003 eingeführte CAT-Methode die Bemessungsgrundlage.

1.3 Nährstoffeffizienz und Ausbringung

Um eine hohe Nährstoffeffizienz insbesondere bei der Anwendung der organischen Dünger zu erreichen, müssen diese möglichst verlustfrei ausgebracht werden. Das gilt besonders für Stickstoff. Gasförmige Stickstoffverluste in Form von Ammoniak treten neben der Tierhaltung im Stall besonders bei der Ausbringung auf und belasten die Luft und die Umwelt. Nach der NEC-Richtlinie (Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen) müssen die Ammoniakemissionen bis 2030 um 29 % gegenüber dem Basisjahr 2005 reduziert werden. Zusätzlich erfordern die in der Düngeverordnung vorgegebenen Mindestwerte für die N-Anrechnung von organischen Düngern sowie die betrieblichen Obergrenzen für Stickstoff eine optimale, verlustarme Ausbringung. Eine deutliche Minderung der Ammoniakemissionen kann erreicht werden durch:

- Ausbringung bei kühler bedeckter Witterung,
- unverzügliche Einarbeitung auf unbestelltem Ackerland (nicht erst nach 4 Stunden),
- Verdünnung der Gülle,
- direkte Einbringung in den Boden (Injektionstechnik),
- bodennahe streifenförmige Ausbringung.

Nach Düngeverordnung dürfen daher auf bestelltem Ackerland ab 2020 organische Dünger mit einem TM-Gehalt von über 2 % nur noch streifenförmig auf den Boden aufgebracht oder direkt in den Boden eingebracht werden. Für Grünland und mehrschnittigen Feldfutterbau gilt diese Regelung ab 2025.

1.3.1 Stickstoff

Wenn eine Einarbeitung der oben genannten Dünger in den Boden nicht möglich ist, sind die Witterungsbedingungen bei der Ausbringung für die Höhe der Ammoniakverluste und damit für die N-Ausnutzung der organischen Düngung entscheidend. Dies bedeutet, dass Gülle nicht bei hohen Temperaturen, also nicht spätvormittags bis frühabends, sondern bei kühlen Temperaturen (z. B. in den Abendstunden) bzw. bei leichtem Regen ausgebracht werden soll. Darüber hinaus bewirken niedrige Trockensubstanzgehalte (Verdünnung mit Wasser) der Gülle eine Minderung der Ausbringungsverluste.

1.3.2 Phosphat

Phosphat ist im Boden im Gegensatz zu Stickstoff und Schwefel nur wenig beweglich und muss zudem aktiv von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden. Damit hängt die räumliche Verfügbarkeit von Phosphat im Boden sehr stark vom Wurzelwachstum und der Wurzelverteilung der Kulturen im Boden bzw. von der Entfernung zwischen Nährstoff und Wurzel ab. Der Erhalt einer günstigen Bodenstruktur trägt damit zur P-Effizienz bei.

2 Mineralische Düngung

2.1 Kalk (CaO)

Kalk ist für Boden und Pflanze gleichermaßen notwendig, wobei die Wirkung des Kalks auf den Boden im Vordergrund steht. Kalk hebt den pH-Wert des Bodens an und fördert somit das Bodenleben, die Bodengare, die Humusbildung und die Nährstoffumsetzung, bei hohen pH-Werten (> 7,2) aber auch die Festlegung von Spurenelementen. Zunehmende Versauerung von Mineralböden kann die Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen, z. B. die des Phosphats, vermindern. Daneben kann bei sehr niedrigen pH-Werten (pH < 5,0) eine Aluminiumtoxizität auftreten. Der anzustrebende pH-Bereich (gemessen im CaCl₂-Extrakt) ist in Abhängigkeit von Nutzung (Acker/Dauergrünland), Bodenart und Humusgehalt verschieden (Tabellen 4, 5, 7 bis 11). Wegen den zahlreichen Wirkungen des Kalks stellt der für einen bestimmten Standort anzustrebende pH-Wert einen Kompromiss dar, der die optimale Nährstoffverfügbarkeit und die biologische Aktivität gewährleistet.

Der Kalkbedarf ist abhängig vom Tongehalt des Bodens. Auf leichten Böden sind geringere Kalkmengen zur Anhebung (bzw. Erhaltung) des pH-Wertes erforderlich als auf schweren.

Tabelle 4: Gehaltsklassen für pH-Werte in Ackerböden (Humusgehalt ≤ 4 %)

Bodenart	pH-Klassen bei Mineralböden		
	A/B sehr niedrig / niedrig	C anzustreben (optimal)	D/E hoch / sehr hoch
Sand	< 5,4	5,4 - 5,8	> 5,8
schwach lehmiger Sand	< 5,8	5,8 - 6,3	> 6,3
stark lehmiger Sand, sandiger Lehm, schluffiger Lehm (Lößlehm)	< 6,2	6,2 - 6,5 6,6 - 6,8 (-)	> 6,8 6,6 - 6,8 (+)
toniger Lehm bis Ton	< 6,4	6,4 - 6,7 6,8 - 7,2 (-)	> 7,2 6,8 - 7,2 (+)

(-) kein freier Kalk (nach Salzsäure-Test)

(+) freier Kalk (nach Salzsäure-Test)

Tabelle 5: Anzustrebende pH-Werte für humose Böden, anmoorige Böden und Moor bei Ackernutzung und Erhaltungskalkung (dt CaO/ha) für 3 Jahre

Bodenart des mineralischen Anteils	Humusgehalt in %					
	4,1 - 15,0		15,1 - 30,0		> 30	
	pH-Bereich	Erhaltungskalkung	pH-Bereich	Erhaltungskalkung	pH-Bereich	Erhaltungskalkung
Sand	4,8 - 5,3	5	4,3 - 4,7	4		
schwach lehmiger Sand	5,2 - 5,7	8	4,6 - 5,1	6		
stark lehmiger Sand bis schluffiger Lehm	5,5 - 6,2	13	5,0 - 5,6	8		
toniger Lehm bis Ton	5,7 - 6,5	17	5,1 - 5,9	10		
Hochmoor und Niedermoor					keine Vorgabe	keine

2.1.1 Düngedarfsermittlung Kalk für Ackerflächen

Für die Kalkdüngung stehen verschiedene Düngerarten zur Verfügung. Auf schweren Böden zeigt Branntkalk eine besonders gute Wirkung auf die Bodenstruktur. Kohlensaurer Kalk, kohlensaurer Magnesium-Kalk, Hüttenkalk oder Konverterkalk, Carbokalk sowie verschiedene Rückstandkalke (z. B. Schwarzkalk) sind auf allen Böden einsetzbar. Viele handelsübliche Mineraldünger enthalten Kalk als Nebenbestandteil, andere beanspruchen bei ihrer Umsetzung die Kalkvorräte des Bodens. Für die wichtigsten Mineraldünger wurde der theoretische Kalkwert (Kalkbedarfswert) berechnet (Anhang 3). Auf magnesiumarmen Standorten ist der Einsatz von Kalkdüngern mit Magnesium sinnvoll.

Die Wirkung von Kalkdüngern ist unterschiedlich:

- Je feiner die Vermahlung ist, umso schneller ist die Wirkung.
- Bei gleichem Vermahlungsgrad wirkt Ca-Oxid schneller als Ca-Carbonat und dieses schneller als Ca-Silikat (Tabelle 6).
- Magnesiumhaltige kohlensaurer Kalke wirken in der Regel langsamer als Mg-freie Kalke.

Tabelle 6: Formen, Gehalte und Nebenbestandteile wichtiger Kalkdünger

Düngemittel	Form	Kalkgehalt in % als CaO	Nebenbestandteile
Branntkalk	Oxid	65 - 95	z. T. Mg
Kohlensaurer Kalk	Carbonat	42 - 53	z. T. Mg
Hüttenkalk	Silikat	40 - 50	Mg, Spurennährstoffe
Konverterkalk	Silikat	40 - 50	P, Mg, Spurennährstoffe
Rückstandkalk	Carbonat, Oxid, Hydroxid	> 30	Mg, Spurennährstoffe
Carbokalk	Carbonat	> 20	N, P, Mg

Die Höhe der Kalkdüngung ist abhängig von der Bodenart, dem pH-Wert und dem Vorliegen von freiem Kalk. Eine Erhaltungskalkung hält den Boden im optimalen pH-Bereich und soll den Kalkverlust durch Pflanzen, Auswaschung oder Ausbringen versauernder Düngemittel ersetzen. Sie wird in der Regel alle drei Jahre wiederholt, kann jedoch entfallen, wenn innerhalb des anzustrebenden pH-Bereichs freier Kalk (+) vorhanden ist (Tabelle 7). Sind die pH-Werte bereits in die Gehaltsklassen A/B abgesunken, sind erhöhte Kalkmengen notwendig, um den pH-Wert kurz- oder mittelfristig anzuheben. Der Tabelle 8 ist zu entnehmen, welche Kalkmengen in Dezitonnen CaO je Hektar erforderlich sind, um die Reaktion des Bodens in den gewünschten pH-Bereich anzuheben. Dabei dürfen die Höchstmengen je Einzelgabe nach Tabelle 7 nicht überschritten werden.

Tabelle 7: Höhe der Gesundungs- und Erhaltungskalkung (Ackerland, Humusgehalt $\leq 4\%$)

Bodenart	Gehaltsklassen				
	A/B Gesundungskalkung		C Erhaltungskalkung		D/E keine Kalkung erforderlich
	bei pH-Wert	einmalige Höchstgabe dt CaO/ha	bei optimalem pH-Wert	Menge für 3 Jahre* dt CaO/ha	bei pH-Wert
Sand	< 5,4	15	5,4 - 5,8	6	> 5,8
schwach lehmiger Sand	< 5,8	20	5,8 - 6,3	10	> 6,3
stark lehmiger Sand bis schluffiger Lehm	< 6,2	60	6,2 - 6,5 u. 6,6 - 6,8 (-)	17	> 6,8 u. 6,6 - 6,8 (+)
toniger Lehm bis Ton	< 6,4	100	6,4 - 6,7 u. 6,8 - 7,2 (-)	20	> 7,2 u. 6,8 - 7,2 (+)

* im oberen Bereich der Gehaltsstufe C kann die Erhaltungskalkung auch in größeren Zeitabständen erfolgen.

(-) kein freier Kalk (nach Salzsäure-Test)

(+) freier Kalk (nach Salzsäure-Test)

Tabelle 8: *Kalkdüngungsbedarf in dt CaO/ha von Ackerböden mit einem Humusgehalt von $\leq 4\%$ in Abhängigkeit von pH-Wert und Bodenart (Humusgehalt = Corg x 1,72), Stand: Januar 2018*

pH-Wert	Bodenart			
	Sand	schwach lehmiger Sand	stark lehmiger Sand bis schluffiger Lehm	toniger Lehm bis Ton
	1	2	3 - 5	6 - 8
≤ 4,0	45	77	117	160
4,1	42	73	117	160
4,2	39	69	117	160
4,3	36	65	115	160
4,4	33	61	110	160
4,5	30	57	105	160
4,6	27	53	100	152
4,7	24	49	95	144
4,8	22	46	90	136
4,9	19	42	80	128
5	16	38	75	121
5,1	13	34	70	113
5,2	10	30	65	105
5,3	7	26	60	98
5,4	Erhaltungskalkung 6	22	55	90
5,5		19	50	82
5,6		15	45	75
5,7		11	40	67
5,8		10	35	59
5,9	0	10	30	52
6	0	10	25	44
6,1	0	10	20	36
6,2	0	10	17	29
6,3	0	10	17	21
6,4	0	0	17	20
6,5	0	0	17	20
6,6	0	0	(-) 17	20
6,7	0	0	(-) 17	20
6,8	0	0	(-) 17	(-) 20
6,9	0	0	0	(-) 20
7	0	0	0	(-) 20
7,1	0	0	0	(-) 20
7,2	0	0	0	(-) 20
> 7,2	0	0	0	0

(-) kein freier Kalk (nach Salzsäure-Test):

(+) freier Kalk (nach Salzsäure-Test):

Erhaltungskalkung erforderlich

Erhaltungskalkung nicht erforderlich

2.1.2 Düngebedarfsermittlung Kalk für Dauergrünlandflächen

Die anzustrebenden pH-Werte liegen für Dauergrünland deutlich unter den für Ackerland gültigen Werten. Hierfür spricht eine Reihe von Gründen. Auf Dauergrünland ist die bodenstukturfördernde Wirkung des Kalkes weitestgehend entbehrlich, da die Bodenbearbeitung entfällt und der Boden einen höheren Humusgehalt und eine höhere biologische Aktivität aufweist. Zudem bevorzugen wertvolle Gräserarten eine schwach saure Bodenreaktion.

*Tabelle 9: Kalkdüngungsbedarf Dauergrünland – Böden bis 15 % Humus
Empfohlene Menge in dt CaO/ha nach einer Bodenuntersuchung
Hinweis: Die Erhaltungskalkung für den jeweils anzustrebenden pH-Bereich (Gehaltsklasse C) ist fett gedruckt*

pH-Wert	Bodenart			
	Sand	schwach lehmiger Sand	stark lehmiger Sand bis schluffi- ger Lehm	toniger Lehm bis Ton
	1	2	3 - 5	6 - 8
≤ 4,0	16	28	50	60
4,1	14	26	47	57
4,2	12	24	43	53
4,3	10	22	40	50
4,4	9	20	37	47
4,5	7	18	33	45
4,6	5	16	30	42
4,7	3	14	27	40
4,8	3	12	24	37
4,9	3	10	20	35
5,0	3	8	17	32
5,1	0	6	14	30
5,2	0	4	5	25
5,3	0	4	5	20
5,4	0	4	5	15
5,5	0	4	5	10
5,6	0	0	5	8
5,7	0	0	5	6
5,8	0	0	5	6
5,9	0	0	5	6
6,0	0	0	0	6
6,1	0	0	0	6
6,2	0	0	0	0
> 6,2	0	0	0	0
einmalige Höchstmenge	10	15	25	30

Böden bis 15 % Humus

Tabelle 9 zeigt den Kalkdüngungsbedarf für Böden bis 15 % Humus in Abhängigkeit von Bodenart und pH-Wert, wie er direkt nach dem Vorliegen einer Bodenuntersuchung empfohlen wird. Liegt der bei der Bodenuntersuchung festgestellte pH-Wert im anzustrebenden Bereich (beim Ausdruck des Bodenuntersuchungsergebnisses Gehaltsklasse C), sollte eine sogenannte Erhaltungskalkung durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass der pH-Wert bis zur nächsten Bodenuntersuchung nicht unter den anzustrebenden Bereich abfällt.

Liegt der bei der Bodenuntersuchung festgestellte pH-Wert niedriger als die für die jeweilige Bodenart unteren Werte des anzustrebenden pH-Bereichs (Gehaltsklasse A/B), so erhöht sich die empfohlene Kalkmenge zunehmend. Dabei wird empfohlen, bestimmte Höchstmengen pro Einzelgabe nicht zu überschreiten, um unerwünschte Nebenwirkungen (z. B. Festlegung von Makro- oder Mikronährstoffen) zu vermeiden. Sollten aufgrund sehr niedriger pH-Werte Düngegaben über der Höchstmenge (Tabelle 9 unten) ausgewiesen werden, so wird geraten, diese empfohlene Kalkdüngermenge auf zwei Jahre aufzuteilen.

Liegt der bei der Bodenuntersuchung festgestellte pH-Wert über dem anzustrebenden pH-Bereich (Gehaltsklasse D/E), so wird bis zur nächsten Bodenuntersuchung keine Kalkgabe empfohlen.

Je nach Bodenart und pH-Wert ist auch eine weitere Kalkdüngung drei Jahre nach der aktuellen Bodenuntersuchung sinnvoll. In der Tabelle 10 ist der hierfür empfohlene Kalkdüngungsbedarf für Böden bis 15 % Humus aufgeführt. Dies deshalb, da die Bodenuntersuchung üblicherweise alle sechs Jahre durchgeführt wird.

*Tabelle 10: Kalkdüngungsbedarf Dauergrünland – Böden bis 15 % Humus
Empfohlene Menge in dt CaO/ha 3 Jahre nach aktueller Bodenuntersuchung*

pH-Wert	Bodenart			
	Sand	schwach lehmi- ger Sand	stark lehmiger Sand bis schluffiger Lehm	toniger Lehm bis Ton
	1	2	3 - 5	6 - 8
< 4,9	3	4	5	6
< 5,4	0	4	5	6
< 5,8	0	0	5	6
< 6,0	0	0	0	6

Böden über 15 % Humus

Für Böden mit einem Humusgehalt von über 15 bis 30 Prozent (Anmoore) werden deutlich niedrigere anzustrebende pH-Werte und Kalkempfehlungen (Tabelle 11) als bei Mineralböden ausgewiesen, u. a. um eine übermäßige Humusmineralisierung zu verhindern.

Auf Moorstandorten, das heißt Böden mit mehr als 30 % Humus und Torfauflagen über 30 cm Mächtigkeit, werden aus diesem Grund generell keine Kalkgaben empfohlen.

Tabelle 11: *Kalkdüngungsbedarf Dauergrünland – Böden 15,1 - 30 % Humus (Anmoor)*
Empfohlene Menge in dt CaO/ha nach einer Bodenuntersuchung ¹⁾
Hinweis: Die Erhaltungskalkung für den jeweils anzustrebenden pH-Bereich (Gehaltsklasse C) ist fett gedruckt

pH-Wert	Bodenart			
	Sand	schwach lehmiger Sand	stark lehmiger Sand bis schluffiger Lehm	toniger Lehm bis Ton
	1	2	3 - 5	6 - 8
≤ 4,0	7	12	18	25
4,1	5	10	16	22
4,2	4	9	15	20
4,3	3	7	13	18
4,4	3	6	11	16
4,5	3	4	9	14
4,6	0	3	7	12
4,7	0	3	5	10
4,8	0	3	4	9
4,9	0	3	4	8
5,0	0	0	4	7
5,1	0	0	4	6
5,2	0	0	4	6
5,3	0	0	4	6
5,4	0	0	0	6
5,5	0	0	0	6
5,6	0	0	0	6
5,7	0	0	0	6
5,8	0	0	0	0
> 5,8		0	0	0
einmalige Höchstmenge	4	6	8	10

¹⁾ keine weitere Kalkung 3 Jahre nach Bodenuntersuchung

Hinweise

Auf Flächen, die sich im anzustrebenden pH-Bereich befinden, kann eine regelmäßige organische Düngung (z. B. regelmäßige Gülle Düngung über die Jahre) die Erhaltungskalkung zu etwa 50 - 100 Prozent ersetzen.

Auf Dauergrünland sollten im Regelfall kohlen saure Kalke ausgebracht werden. Auf magnesiumarmen Standorten ist der Einsatz von kohlen saurem Magnesiumkalk sinnvoll. Bei Verdacht auf Magnesiummangel sollte zusätzlich zur Standardbodenuntersuchung auch der Magnesiumgehalt untersucht werden. Die Kalkwirkung ist umso schneller, je feiner die Vermahlung ist.

Sollten Dauergrünlandflächen langjährig nicht mit Wirtschaftsdüngern sondern ausschließlich oder überwiegend mit Mineraldüngern versorgt werden, so ist besonders auf eine regelmäßige pH-Messung und entsprechende Kalkung zu achten, um einer unerwünschten Veränderung der botanischen Zusammensetzung des Grünlands vorzubeugen, die mit Ertrags- und Qualitätsverlusten verbunden sein kann.

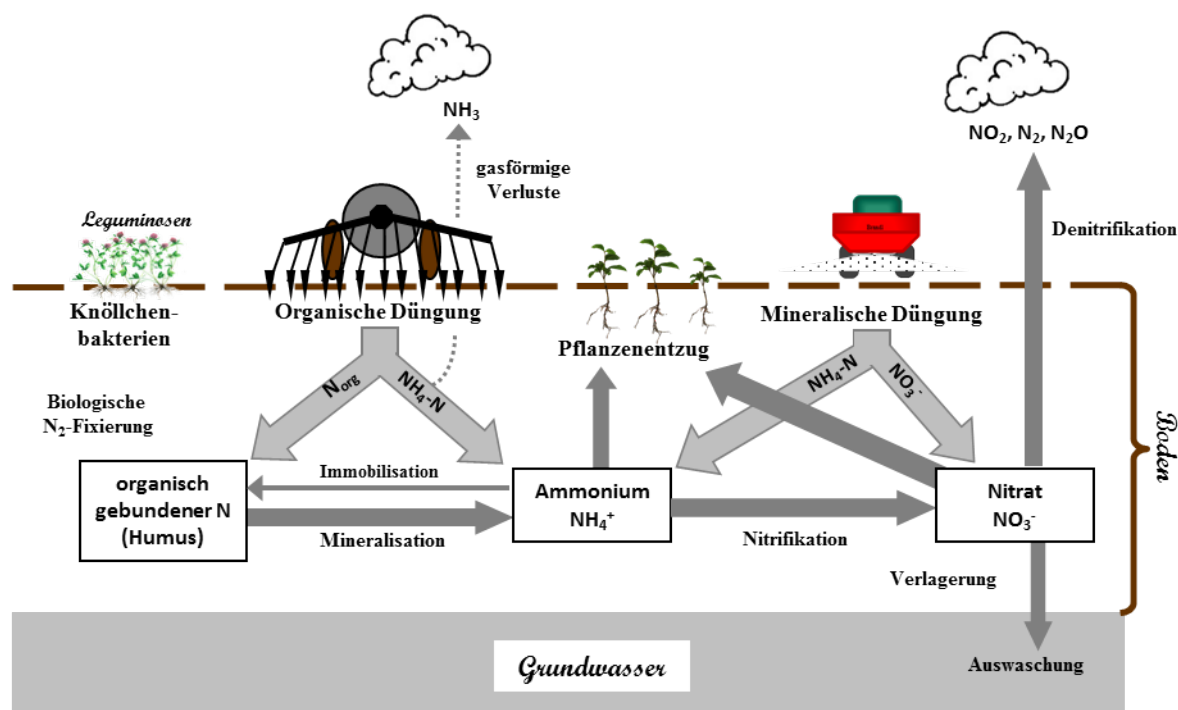
2.2 Stickstoff

Stickstoff ist der Nährstoff mit den größten Ertrags- und Qualitätseinflüssen. Weit stärker als bei anderen Nährstoffen bewirkt sowohl ein Zuwenig als auch ein Zuviel Mindererträge und Qualitätseinbußen. Die hohe Mobilität, besonders die des Nitratstickstoffs, bringt es mit sich, dass dieser Pflanzennährstoff auch bei Anwendung aller verfügbaren Maßnahmen der guten fachlichen Praxis unvermeidbaren Auswaschungsverlusten unterliegt. Geht die Stickstoffzufuhr über den Pflanzenbedarf und den Ausgleich für die unvermeidbaren Verluste hinaus, sind negative Folgen für die Umwelt, insbesondere für das Grundwasser, nicht zu vermeiden. Ziel einer ausgewogenen Stickstoffdüngung ist es, die für den wirtschaftlichen Optimalertrag notwendige N-Menge unter Berücksichtigung des aktuellen N-Angebotes des Bodens und der N-Nachlieferung aus verschiedenen Quellen zur Verfügung zu stellen.

Im Boden kommt Stickstoff organisch gebunden (Humus), mineralisiert (Ammonium, Nitrat) oder in sehr geringen Mengen gasförmig (NO_2 , N_2 , N_2O) vor. In den in Bayern vorkommenden Ackerböden sind ca. 3000 bis 8000 kg Stickstoff/ha enthalten. Die Mengen schwanken in Abhängigkeit von Bodenart, Klima, Bewirtschaftungsweise und Höhe der organischen Düngung. Davon ist für die Ernährung der Pflanzen nur ein kleiner Teil verfügbar.

Ein Pflanzenbestand deckt seinen Stickstoffbedarf im Wesentlichen (Abbildung 1):

- aus dem zu Vegetationsbeginn in der Wurzelzone vorhandenen mineralischen Stickstoff (N_{min}),
- aus dem während der Vegetationsperiode durch Abbau organischer Stoffe freiwerdenden Stickstoff,
- aus dem mit organischen und mineralischen Düngemitteln zugeführten Stickstoff,
- durch den von Knöllchenbakterien gebundenen Luftstickstoff.



Quelle: In Anlehnung an „Die Landwirtschaft – Landwirtschaftlicher Pflanzenbau 2014“

Abbildung 1: Wege des Stickstoffs

Die meisten mineralischen Stickstoffdünger enthalten Ammonium und/oder Nitrat, beide Formen sind im Boden schnell verfügbar. Die Pflanzen nehmen hauptsächlich Nitrat auf, Ammonium wird langsamer verwertet. Harnstoffhaltige Düngemittel werden im Boden in Abhängigkeit von der Temperatur relativ schnell zu Ammonium und weiter zu Nitrat umgewandelt, können in geringem Umfang aber auch direkt von den Pflanzen verwertet werden. Harnstoff kann unter bestimmten Bedingungen (Temperatur, pH-Wert) höhere gasförmige Verluste in Form von Ammoniak aufweisen. Daher darf er nach der neuen Düngeverordnung ab 2020 nur noch mit Ureasehemmstoffen ausgebracht werden oder muss innerhalb von vier Stunden eingearbeitet werden. Düngemittel mit Nitrifikationshemmstoffen verzögern die Umwandlung von Ammonium zu Nitrat je nach Einsatzzeitpunkt um drei bis sechs Wochen. Damit findet in dieser Zeit keine Verlagerung von Nitrat in tiefere Bodenschichten statt. Der Einsatz dieser Dünger kann bei langsam wachsenden Kulturen (Mais, Kartoffeln) auf leichten Böden Vorteile haben.

Die richtige Bemessung der mineralischen Stickstoffdüngung, auch zur Ergänzung zu den organischen Düngern, ist ein wesentlicher Teil der Düngebedarfsermittlung. Sie garantiert hohe Erträge und hilft, Verluste in das Grundwasser zu vermeiden. Die Düngeverordnung schreibt im Ackerland die Ermittlung des im Boden verfügbaren Stickstoffs vor der Ausbringung vor.

2.3 Phosphat (P₂O₅)

Phosphor ist ein wichtiger Baustein in der Pflanze und an allen Vorgängen des Energiehaushaltes beteiligt. Er muss den Pflanzen in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, Überversorgungen sind jedoch zu vermeiden, da dieser Nährstoff auch für die Eutrophierung der Oberflächengewässer verantwortlich ist. Daher unterliegt auch Phosphor den Regelungen und Einschränkungen der Düngeverordnung. Die Düngeverordnung schreibt auf allen Schlägen > 1 ha eine Bodenuntersuchung auf Phosphat vor, wenn mehr als 30 kg P₂O₅/ha und Jahr ausgebracht werden. Diese muss alle sechs Jahre wiederholt werden.

Der Düngbedarf für Phosphat richtet sich nach:

- dem Nährstoffgehalt des Bodens,
- der Nährstoffabfuhr der angebauten Fruchtarten,
- den Standortfaktoren.

Im Untersuchungsbefund werden die Phosphatgehalte in mg/100 g Boden (für Moorboden in mg/100 ml) angegeben. Die Untersuchung erfolgt nach der modifizierten Calcium-Acetat-Laktat-(CAL)-Methode. Zur Bewertung der Nährstoffmengen im Boden werden die Messergebnisse in Gehaltsklassen in Abhängigkeit von den Bodenarten eingeteilt (Tabelle 12). Dieser Einstufung liegen umfangreiche Feldversuche zugrunde.

Tabelle 12: Gehaltsklassen für Phosphat (P_2O_5) bei Acker- und Dauergrünlandböden (CAL-Methode)

Gehaltsklasse	alle Mineralbodenarten mg/100 g Boden		Anmoor mg/100 g Boden Moor mg/100 ml Boden	
	Acker	Dauergrünland	Acker	Dauergrünland
A sehr niedrig	< 5	< 5	< 3	< 3
B niedrig	5 - 9	5 - 7	3 - 6	3 - 5
C anzustreben (optimal)	10 - 20	8 - 20	7 - 14	6 - 14
D hoch	21 - 30	21 - 30	15 - 21	15 - 21
E sehr hoch	> 30	> 30	> 21	> 21

Umrechnungsfaktor: $P = P_2O_5 \times 0,436$

Für die einzelnen Gehaltsklassen gelten folgende fachlichen Definitionen und Düngungsziele:

- A sehr niedrig und B niedrig Der Nährstoffgehalt des Bodens soll zur Erzielung hoher und sicherer Ernten durch erhöhte Phosphatgaben angehoben werden. Die Düngung in den Gehaltsklassen A und B ist nicht mehr differenziert, so dass in Stufe A die Zuschläge, um in Gehaltsstufe C zu gelangen, längere Zeit beizubehalten sind.
- C anzustreben (optimal)** **Das optimale Ertragspotential des Standortes soll gehalten werden. Dazu ist eine Düngung in Höhe der Nährstoffabfuhr im Allgemeinen ausreichend. Die Gehaltsstufe C ist so bemessen, dass die Pflanzen auch bei ungünstigen Standortbedingungen noch ausreichend versorgt werden.**
- D hoch Die Nährstoffzufuhr wird nur noch in Höhe der halben Abfuhr empfohlen. Die für eine Fruchtfolge ermittelte Düngemenge wird in erster Linie zu Blatt- bzw. Hackfrüchten verabreicht.
- E sehr hoch Es kann für mehrere Jahre auf eine Düngung ganz verzichtet werden. Die sehr hohe Nährstoffversorgung soll verringert werden.

Der obere Wert der Gehaltsklasse C (20 mg P_2O_5 /100 g Boden) stellt auch nach der Düngeverordnung eine Grenze dar. Liegt der Phosphatgehalt im Durchschnitt des Schläges (gewogenes Mittel) darüber, darf nur noch die Abfuhr gedüngt werden. Der erlaubte Bilanzüberschuss des Nähr-

stoffvergleiches beträgt ab 2018 unabhängig von der Bodenversorgung 10 kg P₂O₅/ha und Jahr. Damit kann auch auf Flächen mit den Gehaltsklassen A und B nur noch aufgedüngt werden, wenn auf besser versorgten Betriebsflächen (Gehaltsklassen D und E) phosphorhaltige Dünger eingespart werden.

2.4 Kali (K₂O)

Die Pflanzen benötigen große Mengen Kalium zur Regulierung des Wasserhaushaltes. Kalium verursacht im Gegensatz zu Stickstoff und Phosphor keine ökologischen Schäden, die Anwendung von kalihaltigen Düngern ist daher auch nicht durch die Düngeverordnung erfasst und reguliert.

Der Düngebedarf ist von den gleichen Faktoren wie beim Phosphat abhängig. Der Nährstoffgehalt des Bodens wird in die gleichen Gehaltsklassen in Abhängigkeit von der Bodenart eingeteilt (Tabelle 13). Regelmäßige Bodenuntersuchungen sind für Kali nicht vorgeschrieben, es wird jedoch aus fachlicher Sicht empfohlen, diese zusammen mit Phosphat alle sechs Jahre durchzuführen.

Tabelle 13: Gehaltsklassen für Kali (K₂O) bei Acker- und Dauergrünland

Gehaltsklasse	leichte Ackerböden (S, l'S)	mittlere Ackerböden (IS, uL) und Dauergrünland	schwere Ackerböden (tL, T)	Anmoor*/Moor** Acker und Dauergrünland
	mg/100 g Boden			*mg/100 g Boden **mg/100 ml B.
A sehr niedrig	< 4	< 5	< 7	< 4
B niedrig	4 - 7	5 - 9	7 - 14	4 - 7
C anzustreben (optimal)	8 - 15	10 - 20	15 - 25	8 - 15
D hoch	16 - 25	21 - 30	26 - 35	16 - 25
E sehr hoch	> 25	> 30	> 35	> 25

Umrechnungsfaktor: K = K₂O x 0,830

Kaliumfixierung - Auf Auenböden süddeutscher Flusstäler ist eine weit verbreitete Kaliumfixierung (= Festlegung in den Schichtgittern bestimmter Tonminerale) festgestellt worden. Diese Kali-umbindung führt insbesondere nach Umbruch von Grünland zu starken Ertragsausfällen der folgenden Ackernutzung.

Die Ursachen hierfür liegen in einer jahrzehntelangen Unterversorgung des Grünlandes mit Kalium. Dadurch verarmten die Tonminerale so stark an Kalium, dass sich ihre Schichten aufweiteten. Das mit der Düngung zugeführte Kalium wird zunächst wieder in die leeren Zwischenschichten eingebaut. Der Grad der Kaliumfixierung (mg K/100 g Boden) kann durch eine Untersuchung auf Kaliumfixierung festgestellt werden. Im allgemeinen ist davon auszugehen, dass Werte < 25 mg K/100 g Boden eine niedrige, Werte zwischen 25 und 50 mg eine mittlere und Werte > 50 mg eine hohe bis sehr hohe Kaliumfixierung bedeuten. Da bei Kaliumfixierung das Kalium den Pflanzen nicht zur Verfügung steht, ist in diesen Fällen zum Ausgleich eine verstärkte Kali-Grunddüngung vorzunehmen:

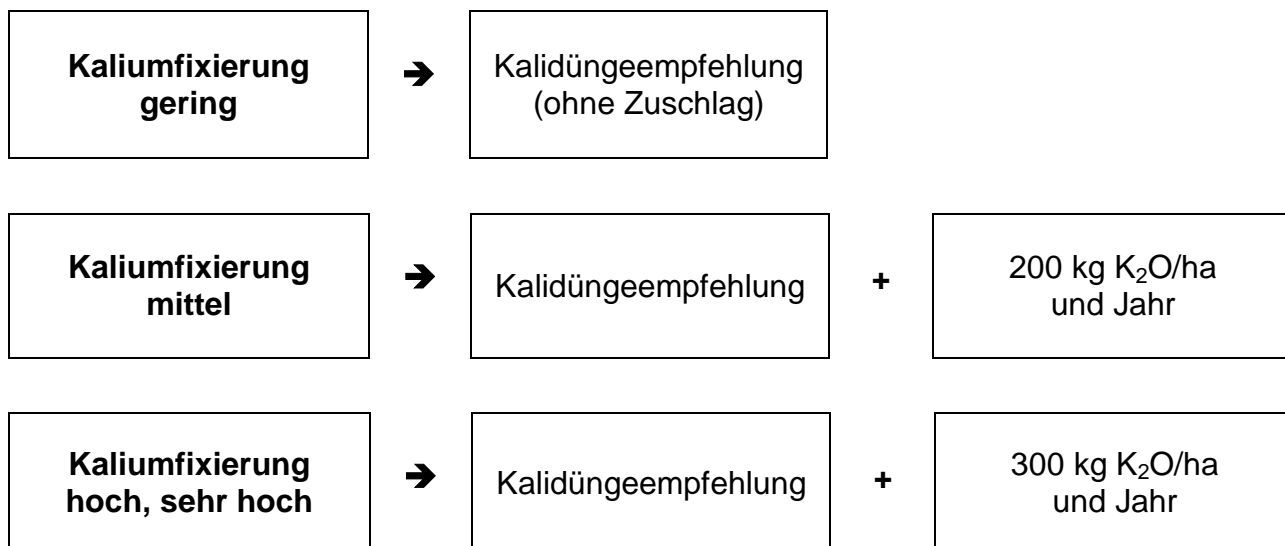


Abbildung 2: Kalidüngung bei einer Kaliumfixierung

Bei Kaliumfixierung ist die Kalidüngemenge zum Pflanzenwachstum (Frühjahr) zu geben. Ein Rückgang der Kaliumfixierung ist erst nach mehrjähriger erhöhter Kaliumdüngung zu erwarten. Die in den Ernteprodukten der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturen enthaltenen durchschnittlichen Phosphat- und Kalimengen sind aus Anhang 1 zu entnehmen. Sie können je nach Standort und Jahr schwanken.

2.5 Magnesium (Mg)

Magnesium ist ein zentraler Baustein des Chlorophylls (Blattgrüns) und hat damit großen Einfluss auf die Photosyntheseleistung der Pflanze. Weiterhin wirkt es bei der Aktivierung von Enzymen und in der Synthese, Ableitung und Speicherung von wichtigen Pflanzeninhaltsstoffen (Kohlenhydrate, Proteine, Fette) mit. Die in den Ernteprodukten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen enthaltene Magnesiummenge liegt zwischen 20 und 60 kg MgO/ha. Die Magnesiumgehalte der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen sind in Anhang 1 aufgeführt. Besonders Hackfrüchte, Mais und viele Sonderkulturen haben einen hohen Magnesiumbedarf, der bei niedrigem Magnesiumgehalt des Bodens mit der organischen Düngung (Stallmist und Gülle) und der Bodennachlieferung nicht gedeckt werden kann. Zu beachten ist darüber hinaus, dass insbesondere auf leichten Standorten mit einer Mg-Auswaschung gerechnet werden muss. Mg-Mangelstandorte sind leichte und meist saure Böden. Mg-Mangel kann auch dann auftreten, wenn im Boden sehr hohe Kaligehalte vorliegen. In diesem Fall ist eine Verbesserung der Mg-Versorgung auch durch eine Verringerung der Kalidüngung zu erwarten.

Die Beurteilung des Vorrates an Magnesium im Boden (Tabelle 14) richtet sich nach der Bodenart.

Tabelle 14: Gehaltsklassen für CaCl_2 -lösliches Magnesium und Bemessung der Mg-Düngung bei Acker und Dauergrünland

Gehaltsklasse	Mg-Gehalte (mg/100 g Boden)		Mg-Düngung kg MgO/ha
	(S, I'S)	(IS - T)	
A	< 3	< 5	Abfuhr + 30
B	3 - 6	5 - 9	Abfuhr + 30
C	7 - 10	10 - 20	Abfuhr
D	11 - 30	21 - 30	0
E	> 30	> 30	0

Bei Mg-Mangel sollte zumindest ein Teil der Mg-Düngemenge in wasserlöslicher Form (s. Deklaration) eingesetzt werden. Die Magnesiumdüngung kann auf kalkbedürftigen Böden über Magnesiumkalke, z. B. über kohlen sauren Mg-Kalk (7 - 19 % MgO) oder Mg-Branntkalk (15 - 30 % MgO) erfolgen. Auf nicht kalkbedürftigen Böden sind voll wasserlösliche Mg-Dünger, z. B. Magnesiumsulfat in Form von Kieserit oder Dünger mit Mg als Nebenbestandteil, z. B. Patentkali, Kornkali, Magnesiakainit bzw. Mg-haltige P- und PK-Dünger zu empfehlen. Blattdüngung ist mit Bittersalz oder Mg-Chelat möglich.

2.6 Schwefel (S)

Schwefel ist Baustein von Eiweiß, Vitaminen und Enzymen sowie von Lauch- und Senfölen. Der Schwefeleintrag über die Atmosphäre ist in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen. Er betrug 15 - 20 kg S/ha im Jahr 1985 und ist auf ca. 5 kg S/ha und Jahr zurückgegangen. Dieser Eintrag vermag den S-Bedarf der Pflanzen nicht zu decken.

Eine Bodenuntersuchung auf wasserlöslichen oder austauschbaren Schwefel hat wegen der leichten Verlagerung von Schwefel im Boden nur eine geringe Aussagekraft. Ähnliches gilt auch für die Blattanalyse, die erst zu einem relativ späten Entwicklungsstadium möglich ist, so dass ein akuter S-Mangel durch eine gezielte Düngung kaum mehr behoben werden kann. Richtwerte für ausreichende S-Gehalte in ausgewählten Kulturpflanzen, sowie Probenahmeterminen und zu beprobende Pflanzenteile sind in Tabelle 15 aufgeführt. Bei Werten, die niedriger als die in Tabelle 15 angegebenen liegen, ist mit einem beginnenden S-Mangel zu rechnen und daher eine S-Düngung zu empfehlen.

Allgemein kann auf Schwefelmangelstandorten ein Düngebedarf von 20 - 40 kg S/ha unterstellt werden, was in etwa der Schwefelabfuhr durch die Ernten gleichkommt. Je nach Standortbedingung wird es auf sandigen oder flachgründigen Böden häufiger, auf tiefgründigen Lössböden in größeren Zeitabständen zweckmäßig sein, den Kulturen eine Schwefeldüngung in Höhe der Schwefelabfuhr zu verabreichen. Zu den Kulturen Raps, Wintergerste und Leguminosen ist in der Regel eine Schwefeldüngung zu empfehlen. Auf Standorten, auf denen bei Raps oder Wintergerste ein Schwefeldüngeeffekt beobachtet wurde, sollte im konventionellen Anbau zu allen anderen Kulturen sicherheitshalber auch Schwefel gedüngt werden. Die Schwefeldüngung sollte wegen der leichten Verlagerung von S im Frühjahr erfolgen.

Tabelle 15: Richtwerte für ausreichende S-Gehalte in ausgewählten Kulturpflanzen, sowie Probenahmeterminen und zu beprobende Pflanzenteile

Pflanzenart	Probenahmetermin	Pflanzenteil	Richtwerte für ausreichende Gehalte % S i. d. TM
Winterraps	kurz vor Knospenstadium	gerade voll entwickelte Blätter	> 0,55
Wintergetreide	Schossbeginn/ 1-Knotenstadium	gesamte oberirdische Pflanze	> 0,30
Zuckerrübe	Bestandsschluss	Blattspreiten aus mittlerem Blattkranz	> 0,30
Grünland	vor dem 1. und 2. Schnitt	gesamter Aufwuchs	> 0,25 N/S <12/1

Die Schwefeldüngung kann über Einzel- und Mehrnährstoffdünger erfolgen. Die Schwefelgehalte der wichtigsten Mineraldünger sind im Anhang 3 aufgelistet. Es hat sich auf schwefelbedürftigen Standorten bewährt, die Schwefeldüngung gemeinsam mit der Stickstoffdüngung zur ersten Stickstoffgabe auszubringen. Sulfatformen wirken deutlich schneller als elementarer Schwefel, der im Boden erst in eine pflanzenverfügbare Form umgewandelt werden muss.

Der Düngebedarf bei Schwefel kann über organische oder mineralische Dünger gedeckt werden. Als Richtwert kann bei einer langjährigen organischen Düngung je ausgebrachten 100 kg N/ha mit einer Schwefelwirkung von ca. 10 kg S/ha gerechnet werden. Aus der Tabelle 16 ist der Schwefeldüngebedarf in Abhängigkeit von der Boden- und der Fruchtart ersichtlich. Nach Abzug der organischen Schwefelwirkung kann der mineralische Schwefeldüngebedarf abgeleitet werden.

Tabelle 16: Richtwerte für den Schwefeldüngebedarf im Ackerbau (organisch und mineralisch)

		Schwefeldüngebedarf der Kulturen in kg S/ha			
		gering	mittel		hoch
		z. B.: Z-Rüben, Kartoffeln, Mais, Sommergetreide	z. B.: W-Weizen, W-Roggen	z. B.: W-Gerste, Leguminosen	z. B.: Raps
Bodenart	leicht	20	30	40	60
	mittel	10	20	30	50
	schwer	0	10	20	40

Im Gegensatz zum reinen Marktfruchtbetrieb tritt im Futterbau- bzw. Veredelungsbetrieb seltener S-Mangel auf, da über Futtermittel beachtliche S-Mengen in den Betrieb gelangen. Die S-Wirkung aus wirtschaftseigenen Düngern ist langsam, da der Schwefel überwiegend organisch gebunden ist und dieser erst über Mineralisation in eine pflanzenverfügbare Form umgewandelt werden muss. Im Anwendungsjahr tragen organische Dünger daher kaum zur S-Versorgung bei.

Im Dauergrünland lässt sich Schwefelmangel optisch meist nur sehr schwer diagnostizieren. Mit den mehrjährigen Ergebnissen der Futtermitteluntersuchung lässt sich dagegen die Schwefelversor-

gung (rückwirkend) sicherer beurteilen, ebenfalls durch die Pflanzenanalyse des ersten und zweiten Aufwuchses. Dabei ist das N/S-Verhältnis, also das Verhältnis von Stickstoff (= Rohproteingehalt x 0,16) zu Schwefel, ein besserer Indikator für den S-Versorgungszustand als der absolute S-Gehalt. Ein N/S-Verhältnis von 12:1 und weniger zeigt eine gute S-Versorgung, dagegen weist ein N/S-Verhältnis über 15:1 auf einen S-Mangel des Bestandes hin.

Die Ermittlung des Schwefelbedarfs von Dauergrünland sowie von mehrschnittigem Feldfutterbau wird in Kapitel 5.1 und 5.2 erläutert. Eine mineralische Düngung mit Schwefel sollte im Bedarfsfall im zeitigen Frühjahr gegeben werden. Hier besteht insbesondere nach nasskalten Wintern und Frühjahren bei ertragreichen Standorten die Gefahr unzureichender Schwefelversorgung, wenn eine mineralische Ergänzungsdüngung im Frühjahr unterbleibt. Die Auswahl des jeweiligen schwefelhaltigen Düngers richtet sich zweckmäßiger Weise nach dem ggf. benötigten Hauptnährstoff (im Anhang 3 sind S-haltige Dünger aufgeführt). Bei den Aufwüchsen im Sommer und Herbst ist davon auszugehen, dass ausreichende Schwefelmengen durch die Mineralisierung in den wärmeren Monaten pflanzenverfügbar werden. Eine mineralische S-Düngung im Sommer oder im Herbst liegt daher über dem Pflanzenbedarf und ist potenziell auswaschungsgefährdet, weil Sulfatschwefel ebenso wie Nitratstickstoff im Boden verlagert wird.

2.7 Spurennährstoffe

Akuter Spurenelementmangel ist selten und beschränkt sich meist auf Extremstandorte wie Sand- und Moorböden. Latente Mängel können auf Böden mit hohem pH-Wert, besonders in Trockenperioden, auftreten. Bei Verdacht ist eine Untersuchung der Böden auf Spurenelemente, in Einzelfällen auch eine Pflanzenanalyse zu empfehlen. Zeigen diese Untersuchungen einen ungenügenden Vorrat oder eine ungenügende Versorgung an, ist eine Düngung mit Spurennährstoffen erforderlich. Die über die Ernteprodukte vom Feld abgefahrenen Mengen an Spurennährstoffen sind aus Tabelle 17 zu entnehmen. Im Gegensatz zu Phosphat und Kali erfolgt bei den Spurennährstoffen nur eine Einstufung in die Gehaltsklassen A, C und E.

Tabelle 17: Entzug an Spurenelementen in g/ha

Kultur	Bor	Mangan ^{*)}	Zink	Kupfer
Getreide, 80 dt/ha				
Korn	25 - 35	300 - 600	100 - 200	30 - 40
Korn und Stroh	40 - 50	500 - 800	300 - 400	50 - 60
Zuckerrüben, 600 dt/ha				
Rübe	250 - 350	300 - 400	150 - 200	50 - 60
Rübe und Blatt	450 - 550	600 - 700	250 - 350	80 - 90
Raps, 35 dt/ha				
Korn	250 - 500	1300 - 2500	400 - 700	30 - 60
Mais, 450 dt/ha				
Gesamtpflanze	130 - 250	2400 - 3600	310 - 380	100 - 200
Kartoffeln, 400 dt/ha				
Knolle	60 - 160	50 - 60	80 - 160	60

*) Bei guter Mangan-Verfügbarkeit können die Entzüge deutlich höher liegen.

Bor (B)

Bor ist in der Pflanze für den Aufbau der Zellwände und für die Zellteilung notwendig. Es ist wichtig für die Ausbildung wachsender, junger Zellen. Daneben ist Bor für verschiedene Stoffwechselprozesse (z. B. Kohlenhydratstoffwechsel, Eiweißhaushalt, Hormonstoffwechsel) und die Zuckerbildung von Bedeutung. Hohen Borbedarf haben vor allem Rüben, Luzerne und Raps sowie die Sonderkulturen Weinrebe und Tabak. Bormangel (z. B. Herz- und Trockenfäule der Zucker- und Futterrübe, insbesondere nach hoher Aufkalkung) tritt besonders in trockenen Jahren und auf kalkreichen, stark tonhaltigen oder auch sandigen Böden auf. Getreide benötigt wenig Bor, ein Mangel ist daher nicht zu befürchten. Die Düngung richtet sich nach dem Borgehalt des Bodens und der Bodenart (Tabelle 18).

Tabelle 18: Richtwerte für Borgehalte (mg/kg Boden) in Mineralböden auf Ackerland (CAT-Methode)

Borgehalte in Mineralböden in mg B/kg Boden bei Ackernutzung					
pH-Wert	Gehaltsklasse	Bodenart			
		leicht		mittel	mittel - schwer
		S	I'S	IS	sL - T
≤ 6,0^{*)}	A	< 0,10	< 0,12	< 0,15	< 0,20
	C	0,10 - 0,30	0,12 - 0,40	0,15 - 0,50	0,20 - 0,60
	E	> 0,30	> 0,40	> 0,50	> 0,60
> 6,0	A	< 0,15	< 0,20	< 0,25	< 0,35
	C	0,15 - 0,40	0,20 - 0,60	0,25 - 0,80	0,35 - 1,0
	E	> 0,40	> 0,60	> 0,80	> 1,0

*) Die CAT-Methode ist für die Boruntersuchung von Böden mit einem pH-Wert < 5,0 nicht geeignet. Es wird daher auf diesen Böden empfohlen, erst ein Jahr nach erfolgter Aufkalkung die Bodenuntersuchung nach der CAT-Methode durchzuführen.

Tabelle 19: *Empfohlene Bordüngung in Abhängigkeit vom Borgehalt des Bodens (Bodendüngung)*

Gehalts-klasse	Empfohlene Bordüngemenge (kg B/ha) für			
	leichte Böden		mittlere und schwere Böden	
	Mais, Raps, Kohl	Rüben, Luzerne	Mais, Raps, Kohl	Rüben, Luzerne
A	0,4 - 0,8	1,0 - 1,5	0,5 - 1,0	1,0 - 2,5
C	0,5	0,5	0,5 - 1,0	0,5 - 1,0
E	0	0	0	0

Die Gefahr einer Überdüngung mit Bor ist groß (Bortoxizität, z. B. bei Weizen, Gerste), deshalb ist eine Düngung nur zu borbedürftigen Früchten in Abhängigkeit von pH-Wert und Bodenart ratsam (Tabelle 19). Neben borhaltigen Einzel- und Mehrnährstoffdüngern stehen reine Bordünger wie z. B. Borax (11 % B) oder Solubor (17,5 % B) zur Verfügung. Letztere eignen sich auch zur Behebung von akutem Bormangel mittels einer Blattdüngung (200 - 400 g B/ha in 400 l Wasser). Aufgrund der unmittelbar höheren Boraufnahme sind bei einer gezielten Blattapplikation gegenüber der Bodendüngung (Tabelle 19) geringere Bormengen ausreichend.

Kupfer (Cu)

Kupfer ist Bestandteil von Enzymen und für die Ausbildung der Pollen und der Pollenschläuche, sowie für die Lignifizierung des Gewebes wichtig. Es ist an der Fotosynthese und an verschiedenen Stoffwechselprozessen beteiligt. Kupfermangel tritt besonders auf Sandböden sowie auf Hochmoorböden, z. T. auch auf kalkreichen Niedermoorböden, vor allem bei hohem pH-Wert oder starker Aufkalkung auf.

Tabelle 20: *Richtwerte für Kupfergehalte (mg/kg Boden) in Ackerböden und Dauergrünlandböden (CAT-Methode) und Düngempfehlung bei Bodendüngung*

Gehaltsklasse	Kupfergehalt in mg Cu/kg Boden		empfohlene Düngemenge in kg Cu/ha
	leichte Böden/ stark humose Böden (S - l'S)	mittlere und schwere Böden (IS - T)	
A	< 0,8	< 1,2	5 - 10
C	0,8 - 2,0	1,2 - 4,0	1 - 3
E	> 2,0	> 4,0	0

Auf leichten Böden sind niedrigere, auf schweren Böden höhere Mengen zu geben, aber nicht mehr als 10 kg Cu/ha (Tabelle 20). Damit wird eine Bevorratung für vier bis fünf Jahre erreicht. Die Cu-Düngung kann in Form von Cu-Sulfat (25 - 36 % Cu) oder Cu-Legierungen durchgeführt werden. Bei mittleren Cu-Gehalten des Bodens genügt die Anwendung von kupferhaltigen Düngern (z. B. Stickstoffmagnesia mit 0,2 % Cu). Für die Blattdüngung eignen sich besonders Cu-Chelatdünger (bis 15 % Cu, ca. 0,3 kg Cu-Chelat/ha in 400 l Wasser), aber auch Cu-Sulfat (stark ätzend). Cu-Oxide und Cu-Hydroxide sind schwer löslich und damit als Blattdünger nicht geeignet. Blattspritzungen sind frühzeitig zu applizieren (z. B. bei Getreide bereits zur Bestockung). Nach Auftreten

der ersten Mangelsymptome während des Schossens bzw. Ährenschiebens ist keine Abhilfe mehr möglich. Da Kupfer eine starke Verdrängungswirkung von Mangan zur Folge hat, sollte eine Cu-Düngung immer mit einer Mangandüngung kombiniert werden.

Mangan (Mn)

Mangan aktiviert in der Pflanze Enzyme. Es ist an der Fotosynthese und Chlorophyllbildung, am Eiweiß- und Kohlenhydratstoffwechsel und an der Synthese von Vitamin C beteiligt. Mangan wird in der Pflanze nicht verlagert und ist nur in zweiwertiger Form aufnehmbar.

Manganmangel kommt hauptsächlich auf kalk- und humusreichen Böden vor, z. B. auf gekalkten, leichten Böden, Niedermoorböden und kalkreichen Wiesenböden nach Umbruch. Trockenheit verstärkt den Mangel. Auf Böden mit sehr guter Durchlüftung, d. h. bei hohem Sauerstoffgehalt im Boden, kann es verstärkt zu Mn-Mangel kommen. Die Verfügbarkeit des Mangans steigt mit sinkendem pH-Wert des Bodens, so dass in Abhängigkeit davon unterschiedliche Gehalte an Mangan erforderlich sind (Tabelle 21).

Tabelle 21: Richtwerte für Mangangehalte (mg Mn/kg Boden) in Ackerböden und Dauergrünlandböden (CAT-Methode)

Gehaltsklasse	leichte Böden (S - I'S) pH-Wert					mittlere und schwere Böden (IS - T) ohne pH-Begrenzung
	< 5,0	5,0 - 5,5	5,6 - 6,0	6,1 - 6,5	> 6,5	
A	< 3	< 6	< 10	< 25	< 30	< 30
C	3 - 8	6 - 15	10 - 30	25 - 50	30 - 60	30 - 60
E	> 8	> 15	> 30	> 50	> 60	> 60

Häufig, insbesondere aber auf zur Festlegung neigenden Böden, wie z. B. stark karbonathaltigen Niedermoorböden, ist Manganmangel durch Bodendüngung nicht zu beheben. Dagegen bringen jährliche Blattspritzungen (z. T. mehrfach wiederholt) mit maximal 1,5 %iger Lösung von Mangansulfat (4 - 6 kg in 400 l Wasser) bzw. Manganchelat (1 - 2 l/ha bzw. 0,75 - 1,0 kg/ha bei festen Chelaten) meist gute Ergebnisse. Der Einsatz physiologisch saurer Dünger (z. B. schwefelsaures Ammoniak, Ammonsulfatsalpeter etc.) verbessert die Mn-Verfügbarkeit. In Gehaltsklasse A und C ist auf nicht zur Festlegung neigenden Böden eine Bodendüngung mit 10-30 kg Mn/ha zu empfehlen, z. B. in Form von Manganoxiden (48 % Mn).

Zink (Zn)

Die Bedeutung von Zink liegt in seiner Funktion als Bestandteil zahlreicher Enzyme. Es beeinflusst den Atmungsstoffwechsel sowie die Fotosynthese. Zink ist wichtig für das Längenwachstum und die Zellteilung. Daher wird bei Zinkmangel meist ein gestauchter Wuchs beobachtet. Die Löslichkeit von Zink geht mit steigendem pH-Wert und bei sehr hohen Phosphatgehalten im Boden zurück. Zinkmangel kann daher auf neutralen bis alkalischen, carbonatreichen Böden, aber auch nach einer Kalkung auftreten. Bei sehr hohen Phosphatgehalten wird Zink festgelegt. In der Tabelle 22 sind Richtwerte für den Zinkgehalt in Acker- und Dauergrünlandböden angegeben.

Tabelle 22: Richtwerte für Zinkgehalte (mg/kg Boden) in Ackerböden und Dauergrünlandböden (CAT-Methode) und Düngempfehlung in kg Zn/ha

Gehaltsstufe	mg Zn/kg Boden (alle Bodenarten)	Bodendüngung kg Zn/ha für 3 - 4 Jahre	Blattdüngung kg Zn/ha
A	< 1,1	7 - 10 ¹⁾	0,3
C	1,1 - 3,0	5 - 7	0,3
E	> 3,0	0	0

¹⁾ Die geringere Menge für leichte Böden, die höhere Menge für mittlere und schwere Böden

Eisen (Fe), Molybdän (Mo)

Auf besonderen Standorten, z. B. kalkreichen Tonböden und humusreichen Böden, kann Eisen-, auf tonhaltigen sauren Böden Molybdänmangel auftreten. Eine Untersuchung wird nur im Falle eines begründeten Verdachtes empfohlen.

Natrium (Na)

Je nach Pflanzenart wird Natrium teils als Spurenelement, teils als förderliches Element eingestuft. Für viele Pflanzen ist Natrium nicht, jedoch für Tiere und Menschen lebensnotwendig. Zudem ist bekannt, dass Natriumchlorid die Schmackhaftigkeit des Futters (Dauergrünland, mehrschnittiger Feldfutterbau) verbessern und damit die Futteraufnahme erhöhen kann. Auch lassen sich die aus Sicht der Tierernährung meist sehr geringen Na-Gehalte im Futter durch eine Düngung mit Na-haltigen Düngern unter bestimmten Bedingungen (Weidelgras- und weißkleereiche Bestände) erhöhen, jedoch meist nicht in dem für die Tiere notwendigen Maß. Die Natriumversorgung der Tiere muss daher überwiegend über eine Zufütterung sichergestellt werden. Dies deswegen, weil die heutigen tierischen Bedarfsnormen im Dauergrünland meist bei Weitem nicht abgedeckt werden und über eine gezielte Na-Düngung die für die Tiere erforderlichen Gehalte in der Regel nicht verlässlich eingestellt werden können.

3 Organische Düngung

Im Gegensatz zu mineralischen Düngern enthalten organische Dünger nicht nur Pflanzennährstoffe, sondern auch organische Substanz. Diese dient als Nahrung für die Bodenlebewesen, erhöht somit die biologische Aktivität der Böden und ist Ausgangsstoff für die Humusbildung. Der Humus ist die Voraussetzung für Bodenfruchtbarkeit, indem er die Bodeneigenschaften und Bodenfunktionen positiv beeinflusst (siehe Kapitel 1.1.3).

Neben der Zufuhr an organischer Substanz stellt die organische Düngung eine wichtige Quelle für Pflanzennährstoffe dar. Die Vielzahl an Haupt- und Spurennährstoffen machen organische Dünger zu wertvollen Mehrnährstoffdüngern. Die gezielte Rückführung von organischer Substanz und von Nährstoffen auf landwirtschaftliche Flächen ist aus ökologischer und ökonomischer Sicht sinnvoll und notwendig. Die verschiedenen Bindungsformen der Nährstoffe in den organischen Düngern führen zu Unterschieden in der zeitlichen Verfügbarkeit. Da die Verwertung der Nährstoffe zusätzlich von der Ausbringtechnik, der Witterung und der gedüngten Kultur abhängig ist, können sich größere Schwankungen in der Wirkung organischer Dünger ergeben.

3.1 Düngerarten

Die organischen Dünger lassen sich nach verschiedenen Kriterien einteilen. Flüssige organische Dünger sind Dünger bis zu 15 % Trockenmasse (TM). Dünger mit höheren TM-Gehalten werden als fest bezeichnet. Die bedeutendsten organischen Dünger sind die Wirtschaftsdünger. Dazu zählen die tierischen Ausscheidungen wie Gülle, Jauche und Stallmist sowie Stroh und ähnliche Nebenerzeugnisse aus der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion. Auch Gärreste aus Biogasanlagen zählen zu den Wirtschaftsdüngern, soweit sie nur tierische Wirtschaftsdünger, landwirtschaftliche Nebenerzeugnisse sowie gezielt für die Biogasanlage erzeugte pflanzliche Materialien enthalten (Nachwachsende Rohstoffe). Weitere organische Dünger sind Bioabfälle (z. B. Grüngut aus Landschaftspflegemaßnahmen, Komposte), Klärschlämme und Biogasgärreste mit weiteren Bestandteilen als den oben genannten.

Für alle Düngemittel müssen vor dem Ausbringen die Gehalte an Gesamtstickstoff, verfügbarem Stickstoff oder Ammoniumstickstoff und Phosphat bekannt sein. Dafür können eigene Analysen, Kennzeichnungen auf Lieferscheinen oder offizielle Basisdaten herangezogen werden. Für Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft müssen keine eigenen Untersuchungen durchgeführt werden. Die entsprechenden Werte sind im Anhang 5 enthalten. Bei stark abweichenden Fütterungsverfahren wird empfohlen, eigene Untersuchungen durchzuführen. Für Gärreste und alle anderen organischen Dünger (z. B. Klärschlämme, Komposte) müssen Untersuchungen vorliegen, die entsprechend der Düngemittelverordnung auf dem Lieferschein dokumentiert sein müssen.

Tierische Wirtschaftsdünger

Die Nährstoffgehalte sind abhängig von der Tierart, dem Alter der Tiere, der Leistung und der Fütterung. Die Nährstoffgehalte bei üblichen Fütterungsverfahren sind für die meisten Tierarten im Anhang 5 zu finden, sie sind Ausgangspunkt für die Düngebedarfsermittlung. Zur Berechnung der betrieblichen Obergrenze von 170 kg N/ha wird die Nährstoffausscheidung (Anhang 4 a) zugrunde gelegt. Dabei dürfen die in Tabelle 23 angegebenen Stall- und Lagerverluste noch berücksichtigt werden. Für die Berechnung der Nährstoffbilanz können zusätzlich die Ausbringverluste abgezogen werden (Tabelle 25). Die Anfallzahlen in m³ bzw. t für flüssige und feste Wirtschaftsdünger sind für die wichtigsten Tierarten, Leistungsgruppen, Einstreumengen und Fütterungssysteme im Anhang 4 b/c aufgelistet.

Tabelle 23: Anzurechnende Mindestwerte in Prozent der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern

Tierart / Verfahren	nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste		nach Abzug der Stall-, Lager- und Aufbringungsverluste		
	Gülle, Gär-rückstände	Festmist, Jauche, Weidehaltung*	Gülle, Gär-rückstände	Festmist, Jauche	Weidehaltung*
Rinder	85	70	70 ab 01.01.2020: 75	60	25
Schweine	80	70	70 ab 01.01.2020: 75	60	25
Geflügel		60		50	25
Andere Tierarten		55		50	25
Betrieb einer Biogasanlage	95		85		

*) Weidetage sind anteilig zu berechnen. Über die Weidehaltung sind geeignete Aufzeichnungen zu führen, die der nach Landesrecht zuständigen Stelle auf Verlangen vorzulegen sind.

Flüssige tierische Wirtschaftsdünger fallen als Gülle oder Jauche an. Durch die regelmäßige Zugabe von Einstreumaterial, vornehmlich Stroh, entsteht Festmist. Geflügelmist entsteht durch die regelmäßige Zugabe von Einstreu in einer Größenordnung von 10 % des Frischmistanfalles. Für Festmist von Huf- und Klautieren sind in der Düngeverordnung Erleichterungen bei der unverzüglichen Einarbeitung, den Sperrfristen und den Aufbringmengen bei gefrorenem Boden vorgesehen.

Gärsubstrate aus Biogasanlagen

Biogasgärreste entstehen aus den verschiedensten Ausgangssubstanzen, die während des Gärprozesses in Abhängigkeit von Verweildauer und Temperatur unterschiedlichen Abbauraten unterliegen. Die Nährstoffgehalte schwanken daher stark in Abhängigkeit von den Eingangsstoffen, dem Gärprozess und der Wasserzugabe. Es ist daher nicht möglich, durchschnittliche Nährstoffgehalte bereitzustellen. Um eine sinnvolle Düngebedarfsermittlung durchführen zu können und um der Forderung der Düngeverordnung gerecht zu werden, nach der die Gesamtstickstoff- sowie die Ammonium- und Phosphatgehalte eingesetzter flüssiger organischer Dünger vor der Anwendung bekannt sein müssen, sind eigene Untersuchungen Pflicht. Anlagen, die das Substrat nur auf eigene Flächen ausbringen, haben mindestens eine Analyse/Jahr durchzuführen. Werden Gärreste abgegeben und somit in Verkehr gebracht, müssen zu den Hauptabgabeterminen Untersuchungen durchgeführt und das Ergebnis den Empfängern auf dem Lieferschein mitgeteilt werden.

Tendenziell lässt sich feststellen, dass Gärreste einen Trockenmassegehalt zwischen 4 und 6 % haben und durch die Vergärung 60 bis 80 % des Stickstoffs in die Ammoniumform umgewandelt werden sowie der pH-Wert auf ca. pH 8,0 steigen kann. Dadurch nimmt die Gefahr gasförmiger

Verluste zu. Maßnahmen zur verlustarmen Ausbringung sind daher noch wichtiger als bei Gülle. Biogasgärreste können in ähnlicher Höhe wie Gülle ausgebracht werden. Betriebe, die einen erheblichen Teil der Einsatzstoffe zukaufen, müssen Gärreste abgeben, um eine Überversorgung zu vermeiden und die durch die Düngeverordnung vorgegeben Grenzen bei der Nährstoffbilanzierung einhalten zu können.

Komposte

Komposte entstehen aus der aeroben Behandlung von Stoffen, die nach der Düngemittelverordnung und der Bioabfallverordnung als Ausgangsstoffe für organische Düngemittel zugelassen sind. Neben der aeroben Behandlung müssen die Stoffe einer hygienisierenden und stabilisierenden Behandlung unterzogen werden. Je nach Material sind dafür unterschiedliche Rotteverfahren und -zeiten notwendig. Grundsätzlich muss eine deutliche Umwandlung aller Komponenten erkennbar sein. Wirtschaftsdünger bleiben auch nach aerober Behandlung Wirtschaftsdünger (gem. Düngegesetz) und werden nicht zu Kompost.

Bioabfälle

Abfälle vorwiegend pflanzlicher Herkunft werden als Bioabfälle bezeichnet. Dazu zählen auch Komposte, Grüngutabfälle, getrennt gesammelte Bioabfälle aus Siedlungen und Schlämme aus der Nahrungsmittelherstellung. In bestimmten Fällen können landwirtschaftlich produzierte pflanzliche Stoffe sowohl Wirtschaftsdünger (Anfall bei der Produktion) als auch Bioabfall (Anfall bei der Verarbeitung) sein. Die Verwertung als Düngemittel ist in der Bioabfallverordnung geregelt (siehe Kapitel 6.2.3), allerdings sind auch Düngemittelverordnung und Düngeverordnung zu beachten. Begrenzungen bestehen hinsichtlich Schadstoffgehalten und maximalen Ausbringungsmengen.

Klärschlamm

Klärschlamm ist der bei der Abwasserbehandlung anfallende Schlamm. Aufgrund seiner Herkunft enthält Klärschlamm eine Fülle unerwünschter Stoffe, deren Wirkung auf Boden und Umwelt bisher nicht umfassend bekannt ist. Deshalb ist die landwirtschaftliche Verwertung kritisch zu beurteilen. Klärschlamm enthält allerdings auch wertvolle Pflanzennährstoffe und organische Substanz. Rechtlich ist die Verwertung von Klärschlamm unter Berücksichtigung der Vorgaben der Klärschlammverordnung (siehe Kapitel 6.2.3), der Düngemittelverordnung und der Düngeverordnung erlaubt.

3.2 Nährstoffwirkung

Stickstoffwirkung

Der Stickstoff der organischen Düngemittel besteht aus zwei Fraktionen: eine ist in der organischen Substanz gebunden, die andere liegt als leicht verfügbares Ammonium-Ion (NH_4^+) vor. Dabei besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem C/N-Verhältnis und der N-Verfügbarkeit. Dünger mit einem engen C/N-Verhältnis (Gülle, Jauche, Biogasgärreste) weisen eine wesentlich schnellere Stickstoffverfügbarkeit auf, als Dünger mit einem weiten C/N-Verhältnis (Kompost, Stallmist). Für die Verfügbarkeit des Stickstoffs im Anwendungsjahr gibt die Düngeverordnung Mindestwerte vor, mit denen auch in der Düngebedarfsermittlung gerechnet werden muss (Anlage 3 der Düngeverordnung, Tabelle 24). Diese Werte entsprechen im Wesentlichen den Ammoniumgehalten der Düngemittel. Wird bei Untersuchungen festgestellt, dass der Ammoniumanteil des Düngers die in Tabelle 24 angegebenen Werte überschreitet, muss der Ammoniumanteil in % vom Gesamt-N als Mindestwirksamkeit verwendet werden. Die zur Berechnung notwendigen Nährstoffgehalte vieler organischer Dünger sind in Anhang 5 enthalten.

Tabelle 24: Mindestwirksamkeit des Stickstoffes aus organischen Düngern

Düngemittel	Mindestwirksamkeit im Jahr der Aufbringung in % des Gesamtstickstoffgehaltes
Rindergülle	50
Schweinegülle	60
Rinder-, Schaf- und Ziegenfestmist	25
Schweinefestmist	30
Hühnertrockenkot	60
Geflügel- und Kaninchenfestmist	30
Pferdefestmist	25
Rinderjauche	90
Schweinejauche	90
Klärschlamm flüssig (< 15 % TM)	30
Klärschlamm fest (≥ 15 % TM)	25
Champignonkompost/Champost	10
Grünschnittkompost	3
Sonstige Komposte	5
Biogasanlagengärrückstand flüssig	50
Biogasanlagengärrückstand fest	30

Da bei der Ausbringung von organischen Düngern Verluste entstehen, dürfen diese bei der Düngebedarfsermittlung mit festen Werten unabhängig von der verwendeten Technik berücksichtigt werden (Tabelle 25).

Tabelle 25: Zu berücksichtigende Ausbringverluste organischer Düngemittel

Düngemittel	Ausbringverlust in %
Rindergülle	17,6 (11,8 ab 2020)
Rindermist, Jauche	14,3
Schweinegülle	12,5 (6,3 ab 2020)
Schweinemist	14,3
Biogasgärrest	10,5
Hühnermist	16,7
Pferde-, Schafmist	9,1
Sonstige	10,0

Die Verfügbarkeit des in der organischen Substanz gebundenen Stickstoffs ist unterschiedlich. Ein kleiner Teil wird relativ schnell mineralisiert und steht den Kulturen noch im Ausbringungsjahr zur Verfügung. Dieser Stickstoff ist bereits in den Mindestwirksamkeiten berücksichtigt.

Der stärker in der organischen Substanz gebundene Stickstoff wird sehr langsam mineralisiert, je nach Witterung und Bodenbearbeitungsintensität ist mit Freisetzungsraten von 1 - 3 % des Gesamtstickstoffs pro Jahr zu rechnen. Eine fortlaufende Zufuhr organischer Dünger führt zu einer Humusanreicherung im Boden, mit der Folge einer langsam ansteigenden N-Freisetzung. Bei der Düngedarfsermittlung muss diese Nachlieferung mit 10 % des im Vorjahr ausgebrachten organischen Stickstoffs berücksichtigt werden. Bei Kompost erfolgt die Anrechnung in Höhe von 4 % im ersten Jahr nach der Ausbringung und jeweils 3 % in den weiteren zwei Folgejahren.

Phosphat- und Kaliwirkung

Die in den organischen Düngern enthaltenen Phosphat- und Kalimengen sind in ihrer Wirkung langfristig denen der mineralischen Dünger gleichwertig und somit bei der Düngedarfsermittlung zu 100 % anzusetzen. Viehstarke Betriebe mit hohem Futtermittelzukauf und geringem Verkauf von Ernteprodukten weisen in der Regel einen P-Überhang auf. Langfristig ist in diesen Betrieben ohne Abgabe organischer Dünger mit einer P-Überdüngung zu rechnen. Diese Betriebe sollten möglichst auf die mineralische P-Düngung (z.B. Unterfußdüngung zu Mais) verzichten. Ähnliches gilt für Biogasbetriebe mit hohem Zukauf an Produkten zur Biogasvergärung.

In Rinder- und Schweinegülle liegen ca. 80 %, in Hühnergülle und Geflügelkot ca. 60 % des Gesamt-P als anorganisches Phosphat vor. Der Rest ist organisch gebundenes Phosphat. Die Wirkung des anorganischen Teils entspricht etwa der von leicht löslichem, mineralischem Düngerphosphat. Das organisch gebundene Phosphat wird erst nach länger dauerndem mikrobiologischem Aufschluss pflanzenverfügbar.

Rindergülle ist kalireich, Schweine- und Hühnergülle kaliarm. Gülle-Kali ist weitgehend wasserlöslich und damit in der Wirksamkeit bei gleichem Ausbringungszeitpunkt Mineraldünger-Kali gleichzusetzen.

Neben den Hauptnährstoffen N, P, K weisen die organischen Dünger auch erhebliche Mengen an Ca, Mg und Spurennährstoffen auf.

3.3 Ausbringzeiten und Lagerung

Die optimale Verwertung der Gülle hängt wesentlich vom richtigen Ausbringzeitpunkt ab. In der Regel ist eine Ausbringung von Oktober bis Januar auf Ackerflächen mit schlechteren Ausnutzungsgraden durch Festlegung oder Verlagerung des Stickstoffs in tiefere Bodenschichten verbunden.

Unabhängig davon schreibt die Düngeverordnung Zeiten vor, in denen keine Düngemittel mit wesentlichen Gehalten an Stickstoff ausgebracht werden dürfen. Das sind Düngemittel, die mehr als 1,5 % Gesamtstickstoff in der Trockenmasse aufweisen. Die Sperrfrist auf dem Ackerland beginnt mit der Ernte der letzten Hauptfrucht und endet am 31. Januar, auf Grünland und Ackerland mit mehrjährigem Feldfutteranbau (Saat vor dem 15.05. und zwei Jahre im Mehrfachantrag) dauert sie vom 1. November bis 31. Januar. Festmiste von Huf- und Klautieren und Komposte dürfen in der Zeit vom 15. Dezember bis zum 15. Januar nicht aufgebracht werden.

Dünger	Nutzung		Nach Ernte letzte Hauptfrucht bzw. letzter Schnitt	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.
Alle Düngemittel außer Festmist*** und Kompost	Acker	Grundsätzlich						
		Zwischenfrucht*	max. 30/60					
		W-Raps	max. 30/60					
		W-Gerste**	max. 30/60					
		mehnjähriger Feldfutterbau	max. 30/60					
	Grünland	max. 30/60						
		Gemüse						
Festmist*** und Kompost	Alle Flächen							

* unter der Voraussetzung, dass der Samenanteil (Körner/m²) der Leguminosen max. 75 % beträgt. Zwischenfrüchte mit einem Leguminosenanteil > 75 % haben keinen Düngebedarf.

** nach Getreidevorfrucht (nicht Mais, Hirse, etc.)

*** Festmist von Huf- und Klautieren (Rind, Schwein, Pferd, Schaf, ...)

Abbildung 3: Übersicht zu den Sperrfristen

Werden Zwischenfrüchte, Winterraps, Feldfutter (Saat bis zum 15. September) oder Wintergerste (Saat bis zum 1. Oktober) nach Getreide angebaut, dürfen diese Kulturen bis zum 1. Oktober bis zur Höhe des N-Bedarfs, maximal aber mit 60 kg/ha Gesamtstickstoff oder 30 kg/ha Ammoniumstickstoff gedüngt werden. Bei Dauergrünland und mehrschnittigem Feldfutterbau (mit Ausnahme von Leguminosen in Reinkultur) dürfen in Bayern flüssige Wirtschaftsdünger nach der letzten Nutzung bis zum Beginn der Sperrfrist maximal bis zur Höhe der oben genannten Stickstoff-Höchstmengen ausgebracht werden. Dies wird beispielsweise bei Rinderjauche bereits mit einer Gabe von 10 m³/ha und bei Gülle (7,5 % TM, Gemischtbetrieb) mit einer Gabe von ca. 15 m³/ha erreicht. Aus fachlicher Sicht sollte jedoch eine Herbstdüngung zu Dauergrünland und mehrschnittigem Feldfutterbau so weit wie möglich vermieden werden. Dies insbesondere deshalb, da auf solchen Flächen im Herbst nach der letzten Nutzung kaum mehr Düngebedarf besteht und der Stickstoff bei einer Düngung im Frühjahr in der Regel besser als bei einer Herbstdüngung verwertet wird. Ist eine Herbstdüngung aus betrieblichen Gründen unvermeidbar, so sollte diese nur zu leistungsfähigen Beständen mit tiefgründigen Böden erfolgen.

Die starke Einschränkung der Herbstausbringung kann vor allem bei tierhaltenden Betrieben und Biogasanlagenbetreibern zu weitreichenden Konsequenzen führen. Betriebe, die größere Mengen

organischer Dünger einsetzen, müssen darauf bedacht sein, Ausbringtermine mit guter Ausnutzung und optimalen Ausbringbedingungen zu wählen. Anders sind die strengen Vorgaben der neuen Düngeverordnung, insbesondere die Überschüsse bei der Bilanzierung, kaum einzuhalten. Dafür ist ein ausreichender Lagerraum unabdingbar.

Die Düngeverordnung schreibt für verschiedene Betriebstypen und Wirtschaftsdünger Mindestlagerkapazitäten vor. Die Lagerkapazität für Wirtschaftsdünger und Biogasgärreste muss grundsätzlich so groß sein, dass diese Dünger über die jeweiligen Sperrfristen hinaus gelagert werden können. Dabei sind auch sonstige Einleitungen (Silagesickersaft, Niederschlagswasser etc.) in die Güllegruben zu berücksichtigen (siehe Kapitel 6.2.1).

In der Düngeverordnung sind in Anlage 9, Tabelle 1 für fast alle Tierarten Angaben für den Anfall an Gülle, Jauche und Festmist genannt. Die Anfallzahlen der Düngeverordnung wurden auf die Tierklassen entsprechend des bayerischen Mehrfachantrages umgerechnet. Diese Angaben sind für die Berechnung des rechtlich notwendigen Lagerraums zu verwenden. In der Praxis fallen jedoch bei manchen Tierarten höhere Mengen an. Es wird dringend empfohlen, beim Neubau mit den tatsächlich anfallenden Mengen zu rechnen. Nur so ist gewährleistet, dass zum einen die Sperrfristen eingehalten werden und zum anderen Ausbringtermine gewählt werden können, an denen die Ausnutzung der Nährstoffe am besten ist. Im Anhang 4b ist der Gülle- und Jaucheanfall verschiedener Tierarten in m³ pro mittleren Jahresbestand bei verschiedenen TM-Gehalten sowie nach Werten der Düngeverordnung angegeben. Anhang 4c enthält die Werte für den Anfall von Stallmist, wobei zwischen verschiedenen Einstreumengen unterschieden wird. Jeder Einstreumenge ist ein typischer Jaucheanfall zugeordnet, der bei den Berechnungen zu berücksichtigen ist.

Die Feldrandlagerung für Festmist ist weiterhin möglich, kann jedoch bei der Berechnung des notwendigen Lagerraumes nicht berücksichtigt werden.

Im Internet finden sich unter www.lfl.bayern.de/iab/duengung/032467/index.php unterstützende Berechnungsprogramme. Die Verwendung dieser Programme hat neben der einfachen Dateneingabe und Berechnung den Vorteil, dass auch die Cross-Compliance-Prüfteams mit diesen Programmen rechnen.

4 Düngbedarfsermittlung Acker

Eine an den Bedarf angepasste ausgewogene Düngung, die sich an betriebs- und schlagspezifischen Gegebenheiten orientiert, ist Grundvoraussetzung für eine optimale Pflanzenernährung unter Vermeidung von umweltbelastenden Überversorgungen.

Die Düngeverordnung schreibt für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphat eine schriftliche Düngbedarfsermittlung für Flächen vor, auf die im Jahr mehr als 50 kg/ Stickstoff/ha oder mehr als 30 kg/ Phosphat/ha ausgebracht werden. Die Bedarfsermittlung ist für jeden Schlag oder jede Bewirtschaftungseinheit zu erstellen. Zu Bewirtschaftungseinheiten können mehrere Schläge einer Kultur zusammengefasst werden, wenn der Bedarfswert und die Zu- und Abschläge gleich hoch sind. Bei der Stickstoffbedarfsermittlung sind die Fruchtart, Ertragsersparung, Verwertungsrichtung, Humus, Vorfrucht, Zwischenfrucht und organische Düngung im Vorjahr. Bei Phosphat können Schläge mit der gleichen Fruchtart, Ertragsersparung, Stroh-/Blattbergung und P-Bodenversorgung zusammengefasst werden. Der für Stickstoff berechnete Düngbedarf stellt eine Obergrenze dar, die grundsätzlich nicht überschritten werden darf. A- und B-Flächen können als eine Einheit gesehen werden.

4.1 Düngbedarfsermittlung Stickstoff

Ausgangspunkt jeder Düngbedarfsermittlung ist der Bedarf der Pflanzen, der sich an der Kultur, dem Ertrag und der Verwertungsrichtung orientiert. Ihren Stickstoffbedarf können die Pflanzen aus verschiedenen Quellen decken (Abbildung 1, Kap. 2.2).

Der Bedarf wird in einem bundeseinheitlichen Berechnungsschema, das die Düngeverordnung vorgibt, bei der Düngbedarfsermittlung berücksichtigt. Dieses Schema (Tabelle 26) entspricht in wesentlichen Punkten dem des in Bayern schon bisher angewendeten Düngeberatungssystems Stickstoff (DSN) und führt zu schlagbezogenen Obergrenzen für die Stickstoffdüngung. Die Düngbedarfsermittlung nach Tabelle 26 ist für Hauptfrüchte (Frucht im Mehrfachantrag) geeignet. Eine Düngbedarfsermittlung ist aber auch für Zweitfrüchte, z. B. Winterroggen vor Silomais oder Weidelgras nach Wintergerste, notwendig. Zweitfrüchte sind Kulturen, die vor dem 01.08. gesät und bis 31.12. geerntet werden oder deren Saat im Herbst und Ernte im Frühjahr erfolgt. Die entsprechenden Programme zur Berechnung des Düngbedarfs für Hauptfrüchte und Zweitfrüchte stehen im Internet unter www.lfl.bayern.de/iab/duengung/027122/index.php zur Verfügung.

Tabelle 26: Schema der N-Düngebedarfsermittlung Acker – Hauptfrucht, Beispiel Winterweizen *

	Faktoren für die Düngebedarfsermittlung	nach Tabelle	Beispiel Weizen A/B		
1	Kultur	Tab. 27	WW A/B		
2	Ertragsniveau der letzten 3 Jahre	eigene Werte oder Internet	85 dt		
			kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha
3	N-Bedarfswert	Tab. 27, Anhang 9a	230		
4	Zu-/Abschlag Ertragsdifferenz	Tab. 27, Anhang 9a	+5		
5	Im Boden verfügbare N-Menge (N _{min})	eigene Werte oder Internet	-50		
6	Stickstoffnachlieferung aus dem Bodenvorrat		0		
7	Stickstoffnachlieferung aus der organischen Düngung des Vorjahres	Anhang 5	-17		
8	Vorfrucht	Tab. 28	-10		
9	Zwischenfrucht	Tab. 28	0		
10	Stickstoffdüngbedarf während der Vegetation		= 158		
11	Organische Düngung zur Kultur (geplant)	Anhang 5	-70		
12	Mineralische Düngung zur Kultur		= 88		
13	Zuschläge auf Grund nachträglich eintretender Umstände				

* Beispiel: 1 ha Winterweizen A/B-Sorte nach Winterraps, 85 dt/ha Ertrag, Düngung im Vorjahr 170 kg N/ha aus Rindergülle, 170 kg N/ha aus Rindergülle zur Vegetation, Humusgehalt unter 4 %

1. Kultur

In dieser Zeile ist die angebaute Kultur anzugeben. Die wichtigsten Kulturen sind in der Tabelle 27 aufgeführt. Weitere Kulturen können im Internet unter www.lfl.bayern.de/iab/duengung/031245/index.php abgerufen werden.

2. Ertragsniveau

Als Ertrag ist bei allen Kulturen der durchschnittliche einzelbetriebliche Ertrag der letzten drei Jahre anzusetzen. Weicht der tatsächliche Ertrag in einem der letzten drei Jahre z. B. durch besondere Witterungsverhältnisse um mehr als 20 % vom üblichen Ertragsniveau ab, kann der Ertrag des jeweils vorangegangenen Jahres zur Durchschnittsbildung verwendet werden. Ist der einzelbetriebliche Ertrag nicht bekannt, kann der durchschnittliche Ertrag des Landkreises nach den Ergebnissen des statistischen Landesamtes mit einem Zuschlag von maximal 15 % ver-

wendet werden. Diese Werte werden jährlich durch die LfL im Internet unter www.lfl.bayern.de/iab/duengung/027131/index.php bekannt gegeben. Höhere Erträge müssen nachgewiesen werden.

3. Stickstoffbedarfswert

Die N-Bedarfswerte für die wichtigsten Kulturen sind in der Tabelle 27 angegeben. Die Werte für andere Kulturen finden sich im Anhang 9a bzw. im Internet unter www.lfl.bayern.de/iab/duengung/031245/index.php. Der N-Bedarfswert stellt die notwendige Menge an pflanzenverfügbaren Stickstoff dar, um ein optimales Pflanzenwachstum zu erzielen. Dieser Wert wurde in einer Vielzahl von Feldversuchen ermittelt und beinhaltet eine mittlere N-Nachlieferung der Standorte.

4. Zu-/Abschlag Ertragsdifferenz

Die N-Bedarfswerte in Tabelle 27 gelten bei einem definierten Ertragsniveau, bei abweichenden Erträgen nach Zeile 2 des Schemas müssen Korrekturen entsprechend Tabelle 27 angebracht werden. Für höhere Erträge können Zuschläge vorgenommen werden, bei niedrigeren Erträgen sind Abzüge vorzunehmen. Die Berechnung der Zu- und Abschläge erfolgt linear.

Beispiel: Winterweizen A/B, Ertragsniveau 85 dt/ha, 5 dt/ha höherer Ertrag = 5 kg Zuschlag

5. Im Boden verfügbare Stickstoffmenge (N_{\min})

Die Düngeverordnung schreibt für Ackerland (ohne mehrschnittigen Feldfutterbau) eine Berücksichtigung des im Boden verfügbaren Stickstoffs vor. Die Feststellung erfolgt über die N_{\min} -Methode. Sie informiert über Menge und Verteilung des pflanzenverfügbaren Stickstoffs (Nitrat und Ammonium) im Wurzelraum (0 - 60 bzw. 0 - 90 cm). Dazu können auf den eigenen Flächen repräsentative Proben gezogen und untersucht werden. Alternativ sind Untersuchungsergebnisse vergleichbarer Standorte heranzuziehen. Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft veröffentlicht jährlich für verschiedene Kulturarten und Standorte im Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt, Erzeugerringrundschreiben sowie im Internet:

www.lfl.bayern.de/iab/duengung/027122/index.php N_{\min} -Gehalte bayerischer Böden im Frühjahr. Im zeitigen Frühjahr liegen oft noch keine aktuellen N_{\min} -Ergebnisse für Wintergetreide vor. Die LfL wird Ende Januar jeden Jahres einen N_{\min} -Wert für die Planung bekannt geben, damit eine erste frühe Teilgabe ausgebracht werden kann. Bei Vorliegen der aktuellen Werte und einer Abweichung von mehr als 10 kg N/ha muss die Düngebedarfsermittlung angepasst werden. Der N_{\min} -Wert wird in Zeile 5 des Schemas abgezogen.

6. Stickstoffnachlieferung aus dem Bodenvorrat

Bei humosen Böden über 4,0 % Humus muss in Zeile 6 ein Abschlag von 20 kg N/ha vorgenommen werden.

7. Stickstoffnachlieferung aus der organischen Düngung des Vorjahres

Wurde der Schlag im Vorjahr mit organischen Düngern (Wirtschaftsdünger, Klärschlamm etc.) versorgt, wird durch die Mineralisierung der organischen Substanz aus den organischen Düngern Stickstoff nachgeliefert. Bei der Düngebedarfsermittlung wird diese Nachlieferung in Höhe von 10 % des im Vorjahr ausgebrachten organischen Stickstoffs berücksichtigt. Bei Kompost erfolgt die Anrechnung in Höhe von 4 % im ersten Jahr nach der Ausbringung und jeweils 3 % in den weiteren zwei Folgejahren. Zur organischen Düngung im Vorjahr zählen die Düngung zur Vorfrucht, zur Zwischenfrucht im Sommer/Herbst und die Düngung im Herbst zu Winterraps und Wintergerste nach Getreidevorfrucht. Dazu ist es nötig, die ausgebrachten Mengen mit den Nährstoffgehalten an Stickstoff aufzuzeichnen. Die Stickstoffgehalte vieler organischer Dünger sind in Anhang 5 aufgelistet. In diesem Beispiel wurden 170 kg N mit Rindergülle ausgebracht.

Berechnung: 170 kg N x 10 % = 17 kg N

8. Vorfrüchte und

9. Zwischenfrüchte hinterlassen leicht mineralisierbare organische Substanz im Boden, deren Stickstoffanteil für die Folgekultur zur Verfügung steht. Mit welchen Stickstofflieferungen zu

rechnen ist und wie hoch die zu berücksichtigenden Abschläge dafür sind, ist in Tabelle 28 nach Vorfrüchten und Zwischenfrüchten aufgelistet. Die Anrechnung erfolgt in Zeile 8 und 9.

10. Stickstoffdüngbedarf während der Vegetation

Aus dem Ergebnis der Berechnung ergibt sich in Zeile 10 der Gesamtdüngbedarf in der Vegetation in kg/ha, der über Mineraldünger oder organische Dünger ausgebracht werden kann.

11. Organische Düngung zur Kultur (geplant)

Basis für die Berechnung ist immer der Gesamtstickstoffgehalt der organischen Dünger. Bei der Anrechnung im Frühjahr dürfen die Aufbringungsverluste abgezogen werden. Die Höhe der Aufbringungsverluste der verschiedenen organischen Dünger in Abhängigkeit von der Düngerart stehen in Tabelle 25. Bei den Stickstoffgehalten der organischen Dünger in Anhang 5 sind die Aufbringungsverluste noch nicht abgezogen. Für organische Dünger muss im Jahr der Ausbringung mindestens die Stickstoffwirksamkeit der Tabelle 24, Kapitel 3.2) angesetzt werden. Wird bei Untersuchungen festgestellt, dass der Ammoniumanteil des Düngers die in der Tabelle angegebenen Werte überschreitet, muss der Ammoniumanteil in % vom Gesamt-N als Wert für die Mindestwirksamkeit verwendet werden. Wird Mist von Huf- und Klautieren sowie Kompost im Herbst zu Kulturen ausgebracht, für die ein Düngbedarf besteht (Zwischenfrucht, W-Raps und W-Gerste nach Getreidevorfrucht) ist diese Düngemenge in Zeile 7 (Düngung Vorjahr) zu erfassen. Wird Mist von Huf- und Klautieren sowie Kompost im Herbst zu anderen Kulturen ausgebracht (z. B. Winterroggen) muss diese Gabe in Zeile 11 mit den Ausnutzungsgraden von Stickstoff nach Tabelle 24 angerechnet werden.

Im Beispiel (Tabelle 26) werden 170 kg N mit Rindergülle ausgebracht.

Berechnung: $170 \text{ kg N} \times 17,6 \% \text{ Ausbringungsverluste} = 30 \text{ kg N}$; $170 \text{ kg N} - 30 \text{ kg N} = 140 \text{ kg N}$, davon 50 % Mindestwirksamkeit: 70 kg N

Berechnungsbeispiel für einen Biogasgärrest (170 kg N) mit einem Ammoniumanteil von 65 %: $170 \text{ kg N} \times 10,5 \% \text{ Ausbringungsverluste} = 18 \text{ kg N}$; $170 \text{ kg N} - 18 \text{ kg N} = 152 \text{ kg N}$; davon 65 % Wirksamkeit: 99 kg N.

12. Mineralische Düngung zur Kultur

Die Differenz zwischen dem errechneten Stickstoffdüngbedarf während der Vegetation aus Zeile 10 und der organischen Düngung der Zeile 11 ergibt die mögliche mineralische Düngung. Mineraldünger wird mit 100 % Wirksamkeit angesetzt. Die Aufteilung auf einzelne Gaben ist in der Regel sinnvoll und erfolgt in Abhängigkeit von der Kultur, der Bestandsentwicklung, dem Witterungsverlauf und eventuell dem Produktionsziel.

13. Zuschläge aufgrund nachträglich eintretender Umstände

Der in Zeile 10 ermittelte Düngbedarf darf nicht überschritten werden, außer nachträglich eintretende Umstände wie schlechte Bestandsentwicklung oder besondere Witterungsereignisse machen das erforderlich. Den Zuschlag für schlechte Bestandsentwicklung in einer Höhe von maximal 10 kg N/ha kann der Landwirt durch eine Bestandsbewertung vornehmen. Die Zuschläge für besondere Witterungsereignisse werden von der LfL falls notwendig festgelegt. Diese Zuschläge sind jedoch schriftlich zu dokumentieren und die Bedarfsermittlung erneut durchzuführen.

Tabelle 27: Stickstoffbedarfswerte für landwirtschaftliche Kulturen in Abhängigkeit vom Ertragsniveau

Kultur	Ertragsniveau in dt/ha	N-Bedarfswert in kg/ha	(je Ertragsdifferenz) Zu-/Abschlag in kg/ha
Winterraps	40	200	(5 dt) 10/15
Winterweizen A/B	80	230	(10 dt) 10/15
Winterweizen C	80	210	(10 dt) 10/15
Winterweizen E	80	260	(10 dt) 10/15
Wintergerste	70	180	(10 dt) 10/15
Winterroggen	70	170	(10 dt) 10/15
Wintertriticale	70	190	(10 dt) 10/15
Sommergerste	50	140	(10 dt) 10/15
Hafer	55	130	(10 dt) 10/15
Körnermais	90	200	(10 dt) 10/15
Silomais	450	200	(50 dt) 10/15
Zuckerrübe	650	170	(100 dt) 10/15
Kartoffel	450	180	(50 dt) 10/10
Frühkartoffel	400	220	(50 dt) 10/10

Tabelle 28: Abschläge in Abhängigkeit von Vor- und Zwischenfrüchten

Vorfrucht (Hauptfrucht des Vorjahres)	Mindestabschlag in kg N/ha
Grünland, Dauerbrache, Luzerne, Klee, Klee gras, Rotationsbrache mit Leguminosen	20
Rotationsbrache ohne Leguminosen, Zuckerrüben ohne Blattbergung	10
Raps, Körnerleguminosen, Kohlgemüse	10
Feldgras	10
Getreide (mit und ohne Stroh), Silomais, Körnermais, Kartoffel, Gemüse ohne Kohlarten	0
Zwischenfrucht	Mindestabschlag in kg N/ha
Nichtleguminose, abgefroren	0
Nichtleguminose, nicht abgefroren	
- im Frühjahr eingearbeitet	20
- im Herbst eingearbeitet	0
Leguminose, abgefroren	10
Leguminose, nicht abgefroren	
- im Frühjahr eingearbeitet	40
- im Herbst eingearbeitet	10
Futterleguminosen mit Nutzung	10
andere Zwischenfrüchte mit Nutzung	0

4.2 Düngebedarfsermittlung Phosphat und Kali

Für die einzelnen Gehaltsklassen, die in Kapitel 2.3 Tabelle 12 für Phosphat und in Kapitel 2.4, Tabelle 13 für Kali dargestellt sind, gelten die dort genannten fachlichen Düngungsziele, die durch Berücksichtigung der empfohlenen Zu- und Abschläge der Tabelle 29 erreicht werden können. Die Zuschläge für Kali in den Gehaltsklassen A und B sind abhängig von der Bodenart.

Im Gegensatz zur Stickstoffdüngung muss bei Phosphat und Kali nicht jeder Frucht zeitnah die Düngemenge gegeben werden, die sie entzieht. Es ist ausreichend, die Nährstoffabfuhr über die Fruchtfolge zu ersetzen. Ausgangspunkt für die Bedarfsermittlung ist daher die ertragsabhängige Nährstoffabfuhr mit den Ernteprodukten im Rahmen einer Fruchtfolge. Verbleiben Ernterückstände (Stroh, Blatt) auf dem Feld, bleiben die darin enthaltenen Nährstoffmengen bei der Berechnung der Abfuhr außer Betracht. Danach werden die Zu- und Abschläge auf Basis der ermittelten Gehaltsstufe des Bodens berücksichtigt. Resultat sind die über die Düngung zuzuführenden Nährstoffmengen. Werden von diesen Werten die mit den organischen Düngern ausgebrachten Nährstoffe abgezogen, ergibt sich der mineralische Ergänzungsbedarf. Die beste Nährstoffwirkung auf mittleren und schweren Böden wird unter Berücksichtigung einer fruchtartspezifischen Aufteilung erzielt, d. h. Blattfrüchte mit hohem Nährstoffbedarf erhalten höhere, Halmfrüchte geringere Düngemengen. Auf Sandböden sind bei Kali wegen der erhöhten Auswaschungsgefahr jährliche Gaben im Frühjahr anzuraten. Auch die Verabreichung des gesamten Nährstoffbedarfs einer Fruchtfolge in einer Gabe zur Blattfrucht ist möglich, insbesondere bei Phosphat.

Tabelle 29: *Düngebedarf auf Ackerflächen mit den empfohlenen Zu- und Abschlägen auf der Basis der ermittelten Gehaltsklassen des Bodens*

Gehaltsstufe	P ₂ O ₅ -Düngung alle Bodenarten	K ₂ O-Düngung	
		leichte Böden (S - I'S)	mittlere und schwere Böden (IS - T)
A sehr niedrig	Abfuhr + 60 kg/ha	Abfuhr + 40 kg/ha	Abfuhr + 75 kg/ha
B niedrig	Abfuhr + 60 kg/ha	Abfuhr + 40 kg/ha	Abfuhr + 75 kg/ha
C anzustreben (optimal)	Abfuhr	Abfuhr	Abfuhr
D hoch	½ Abfuhr	½ Abfuhr	½ Abfuhr
E sehr hoch	keine	keine	keine

Besonderheiten Phosphat

Die Zuschläge in den Gehaltsklassen A und B spiegeln die fachliche Empfehlung wieder. Die Düngeverordnung lässt jedoch nur einen Bilanzüberschuss im Nährstoffvergleich von 10 kg P₂O₅/ha und Jahr im Durchschnitt der letzten sechs Düngejahre und im Durchschnitt des Betriebes zu. Der obere Wert der Gehaltsstufe C stellt bei Phosphat auch nach der Düngeverordnung eine Grenze dar. Liegt der Phosphatgehalt im Durchschnitt der Schläge (gewogenes Mittel) darüber, darf in den Gehaltsklassen D und E nur noch die Nährstoffabfuhr des Erntegutes gedüngt werden. Der erlaubte Bilanzüberschuss von 10 kg P₂O₅/ha kann auf diesen Flächen nicht ausgenutzt werden. Flächen der Gehaltsklassen A und B dürfen nur die Abfuhr plus 10 kg P₂O₅/ha erhalten, außer der Betrieb verfügt über hoch versorgte Flächen, düngt diese nicht und verwendet die dort eingesparten Mengen zur Aufdüngung der A und B Flächen entsprechend der fachlichen Empfehlungen. Die Düngebedarfsermittlung kann über eine Fruchtfolge von maximal 3 Jahren erfolgen, eine Schaukeldüngung

in diesem Zeitraum ist möglich. Es ist zu überlegen, die Düngung dann zu besonders phosphatbedürftigen Kulturen auszubringen.

Die starken Einschränkungen bei Phosphat durch die Düngeverordnung zwingen dazu, den Einkauf von P_2O_5 -haltigen Mineraldüngern insbesondere für die Unterfußdüngung bei Mais zu überdenken, Wirtschaftsdünger gleichmäßig auf alle Flächen zu verteilen und den Zukauf phosphathaltiger Futtermittel auf das Notwendigste zu beschränken.

5 Düngbedarfsermittlung Dauergrünland und mehrschnittiger Feldfutterbau für N, P₂O₅, K₂O, MgO und S

Vor dem Ausbringen von wesentlichen Nährstoffmengen an Stickstoff (50 kg N/ha und Jahr) oder Phosphat (30 kg P₂O₅/ha und Jahr) hat der Betriebsinhaber den Düngbedarf für Dauergrünland bzw. für mehrschnittigen Feldfutterbau für jeden Schlag oder jede Bewirtschaftungseinheit nach definierten Vorgaben jährlich zu ermitteln. Dabei dürfen Schläge mit gleicher Kultur, Nutzungsart, Nutzungsintensität, gleicher P-Gehaltsklasse des Bodens (A- und B-Flächen können als eine Einheit gesehen werden) und identischer organischer Düngung zu einer Bewirtschaftungseinheit zusammengefasst werden. Aus fachlicher Sicht sollte die Düngbedarfsermittlung nicht nur für die durch die Düngeverordnung vorgeschriebenen Nährstoffe Stickstoff und Phosphat, sondern auch für Kali, Magnesium und Schwefel durchgeführt werden.

Nachstehend wird das Vorgehen der Düngbedarfsermittlung für Dauergrünland und mehrschnittigen Feldfutterbau jeweils in einem eigenen Kapitel erläutert. Für beide Düngbedarfsermittlungen gilt, dass das Düngjahr nach der Ernte des letzten Aufwuchses des Vorjahrs beginnt (siehe Abbildung 4). Demnach zählt eine Düngung nach dem letzten Schnitt oder nach dem Weideabtrieb im Herbst 2017 bereits zum Düngjahr 2018.

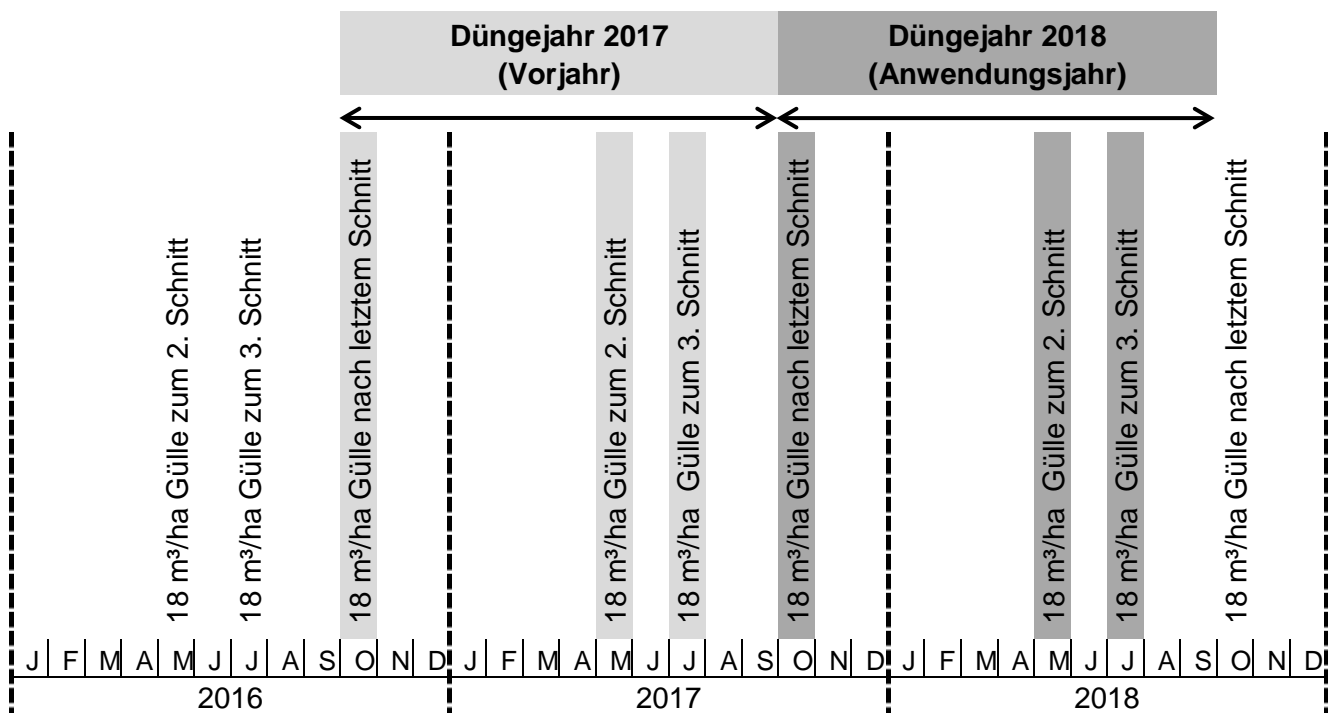


Abbildung 4: Zeiträume für die Düngbedarfsermittlung für Dauergrünland und mehrschnittigen Feldfutterbau anhand eines Beispiels (Beispiel aus Tabelle 30)

5.1 Düngbedarfsermittlung Dauergrünland

Das Prinzip der Düngbedarfsermittlung für Dauergrünland gilt für Dauergrünlandflächen (DG-Status). Es kann aber auch für Ackerflächen (AL-Status), bei denen eine Überführung in eine Dauergrünlandnutzung durch eine Ansaat von Wiesen- bzw. Weidemischungen geplant ist, verwendet werden. Die Düngbedarfsermittlung von Wiesen, Mähweiden und Weiden ist in Tabelle 30 – unter Verweis auf entsprechende Faustzahlen (siehe jeweilige Tabellen) – anhand eines Beispiels dargestellt. Die einzelnen Teilschritte werden nachfolgend näher erläutert und es wird ggf. auf Besonder-

heiten hingewiesen. Ferner ist am Ende des Kapitels (Tabelle 39) eine Vorlage für eigene Planungen beigelegt.

zu Punkt 1a (Nährstoffabfuhr)

Zunächst ist nach den Angaben in Tabelle 31 (oder Anhang 2) die Nährstoffabfuhr zu ermitteln. Darunter sind die von der Fläche mit dem Erntegut (Grünfütter, Silagegut, Heu) abgefahrenen bzw. direkt auf der Fläche aufgenommenen (Weidenutzung) Nährstoffmengen zu verstehen. Die Nährstoffabfuhr ist das Produkt aus der Höhe des abgefahrenen bzw. abgeweideten Nettoertrags ab Feld und den jeweiligen Nährstoffgehalten in Abhängigkeit von der Nutzungsart und der Nutzungsintensität.

Hinweise

Die Auswahl der Nutzungsart und der Nutzungsintensität (Tabelle 31) hat maßgeblichen Einfluss auf die Nährstoffabfuhr. Daher sind dazu nachfolgend einige Erläuterungen aufgeführt:

- Schnittnutzung ist eine Bewirtschaftung ohne nennenswerten Weideanteil. Dies schließt Flächen ein, die nur einmal im Jahr kurz, vorwiegend aus Gründen der Narbenpflege beweidet werden. Diese „Pflegetutzung“ bleibt bei der Festlegung der Nutzungsintensität unberücksichtigt. Bei der Wahl der Nutzungsintensität sind die für das Düngjahr beabsichtigten Schnitte als ganze Zahlen anzugeben. Nicht korrekt ist die Angabe von Spannweiten, wie z. B. die Angabe „4-5 Schnittnutzungen“.
- Mähweidenutzung ist eine Kombination von Schnitt- und Weidenutzung, d. h. es erfolgt eine Bewirtschaftung mit einem nennenswerten Weideanteil. Bei Mähweiden wird sowohl zwischen dem Weideanteil am Jahresertrag (20 % bedeutet vorwiegend Schnittnutzung, 60 % bedeutet vorwiegend Weidenutzung) als auch zwischen drei Intensitätsstufen (extensiv, mittelintensiv, intensiv) unterschieden. Die drei Intensitätsstufen betreffen das erzielbare Ertragsniveau des Standortes bzw. die damit verbundene Nutzungsintensität.
- Bei Weiden wird bis auf den Weiderest der gesamte Aufwuchs einer Dauergrünlandfläche durch die Weidetiere gefressen. Zu den intensiven Weiden sind häufig Portionsweiden, intensive Umtriebsweiden sowie intensive Standweiden (Kurzrasenweiden), wie sie häufig in der Milchviehhaltung mit hohen Leistungen in Gunstlagen vorkommen, zu zählen. Umtriebsweiden (Koppelweiden) und Standweiden für Mutterkühe, mittelintensive Milchviehhaltung, Jungvieh, Pferde oder für Schafe zur Lammfleischproduktion sind meist mittelintensive Weiden. Extensive Weiden können z. B. Standweiden für eine extensive Schafhaltung, Robustpferde oder für das Jungvieh sein.

Nach den Vorgaben der Düngeverordnung ist für den Nettoertrag ab Feld das tatsächliche Ertragsniveau der letzten drei Jahre heranzuziehen. In vielen Fällen ist die Umsetzung dieser Vorgabe dem Landwirt jedoch nur schwer möglich, sofern er nicht über betriebs- oder gar schlagbezogene Ertragsdaten verfügt. Daher sind in Tabelle 31 für jede Nutzungsart und Nutzungsintensität jeweils drei Nettoerträge ab Feld (gering, mittel, hoch) ausgewiesen. Für die Ermittlung der Nährstoffabfuhr wird empfohlen, das mittlere Ertragsniveau und gegebenenfalls bei sehr ertragschwachen Standorten das geringe Ertragsniveau zu verwenden. Dies gerade dann, wenn keine konkreten Nachweise für ein höheres Ertragsniveau vorliegen, wie z. B. mindestens dreijährige Ertragsmessungen oder Verkaufsbelege mit genauer Mengenangabe. Die Verwendung des mittleren Nettoertragsniveaus ab Feld reduziert das Risiko, dass es beim betrieblichen Nährstoffvergleich zu einem Überschreiten der nach Düngeverordnung zulässigen Kontrollwerte für Stickstoff und Phosphat kommen kann. Das Risiko wird mit zunehmendem Weideanteil im Betrieb geringer.

Tabelle 30: *Prinzip der Düngedarfsermittlung für Dauergrünland anhand eines Beispiels:
Wiese mit 4 Schnitten pro Jahr, mittleres Ertragsniveau, ca. 7 % Humus, 5 - 10 % Leguminosenanteil,
Gehaltsklasse bei P₂O₅, K₂O, MgO (C, D, D),
Gemischtbetrieb (Acker-Grünlandbetrieb), Gülledüngung (Milchviehgülle (Acker)) der Fläche mit 3 x 18 m³/ha (6,0 % TM), wo-
von 18 m³/ha im Herbst des Vorjahrs nach dem letzten Schnitt ausgebracht wurden,
organische Düngung im Vorjahr wie im Anwendungsjahr*

Punkt	Vorgehensweise	Quelle	kg Nährstoff/ha und Jahr				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
1a	Nährstoffabfuhr (= Nettoertrag ab Feld x Nährstoffgehalte)	Tab. 31	209	62	241	35	21
1b	Faktor Nutzungsart (Schnittnutzung/Mähweide/Weide)	Tab. 32	1	1	1	1	1
1	Nährstoffbedarfswert	= 1a x 1b	209	62	241	35	21
2a	Abschlag N-Nachlieferung aus Bodenvorrat	Tab. 33	-10	-	-	-	-
2b	Abschlag N-Nachlieferung aus N-Bindung Leguminosen	Tab. 34	-20	-	-	-	-
2c	Abschlag aus N-Nachlieferung aus org. Düngung Vorjahr	Tab. 36, Anh. 5	-17	-	-	-	-
2d	Zu-/Abschlag Bodenuntersuchung für P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO	Tab. 35	-	C Abfuhr	D ½ Abfuhr	D 0	-
2	Düngedarf	siehe Text, (zu Punkt 2)	= 162	= 62	= 121	= 0	= 21
3a	Abschlag für anrechenb. Nährstoffmengen aus org. Düngung im Anwendungsjahr (incl. Herbstdüngung Vorjahr)	Tab. 36, 37, 38, Anh. 5	-69	-76	-200	-49	-16
3	Mineralische Ergänzungsdüngung	siehe Text, (zu Punkt 3)	= 93	-	-	-	= (5)

Tabelle 31: Nettoerträge ab Feld und Nährstoffgehalte bei Dauergrünland in Abhängigkeit von Nutzungsart und Nutzungsintensität

Nutzungsart / Nutzungsintensität	Nettoertrag ab Feld ¹⁾ in dt TM/ha			Nährstoffgehalt in kg/dt Trockenmasse				
	gering	mittel	hoch	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S ²⁾
[Streuwiesen ³⁾]	28	34	40	1,28	0,46	1,81	0,33	0,13
1 Schnittnutzung	28	34	40	1,38	0,50	1,93	0,35	0,14
2 Schnittnutzungen	39	47	55	1,82	0,65	2,41	0,40	0,18
3 Schnittnutzungen	56	68	80	2,40	0,71	2,89	0,41	0,24
4 Schnittnutzungen	63	77	90	2,72	0,81	3,13	0,45	0,27
5 Schnittnutzungen	77	94	110	2,80	0,87	3,25	0,45	0,28
6 Schnittnutzungen	84	102	120	2,91	0,89	3,37	0,45	0,29
Mähweide extensiv, 20 % Weide	48	59	69	1,98	0,69	2,65	0,40	0,20
Mähweide mittelintensiv, 20 % Weide	69	83	98	2,75	0,76	3,01	0,41	0,28
Mähweide intensiv, 20 % Weide	77	94	110	2,80	0,85	3,25	0,45	0,28
Mähweide extensiv, 60 % Weide	47	57	67	2,00	0,69	2,65	0,40	0,20
Mähweide mittelintensiv, 60 % Weide	57	69	81	2,61	0,76	3,01	0,41	0,26
Mähweide intensiv, 60 % Weide	66	80	94	2,82	0,85	3,25	0,45	0,28
Weide extensiv	46	55	65	2,00	0,71	2,77	0,40	0,20
Weide mittelintensiv	55	66	78	2,45	0,80	3,13	0,41	0,24
Weide intensiv	63	77	90	2,88	0,89	3,37	0,45	0,29
Hutungen	14	17	20	1,60	0,57	2,17	0,36	0,16
Almen	28	34	40	2,24	0,73	2,77	0,40	0,22

Hinweis: Für Moore (> 30 % Humus, über 30 cm Moorhorizont) wird empfohlen, bei Phosphat 95 % und bei Kali 90 % der Gehalte anzusetzen.

¹⁾ Mit dem Erntegut abgefahrener bzw. direkt von den Tieren auf der Fläche aufgenommener TM-Ertrag

²⁾ Unterstellt ist ein Verhältnis von Stickstoff zu Schwefel (N/S-Verhältnis) von 10/1.

³⁾ Streuwiesen haben eine geringe Nährstoffabfuhr, jedoch keinen Düngebedarf.

zu Punkt 1b (Faktor Nutzungsart)

Der Faktor Nutzungsart (Tabelle 32) berücksichtigt die Rückführung von Nährstoffen und die Stickstoffverluste in Abhängigkeit vom Weideanteil. Je höher der Weideanteil, desto geringer die Faktoren, da mit steigendem Weideanteil zunehmend mehr Nährstoffe auf die jeweilige Fläche zurückgeführt werden.

Tabelle 32: Faktoren zur Ermittlung der Nährstoffbedarfswerte bei unterschiedlichen Nutzungsarten

Nutzungsart	Faktoren für	
	N	P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO, S
Schnittnutzung (100 %)	1,0	1,0
Mähweide (20 % Weide)	0,9	0,8
Mähweide (60 % Weide)	0,7	0,4
Weide (100 %)	0,5	0

zu Punkt 1 (Nährstoffbedarfswert)

Der Nährstoffbedarfswert ist das Produkt aus der Nährstoffabfuhr (Punkt 1a) und dem Faktor für die Nutzungsart (Punkt 1b).

zu Punkt 2a (Abschlag N-Nachlieferung aus dem Bodenvorrat)

Die Höhe der anzusetzenden Stickstoffnachlieferung (Tabelle 33) aus dem Bodenvorrat richtet sich nach dem Gehalt an organischer Substanz (Humus), woraus stets ein kleiner Teil mineralisiert wird und den Grünlandpflanzen zur Verfügung steht. Bei Moorböden wird zwischen Moorarten unterschieden.

Tabelle 33: Abschläge für die Stickstoffnachlieferung aus dem Bodenvorrat bei Dauergrünland

Gehaltsklassen der organischen Substanz (Humus)	Mindestabschläge in kg N/ha
Sehr schwach bis stark humose Böden (weniger als 8 % org. Substanz)	10
Stark bis sehr stark humose Böden (8 % bis weniger 15 % org. Substanz)	30
Anmoorige Böden (15 % bis weniger als 30 % org. Substanz)	50
Hochmoor (30 % und mehr org. Substanz)	50
Niedermoor (30 % und mehr org. Substanz)	80

Hinweise

Sofern Dauergrünlandflächen nicht auf Anmoor oder Moor stehen, sind als Mindestabschlag 10 kg N/ha (Böden mit weniger als 8 % organischer Substanz) bzw. 30 kg N/ha (Böden mit 8 bis weniger als 15 % organischer Substanz) für die N-Nachlieferung aus dem Bodenvorrat anzurechnen. Nach Untersuchungen der LfL liegt der Humusgehalt bei vielen Dauergrünlandböden bei rund 7 - 8 %. Bei der Standardbodenuntersuchung wird bei der Einschätzung des Humusgehaltes per Fingerprobe zwischen den Bereichen 0 bis unter 4 %, 4 bis unter 15 %, 15 bis unter 30 % und über 30 % organische Substanz (Humus) unterschieden, der Bereich 8-15 % Humus wird nicht eigens

ausgewiesen. Eine bodenchemische Spezialuntersuchung ist in Bayern nicht Pflicht. Damit unterliegt der Bereich der Gehaltsklasse 8 % bis unter 15 % organische Substanz der fachlichen Einschätzung bzw. Angabe des Bewirtschafters.

zu Punkt 2b (Abschlag N-Nachlieferung aus der N-Bindung durch Leguminosen)

Über Leguminosen (z. B. Kleearten, Wickenarten, Luzerne) wird dem Grünlandbestand durch die Symbiose (Lebensgemeinschaft) mit an den Leguminosenwurzeln lebenden Knöllchenbakterien Luftstickstoff zur Verfügung gestellt. Diese Stickstoffnachlieferung hängt maßgeblich vom Leguminosenanteil im Pflanzenbestand ab und ist entsprechend bei der Berechnung der N-Düngung zu berücksichtigen (Tabelle 34).

Tabelle 34: Abschläge für die Stickstoffnachlieferung aus der Stickstoffbindung durch Leguminosen

Gehaltsklassen (Ertragsanteil Leguminosen)	Mindestabschläge in kg N/ha
Ertragsanteil von Leguminosen unter 5 %	10
Ertragsanteil von Leguminosen 5 bis 10 %	20
Ertragsanteil von Leguminosen größer 10 bis 20 %	40
Ertragsanteil von Leguminosen größer 20 %	60

Hinweise

In der Praxis ist die Schätzung eines mittleren Leguminosenanteils schwierig, weil der Leguminosenanteil auf derselben Fläche räumlich, zwischen den einzelnen Jahren und innerhalb eines Jahres stark schwanken kann. Empfohlen wird, von einem Ertragsanteil im Bereich von 5 - 10 % Leguminosen auszugehen, entsprechend einem Mindestabschlag von 20 kg N/ha (Tabelle 34). Dies auch deshalb, da Untersuchungen der LfL zeigen, dass der durchschnittliche Leguminosenanteil im bayerischen Dauergrünland bei rund 8 - 9 % liegt. Einen – langjährig – wesentlich höheren Leguminosenanteil haben häufig extensiv bewirtschaftete Flächen (Wiesen mit weniger als drei regelmäßigen Schnitten pro Jahr) mit Stallmistdüngung, oder geringen Jauche- und Güllegaben, sowie Flächen, die gut mit Phosphat und Kali versorgt sind und nicht zusätzlich mit mineralischem Stickstoff gedüngt werden. Auch nach Neuansaat bzw. Nachsaaten mit Saatgutmischungen, die in der Regel Klee als Mischungspartner zu Gräsern enthalten, können sich höhere Kleeanteile als 10 % im Bestand über mehrere Jahre etablieren. Dagegen können sehr obergrasreiche und intensiv mit (mineralischem) Stickstoff gedüngte Grünlandbestände einen Leguminosenanteil von unter 5 % aufweisen.

zu Punkt 2c (Abschlag aus N-Nachlieferung aus organischer Düngung des Vorjahrs)

Organische Dünger bestehen zu unterschiedlichen Anteilen aus schnell und langsam verfügbaren Stickstoffformen, d. h. sie wirken auch noch über das Anwendungsjahr hinaus. Daher wird bei der Düngebedarfsermittlung diese Nachlieferung in Höhe von 10 % der im Vorjahr ausgebrachten Menge an Gesamtstickstoff aus organischen Düngern (ohne Anrechnung der Ausbringverluste) berücksichtigt. Für das in Tabelle 30 aufgeführte Beispiel würde sich der Abschlag aus der N-Nachlieferung aus der organischen Düngung des Vorjahrs wie folgt errechnen: $3 \times 18 \text{ m}^3/\text{ha} \times 3,1 \text{ kg N/m}^3$ (siehe Tabelle 38, Zeile C) $\times 0,1 = 17 \text{ kg N/ha}$. Weitere Informationen zu Nährstoffgehalten der verschiedenen organischen Dünger sind im Anhang 5 zu finden.

zu Punkt 2d (Zu-/Abschlag Bodenuntersuchung für P_2O_5 , K_2O , MgO)

Um das optimale Ertragspotential des Standorts auszuschöpfen, sind die Ergebnisse der Bodenuntersuchung bei der Düngebedarfsermittlung zu berücksichtigen. Verpflichtend im Rahmen der Düngeverordnung ist dies nur für Phosphat, jedoch wird aus fachlicher Sicht empfohlen, auch für Kali und ggf. Magnesium die Ergebnisse der Bodenuntersuchung für die Düngebedarfsermittlung heranzuziehen. Informationen zu Gehaltsklassen und zur Interpretation der Ergebnisse für Phosphat, Kali und Magnesium können in den Kapiteln 2.3 bis 2.5 nachgelesen werden. Tabelle 35 zeigt die Düngeempfehlungen für Dauergrünlandflächen bei den verschiedenen Gehaltsklassen.

Tabelle 35: Gehaltsklassen (ohne Anmoor- und Moorböden bei P_2O_5 und K_2O) und Düngebedarf (alle Böden) für Phosphat, Kali und Magnesium für Dauergrünlandflächen

Nährstoff	Düngebedarf (kg/ha) bei Gehaltsklasse				
	A sehr niedrig < 5 ¹⁾	B niedrig 5 – 9 ¹⁾ bei P_2O_5 5 - 7 ¹⁾	C anzustreben 10 - 20 ¹⁾ bei P_2O_5 8 - 20 ¹⁾	D hoch 21 - 30 ¹⁾	E sehr hoch > 30 ¹⁾
P_2O_5	Abfuhr + 30		Abfuhr	½ Abfuhr	keine Düngung
K_2O	Abfuhr + 30		Abfuhr	½ Abfuhr	
Mg / MgO	Abfuhr + 30 (MgO)		Abfuhr	keine Düngung	

¹⁾ Nährstoffgehalte Boden in mg/100g Boden

Beachte: Bezugsbasis für Phosphat ist P_2O_5 (CAL) und für Kali K_2O (CAL); für Mg bei der Bodenuntersuchung die Elementform (Mg im CaCl_2 -Extrakt), bei der Düngung jedoch MgO .

zu Punkt 2 (Ermittlung des Düngebedarfs)

Für die Ermittlung des N-Düngebedarfs sind vom Nährstoffbedarfswert (Punkt 1) die Stickstoffnachlieferung aus dem Bodenvorrat (Punkt 2a), die Stickstoffnachlieferung aus der N-Bindung von Leguminosen (Punkt 2b) und die Stickstoffnachlieferung aus der organischen Düngung des Vorjahrs (Punkt 2c) abzuziehen. Für Phosphat, Kali und Magnesium wird der Nährstoffbedarfswert (Punkt 1) gegebenenfalls aufgrund der Bodenuntersuchungsergebnisse (Punkt 2d) korrigiert. Für Schwefel entspricht der Düngebedarf dem Nährstoffbedarfswert (Punkt 1).

zu Punkt 3a (Abschlag anrechenbarer Nährstoffmengen aus organischer Düngung im Anwendungsjahr)

Sofern im zu planenden Düngejahr eine Zufuhr von organischen Düngern erfolgen soll, sind die damit ausgebrachten anrechenbaren Nährstoffmengen zu berücksichtigen. Für die Ermittlung der

anrechenbaren Nährstoffmengen sind die Ausbringungsmenge, die Düngerart und deren Nährstoffgehalte (Tabelle 36 bzw. Anhang 5) oder eigene Untersuchungsergebnisse, die anzusetzenden N-Verluste (Tabellen 37 bzw. Anhang 5) und die anzusetzende Mindestwirksamkeit in Abhängigkeit der jeweiligen Nährstoffe (Tabellen 37 bzw. Anhang 5) zu berücksichtigen. In Tabelle 36 (Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern) und Tabelle 37 (Ausbringungsverluste für Stickstoff und Wirksamkeit der Nährstoffe im Anwendungsjahr) sind die wichtigsten Zahlen für den Milchvieh- bzw. Rinderbereich zur Ermittlung der anrechenbaren Nährstoffmengen dargestellt. Ausführliche Informationen zu organischen Düngern und deren Nährstoffwirkung können in Kapitel 3 nachgelesen werden.

Tabelle 36: Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern ab Lager, d. h. nach Abzug der gasförmigen N-Verluste im Stall und bei der Lagerung

Wirtschaftsdünger	TM in %	Nährstoffgehalt in kg/m ³ bzw. kg/t				
		N _{gesamt}	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S ⁴⁾
Milchviehgülle (Grünland) ¹⁾	5	2,8	1,1	3,5	0,9	0,3
	6 ³⁾	3,3	1,4	4,2	1,1	0,3
	7,5	4,2	1,7	5,3	1,3	0,4
Milchviehgülle (Acker) ²⁾	6 ³⁾	3,1	1,4	3,7	0,9	0,3
	7,5	3,9	1,7	4,7	1,2	0,4
Mastbullengülle	7,5	4,1	1,9	4,0	1,0	0,3
Rindermist (Kurz-, Mittellangstand)	18,5	4,2	2,9	5,6	1,9	k.A.
Rindermist (Tiefstall)	23	4,2	2,3	7,8	1,6	k.A.
Rinderjauche	2,5	3,2	0,0	7,9	0,2	k.A.

1) Grünlandbetrieb: Mindestens 75 % der Betriebsfläche Dauergrünland

2) Gemischtbetrieb (Acker, Dauergrünland): Anteil an Dauergrünland unter 75 %

3) Empfehlung für Grünlandgürtel im Voralpenland, falls betriebseigene Untersuchungen fehlen

4) Unterstellt ist ein Verhältnis N_{gesamt} zu Schwefel von rund 10/1 (Milchviehgülle) und 12/1 (Mastbullengülle)

Tabelle 37: Ausbringungsverluste für Stickstoff und Wirksamkeit der Nährstoffe bei ausgewählten Wirtschaftsdüngern im rinderhaltenden Betrieb im Anwendungsjahr ¹⁾

Wirtschaftsdünger	Stickstoff (N _{gesamt})		P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO, S Wirksamkeit
	Ausbring- verluste	Mindest- wirksamkeit	
Rindergülle	17,6 % (bis 31.12.2019) 11,8 % (ab 01.01.2020)	50 %	100 %
Rindermist	14,3 %	25 %	100 %
Rinderjauche	14,3 %	90 %	100 %

1) Das Anwendungsjahr umfasst den Zeitraum nach dem letzten Schnitt im Vorjahr bis zum letzten Schnitt im Anwendungsjahr (siehe Abbildung 4)

Die Vorgehensweise zur Ermittlung der anrechenbaren Nährstoffmengen aus der organischen Düngung im Anwendungsjahr beschreibt das in Tabelle 38 dargestellte Berechnungsschema. Zur Veranschaulichung werden die Werte des Beispiels aus der Tabelle 30 verwendet.

Tabelle 38: Berechnungsschema für anrechenbare Nährstoffmengen im Anwendungsjahr anhand des Beispiels aus Tabelle 30: Gemischtbetrieb (Acker-Grünlandbetrieb), Gülledüngung (Milchviehgülle (Acker)) der Fläche mit $3 \times 18 \text{ m}^3/\text{ha}$ (6,0 % TM), wovon $18 \text{ m}^3/\text{ha}$ im Herbst des Vorjahrs nach dem letzten Schnitt aufgebracht wurden

Pkt.	Einflussgrößen	Quelle	Nährstoffmenge				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
A	Ausgebrachte Menge an org. Dünger	-	54 m ³ Gülle/ha				
B	Nährstoffgeh. org. Dünger in kg/m ³ o. kg/t	Tab. 36, Anhang 5	3,1	1,4	3,7	0,9	0,3
C	Ausgebrachte Nährstoffmengen (kg/ha)	A x B	167	76	200	49	16
D	Ausbringverluste Stickstoff in %	Tab. 37	17,6	-	-	-	-
E	Ausbringverluste bei Stickstoff in kg/ha	(CxD)/100	29	-	-	-	-
F	Ausgebrachte Nährstoffmengen in kg/ha	C - E	138	76	200	49	16
G	Anzusetzende Wirksamkeit in %	Tab. 37	50	100			
H	Anrechenbare Nährstoffmengen in kg/ha	(F x G)/100	69	76	200	49	16

Hinweis

Für die Düngebedarfsermittlung im Anwendungsjahr schreibt die Düngeverordnung für Stickstoff die Anrechnung einer Mindestwirksamkeit (Tabelle 37) vor. Diese entspricht i.d.R. bei Wirtschaftsdüngern dem Anteil des Ammoniumanteils am Gesamt-N. Für Wirtschaftsdünger, bei denen der Ammoniumanteil die in Tabelle 37 genannten Werte überschreitet (z. B. bei Biogasgärresten), muss der Ammoniumanteil in % vom Gesamt-N als Mindestwirksamkeit angesetzt werden.

zu Punkt 3 (Ermittlung der mineralischen Ergänzungsdüngung)

Durch Abzug der anrechenbaren Nährstoffmengen aus org. Düngung im Düngejahr (Punkt 3a) vom Düngebedarf (Punkt 2) ergibt sich die Höhe der mineralischen Ergänzungsdüngung für die jeweiligen Nährstoffe.

Tabelle 39: Vorlage für eine Düngedarfsermittlung für Dauergrünland

Fläche (Name, Größe): **Düngejahr:**

Nutzungsart/Nutzungsintensität nach Tab. 31:..... **Ertragsniveau:**dt TM/ha

Gehalt an org. Substanz (Humusgehalt) nach Tab. 33:% **Leguminosenanteil** nach Tab. 34:%

Bodengehaltsklasse (A/B/C/D/E) bei **P₂O₅** [.....], **K₂O** [.....], **MgO** [.....]

Organische Düngung Vorjahr bis zum letzten Schnitt (Art/Menge/TM):

Organische Düngung Anwendungsjahr incl. Herstdüngung Vorjahr nach letztem Schnitt (Art/Menge/TM):

Punkt	Vorgehensweise	Quelle	kg Nährstoff/ha und Jahr				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
1a	Nährstoffabfuhr (= Nettoertrag ab Feld x Nährstoffgehalte)	Tab. 31					
1b	Faktor Nutzungsart (Schnittnutzung/Mähweide/Weide)	Tab. 32					
1	Nährstoffbedarfswert	= 1a x 1b					
2a	Abschlag N-Nachlieferung aus Bodenvorrat	Tab. 33		-	-	-	-
2b	Abschlag N-Nachlieferung aus N-Bindung Leguminosen	Tab. 34		-	-	-	-
2c	Abschlag aus N-Nachlieferung aus org. Düngung Vorjahr	Tab. 36, Anh. 5		-	-	-	-
2d	Zu-/Abschlag Bodenuntersuchung für P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO	Tab. 35	-				-
2	Düngebedarf	siehe Text, (zu Punkt 2)					
3a	Abschlag für anrechenb. Nährstoffmengen aus org. Düngung im Anwendungsjahr (incl. Herstdüngung Vorjahr)	Tab. 36, 37, 38, Anh. 5					
3	Mineralische Ergänzungsdüngung	siehe Text, (zu Punkt 3)					

5.2 Düngebedarfsermittlung mehrschnittiger Feldfutterbau

Unter mehrschnittigem Feldfutterbau versteht man den ein-, über- oder mehrjährigen Anbau von Ackergras (z. B. Weidelgrasarten) oder Leguminosen (z. B. Rotklee, Luzerne) in Reinkultur bzw. in Gemischen (Klee gras, Luzernegras) auf Ackerflächen (AL-Status). Wird Feldfutter als Zweitfrucht (Saat vor 01.08. und Ernte bis 31.12. oder Saat im Herbst und Ernte im Frühjahr) angebaut, wird die Düngebedarfsermittlung nach den Vorgaben der Düngebedarfsermittlung Acker (Kapitel 4) durchgeführt.

Das Prinzip der Düngebedarfsermittlung für Flächen mit mehrschnittigem Feldfutterbau ist in Tabelle 40 – unter Verweis auf entsprechende Faustzahlen (siehe jeweilige Tabellen) – anhand eines Beispiels dargestellt. Die einzelnen Teilschritte werden nachfolgend näher erläutert und es wird ggf. auf Besonderheiten hingewiesen. Da einige Berechnungsschritte vom Grundprinzip ähnlich wie bei der Düngebedarfsermittlung für Dauergrünlandflächen durchzuführen sind, wird an den entsprechenden Stellen auf Kapitel 5.1 verwiesen. Ferner ist am Ende des Kapitels (Tabelle 43) eine Vorlage für eigene Planungen beigefügt.

zu Punkt 1a (Nährstoffabfuhr)

Die Nährstoffabfuhr ist das Produkt aus der Höhe des Nettoertrags ab Feld und den jeweiligen Nährstoffgehalten in Abhängigkeit der angebauten Kultur und ggf. der Nutzungsintensität bzw. des Verhältnisses von Leguminosen und Gräsern im Bestand (Tabelle 41).

Hinweise

Nach den Vorgaben der Düngeverordnung ist für den Nettoertrag ab Feld das tatsächliche Ertragsniveau der letzten drei Jahre heranzuziehen. In vielen Fällen ist die Umsetzung dieser Vorgabe dem Landwirt jedoch nur schwer möglich, sofern er nicht über betriebs- oder gar schlagbezogene Ertragsdaten verfügt. Für die Ermittlung der Nährstoffabfuhr wird empfohlen, den mittleren Nettoertrag ab Feld zu verwenden. Dies reduziert das Risiko, dass es beim betrieblichen Nährstoffvergleich zu einem Überschreiten der nach Düngeverordnung zulässigen Kontrollwerte für Stickstoff und Phosphat kommen kann. Höhere Erträge sollten nur dann angesetzt werden, wenn sich diese auch tatsächlich flächenscharf im dreijährigen Mittel nachweisen lassen. Sollte dies der Fall sein, wird empfohlen die höheren Erträge auch nur dann zu verwenden, wenn die Ernteprodukte tatsächlich den landwirtschaftlichen Betrieb als Verkaufsware verlassen und nicht im Betrieb verfüttert werden.

zu Punkt 1b (Faktor Nutzungsart)

Falls es sich ausschließlich um Schnittnutzungsflächen - was in der Regel beim mehrschnittigen Feldfutterbau der Fall ist - handelt, ist der Faktor 1 zu wählen. Bei anderen Nutzungsarten (Mähweide oder Weide) sind die in Tabelle 32 genannten Faktoren zu verwenden.

zu Punkt 1 (Nährstoffbedarfswert)

Der Nährstoffbedarfswert ist das Produkt aus der Nährstoffabfuhr (Punkt 1a) und dem Faktor für die Nutzungsart (Punkt 1b).

Tabelle 40: Prinzip der Düngedbedarfsermittlung für mehrschnittigen Feldfutterbau anhand eines Beispiels: Klee gras (50 % Klee und 50 % Gras), mittleres Ertragsniveau, Schnittnutzung, Gehaltsklasse bei P₂O₅, K₂O, MgO (C, C, C), Gemischtbetrieb (Acker-Grünlandbetrieb), regelmäßige Gülledüngung (Milchviehgülle (Acker)) der Fläche mit 2 x 15 m³/ha (7,5 % TM) während der Vegetation im Frühjahr/Sommer, org. Düngung im Vorjahr wie im Anwendungsjahr

Punkt	Vorgehensweise	Quelle	kg Nährstoff/ha und Jahr				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
1a	Nährstoffabfuhr (= Nettoertrag ab Feld x Nährstoffgehalte)	Tab. 41	290	70	325	45	35
1b	Faktor Nutzungsart (Schnittnutzung/Mähweide/Weide)	Tab. 32	1	1	1	1	1
1	Nährstoffbedarfswert	1a x 1b	290	70	325	45	35
2a	Abschlag N-Nachlieferung aus Bodenvorrat	0 oder 10 kg N/ha	-10	-	-	-	-
2b	Abschlag N-Nachlieferung aus N-Bindung Leguminosen (= Nettoertrag ab Feld x N-Bindung Leguminosen)	Tab. 41	-165	-	-	-	-
2c	Abschlag aus N-Nachlieferung aus org. Düngung Vorjahr	Tab. 36, Anh. 5	-12	-	-	-	-
2d	Zu-/Abschlag Bodenuntersuchung für P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO	Tab. 29, 14	-	C Abfuhr	C Abfuhr	C Abfuhr	-
2	Düngedbedarf	siehe Text, (zu Punkt 2)	= 103	= 70	= 325	= 45	= 35
3a	Abschlag für anrechenb. Nährstoffmengen aus org. Düngung im Anwendungsjahr (incl. Herstdüngung Vorjahr)	Tab. 36, 37, 42, Anh. 5	48	51	141	36	12
3	Mineralische Ergänzungsdüngung	siehe Text, (zu Punkt 3)	= 55	= 19	= 184	= (9)	= 23

Tabelle 41: Nettoerträge ab Feld, Nährstoffgehalte und N-Nachlieferung aus der N-Bindung durch Leguminosen bei mehrschnittigem Feldfutterbau – Basis Frischmasse (FM) ¹⁾

Kultur, Nutzungsintensität bzw. Anbauverhältnis	Nettoertrag ab Feld ²⁾ in dt FM/ha			Nährstoffgehalt in kg/dt FM					N-Bindung in kg N/dt FM
	gering	mittel	hoch	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S	
Ackergras, 3-4 Schnitte pro Jahr	410	500	590	0,52	0,16	0,65	0,08	0,06	-
Ackergras, 5 Schnitte pro Jahr	490	600	700	0,53	0,16	0,72	0,08	0,06	-
Klee (Reinkultur)	370	450	530	0,65	0,13	0,65	0,10	0,07	0,65
Kleegras (70 % Kleeanteil und 30 % Grasanteil)	410	500	590	0,61	0,14	0,65	0,09	0,07	0,46
Kleegras (50 % Kleeanteil und 50 % Grasanteil)	410	500	590	0,58	0,14	0,65	0,09	0,07	0,33
Kleegras (30 % Kleeanteil und 70 % Grasanteil)	450	550	650	0,56	0,15	0,67	0,08	0,07	0,20
Luzerne (Reinkultur)	410	500	590	0,65	0,14	0,65	0,09	0,07	0,65
Luzernegras (70 % Luzerneanteil und 30 % Grasanteil)	410	500	590	0,61	0,14	0,65	0,09	0,07	0,46
Luzernegras (50 % Luzerneanteil und 50 % Grasanteil)	410	500	590	0,58	0,15	0,65	0,09	0,07	0,33
Luzernegras (30 % Luzerneanteil und 70 % Grasanteil)	410	500	590	0,56	0,15	0,65	0,08	0,07	0,20

¹⁾ Es sind 20 % Trockenmasse (siehe Basisdaten) in der Frischmasse unterstellt.

²⁾ Mit dem Erntegut abgefahrener bzw. direkt von den Tieren auf der Fläche aufgenommener FM-Ertrag.

Umrechnung der Erträge von Frischmasse in Trockenmasse:

Nettoertrag in dt FM x % Trockenmasse = Nettoertrag in dt TM

z. B.: Luzerne (Reinkultur) mit 20 % TS: 500 dt FM x 20 % = 100 dt TM

Umrechnung der Nährstoffgehalte:

Beispiel: Bei 20 % TM (80 % FM) beträgt der Nährstoffgehalt von Stickstoff 0,65 kg N/dt. Wie hoch ist der Stickstoffgehalt bei 100 % TM?

20 % entspricht 0,65 kg N/dt

1 % entspricht 0,0325 kg N/dt

100 % entspricht 3,25 kg N/dt

zu Punkt 2a (Abschlag N-Nachlieferung aus dem Bodenvorrat)

Im Gegensatz zu Dauergrünlandflächen sieht die Düngeverordnung für Flächen des mehrschnittigen Feldfutterbaus keinen Abschlag für die Stickstoffnachlieferung aus dem Bodenvorrat vor. Aus fachlicher Sicht wird jedoch empfohlen, insbesondere bei mehrjährigem Leguminosen- bzw. Leguminosen-Gras-Anbau einen Abschlag von 10 kg N/ha vorzunehmen.

zu Punkt 2b (Abschlag N-Nachlieferung aus der N-Bindung durch Leguminosen)

Der Abschlag N-Nachlieferung aus der N-Bindung durch Leguminosen ist das Produkt aus dem Nettoertrag ab Feld und der entsprechenden N-Bindung durch Leguminosen (Tabelle 41).

Hinweis

Da bei Klee bzw. Luzerne in Reinkultur die N-Nachlieferung aus der N-Bindung durch Leguminosen genauso hoch wie die Nährstoffabfuhr ist, besteht für diese Reinbestände kein Stickstoffdüngungsbedarf. Somit ist hier eine organische bzw. mineralische N-Düngung nach den Vorgaben der Düngeverordnung nicht zulässig.

zu Punkt 2c (Abschlag aus N-Nachlieferung aus org. Düngung des Vorjahrs)

Organische Dünger bestehen zu unterschiedlichen Anteilen aus schnell und langsam verfügbaren Stickstoffformen, d.h. sie wirken auch noch über das Anwendungsjahr hinaus. Daher wird bei der Düngebedarfsermittlung diese Nachlieferung in Höhe von 10 % der im Vorjahr ausgebrachten Menge an Gesamtstickstoff aus organischen Düngern (ohne Anrechnung der Ausbringverluste) berücksichtigt. Für das in Tabelle 40 aufgeführte Beispiel würde sich der Abschlag aus der N-Nachlieferung aus der organischen Düngung des Vorjahrs wie folgt errechnen: $2 \times 15 \text{ m}^3/\text{ha} \times 3,9 \text{ kg N/m}^3$ (siehe Tabelle 42, Zeile C) $\times 0,1 = 12 \text{ kg N/ha}$. Informationen zu Nährstoffgehalten der verschiedenen organischen Dünger sind in Tabelle 36 und im Anhang 5 zu finden.

zu Punkt 2d (Zu-/Abschlag Bodenuntersuchung für P_2O_5 , K_2O , MgO)

Um das optimale Ertragspotential des Standorts auszuschöpfen, sind die Ergebnisse der Bodenuntersuchung bei der Düngebedarfsermittlung zu berücksichtigen. Verpflichtend im Rahmen der Düngeverordnung ist dies nur für Phosphat, jedoch wird aus fachlicher Sicht empfohlen, auch für Kali und ggf. Magnesium die Ergebnisse der Bodenuntersuchung für die Düngebedarfsermittlung heranzuziehen. Da der mehrschnittige Feldfutterbau auf Ackerflächen stattfindet, sind hinsichtlich der Einteilung der Gehaltsklassen von Phosphat, Kali und Magnesium (siehe Kapitel 2.3 bis 2.5) und der damit verbundenen Düngeempfehlung (siehe Kapitel 4.2 bzw. 2.5) die Werte für Ackerbauflächen zu verwenden.

zu Punkt 2 (Ermittlung des Düngebedarfs)

Für die Ermittlung des N-Düngebedarfs wird vom Nährstoffbedarfswert (Punkt 1) die Stickstoffnachlieferung aus dem Bodenvorrat (Punkt 2a), die Stickstoffnachlieferung aus der N-Bindung von Leguminosen (Punkt 2b) und die Stickstoffnachlieferung aus der organischen Düngung des Vorjahrs (Punkt 2c) abgezogen. Für Phosphat, Kali und Magnesium wird der Nährstoffbedarfswert (Punkt 1) ggf. aufgrund der Bodenuntersuchungsergebnisse (Punkt 2d) korrigiert. Für Schwefel entspricht der Düngebedarf dem Nährstoffbedarfswert (Punkt 1).

zu Punkt 3a (Abschlag anrechenbarer Nährstoffmengen aus organischer Düngung im Anwendungsjahr)

Sofern im zu planenden Düngejahr eine Zufuhr von organischen Düngern erfolgen soll, sind die damit ausgebrachten anrechenbaren Nährstoffmengen zu berücksichtigen. Die Vorgehensweise zur Ermittlung der anrechenbaren Nährstoffmengen beschreibt das in Tabelle 42 dargestellte und in Kapitel 5.1 erläuterte Berechnungsschema.

Tabelle 42: Berechnungsschema für anrechenbare Nährstoffmengen im Anwendungsjahr anhand des Beispiels aus Tabelle 40: Gemischtbetrieb (Acker-Grünlandbetrieb) Milchviehgülle (Acker), 2 x 15 m³/ha (7,5 % TM) während der Vegetation im Frühjahr/Sommer

Pkt.	Einflussgrößen	Quelle	Nährstoffmenge				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
A	Ausgebrachte Menge an org. Dünger	-	30 m ³ Gülle/ha				
B	Nährstoffgehalte org. Dünger in kg/m ³ o. kg/t	Tab. 36, Anhang 5	3,9	1,7	4,7	1,2	0,4
C	Ausgebrachte Nährstoffmengen (kg/ha)	A x B	117	51	141	36	12
D	Ausbringverluste Stickstoff in %	Tab. 37	17,6	-	-	-	-
E	Ausbringverluste bei Stickstoff in kg/ha	(C x D)/100	21	-	-	-	-
F	Ausgebrachte Nährstoffmengen in kg/ha	C - E	96	51	141	36	12
G	Anzusetzende Wirksamkeit in %	Tab. 37	50	100			
H	Anrechenbare Nährstoffmengen in kg/ha	(F x G)/100	48	51	141	36	12

Hinweis

Für die Düngebedarfsermittlung im Anwendungsjahr schreibt die Düngeverordnung für Stickstoff die Anrechnung einer Mindestwirksamkeit (Tabelle 37) vor. Diese entspricht i.d.R. bei Wirtschaftsdüngern dem Anteil des Ammoniumanteils am Gesamt-N. Für Wirtschaftsdünger, bei denen der Ammoniumanteil die in Tabelle 37 genannten Werte überschreitet (z. B. bei Biogasgärresten), muss der Ammoniumanteil in % vom Gesamt-N als Mindestwirksamkeit angesetzt werden.

zu Punkt 3 (Ermittlung der mineralischen Ergänzungsdüngung)

Durch Abzug der anrechenbaren Nährstoffmengen aus org. Düngung im Düngejahr (Punkt 3a) vom Düngebedarf (Punkt 2) ergibt sich die Höhe der mineralischen Ergänzungsdüngung für die jeweiligen Nährstoffe.

Tabelle 43: Vorlage für eine Düngebedarfsermittlung für mehrschnittigen Feldfutterbau

Fläche (Name, Größe): **Düngejahr:**

Kultur (ggf. Intensität) nach Tab. 41: **Ertragsniveau:**dt FM/ha

Nutzungsart (Schnitt/Mähweide/Weide): **Bodengehaltsklasse** (A/B/C/D/E) bei **P₂O₅** [.....], **K₂O** [.....], **MgO** [.....]

Organische Düngung Vorjahr bis zum letzten Schnitt (Art/Menge/TM):

Organische Düngung Anwendungsjahr incl. Herbstdüngung Vorjahr nach letztem Schnitt (Art/Menge/TM):

Punkt	Vorgehensweise	Quelle	kg Nährstoff/ha und Jahr				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
1a	Nährstoffabfuhr (= Nettoertrag ab Feld x Nährstoffgehalte)	Tab. 41					
1b	Faktor Nutzungsart (Schnittnutzung/Mähweide/Weide)	Tab. 32					
1	Nährstoffbedarfswert	1a x 1b					
2a	Abschlag N-Nachlieferung aus Bodenvorrat	0 oder 10 kg N/ha		-	-	-	-
2b	Abschlag N-Nachlieferung aus N-Bindung Leguminosen (= Nettoertrag ab Feld x N-Bindung Leguminosen)	Tab. 41		-	-	-	-
2c	Abschlag aus N-Nachlieferung aus org. Düngung Vorjahr	Tab. 36, Anh. 5		-	-	-	-
2d	Zu-/Abschlag Bodenuntersuchung für P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO	Tab. 29, 14	-				-
2	Düngebedarf	siehe Text, (zu Punkt 2)					
3a	Abschlag für anrechenb. Nährstoffmengen aus org. Düngung im Anwendungsjahr (incl. Herbstdüngung Vorjahr)	Tab. 36, 37, 42, Anh. 5					
3	Mineralische Ergänzungsdüngung	siehe Text, (zu Punkt 3)					

Abschließende Hinweise zu Kapitel 5 (Dauergrünland und mehrschnittiger Feldfutterbau)

Mit den in Kapitel 5 vorgestellten Tabellen und Berechnungsschritten ist eine jährliche Düngebedarfsermittlung „per Hand“ für Schläge/Bewirtschaftungseinheiten mit Dauergrünland (Kapitel 5.1) bzw. mehrschnittigem Feldfutterbau (Kapitel 5.2) möglich. Die ermittelten Nährstoffmengen zur mineralischen Ergänzungsdüngung sind als Gesamtmenge zu verstehen. Eine Aufteilung der mineralischen Düngung auf einzelne Gaben bleibt hierbei unberücksichtigt und genügt den Anforderungen der Düngeverordnung. Eine effiziente Verteilungsstrategie sowie das Düngen praktisch durchführbarer Mindestgaben unterliegen dem Fachverstand und der Standorterfahrung des Bewirtschafters.

Die für Dauergrünland in Tabelle 31 bzw. für mehrschnittigen Feldfutterbau in Tabelle 41 aufgeführten Stickstoffgehalte wurden aus den in der Düngeverordnung genannten Rohproteingehalten abgeleitet. Für den Fall, dass das dreijährige Mittel des Rohproteingehaltes einer Fläche von den genannten Zahlen abweicht, sieht die Düngeverordnung eine Möglichkeit der Anpassung des Rohproteingehaltes und damit der Netto-Stickstoffabfuhr vor. Eine solche Anpassung ist in der Praxis für den Einzelbetrieb jedoch kaum begründet möglich. Deshalb wird hier auf diese Möglichkeit verzichtet. Fachlich ist dies auch damit zu begründen, dass die in der Düngeverordnung genannten Rohproteingehalte ohnehin relativ hoch angesetzt sind. So liegen die mittleren Rohproteingehalte von bayerischen Dauergrünlandbeständen mit drei- bzw. viermaliger Schnittnutzung um ca. 10 % bzw. 8 % unter den in der Düngeverordnung zugrunde gelegten Werten.

Bei der Düngung mit Kalium ist zu beachten, dass eine überhöhte Nährstoffversorgung zu Luxuskonsum der Grünlandpflanzen führt. Ein sehr hohes Kaliangebot behindert zudem die Aufnahme von Magnesium und Natrium in die Pflanzen. Als Folge einer unausgewogenen Mineralstoffversorgung können sich negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit ergeben. Um diesem entgegenzuwirken, sind einzelne Kaligaben auf maximal 100 - 150 kg K_2O /ha zu beschränken. Darüber hinaus sollten nicht mehr als 330 kg K_2O /ha und Jahr gedüngt werden, selbst wenn sich bei der Düngebedarfsermittlung ein höherer Düngebedarf ergeben sollte.

Die Düngebedarfsermittlung für Kalk ist nicht in Kapitel 5 enthalten. Für Dauergrünland ist die Düngebedarfsermittlung für Kalk in Kapitel 2.1.2 und für mehrschnittigen Feldfutterbau (Ackerbau) in Kapitel 2.1.1 beschrieben.

6 Betriebliche Aspekte der Düngung

6.1 Nährstoffbilanz

Ziel der Nährstoffbilanzierung ist es, einen Überblick über die dem Betrieb bzw. der Fläche zugeführten bzw. abgeführten Nährstoffe zu gewinnen. Bewegt sich die Bilanz innerhalb bestimmter Grenzen, sind gravierende Fehler bei der Düngung kaum zu erwarten. Hohe Bilanzüberschüsse weisen auf eine Nährstoffanreicherung oder vermeidbare Nährstoffverluste der Böden hin, können jedoch auch Indikator für einen nicht optimalen Einsatz von Wirtschaftsdüngern oder Futtermitteln sein. Nach der Düngeverordnung sind Nährstoffvergleiche für Stickstoff und Phosphat auf Feld-Stall-Basis als Flächenbilanz oder als aggregierte Schlagbilanz zu erstellen und zu einem mehrjährigen Nährstoffvergleich zusammenzufassen. Empfohlen wird auch die Bilanzierung des Nährstoffes Kalium.

Feld-Stall-Bilanz

Die Bilanz ergibt sich aus der Zufuhr auf die Schläge minus der Abfuhr von den Flächen als verkaufte Ernteprodukte oder Ernteprodukte, die für die Fütterung der eigenen Tiere verwendet werden (Abbildung 5, linker Teil). Die Nährstoffe der im Stall anfallenden Wirtschaftsdünger werden abzüglich der Stall-, Lager- und Ausbringverluste bei Stickstoff (Tabelle 23) als Zufuhr auf die Schläge berücksichtigt.

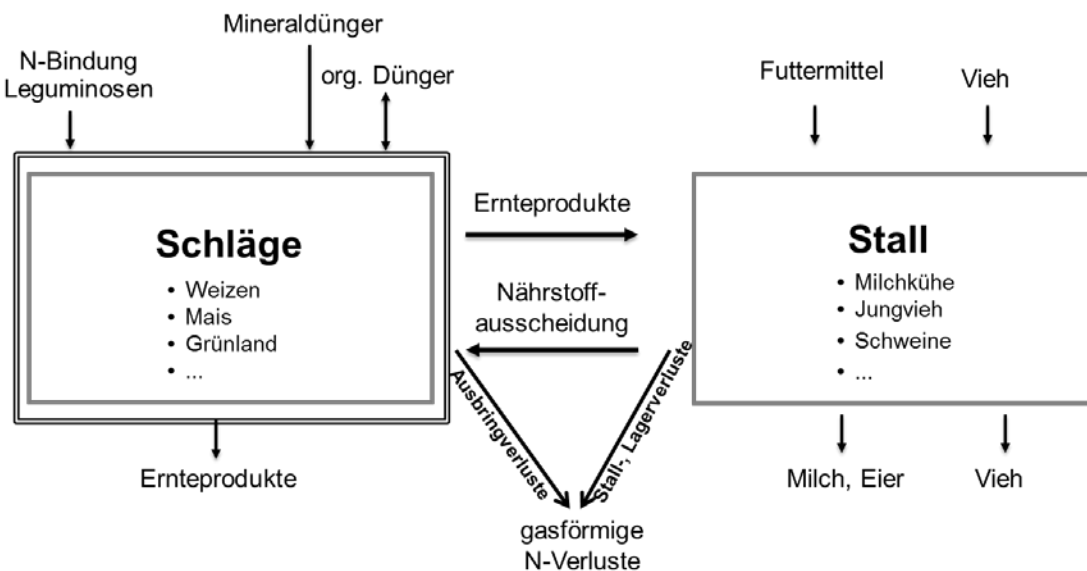


Abbildung 5: Schema der Nährstoffbilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe (Feld-Stall-Bilanz)

Für Betriebe, die Wiederkäuer halten, wurde die Bilanzierungsart angepasst. Der Grund dafür ist, dass die Erträge der Grobfutterflächen meist nicht bekannt sind und als geschätzte Größe in die Bilanz eingegangen sind. Die Bilanzen hatten daher nur eine geringe Aussagekraft. Bei der plausibilisierten Bilanz, die für diese Betriebe nach neuer Düngeverordnung zu rechnen ist, wird die Nährstoffabfuhr von den Grobfutterflächen aus der Nährstoffaufnahme durch die Tiere abgeleitet. Zur errechneten Nährstoffabfuhr darf für Feldfutter (z. B. Silomais, GPS, mehrschnittiges Feldfutter) ein Zuschlag von 15 % und für Dauergrünland ein Zuschlag von 25 % vorgenommen werden. Damit werden schwierige Ertragsschätzungen von diesen Flächen vermieden.

Bewertung des Saldos

Das Ergebnis des Nährstoffvergleiches muss einen bestimmten Kontrollwert einhalten.

Tabelle 44: Obergrenzen für den betrieblichen Nährstoffüberschuss (nach Düngeverordnung)

	Stickstoff (N) im Ø der letzten 3 Düngejahre	Phosphat (P₂O₅) im Ø der letzten 6 Düngejahre
bis 2017	60 kg/ha und Jahr	20 kg/ha und Jahr
ab 2018	50 kg/ha und Jahr	10 kg/ha und Jahr

Nach der Düngeverordnung ist davon auszugehen, dass bei Überschreiten der in Tabelle 44 aufgeführten Bilanzwerte der Einsatz der Düngemittel nicht bedarfsgerecht erfolgt. Wird bei Kontrollen festgestellt, dass ein Kontrollwert nicht eingehalten wird, muss der Betrieb ein Beratungsunternehmen in Anspruch nehmen und wird in den Folgejahren verschärft kontrolliert.

Stoffstrombilanz

Im Düngegesetz ist festgelegt, dass ab dem 1. Januar 2023 die Zufuhr von Nährstoffen in den Betrieb und die Abgabe von Nährstoffen aus dem Betrieb in einer Stoffstrombilanz zu berechnen sind.

Bei diesem Bilanztyp werden die Zufuhren und Abfuhren in den Gesamtbetrieb berücksichtigt. Im Vergleich zur Feld-Stall-Bilanz sind zusätzlich Angaben über den Zukauf von Futtermitteln und Vieh und den Verkauf von Produkten aus dem Stall notwendig. Ziel ist, alle Zu- und Abfuhren in einen landwirtschaftlichen Betrieb zu erfassen (Abbildung 6). Es gibt einen wesentlichen Unterschied zu den bisherigen Bilanzen. Die gasförmigen Verluste bei Stickstoff werden in der Bilanz nicht abgezogen. Daher können nicht die gleichen Grenzwerte verwendet werden, sondern müssen neu definiert werden. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten, zwischen denen sich der Betrieb entscheiden kann: Eine feste Grenze von 175 kg N/ha und Jahr oder die Berechnung eines betriebspezifischen Grenzwertes. Für intensive Tierhaltungsbetriebe empfiehlt sich die Berechnung des betriebspezifischen Grenzwertes. Für Phosphat muss zwar die Bilanz berechnet werden, einen Grenzwert gibt es aber vorerst nicht.

Diese Bilanz müssen bereits ab 2018 Betriebe rechnen, die mehr als 50 Großvieheinheiten je Betrieb mit einem Viehbesatz von mehr als 2,5 Großvieheinheiten je ha haben. Die Regelung gilt auch für viehhaltende Betriebe, die noch zusätzlich Wirtschaftsdünger aus anderen Betrieben aufnehmen. Dazu kommen noch Biogasanlagen, die von einem der vorgenannten Betriebe Wirtschaftsdünger aufnehmen. Ab 2023 müssen zusätzlich alle Betriebe über 20 ha diese Bilanz rechnen oder wenn sie mehr als 50 Großvieheinheiten halten.

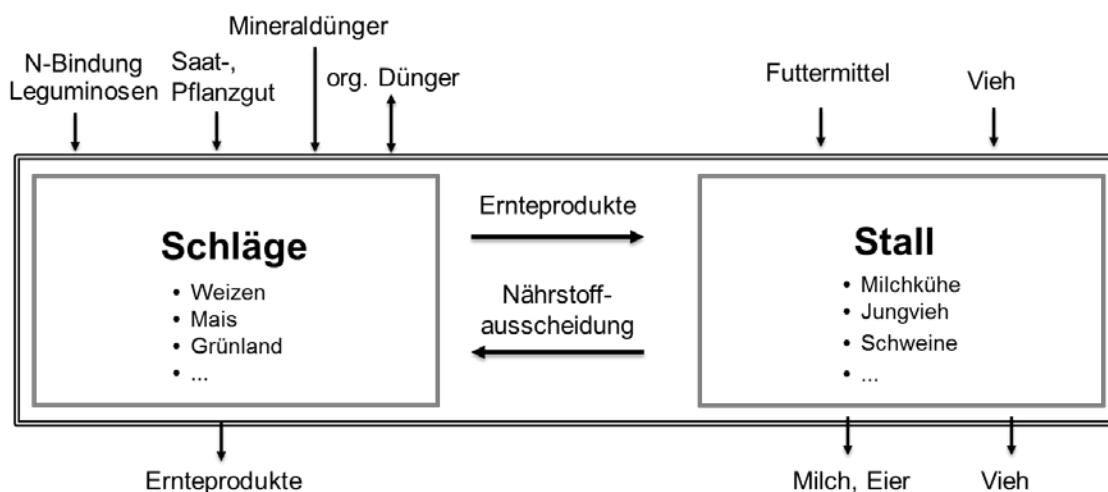


Abbildung 6: Schema der Stoffstrom-Bilanz

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft bietet zur Berechnung der Nährstoffbilanzen entsprechende Programme kostenlos im Internet an:

www.lfl.bayern.de/iab/duengung/031271/index.php

6.2 Rechtliche Regelungen zur Düngung

Zahlreiche Gesetze und Verordnungen regeln die Tätigkeiten der Landwirte bei der Durchführung von Düngungsmaßnahmen. Alle Regelungen im Blick zu haben ist nicht leicht, aber notwendig, um Verstöße und Ordnungswidrigkeiten zu vermeiden. Das gilt auch dann, wenn aus wirtschaftlichen Zwängen zunehmend Arbeiten an Maschinenringe und Lohnunternehmer abgegeben werden. Diese Gruppen müssen sich gleichermaßen mit den gesetzlichen Regelungen befassen. Zum einen sind Fehler bei der praktischen Tätigkeit zu vermeiden, zum anderen sind die Kenntnisse wichtig für zukünftige strategische Planungen z. B. bei der Beschaffung von Geräten. Die folgenden Informationen können nur einen Überblick über die bei der Anwendung zu beachtenden Vorschriften (Tabelle 45) und die wichtigsten Inhalte geben. Sie ersparen im Einzelfall nicht den Blick in die Gesetze und Verordnungen.

Tabelle 45: Übersicht über die wichtigsten Gesetze und Verordnungen

Gesetze, Verordnungen	Wesentliche Inhalte
Erstes Gesetz zur Änderung des Düngegesetzes und anderer Vorschriften vom 05. Mai 2017 (DünG)	Grundsätzliche Regelungen und Definitionen, Inverkehrbringen, Stoffstrombilanz
Düngemittelverordnung vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482), die durch Artikel 3 der Verordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305) geändert worden ist (DüMV)	Inverkehrbringen von Düngemitteln, Düngemitteltypen, Stoffliste, Anforderungen an Düngemittel, Auflagen für die Ausbringung
Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung - BioAbfV) Vom 21. September 1998 in der Fassung vom 23. April 2012	Stoffliste geeigneter Bioabfälle, Untersuchung, Behandlung und Anwendung von Bioabfällen, Auflagen für Ausbringung, Lieferscheinverfahren
Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung – DüV) vom 01. Juni 2017	Gute fachliche Praxis bei der Anwendung, Düngebedarfsermittlung, Sperrfristen, Obergrenzen, Aufzeichnungen, Nährstoffbilanzen, Lagerkapazitäten
Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdüngern (Wirtschaftsdüngerverbringungsverordnung - WDüngV) vom 21. Juli 2010	Aufzeichnungs- und Meldepflichten bei Abgabe von mehr als 200 t Frischmasse
Gesetz zur Neuordnung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallrechts (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24. Februar 2012	Regelt das Vermeiden, Verwerten und Beseitigen von Abfällen
Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 15. April 1992	Regelt die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm
Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen Vom 14. Dezember 2017 (StoffBilV)	Berechnung der Stoffstrombilanz

6.2.1 Düngeverordnung

Die Düngeverordnung vom 01. Juni 2017 regelt die gute fachliche Praxis bei der Anwendung von Düngemitteln und setzt die Nitratrichtlinie der EU um. Sie enthält zahlreiche Regelungen für den Umgang mit organischen Düngern, die z. T. fachliche Aspekte einschränken. Wesentliche Ziele der neuen Verordnung sind die Vermeidung von Gewässerverunreinigungen, die bessere Verteilung von Wirtschaftsdüngern und die Reduzierung von Nährstoffüberschüssen. Einige Inhalte, wie die Düngebedarfsermittlung, sind bereits in den vorhergehenden Kapiteln 4 und 5 beschrieben.

Düngebedarfsermittlung

Alle Betriebe, die wesentliche Nährstoffmengen ausbringen, müssen eine schriftliche Düngebedarfsermittlung durchführen. Ausgenommen sind Betriebe, die weniger als 15 ha bewirtschaften und weniger als 2 ha Sonderkulturen und weniger als 750 kg N-Ausscheidung haben und keinen organischen Dünger aufnehmen.

Düngebedarfsermittlung Stickstoff

Vor der Ausbringung von Düngemitteln muss eine Düngebedarfsermittlung durchgeführt werden, die anhand ertragsabhängiger Bedarfswerte den schlagspezifischen Düngebedarf errechnet. Die organischen Düngemittel müssen in der Düngebedarfsermittlung mit Mindestwirksamkeiten berücksichtigt werden (Tabelle 24).

Düngebedarfsermittlung Phosphat

Grundsätzlich gelten die fachlichen Regeln des VDLUFA, nach denen je nach Gehaltsklassen des Bodens Zu- bzw. Abschläge zum Entzug berücksichtigt werden. Die neuen Regelungen der Düngeverordnung lassen unabhängig von der Bodenversorgung nur noch einen Bilanzüberschuss von 10 kg P₂O₅/ha zu.

Regelungen bei der Ausbringung

Einarbeitung und Gewässerabstand

Alle organischen oder organisch-mineralischen Düngemittel müssen nach dem Aufbringen auf unbestelltes Ackerland unverzüglich, jedoch spätestens nach vier Stunden eingearbeitet werden. Das gilt nicht für Festmist von Huf- und Klautieren sowie für Komposte.

Von oberirdischen Gewässern ist bei der Ausbringung ein Abstand von mindestens vier Metern einzuhalten, außer es werden Geräte benutzt, bei denen die Streubreite der Arbeitsbreite entspricht. Dann darf der Abstand auf einen Meter reduziert werden. In diesem Bereich darf kein Düngemittel gefunden werden.

Falls an ein oberirdisches Gewässer innerhalb von 20 Metern stark geneigte Flächen (Hangneigung > 10 %) angrenzen, dürfen in den ersten fünf Metern keine Düngemittel ausgebracht werden. Für die folgenden 15 Meter gelten auf Ackerflächen Ausbringungsaufgaben in Abhängigkeit der angebauten Kulturen.

Flüssige organische oder organische-mineralische Dünger dürfen auf bestelltes Ackerland ab 2020 nur noch streifenförmig aufgebracht oder direkt in den Boden eingebracht werden. Für Grünland oder mehrschnittigen Feldfutterbau gelten diese Vorgaben ab 2025. Die Länder können Ausnahmegenehmigungen aufgrund agrarstruktureller oder naturräumlicher Gegebenheiten (Hangneigung) erteilen.

Obergrenzen für Stickstoff

Mit organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln dürfen maximal 170 kg Stickstoff je ha und Jahr im Durchschnitt der landwirtschaftlich genutzten Fläche eines Betriebes ausgebracht werden. Diese Begrenzung, die sich bis jetzt nur auf den Stickstoff aus tierischen Wirtschaftsdüngern bezog, schließt jetzt auch den Stickstoff aus allen organischen Düngern, z. B. Nachwachsenden Rohstoffen in Biogasgärresten mit ein. Es soll wieder eine Ausnahmegenehmigung für intensives Grünland und Ackergras bei der EU beantragt werden. In der Folge könnte es auch eine Ausnahmegenehmigung für Biogasgärreste geben. Diese Ausnahmen sind einzelflächenbezogen, müssen vom Landwirt jährlich beantragt werden und sind mit weiteren Auflagen verbunden.

Sperrfristen

Die Sperrfristen für Düngemittel mit wesentlichem Stickstoffgehalt werden gegenüber der alten Düngeverordnung ausgedehnt (siehe Kapitel 3.3). Die Sperrfristen für Grünland können auf Landkreisebene auf Antrag für zwei bis vier Wochen verschoben werden.

Nährstoffvergleich

Alle Betriebe, die wesentliche Nährstoffmengen ausbringen, müssen i. d. R. bis spätestens 31. März einen betrieblichen Nährstoffvergleich für Stickstoff und Phosphat für das abgelaufene Düngejahr erstellen.

Ausgenommen sind Betriebe, die weniger als 15 ha bewirtschaften und weniger als 2 ha Sonderkulturen und weniger als 750 kg N-Ausscheidung haben und keinen organischen Dünger aufnehmen. Der betriebliche Nährstoffvergleich ist zu einem jährlich fortgeschriebenen, mehrjährigen Nährstoffvergleich zusammenzufassen (Stickstoff 3 Jahre, Phosphat 6 Jahre).

Für Stickstoff darf der Kontrollwert ab 2018 50 kg/ha und Jahr, der Kontrollwert für Phosphat in denen ab 2018 begonnen Düngejahren 10 kg/ha und Jahr nicht überschreiten. Wird bei Kontrollen festgestellt, dass ein Kontrollwert nicht eingehalten wird, muss sich der Betrieb durch ein Beratungsunternehmen beraten lassen und wird in den Folgejahren verschärft kontrolliert.

Weitere Informationen zum Nährstoffvergleich enthält das Kapitel 6.1.

Lagerkapazitäten

Die Düngeverordnung schreibt für verschiedene Betriebstypen und Wirtschaftsdünger Mindestlagerkapazitäten vor (siehe Kapitel 3.3). Die Lagerkapazität für Wirtschaftsdünger und Biogasgärreste muss grundsätzlich so groß sein, dass diese Dünger über die jeweiligen Sperrfristen hinaus gelagert werden können. Dabei sind auch sonstige Einleitungen (Silagesickersaft, Niederschlagswasser etc.) in die Güllegruben zu berücksichtigen.

Grundsätzlich müssen Betriebe, die flüssige Wirtschaftsdünger oder Biogasgärreste (fest und flüssig) erzeugen, über sechs Monate Lagerkapazität verfügen. Diese muss entweder im eigenen Betrieb vorhanden sein oder/und durch die Zupacht von Lagerraum belegt werden. Betriebe mit einem Viehbesatz von über drei GV/ha oder ohne eigene Ausbringflächen benötigen ab 2020 neun Monate Lagerkapazitäten. Dazu gehören die meisten gewerblichen Tierhalter und auch die meisten Biogasanlagen. Die Lagerkapazitäten zwischen sechs und neun Monaten können auch durch vertragliche Vereinbarungen über die Bereitstellung von Aufbringflächen durch Dritte sichergestellt werden. Betriebe, die Festmist von Huf- und Klautentieren oder Kompost erzeugen, haben ab 2020 eine Kapazität von zwei Monaten sicherzustellen.

Zusätzliche Regelungen

Die Landesregierungen müssen zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen mit Nitrat weitergehende Regelungen für Grundwasserkörper erlassen, in denen mehr als 37,5 mg NO₃ je Liter mit steigender Tendenz oder mehr als 50 mg NO₃ festgestellt worden sind. Das gilt auch für langsam fließende oder stehende Oberflächengewässer mit nachgewiesener Verunreinigung durch Phosphat aus landwirtschaftlichen Quellen. In diesen so genannten „roten Gebieten“ müssen aus einem Katalog von 14 Maßnahmen mindestens drei zusätzliche Maßnahmen ausgewählt werden, die verpflichtend durchzuführen sind. Zu den Maßnahmen gehören z. B. N_{min}-Untersuchungen, Vergrößerung des Abstandes zu Oberflächengewässern, Verlängerung der Sperrfristen oder Absenkung des Kontrollwertes bei Stickstoff auf 40 kg/ha. Die Maßnahmen werden in der Länderverordnung festgelegt, die vermutlich ab 2019 in Kraft treten wird. Wenn ein Betrieb an Agrarumweltmaßnahmen zum Gewässerschutz teilnimmt oder der Kontrollwert für Stickstoff in der Bilanz unter 35 kg/ha liegt, müssen die Maßnahmen nicht durchgeführt werden.

In Gebieten, in denen die Wasserqualitäten in Ordnung sind, können auch Erleichterungen eingeführt werden.

6.2.2 Wirtschaftsdüngerverbringungsverordnung

Die WDüngV gilt für das Inverkehrbringen (Abgeben), das Befördern und die Übernahme (Aufnehmen) von Wirtschaftsdüngern aller Art sowie von Mischungen mit diesen Stoffen und für Betriebe, die im Kalenderjahr insgesamt mehr als 200 Tonnen Frischmasse in Verkehr bringen, befördern und aufnehmen. Sie gilt nicht, wenn die genannten Tätigkeiten innerhalb eines Umkreises von 50 km innerhalb eines Betriebes oder eines Betriebes des gleichen Verfügungsberechtigten vorgenommen werden. Abgeber, Beförderer sowie Empfänger müssen spätestens einen Monat nach den entsprechenden Tätigkeiten Aufzeichnungen erstellen. Die Inhalte sind im Internet nachzulesen. Werden Wirtschaftsdünger aus einem anderen Bundesland oder dem Ausland importiert, muss der Empfänger dieser Stoffe bis zum 31. März für das vorangegangene Jahr den Abgeber, die Menge und das Datum der Annahme an die zuständige Stelle melden. Wer Wirtschaftsdünger in Verkehr bringt, muss dieses einen Monat vor der erstmaligen Tätigkeit mitteilen. Meldeblätter und Formblätter sind im Internet unter www.lfl.bayern.de/iab/duengung/032104/index.php zu finden.

6.2.3 Sonstige Gesetze und Verordnungen

Das **Düngegesetz (DünG)** enthält grundsätzliche Regelungen und Definitionen, es stellt die rechtliche Grundlage vieler weiterer Verordnungen in Deutschland dar. Wichtig sind die Definitionen für das Inverkehrbringen und für Wirtschaftsdünger.

„*Wirtschaftsdünger sind:*

Düngemittel, die

- a) *als tierische Ausscheidungen*
- aa) *bei der Haltung von Tieren zur Erzeugung von Lebensmitteln oder*
- bb) *bei der sonstigen Haltung von Tieren in der Landwirtschaft oder*
- b) *als pflanzliche Stoffe im Rahmen der pflanzlichen Erzeugung oder in der Landwirtschaft, auch in Mischungen untereinander oder nach aerober oder anaerober Behandlung, anfallen oder erzeugt werden;*

Inverkehrbringen ist: das Anbieten, Vorrätighalten zur Abgabe, Feilhalten und jedes Abgeben von Stoffen der Düngemittelverordnung“

Auch das unentgeltliche Abgeben zählt zum Inverkehrbringen.

Im neuen Düngegesetz sind auch die Grundlagen für die *Stoffstrombilanz* enthalten, die durch eine besondere Verordnung bis zu Beginn des Jahres 2018 in Kraft gesetzt wurde. Diese Bilanz soll der Darstellung der Nährstoffflüsse im landwirtschaftlichen Betrieb dienen. Nähere Ausführungen sind im Kapitel Nährstoffbilanzen der Düngeverordnung enthalten.

Die **Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen (StoffBilV)** enthält die Vorgaben für die Berechnung der Stoffstrombilanz, die ab 2018 für intensive tierhaltende Betriebe und Biogasanlagen und ab 2023 für alle Betriebe über 20 ha oder mehr als 50 GV/ha verpflichtend ist (Siehe Kapitel 6.1)

Die **Düngemittelverordnung (DüMV)** regelt das Herstellen und Inverkehrbringen von mineralischen, organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsstoffen. Auch Wirtschaftsdünger unterliegen den Vorgaben der Düngemittelverordnung.

Düngemittel und Wirtschaftsdünger dürfen nur in Verkehr gebracht bzw. an Dritte abgegeben werden, wenn sie bei sachgerechter Anwendung die Fruchtbarkeit des Bodens, die Gesundheit von Menschen, Haustieren und Nutzpflanzen nicht schädigen und den Naturhaushalt nicht gefährden. In

der Anlage 1 der DüMV werden die zugelassenen Düngemitteltypen beschrieben, Anlage 2 der DüMV enthält organische Stoffe und Aufbereitungshilfsmittel, die für die Herstellung eines Düngemittels verwendet werden können. Nur solche Dünger, die diesen Vorgaben entsprechen, dürfen auf landwirtschaftlich genutzte Flächen ausgebracht werden. Es können auch Einschränkungen und Anwendungsvorgaben angegeben sein. Für das Inverkehrbringen von Wirtschaftsdüngern sind Grenzwerte für Schadstoffe festgesetzt sowie Anforderungen an die Seuchen- und Phytohygiene formuliert. Die seuchenhygienischen Anforderungen (in 50 g Probenmaterial keine Salmonellen nachweisbar) gelten auch dann als eingehalten, wenn die Kennzeichnung auf die Salmonellen hinweist und Auflagen zur Anwendung gemacht werden. Dazu zählen die ausschließliche Ausbringung auf unbestelltem Ackerland mit sofortiger Einarbeitung oder Ausbringung zu Wintergetreide und Winterraps nur bis zum Schosserstadium (EC 30) verbunden mit bodennaher Ausbringungstechnik. Bis zur nächsten Nutzung von Grünland und Futterflächen ist ein Abstand von sechs Wochen vorgeschrieben.

Düngemittel und auch Wirtschaftsdünger dürfen nur in den Verkehr gebracht werden, wenn sie entsprechend der Vorgaben der Düngemittelverordnung gekennzeichnet sind. Die Kennzeichnung für Wirtschaftsdünger muss für alle relevanten Nährstoffe Gehaltsangaben enthalten, evtl. auch zu enthaltenen Schadstoffen. Neben Angaben zur Zusammensetzung bzw. den verwendeten Ausgangsstoffen sind die Menge des abgegebenen Produktes (Gewicht, Volumen), Name und Anschrift des Herstellers zu vermerken.

Die **Klärschlammverordnung (AbfKlärV)** regelt die Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftliche Flächen. Die Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung vom 27. September 2017 ist nach der Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt am 3. Oktober 2017 in Kraft getreten. Nach Klärschlammverordnung dürfen innerhalb von drei Jahren maximal 5 t Klärschlamm-TM je Hektar ausgebracht werden. Dieser Menge entsprechen z. B. 100 m³ Klärschlamm mit 5 % TM (Nassschlamm). Klärschlamm darf nur auf Böden ausgebracht werden, die rechtzeitig vorher untersucht wurden. Die Bodenuntersuchung umfasst die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink, den Nährstoff Phosphat, den pH-Wert, den Humusgehalt, sowie vor einer Aufbringung nach dem 3. April 2018 auch den Gehalt des Bodens an polychlorierten Biphenylen (PCB) und Benzo(a)pyren (B(a)P).

Klärschlamm darf auf folgenden Flächen nicht ausgebracht werden:

- Grünland und Dauergrünland, Ackerfutteranbauflächen, Anbauflächen für Gemüse, Obst und Hopfen, Forstflächen, Rebflächen, Streuobstbestände, Spargel und Frühkartoffeln, Haus-, Nutz- oder Kleingärten,
- in Wasserschutzgebieten (Zonen I, II und III)
- Brachland- und Naturschutzflächen
- Auf Ackerflächen, die zum Anbau von Feldfutter oder zum Anbau von Zuckerrüben, soweit das Rübenblatt verfüttert wird, genutzt werden, ist eine Aufbringung von Klärschlamm nur vor der Saat mit anschließender tiefwendender Einarbeitung zulässig. Ebenso ist beim Anbau von Silo- und Grünmais der Klärschlamm vor der Saat in den Boden einzuarbeiten.
- Zwischen einer Klärschlammaufbringung und dem nächsten Anbau von Feldgemüse muss ein zeitlicher Abstand von mindestens 24 Monaten eingehalten werden. Auf Flächen mit Baum- schulen, Christbaumkulturen und Tabak ist eine Aufbringung möglich.

Die **Bioabfallverordnung (BioAbfV)** gilt für die Verwertung, die Behandlung und Untersuchung unbehandelter und behandelter Bioabfälle, die zur Düngung verwendet werden. Bioabfälle sind Abfälle tierischer oder pflanzlicher Herkunft oder aus Pilzmaterialien, die durch Mikroorganismen, bodenbürtige Lebewesen oder Enzyme weiter abgebaut werden können. Ausgenommen sind Klär-

schlämme und tierische Nebenprodukte, die der Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 unterliegen. Tierische Wirtschaftsdünger von Nutztieren und Pferden fallen nicht unter die Bioabfallverordnung. Die Eigenverwertung von pflanzlichen Bioabfällen auf selbst bewirtschafteten Betriebsflächen fällt nicht unter die BioAbfV.

Die BioAbfV enthält im Anhang 1 eine Stoffliste, die grundsätzlich geeignete Abfälle für die landwirtschaftliche Verwertung enthält. Einige davon, hauptsächlich Schlämme aus gewerblichen Herstellungsverfahren, dürfen nur mit Zustimmung der zuständigen Behörde ausgebracht werden. Dafür müssen vor der ersten Abgabe Art, Beschaffenheit und Herkunft der zuständigen Behörde gemeldet werden, die nach eingehender Prüfung eine Bescheinigung ausstellt. Folgende Punkte sind besonders zu beachten:

- Einmalige Bodenuntersuchung vor der ersten Ausbringung auf Schwermetalle und pH-Wert. Das Ergebnis muss innerhalb von drei Monaten nach der ersten Aufbringung an die zuständige Behörde gemeldet werden. Eine Befreiung davon ist nur auf Antrag und nur für gütegesicherte Komposte möglich.
- Aufbringfläche muss innerhalb von zwei Wochen nach der ersten Aufbringung der zuständigen Behörde gemeldet werden.
- Ausbringungsmengen von 20 bis 30 Tonnen TM je ha und in fünf Jahren in Abhängigkeit von den Schwermetallgehalten.
- Auf Grünland und Feldfutterflächen dürfen nur die Bioabfälle ausgebracht werden, die in Anhang 1 dafür zugelassen sind. Auf Feldfutterflächen ist die Anwendung auch anderer Bioabfälle möglich, wenn die Ausbringung vor dem Anbau und eine Einarbeitung erfolgt.
- Bei Aufbringung von Bioabfällen mit tierischen Nebenprodukten auf Grünland oder Feldfutterflächen darf eine Nutzung durch Beweidung oder Schnitt erst nach 21 Tagen erfolgen.
- Keine Ausbringung von Klärschlamm innerhalb von drei Jahren.
- Ausstellen eines Lieferscheines bei jeder Abgabe mit Angaben u.a. über die Fläche, ausgebrachte Menge, Chargennummer, Unterschriften des Abgebers, des Herstellers, des Aufnehmers, Datum der Abgabe. Nach Ausbringung unverzügliche Zusendung an die zuständige Behörde und die örtliche Landwirtschaftsbehörde.
- Auch der Bewirtschafter der Fläche muss eine Kopie des vollständig ausgefüllten Lieferscheines an die zuständige Behörde und die örtliche Landwirtschaftsbehörde senden.
- Es sind zahlreiche Ausnahmen, z. B. für Mitglieder einer regelmäßigen Gütesicherung, möglich.

Nachwort

Es stellt immer wieder eine Herausforderung dar, den „Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland“, das bekannte „Gelbe Heft“, zu überarbeiten und auf den neuesten Stand zu bringen. Es macht jedoch auch Spaß, gemeinsam zu diskutieren, die informativen Inhalte zusammenzustellen und um die besten Formulierungen zu ringen. Dieses Heft entstand jedoch unter erschwerten Bedingungen, waren doch die Vorgaben der neuen Düngeverordnung einzuarbeiten. Die Verordnung trat am 2. Juni in Kraft, Absprachen zu einer bundeseinheitlichen Vorgehensweise im Vollzug zogen sich aber bis Mitte Dezember hin. Erst dann konnten wir im Bewusstsein, Mitte Januar fertig sein zu müssen, mit der Fertigstellung des Heftes beginnen.

Außer den genannten Autoren haben während intensiver Diskussionen weit über die normale Dienstzeit hinaus die Mitarbeiter des Institutes für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz ihr Gedankengut eingebracht. Frau Brandl, Herr Kavka und Herr Sperger haben viel Zeit darauf verwendet, das umfangreiche Zahlenmaterial der Basisdaten in Tabellen zusammenzustellen und zu ergänzen. Die Anpassung der die Tierhaltung betreffenden Zahlen an die Kategorien des bayerischen Mehrfachantrages wäre nicht möglich gewesen ohne die wohlwollende intensive Unterstützung der Kollegen des Institutes für Tierernährung, Prof. Dr. Spiekers, Dr. Schneider und Dr. Schuster.

Wird unter Druck gearbeitet, besteht die Gefahr, Dinge zu übersehen oder unverständlich darzustellen. Wir haben daher unsere Kollegen Herrn Heigl, Herrn Nüßlein und Herrn Dr. Urbatzka gebeten, unsere Darstellungen durchzusehen, sie gegebenenfalls zu verbessern und wo notwendig zu ergänzen. Nachdem das „Gelbe Heft“ auch an den Fachschulen eingesetzt wird, war uns das Urteil der Kollegen an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sehr wichtig. Herr Liebl vom AELF Straubing und Herr Brunner vom AELF Pfarrkirchen haben ihre Weihnachtsfeiertage dazu verwendet, wertvolle Tipps zu erarbeiten.

Alle fachlichen Beiträge bleiben wirkungslos, wenn sie nicht in übersichtlicher Form und einheitlich formatiert zusammengefasst werden. Frau Plattner von unserem Institut hat diese Aufgabe mit großer Geduld für die Schreiberlinge und Tabellenproduzenten, mit Überblick und Engagement übernommen.

Im Namen aller Nutzer des Gelben Heftes ein herzliches Dankeschön für die geleistete Arbeit.

Dr. Matthias Wendland
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

Januar 2018

Anhang

Aufgrund des großen Umfangs an Basisdaten werden im Anhang nur die Tabellen, die am häufigsten benötigt werden, abgedruckt und in den Tabellen nur die häufigsten Kulturen, Tierarten und Dünger genannt.

Der vollständige Basisdatensatz ist unter www.lfl.bayern.de/iab/duengung/031245/ downloadbar.

Tabellen, die nicht abgedruckt sind, aber im Internet zu finden sind, haben den Vermerk "*nur im Internet*". Die Nummerierung des Anhangs ist mit der Nummerierung der Tabellen im Internet identisch.

- Anhang 1a: Nährstoffgehalte von Hauptfrüchten
- Anhang 1b: Nährstoffgehalte von Zweitfrüchten und Zwischenfrüchten
- Anhang 1c: Nährstoffgehalte von Gemüse
- Anhang 1d: Nährstoffgehalte von Heil- und Gewürzpflanzen (*nur im Internet*)
- Anhang 2: Nährstoffgehalt des Grünlands in Abhängigkeit von der Nutzung
- Anhang 3: Nährstoffgehalte verschiedener Mineraldünger
- Anhang 4a: Nährstoffausscheidung und Grobfutteraufnahme verschiedener Tierarten in kg pro mittlerem Jahresbestand in Abhängigkeit von Leistung und Fütterung
- Anhang 4b: Gülle- und Jaucheanfall verschiedener Tierarten in m³ pro mittlerem Jahresbestand bei verschiedenen TM-Gehalten
- Anhang 4c: Festmistanfall verschiedener Tierarten in t pro mittlerem Jahresbestand in Abhängigkeit von Leistung und Fütterung
- Anhang 5: Nährstoffgehalte organischer Dünger zum Zeitpunkt der Ausbringung
- Anhang 6: Nährstoffgehalte tierischer Produkte
- Anhang 7: Nährstoffgehalte von Futtermitteln (*nur im Internet*)
- Anhang 8a: Kalkdüngerbedarf von Ackerböden (*nur im Internet*)
- Anhang 8b: Kalkdüngerbedarf von Hopfen (*nur im Internet*)
- Anhang 8c: Kalkdüngerbedarf von Grünland (*nur im Internet*)
- Anhang 9a: Stickstoffbedarfswerte von Hauptfrüchten
- Anhang 9b: Stickstoffbedarfswerte von Zweitfrüchten
- Anhang 9c: Stickstoffbedarfswerte von Gemüse
- Anhang 9d: Stickstoffbedarfswerte von Heil- und Gewürzpflanzen (*nur im Internet*)
- Anhang 9e: Stickstoffbedarfswerte bei mehrschnittigen Feldfutterbau (*nur im Internet*)

Anhang 1a: Nährstoffgehalte von Hauptfrüchten (Hauptfrucht = Frucht im Mehrfachtantrag),
(Stand: Januar 2018)

Hauptfrucht	Ernteprodukt	TM in %	Nährstoffgehalt kg/dt Frischmasse				Roh- protein % in TM	Ø Ertrag dt/ha	N-Fix kg/dt FM	HNV ¹⁾ 1:x
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO				
Getreide, Körnermais										
Winterweizen C-Sorte	Korn	86	1,81	0,80	0,55	0,20	12	80		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,40	0,20				
	Korn + Stroh ²⁾		2,21	1,04	1,67	0,36				
Winterweizen A/B-Sorte	Korn	86	2,11	0,80	0,55	0,20	14	80		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,40	0,20				
	Korn + Stroh ²⁾		2,51	1,04	1,67	0,36				
Winterweizen E-Sorte	Korn	86	2,41	0,80	0,55	0,20	16	80		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,40	0,20				
	Korn + Stroh ²⁾		2,81	1,04	1,67	0,36				
Winterbrauweizen	Korn	86	1,81	0,75	0,55	0,20	12	80		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,40	0,20				
	Korn + Stroh ²⁾		2,21	0,99	1,67	0,36				
Sommerweizen	Korn	86	2,11	0,75	0,55	0,20	14	70		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,40	0,20				
	Korn + Stroh ²⁾		2,51	0,99	1,67	0,36				
Wintergerste	Korn	86	1,65	0,80	0,60	0,20	12	70		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,70	0,10				
	Korn + Stroh ²⁾		2,00	1,01	1,79	0,27				
Sommerfuttergerste	Korn	86	1,65	0,80	0,60	0,20	12	50		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,70	0,10				
	Korn + Stroh ²⁾		2,05	1,04	1,96	0,28				
Sommerbraugerste	Korn	86	1,38	0,80	0,60	0,20	10	50		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,70	0,10				
	Korn + Stroh ²⁾		1,73	1,01	1,79	0,27				
Winterroggen	Korn	86	1,51	0,80	0,60	0,10	11	70		
	Stroh	86	0,50	0,30	2,00	0,20				
	Korn + Stroh ²⁾		1,96	1,07	2,40	0,28				
Hafer	Korn	86	1,51	0,80	0,60	0,20	11	55		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,70	0,20				
	Korn + Stroh ²⁾		2,06	1,13	2,47	0,42				
Triticale	Korn	86	1,65	0,80	0,60	0,20	12	70		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,70	0,20				
	Korn + Stroh ²⁾		2,10	1,07	2,13	0,38				
Dinkel (mit Spelzen)	Korn	86	1,65	0,80	0,80	0,20	12	60		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,40	0,20				
	Korn + Stroh ²⁾		2,05	1,04	1,92	0,36				
Hartweizen (Durum)	Korn	86	1,81	0,80	0,60	0,20	12	55		
	Stroh	86	0,50	0,30	1,40	0,20				
	Korn + Stroh ²⁾		2,21	1,04	1,72	0,36				
Körnermais	Korn	86	1,38	0,80	0,50	0,20	10	90		
	Stroh	86	0,90	0,20	2,00	0,40				
	Korn + Stroh ²⁾		2,28	1,00	2,50	0,60				
Körnerleguminosen										
Ackerbohnen	Korn	86	4,10	1,20	1,40	0,20	30	35	5,00	
	Stroh	86	1,50	0,30	2,60	0,30				
	Korn + Stroh ²⁾		5,60	1,50	4,00	0,50				
Erbsen	Korn	86	3,60	1,10	1,40	0,20	26	35	4,40	
	Stroh	86	1,50	0,30	2,60	0,30				
	Korn + Stroh ²⁾		5,10	1,40	4,00	0,50				
Sojabohnen	Korn	86	4,40	1,50	1,70	0,50	32	20	5,30	
	Stroh	86	1,50	0,30	4,00	1,20				
	Korn + Stroh ²⁾		5,90	1,80	5,70	1,70				

Anhang 1a: Nährstoffgehalte von Hauptfrüchten (Hauptfrucht = Frucht im Mehrfachtantrag),
(Stand: Januar 2018)

Fortsetzung

Hauptfrucht	Ernteprodukt	TM in %	Nährstoffgehalt kg/dt Frischmasse				Roh- protein % in TM	Ø Ertrag dt/ha	N-Fix kg/dt FM	HNv ¹⁾ 1:x
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO				
Ölfrüchte										
Winterraps	Korn	91	3,35	1,80	1,00	0,50	23	40		
	Stroh	86	0,70	0,40	2,35	0,41				
	Korn + Stroh ²⁾		4,54	2,48	5,00	1,20				
Sonnenblumen	Korn	91	2,91	1,60	2,40	0,60	20	30		
	Stroh	86	1,00	0,90	4,50	0,30				
	Korn + Stroh ²⁾		4,91	3,40	11,40	1,20				
Hackfrüchte										
Kartoffel	Knolle	22	0,35	0,14	0,60	0,04		450		
	Kraut	15	0,20	0,04	0,36	0,08				
	Knolle + Kraut ²⁾		0,39	0,15	0,67	0,06				
Zuckerrüben	Rübe	23	0,18	0,10	0,25	0,08		650		
	Blatt	18	0,40	0,11	0,71	0,10				
	Rübe + Blatt ²⁾		0,46	0,18	0,75	0,15				
Futerrüben, Runkelrüben (Gehaltsrüben)	Rübe	15	0,18	0,09	0,50	0,05		650		
	Blatt	16	0,30	0,08	0,63	0,08				
	Rübe + Blatt ²⁾		0,30	0,12	0,75	0,08				
Mehrschnittiger Feldfutterbau										
Ackergras 3-4 Schnitte/Jahr	Ganzpflanze	20	0,52	0,16	0,65	0,08	16,2	500		
Ackergras 5 Schnitte/Jahr	Ganzpflanze	20	0,53	0,16	0,72	0,08	16,6	600		
Kleegras (Kleeanteil 30 %)	Ganzpflanze	20	0,56	0,15	0,67	0,08	17,6	550	0,20	
Kleegras (Kleeanteil 50 %)	Ganzpflanze	20	0,58	0,14	0,65	0,09	18,2	500	0,33	
Kleegras (Kleeanteil 70 %)	Ganzpflanze	20	0,61	0,14	0,65	0,09	19,2	500	0,46	
Luzernegras (Luz.anteil 30 %)	Ganzpflanze	20	0,56	0,15	0,65	0,08	17,6	500	0,20	
Luzernegras (Luz.anteil 50 %)	Ganzpflanze	20	0,58	0,15	0,65	0,09	18,2	500	0,33	
Luzernegras (Luz.anteil 70 %)	Ganzpflanze	20	0,61	0,14	0,65	0,09	19,2	500	0,46	
Rotklee	Ganzpflanze	20	0,65	0,13	0,65	0,10	20,5	450	0,65	
Luzerne	Ganzpflanze	20	0,65	0,14	0,65	0,09	20,5	500	0,65	
Futterpflanzen										
Silomais (28 % TM)	Ganzpflanze	28	0,38	0,16	0,45	0,09		450		
Silomais (32 % TM)	Ganzpflanze	32	0,43	0,17	0,51	0,10		450		
Silomais (35 % TM)	Ganzpflanze	35	0,47	0,18	0,56	0,11		450		
Corn-Cop-Mix (CCM)	Kolben	60	1,01	0,41	0,36	0,10		120		
Lieschkolbensilage	Kolben/Liesch.	50	0,76	0,32	0,36	0,10		150		
GPS Getreide	Ganzpflanze	35	0,56	0,23	0,47	0,10		350		
Energiepflanzen										
Sorgumhirse	Ganzpflanze	28	0,41	0,18	0,48	0,04		450		
Riesenweizengras (Szarvasi)	Ganzpflanze	28	0,27	0,11	0,53	0,04		550		
Chinaschilf (Miscanthus)	Ganzpflanze	80	0,15	0,12	0,42	0,06		200		
Dauerkulturen										
Erdbeeren	Frucht		0,17	0,05	0,28	0,03		140		
Himbeeren	Frucht		0,20	0,04	0,20	0,05		100		
Johannis-/ Heidel-/ Holunderbeeren	Frucht		0,20	0,10	0,30	0,03		100		
Reben (Trauben)	Frucht		0,25	0,10	0,40	0,08		100		
Haselnüsse	Frucht		1,90	0,70	0,60	0,20		30		
Hopfen (10 % Wasser)	Dolden	90	3,00	1,00	2,60	0,50		17,5		
	Rebenhäcksel	27	0,60	0,13	0,59	0,21		140		
	Ganzpflanze ²⁾		7,80	2,00	7,30	2,20				8

¹⁾ Haupternteprodukt-Nebenernteprodukt-Verhältnis (z.B. Korn-Stroh-Verhältnis)

²⁾ Nährstoffgehalt Haupternte- und Nebenernteprodukt bezogen auf das Haupternteprodukt

Anhang 1b: Nährstoffgehalte von Zweitfrüchten und Zwischenfrüchten
(Stand: Januar 2018)

Nutzung	Ernte- produkt	TM in %	Nährstoffgehalt kg/dt Frischmasse				Ø Ertrag dt/ha	N-Fix kg/dt FM
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO		
Zweitfrucht (2. Hauptfrucht)								
Weidelgras	Ganzpflanze	20	0,53	0,16	0,72	0,08	250	
Kleegras mit 30 % Leguminosen	Ganzpflanze	20	0,56	0,15	0,67	0,08	250	0,20
Kleegras mit 50 % Leguminosen	Ganzpflanze	20	0,58	0,14	0,65	0,09	250	0,33
Kleegras mit 70 % Leguminosen	Ganzpflanze	20	0,61	0,14	0,65	0,09	250	0,46
Alexandrinerklee	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	250	0,38
Serradella kleinkörnig	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	250	0,38
Futtererbsen/Ackerbohnen	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	250	0,38
Sommerwicken	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	250	0,38
Sommerraps	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	200	
Winterraps	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	200	
Winterrübsen	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	200	
Sommerrübsen	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	200	
Örettich	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	200	
Senf weiß/gelb	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	200	
Phacelia	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	200	
Sonnenblumen	Ganzpflanze	28	0,38	0,16	0,45	0,09	200	
Gemenge mit 30 % Leguminosen	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	250	0,16
Gemenge mit 50 % Leguminosen	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	250	0,26
Gemenge mit 70 % Leguminosen	Ganzpflanze	20	0,46	0,14	0,50	0,05	250	0,34
GPS Winterroggen/Grünroggen	Ganzpflanze	30	0,48	0,20	0,40	0,09	200	
Silomais	Ganzpflanze	28	0,38	0,16	0,45	0,09	250	
Sorghumhirse/Sudangras	Ganzpflanze	28	0,41	0,18	0,48	0,04	250	
Zwischenfrucht								
Zwischenfrucht mit 0 - 25 % Leguminosen	Ganzpflanze	16	0,46	0,14	0,50	0,05	150	
Zwischenfrucht mit 25 - 75 % Leguminosen	Ganzpflanze	16	0,46	0,14	0,50	0,05	150	0,19
Zwischenfrucht mit > 75 % Leguminosen	Ganzpflanze	16	0,46	0,14	0,50	0,05	150	0,38

Anhang 1c: Nährstoffgehalte von Gemüse
(Stand: Januar 2018)

Pflanzenart	Nährstoffgehalt im Haupternteprodukt kg/dt Frischmasse				Ø FM dt/ha	N-Fix kg/dt FM
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO		
Artischocke	0,19	0,05	0,24	0,02	60	
Auberginen	0,28	0,05	0,30	0,06	600	
Blattsalate, grün	0,19	0,07	0,45	0,02	350	
Blumenkohl	0,28	0,10	0,05	0,02	350	
Brokkoli, > 500 g	0,45	0,15	0,46	0,03	150	
Buschbohnen	0,25	0,09	0,30	0,04	120	0,2
Chicoréeerüben	0,25	0,12	0,54	0,07	450	
Chinakohl	0,15	0,09	0,30	0,02	700	
Eissalat	0,14	0,06	0,30	0,02	600	
Endivie, Frisée	0,25	0,06	0,55	0,03	350	
Feldsalat, Rapunzel	0,45	0,10	0,65	0,07	80	
Gemüseerbsen	1,00	0,23	0,36	0,06	80	0,8
Grünkohl	0,49	0,16	0,59	0,04	400	
Gurke, Einlege-	0,15	0,07	0,24	0,02	800	
Knoblauch, trocken	0,30	0,17	0,35	0,03	80	
Knollenfenchel	0,20	0,07	0,48	0,03	400	
Kohlrabi, 8-10 cm	0,28	0,10	0,42	0,03	450	
Kopfsalat	0,18	0,07	0,36	0,03	500	
Kürbis, Speise-	0,25	0,21	0,55	0,08	400	
Melone, Wasser-	0,10	0,02	0,13	0,02	500	
Melone, Zucker-, Honig-	0,15	0,05	0,37	0,02	500	
Mairüben (mit Laub)	0,17	0,10	0,42	0,04	650	
Mangold	0,25	0,09	0,60	0,08	400	
Markerbse, früh bis mittelfrüh	1,00	0,23	0,36	0,06	60	0,8
Meerrettich	0,70	0,22	0,72	0,07	200	
Möhren, Bund-	0,17	0,08	0,53	0,05	600	
Möhren, Industrie-	0,13	0,08	0,42	0,03	900	
Paprika	0,30	0,06	0,26	0,05	300	
Pastinake	0,25	0,24	0,72	0,09	400	
Petersilie, Wurzel-	0,42	0,14	0,84	0,04	400	
Porree	0,25	0,08	0,36	0,03	600	
Radicchio	0,25	0,09	0,48	0,03	280	
Rettich, deutsch	0,14	0,08	0,40	0,02	550	
Rhabarber	0,18	0,05	0,50	0,05	200	
Romana	0,20	0,09	0,40	0,02	450	
Rosenkohl, nur Röschen	0,65	0,20	0,66	0,04	250	
Rote Rüben	0,28	0,12	0,48	0,05	600	
Rotkohl	0,22	0,08	0,36	0,03	600	
Rucola, Feinware	0,40	0,10	0,53	0,05	175	
Schwarzwurzel	0,23	0,16	0,39	0,04	200	
Sellerie, Knollen-	0,25	0,15	0,54	0,03	650	
Sellerie, Stangen-	0,25	0,12	0,54	0,03	500	
Spargel	0,26	0,08	0,24	0,02	50	
Spinat, Blatt-, Standard	0,40	0,12	0,66	0,08	250	
Stangenbohne	0,25	0,09	0,30	0,04	250	0,2
Weißkohl, Industrie-	0,20	0,07	0,31	0,03	1000	
Wirsing	0,35	0,12	0,39	0,02	400	
Zucchini	0,16	0,06	0,20	0,03	650	
Zuckerhut	0,20	0,12	0,30	0,02	600	
Zuckermais	0,35	0,16	0,26	0,06	200	
Zwiebel, Bund-	0,20	0,06	0,24	0,03	680	
Zwiebel, Trocken-	0,18	0,08	0,24	0,03	600	

Quelle: LfL, LWG

Anhang 2: Nährstoffgehalte des Grünlands in Abhängigkeit von der Nutzung
(Stand: Januar 2018)

Nutzung	Nettoertrag ab Feld dt TM/ha			Nährstoffgehalt kg/dt Trockenmasse					Roh- protein % in TM
	gering	mittel	hoch	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S	
Schnittnutzung									
Streuwiese	28	34	40	1,28	0,46	1,81	0,33	0,13	8,0
1 Schnittnutzung	28	34	40	1,38	0,50	1,93	0,35	0,14	8,6
2 Schnittnutzungen	39	47	55	1,82	0,65	2,41	0,40	0,18	11,4
3 Schnittnutzungen	56	68	80	2,40	0,71	2,89	0,41	0,24	15,0
4 Schnittnutzungen	63	77	90	2,72	0,81	3,13	0,45	0,27	17,0
5 Schnittnutzungen	77	94	110	2,80	0,87	3,25	0,45	0,28	17,5
6 Schnittnutzungen	84	102	120	2,91	0,89	3,37	0,45	0,29	18,2
Mähweide									
Mähweide extensiv 20 % Weide	48	59	69	1,98	0,69	2,65	0,40	0,20	12,4
Mähweide mittelintensiv 20 % Weide	69	83	98	2,75	0,76	3,01	0,41	0,28	17,2
Mähweide intensiv 20 % Weide	77	94	110	2,80	0,85	3,25	0,45	0,28	17,5
Mähweide extensiv 60 % Weide	47	57	67	2,00	0,69	2,65	0,40	0,20	12,5
Mähweide mittelintensiv 60 % Weide	57	69	81	2,61	0,76	3,01	0,41	0,26	16,3
Mähweide intensiv 60 % Weide	66	80	94	2,82	0,85	3,25	0,45	0,28	17,6
Weide									
Weide extensiv	46	55	65	2,00	0,71	2,77	0,40	0,20	12,5
Weide mittel	55	66	78	2,45	0,80	3,13	0,41	0,24	15,3
Weide intensiv	63	77	90	2,88	0,89	3,37	0,45	0,29	18,0
Hutungen	14	17	20	1,60	0,57	2,17	0,36	0,16	10,0
Almen	28	34	40	2,24	0,73	2,77	0,40	0,22	14,0

Hinweis: Für Moore (> 30 % Humus, über 30 cm Moorhorizont) wird empfohlen, bei Phosphat 95 % und bei Kali 90 % der Gehalte anzusetzen.

Anhang 3: Nährstoffgehalte verschiedener Mineraldünger
(Stand: Januar 2018)

Mineraldünger	Nährstoffgehalt kg/dt						Kalkwirkung je 100 kg Dünger *
	N _{gesamt}	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S	
AHL / PIASAN-S 25/6	25 (33)**	9 (12)**				6 (8)**	-35
AHL 32	32 (42,4)**	8 (10,6)**					-32
ALZON flüssig 28	28 (36)**	7 (9)**					-28
Ammoniumsulfat/Domogran 45 (SSA)	21	21				24	-63
Ammoniumsulfatlösung (ASL)	8 (10)**	8 (10)**				9 (11,3)**	-24
Ammonsulfatsalpeter (ASS)	26	19				13	-49
Carbokalk	0,3 (0,1)		1,4 (1,3)	0,1	1,7 (1)	0,2 (0,3)	27 (28)
Schwarzkalk	0,8-0,9						37
Dolophos 15			15		7		30
Dolophos 26			26		3		10
Domamon L26	20 (25)**	6 (7,5)**				6 (7,5)**	-31
Entec 26	26	18,5				13	-48
Entec 25+15	25	14	15				-31
EPSO Top (Bittersalz)					16	13	0
Harnstoff + S	38	6,6				7,5	-134
Hortisul				52		18	0
Kali 60er				60			0
KALISOP (Kaliumsulfat)				50		18	0
Kalkammonsalpeter	27	13,5					-15
Kalksalpeter	15,5	1,1					13
Kalkstickstoff geperlt (Perlka)	19,8						30
Kieserit granuliert					25	20	0
Korn-Kali				40	6	4	0
Magnesia-Kainit				11	5	4	0
NP 18+46 (Diammonphosphat)	18	18	46				-34
NP 20+20	20	11,5	20			3	-18
NPK 12+12+17 S/Cl	12	8	12	17	2	8	-13
NPK 13+9+16	13	9,2	9	16	4	7	-14
NPK 14+10+20	14	8,5	10	20		4	-14
NPK 15+13+13	15	10,2	13	13		5	-12
NPK 15+15+15	15	9	15	15		2	-14
NPK perfect 15+5+20 chloridarm	15	8	5	20	2	8	-14
NPK 20+8+8	20	11,4	8	8	3	4	-18
NPK 20+10+10	20	11,2	10	10		3	-21
NPK 23+5+5	23	13	5	5		6	-23
NPK 7+9+17	7	7	9	17	2	10	-7
Oekophos-Plus			5		7	4	31
Polysulfat				14	6	19	0
Patentkali / Kalimagnesia				30	10	17	0
PIAMON 33-S	33	10				12	-54
PKPluS 12+24 (+ 2 MgO + 7 S)			12	24	2	7	0
PKPluS 14+14 (+ 4 MgO + 9 S)			14	14	4	9	0
PKPluS 16+12 (+ 2 MgO + 9 S)			16	12	2	9	0
Stickstoffmagnesia	22	11			7		-4
Superphosphat			18 (-22)			(10-)12	0
Triple-Superphosphat			46				-3
Weicherdiges Rohphosphat			26				31
YARA Bela Optimag	24	12			8	6	-14
Yara Ureas	38	6,6				7,5	-51

* Kalkverlust bzw. -gewinn in kg CaO je 100 kg Dünger

Quelle: LfL, LAD

** je 100 Liter

Anhang 4a: Nährstoffausscheidung und Grobfutteraufnahme verschiedener Tierarten in kg pro mittlerem Jahresbestand in Abhängigkeit von Leistung und Fütterung (Stand: Januar 2018)

Produktionsverfahren	Nährstoffausscheidung kg je mittl. Jahresbestand ²⁾				Grobfutteraufnahme (DüV) kg je mittl. Jahresbestand ²⁾			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	Rinder							
Kälber (Zucht/Mast) bis 6 Monate	22,0	7,6	22,6	5,6	17,5	5,8	20,3	3,0
Kälbermast bis 250 kg, MAT-Fütterung, 2,1 Umtriebe/Jahr	13,0	6,5	13,0	3,3	0,6	0,4	0,7	0,1
Fresseraufzucht (80-210 kg), Standardfutter	15,7	5,4	14,8	3,7	6,0	2,3	7,0	1,1
Männliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr	37,5	14,9	31,3	7,8	20,0	8,0	22,0	3,3
Männliche Rinder über 1 Jahr bis zwei Jahre (Mast)	54,5	20,5	45,5	11,4	28,5	11,5	31,5	4,7
Männliche Rinder über 2 Jahre, Zuchtbullen	64,0	21,0	78,0	19,5	61,0	20,0	74,0	11,1
Ackerbetrieb ¹⁾, Stallhaltung								
Weibliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr	37,0	11,0	46,0	11,5	35,0	12,0	43,0	6,5
Weibliche Rinder über 1 Jahr bis 2 Jahre	56,0	18,0	69,0	17,3	53,0	18,0	64,0	9,6
Andere weibliche Rinder über 2 Jahre	64,0	21,0	78,0	19,5	62,0	20,0	73,0	11,0
Milchkuh (6000 kg Milch, 0,9 Kalb)	100,0	36,0	104,0	26,0	77,0	27,0	93,0	14,0
Milchkuh (8000 kg Milch, 0,9 Kalb)	115,0	42,0	116,0	29,0	84,0	29,0	101,0	15,2
Milchkuh (10000 kg Milch, 0,9 Kalb)	133,0	47,0	125,0	31,3	89,0	31,0	107,0	16,1
Milchkuh (12000 kg Milch, 0,9 Kalb)	152,0	52,0	135,0	33,8	94,0	32,0	112,0	16,8
Grünlandbetrieb ¹⁾, konventionell								
Weibliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr	47,0	14,0	58,0	14,5	48,0	14,0	56,0	8,4
Weibliche Rinder über 1 Jahr bis 2 Jahre	72,0	21,0	94,0	23,5	73,0	22,0	87,0	13,1
Andere weibliche Rinder über 2 Jahre	84,0	23,0	100,0	25,0	86,0	25,0	100,0	15,0
Milchkuh (6000 kg Milch, 0,9 Kalb)	109,0	37,0	129,0	32,3	98,0	31,0	121,0	18,2
Milchkuh (8000 kg Milch, 0,9 Kalb)	124,0	43,0	134,0	33,5	98,0	31,0	120,0	18,0
Milchkuh (10000 kg Milch, 0,9 Kalb)	141,0	48,0	143,0	35,8	101,0	33,0	124,0	18,6
Mutterkuh 700 kg, 0,9 Kalb (6 Mon., 230 kg Absetzgewicht)	105,0	31,0	129,0	32,3	108,0	32,0	128,0	19,2
Schweine								
Zucht								
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 8 kg, Standard	27,3	12,6	12,8	4,5				
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 8 kg, N-/P-red.	24,1	11,2	11,6	4,1				
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 8 kg, Standard	27,5	12,8	13,1	4,6				
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 8 kg, N-/P-red.	24,2	11,2	11,8	4,1				
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 28 kg, Standard	41,1	17,9	21,1	7,4				
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 28 kg, N-/P-red.	36,8	16,0	19,5	6,8				
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 28 kg, Standard	42,9	18,6	21,3	7,5				
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 28 kg, N-/P-red.	38,4	16,7	20,7	7,3				
Aufzucht								
Ferkel von 8 bis 28 kg, 450 g TZ, Standard	4,5	1,64	2,7	1,0				
Ferkel von 8 bis 28 kg, 450 g TZ, N-/P-red.	4,2	1,61	2,6	0,9				
Mast								
Mastschweine (750 g TZ), Standard	14,1	6,0	7,0	2,4				
Mastschweine (750 g TZ), N-/P-red.	13,4	5,1	6,8	2,4				
Mastschweine (850 g TZ), Standard	15,4	6,3	7,5	2,6				
Mastschweine (850 g TZ), N-/P-red.	14,8	5,4	7,3	2,5				
Zuchteber	22,1	9,6	8,8	3,1				

Anhang 4a: Nährstoffausscheidung und Grobfuttermittelaufnahme verschiedener Tierarten in kg pro mittlerem Jahresbestand in Abhängigkeit von Leistung und Fütterung (Stand: Januar 2018)

Fortsetzung

Produktionsverfahren	Nährstoffausscheidung kg je mittl. Jahresbestand ²⁾				Grobfuttermittelaufnahme (DüV) kg je mittl. Jahresbestand ²⁾			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	Geflügel							
Legehennen über 16 Wochen, 17,6 kg Eimasse, Standard	0,85	0,44	0,38	0,15				
Legehennen über 16 Wochen, 17,6 kg Eimasse, N-/P-red.	0,81	0,39	0,38	0,15				
Junghennen bis 16 Wochen, 3,5 kg Zuw., Standard	0,32	0,21	0,15	0,06				
Junghennen bis 16 Wochen, 3,5 kg Zuw., N-/P-red.	0,30	0,18	0,15	0,06				
Masthähnchen 34-38 Tage, 2,3 kg Zuw., Standard	0,52	0,25	0,28	0,11				
Masthähnchen 34-38 Tage, 2,3 kg Zuw., N-/P-red.	0,48	0,23	0,28	0,11				
Sonstige								
Putenhähne bis 21 Wochen Mast, 22,1 kg Zuw., Standard	2,42	1,36	1,17	0,47				
Putenhähne bis 21 Wochen Mast, 22,1 kg Zuw., N-/P-red.	2,25	1,06	1,11	0,44				
Putenhennen 16 Wochen Mast, 10,9 kg Zuw., Standard	1,71	0,93	0,96	0,38				
Putenhennen 16 Wochen Mast, 10,9 kg Zuw., N-/P-red.	1,62	0,66	0,92	0,37				
Gänse Spätmast/Weidemast	1,87	0,58	1,79	0,72				
Pekingenten, 3,0 kg Zuw., 6,5 Durchgänge	0,71	0,40	0,38	0,15				
Flugenten (w:m=1:1), 4 Durchgänge	0,63	0,40	0,31	0,13				
Strauß (Zucht)	24,7	15,8	18,4	7,36				
Emu, Nandu	7,40	4,70	5,50	2,20				
Perlhuhn	0,64	0,28	0,21	0,08				
Lämmer, Schafe bis 1 Jahr, konventionell	5,9	1,9	6,5	1,6	5,4	1,7	6,6	0,9
Mutterschafe (ohne Lamm), andere Schafe, konventionell	14,2	4,3	15,5	3,9	12,4	3,6	12,9	1,8
Mutterziegen (mit 1,5 Lämmer), 800 kg Milch; andere Ziegen	15,2	5,7	18,0	4,5	11,7	3,8	14,8	2,0
Ponys, Pferde bis ein Jahr, 300 kg LM, Stall-/Weidehaltung	33,4	15,3	51,0	10,2				
Pferde über ein Jahr, 500-600 kg LM, Stall-/Weidehaltung	53,6	23,4	67,0	13,4				
Kaninchenaufzucht bis 3 kg (Häsin + 52 Jungtiere je Jahr)	9,7	5,4	8,3	2,1				
Damwild Altier	15,8	4,5	17,6	3,5	15,1	4,8	18,0	2,7
Damwild Kalb	5,8	1,7	6,4	1,3	5,5	1,8	6,6	1,0
Rotwild Altier	22,7	7,2	27,0	5,4	22,7	7,2	27,0	4,1
Rotwild Kalb	8,3	2,7	9,9	2,0	8,3	2,7	9,9	1,5
Lama, Alpaka	22,7	7,2	27,0	5,4				

¹⁾ **Einordnung Milchviehbetrieb:**

In EDV-Programmen wird ein Grünlandanteil von über 85 % der LF als Grünlandbetrieb, ein Grünlandanteil unter 65 % wird als Ackerbetrieb bewertet. Die Nährstoffausscheidungen von Betrieben mit einem Grünlandanteil von 65 % bis 85 % wird linear berechnet.

Bei einer handschriftlicher Berechnung wird ein Grünlandanteil über 75 % der LF als Grünlandbetrieb und ein Grünlandanteil bis 75 % der LF als Ackerbetrieb bewertet.

Bei einer abweichenden Milchleistung sind die Werte linear anzupassen.

²⁾ **Berechnung des mittleren Jahresbestands:**

Bei Tieren, die nur einen Teil eines Jahres gehalten werden, berechnet sich der mittlere Jahresbestand wie folgt:

Mittlerer Jahresbestand = Anzahl Tiere x Haltungsdauer in Tagen / 365 Tage

z. B.: (250 Mastschweine x 129 Tage) + (250 Mastschweine x 130 Tage) + (270 Mastschweine x 79 Tage) / 365 Tage = 236 Mastschweine im Jahresdurchschnitt

Anhang 4b: Gülle- und Jaucheanfall verschiedener Tierarten in m³ pro mittlerem Jahresbestand bei verschiedenen TM-Gehalten (Stand: Januar 2018)

Produktionsverfahren	Gülleanfall in m ³ je mittl. Jahresbestand ²⁾				Jaucheanfall ⁴⁾ in m ³ je mittl. Jahresbest. ²⁾ nach DüV
	TM			nach DüV ³⁾	
	5%	7,5%	10%		
Rinder					
Kälber (Zucht/Mast) bis 6 Monate	7,5	5,0	3,7	3,3	1,2
Kälbermast bis 250 kg, MAT-Fütterung, 2,1 Umtriebe/Jahr	1,5	1,0	0,7	2,5	0,6
Fresseraufzucht (80-210 kg), Standardfutter	4,8	3,2	2,4	5,5	0,5
Männliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr	11,7	7,8	5,9	7,0	2,7
Männliche Rinder über 1 Jahr bis zwei Jahre (Mast)	17,1	11,4	8,6	9,7	3,9
Männliche Rinder über 2 Jahre, Zuchtbulln	21,5	14,3	10,7	13,1	3,4
Ackerbetrieb ¹⁾, Stallhaltung					
Weibliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr	12,5	8,3	6,2	7,6	2,0
Weibliche Rinder über 1 Jahr bis 2 Jahre	18,9	12,6	9,4	11,5	3,0
Andere weibliche Rinder über 2 Jahre	21,5	14,3	10,7	13,1	3,4
Milchkuh (6000 kg Milch, 0,9 Kalb)	33,8	22,5	16,9	19,0	6,0
Milchkuh (8000 kg Milch, 0,9 Kalb)	37,3	24,9	18,6	20,0	6,4
Milchkuh (10000 kg Milch, 0,9 Kalb)	39,3	26,2	19,6	21,0	6,8
Milchkuh (12000 kg Milch, 0,9 Kalb)	45,3	30,2	22,7	22,0	7,2
Grünlandbetrieb ¹⁾, konventionell					
Weibliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr	12,4	8,3	6,2	7,6	2,0
Weibliche Rinder über 1 Jahr bis 2 Jahre	19,0	12,7	9,5	11,7	3,0
Andere weibliche Rinder über 2 Jahre	22,2	14,8	11,1	13,7	3,5
Milchkuh (6000 kg Milch, 0,9 Kalb)	36,5	24,3	18,2	19,0	6,0
Milchkuh (8000 kg Milch, 0,9 Kalb)	38,1	25,4	19,0	20,0	6,4
Milchkuh (10000 kg Milch, 0,9 Kalb)	40,4	26,9	20,2	21,0	6,8
Mutterkuh 700 kg, 0,9 Kalb (6 Mon., 230 kg Absetzgewicht)	32,2	21,4	16,1	20,0	6,0
Schweine	3,5%	5%	7,5%		
Zucht					
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 8 kg, Standard	8,1	5,7	3,8	4,2	1,3
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 8 kg, N-/P-red.	7,2	5,0	3,4	4,2	1,3
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 8 kg, Standard	8,2	5,8	3,8	4,4	1,4
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 8 kg, N-/P-red.	7,4	5,2	3,4	4,4	1,4
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 28 kg, Standard	11,9	8,3	5,5	6,5	2,4
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 28 kg, N-/P-red.	10,9	7,6	5,1	6,5	2,4
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 28 kg, Standard	12,5	8,7	5,8	7,0	2,6
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 28 kg, N-/P-red.	11,5	8,0	5,3	7,0	2,6
Aufzucht					
Ferkel von 8 bis 28 kg, 450 g TZ, Standard	1,3	0,9	0,6	0,7	0,4
Ferkel von 8 bis 28 kg, 450 g TZ, N-/P-red.	1,2	0,8	0,6	0,7	0,4
Mast					
Mastschweine (750 g TZ), Standard	3,8	2,7	1,8	1,8	0,7
Mastschweine (750 g TZ), N-/P-red.	3,9	2,7	1,8	1,8	0,7
Mastschweine (850 g TZ), Standard	4,1	2,9	1,9	1,9	0,8
Mastschweine (850 g TZ), N-/P-red.	4,2	2,9	1,9	1,9	0,8
Zuchteber	4,5	3,2	2,1	3,6	1,5

¹⁾ Einordnung Milchviehbetrieb: siehe Fußnote bei Tabelle 4a

²⁾ Berechnung des mittleren Jahresbestands: siehe Fußnote bei Tabelle 4a

³⁾ Werte nach Düngeverordnung (DüV) Anlage 9, Tabelle 1: Mindestanforderung zur Berechnung des Güllelagerraumes

⁴⁾ Die Jauchemenge basiert auf niedrige Einstreumengen. Bei mittlerer Einstreumenge (6 bis 8 kg/GV und Tag) ist der angegebene Jaucheanfall zu halbieren, bei hoher Einstreumenge (i.d.R. > 11 kg/GV und Tag) fällt keine Jauche an.

Anhang 4c: Festmistanfall verschiedener Tierarten in t pro mittlerem Jahresbestand
in Abhängigkeit von Leistung und Fütterung
(Stand: Januar 2018)

Produktionsverfahren	Großvieh- einheit nach DüV	Einstreu gering (nach DüV) kg/Tag	Festmist (nach DüV) ³⁾ je mittl. Jahresbestand ²⁾ Anfall in t/Jahr		
			gering	mittel	hoch
Rinder					
Kälber (Zucht/Mast) bis 6 Monate	0,3	1,5	2,7	3,5	4,6
Kälbermast bis 250 kg, MAT-Fütterung, 2,1 Umtriebe/Jahr	0,3	0,5	1,9	3,0	3,8
Fresseraufzucht (80-210 kg), Standardfutter	0,3	0,5	4,6	6,0	6,8
Männliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr	0,3	1,0	2,9	6,4	8,3
Männliche Rinder über 1 Jahr bis zwei Jahre (Mast)	0,7	1,4	4,2	9,5	12,7
Männliche Rinder über 2 Jahre, Zuchtbullen	1,0	4,2	7,8	14,0	17,5
Ackerbetrieb ¹⁾, Stallhaltung					
Weibliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr	0,3	2,5	4,5	7,4	8,9
Weibliche Rinder über 1 Jahr bis 2 Jahre	0,7	3,7	6,8	11,8	14,6
Andere weibliche Rinder über 2 Jahre	1,0	4,2	7,8	14,0	17,5
Milchkuh (6000 kg Milch, 0,9 Kalb)	1,0	4,0	15,0	18,6	23,4
Milchkuh (8000 kg Milch, 0,9 Kalb)	1,0	4,0	16,0	19,4	24,4
Milchkuh (10000 kg Milch, 0,9 Kalb)	1,0	5,0	17,0	20,2	25,4
Milchkuh (12000 kg Milch, 0,9 Kalb)	1,0	6,0	17,0	21,0	26,4
Grünlandbetrieb ¹⁾, konventionell					
Weibliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr	0,3	2,5	4,5	7,4	8,9
Weibliche Rinder über 1 Jahr bis 2 Jahre	0,7	3,8	6,9	12,0	14,8
Andere weibliche Rinder über 2 Jahre	1,0	4,4	8,1	14,5	18,1
Milchkuh (6000 kg Milch, 0,9 Kalb)	1,0	4,0	14,4	18,6	23,4
Milchkuh (8000 kg Milch, 0,9 Kalb)	1,0	4,0	15,0	19,4	24,4
Milchkuh (10000 kg Milch, 0,9 Kalb)	1,0	5,0	16,0	20,2	25,4
Mutterkuh 700 kg, 0,9 Kalb (6 Mon., 230 kg Absetzgewicht)	1,0	4,0	15,8	19,6	24,4
Schweine					
Zucht					
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 8 kg, Standard	0,3	2,0	3,6	4,3	5,5
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 8 kg, N-/P-red.	0,3	2,0	3,6	4,3	5,5
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 8 kg, Standard	0,3	2,0	3,7	4,5	5,7
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 8 kg, N-/P-red.	0,3	2,0	3,7	4,5	5,7
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 28 kg, Standard	0,3	3,0	5,2	6,1	7,8
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 25 Ferkel bis 28 kg, N-/P-red.	0,3	3,0	5,2	6,1	7,8
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 28 kg, Standard	0,3	3,0	5,5	6,5	8,3
Zuchtsauen (ab Belegen) mit 28 Ferkel bis 28 kg, N-/P-red.	0,3	3,0	5,5	6,5	8,3
Aufzucht					
Ferkel von 8 bis 28 kg, 450 g TZ, Standard	0,02	0,2	0,4	0,6	0,8
Ferkel von 8 bis 28 kg, 450 g TZ, N-/P-red.	0,02	0,2	0,4	0,6	0,8
Mast					
Mastschweine (750 g TZ), Standard	0,16	0,5	1,3	1,9	2,6
Mastschweine (750 g TZ), N-/P-red.	0,16	0,5	1,3	1,9	2,6
Mastschweine (850 g TZ), Standard	0,16	0,5	1,4	1,9	2,6
Mastschweine (850 g TZ), N-/P-red.	0,16	0,5	1,4	1,9	2,6
Zuchteber	0,3	1,0	2,5	3,6	4,9

Anhang 4c: Festmistanfall verschiedener Tierarten in t pro mittlerem Jahresbestand
in Abhängigkeit von Leistung und Fütterung
(Stand: Januar 2018)

Fortsetzung

Produktionsverfahren	Großvieh- einheit nach DüV	Einstreu (nach DüV) kg/Tag	Festmist (nach DüV) ³⁾ je mittl. Jahresbestand Anfall in t/Jahr		
			gering	mittel	hoch
Geflügel		je 1000 Tiere	je 1000 Tiere		
Legehennen über 16 Wochen, 17,6 kg Eimasse, Standard	0,004	3,7			24,5
Legehennen über 16 Wochen, 17,6 kg Eimasse, N-/P-red.	0,004	3,7			24,5
Junghennen bis 16 Wochen, 3,5 kg Zuw., Standard	0,004	2,3			8,4
Junghennen bis 16 Wochen, 3,5 kg Zuw., N-/P-red.	0,004	2,3			8,4
Masthähnchen 34-38 Tage, 2,3 kg Zuw., Standard	0,004	1,8			14,8
Masthähnchen 34-38 Tage, 2,3 kg Zuw., N-/P-red.	0,004	1,8			14,8
Putenhähne bis 21 Wochen Mast, 22,1 kg Zuw., Standard	0,004	21,6			54,6
Putenhähne bis 21 Wochen Mast, 22,1 kg Zuw., N-/P-red.	0,004	21,6			54,6
Putenhennen 16 Wochen Mast, 10,9 kg Zuw., Standard	0,004	17,4			60,8
Putenhennen 16 Wochen Mast, 10,9 kg Zuw., N-/P-red.	0,004	17,4			60,8
Gänse Spätmast/Weidemast	0,004	53,3			105,3
Pekingenten, 3,0 kg Zuw., 6,5 Durchgänge	0,004	6,4			67,4
Flugenten (w:m=1:1), 4 Durchgänge	0,004	6,0			50,0
Strauß (Zucht)	0,2	84,0			164,4
Emu, Nandu	0,04	38,0			65,8
Perlhuhn	0,003	1,0			9,4
Sonstige		je Tier	je Tier		
Lämmer, Schafe bis 1 Jahr, konventionell	0,1	0,2			0,4
Mutterschafe (ohne Lamm), andere Schafe, konventionell	0,1	0,4			1,1
Mutterziegen (mit 1,5 Lämmer), 800 kg Milch; andere Ziegen	0,1	0,6			1,0
Ponys, Pferde bis ein Jahr, 300 kg LM, Stall-/Weidehaltung	0,7	4,0			6,8
Pferde über ein Jahr, 500-600 kg LM, Stall-/Weidehaltung	0,7	6,0			11,2
Kaninchenaufzucht bis 3 kg (Häsin + 52 Jungtiere je Jahr)	0,003	0,3			0,8

1) Einordnung Milchviehbetrieb:

In EDV-Programmen wird ein Grünlandanteil von über 85 % der LF als Grünlandbetrieb, ein Grünlandanteil unter 65 % wird als Ackerbetrieb bewertet. Die Nährstoffausscheidungen von Betrieben mit einem Grünlandanteil von 65 % bis 85 % wird linear berechnet.

Bei einer handschriftlicher Berechnung wird ein Grünlandanteil über 75 % der LF als Grünlandbetrieb und ein Grünlandanteil bis 75 % der LF als Ackerbetrieb bewertet.

Bei einer abweichenden Milchleistung sind die Werte linear anzupassen.

2) Berechnung des mittleren Jahresbestands:

Bei Tieren, die nur einen Teil eines Jahres gehalten werden, berechnet sich der mittlere Jahresbestand wie folgt:

Mittlerer Jahresbestand = Anzahl Tiere x Haltungsdauer in Tagen / 365 Tage

z. B.: (250 Mastschweine x 129 Tage) + (250 Mastschweine x 130 Tage) + (270 Mastschweine x 79 Tage) / 365 Tage =
236 Mastschweine im Jahresdurchschnitt

3) Der Festmistanfall ist je nach Einstreumenge in gering, mittel oder hoch angegeben. Zur Berechnung des Lagerraums muss beim Jaucheanfall bzw. Festmistanfall mit der gleichen Einstreumenge gerechnet werden.
(siehe Fußzeile 4 bei Tabelle 4b)

Bei Geflügel und Sonstige wird nur eine Stallmistmenge angeboten, die in der Spalte "hoch" aufgeführt ist.

Anhang 5: Nährstoffgehalte organischer Dünger zum Zeitpunkt der Ausbringung, die anrechenbaren Stall- und Lagerungsverluste sind berücksichtigt (Stand: Januar 2018)

Organischer Dünger mit Code-Nr.	Einheit	Nährstoffgehalt ¹⁾ kg/t bzw. m ³ Frischmasse					Mindest- ²⁾ wirksamkeit N _{gesamt} in %
		N _{gesamt}	NH ₄ -N ³⁾	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
Rind							
11 Milchviehgülle (Grünland, 6 % TM)	m ³	3,3	1,7	1,4	4,2	1,1	50
12 Milchviehgülle (Grünland, 7,5 % TM)	m ³	4,2	2,1	1,7	5,3	1,3	50
14 Milchviehgülle (Acker, 6 % TM)	m ³	3,1	1,6	1,4	3,7	0,9	50
15 Milchviehgülle (Acker, 7,5 % TM)	m ³	3,9	2,0	1,7	4,7	1,2	50
16 Mastbullengülle (7,5 % TM)	m ³	4,1	2,1	1,9	4,0	1,0	50
17 Rindermist, Kurz-, Mittellangstand (18,5 % TM)	t	4,2	0,4	2,9	5,6	1,9	25
18 Rindermist, Tiefstall (23 % TM)	t	4,2	0,4	2,3	7,8	1,6	25
19 Rinderjauche (2,5 % TM)	m ³	3,2	2,9	0,0	7,9	0,2	90
Schwein							
21 Mastschweinegülle (5 % TM), Standardfutter	m ³	4,2	2,5	2,2	2,6	0,9	60
22 Mastschweinegülle (5 % TM), N-/P-red. Fütterung	m ³	4,0	2,4	1,9	2,5	0,9	60
24 Zuchtsauengülle (mit Ferkel, 5 % TM), Standardfutter	m ³	4,0	2,4	2,2	2,5	0,9	60
25 Zuchtsauengülle (mit Ferkel, 5 % TM), N-/P-red. Fütterung	m ³	3,9	2,3	2,1	2,6	0,9	60
27 Schweinemist (21 % TM)	t	6,4	0,6	4,4	5,9	2,0	30
28 Schweinejauche (2 % TM)	m ³	3,3	3,0	0,0	3,1	0,2	90
Geflügel							
31 Hühnermist (50 % TM)	t	21,1	9,5	18,2	16,4	6,3	(30) 45
32 Hühnerkot (50 % TM)	t	22,0	11,0	19,0	16,4	6,6	60
33 Putenmist (50 % TM)	t	22,1	9,9	20,3	20,6	7,7	(30) 45
34 Masthähnchenmist (60 % TM)	t	21,3	9,6	17,0	19,7	7,5	(30) 45
35 Pekingentenmist (30 % TM)	t	6,5	2,9	6,0	6,2	2,3	(30) 45
36 Flugentenmist (30 % TM)	t	7,8	3,5	8,1	6,9	2,7	(30) 45
sonstige tierische Herkunft							
41 Pferdemit (30 % TM)	t	3,6	0,4	2,7	9,3	1,6	25
42 Schafmist (30 % TM)	t	5,5	0,6	3,1	11,7	2,7	25
43 Kaninchenmist (30 % TM)	t	7,4	0,7	7,2	12,9	2,9	30
Gärrest, Klärschlamm							
61 Biogasgärrest flüssig (7,5 % TM)	m ³	6,0	3,6	3,0	5,0	1,5	(50) 60
62 Biogasgärrest fest (25 % TM)	t	6,0	2,4	5,0	5,0	1,5	(30) 40
66 Klärschlamm (5 % TM)	m ³	1,8	0,2	1,6	0,2	0,5	30
67 Klärschlamm (25 % TM)	t	4,5	0,5	6,5	0,8	2,0	25
sonstige pflanzliche Herkunft							
71 Gerstenstroh (86 % TM)	t	5,0	-	3,0	17,0	1,0	0
72 Haferstroh (86 % TM)	t	5,0	-	3,0	17,0	2,0	0
73 Roggenstroh (86 % TM)	t	5,0	-	3,0	20,0	2,0	0
74 Weizenstroh (86 % TM)	t	5,0	-	3,0	14,0	2,0	0
75 Körnermaisstroh (86 % TM)	t	9,0	-	2,0	20,0	4,0	0
76 Streuwiese (86 % TM)	t	11,0	-	4,0	15,6	2,8	0
82 Kartoffelfruchtwasser (48 % TM)	m ³	22,0	-	12,0	80,0	7,0	70
83 Schlempe (Kartoffeln) (5 % TM)	m ³	2,8	-	1,1	4,8	0,5	50

Anhang 5: Nährstoffgehalte organischer Dünger zum Zeitpunkt der Ausbringung, die anrechenbaren Stall- und Lagerungsverluste sind berücksichtigt (Stand: Januar 2018)

Fortsetzung

Organischer Dünger mit Code-Nr.	Einheit	Nährstoffgehalt ¹⁾ kg/t bzw. m ³ Frischmasse					Mindest- ²⁾ wirksamkeit N _{gesamt} in %
		N _{gesamt}	NH ₄ -N ³⁾	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
92 Kompost (Grüngut) (60 % TM)	t	6,6	0,7	3,9	5,1	8,2	(3) 11
93 Kompost (Bioabfall) (60 % TM)	t	8,5	0,9	5,4	7,9	10,0	(5) 11
94 Grüngut frisch (20 % TM)	t	5,2	-	2,1	6,1	0,9	10
96 Rebenhäcksel (Hopfen) (27 % TM)	t	6,0	-	1,3	5,9	2,1	10

Die grau hinterlegten Zahlen sind Orientierungswerte, eigene Untersuchungen sind hier zwingend erforderlich!

- 1) Die anrechenbaren gasförmigen **Stall- und Lagerungsverluste** der organischen Dünger sind bei den angegebenen N_{gesamt} und NH₄-Gehalten bereits abgezogen.

Stall- und Lagerungsverluste in %	Gülle	Festmist/Jauche
Rinder	15%	30%
Schweine	20%	30%
Geflügel	40%	40%
andere Tiere (Pferde, Schafe,...)	45%	45%
Gärrest	5%	5%
andere organische Düngemittel 0%		

Die anrechenbaren gasförmigen **Aufbringungsverluste** der organischen Dünger können je nach Berechnungsziel (siehe unten) bei den angegebenen N_{gesamt} und NH₄-Gehalten noch abgezogen werden.

Aufbringungsverluste in %	Gülle	Festmist/Jauche
Rinder	17,6% (ab 1.1.2020: 11,8%)	14,3%
Schweine	12,5% (ab 1.1.2020: 6,3%)	14,3%
Geflügel	16,7%	16,7%
andere Tiere (Pferde, Schafe,...)	9,1%	9,1%
Gärrest	10,5%	10,5%
andere organische Düngemittel 10,0%		

Aufbringungsverluste abziehbar?		
Berechnungsziel	Gülle, Mist, Jauche	andere org. Düngemittel
170 kg Grenze (N _{gesamt})	nein	nein
Düngebedarfsermittlung Anrechnung org. Düngung Vorjahr	nein	nein
Düngebedarfsermittlung Planung org. Düngung aktuelles Jahr	ja	ja
Nährstoffvergleich DüV	ja	nein
Stoffstrombilanz	nein	nein

- 2) Wenn der Prozentanteil des Ammoniums (NH₄-N) am N_{gesamt}-Gehalt höher ist als die Mindestwirksamkeit nach Anlage 3 DüV, ist der prozentuale Ammoniumanteil als Wirksamkeit anzusetzen. Die Zahl in () ist die Mindestwirksamkeit nach DüV. Die nebenstehende Zahl ist die anzusetzende Wirksamkeit, die sich aufgrund des hier enthaltenen Prozentanteils des Ammoniums (NH₄-N) am N_{gesamt}-Gehalt ergibt.
- 3) Fehlende Angaben (-) bedeuten, dass nur noch unbedeutende NH₄-N Mengen enthalten sind.

Anhang 6: Nährstoffgehalte tierischer Produkte (Stand: Januar 2018)

a) Nährstoffgehalte im Tierkörper in Abhängigkeit von der Tierart

Tierart	Nährstoffgehalt in kg je dt Lebendgewicht			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Rinder, milchbetont	2,50	1,37	0,29	0,06
Rinder, fleischbetont	2,70	1,49	0,29	0,06
Zuchtschweine, Mastschweine, Ferkel	2,56	1,17	0,24	0,05
Schafe (mit Nachzucht), Damtiere	2,60	1,37	0,24	0,05
Ziegen	2,60	1,37	0,29	0,06
Pferde bis 5 Monate	2,70	2,06	0,22	0,05
Pferde über 5 Monate	3,00	1,74	0,24	0,05
Kaninchen	3,00	1,49	0,30	0,06
Legehennen	3,50	1,28	0,30	0,06
Masthähnchen	3,00	0,92	0,31	0,06
Puten	3,30	1,17	0,30	0,06
Enten	3,00	1,15	0,30	0,06
Gänse	3,00	1,21	0,30	0,06
Gehegewild	2,60	1,37	0,24	0,05

Orientierungswerte für die Umrechnung des angegebenen Schlachtgewichts (%) in Lebendgewicht				
	alle	männl. Tiere	weibl. Tiere	Milchkühe
Rinder, milchbetont		56	54	46
Rinder, fleischbetont		58	56	50
Zuchtschweine, Mastschweine, Ferkel	79			
Schafe (mit Nachzucht), Damtiere	48			
Ziegen	48			

b) Nährstoffgehalte in der Milch (Kuh-, Schaf-, Ziegen-, Pferdemilch)

Milch	Nährstoffgehalt in kg je 1000 kg Milch			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Kuhmilch (3,2 % Eiweiß)	5,0	2,3	1,8	0,2
Kuhmilch (3,4 % Eiweiß)	5,3	2,3	1,8	0,2
Kuhmilch (3,6 % Eiweiß)	5,6	2,3	1,8	0,2
Stutenmilch	3,5	1,4	0,6	0,2
Ziegenmilch	5,8	2,8	2,2	0,3
Schafmilch	8,3	2,5	2,2	0,2

Die Berechnung des N-Gehaltes der Milch ist auch über den Eiweißgehalt möglich.

Rechengang: (Eiweißgehalt/6,38) * 10

c) Nährstoffgehalte in Eiern

Eier	Nährstoffgehalt in kg			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1000 Stück Eier (à 62,5 g)	1,19	0,26	0,11	0,01
Eimasse (g/kg)	19,00	4,81	1,77	0,18

d) Nährstoffgehalte in Wolle

Wolle	Nährstoffgehalt in kg je 1000 kg Wolle			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Schafwolle	128,0	0,90	60,3	0,5

Anhang 9a: Stickstoffbedarfswerte von Hauptfrüchten
(Stand: Januar 2018)

Hauptfrucht	TM in %	Ertrag in dt/ha	Stickstoff- bedarfswert in kg N/ha	Ertrags- differenz in dt/ha	je Ertragsdifferenz	
					Zuschläge in kg N/ha	Abschläge in kg N/ha
Getreide, Körnermais						
Winterweizen C-Sorte	86	80	210	10	10	15
Winterweizen A/B-Sorte	86	80	230	10	10	15
Winterweizen E-Sorte	86	80	260	10	10	15
Winterbrauweizen	86	80	180	10	10	15
Sommerweizen (14 % RP)	86	70	220	10	10	15
Wintergerste zweizeilig	86	70	180	10	10	15
Wintergerste mehrzeilig	86	70	180	10	10	15
Winterbraugerste (zweizeilig)	86	70	160	10	10	15
Sommerfuttergerste	86	50	140	10	10	15
Sommerbraugerste	86	50	120	10	10	15
Winterroggen	86	70	170	10	10	15
Hafer	86	55	130	10	10	15
Triticale	86	70	190	10	10	15
Dinkel (mit Spelzen)	86	60	200	10	10	15
Emmer/Einkorn	86	30	100	10	10	15
Hartweizen (Durum)	86	55	200	10	10	15
Körnermais	86	90	200	10	10	15
Körnerleguminosen						
Ackerbohnen	86	35	0	0	0	0
Erbsen	86	35	0	0	0	0
Sojabohnen	86	20	0	0	0	0
Ölfrüchte						
Winterraps	91	40	200	5	10	15
Sommerraps	91	35	180	5	10	15
Sonnenblumen	91	30	120	5	10	15
Hackfrüchte						
Kartoffel (Speise, Stärke)	22	450	180	50	10	10
Kartoffel (Veredelung)	22	450	200	50	10	10
Frühkartoffel	22	400	220	50	10	10
Zuckerrüben	23	650	170	100	10	15
Futterrüben, Runkelrüben	15	650	200	100	10	15
Futterpflanzen						
Silomais (28 % TM)	28	450	200	50	10	15
Silomais (32 % TM)	32	450	200	50	10	15
GPS Weizen	35	350	210	50	10	15
GPS Gerste	35	350	190	50	10	15
GPS Triticale	35	350	180	50	10	15
GPS Roggen	35	350	180	50	10	15
GPS Erbsen/Ackerbohnen	35	438	0	0	0	0
Energiepflanzen						
Sorgumhirse	28	450	200	50	10	15
Riesenweizengras (Szarvasi)	28	550	200	50	10	15
Chinaschilf (Miscanthus)	80	200	100	50	10	15
Dauerkulturen						
Erdbeeren, Frühjahr		140	60	28	20	20
Hopfen (ohne Herkules)		17,5	220	1	4	4
Hopfen (Herkules)		17,5	230	1	4	4
Spargel 1. Standjahr		0	140	0	0	0
Spargel 2. Standjahr		20	160	4	20	20
Spargel 3. Standjahr		80	160	16	20	20
Spargel ab 4. Standjahr		100	80	20	20	20

Anhang 9b: Stickstoffbedarfswerte von Zweitfrüchten
(Stand: Januar 2018)

Zweiffrucht	TM in %	Ertrag in dt/ha	Nährstoff- gehalt in kg N/dt FM	N-Fix in kg N/ dt FM	Stickstoff- bedarfswert in kg N/ha	Ertrags- differenz in dt/ha	je Ertragsdifferenz	
							Zuschläge in kg N/ha	Abschläge in kg N/ha
Weidelgras	20	250	0,53		173	10	6,9	6,9
Klee gras mit 30 % Leguminosen	20	250	0,56	0,20	130	10	5,2	5,2
Klee gras mit 50 % Leguminosen	20	250	0,58	0,33	103	10	4,1	4,1
Klee gras mit 70 % Leguminosen	20	250	0,61	0,46	78	10	3,1	3,1
Alexandrienerklee	20	250	0,46	0,38	0	10	0,0	0,0
Serradella kleinkörnig	20	250	0,46	0,38	0	10	0,0	0,0
Futtererbsen/Ackerbohnen	20	250	0,46	0,38	0	10	0,0	0,0
Sommerwicken	20	250	0,46	0,38	0	10	0,0	0,0
Sommerraps	20	200	0,46		132	10	6,6	6,6
Winterraps	20	200	0,46		132	10	6,6	6,6
Winterrübsen	20	200	0,46		132	10	6,6	6,6
Sommerrübsen	20	200	0,46		132	10	6,6	6,6
Ölrettich	20	200	0,46		132	10	6,6	6,6
Senf weiß/gelb	20	200	0,46		132	10	6,6	6,6
Phacelia	20	200	0,46		132	10	6,6	6,6
Sonnenblumen	28	200	0,38		116	10	5,8	5,8
Gemenge mit 30 % Leguminosen	20	250	0,46	0,16	115	10	4,6	4,6
Gemenge mit 50 % Leguminosen	20	250	0,46	0,26	90	10	3,6	3,6
Gemenge mit 70 % Leguminosen	20	250	0,46	0,34	70	10	2,8	2,8
GPS Winterroggen/Grünroggen	30	200	0,48		136	10	6,8	6,8
Silomais	28	250	0,38		135	10	5,4	5,4
Sorghumhirse/Sudangras	28	250	0,41		143	10	5,7	5,7

Hinweis:

Gemenge mit > 85 % Leguminosenanteil und Klee gras mit > 85 % Leguminosenanteil haben keinen Düngebedarf.

Anhang 9c: Stickstoffbedarfswerte von Gemüse * (nach DüV, Anlage 4, Tabelle 4 und 5),
(Stand: Januar 2018)

Pflanzenart	Ertrag in dt/ha	Stickstoff- bedarfswert in kg N/ha	Ertrags- differenz in %	je Ertragsdifferenz		wenn Vorfrucht Abschläge N- Nachlieferung aus Erntereste in kg N/ha
				Zuschläge in kg N/ha	Abschläge in kg N/ha	
Blattsalate, grün	350	130	20	20	20	10
Blattsalate, rot	350	115	20	20	20	10
Blumenkohl	350	300	20	40	40	80
Brokkoli	150	310	20	20	20	100
Buschbohnen	120	110	20	20	20	45
Chicoréeerüben	450	135 *	20	20	20	40
Chinakohl	700	210	20	40	40	45
Eissalat	600	175	20	20	20	15
Endivie, Frisée	350	150	20	20	20	15
Endivie, glattblättrig	600	190	20	20	20	20
Feldsalat, Rapunzel	80	85	20	20	20	5
Feldsalat, großblättrig	130	110	20	20	20	5
Gemüseerbsen	80	85	20	20	20	65
Grünkohl	400	200	20	40	40	35
Gurke, Einleger	800	210	20	40	40	50
Knollenfenchel	400	200	20	20	20	45
Kohlrabi	450	230	20	20	20	30
Kopfsalat	500	150	20	20	20	10
Kürbis	400	140	20	20	20	50
Möhren, Wasch-	700	125 **	20	20	20	30
Pastinake	400	140 *	20	20	20	50
Petersilie, Wurzel-	400	130 **	20	20	20	45
Porree	600	250	20	40	40	55
Radies	300	110	20	20	20	5
Rettich, Bund-	500	140	20	40	40	10
Rhabarber 1. Standj.	0	130	20	20	20	0
Rhabarber 2. Standj. Austrieb	100	100	20	20	20	0
Rhabarber 3. Standj. Austrieb	200	120	20	20	20	0
Rhabarber ab 4. Standj. Austrieb	350	140	20	20	20	0
Romana, Herzen	300	150	20	20	20	15
Rosenkohl	250	310	20	40	40	130
Rote Rüben	600	250	20	20	20	50
Rotkohl	600	260	20	40	40	60
Rucola, Feinware	175	150	20	20	20	20
Rucola, Grobware	300	210	20	20	20	20
Salate, Baby Leaf Lettuce	140	90	20	20	20	0
Schwarzwurzel	200	75 **	20	20	20	25
Sellerie, Bund-	600	205	20	20	20	10
Sellerie, Knollen-	650	220	20	40	40	40
Sellerie, Stangen-	500	230	20	20	20	40
Spinat, Blatt-, Standard	250	190	20	20	20	30
Stangenbohne	250	100	20	20	20	70
Teltower Rübchen (Herbstanbau)	150	110	20	20	20	30
Weißkohl, Frischmarkt	700	260	20	40	40	75
Weißkohl, Industrie	1000	320	20	40	40	75
Wirsingkohl	400	285	20	40	40	80
Zucchini	650	250	20	20	20	85
Zuckerhut	600	190	20	20	20	20
Zuckermais	200	160	20	20	20	60
Zwiebel, Bund-	680	210 *	20	20	20	15
Zwiebel, Trocken-	600	155 **	20	20	20	30

*, ** siehe Regelungen zur Düngbedarfsermittlung Gemüse, die die Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) veröffentlicht

Literaturverzeichnis

- [1] *Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil I Nr. 32, ausgegeben zu Bonn am 01. Juni 2017.*
- [2] *Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen (Stoffstrombilanzverordnung StoffBilV) vom 14. Dezember 2017 (BGBl. I S. 3942).*
- [3] *Erste Verordnung zur Änderung des Düngegesetzes und anderer Vorschriften, Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 26, ausgegeben zu Bonn am 15. Mai 2017.*
- [4] *Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV) Düngeverordnung vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305) geändert worden ist.*
- [5] *Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung - AbfKlärV) Klärschlammverordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465), die zuletzt durch Artikel 6 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist.*
- [6] *Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung - BioAbfV) Bioabfallverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. April 2013 (BGBl. I S. 658), die durch Artikel 3 Absatz 2 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist.*
- [7] *Die Landwirtschaft - Landwirtschaftlicher Pflanzenbau, BLV Buchverlag München, 13. Auflage 2014, ISBN 978-3-8354-0716-9.*

