

***Düngung in Thüringen 2007
nach "Guter fachlicher Praxis,"***

Schriftenreihe Heft 7 / 2007

Schriftenreihe
**Landwirtschaft und Landschaftspflege
in Thüringen**

Besuchen Sie uns auch im Internet:
www.tll.de/ainfo

Erschienen als Heft 7/2007 der Schriftenreihe
"Landwirtschaft und Landschaftspflege in Thüringen."

Impressum

2. Auflage 2007

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
Tel.: 03641 683-0, Fax: 03641 683-390
e-Mail: pressestelle@tll.thueringen.de

Autoren: **Dr. Wilfried Zorn**
Hubert Heß
Dr. habil. Erhard Albert (LfL Sachsen)
Dr. Hartmut Kolbe (LfL Sachsen)
Dr. sc. Manfred Kerschberger
Dr. Günther Franke

Eigenverlag, November 2007

Druck: JVA Hohenleuben
Gartenstr. 4, 07958 Hohenleuben

ISSN 0944 - 0348

- Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Quellenangabe gestattet. -

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielstellung	5
2	Gesetzliche Grundlagen der Düngung	7
2.1	Düngemittelgesetz (DüngMG) vom 15. November 1977	7
2.2	Düngeverordnung vom 27.02.2007	8
3	Grundlage der Düngung	18
3.1	Pflanzennährstoffe und deren Wirkung	18
3.2	Grundlagen der Düngedarfsermittlung	20
3.3	Probenahme für Bodenuntersuchung und Pflanzenanalyse	22
3.3.1	Bodenuntersuchung (Phosphor, Kalium, Magnesium, pH-Wert, Mikronährstoffe)	23
3.3.2	Bodenuntersuchung auf den N_{min} -Gehalt	26
3.3.3	Pflanzenanalyse zur Ernährungsdiagnose	28
3.3.4	Probenahme zur Boden- und Pflanzenanalyse bei Schadfällen	28
4	Düngedarfsermittlung und Düngung	30
4.1	Stickstoffdüngung	30
4.1.1	N-Sollwerte der Kulturen	33
4.1.2	Ermittlung des N_{min} -Gehaltes im Boden	40
4.1.3	Ermittlung der erforderlichen N-Düngung	42
4.1.4	Beispiel zur Berechnung einer N-Düngungsempfehlung	44
4.1.5	Pflanzenanalyseverfahren zur Präzisierung der N-Düngung zu Wintergetreide	45
4.1.6	Anwendung des Nitratschnelltestes	47
4.1.7	Düngefenster	51
4.1.8	N-Düngebedarf für mehrschnittige Futterpflanzen	51
4.1.9	Hinweise zur N-Herstdüngung	52
4.1.10	N-Düngebedarfsermittlung nach Düngeverordnung	54
4.2	Schwefeldüngung	55
4.3	Düngung von Phosphor, Kalium und Magnesium	58
4.4	Kalkdüngung	66
4.4.1	Richtwerte für die pH-Klassen	67
4.4.2	Ermittlung des Kalkbedarfes	68
4.5	Mikronährstoffdüngung	72
4.6	Organische Düngemittel	77
4.6.1	Wirkung organischer Düngemittel	77
4.6.2	Gülldüngung	80
4.6.3	Stallmistdüngung	82
4.6.4	Jauche	83
4.6.5	Biogasgülle und Gärreste aus Biogasanlagen	83
4.6.6	Strohdüngung	85
4.6.7	Gründüngung	85
4.6.8	Fleischknochenmehl	85
4.6.9	Strategien zum Vermeiden gasförmiger N-Verluste	86
4.6.10	Weitere Sekundärrohstoffdünger	87
4.7	Teilflächenspezifische Düngung	88
4.7.1	Stickstoffdüngung mit Sensortechnik	89
4.7.2	P-, K-, Mg- und Kalkdüngung	90

5	Besonderheiten des ökologischen Landbaus	91
5.1	Rechtliche Grundlagen	91
5.2	Allgemeine Zielstellungen	92
5.3	Düngebedarfsermittlung	92
5.4	Nährstoffvergleiche.....	98
6	Erstellung des Nährstoffvergleiches nach Düngeverordnung	102
6.1	Grundlagen und Bewertung des Nährstoffvergleiches	102
6.2	Hinweise zur handschriftlichen Berechnung	103
6.3	Beispiel für die handschriftlichen Berechnungen.....	106

Anlagen

Anlage 1:	Düngeverordnung vom 27. Februar 2007.....	116
Anlage 2:	Richtwerte für pH-Klassen für Acker- und Grünland.....	128
Anlage 3:	Richtwerte zur Bewertung der P-, K- und Mg-Gehalte von Acker- und Grünlandböden	130
Anlage 4:	Richtwerte für Mikronährstoffgehalte von Acker- und Grünlandböden	132
Anlage 5:	Richtwerte für den Ernährungszustand ausgewählter Pflanzenarten	135
Anlage 6:	Typische Nährstoffmangelsymptome der Kulturpflanzen	142
Anlage 7:	Nährstoffgehalte von Düngemitteltypen (Element- und/bzw. Oxidwert) sowie Angaben zur Kalkzehrung oder Kalkmehrung	144
Anlage 8:	Richtwerte für den Nährstoffanfall bei landwirtschaftlichen Nutztieren	147
Anlage 9:	Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern und anderen organischen Düngern.....	151
Anlage 10:	Richtwerte für die symbiotische N-Bindung durch Leguminosen in der Frischmasse von Ackerkulturen sowie Grünland.....	152
Anlage 11:	Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen und Grünland....	154
Anlage 12:	Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse im Feldgemüseanbau	159
Anlage 13:	Nährstoffgehalte von Obst, Wein und Beerenobst	169
Anlage 14:	Nährstoffgehalte von Arznei-, Duft- und Gewürzpflanzen	170
Anlage 15:	Kulturartenspezifische Abschläge für Stickstoff zur Berechnung des Nährstoffvergleiches	172
Anlage 16:	Anzurechnender Mindestanteil (%) der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in betriebseigenen Wirtschaftsdüngern und vorläufige N-Verluste von Biogasgülle aus eigener Biogasanlage.....	173
Anlage 17:	Anzurechnender Mindestanteil (%) des Stickstoffgehaltes der aus anderen Betrieben zugeführten Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft und Biogasgülle.....	174
Anlage 18:	Formulare zur Berechnung des Nährstoffvergleiches.....	175
Anlage 19:	Umrechnungsfaktoren für Nährstoffgehalte	182
Anlage 20:	BBCH-Stadien für Getreide.....	184
Anlage 21:	Empfehlungen zur Ermittlung stark geneigter Ackerflächen	186

1 Einleitung und Zielstellung

Die Düngung ist eine der ältesten Maßnahmen im Acker- und Pflanzenbau. Ohne Detailkenntnisse nutzten die Bauern bereits in früheren Jahrhunderten die ertragssteigernde Wirkung der Nährstoffe. Ständiger Pflanzenbau auf gleicher Fläche war schon immer von der Rückführung bzw. dem Ersatz der entzogenen Nährstoffe abhängig. Zunächst erfolgte die Düngung vorwiegend mit organischen Düngestoffen, d. h. fast ausschließlich mit den wirtschaftseigenen Düngern wie Jauche, Stalldung und Fäkalien. Bei anorganischen Düngern wurde zuerst die Düngewirkung von Aschen und Kreiden genutzt.

Um 1840 brachte LIEBIG die Wende mit seiner Mineralstofftheorie. Seitdem wurden in Deutschland die permanenten Hungersnöte ausgeschaltet und zunehmend Selbstversorgung erreicht. Wenn auch hierfür noch andere Faktoren von Einfluss waren, so kam doch der Düngung in Höhe und Zeit eine besondere Bedeutung zu.

Heute gehört die bedarfsgerechte Düngung zu den wirkungsvollsten Maßnahmen eines erfolgreichen Acker- und Pflanzenbaus. Bei der Anwendung organischer und mineralischer Düngestoffe sind jedoch nicht nur Fragen nach Ertragssteigerung und ökonomisch effektivem Düngereinsatz von Interesse, sondern gleichermaßen auch die Aspekte der Umweltverträglichkeit der Düngungsmaßnahmen zu beachten. Die Bevölkerung erwartet mit wachsendem Umweltbewusstsein auch Nachweise über die Umweltverträglichkeit beim Einsatz ertragssteigernder Faktoren und in den Verfahrensabläufen, vor allem bei der Produktion von Lebensmitteln.

Die gesamte Produktionskette für Nahrungsgüter, vom Boden über die wachsende Pflanze bis hin zu den Ernte- und Endprodukten, wird zukünftig in viel stärkerem Maße sowohl der Eigenkontrolle der landwirtschaftlichen Unternehmen als auch der öffentlichen Kontrolle unterliegen.

Schon geringe Abweichungen von der Düngung nach „Guter fachlicher Praxis“ werden in den Medien aufgegriffen, voreilig verallgemeinert und grundsätzlich als äußerst negatives Verhalten abgestempelt. Es erfolgen durchaus Stoffausträge aus dem landwirtschaftlichen Produktionsprozess, die nicht immer dem Standard der Umweltverträglichkeit entsprechen. Dabei ist aber hervorzuheben, dass selbst bei unterlassener Pflanzenproduktion, also bei unbeeinflusster natürlicher Vegetation, d. h. ohne jede Düngung, im Naturhaushalt Stoffausträge vorkommen.

Unterdessen sind dem Landwirt auch zur Düngung eine Reihe Empfehlungen, Richtlinien, Verordnungen, Gesetze u. a. vorgegeben, die ihn ohne Fachberatung durch Spezialisten oft überfordern. Aus diesem Grund erscheint es notwendig, spezifische Richtwerte der Düngung, Pflanzenernährung und Bodenuntersuchung dem Landwirt selbst bzw. den Beratungsdiensten zur Verfügung zu stellen.

Die mengenmäßige Zufuhr von Düngestoffen lag auch bisher keineswegs in der alleinigen Entscheidung des Landwirts. Seit langem gebietet der Umgang mit dem **Düngemittelgesetz von 1977** die ordnungsgemäße Anwendung von Düngemitteln (§ 1a). Dabei gelten folgende Grundsätze:

- Stoffe (Düngemittel, Wirtschaftsdünger, Sekundärrohstoffdünger, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenhilfsmittel) dürfen nur nach „Guter fachlicher Praxis“ angewandt werden. Nach diesem Grundsatz dient die Düngung der Versorgung der Pflanzen mit notwendigen Nährstoffen sowie der Erhaltung und Förderung der Bodenfruchtbarkeit, um insbesondere die Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ hochwertigen und preiswerten Erzeugnissen zu sichern.

- Zur „Guten fachlichen Praxis“ gehört, dass die Düngung nach Art, Menge und Zeit auf den Bedarf der Pflanzen und des Bodens unter Berücksichtigung der in ihm verfügbaren Nährstoffe und organischen Substanz sowie der Standort- und Anbaubedingungen ausgerichtet wird. Der Nährstoffbedarf der Pflanzen richtet sich nach ihrer Ertragsfähigkeit unter den jeweiligen Standort- und Anbaubedingungen sowie den Qualitätsanforderungen an die Erzeugnisse.
- Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz wird ermächtigt, im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates
 - die Grundsätze der „Guten fachlicher Praxis“ und
 - flächenbezogene Obergrenzen für das Aufbringen von Nährstoffen aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft näher zu bestimmen.

Die Grundsätze der „Guten fachlichen Praxis“ beim Düngen wurden zuletzt durch die Bekanntmachung der Neufassung der Düngeverordnung vom 27.02.2007 (BGBl. I, S. 221) veröffentlicht.

Unabdingbar für die „Gute fachliche Praxis“ ist eine fundierte Ermittlung des Düngedarfs. Die vorliegende Broschüre beschreibt dafür die grundsätzliche Herangehensweise und ergänzt die bereits durch die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) veröffentlichten Broschüren zu Fragen der Düngung. Sie wendet sich an jeden, der Informationen zu den Prinzipien der Düngedarfermittlung erwartet. Der Inhalt behandelt ausführlich das Thema der Boden- und Pflanzenuntersuchung. Damit wird auch der großen Bedeutung Rechnung getragen, welche die Düngeverordnung der Untersuchung von Pflanzen, Böden und Düngemitteln als Ausgangspunkt für die Ermittlung des Düngedarfs beimisst. Die vorliegenden beschriebenen Richtwerte für die Düngung streben den wirtschaftlichen Höchstertrag unter Beachtung der jeweiligen Qualitätsanforderungen an die Ernteprodukte an und wurden aus den Ergebnissen von Feldversuchen abgeleitet. Dieses Ziel entspricht der „Guten fachlichen Praxis“ beim Düngen und dem Prinzip einer nachhaltigen Landbewirtschaftung.

Die novellierte Düngeverordnung fordert vom Landwirt außerdem das Erstellen von Nährstoffvergleichen als Gegenüberstellung von Nährstoffzufuhr und -abfuhr von der bewirtschafteten Fläche. Erstmals sind die ermittelten Nährstoffsalden für Stickstoff und Phosphor als drei- bzw. sechsjähriges Mittel zu bewerten. Die vorliegende Broschüre beinhaltet die bundesweit verbindlichen Regeln und Richtwerte für das Erstellen von Nährstoffvergleichen. In einzelnen Fällen wurden Richtwerte an die spezifischen Thüringer Bedingungen angepasst bzw. auch Ergänzungen vorgenommen.

Die vorliegende Broschüre fasst den Stand gesetzlicher Regelungen sowie fachlicher Fragen zur Düngung und Düngedarfermittlung zusammen (Redaktionsschluss: August 2007). Änderungen sind jederzeit möglich und werden den Landwirten in geeigneter Weise zugänglich gemacht. Dazu gehören Informationen in der landwirtschaftlichen Fachpresse sowie im Internetangebot der TLL (www.tll.de/ainfo).

2 Gesetzliche Grundlagen der Düngung

2.1 Düngemittelgesetz (DüngMG) vom 15. November 1977

Die gesetzliche Grundlage für die Aufbringung von Düngestoffen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen enthält das **Düngemittelgesetz von 1977**. Es ist seit seinem In-Kraft-Treten mehrfach geändert worden, um Vorschriften über die Düngemittelanwendung und Anpassungen an das **Kreislauf-Wirtschafts- und Abfallgesetz von 1994** vorzunehmen.

In der Begründung für das Düngemittelgesetz wird davon ausgegangen, dass im Bereich der pflanzlichen Produktion die Anwendung von Düngemitteln unerlässlich ist, um die Nutzpflanzen ausreichend mit Nährstoffen zu versorgen, Erträge in ausreichender Menge und Güte zu erzielen sowie die Leistungsfähigkeit der Böden zu erhalten und zu verbessern. Im Einzelnen definiert und regelt das Düngemittelgesetz das In-Verkehr-Bringen von Düngemitteln und deren Anwendung (Wirtschaftsdünger, Mineraldünger, Sekundärrohstoffdünger).

Düngemittel sind Stoffe, die dazu bestimmt sind, unmittelbar oder mittelbar Nutzpflanzen zugeführt zu werden, um ihr Wachstum zu fördern, ihren Ertrag zu erhöhen oder ihre Qualität zu verbessern. Ausgenommen sind Stoffe, die überwiegend dazu bestimmt sind, Pflanzen vor Schadorganismen und Krankheiten zu schützen oder, ohne zur Ernährung von Pflanzen bestimmt zu sein, die Lebensvorgänge von Pflanzen zu beeinflussen sowie Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenhilfsmittel, Kohlendioxid, Torf und Wasser.

Voraussetzung für das In-Verkehr-Bringen von Düngemitteln, ausgenommen der Wirtschaftsdünger, ist, dass sie einem zugelassenen Düngemitteltyp entsprechen. Die Rechtsgrundlage hierfür gibt die **Düngemittelverordnung von 2003**, in welcher die zugelassenen Düngemitteltypen detailliert aufgeführt sind. Bei ihrer Abgrenzung und Fixierung wird von folgenden Vorgaben ausgegangen:

- Bezeichnung der Düngemitteltypen;
- den Düngemitteltyp bestimmende Nährstoffe und sonstige Bestandteile sowie ihre Mindestgehalte;
- Bewertung der Bestandteile, bei Nährstoffen nach ihren Formen und Löslichkeiten;
- Zusammensetzung;
- Art der Herstellung;
- äußere Merkmale;
- Gehalte an Nebenbestandteilen und
- andere für die Wirkung oder Anwendung der Düngemittel wichtige Erfordernisse.

Werden Düngemittel in den Handel gebracht, muss der In-Verkehr-Bringer den Düngemitteltyp sowie Art und Höhe der Nährstoffgehalte eindeutig deklarieren. Auch Wirtschaftsdünger, Torf, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel unterliegen einer Kennzeichnungspflicht, die dem Informationsbedürfnis des Verbrauchers über die jeweilige Eigenart und Anwendung dieser Stoffe Rechnung trägt.

Für die Aufbringung von Sekundärrohstoffdüngern auf landwirtschaftliche Nutzflächen gelten, außer dem angeführten gesetzlichen Rahmen des Düngemittelgesetzes und der Düngemittelverordnung, noch spezifische abfallrechtliche Gesetzesvorgaben. Das ist für Klärschlamm die **Klärschlammverordnung von 1992** und für Bioabfall die **Bioabfallverordnung von 1998**.

2.2 Düngeverordnung vom 27. Februar 2007

Im Düngemittelgesetz ist die Ermächtigung verankert, die Grundsätze der „Guten fachlichen Praxis“ sowie die flächenbezogenen Obergrenzen für das Aufbringen von Nährstoffen aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft sowie Sekundärrohstoffdüngern näher zu bestimmen. Das erfolgte mit der **Düngeverordnung von 1996**. Die Verordnung ist mehrfach novelliert und die Neufassung am 27. Februar 2007 bekannt gemacht worden.

Die Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der „Guten fachlichen Praxis“ beim Düngen - Düngeverordnung - DüV vom 27. Februar 2007 (BGBl. I, S. 221) gibt den rechtlichen Rahmen für den Einsatz von Düngemitteln vor.

In Anbetracht der Bedeutung der konkreten Gebote für die praktische Düngung werden nachfolgend einige Aspekte der Düngeverordnung herausgestellt:

Die Düngeverordnung soll:

- den Landwirten durch die weitere Ausgestaltung der „Guten fachlichen Praxis“ die notwendige Rechtssicherheit für ihre Düngungsmaßnahmen geben,
- durch sachgerechte Düngungsvorschriften die Ziele des Umwelt- und insbesondere des Gewässerschutzes unterstützen sowie
- stoffliche Risiken durch die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen vermindern.

Der Geltungsbereich der Düngeverordnung (§ 1) erstreckt sich auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche, das heißt auf:

- pflanzenbaulich genutztes Ackerland,
- gartenbaulich genutzte Flächen,
- Grünland,
- Obstflächen, weinbaulich genutzte Flächen,
- Hopfenflächen, Baumschulflächen,

einschließlich aus der landwirtschaftlichen Erzeugung genommene Flächen, soweit diesen Flächen Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate oder Pflanzenhilfsmittel (nachfolgend als Düngemittel u. a. Stoffe bezeichnet) zugeführt werden.

Von den Regelungen sind geschlossene oder bodenunabhängige Kulturverfahren ausgenommen.

Wichtige Begriffbestimmungen (§ 2), die beim Einsatz von Düngemitteln von Bedeutung sind, werden nachfolgend aufgeführt:

<i>Schlag</i>	einheitlich bewirtschaftete, räumlich zusammenhängende und mit der gleichen Pflanzenart oder mit Pflanzenarten mit vergleichbaren Nährstoffansprüchen bewachsene oder zur Bestellung vorgesehene Fläche
<i>Bewirtschaftungseinheit</i>	mehrere Schläge mit vergleichbaren Standortverhältnissen, einheitlicher Bewirtschaftung und mit der gleichen Pflanzenart oder mit Pflanzenarten mit vergleichbaren Nährstoffansprüchen bewachsene bzw. zur Bestellung vorgesehene Fläche
<i>Düngejahr</i>	Zeitraum von zwölf Monaten, auf den sich die Bewirtschaftung und Düngung des überwiegenden Teiles der landwirtschaftlich genutzten Fläche bezieht
<i>Düngung</i>	Zufuhr von Pflanzennährstoffen über Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate oder Pflanzenhilfsmittel zur Erzeugung von Nutzpflanzen sowie zur Erhaltung der Fruchtbarkeit der Böden

<i>Nährstoffzufuhr</i>	Summe der über Düngung und dem Nährstoffeintrag außerhalb einer Düngung zugeführten Nährstoffmengen
<i>Nährstoffbedarf</i>	Nährstoffmenge, die zur Erzielung eines bestimmten Ertrages oder einer bestimmten Qualität notwendig ist
<i>Düngebedarf</i>	Nährstoffmenge, die den Nährstoffbedarf einer Kultur nach Abzug sonstiger verfügbarer Nährstoffmengen und unter Berücksichtigung der Nährstoffversorgung des Bodens abdeckt
<i>wesentliche Nährstoffmenge</i>	> 50 kg Gesamt-N oder > 30 kg P ₂ O ₅ (> 13 kg P)/ha u. Jahr
<i>wesentlicher Nährstoffgehalt</i>	> 1,5 % Gesamt-N oder > 0,5 % P ₂ O ₅ (> 0,22 % P) in der Trockenmasse
<i>wesentlicher Gehalt an verfügbarem Stickstoff</i>	CaCl ₂ -löslicher Anteil vom Gesamt-N-Gehalt > 10 % bei einem Gesamt-N-Gehalt > 1,5 % in der Trockenmasse
<i>gefrorener Boden</i>	Boden, der durchgängig gefroren ist und im Verlauf des Tages nicht oberflächlich auftaut

Grundsätze für die Anwendung von Düngemitteln u. a. Stoffen (§ 3)

Vor dem Aufbringen von Düngemitteln u. a. Stoffen mit wesentlichen N- und P-Mengen ist der Düngebedarf der Kultur für jeden Schlag oder jede Bewirtschaftungseinheit sachgerecht festzustellen und dabei Erfordernisse für die Erhaltung der standortbezogenen Bodenfruchtbarkeit zusätzlich zu berücksichtigen. Die Düngebedarfsermittlung muss so erfolgen, dass ein Gleichgewicht zwischen dem voraussichtlichen Nährstoffbedarf und der Nährstoffversorgung gewährleistet ist.

Folgende Einflussfaktoren sind dabei zu berücksichtigen:

- der Nährstoffbedarf des Pflanzenbestandes für die unter den jeweiligen Standort- und Anbaubedingungen zu erwartenden Erträge und Qualitäten;
- die im Boden verfügbaren und voraussichtlich während des Wachstums des jeweiligen Pflanzenbestandes als Ergebnis der Standortbedingungen, besonders des Klimas, der Bodenart und des Bodentyps, zusätzlich pflanzenverfügbar werdender Nährstoffmengen sowie die Nährstofffestlegung;
- der Kalkgehalt oder die Bodenreaktion (pH-Wert) und der Humusgehalt des Bodens;
- die durch Bewirtschaftung - ausgenommen Düngung - einschließlich Bewässerung zugeführten und während des Wachstums des Pflanzenbestandes nutzbaren Nährstoffmengen und
- die Anbaubedingungen, welche die Nährstoffverfügbarkeit beeinflussen, besonders Kulturart, Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Bewässerung.

Zusätzlich sind Ergebnisse regionaler Feldversuche heranzuziehen.

Die Düngeverordnung gibt Richtwerte für den N-Bedarf des Pflanzenbestandes, der N-Nachlieferung aus der Vorkultur sowie die N-Ausnutzung aus organischen Düngemitteln vor. Diese werden entsprechend den Thüringer Standortbedingungen bei der Berechnung von N-Düngungsempfehlungen nach der Stickstoff-Bedarfs-Analyse (SBA) der TLL berücksichtigt.

Vor dem Aufbringen wesentlicher Nährstoffmengen sind die im Boden verfügbaren N- und P-Mengen zu ermitteln.

Für N auf jedem Schlag oder jeder Bewirtschaftungseinheit - außer auf Dauergrünlandflächen - für den Zeitpunkt der Düngung, mindestens aber jährlich,

- durch Untersuchung repräsentativer Proben (N_{\min}) oder
- nach Empfehlung gemäß Landesrecht für die landwirtschaftliche Beratung zuständigen Stelle (in Thüringen: TLL) entweder durch Übernahme der Ergebnisse der Untersuchungen vergleichbarer Standorte („Aktueller Rat“) oder durch Anwendung von geeigneten Berechnungs- und Schätzverfahren.

Die Probenahmen und Untersuchungen sind nach Vorgaben der TLL durchzuführen.

Alle Schläge ab 1 ha sind in der Regel im Rahmen einer Fruchtfolge, mindestens alle sechs Jahre auf den P-Gehalt zu untersuchen. Zur sachgerechten Ermittlung des K- und Mg-Düngebedarfes wird auch weiterhin die Bodenuntersuchung auf diese Nährstoffe empfohlen.

Ausgenommen von der Untersuchungspflicht sind Flächen mit ausschließlicher Weidewirtschaft, wenn der Stickstoffanfall über Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft (Stickstoffausscheidung) nicht mehr als 100 kg N/ha und Jahr beträgt und keine zusätzliche Stickstoffdüngung erfolgt.

Die Bodenuntersuchungen sind von einem durch die TLL zugelassenen Labor durchzuführen.

Aufbringungszeitpunkt und -menge sind bei Düngemitteln u. a. Stoffen so zu wählen, dass verfügbare oder verfügbar werdende Nährstoffe den Pflanzen weitest möglich zeitgerecht in einer dem Nährstoffbedarf der Pflanzen entsprechenden Menge zur Verfügung stehen.

Das Aufbringen von Düngemitteln u. a. Stoffen mit wesentlichen N- oder P-Gehalten darf nicht erfolgen, wenn der Boden überschwemmt, wassergesättigt, gefroren oder durchgängig höher als 5 cm mit Schnee bedeckt ist. Lediglich Kalkdünger mit einem P_2O_5 -Gehalt unter 2 % dürfen auf gefrorenen Boden ausgebracht werden.

Beim Aufbringen von Düngemitteln u. a. Stoffen mit wesentlichen N- oder P-Gehalten sind vorgegebene Gewässerabstände einzuhalten, um einen direkten Eintrag von Nährstoffen in oberirdische Gewässer zu vermeiden. Zurzeit sind die Gewässerabstände des Thüringer Wassergesetzes von 10 m für Gewässer 1. Ordnung und 5 m für Gewässer 2. Ordnung zu beachten. Nach der geplanten Novelle des Thüringer Wassergesetzes sind die Vorgaben der Düngeverordnung anzuwenden, das heißt generell 3 m Gewässerabstand bzw. beim Einsatz von Exakttechnik oder Geräten mit Grenzstreueinrichtung 1 m.

Folgende Geräte entsprechen den Anforderungen im Sinne des § 3 Abs. 6 Satz 2 DüV, die eine Reduzierung des geforderten Mindestabstandes auf 1 m ermöglichen:

	Düngetechniken mit genauer Platzierung
Mineraldüngerstreuer	<ul style="list-style-type: none"> • Kastenstreuer • Reihenstreuer • Pneumatikstreuer mit Grenzstreueinrichtung^{*)} • Pendelrohrstreuer mit Grenzstreueinrichtung^{*)} • Scheibenstreuer mit Grenzstreueinrichtung^{*)}
Flüssigdüngertechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzenschutzspritze • Schleppschlauch • Injektionstechnik
Güllewagen	<ul style="list-style-type: none"> • Schleppschlauch • Schleppschuh • Injektionstechnik • Schlitztechnik
Miststreuer	<ul style="list-style-type: none"> • liegende Walzen • stehende Walzen mit Grenzstreueinrichtung^{*)}

^{*)} Grenzstreueinrichtungen im Sinne der Verordnung sind:

- bei Pendelrohrstreuern: Grenzstreubock, Grenzstreurohr, Randstreuplatte
- bei Scheibenstreuern: Streuschirm, Leitbleche, Streufächer, Randstreukscheiben
- einseitiges Verändern der Streuscheibendrehzahl (*Durch Verändern der Drehzahl beider Scheiben bei Scheibenstreuern wird eine Veränderung der gesamten Streubreite erreicht. Die Maßnahme ist nicht mit einer Grenzstreueinrichtung gleichzusetzen!*)
- bei Miststreuern: Leitblech

Für **Ackerflächen mit starker Hangneigung** (innerhalb eines Abstandes von 20 m zur Böschungsoberkante eines Gewässers durchschnittlich mehr als 10 % Hangneigung zu diesem Gewässer) gelten weitergehende Regelungen, wenn Düngemittel mit *wesentlichen N- und P-Gehalten* aufgebracht werden.

Abstand zum Gewässer	Einsatz von Düngemitteln mit wesentlichen N- oder P-Gehalten [$> 1,5\%$ Gesamt-N oder $> 0,5\%$ P_2O_5 ($> 0,22\%$ P) in der Trockenmasse]
0 bis 3 m	kein Einsatz
3 bis 10 m	Ausbringung nur bei direkter Einbringung (gilt nicht für Festmist ^{*)} , jedoch für Geflügelkot)
10 bis 20 m	<ul style="list-style-type: none"> • <u>unbestellte Ackerflächen</u>: Einsatz nur bei sofortiger Einarbeitung • <u>auf bestellten Ackerflächen</u>: <ul style="list-style-type: none"> - mit Reihenkultur (Reihenabstand 45 cm und mehr) nur bei entwickelter Untersaat oder sofortiger Einarbeitung - ohne Reihenkultur nur bei hinreichender Bestandesentwicklung oder - nach Anwendung von Mulch- oder Direktsaatverfahren

^{*)} Für den Einsatz von Stallmist im Bereich 3 bis 10 m Abstand zur Gewässeroberrkante gelten die gleichen Vorschriften wie für alle anderen Düngemittel in 10 bis 20 m Abstand.

Wasserrechtliche Abstands- und Bewirtschaftungsregelungen, die über die aufgeführten Regelungen hinausgehen, bleiben unberührt.

Geräte zum Ausbringen von Düngemitteln u. a. Stoffen müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

Folgende Geräte zum Ausbringen von Düngemitteln entsprechen gemäß Anlage 1 der DüV nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik und sind ab dem 1. Januar 2010 verboten:

- Festmiststreuer ohne gesteuerte Mistzufuhr zum Verteiler;
- Gülle- und Jauchewagen mit freiem Auslauf auf den Verteiler;
- zentrale Prallverteiler, mit denen nach oben abgestrahlt wird;
- Güllewagen mit senkrecht angeordneter, offener Schleuderscheibe als Verteiler zur Ausbringung von unverdünnter Gülle und
- Drehstrahlregner zur Verregnung von unverdünnter Gülle.

Bis zum 14. Januar 2006 in Betrieb genommene Geräte dürfen noch bis zum 31. Dezember 2015 für das Aufbringen benutzt werden.

Zusätzliche Vorgaben für die Anwendung von bestimmten Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln (§ 4)

Vor dem Einsatz von Wirtschaftsdüngern, organischen oder organisch-mineralischen Düngemitteln nach Anlage 1 Abschnitt 3 der Düngemittelverordnung sind ihre Gehalte an Gesamt-N und P festzustellen. Bei Gülle, Jauche, sonstigen flüssigen organischen Düngemitteln oder Geflügelkot ist zusätzlich der Gehalt an Ammoniumstickstoff zu ermitteln. Die Feststellung der N- und P-Gehalte erfolgt auf der Grundlage:

1. der vorgeschriebenen Kennzeichnung (Deklaration),
2. der Richtwerte der TLL oder
3. eigener Analyseergebnisse.

Gülle, Jauche, flüssige organische oder organisch-mineralische Düngemittel mit wesentlichen Gehalten an verfügbarem Stickstoff oder Geflügelkot sind auf unbestelltem Ackerland unverzüglich einzuarbeiten.

Mit Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft dürfen im Mittel der LF des Betriebes maximal 170 kg Gesamt-N/ha und Jahr ausgebracht werden. Für die Ermittlung der mit Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft aufgebrauchten Stickstoffmenge sind folgende anzurechnende Mindestwerte in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste (Tab. 1) vorgegeben.

Für intensiv genutztes Grünland und Feldgras kann auf Antrag die zulässige N-Menge auf 230 kg N/ha erhöht werden.

Voraussetzungen für eine Genehmigung sind:

- mindestens 4 Schnitte/Jahr oder 3 Schnitte/Jahr und intensiver Weidenutzung;
- ausschließlicher Einsatz N-Verlustmindernder Gülleausbringungsverfahren wie Schleppschlauch, Schleppschuh, Schlitzscheibe oder andere geeignete Verfahren;
- laut Nährstoffvergleich keine Überschreitung des zulässigen N- und P-Überschusses im Vorjahr;
- Vorlage der Düngebedarfsermittlung sowie
- Nachweis der Ergebnisse der Nährstoffvergleiche für die letzten drei Jahre vor der Antragstellung.

Tabelle 1: Anzurechnende Mindestwerte (%) der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste¹⁾

Tierart	Gülle	Festmist, Jauche, Tiefstall
Rinder	85	70
Schweine	70	65
Geflügel		60
andere (Pferde, Schafe)		55

¹⁾ = Die Differenz zu 100 % stellen die maximal anrechenbaren Stall- und Lagerungsverluste dar.

Gülle, Jauche und alle anderen Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff, ausgenommen Festmist ohne Geflügelkot dürfen in folgenden Zeiten nicht aufgebracht werden (**Sperrfrist**):

Ackerland: 1. November bis 31. Januar

Grünland: 15. November bis 31. Januar

Die nach Landesrecht zuständige Stelle kann auf Antrag für die zeitliche Begrenzung andere Zeiten (Verschiebung) genehmigen. Für die Genehmigung sind regionaltypische Gegebenheiten, insbesondere Witterung oder Beginn und Ende des Pflanzenwachstums, sowie Ziele des Boden- und des Gewässerschutzes heranzuziehen. Die zuständige Stelle kann dazu weitere Auflagen zur Ausbringung treffen und die Dauer der Genehmigung zeitlich begrenzen.

Nach der Ernte der letzten Hauptfrucht dürfen auf Ackerland vor dem Winter Gülle, Jauche und sonstige flüssige organische sowie organisch-mineralische Düngemittel mit wesentlichen Gehalten an verfügbarem Stickstoff oder Geflügelkot nur:

1. zu im gleichen Jahr angebauten Folgekulturen einschließlich Zwischenfrüchten bis in Höhe des aktuellen Düngebedarfes an Stickstoff der Kultur oder
2. als Ausgleichsdüngung zu auf dem Feld verbliebenem Getreidestroh, jedoch insgesamt nicht mehr als 40 kg NH₄-N/ha oder 80 kg Gesamt-N/ha aufgebracht werden. Bezugsbasis ist der N-Gehalt nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste gemäß Tabelle 1.

Nährstoffvergleich (§ 5)

Der Nährstoffvergleich für Stickstoff und Phosphat ist jährlich spätestens bis zum 31. März für das abgelaufene Düngejahr zu erstellen. Als Bilanzierungsform ist die Flächenbilanz oder die aggregierte Schlagbilanz auf der Grundlage von Nährstoffvergleichen für jeden Schlag oder jede Bewirtschaftungseinheit vorgeschrieben. Die N- und P-Bilanzen sind zu einem jährlich fortgeschriebenen mehrjährigen Nährstoffvergleich zusammenzufassen.

Bei Verwendung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft sind nach Abzug der Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste folgende Mindestwerte in % der Ausscheidungen (Gesamtstickstoff) anzurechnen (Tab. 2).

Tabelle 2: Anzurechnende Mindestwerte (%) der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft nach Abzug der Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste¹⁾

Tierart	Gülle	Festmist, Jauche, Tiefstall
Rinder	70	60
Schweine	60	55
Geflügel		50
andere (Pferde, Schafe)		50
Weidegang, alle Tierarten	25	

¹⁾ = Die Differenz zu 100 % stellen die maximal anrechenbaren Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste dar.

Es dürfen höchstens die Verluste der eingesetzten Ausbringungstechnik berücksichtigt werden.

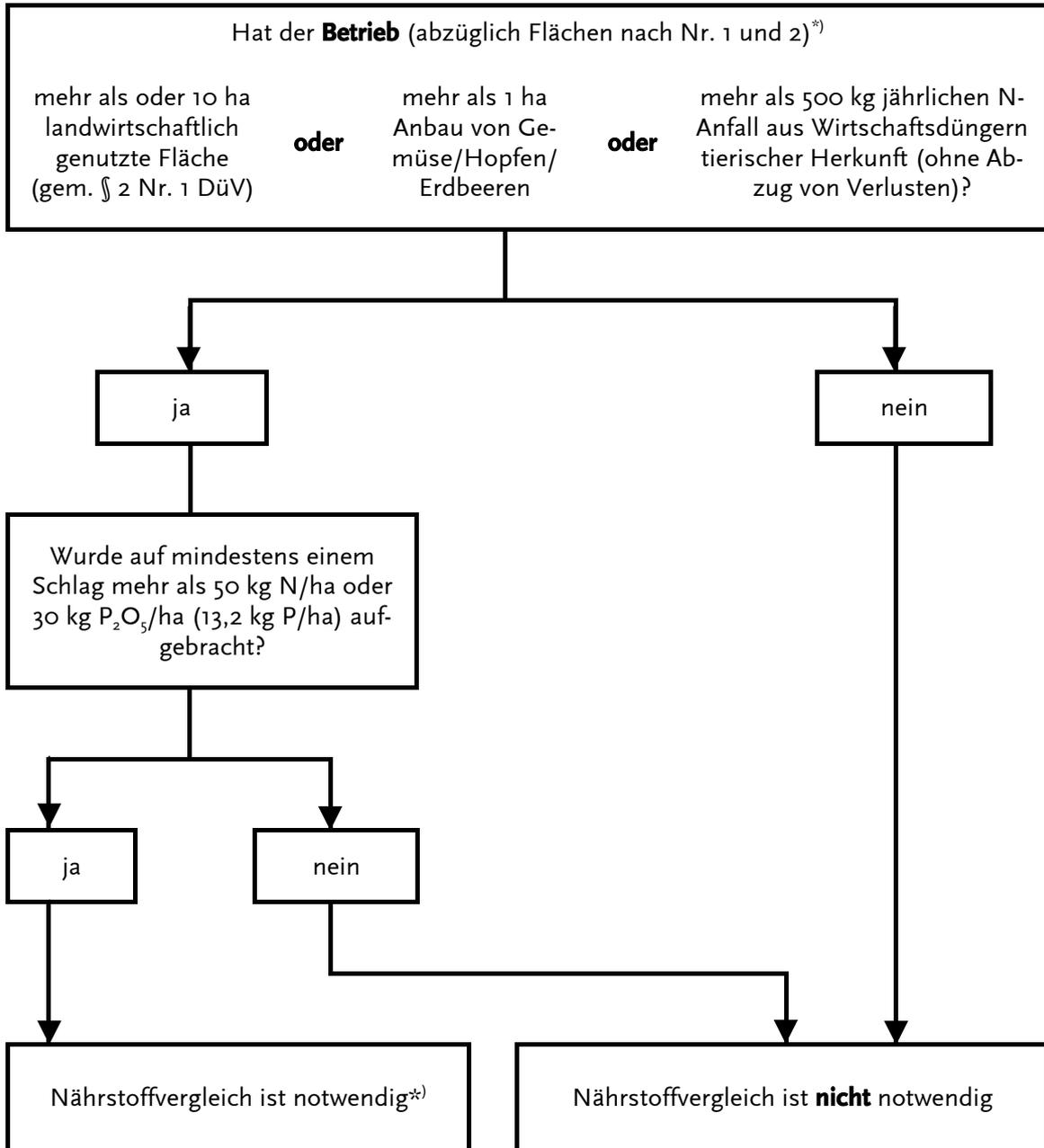
Um Besonderheiten bei bestimmten Betriebstypen, bei der Anwendung bestimmter Düngemittel, beim Anbau bestimmter Kulturen, der Erzeugung bestimmter Qualitäten, der Haltung bestimmter Tierarten oder der Nutzung bestimmter Haltungsformen oder nicht zu vertretender Ernteauffälle Rechnung zu tragen, können weitere unvermeidliche Überschüsse oder erforderliche Zuschläge nach Vorgabe oder in Abstimmung mit der nach Landesrecht zuständigen Stelle berücksichtigt werden.

Von der Verpflichtung zum Erstellen des Nährstoffvergleiches sind ausgenommen:

- Betriebe**
- mit weniger als 10 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche, maximal 1 ha Anbau von Gemüse, Hopfen oder Erdbeeren und mit einem jährlichen Nährstoffanfall aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft von nicht mehr als 500 kg Stickstoff je Betrieb;
 - die auf keinem Schlag wesentliche Nährstoffmengen an Stickstoff oder Phosphat mit Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten, Pflanzenhilfsmitteln oder Abfälle zur Beseitigung nach § 27 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes aufbringen.
- Flächen**
- mit ausschließlichem Zierpflanzenanbau, Baumschul-, Rebschul- und Baumobstflächen sowie nicht im Ertrag stehende Dauerkulturflächen des Wein- und Obstbaus sowie
 - Flächen mit ausschließlicher Weidehaltung bei einem jährlichen Stickstoffanfall (Stickstoffausscheidung) an Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft von bis zu 100 kg Stickstoff je ha, wenn keine zusätzliche Stickstoffdüngung erfolgt.

Ein einfaches Schema zur Feststellung der Verpflichtung zum Erstellen des Nährstoffvergleiches zeigt nachfolgende Übersicht.

Übersicht 1: Pflicht zur Erstellung eines Nährstoffvergleiches und von Aufzeichnungen



^{*)} Abzüglich Flächen:

1. mit ausschließlicher Weidehaltung (max. 100 kg/ha Stickstoffausscheidung ohne Abzug von Verlusten) und keine zusätzliche Stickstoffdüngung
2. Flächen, auf denen nur Zierpflanzen und Weihnachtsbäume angebaut werden, Baumschul-, Rebschul- und Baum/Strauchbeerenobstflächen sowie nicht in Ertrag stehende Dauerkulturen des Wein- und Obstbaus

Bewertung des betrieblichen Nährstoffvergleiches (§ 6)

Der betriebliche Nährstoffvergleich ist der nach Landesrecht zuständigen Stelle auf Anforderung vorzulegen.

Die Bewertung des betrieblichen Nährstoffvergleiches erfolgt für den N-Saldo als drei-jähriges sowie für den P-Saldo als sechsjähriges Mittel.

Überschreiten der N- und P-Saldo nachfolgende Werte nicht, wird vermutet, dass die Düngung entsprechend des Nährstoffbedarfes erfolgte (Gebot von § 3 Absatz 4).

Zulässiger N-Saldo

dreijähriges Mittel der Düngejahre	zulässiger N-Saldo kg N/ha
2006, 2007 und 2008	90
2007, 2008 und 2009	80
2008, 2009 und 2010	70
2009, 2010 und 2011 und folgende Jahre	60

Zulässiger P-Saldo

Maximal 20 kg P₂O₅/ha (8,7 kg P/ha) im Durchschnitt der sechs letzten Düngejahre, wobei die Düngejahre vor 2006 mit einzubeziehen sind.

Die Grenze gilt nicht, wenn laut Bodenuntersuchung ein Aufdüngungsbedarf für P festgestellt wurde (gewogenes Mittel aller Schläge < 9 mg P/100 g Boden nach CAL-Methode oder maximal 3,6 mg P/100 g Boden nach dem EUF-Verfahren).

Aufzeichnungspflichten (§ 7)

Bis 31. März sind für das abgelaufene Düngejahr folgende Aufzeichnungen vorzunehmen:

- die verfügbaren N- und P-Mengen einschließlich der zu ihrer Ermittlung angewendeten Verfahren;
- die Nährstoffgehalte der eingesetzten Wirtschafts- sowie organischen oder organisch-mineralischen Dünger einschließlich der zu ihrer Ermittlung angewendeten Verfahren und
- die Ausgangsdaten und Ergebnisse der Nährstoffvergleiche (soweit diese anzufertigen sind).

Bei einer Zufuhr von Düngemitteln u. a. Stoffen, deren Herstellung unter Verwendung von Fleischmehlen, Knochenmehlen oder Fleischknochenmehlen erfolgte, auf landwirtschaftlich genutzte Flächen sind ferner innerhalb eines Monats nach der jeweiligen Düngungsmaßnahme aufzuzeichnen:

- der Schlag, auf den die Stoffe aufgebracht wurden, einschließlich der Bezeichnung und der Größe des Flurstücks sowie der darauf angebauten Kultur,
- die Art und Menge des zugeführten Stoffes und das Datum der Aufbringung,
- der Inverkehrbringer des Stoffes gemäß der Kennzeichnung nach der Düngemittelverordnung,
- der enthaltene tierische Stoff gemäß der Kennzeichnung nach der Düngemittelverordnung und
- bei Düngemitteln die Typenbezeichnung gemäß der Kennzeichnung nach der Düngemittelverordnung.

Die genannten Aufzeichnungen sind sieben Jahre nach Ablauf des Düngejahres aufzubewahren. Davon abweichend gilt eine Aufbewahrungspflicht für Aufzeichnungen gemäß § 6 Abs. 2 der Düngerverordnung vom 26. Januar 1996 (BGBl. I S. 118) bis 31. Dezember 2015.

Anwendungsbeschränkungen und Anwendungsverbote für bestimmte Düngemittel u. a. Stoffe (§ 8)

Düngemittel außer Wirtschaftsdünger dürfen nur angewendet werden, wenn sie einem düngemittelrechtlich zugelassenen Typ entsprechen.

Die Anwendung von Wirtschaftsdüngern, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln darf nur erfolgen, wenn sie den Bestimmungen der Düngemittelverordnung hinsichtlich der Zusammensetzung und sachgerechter Angabe der Inhaltsstoffe entsprechen. Ausgenommen davon sind Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel, die ausschließlich aus Stoffen, die im eigenen Betrieb angefallen sind, erzeugt wurden. Die nach Landesrecht zuständige Stelle kann auf Antrag Ausnahmen zulassen.

Die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln, die unter Verwendung von **Knochenmehl, Fleischknochenmehl oder Fleischmehl** hergestellt wurden, **ist auf landwirtschaftlich genutztem Grünland und zur Kopfdüngung im Gemüse- oder Feldfutterbau verboten**. Nach Aufbringung dieser Stoffe auf **sonstige landwirtschaftlich genutzte Flächen** sind diese **sofort einzuarbeiten**.

Die Anwendung von Düngemitteln u. a. Stoffen, die Kieselgur enthalten, ist auf bestelltem Ackerland, Grünland, im Feldfutterbau sowie auf Flächen, die für den Gemüse- oder bodennahen Obstanbau vorgesehen sind, sowie außerhalb landwirtschaftlich genutzter Flächen verboten. Auf allen anderen landwirtschaftlich genutzten Flächen sind die genannten Düngemittel sofort einzuarbeiten. Die Anwendung von trockenen kieselgurhaltigen Düngemitteln u. a. Stoffen ist verboten.

Die Aufbringung von Düngemitteln u. a. Stoffen, welche die Grenzwerte der Düngemittelverordnung überschreiten, ist ab dem 4. Dezember 2006 verboten. Ausgenommen davon sind Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel, die ausschließlich aus Stoffen, die im eigenen Betrieb angefallen sind, erzeugt wurden. Für Klärschlämme und Bioabfälle gelten die Anforderungen an die Schadstoffe und Grenzwerte der Klärschlammverordnung bzw. der Bioabfallverordnung.

Ordnungswidrigkeiten (§ 10)

(1) Ordnungswidrig im Sinne des § 10 Abs. 2 Nr. 1 des Düngemittelgesetzes handelt, wer vorsätzlich oder fahrlässig:

1. entgegen § 3 Abs. 5 Satz 1 ein Düngemittel, Bodenhilfsstoff, Kultursubstrat und Pflanzenhilfsmittel mit wesentlichen Nährstoffgehalten an Stickstoff oder Phosphat aufbringt, wenn der Boden überschwemmt, wassergesättigt, gefroren oder durchgängig höher als 5 cm mit Schnee bedeckt ist. Oder entgegen Abs. 7 Satz 1 einen Stoff oder ein dort genanntes Düngemittel auf stark geneigten Flächen innerhalb eines Abstandes zum Gewässer aufbringt.
2. entgegen § 3 Abs. 6 Satz 1 Nr. 1, auch in Verbindung mit Satz 2 durch Nichteinhalten des vorgegeben Mindestabstandes von 3 m zum Gewässer einen Eintrag Nährstoffeintrag bzw. Abschwemmen in oberirdische Gewässer nicht vermeidet.
3. entgegen § 3 Abs. 10 Satz 2 ein Düngemittel, Bodenhilfsstoff, Kultursubstrat und Pflanzenhilfsmittel mit einem Gerät aufbringt, das nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht.
4. entgegen § 4 Abs. 2 Gülle, Jauche, sonstige flüssige organische oder organisch-mineralische Düngemittel mit wesentlichen Gehalten an verfügbarem Stickstoff oder

Geflügelkot auf unbestelltes Ackerland aufbringt und nicht oder nicht rechtzeitig einarbeitet.

5. entgegen § 4 Abs. 3 Satz 1 im Durchschnitt der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Betriebes aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft mehr als 170 kg N/ha bzw. auf Grünland mehr als die genehmigte N-Menge oder entgegen Abs. 5 Satz 1 ein Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff (ausgenommen Festmist ohne Geflügelkot) auf Ackerland in der Zeit von 1. November bis 31. Januar oder auf Grünland in der Zeit vom 15. November bis 31. Januar bzw. innerhalb einer anderen von der zuständigen Behörde genehmigten Zeitraum aufbringt.
6. entgegen § 5 Abs. 1 Satz 1 einen Nährstoffvergleich nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig erstellt.
7. entgegen § 6 Abs. 1 einen Nährstoffvergleich auf Anforderung durch die zuständige Stelle nicht vorlegt.
8. entgegen § 7 Abs. 1 Satz 1 oder Abs. 2 eine Aufzeichnung zum Nährstoffgehalt im Boden und in organischen bzw. organisch-mineralischen Düngemitteln sowie Ausgangsdaten und Ergebnisse der Nährstoffvergleiche nicht, nicht richtig, nicht rechtzeitig oder nicht vollständig macht.
9. entgegen § 7 Abs. 3 Aufzeichnungen zum Nährstoffgehalt im Boden und in organischen bzw. organisch-mineralischen Düngemitteln, Ausgangsdaten und Ergebnisse der Nährstoffvergleiche oder zum Einsatz von Fleischmehlen, Knochenmehlen und Fleischknochenmehlen nicht oder nicht mindestens sieben Jahre aufbewahrt.

(2) Ordnungswidrig im Sinne des § 10 Abs. 2 Nr. 3 des Düngemittelgesetzes handelt, wer vorsätzlich oder fahrlässig entgegen § 8 Abs. 1 Satz 1 Düngemittel, Bodenhilfsstoff, Kultursubstrat und Pflanzenhilfsmittel einsetzt, die keinem zugelassenen Düngemitteltyp entsprechen, Abs. 2 Satz 1 und Abs. 3 Satz 1, 3 oder 4 die Vorschriften zum Einsatz von Fleischmehlen, Knochenmehlen und Fleischknochenmehlen sowie Kieselgur nicht einhält, und Abs. 5 Satz 1 ein Düngemittel, einen Bodenhilfsstoff, ein Kultursubstrat oder ein Pflanzenhilfsmittel die Grenzwerte der Düngemittelverordnung überschreiten, anwendet.

3 Grundlage der Düngung

3.1 Pflanzennährstoffe und deren Wirkung

Nach gegenwärtigem Kenntnisstand sind mindestens 14 mineralische Nährelemente für eine normale Entwicklung der Pflanze lebensnotwendig. Weitere Elemente können für das Pflanzenwachstum nützlich sein, sie sind aber entbehrlich.

Hinzu kommen die nicht-mineralischen Elemente Kohlenstoff (C), Sauerstoff (O), und Wasserstoff (H), die für die Photosynthese in Form von Kohlendioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) benötigt werden.

Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Schwefel (S), Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) zählen zu den Makro- oder Hauptnährstoffen, da die Pflanzen sie in größeren Mengen aufnehmen.

Als Mikronährstoffe oder Spurenelemente gelten Bor (B), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Kupfer (Cu), Molybdän (Mo) und Zink (Zn). Sie werden von der Pflanze in nur geringen Mengen benötigt.

Von den Pflanzennährstoffen beeinflusst **Stickstoff** (N) die Ertrags- und Qualitätsbildung am stärksten. Die Aufnahme aus dem Boden erfolgt in Form von Nitrat (NO_3^-) oder Ammonium (NH_4^+). Stickstoff ist ein Baustein organischer N-Verbindungen wie Eiweiße, organische Basen, Enzyme, Vitamine, Chlorophyll und Wachstumsstoffe. Er greift wesentlich in den Phytohormonhaushalt ein. So werden Cytokinine und Gibberelline gefördert, die Bildung des Reifehormons Abscisinsäure hingegen verzögert. Aufgrund der vielfältigen Funktion gilt Stickstoff als Motor des Pflanzenwachstums.

Phosphor (P) wird von den Pflanzen vorwiegend in anorganischer Form als Orthophosphat (H_2PO_4^- und HPO_4^{2-}) aufgenommen. An allen Prozessen des Energiehaushaltes nimmt P eine Schlüsselstellung ein. Des Weiteren ist Phosphor ein wichtiges Bauelement der Zellmembran und Nukleinsäuren. Er ist weiterhin in Zuckerphosphaten, Phosphatlipiden und Coenzymen enthalten und aktiviert verschiedene organische Verbindungen.

Kalium (K) nimmt die Pflanzen als Kation (K^+) aus der Bodenlösung auf. Es ist für die Regulierung des Wasserhaushaltes der Pflanze verantwortlich. Der Aufbau und der Transport der Assimilate vom Blatt in die Speicherorgane werden durch K gefördert. Ausreichend hohe K-Konzentration in der Zelle verbessert die Winterfestigkeit und vermindert die Trockenstressanfälligkeit.

Calcium (Ca) nehmen die Pflanzen als zweiwertiges Kation (Ca^{2+}) aus der Bodenlösung auf. Es ist für die Aktivierung einiger Enzyme und für die Regulierung des Quellungszustandes der Pflanze verantwortlich. Calcium ist auch Baustein wichtiger Verbindungen wie Phytin, Pektin, Ca-Oxalat und Ca-Phosphat. Für eine optimale Ernährung ist das Verhältnis der Kationen (Ca^{2+} zu K^+ und Mg^{2+}) wichtig. Auf landwirtschaftlich genutzten Böden ist die Calcium-Ernährung der Pflanzen selbst auf sauren Standorten gesichert. Für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit hingegen ist eine optimale Kalkversorgung unerlässlich.

Magnesium (Mg) gelangt als Kation (Mg^{2+}) in die Pflanzen. Magnesium als Zentralatom des Chlorophylls ist für die Photosynthese unentbehrlich. Es aktiviert Enzymreaktionen, die den Aufbau von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen regeln. Des Weiteren nimmt Magnesium Einfluss auf den Quellungszustand der Zellen.

Schwefel (S) nimmt die Pflanze vorwiegend als Sulfat-Ion (SO_4^{2-}) aus der Bodenlösung auf. Eine Aufnahme in gasförmiger Form als SO_2 ist jedoch auch möglich. Er wird von den Pflanzen in ähnlicher Größenordnung benötigt wie Phosphor oder Magnesium. Als Bestandteil von Aminosäuren (Methionin, Cystin, Cystein), Senf- und Lauchölen (Glucosinolate), Vitaminen und Enzymen ist Schwefel vor allem für die Eiweißbildung und den Chlorophyll-Haushalt bedeutungsvoll. Zwischen Stickstoff und Schwefel besteht eine pflanzenphysiologische Funktionsverwandtschaft.

Bor (B) wird in Form von Bor-Säure oder als Borat-Ion (BO_3^{3-}) aufgenommen. Bei Trockenheit oxidiert Bor im Boden und ist für die Pflanze nicht mehr verfügbar. Es fördert den Kohlenhydratstoffwechsel und stabilisiert die Zellwände. Bor wirkt positiv auf die Winterfestigkeit von Raps.

Mangan (Mn) wird als zweiwertiges Kation (Mn^{++}) aufgenommen. In chelatisierter Form ist eine schnelle Aufnahme auch über das Blatt möglich. Mangan aktiviert Enzyme, fördert die Synthese von Eiweiß und Vitamin C und greift in den Hormonhaushalt ein. Die Pflanzenverfügbarkeit des Mangans hängt besonders stark vom pH-Wert, aber u. a. auch von der Durchfeuchtung, der Durchlüftung, der Temperatur, dem Gehalt an organischer Substanz und der mikrobiellen Aktivität des Bodens ab. Vorübergehender Manganmangel kann allein durch Trockenperioden verursacht werden.

Molybdän (Mo) kann nur in Form des zweiwertigen Molybdän-Anions (MoO_4^{--}) von der Pflanze aufgenommen werden. Es aktiviert verschiedene Enzyme und beschleunigt die Einlagerung von Zucker und Stärke. Molybdän ist speziell für den Eiweißstoffwechsel der Pflanze bedeutungsvoll. Molybdänmangel führt zu einer Nitratanreicherung in den Pflanzen, da auch bei hohen Stickstoffgaben die N-Verwertung durch die Pflanzen gehemmt ist. Die dadurch auftretenden überhöhten Nitrat- bzw. Nitritgehalte in den Pflanzen können zu Vergiftungserscheinungen bei Mensch und Tier führen. Die Pflanzenverfügbarkeit des Molybdäns nimmt mit steigendem Boden-pH-Wert zu.

Kupfer (Cu) wird aus der Bodenlösung als zweiwertiges Kation (Cu^{++}) aufgenommen. Bei Trockenheit ist die Verfügbarkeit reduziert. Kupfer fördert die Photosynthese sowie die Eiweiß- und Ligninsynthese. Die Standfestigkeit und die Körnerfüllung bei Getreide wird durch diesen Mikronährstoff verbessert. Des Weiteren aktiviert es verschiedene Enzyme.

Zink (Zn) nimmt die Pflanze als zweiwertiges Kation (Zn^{++}) auf. Es aktiviert Enzyme (z. B. Phosphatasen, Proteinasen), greift in den Energiestoffwechsel ein und beeinflusst den Hormonhaushalt.

Eisen (Fe) nimmt die Pflanze als zweiwertiges Kation (Fe^{++}) auf. Da Eisen in den meisten Ackerböden in ausreichender Menge vorhanden ist, treten Mangelsymptome sehr selten auf. Eisen aktiviert für die Photosynthese und für den Energiestoffwechsel wichtige Enzyme. Es ist Baustein für Chlorophyll und Proteine.

3.2 Grundlagen der Düngebedarfsermittlung

Der Boden enthält je nach Ausgangsmaterial unterschiedliche Mengen an Nährstoffen, die durch Verwitterung des Ausgangsgesteins oder durch Mineralisation von Humus bzw. organischer Substanz unterschiedlicher Herkunft wie z. B. Stallmist oder Ernteresten freigesetzt werden. Pflanzenwurzeln nehmen aus der Bodenlösung die gelösten Stoffe als Kationen oder Anionen auf.

Auch wenn ein Boden auf natürliche Weise Nährstoffe freisetzt, geht seine Ertragsfähigkeit ohne Nährstoffersatz selbst bei extensiver Bewirtschaftung allmählich zurück. Ein nachhaltig-wirtschaftlicher Pflanzenbau ist nur dann möglich, wenn

- die Nährstoffabfuhr mit den Ernteprodukten sowie
- unvermeidbare Verluste durch Festlegung, Auswaschung oder gasförmiges Entweichen durch Düngung ersetzt werden.

Düngen heißt Zuführen von Mineralstoffen in den Boden zur Ernährung von Pflanzen oder zur Verbesserung der Bodeneigenschaften. Das Zusammenwirken der Nährstoffe hat LIEBIG mit dem Gesetz vom Minimum folgendermaßen formuliert: „Die Höhe des Ertrages hängt von dem Wachstumsfaktor ab, welcher der Pflanze verhältnismäßig am geringsten zur Verfügung steht.“

Anhand der Minimumtonne (Abb. 1) lässt sich das Gesetz eindrucksvoll illustrieren. Nährstoffe fördern das Wachstum der Pflanzen bis zu einem biologischen Optimum, dann fällt der Ertrag aufgrund eines unharmonischen Nährstoffverhältnisses oder wegen zunehmender Lagerneigung bei Getreide bzw. eines zunehmenden Befalls von Krankheiten ab.

Der biologisch mögliche Höchstertrag ist nicht identisch mit dem wirtschaftlichen Optimum, da die Kosten für die Düngung den optimalen Aufwand für den Landwirt begrenzen. Diese ökonomische Begrenzung wird dann erreicht, wenn die Kosten für die letzte Einheit des Düngeraufwandes durch den Zuwachs gerade noch abgedeckt sind. Abbildung 2 zeigt als Beispiel den Zusammenhang zwischen der Höhe der N-Düngung und dem Pflanzenenertrag.

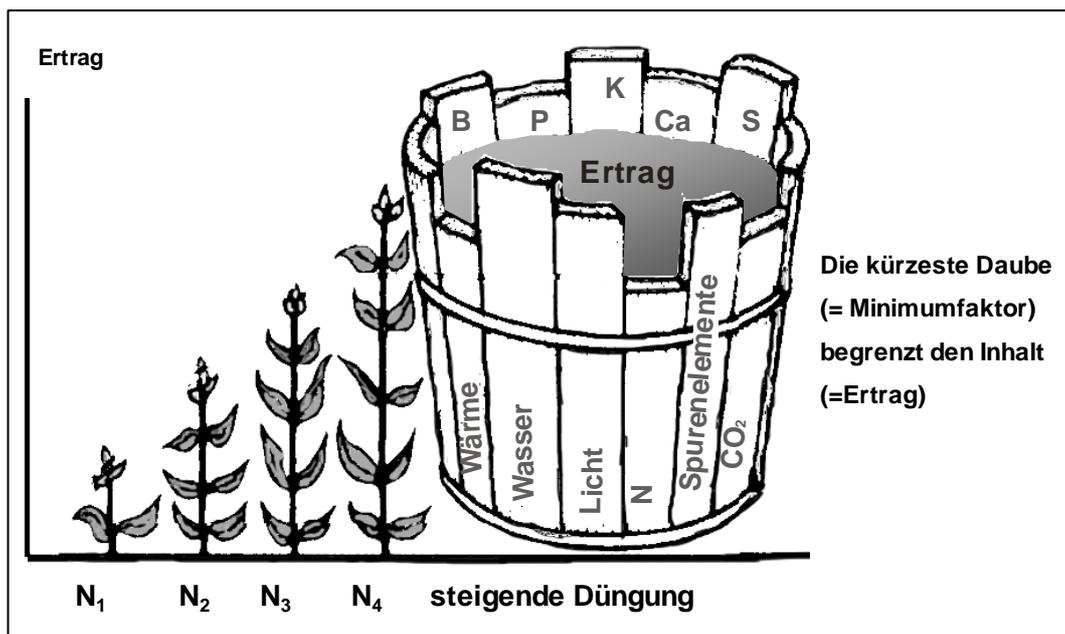


Abbildung 1: Gesetz vom Minimum (nach Justus von LIEBIG)

Die Düngung hat wie andere ackerbaulichen Maßnahmen auch eine Umweltwirkung. So können im Sickerwasser gelöste Nährstoffe in tiefere Bodenschichten oder in Oberflächengewässer gelangen. Auch über die Erosion werden an Bodenteilchen gebundene Nährstoffe weitergetragen. Sie sind einerseits für die Pflanze verloren und stellen somit auch einen finanziellen Verlust für den Landwirt dar. Andererseits können sie in Gewässern zu erhöhten Konzentrationen mit den nachteiligen Folgen einer Eutrophierung führen. Das Risiko der Auswaschung von Nitrat ist besonders groß. Bei der Düngung ist daher der Nährstoffaufwand so zu bemessen, dass der Verlust an Nährstoffen nicht über ein unvermeidbares Maß hinausgeht. Der optimale Aufwand in der Düngung wird folglich durch die Biologie, die Wirtschaftlichkeit und die Anforderungen an die Umwelt bestimmt.

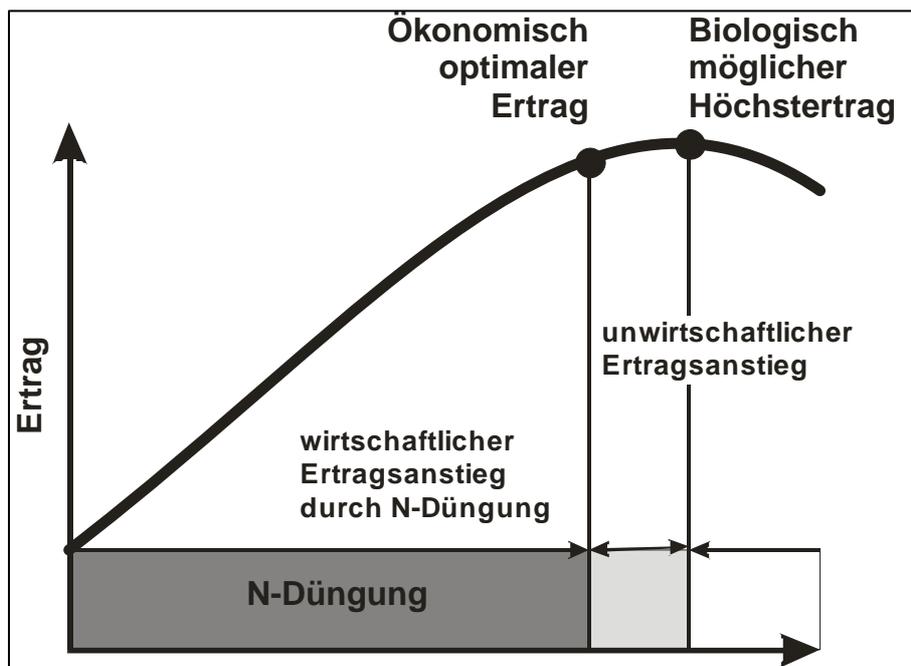


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen N-Düngung und Ertrag

Vor allem bei Getreide ist der Optimalbereich der N-Versorgung vergleichsweise schmal. Die N-Bemessung ist so auszurichten, dass ökonomisch optimale Erträge erreicht werden. Sie sind mit dem höchsten Geldertrag verbunden. Eine über das Optimum hinausgehende N-Düngung bewirkt bis zum Erreichen des Höchstwertes zwar noch einen leichten Ertragsanstieg, dieser ist aber nicht wirtschaftlich, da der Mehrertrag die Düngungskosten nicht abdeckt.

3.3 Probenahme für Bodenuntersuchung und Pflanzenanalyse

Die sachgerechte Ermittlung des Düngebedarfes der Kulturen stellt die Grundlage für den effektiven und umweltverträglichen Düngereinsatz dar. Für eine präzise Düngerbemessung sind neben dem Nährstoffbedarf der Pflanzen insbesondere das im Boden vorhandene Nährstoffpotenzial zu berücksichtigen.

Der Nährstoffbedarf der Pflanzen lässt sich aus dem Mineralstoffgehalt der Ernteprodukte und dem Ertragsniveau relativ einfach und hinreichend sicher ermitteln. Aufwändiger ist die Bestimmung der Gehalte an pflanzenverfügbaren Nährstoffen im Boden.

Als Maß für den verfügbaren Nährstoffgehalt im Boden dient im Allgemeinen der leichtlösliche Nährstoffanteil. Dessen Bestimmung erfolgt nach wissenschaftlich anerkannten Methoden, die der Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) im Methodenbuch Band I Bodenuntersuchung veröffentlicht und in Thüringen durch die zugelassenen Bodenuntersuchungslaboratorien anzuwenden sind.

Der Ton- bzw. Ton- plus Feinschluffgehalt sowie der Humusgehalt des Bodens beeinflussen die Nährstoffdynamik wesentlich und sind deshalb bei der Bewertung der Bodenuntersuchungsergebnisse und Ableitung von Düngungsempfehlungen zu berücksichtigen. Vereinfachend erfolgt die Einteilung der Böden nach dem Rahmenschema des VDLUFA in sechs Bodenartengruppen (Tab. 3).

Tabelle 3: Rahmenschema für die Gruppierung der Bodenarten nach VDLUFA

Nr.	Bodenartengruppe/ vorwiegende Bodenart	Symbol	Tongehalt ¹⁾ %	Ton- plus Feinschluffgehalt ²⁾ %	Bezeichnung in der Dün- gungspraxis
1	Sand	S	bis 5	0 - 7	leichte Böden
2	schwach lehmiger Sand	l'S	> 5 - 12	> 7 - 16	
3 ³⁾	stark lehmiger Sand	lS	>12 - 17	> 16 - 23	mittlere Böden ⁵⁾
4 ³⁾	sandiger/schluffiger Lehm	sL/uL	>17 - 25	> 23 - 35	
5 ⁴⁾	toniger Lehm bis Ton:			> 35	schwere Böden
	schwach toniger Lehm	t'L	> 25 - 35		
	toniger Lehm	tL	> 35 - 45		
	lehmiger Ton	lT	> 45 - 65		
	Ton	T	> 65		
6	Moor (Böden mit > 30 % Humus)	Mo	-	-	-

¹⁾ Korngröße < 0,002 mm in % mineralischer TM nach DIN 19682

²⁾ Korngröße < 0,006 mm in % mineralischer TM nach DIN 19682

Die Einstufung der Böden in Bodenartengruppen kann entweder nach dem Gehalt an Ton oder nach dem Gehalt an Ton plus Feinschluff erfolgen.

³⁾ Böden mit Schluffgehalten von > 50 % werden in die Bodenartengruppe 4, bei höherem Gehalt an Ton (oder Ton plus Feinschluff) in die Bodenartengruppe 5 eingestuft.

⁴⁾ Die aufgeführten Bodenarten der Gruppe 5 können im Untersuchungsbefund ausgewiesen werden. Sie unterscheiden sich jedoch im Aufkalkungsziel und -bedarf nicht.

⁵⁾ Bodenartengruppe 4 wird in Thüringen als schwerer Boden eingestuft.

Wegen der Überschneidungen und Unschärfen hinsichtlich der Bezeichnung und Zuordnung von Bodenarten sind die Angaben der Bodenartengruppe/vorwiegende Bodenart nach verschiedenen Nomenklaturen (Reichsbodenschätzung, DIN, TGL, Bodenkundliche Kartieranleitung 4 und 5) und Symbolen als Orientierung zu betrachten.

Bodenuntersuchungslabor

Die privaten Bodenuntersuchungslaboratorien in Thüringen unterliegen einer regelmäßigen Qualitätskontrolle durch die TLL und erhalten bei nachgewiesener Kompetenz eine entsprechende Zulassung für die turnusmäßige und/oder N_{min}-Bodenuntersuchung. Die aktuell zugelassenen Labore können bei der TLL nachgefragt oder unter www.tll.de/ainfo abgerufen werden. Die Laboratorien stellen in der Regel die Probenahmegeräte sowie Kenndatenbelege und Verpackungsmaterial zur Verfügung.

3.3.1 Bodenuntersuchung (Phosphor, Kalium, Magnesium, pH-Wert, Mikronährstoffe)

Die Grundlage hierzu ist die Vorgabe im Methodenbuch Band I „Die Untersuchung von Böden“ Darmstadt: VDLUFA-Verlag, 1991.

Begriffsbestimmung

- Turnusmäßige Bodenuntersuchung: Bodenprobenahme und Untersuchung der Grundnährstoffe Phosphor, Kalium, Magnesium und Mikronährstoffe sowie des pH-Wertes zur Ermittlung des Nährstoffversorgungszustandes und der Bodenreaktion der landwirtschaftlichen Nutzfläche von Agrarunternehmen in einem Zeitabstand von drei bis sechs Jahren; sie ist Grundlage für die Berechnung von Düngungsempfehlungen für die genannten Nährstoffe.

Geräte zur Probenahme

- einteiliger Rillenbohrstock, mit Handgriff und seitlicher Fußraste
- Auswerfer
- Wiesenteller: Zusatzvorrichtung für Rillenbohrstock zur Begrenzung der Probenahmetiefe
- Verpackung: fortlaufend nummerierte Pappkästchen, Kunststofftüten, beschichtete Papiertüten
- Es dürfen keine Geräte und Materialien verwendet werden, welche die Proben verunreinigen.

Zeitpunkt der Probenahme

- Die Bodenuntersuchung sollte je nach Nutzungsintensität alle drei bis sechs Jahre durchgeführt werden.
- Die Probenahme kann während der gesamten frostfreien Zeit erfolgen, soweit der Boden begeh- bzw. befahrbar ist. Eine erneute Bodenuntersuchung soll etwa zur gleichen Jahreszeit durchgeführt werden.
- Die Probenahme muss vor Düngemaßnahmen (Kalkung, Grunddüngung mit Phosphor, Kalium und Magnesium, organische Düngung) erfolgen. Ist das nicht möglich, ist zwischen Düngung und Probenahme eine Karenzzeit von mindestens zwei Monaten einzuhalten (Bedingung: Dünger ist eingearbeitet worden, und es sind > 30 mm Niederschlag gefallen).

Probenahmefläche

- Auf Flächen mit einheitlicher Bodenherkunft und -art sowie Bewirtschaftung: 1 bis 5 ha/Probe.
- Bei ungleicher Feld- bzw. Schlaggeschichte (verschiedene Bodenarten und Kulturen je Feld bzw. Schlag) ist eine diesen Faktoren entsprechende getrennte Beprobung vorzunehmen.
- Das Feld soll in fixe (feststehende) Probenahmeflächen eingeteilt und kartiert werden. Im nächsten Turnus sind die gleichen Probenahmeflächen zu beproben, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.
- Die Lage der Probenahmeflächen (Hauptbearbeitungsrichtung beachten!) sollte eine Teilflächendüngung ermöglichen.
- Um eine repräsentative Probenahme zu sichern, sind u. a. folgende untypische Teilflächen von der Probenahme auszuschließen und im Bedarfsfall getrennt zu beproben:
 - Vorgewende, Feldränder,
 - Mieten-, Silo- und Dungplätze und
 - Geilstellen (Grünland).

Probenahmetiefe

Ackerland, Feldgemüse und Dauerkulturen: 0 bis 20 cm

Grünland: 0 bis 10 cm, Probenahme mit Wiesenteller

Probemenge

- Zahl der Einstiche:
Ackerland, Feldgemüse und Dauerkulturen: 20 Einstiche/Probe
Grünland: 40 Einstiche/Probe
- Aus den Einzelproben (Einstichen) wird eine Sammelprobe (Mischprobe) gebildet, die gleichzeitig die Endprobe darstellt und dem Untersuchungslabor zu übergeben ist. Vor dem Verpacken ist die Sammelprobe auf einer sauberen Unterlage intensiv zu durchmischen. Die Probemenge soll mindestens 250 g frischen Boden umfassen, bei zusätzlicher Untersuchung von Mikronährstoffen werden mindestens 400 g Boden benötigt.

Probenahmebegang

- Die Bodenentnahme auf der Probenahmefläche erfolgt im Zick-Zack-Gang, in Form eines liegenden „N“ oder entlang einer Diagonale.
- Die Einstiche sind entlang der Beganglinie gleichmäßig zu verteilen. Zur nächsten Probenahme (nächster Turnus) sollte der gleiche Begang gewählt werden. Die Beganglinie darf nicht parallel zur Hauptbearbeitungsrichtung des Feldes verlaufen.
- Nach erfolgter Probenahme sind die Proben mit einer fortlaufenden Proben-Nr. zu kennzeichnen.

Untersuchungsauftrag und Probenliste

- Auf der Probenliste sind neben den Untersuchungswünschen anzugeben: Betrieb, Feld-Nr., Probe-Nr., Nutzungsart, Bodenart und - wenn vorhanden - Humusgehalt.
- Als Standarduntersuchung gilt: pH-Wert, Phosphor, Kalium und Magnesium.
- Andere wichtige Untersuchungen: Die Bestimmung des Tongehaltes zur Einstufung der Bodenart und des Humusgehaltes. Die Bestimmung von Mikronährstoffen (Bor, Kupfer, Mangan, Molybdän, Zink) und Natrium ist standortbezogen zu entscheiden.
- Untersuchungsauftrag, Probenliste und Proben zusammen versenden!
- Werden die nach Nährstoffgehalts- bzw. pH-Klassen ausgewiesenen Bodenuntersuchungsergebnisse farblich dargestellt, so gelten folgende Farbkombinationen (nach VDLUFA):
A = rot, B = orange, C = gelb, D = grün und E = blau

Neue Möglichkeiten der Bodenprobenahme für Grundnährstoffe

Durch moderne Technologien wie Global-Positioning-System (GPS), Geografisches-Informationen-System (GIS) und Fernerkundung ergibt sich eine moderne Handhabung zur ortsdifferenzierten (georeferenzierten), teilflächenspezifischen Informationsgewinnung und -bewertung sowie der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen. Die GPS-gestützte Bodenprobenahme in Verbindung mit der Erstellung von aussagefähigen Karten zu Nährstoffversorgung des Bodens und des Düngebedarfs der Kulturen stellt in Kombination mit der Steuerung von Maschinen derzeit die wichtigste Grundlage für

die Anwendung der teilflächenspezifischen Düngung dar. Allerdings erfordert dies insgesamt höhere finanzielle Aufwendungen, die nicht zwangsläufig zur Senkung des Aufwandes für die Düngung führen, aber eine optimale Düngerverteilung innerhalb eines Feldes ermöglichen. Für die Grundsätze und Verfahren einer solchen Bodenprobenahme, einschließlich Bewertung und Darstellung von Nährstoffversorgung und Düngebedarf, wird auf den VDLUFA-Standpunkt „Georeferenzierte Bodenprobenahme ...“ (2000) verwiesen.

Bodenuntersuchung auf Mikronährstoffe

Parallel zur Untersuchung auf den pH-Wert sowie den P-, K- und Mg-Gehalt ist die zusätzliche Bestimmung des Gehaltes an Mikronährstoffen möglich. Dabei sollte sich die Auswahl der zu bestimmenden Mikronährstoffe nach den Besonderheiten, wie geologische Herkunft des Bodens und Mikronährstoffintensität der angebauten Kultur, richten. Es besteht keine Pflicht zur Bodenuntersuchung auf Mikronährstoffe. Damit aber auch im Zusammenhang mit der Mikronährstoffversorgung/Düngung der Kulturen die „Gute fachliche Praxis“ gewahrt wird, gibt die TLL die Empfehlung, jährlich gezielt von einigen Feldern/Kulturen Boden- und Pflanzenanalysen durchzuführen, um damit im Verlaufe der Jahre einen zunehmenden Überblick des standortbedingten Nährstofftransfers Boden/Pflanze für die gegebenen Bedingungen im Landwirtschaftsbetrieb zu erhalten.

3.3.2 Bodenuntersuchung auf den N_{\min} -Gehalt

Begriffsbestimmung

- N_{\min} -Untersuchung: Bodenprobenahme und Untersuchung des leichtlöslichen Bodenstickstoffs ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) von landwirtschaftlichen Nutzflächen; sie ist Grundlage für die Ermittlung des N-Düngebedarfes.

Geräte zur Probenahme

- einteiliger Rillenschlagbohrstock (60 oder 90 cm Nutzlänge), Hammer
- zwei- oder dreiteiliger Rillenbohrstock (30 cm Nutzlänge) zum Eindrücken oder Einschlagen
- teilmechanisierte Probenahmegeräte (u. a. Nitratraupe)
- Auswerfer
- Probensammelbehältnisse (möglichst verschiedenfarbige bzw. eindeutig gekennzeichnete Eimer)
- Verpackung: Kunststofftüten

Zeitpunkt der Probenahme

- Die N_{\min} -Probenahme sollte im Frühjahr zu Vegetationsbeginn auf möglichst vielen Feldern des Landwirtschaftsbetriebes durchgeführt werden.
- Die Probenahme ist innerhalb einer Woche vor dem geplanten N-Düngungstermin vorzunehmen, damit die Ergebnisse aktuell sind und rechtzeitig bereitstehen.
- Bei der Feldauswahl beachte man, dass die N_{\min} -Ergebnisse auf gleichgelagerte Felder (gleiche Bodenart, Vorfrucht und organische Düngung) übertragbar sein sollen.

Probenahmefläche

- Auf kleineren Feldern (< 10 ha) ist bei weitgehender Homogenität die gesamte Fläche zu beproben.
- Auf größeren einheitlichen Feldern soll ein repräsentatives Teilstück von ca. 5 ha ausgewählt werden.
- Das Teilstück ist auf einer Karte zu vermerken und durch Fixpunkte zu kennzeichnen, damit die Probenahme in den folgenden Jahren zwecks Vergleichbarkeit der Ergebnisse auf dem gleichen Teilstück/Fläche erfolgen kann.
- Auf heterogenen Feldern sind mehrere N_{\min} -Proben (mindestens zwei) zu ziehen.

Probenahmetiefe

- Als Standard gilt 0 bis 60 cm, unterteilt in zwei Tiefenbereiche: 0 bis 30 cm (Oberboden) und 30 bis 60 cm (Unterboden).
- Für spezielle Anforderungen ist die Probenahme aus der Tiefe 0 bis 90 cm, unterteilt in drei Tiefenbereiche (0 bis 30, 30 bis 60 und 60 bis 90 cm) möglich.
- Auf flachgründigen und steinreichen Standorten kann die Probenahmetiefe des Unterbodens reduziert werden bzw. entfallen.
- Auf Grünland sowie bei flachwurzelnenden Feldgemüsearten (z. B. Kohlrabi, Kopfsalat, Erbse, Buschbohne, Spinat) beschränkt sich die Probenahme auf den Oberboden (0 bis 30 cm).

Probenahmemenge

- Zahl der Einstiche: mindestens 15 Einstiche/Probe
- Aus den Einzelproben (Einstichen) wird eine Mischprobe gebildet, die gleichzeitig die Endprobe darstellt.
- Mindestprobenmenge: 500 g frischer Boden

Probenahmebegang

Siehe turnusmäßige Bodenuntersuchung (Punkt 3.1.1)

Technik der Probenahme

- Bei mehrteiligen Bohrstöcken, mit denen die Unterbodenprobe aus der gleichen Einstichstelle wie der Oberboden entnommen wird, sind die obersten 2 bis 3 cm des Unterbodens zu verwerfen, da es sich um verschobenes Oberbodenmaterial handeln kann.
- Bei der Probenahme ist zu sichern, dass nach jedem Einstich der überstehende Bodenwulst mit einer scharfen Kante entfernt wird, um die Verschleppung von Ober- auf den Unterboden zu verhindern.
- Ober- und Unterboden sind in verschiedenen Behältnissen zu sammeln, gut zu mischen und getrennt zu verpacken.

Kennzeichnung und Transport der Proben

- Die Probenbehälter sind zu kennzeichnen mit: Betrieb, Feld-Nr., Probe-Nr. und Probenahmetiefe.
- Die Proben müssen in einer geschlossenen Kühlkette (Kühlbox) unmittelbar im Anschluss an die Entnahme zum Untersuchungslabor transportiert werden. Zwischenlagerung ist bei max. 4 °C im Kühlschrank bis zu drei Tagen möglich.
- Untersuchungsauftrag und Probenliste
- Als Standarduntersuchung gilt: TM, NO₃-N und NH₄-N (Untersuchung in feuchten Böden). Zusätzlich ist die parallele Bestimmung des S_{min}-Gehaltes in den Bodentiefen zur Ermittlung des S-Düngebedarfes möglich.
- Kenndatenbeleg (wichtige Kennziffern der Fläche) mit Untersuchungsauftrag und Proben sind zusammen an das Untersuchungslabor zu versenden.

3.3.3 Pflanzenanalyse zur Ernährungsdiagnose

Boden- und Pflanzenanalyse sind zwei sich ergänzende Methoden zur Ermittlung des Nährstoffbedarfes der Pflanzen. Während die Bodenuntersuchung den potenziell verfügbaren Nährstoffvorrat beschreibt, kennzeichnet die Pflanzenanalyse nur den momentanen Gehalt der Pflanze mit dem Nährstoff, der in Abhängigkeit von den Wachstumsfaktoren und deren Wechselwirkung in kurzen Zeitabständen erhebliche Veränderungen aufweisen kann.

Umfangreiche Untersuchungen dazu erfolgten auch im ehemaligen Institut für Pflanzenernährung (IPE) in Jena. Zunächst dienten die ermittelten Richtwerte der Aufklärung von Schadfällen mit visuellen Symptomen. Später kam die Pflanzenanalyse als Kontrollmaßnahme zur Bodenuntersuchung in Ostdeutschland verstärkt zur Anwendung. Als Auswertung der Pflanzenanalysergebnisse, insbesondere für den N-Ernährungszustand, wurden Empfehlungen zur 2. (Schosserdüngung ES 30 bis 37) und 3. N-Gabe (Qualitätsdüngung ES 37 bis 49) des Wintergetreides entwickelt. Aber auch für die anderen Nährstoffe erfolgte unter bestimmten Bedingungen die Ableitung einer Düngungsempfehlung.

Bei der Festlegung der Richtwerte für die Ernährungsdiagnose wurde aus den Ergebnissen zahlreicher Feldversuche der Zusammenhang zwischen dem Nährstoffgehalt der Pflanze zu einem bestimmten Entwicklungszeitpunkt und dem späteren Ertrag zugrunde gelegt.

Die Angabe eines Bereiches für ausreichende Nährstoffgehalte in der Pflanze reicht für die Beurteilung der Nährstoffversorgung aus. Darüber (Überschuss) oder darunter (Mangel) liegende Gehalte kennzeichnen nicht optimale Zustände der Nährstoffversorgung.

3.3.4 Probenahme zur Boden- und Pflanzenanalyse bei Schadfällen

Neben der Kontrolle des Ernährungszustandes der Kulturpflanzen ist die Pflanzenanalyse besonders für die Aufklärung von Ernährungsstörungen („Schadfälle“) geeignet. Verstanden wird darunter optisch unbefriedigender bzw. beeinträchtigter Pflanzenwuchs durch nährstoffbedingte Ursachen.

Zumeist ist nicht das gesamte Feld bzw. der Schlag, sondern nur eine Teilfläche vom Schadfall betroffen. Wird dieser Mangelzustand nicht erkannt und gezielt behoben, sind oft auch in den Folgejahren Ertragsausfälle zu erwarten. Dabei vergrößert sich häufig von Jahr zu Jahr der Umfang der geschädigten Fläche, die Ertragsausfälle nehmen zu.

Starke Ertragsminderungen sind in der Regel schon während des intensiven Jugendwachstums der Pflanzen zu erkennen. Deshalb sollten sichtbare Wachstumsstörungen und/oder unnormale Veränderungen an den Pflanzen zum Anlass genommen werden, der Ursache auf den Grund zu gehen. Bei frühzeitigem Erkennen eines Nährstoffmangels verbessert oft eine gezielte und kurzfristig verabreichte Kopfdüngung noch das Wachstum der Pflanzen.

Bei der Ermittlung der Ursachen solcher Wachstumsstörungen hat sich die Kombination der visuellen Schadsymptom-Diagnose mit der chemischen Boden- und Pflanzenanalyse bewährt. In Anlage 6 sind typische visuelle Symptome für den Mangel an Makro- und Mikronährstoffen bei Pflanzen zusammengestellt.

Die alleinige Bodenuntersuchung ermöglicht ebenso wie die ausschließliche Symptomdiagnose häufig keine sichere Bewertung des Ernährungszustandes der Pflanzen. Jedoch ist die Bodenanalyse zum Erkennen von Pflanzenschädigungen durch Bodenversauerung oder chronische Nährstoffunterversorgung des Bodens sowie zur Ableitung von Düngungsempfehlungen notwendig.

Die Pflanzenanalyse gestattet eine sichere Diagnose des aktuellen Ernährungszustandes der Kultur und ist wichtige Grundlage für eine eventuelle Korrekturdüngung. Die Anwendung der Pflanzenanalyse beschränkt sich hierbei auf die Untersuchung grüner Pflanzen in der Hauptwachstumsphase. Die Analyse reifer Pflanzen bzw. der Ernteprodukte ist für die Ermittlung des Ernährungszustandes nicht geeignet. Ein Rückschluss aus den Ergebnissen der Pflanzenanalyse auf die Nährstoffversorgung des Bodens ist nicht möglich, wenn Nährstoffmangel durch Ionenantagonismen oder andere kurzfristig ungünstige Bedingungen für die Nährstoffaufnahme ausgelöst wurde.

Für die Bewertung des Zusammenhanges zwischen Nährstoffversorgung des Bodens und der Pflanzen ist deshalb auch die Entnahme von Boden- und Pflanzenproben von einer Teilfläche auf demselben Feld mit normalem Wachstum notwendig (Referenzfläche).

Beim Auftreten von sichtbaren Ernährungsstörungen sollten frühzeitig folgende Schritte eingeleitet werden:

- Für spätere Düngungsmaßnahmen ist die Lage und Größe der geschädigten Teilfläche zu erfassen, z. B. durch Markierung anhand von Fixpunkten, mit Hilfe einer Skizze oder GPS.
- Für Untersuchungen sind Boden- und Pflanzenproben getrennt von der geschädigten Teilfläche sowie von einer Vergleichsfläche mit normalem Wachstum zu entnehmen.
- Die Entnahme der Bodenproben (ca. 500 g Boden) erfolgt in der Regel aus 0 bis 20 cm Tiefe, nur bei tiefwurzelnden Pflanzen (z. B. Luzerne, Obst, Wein, Hopfen) auch aus 20 bis 40 cm.
- Zur Pflanzenanalyse werden ca. 300 bis 500 g Frischsubstanz je Probe benötigt. Zum geeigneten Termin sind die richtigen Probenahmeorgane zu entnehmen (Tab. 4). Die Beurteilung des Untersuchungsergebnisses erfolgt nach den Richtwerten von Anlage 5.

Tabelle 4: Termine und Organe für die Pflanzenanalyse - Probenahme

Pflanze	Entwicklungsstadium	Probenahmeorgan
Getreide, Gräser	Schossbeginn, spätestens bis Ährenschieben	gesamte oberirdische Pflanze
Luzerne, Rotklee	bis Blühbeginn	
Mais	bis 50 cm Wuchshöhe	
Raps	Knospenstadium, spätestens bis Blühbeginn	gerade vollentwickelte Blätter
Mais	50 cm Wuchshöhe bis Blüte	mittlere bzw. Kolbenblätter
Kartoffel	bis Knollenbildung	gerade vollentwickelte Blätter ohne Stiel
Zucker-/Futterrüben	bis Ende August	

- Bei nicht genannten Kulturen sowie beim Auftreten von Mangel- oder Überschuss-Symptomen an einzelnen Blättern bzw. Pflanzenteilen sollten immer Gesamtpflanzen entnommen werden. Die Mindestprobenmenge beträgt hierbei 1 bis 2 kg je Probe.
- Die Pflanzenproben sind in festen Papier- oder gelochten Kunststofftüten locker zu verpacken und zusammen mit den Bodenproben und dem vollständig ausgefüllten Probenahmeprotokoll an das Untersuchungslabor zu versenden. Die Proben sind fortlaufend zu nummerieren.

Das Probenahmeprotokoll sollte folgende Angaben enthalten:

- Anschrift, Telefon- und Telefax-Nr. des Auftraggebers;
- Bezeichnung und Größe des Feldes, geschätzter Anteil der Schadfläche;
- Bodenart, geologische Herkunft, eventuelle Besonderheiten;
- Zeitpunkt und Ergebnis der letzten Bodenuntersuchung;
- Kultur, Vorfrucht;
- verabreichte Düngermengen einschließlich organischer Düngung;
- Pflanzenschutzmaßnahmen;
- Witterungsverlauf;
- Kennzeichnung der entnommenen Boden- und Pflanzenproben (Schadstelle, gesunde Fläche, Entnahmetiefe der Bodenproben, Entwicklungsstadium der Pflanzen) und
- gewünschte Untersuchungen.

Das Probenahmeprotokoll und die Kennzeichnung der Behältnisse müssen eine eindeutige Zuordnung der Proben gewährleisten.

4 Düngbedarfsermittlung und Düngung

4.1 Stickstoffdüngung

Einer der entscheidenden Faktoren in der Pflanzenproduktion ist die optimale Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff. Im Hinblick auf seine Anwendung nimmt er unter den Pflanzennährstoffen eine Sonderstellung ein. Das hat vor allem folgende Gründe:

- Stickstoff beeinflusst die Ertragsbildung sehr stark, bei überhöhten Gaben auch negativ. Unzureichende N-Versorgung der Pflanzen führt, außer bei Leguminosen zu

mehr oder weniger hohen Ertragseinbußen (Symptome bei N-Mangelpflanzen sowie Mangelsymptome anderer Nährstoffe sind in Anlage 6 beschrieben).

- Dieser Nährstoff übt einen erheblichen Einfluss auf die Qualität des Erntegutes aus. Durch gezielte Dosierung lassen sich z. B. die Rohproteingehalte des Getreidekornes erhöhen, für Brauzwecke aber auch senken. Überhöhte Gaben setzen z. B. Stärkegehalt und Lagerfähigkeit der Kartoffelknollen sowie bei Zuckerrüben Saccharosegehalt und Lagerfähigkeit herab. Andererseits steigern sie die Nitratgehalte in Futterpflanzen.
- Durch zu hohe Stickstoffgaben wächst die Anfälligkeit gegenüber Pflanzenkrankheiten.
- Stickstoff unterliegt einer regen Dynamik im Boden und ist verlustgefährdet. Ausgewaschenes Nitrat kann die Umwelt schädigen.
- Die Mehrzahl der mineralischen N-Dünger sind leicht löslich und müssen daher nach Menge und Zeit genau dosiert werden. Das gleiche trifft auf N-stabilisierte Dünger zu.
- Der N-Düngebedarf hängt stark von den Umweltbedingungen ab. Dabei sind Böden (Dichte, Steingehalt, Durchwurzelungstiefe) und Witterung gleichermaßen bedeutsam.
- Aber auch Bewirtschaftung, Kulturart, Sorte, Bestandesentwicklung, Vorfrucht, organische Düngung, Pflanzenschutz, Beregnung und der Einsatz von Wachstumsreglern modifizieren die Stickstoffwirkung und damit die Höhe der optimalen N-Gaben.

Sowohl der ertragsabhängige N-Bedarf der Pflanze als auch die N-Bereitstellung aus dem Boden werden durch vielfältige Faktoren beeinflusst. Infolge dessen kann der Düngebedarf in weiten Grenzen schwanken. Die Pflanzenbestände decken ihren Stickstoffbedarf in erster Linie

- aus dem zu Vegetationsbeginn verfügbaren Stickstoffvorrat im Boden (N_{min}),
- aus der Stickstoffnachlieferung des Bodens während der Vegetationszeit und
- aus der Zufuhr von Stickstoff mit Düngemitteln.

Der verfügbare Stickstoffvorrat zu Vegetationsbeginn (N_{min}) wird durch Witterung, Bodenart und Bewirtschaftung beeinflusst. Er kann sich durchaus in einem Bereich von 10 bis 200 kg/ha bewegen. Im Allgemeinen steigen die N_{min} -Gehalte mit zunehmendem Wasserspeichervermögen eines Bodens an. Vorfrüchte wie Gemüse, Raps und Leguminosen hinterlassen nach der Ernte höhere Restmengen an Stickstoff als Getreide (Tab. 5).

Tabelle 5: Wichtige Einflussfaktoren auf den N_{min} -Gehalt im Frühjahr

Witterung	Boden	Bewirtschaftung
Niederschlag Sickerwasser Temperatur	Bodenart Speichervermögen Tiefgründigkeit gesamter N-Vorrat	Fruchtfolge organische Düngung Bodenbearbeitung angebaute Fruchtart
↘	↓	↙
N_{min} -Gehalt im Frühjahr		

Aufgrund der vielfältigen Beeinflussung kann nur eine Bodenanalyse Aufschluss über den verfügbaren N-Vorrat zu Vegetationsbeginn liefern. Neben dem N_{\min} -Vorrat trägt die N-Nachlieferung ganz wesentlich zur Abdeckung des Pflanzenbedarfes bei. Als biologischer Prozess wird sie unter anderem von der Bodentemperatur, der Bewirtschaftung, der Bodengüte und der organischen Düngung im Rahmen der Fruchtfolge beeinflusst. Die N-Nachlieferung wird durch folgende Bedingungen begünstigt:

- regelmäßige organische Düngung
- fruchtbare und tiefgründige Böden mit einem ausreichend hohen organisch gebundenen N-Vorrat
- Vorfrüchte mit hohen N-Restmengen, vor allem Leguminosen, Raps und Gemüse
- ausgeglichener Luft- und Wasserhaushalt sowie relativ hohe Bodentemperatur in der Vegetationszeit
- neutrale Bodenreaktion sowie gute Bodenstruktur ohne Schadverdichtung
- trockene und kalte Herbst- und Winterwitterung ohne bzw. mit deutlich eingeschränkter Mineralisierung und N-Auswaschung

Je nach Bedingung können im Jahr 10 bis 200 kg/ha N freigesetzt werden. Wesentlich hängt die Nachlieferung vom organisch gebundenen N-Vorrat im Boden und seiner Mineralisierbarkeit ab.

Wie langjährige Dauerversuche zeigen, werden durch regelmäßige Stallmistzufuhr die Humusgehalte und zugleich die gesamten N-Vorräte (N_t in der Bodenkrume) erhöht. Infolgedessen nimmt auch die N-Nachlieferung zu.

Fruchtarten mit einer langen Vegetationsdauer in den warmen Sommermonaten wie Mais und Zuckerrüben, können hingegen einen beträchtlichen Anteil ihres N-Bedarfes aus der N-Nachlieferung abdecken. Demzufolge fallen die Mehrerträge durch die mineralische N-Düngung geringer aus. Das trifft vornehmlich für viehhaltende Betriebe zu, da die organische Düngung vorrangig zu Mais ausgebracht wird. Bei regelmäßiger organischer Düngung ist mit einer größeren N-Nachlieferung während der Vegetation zu rechnen. Dagegen fällt in reinen Marktfruchtbetrieben die Wirkung der mineralischen Düngung deutlich höher aus.

Aufgrund der genannten vielfältigen Einflussfaktoren erfolgt die Bemessung der notwendigen N-Menge nicht nach dem Bilanzierungsverfahren wie bei Phosphor, Kalium und Magnesium, sondern nach der so genannten **N-Sollwert-Methode**.

Aus zahlreichen Feldversuchen und aus Praxiserfahrungen werden hierzu von den für die Düngeberatung zuständigen Institutionen Richtwerte abgeleitet und verallgemeinert. In Thüringen wendet man hierfür im Rahmen des N-Düngeempfehlungsprogramms **Stickstoff-Bedarfs-Analyse (SBA)** die N-Sollwert-Methode an. Der N-Sollwert kennzeichnet die Gesamtmenge an pflanzenverfügbarem Stickstoff, die der jeweiligen Kultur unter den gegebenen Bedingungen auf dem Feld während der Vegetationsperiode zur Verfügung stehen muss. Dabei finden alle Quellen der N-Zufuhr Berücksichtigung (N_{\min} -Gehalt des Bodens, organische und mineralische Düngemittel, N-Nachlieferung u. a.). Eine vereinfachte Darstellung der Berechnung der N-Düngungsempfehlung zeigt Übersicht 2.

Übersicht 2: Vereinfachtes Schema für die N-Sollwert-Methode

N-Düngebedarf	=	N-Basis-Sollwert
	-	N _{min} -Gehalt des Bodens
	+/-	Zu- und Abschläge durch Berücksichtigung weiterer Faktoren

Auf die detaillierte Ableitung der N-Düngebedarfes wichtiger landwirtschaftlicher Kulturen wird im Folgenden eingegangen.

4.1.1 N-Sollwerte der Kulturen

Für die Bemessung der N-Düngung hat sich das N-Sollwert-Verfahren als sinnvolles Vorgehen erwiesen und in der Praxis bewährt. Der N-Sollwert (N-Basis-Sollwert) ist zunächst mit einem spezifischen Grundbetrag für die Kulturen auf Ackerland (Tab. 6) und für Grünland (Tab. 7 und 8) festgelegt. Der **N-Basis-Sollwert** bezieht sich auf den N-Gesamtbedarf der Kultur zur Erreichung des Optimalertrages, d. h. des wirtschaftlichen Höchstertrages (höchster korrigierter Geldertrag). Eine Ausnahme hiervon bildet der Anbau von Winterweizen mit hohem Rohproteingehalt. In diesem Fall bezieht sich der angegebene N-Basis-Sollwert auf den N-Bedarf ohne die erforderliche Qualitätsgabe. Für deren Bemessung sind die Pflanzenanalyseverfahren zu nutzen (Punkt 4.1.5).

Die aufgeführten N-Sollwerte beruhen auf umfangreichen Untersuchungen zu Fragen optimaler N-Düngergaben in Parzellen- und Praxisfeldversuchen Thüringens sowie anderer Regionen mit vergleichbaren Standortbedingungen.

Tabelle 6: N-Basis-Sollwerte von Kulturen sowie ertragsabhängige N-Ab- bzw. -Zuschläge

Kultur	N-Basis-Sollwert kg/ha		mittlere Ertrags- erwartung dt/ha	Korrekturwerte als N-Ab- bzw. -Zuschlag zum N-Basis- Sollwert kg/ha	
	1. Gabe	2. Gabe (Schossen)		niedrige Ertrags- erwartung	hohe Ertrags- erwartung
Getreide, Körnermais					
Wintergerste ¹⁾	110	30	55 - 80	-20 ⁴⁾	+10 ⁶⁾
Winterroggen ¹⁾	100	20	50 - 70	-10 ⁵⁾	+10 ⁶⁾
Wintertriticale ¹⁾	110	30	50 - 70	-20 ⁴⁾	+10 ⁶⁾
Winterweizen ¹⁾	130	40	55 - 80	-20 ⁴⁾	+10 ⁶⁾
Winterdurum	130	40	50 - 80	-20 ⁴⁾	+10 ⁶⁾
Brauweizen	100	30	45 - 80	-10 ⁵⁾	-
Brauwintergerste	100	20	45 - 80	-10 ⁵⁾	-
Braugerste ^{1, 2)}	90	-	30 - 80	-10	-
Sommerfuttergerste ¹⁾	130	-	40 - 80	-10	-
Sommerweizen, -durum	150	-	50 - 70	-10	+10
Sommerhafer ¹⁾	110	-	30 - 80	-10	-
Dinkel	130	-	20 - 60	-10	-
Körnermais	180	-	50 - 85	-10	+10
Einjährige Körnerleguminosen					
Ackerbohne	60	-	20 - 40	-10	-
Körnererbse	40	-	20 - 50	-	-

Kultur	N-Basis-Sollwert kg/ha		mittlere Er- tragserwartung dt/ha	Korrekturwerte als N-Ab- bzw. -Zuschlag zum N-Basis- Sollwert kg/ha	
	1. Gabe	2. Gabe (Schossen)		niedrige Er- tragserwartung	hohe Ertrags- erwartung
Ölfrüchte					
Winterraps	³⁾	-	-	-	-
Sommerraps	180	-	20 - 30	-10	+10
Öllein	100	-	20 - 40	-	-
Sonnenblume	90	-	20 - 40	-	-
Crambe	150	-	15 - 25	-	-
Faserpflanzen					
Hanf	160	-	60 - 150	-	-
Hackfrüchte					
Speisekartoffel, früh	160	-	200 - 250	-10	+20
Speisekartoffel ¹⁾	160	-	200 - 300	-10	+20
Pflanzkartoffel ¹⁾	140	-	200 - 300	-10	+20
Zuckerrübe	140	-	350 - 500	-20	+20
Futterrübe	160	-	700 - 1 000	-20	+20
Gehaltsrübe	160	-	600 - 800	-20	+20
Ackerfutterpflanzen					
Silomais	190	-	350 - 500	-20	+20
Feldgras (1. Aufwuchs)	130	-	200 - 300	-10	-
Klee gras (1. Aufwuchs)	80	-	200 - 300	-10	-
Luzernegras (1. Aufwuchs)	80	-	200 - 300	-10	-
Feldgemüse					
Weißkohl (Frischmarkt)	270	-	500 - 700	-20	-
Weißkohl (Lagerung, Verar- beitung)	280	-	700 - 1 400	-20	-
Rotkohl (Frischmarkt)	270	-	450 - 600	-20	-
Rotkohl (Verarbeitung)	280	-	600 - 1 000	-20	-
Wirsingkohl	250	-	300 - 450	-20	-
Blumenkohl, früh (unter Folie)	300	-	250 - 350	-20	-
Blumenkohl, mittel bis spät	260	-	250 - 350	-20	-
Brokkoli, früh (unter Folie)	300	-	250 - 350	-20	-
Brokkoli, mittel bis spät	260	-	250 - 350	-20	-
Chinakohl	250	-	450 - 600	-20	-
Möhre	140	-	450 - 600	-10	-
Porree	190	-	350 - 500	-10	-
Einlegegurke	160	-	350 - 500	-10	-
Kohlrabi, früh	150	-	270 - 350	-10	-
Kohlrabi, mittel bis spät	160	-	300 - 400	-10	-
Kopfsalat	100	-	200 - 450	-10	-
Spinat, Frühjahr	150	-	100 - 150	-	-
Spinat, Herbst	140	-	100 - 150	-	-

Tabelle 7: N-Sollwerte (kg/ha) für Wiese zum 1. Aufwuchs

Bodenar- tengruppe	Gründig- keit	Bodenfeucht- typ	Mittlerer langjähriger Niederschlag mm/Jahr	Grünlandtyp ¹⁾				
				1	2	3	4	
leicht	bis 40 cm		< 650	120	90	120	120	
			650 - 750	120	90	120	120	
			> 750	110	90	110	100	
	ab 40 cm		trocken	< 650	120	90	120	110
				650 - 750	120	100	130	120
				> 750	110	100	125	100
ab 40 cm	frisch, feucht	< 650	120	100	130	120		
		650 - 750	120	100	140	120		
		> 750	110	100	130	100		
mittel	bis 40 cm		< 650	120	110	110	110	
			650 - 750	120	100	120	120	
			> 750	110	100	115	100	
	ab 40 cm		trocken	< 650	110	110	120	110
				650 - 750	120	110	130	120
				> 750	110	100	130	100
ab 40 cm	frisch, feucht	< 650	110	100	130	120		
		650 - 750	130	110	130	110		
		> 750	110	100	130	100		
schwer	bis 40 cm		< 650	120	110	120	110	
			650 - 750	120	100	120	120	
			> 750	110	100	115	100	
	ab 40 cm		trocken	< 650	120	110	120	120
				650 - 750	120	110	120	120
				> 750	110	100	115	100
ab 40 cm	frisch, feucht	< 650	120	100	130	120		
		650 - 750	130	110	130	120		
		> 750	110	100	130	100		

¹⁾ Grünlandtyp:

- 1 = Artenarme Bestände, in denen zwei Gräser dominieren (Wiesenschwingel/Wieserrippe, Lieschgras/Wieserrippe, Wiesenfuchsschwanz/Wieserrippe) und Bestände, die von mehreren wertvollen Gräsern beherrscht werden.
- 2 = Artenarme Bestände, die von wenigen wertvollen Arten beherrscht werden bzw. von Rotschwengel/Wieserrippe/Gemeines Straußgras dominierte Bestände.
- 3 = Deutsches Weidelgras als bestandesprägende Art
- 4 = Knautgras als bestandesprägende Art

Tabelle 8: N-Sollwerte (kg/ha) für Weide zum 1. Aufwuchs

Bodenar- tengruppe	Gründig- keit	Bodenfeuchte- typ	Mittlerer langjähriger Niederschlag mm/Jahr	Grünlandtyp ¹⁾				
				1	2	3	4	
leicht	bis 40 cm		< 650	100	90	100	90	
			650 - 750	100	90	100	90	
			> 750	100	80	90	90	
	ab 40 cm		trocken	< 650	100	100	100	100
				650 - 750	100	90	100	100
				> 750	90	90	100	90
ab 40 cm	frisch, feucht	< 650	100	90	100	100		
		650 - 750	110	90	100	100		
		> 750	105	90	100	90		
mittel	bis 40 cm		< 650	110	90	105	110	
			650 - 750	100	90	100	100	
			> 750	100	80	100	90	
	ab 40 cm		trocken	< 650	100	105	100	110
				650 - 750	110	90	100	100
				> 750	100	90	100	90
ab 40 cm	frisch, feucht	650	100	100	100	100		
		650 - 750	110	90	100	100		
		> 750	100	90	100	100		
schwer	bis 40 cm		< 650	100	90	100	110	
			650 - 750	100	90	100	100	
			> 750	100	80	100	90	
	ab 40 cm		trocken	< 650	100	100	100	110
				650 - 750	110	90	100	100
				> 750	100	90	100	90
ab 40 cm	frisch, feucht	< 650	100	00	100	110		
		650 - 750	110	100	105	110		
		> 750	100	90	100	100		

¹⁾ Grünlandtyp:

- 1 = Artenarme Bestände, in denen zwei Gräser dominieren (Wiesenschwingel/Wieserrippe, Lieschgras/Wieserrippe, Wiesenfuchsschwanz/Wieserrippe) und Bestände, die von mehreren wertvollen Gräsern beherrscht werden.
- 2 = Artenarme Bestände, die von wenigen wertvollen Arten beherrscht werden bzw. von Rotschwingel/Wieserrippe/Gemeines Straußgras dominierte Bestände.
- 3 = Deutsches Weidelgras als bestandesprägende Art
- 4 = Knaulgras als bestandesprägende Art

In den langjährigen Feldversuchen wurde gefunden, dass der N-Basis-Sollwert für Ackerkulturen in Abhängigkeit von Einflussfaktoren mit gewissen Zu- und Abschlägen zu korrigieren ist. Die Korrekturwerte für die Ertragserwartung enthält ebenfalls Tabelle 6. Weitere Korrekturen erfolgen in Abhängigkeit von den Faktoren: Höhenlage, Sortenintensität, Einsatz von Halmstabilisatoren, Bestandesentwicklung bei Winterungen zu Vegetationsbeginn, Qualität, Vorfrucht sowie organische Düngung zur Kultur. Sie werden nachfolgend besprochen, wobei die angegebenen Korrekturwerte Zu- bzw. Abschläge zum N-Basis-Sollwert sind.

Höhenlage (> 300 m NN):

Es erfolgt ein Zuschlag zum N-Basis-Sollwert zur 1. N-Gabe von 10 kg N/ha (gilt nur für Wintergerste).

Sortenintensität:

Sorte wird berücksichtigt bei: Winterweizen, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Winterraps, Sommergerste (Braugerste, Futtergerste), Sommerhafer sowie Speise- und Pflanzkartoffel. Es erfolgen Zu- bzw. Abschläge zum N-Basis-Sollwert nach Intensität der Sorte (jährliche Aktualisierung durch die TLL). Sorten mit hohem N-Umsetzungsvermögen werden als „Intensivsorten“, im Gegensatz zu „Extensivsorten“, bezeichnet (Hinweise im Sortenpass beachten!). Beim Anbau von Qualitätsweizen entfällt ein Zu- oder Abschlag, wenn eine Qualitäts-N-Gabe vorgesehen ist.

Getreide:

Zuschlag bei Intensivsorten: 10 bis 20 kg N/ha

Abschlag bei Extensivsorten: 10 kg N/ha

Winterraps:

Zuschlag bei Hybridsorten: 10 kg N/ha

Halmstabilisatoren:

Sie sind im Rahmen der N-Düngerbemessung nur für Winterroggen und Wintertriticale relevant. Bei ihrem Einsatz erfolgt ein Zuschlag zum N-Basis-Sollwert von 10 kg N/ha zur 2. N-Gabe.

Bestandesentwicklung (schwach, mittel, kräftig):

Sie ist nur für Wintergetreide und Winterraps bedeutsam. Es wird davon ausgegangen, dass kräftige Bestände zu Vegetationsbeginn etwas weniger Stickstoff benötigen als schwach oder normal entwickelte. Der Zu- bzw. Abschlag zum N-Basis-Sollwert für die Bestandesentwicklung bei Wintergetreide und Winterraps liegt zwischen +10 und -15 kg/ha (Tab. 9).

Tabelle 9: Bestandesabhängiger Zu- bzw. Abschlag für Stickstoff zum N-Basis-Sollwert bei Winterungen

Kultur	Bestandesentwicklung zu Vegetationsbeginn (N-Zu- bzw. -Abschlag in kg/ha ¹⁾)		
	schwach	mittel	kräftig
Winterweizen, Winterroggen, Wintertriticale	+10	0	-10
Wintergerste	+10	0	-15
Winterraps	0	0	-10

¹⁾ Feldversuche in anderen Regionen belegen z. T. keinen Zu- bzw. Abschlag

Qualität:

Sie findet Berücksichtigung beim Anbau von Winterweizen (Elite- und Qualitätsweizen):

- Bei vorgesehener N-Qualitätsgabe (ES 37 bis 49, vorwiegend optimaler Zeitpunkt ES 39 bis 41) erfolgt die N-Düngung nach N-Basis-Sollwert. Die Qualitätsgabe wird auf der Grundlage der Ergebnisse von Nitratschnelltest, N-Tester und anderen Pflanzenanalyseverfahren bemessen.
- Wird vom Betrieb keine N-Qualitätsgabe (ES 37 bis ES 49) vorgesehen, erfolgt die N-Düngung nach N-Basis-Sollwert plus N-Zuschlag von 10 bis 20 kg/ha zur 2. N-Gabe (Schosserdüngung, ES 30 bis 37).

N-Nachwirkung der Vor- und Zwischenfrucht:

Ein Abschlag vom N-Basis-Sollwert erfolgt nach bestimmten Vorfrüchten (z. B. Zwischenfrüchte, Grünbrache), nach Vorfrüchten mit symbiotischer N-Bindung (Leguminosen) sowie nach Vorfrüchten, deren Nebenernteprodukt auf dem Feld verbleibt. Die N-Nachwirkung wird bei Wintergetreide bei der 2. N-Gabe (ES 30 bis 37) berücksichtigt (Tab. 10).

Tabelle 10: N-Abschlag bei der N-Nachwirkung von Kulturen

Kultur (Vor- bzw. Zwischenfrucht)	N-Abschlag (kg/ha)
Zuckerrübe, Ackerbohne, Körnererbse	5 -10
Klee, Klee gras, Luzerne, Luzerne gras	10 - 15
Weiß-, Rot-, Wirsing kohl	15 - 20
Zwischenfrüchte, Grünbrache, Blumen kohl	10 - 15
Grünland umbruch	40

Organische Düngung zur Kultur:

Ein Abschlag vom N-Basis-Sollwert erfolgt bei der Anwendung von organischen Düngestoffen. Er wird durch Umrechnung des N-Gehaltes im Düngestoff auf das N-Mineraldüngeräquivalent (N-MDÄ) ermittelt. Die Höhe des Abschlages ist von der Düngermenge, der Art des organischen Düngestoffes und dem Ausbringungstermin abhängig. Der im Düngestoff enthaltene $\text{NH}_4\text{-N}$ wird über den N_{min} -Gehalt des Bodens mit erfasst.

Wiese und Weide (Gründigkeit, Bodenfeuchtetyp, Grünlandtyp):

Es erfolgt kein Zu- bzw. Abschlag für den N-Basis-Sollwert. Zur Ermittlung des standortabhängigen N-Sollwertes für den 1. Aufwuchs (Tab. 7 und 8) werden mehrere Faktoren berücksichtigt.

Wartezeit nach Düngungsmaßnahmen

Eine N-Düngungsempfehlung ist nicht ableitbar, wenn zwischen der Ausbringung organischer Düngestoffe bzw. mineralischer Dünger und N_{\min} -Probenahme folgende Zeitspanne unterschritten wird:

- feste organische Düngestoffe 21 Tage
- flüssige organische Düngestoffe und mineralische N-Dünger 14 Tage

4.1.2 Ermittlung des N_{\min} -Gehaltes im Boden

Nachdem der N-Basis-Sollwert durch die genannten Faktorenwirkungen präzisiert wurde, erfolgt die Ermittlung des pflanzenverfügbaren (löslichen) N-Gehaltes im Boden (N_{\min}).

Pflanzenverfügbare N-Menge (N_{\min}) im Boden (korrigierter N_{\min} -Gehalt):

Grundlage ist die Untersuchung der feuchten Bodenprobe im Labor. Unter Einbeziehung der Trockensubstanz und Lagerungsdichte des Bodens wird die N_{\min} -Menge in kg/ha aus der Probe bestimmt. Bodenentnahme- und Bewertungstiefen für die N-Versorgung der Pflanzen sind bei den Kulturen zu beachten, da auf dieser Basis die N_{\min} -Menge des Bodens in ihrer Wirkung auf das Pflanzenwachstum bewertet wird (Tab. 11).

Bodenentnahmetiefe (cm):

Die Ermittlung der N_{\min} -Menge erfolgt für die angegebene Entnahmetiefe. Diese muss mindestens 30 cm (0 bis 30 cm) betragen und gilt damit nur für die flachgründigen Böden. Auf allen tiefgründigeren Böden ist eine Bodenentnahme aus 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm anzustreben. Bei ungünstigen Bedingungen (z. B. sehr stark steinig) in der zweiten Bodenschicht (30 bis 60 cm) kann die Entnahmetiefe auch weniger als 60 cm betragen und in 5 cm-Schichten verringert werden (z. B. 55, 50, 45 cm usw.).

Durchwurzelbare Bodentiefe (cm):

Obwohl für einige Kulturen bei tief durchwurzelbaren Böden auch die N_{\min} -Gehalte noch in der Bodenschicht von 60 bis 90 cm bedeutsam sind, hat sich in der Praxis die Probenahme auf die Tiefe bis 60 cm durchgesetzt. Auch die jeweils aktuell im Frühjahr zu erwartende Information der TLL zu regionalen N_{\min} -Gehalten der Böden („Aktueller Rat“) bezieht sich auf die Tiefe bis 60 cm. Um jedoch auf tiefgründig durchwurzelbaren Böden den N_{\min} -Gehalt der Schicht 60 bis 90 cm für die in Tabelle 11 aufgeführten Kulturen mit einzubeziehen, wird in diesen Fällen empfohlen, die ermittelte N_{\min} -Menge für 0 bis 60 cm Tiefe um 20 % zu erhöhen.

Tabelle 11: Bodenentnahme- und Bewertungstiefen (cm) für die Ermittlung der N-Menge (N_{\min}) für Kulturen (einschließlich Feldgemüse, Obst sowie Arznei- und Gewürzpflanzen)

<i>Entnahme- bzw. Bewertungstiefe: 0 bis 30 cm, 30 bis 60 cm, 60 bis 90 cm</i>	
Ackerkulturen:	Winterraps, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Winter- und Sommerweizen, Winter- und Sommerdurum, Dinkel, Zuckerrübe, Speise- und Pflanzkartoffel, Silomais, Körnermais, Sommerhafer, Sommerraps, Öllein, Hanf, Sonnenblume, Ackerbohne, Hopfen
Feldgemüse:	Weißkohl, Rotkohl, Wirsingkohl, Möhre, Porree, Rosenkohl
<i>Entnahme- bzw. Bewertungstiefe: 0 bis 30 cm, 30 bis 60 cm</i>	
Ackerkulturen:	Braugerste, Sommerfuttergerste, Frühkartoffel, Körnererbse, Krambe, Feldgras, Klee-/Luzernegras
Feldgemüse:	Blumenkohl, Brokkoli, Chinakohl, Einlegegurke, Stabtomate, Spargel, Zwiebel, Rote Rübe
Obst:	Apfel, Birne, Süß- und Sauerkirsche, Pflaume und Mirabelle, Holunder
Arznei- und Gewürzpflanzen, 2. Anbaujahr:	Johanniskraut, Zitronenmelisse, Pfefferminze, Schöllkraut
<i>Entnahme- bzw. Bewertungstiefe: 0 bis 30 cm</i>	
Grünland:	Wiese, Weide
Feldgemüse:	Kohlrabi, Kopfsalat, Erbse, Buschbohne, Spinat
Obst:	Erdbeere
Arznei- und Gewürzpflanzen, 1. Anbaujahr:	Johanniskraut, Kamille, Zitronenmelisse, Pfefferminze, Schöllkraut

Bodenartengruppe:

Sie wird berücksichtigt bei einer durchwurzelbaren Tiefe > 60 bis 90 cm (Tab. 12).

Tabelle 12: N-Abschlag vom N_{\min} -Gehalt in Abhängigkeit von der Bodenartengruppe in der Schicht > 60 bis 90 cm Tiefe

Bodenartengruppe	Abschlag vom N_{\min} -Gehalt (%)
leicht	50
mittel	25
schwer	50
Lö1/Lö2	25

Steingehalt (Körnung > 2 mm):

Oberboden (0 bis 30 cm) und Unterboden (30 bis 60 cm sowie 60 bis 90 cm). Vom N_{\min} -Gehalt des Bodens erfolgt ein Abzug, wenn der Steingehalt des Bodens bedeutsam ist (Tab. 13).

Tabelle 13: N-Abschlag vom N_{\min} -Gehalt in Abhängigkeit vom Steingehalt des Bodens

Steingehaltsgruppe	mittlerer Steingehalt (%)	Abschlag vom N_{\min} -Gehalt (%)
steinfrei	≤ 5	0
niedrig	6 - 15	10
mittel	16 - 25	20
hoch	26 - 35	30
sehr hoch	≥ 36	40

Ackerzahl (AZ):

Wissenschaftliche Untersuchungen und praktische Erfahrungen belegen, dass gegenüber „mittleren“ Böden (Ackerzahl 40 bis 75) auf den so genannten „guten“ Böden (Ackerzahl > 75) ein N_{\min} -Zuschlag und dagegen auf „schlechteren“ Böden (Ackerzahl < 40) ein N_{\min} -Abschlag von je 10 kg N/ha zu berücksichtigen ist.

4.1.3 Ermittlung der erforderlichen N-Düngung

Der korrigierte N_{\min} -Gehalt des Bodens (pflanzenverfügbare N_{\min} -Menge) wird nunmehr in die Düngebedarfsermittlung einbezogen. Nachdem dieser vom korrigierten N-Basis-Sollwert in Abzug gebracht wurde, verbleibt die zu verabfolgende N-Düngung (N-Düngebedarf):

$$\begin{aligned} \text{N-Düngebedarf} &= \text{korrigierter N-Basis-Sollwert} \\ &\quad - \text{korrigierter } N_{\min}\text{-Gehalt (pflanzenverfügbare } N_{\min}\text{-Menge) des Bodens} \end{aligned}$$

In Abhängigkeit von der Höhe der jeweiligen pflanzenverfügbaren N_{\min} -Menge ergibt sich ein unterschiedlich hoher N-Düngebedarf. Für eine effektive N-Düngung in der Praxis werden Höchstmengen für die 1. N-Gabe empfohlen (Tab. 14). Bei höherem N-Düngebedarf weist das SBA-System für Wintergetreide eine Teilung in 1a- und 1b-Gabe (drei bis vier Wochen nach 1a-Gabe) aus und empfiehlt für die anderen Kulturen eine Teilung in zwei N-Gaben

Tabelle 14: Höchstmengen 1. N-Gabe (1a-Gabe bei Wintergetreide) in kg/ha in Abhängigkeit von der Bestandesentwicklung zu Vegetationsbeginn

Kultur	Bestandesentwicklung		
	schwach	mittel	kräftig
Wintergerste, -roggen, -triticale, interweizen ¹⁾	70 - 80 60 - 70	60 - 70 60 - 70	50 - 60 50 - 60
Braugerste Sommerfuttergerste, Sommerhafer, Sommerweizen, -durum		50 - 60 60 - 70 60 - 70	
Winterraps, Mais, Kopfkohl Zuckerrübe, Kartoffel		100 - 120 90 - 110	

¹⁾ Auf schweren flachgründigen Böden bzw. kalten Tonböden kann bei Winterweizen die 1. N-Gabe (1a-Gabe zu Vegetationsbeginn) um 10 kg/ha erhöht werden.

Soll die berechnete N-Düngung vollständig oder anteilig mit Gülle oder Jauche erfolgen, so bedarf es der Berücksichtigung des N-Mineraldüngeräquivalentes (N-MDÄ) der Wirtschaftsdünger. Dieses errechnet sich aus dem sofort pflanzenverfügbaren Ammoniumgehalt zuzüglich der Anrechnung der Wirkung des organisch gebundenen N nach Tabelle 15. Hierbei soll die Abdeckung des ermittelten N-Düngebedarfes maximal bis zu drei Viertel durch das N-MDÄ der Wirtschaftsdünger erfolgen.

Geschah dagegen bereits vor der N_{\min} -Probenahme eine organische Düngung, ist davon auszugehen, dass ein Teil des ausgebrachten Stickstoffs schon im N_{\min} -Gehalt des Bodens wieder auffindbar ist, so dass nur noch 20 bis 30 % der gedüngten N-Menge

als N-MDÄ-Nachwirkung bei der Düngebedarfsermittlung angerechnet werden (zu Wintergetreide bei 2. N-Gabe). Tabelle 15 enthält die im SBA-Programm angewendeten Richtwerte. Erfolgt auf diese Weise, d. h. durch die organische Düngung, noch keine vollständige Abdeckung des N-Düngebedarfs, sollte man die Restmenge mit N-Mineraldünger ergänzen.

Gärreste aus dem Biogasprozess weisen im Vergleich zu unvergorener Gülle einen höheren Anteil an Ammonium-N sowie einen niedrigeren Anteil an organisch gebundenem N am Gesamt-N-Gehalt auf. Der bodenwirksame $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt (nach Abzug der Ausbringungsverluste) ist im gleichem Maße für die Pflanzen verfügbar wie Mineraldüngestickstoff. Die Bereitstellung von pflanzenaufnehmbarem Stickstoff aus dem organisch gebundenem N der Gärreste ist infolge des Abbaus niedermolekularer Stickstoffverbindungen im Biogasprozess deutlich geringer und wird dementsprechend bei der Ableitung der Düngungsempfehlung berücksichtigt.

Mit dem hier vorgestellten Weg zur Berechnung des N-Düngebedarfs werden die jeweiligen konkreten Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen weitgehend erfasst. Dieses Vorgehen gilt gemäß Düngeverordnung als „Gute fachliche Praxis“ beim Düngen.

Es soll jedoch an dieser Stelle darauf verwiesen werden, dass erst eine exakte Bodenprobenahme mit N_{min} -Untersuchung sowie die konkrete Einbeziehung aller wesentlichen Anbaudaten der mit dem SBA-Empfehlungsprogramm ermittelten N-Düngungsempfehlung höchste Treffsicherheit im Rahmen der N-Düngebedarfsermittlung ermöglicht. Die Übergabe des SBA-Programmes der TLL erfolgt auch an private, durch das Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (TMLNU) zugelassene Bodenuntersuchungslaboratorien zur Düngeberatung in Thüringen.

Tabelle 15: Äquivalente Anrechnung der N-Wirkung von Wirtschaftsdünger

Vorfucht (Kultur)	N-Mineraldüngeräquivalent ¹⁾ aus organischen Düngestoffen (%)					
	Gülle, Jauche/Gärreste ²⁾			Stallmist ³⁾		
	bis Ende September	ab Oktober bis Mitte März	ab Mitte März	bis Ende Dezember	ab Januar bis Mitte März	ab Mitte März
Winterweizen, -durum, -gerste, -roggen, -triticale, -raps, Feldgras, Klee gras, Luzernegras, Wiese, Weide	10 / 0	30 / 20	50 / 30	10	20	25
Sommerweizen, -futtergerste, -braugerste, -hafer, Silomais, Körnermais, Sommer raps, Frühkartoffel, Öllein, Hanf, Sonnenblume, Ackerbohne, Körnererbse,	0 / 10	20 / 10	40 / 20	10	20	25
Zuckerrübe, Speise- und Pflanzkartoffel	0 / 0	20 / 10	40 / 20	10	20	30
Freilandgemüse, Obst	0 / 0	20 / 10	40 / 20	10	20	25

¹⁾ bezogen auf organisch gebundenen Stickstoff

²⁾ Bei Gülle werden 50 % als organisch gebunden unterstellt.

³⁾ Bei festen organischen Düngestoffen werden 100 % als organisch gebunden berücksichtigt. Den Anteil nicht organisch gebundenen Stickstoffs vernachlässigt man.

Zum Verständnis des vorgestellten Algorithmus zur N-Düngebedarfsermittlung wird im Folgenden das Vorgehen an einem Beispiel aufgezeigt.

4.1.4 Beispiel zur Berechnung einer N-Düngungsempfehlung

Kultur: Winterweizen, Elite- bzw. Qualitätssorte (Betrieb hat Qualitäts-N-Gabe vorgesehen).

1. Schritt: Korrektur des N-Basis-Sollwertes (Folge: korrigierter N-Basis-Sollwert)

Position	1. N-Gabe (Vegetationsbeginn)	2. N-Gabe (Schossen, ES 30 bis 37)	gesamt
N-Basiswert (Tab. 16)	130	40	170
Ertragswartung: 83 dt/ha bei > 80 dt/ha erfolgt Zuschlag zur 2. Gabe von 10 kg/ha (Tab. 16)	± 0	+ 10	
Höhenlage: wird bei Winterweizen nicht berücksichtigt	± 0	± 0	
Sortenintensität: Intensivsorte da Qualitäts-N-Gabe (ES 37 bis 49) vorgese- hen ist, erfolgt kein Zu- bzw. Abschlag für die Sorte (Elite- bzw. Qualitätssorte)	± 0	± 0	
Halmstabilisator: wird bei Winterweizen nicht berücksichtigt	± 0	± 0	
Bestandesentwicklung zu Vegetationsbeginn: kräftiger Bestand Abschlag 1. N-Gabe 10 kg/ha (Tab. 19)	- 10	± 0	
Vorfrucht: Klee gras Abschlag 10 kg/ha (Nachwirkung der Vor- frucht, Tab. 20) bei 2. N-Gabe	± 0	- 10	
Organische Düngung zur Kultur: keine	± 0	± 0	
korrigierter N-Basis-Sollwert	120	40	160

2. Schritt: Ermittlung der pflanzenverfügbaren N_{min} -Menge und Korrektur (Folge: korrigierter N_{min} -Gehalt des Bodens)

Bodenentnahmetiefe 0 bis 30 plus 30 bis 60 cm plus 60 bis 90 cm. Letztere Schicht muss nicht beprobt werden; falls die durchwurzelbare Tiefe bis 90 cm beträgt, wird der N_{min} -Gehalt für 60 bis 90 cm berechnet.

N_{min} -Menge in der jeweiligen Bodenprobe:

Bodenschicht	gemessener N_{min} -Gehalt ¹⁾ kg N/ha	Steingehalt %	Abschlag vom N_{min} -Gehalt		N_{min} -Menge kg N/ha
			%	kg N/ha	
0 - 30 cm	20	15	0	0	20
30 - 60 cm	22	6 - 15	10	2	20
60 - 90 cm ²⁾	8	6 - 15	10	1	7
Summe					47
Ackerzahl: < 40 Abschlag					- 10
N_{min} -Menge					37

¹⁾ = Diese Werte werden durch Bodenuntersuchung erhalten. Im „Aktuellen Rat“ der TLL zu den regionalen mittleren N_{min} -Gehalten ist der Abschlag für einen entsprechenden Steinanteilgehalt bereits berücksichtigt.

²⁾ = soweit die Bodenschicht durchwurzelbar ist

Wenn in der Schicht 60 bis 90 cm eine N_{\min} -Untersuchung erfolgt, wird auch diese für die weitere Berechnung genutzt. Falls keine solche Untersuchungsergebnisse vorliegen, aber die Durchwurzelungstiefe bis 90 cm beträgt, verfährt man wie folgt: 20 % der N_{\min} -Menge der Bodenschichten 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm werden für diese Bodenschicht angerechnet.

3. Schritt: Ermittlung des N-Düngebedarfes

Position	kg N/ha
korrigierter N-Basis-Sollwert für 1. N-Gabe	120
korrigierter N_{\min} -Gehalt	- 37
N-Bedarf für 1. N-Gabe	83
Aufteilung der 1. N-Gabe auf zwei Einzelgaben maximale Höhe der 1. N-Gabe (Vegetationsbeginn) bei Bestandesentwicklung „kräftig“ = 60 kg/ha (Tab. 24) schwere flachgründige Böden bzw. kalte Tonböden: Zuschlag zur 1a-Gabe 10 kg/ha	
1a-Gabe (Vegetationsbeginn)	60 + 10 = 70
1b-Gabe (ca. zwei bis drei Wochen nach der 1a-Gabe)	23

Die N-Düngungsempfehlung lautet:

1. N-Gabe (1a-Gabe) zu Vegetationsbeginn = 70 kg/ha
1b-Gabe (ca. zwei bis drei Wochen nach 1a-Gabe) = 25 kg/ha (gerundet)
2. N-Gabe zum Schossen, ES 30 bis 37¹⁾ = 40 kg/ha
3. N-Gabe (Qualitätsgabe zu ES 37 bis 49)²⁾ nach Pflanzenuntersuchung

¹⁾ Vor Durchführung der N-Düngung nach der gegebenen Empfehlung ist zu ihrer Präzisierung der N-Gehalt der Pflanzen zu kontrollieren (Pflanzenanalyse im Labor, Nitratschnelltest oder Chlorophyllmessgerät) und bei der Höhe der 2. N-Gabe einzubeziehen.

²⁾ Eine 3. N-Gabe (Qualität Düngung) wird mit dem Programm SBA nicht berechnet. Durch Pflanzenanalyse und unter Berücksichtigung von Ertragserwartung, Gesundheit des Bestandes sowie Wasserversorgung ist dieser N-Düngebedarf zu ermitteln.

4.1.5 Pflanzenanalyseverfahren zur Präzisierung der N-Düngung zu Wintergetreide

Während für die 1. N-Gabe zu Vegetationsbeginn der N_{\min} -Gehalt des Bodens der entscheidende Faktor für die Höhe der N-Düngerbemessung ist, kommt für die weiteren N-Gaben dem aktuellen N-Ernährungszustand der Pflanzen besondere Bedeutung zu. In Abhängigkeit von Witterungssituation, Bodenbedingungen, Pflanzenentwicklung und anderer Faktoren kann die N-Nachlieferung des Bodens und darauf aufbauend der N-Düngebedarf der Pflanzen erheblich schwanken. Deshalb ist eine Anpassung der 2. und 3. N-Gabe an den aktuellen N-Ernährungszustand der Pflanzen mit Hilfe geeigneter Pflanzenanalyseverfahren erforderlich.

Grundlage dieser Verfahren ist eine aus umfangreichen Feldversuchen abgeleitete Beziehung zwischen dem N-Gehalt der Wintergetreidepflanzen in der Schossphase und der optimalen Höhe der 2. N-Gabe. Bei hohem N-Gehalt bringt eine 2. N-Gabe keinen Mehrertrag. Mit abnehmendem N-Gehalt steigt die Effektivität der 2. N-Gabe stark an, bei mittlerem bis niedrigem N-Gehalt ist sie am höchsten. Diesem Zusammenhang entsprechend wird die Höhe der 2. N-Gabe bestimmt.

Von Bedeutung sind die nachstehenden Verfahren der Pflanzenanalyse:

Gesamtstickstoffanalyse

Für die aktuelle Düngeberatung, landwirtschaftlicher Kulturen spielt diese relativ aufwändige, dafür aber sehr exakte und relativ teure Methode kaum noch eine Rolle.

Nitratschnelltest mit Teststäbchen oder Nitratcheck

Dieser einfach zu handhabende und preiswerte Test kann unmittelbar vor der geplanten Düngung im Zeitraum Schossen bis Blüte des Getreides vom Landwirt in eigener Regie durchgeführt werden.

N-Tester

Mit dem N-Tester der YARA GmbH u. Co. KG (Hanninghof 35, 48249 Dülmen) wird über die indirekte Chlorophyllmessung der N-Düngebedarf von Wintergetreide im Zeitraum Schossbeginn bis zum Ährenschieben bestimmt. Die Messung erfolgt an mindestens 30 voll entwickelten Blättern. Farbunterschiede der einzelnen Sorten werden über Korrekturwerte berücksichtigt. Den Messwerten sind entsprechende Düngeempfehlungen zugeordnet.

Obwohl die vorgestellten Verfahren der Pflanzenanalyse zu einer weiteren Verbesserung der N-Bedarfsprognose beitragen, sollten bei der Ergebnisinterpretation immer auch die Standort- und Witterungsbedingungen beachtet werden. So können anhaltende Trockenheit oder Kälte zu einer Hemmung der N-Aufnahme führen, so dass sich der noch im Boden verfügbare N-Vorrat nicht in angemessener Weise im N-Ernährungszustand der Pflanzen widerspiegelt.

Eine moderne Form der Düngebedarfsermittlung stellen Simulationsmodelle dar. Mit ihnen werden meist in Tagesschritten die N-Aufnahme durch den Pflanzenbestand einerseits und Einzelprozesse des N-Haushalts des Bodens andererseits in Abhängigkeit von der aktuellen Witterung nachgebildet.

Die Nutzung derartiger Modelle erfordert allerdings einen beträchtlichen Aufwand an Eingabedaten. Der Anwendungsumfang ist bisher noch gering. Eine Übersicht der Verfahren zur N-Düngebedarfsermittlung bei Getreide gibt Abbildung 3.

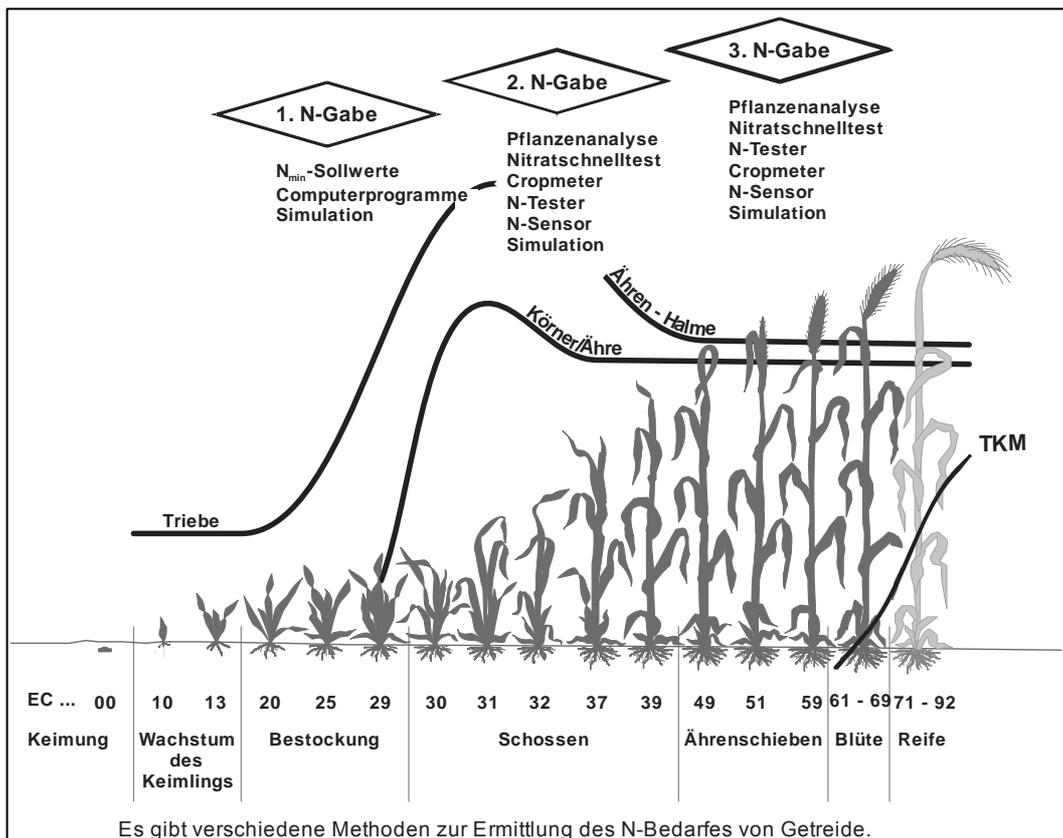


Abbildung 3: Verfahren der N-Düngebedarfsermittlung bei Getreide

4.1.6 Anwendung des Nitratschnelltestes

Eine bewährte Methode zur Ermittlung des NO_3 -Gehaltes der Pflanzen ist die Anwendung des erwähnten Nitratschnelltestes. Diese Methode bietet folgende Vorteile:

- Ermittlung des Nitratgehaltes der Pflanze und Ableitung einer N-Düngeentscheidung vor Ort,
- wiederholte Kontrolle des Nitratgehaltes der Pflanzen auf gleiche Weise,
- Untersuchung unmittelbar vor der beabsichtigten N-Düngung erfasst den aktuellen Nitratgehalt der Pflanze und
- geringe Kosten.

Die erforderliche Ausrüstung besteht lediglich in Nitratteststäbchen und einer Presse zur Gewinnung des Pflanzensaftes. Für die Durchführung des Schnelltestes liegen den Düngeberatungsstellen sowohl entsprechende Anleitungen als auch Richtwerte zur N-Düngung vor.

Der in Thüringen verbreitete Nitratschnelltest beruht auf einer Violettfräbung des Teststäbchens, deren zeitliche Intensität mit dem N-Düngebedarf abgeglichen ist.

Erforderliche Ausrüstung

- Nitratteststäbchen (Fa. Merck, Darmstadt); Packungen mit 100 (Merckoquant 1.10020.) bzw. 25 (Merckoquant 1.10050.) Teststäbchen sind im Fachhandel erhältlich.
- Presse zur Gewinnung des Pflanzensaftes; Handpresse zum Zuckerrefraktometer oder Probenahmehandzange sind im Fachhandel erhältlich.
Die Probenahmehandzange ermöglicht folgende Arbeitsgänge:
 - Probenahme
 - Zuschneiden und Sammeln der Halmteile
 - Gewinnung des Pflanzensaftes
- Uhr mit Sekundenanzeige

Schnelltest für die 2. N-Gabe (Schosserdüngung)

- Der Nitratschnelltest ist zur Bemessung der 2. N-Gabe für die Entwicklungsstadien ES 30/31 (Beginn Schossen, Triebe aufgerichtet/1-Knotenstadium) bis 37 (Erscheinen des Fahnenblattes) geeicht. Die Pflanzenbestände sollten eine Mindestwuchshöhe von 25 bis 30 cm erreicht haben.
- Entnahme einer repräsentativen Pflanzenprobe vom Feld bzw. Schlag in Form von ca. 15 bis 20 starken Halmen entlang einer Diagonale oder im Zick-Zack-Gang. Halme ca. 1 cm über dem Boden abschneiden.
- Lose Blätter entfernen
- Vorhandene Verschmutzungen beseitigen (abwischen, nicht waschen!)
- Halme bündeln und am unteren Ende bündig schneiden
- Auspressen des Pflanzensaftes aus den unteren Halmenden. Dazu Halmenden bündig in die Presskammer einlegen, auspressen und Pflanzensaft in der Auffangschale sammeln.
- Bei dünnen Halmen und schlechtem Saftfluss ist die Halmzahl zu erhöhen.
- Wurden Feldstücke (Schläge) unterschiedlich bewirtschaftet (andere Sorten, verschiedene Vorfrüchte, nur teilweise bzw. unterschiedliche organische Düngung, differenzierte N-Düngung zu Vegetationsbeginn), sind getrennte Tests durchzuführen.
- Reaktionsfeld des Nitratteststäbchens mit Pflanzensaft vollständig benetzen, Überstand abschütteln und nach 15 bzw. 30 s bzw. nach 1 min die Verfärbung des Reaktionsfeldes mit der Farbskala auf der Dose vergleichen.
- Die Teststäbchen werden erst unmittelbar vor der Bestimmung des Nitratgehaltes im Pflanzensaft aus ihrer Dose entnommen. Dieses ist stets verschlossen zu halten sowie kühl und trocken zu lagern. Das auf der Verpackung eingeprägte Mindesthaltbarkeitsdatum ist zu beachten. Überlagerte Teststäbchen sind zu verwerfen.
- Der Nitratschnelltest sollte nicht an regen- bzw. tau nassen Pflanzen durchgeführt werden. Auch während und direkt nach Schlechtwetterperioden ist die Aussagekraft des Nitratschnelltestes gemindert.

Interpretation der Ergebnisse für die 2. N-Gabe (Schosserdüngung)

Die Bewertung der Messergebnisse bei mittlerer Bestandesdichte erfolgt mit Hilfe von Tabelle 16. Die Intensität der Violettfärbung entspricht einer in der Farbskala angegebenen Nitratkonzentration im Pflanzensaft ($\text{mg NO}_3/\text{l}$), aus welcher Farbwert und zu düngende N-Menge abgeleitet wird. Die siebenstufige Farbskala befindet sich an der

Aufbewahrungsdose der Nitrat-Teststäbchen. Den sieben Farbstufen werden fünf Düngungsempfehlungen zugeordnet:

Tabelle 16: Einstufung zum N-Bedarf von Wintergetreide mit dem Nitratschnelltest während der Schossphase (ES 30 bis 37) bei mittlerer Bestandesdichte

Testzeit	Färbung	NO ₃ -Konzentration im Pflanzensaft ¹⁾ mg/l	Farbwert	empfohlene N-Düngung ²⁾ kg/ha
15 s	tiefviolett	> ca. 2 000	5	0
30 s	tiefviolett	> 500	4	20 - 30
1 min	tiefviolett	500	3	30 - 40
1 min	violett	250/100	2	40 - 60
1 min	hellviolett	50/25	1	60 - 80
1 min	ohne Violettton	10/0	0	60 - 80

¹⁾ in Anlehnung an die Herstellerangabe

²⁾ die jeweils höheren Werte gelten für sehr hohe Erträge

Die empfohlenen N-Mengen gelten für mittlere/optimale Bestandesdichten. Orientierungswerte hierfür sind in Tabelle 17 zusammengestellt.

Tabelle 17: Orientierungswerte für mittlere Bestandesdichte¹⁾ bei Wintergetreide (ES 30 bis 37)

Kultur	Triebe/m ² , ES 30 bis 31	Starke ²⁾ Halme/m ² , ES 32 bis 37
Winterweizen	700 - 1200	500 - 700
Wintergerste	900 - 1500	600 - 800 ³⁾
Winterroggen und Wintertriticale	700 - 1200	450 - 700

¹⁾ optimale Bestandesdichten liegen auf leichteren Böden meist im unteren/mittleren Bereich der Spanne, auf schwereren Böden mehr im mittleren/oberen Bereich

²⁾ entspricht weitgehend der Anzahl ährentragender Halme

³⁾ höherer Wert gilt vorwiegend für zweizeilige Sorten

Werden davon abweichende Bestandesdichten festgestellt, ist in Abhängigkeit vom Pflanzenbestand über eine Erhöhung oder Verminderung der angegebenen N-Menge zu befinden.

Dabei ist nicht beabsichtigt, die geringen Unterschiede zwischen den empfohlenen N-Düngungsmengen für benachbarte Gruppen als besonders treffsicher herauszustellen. Vielmehr gilt es, den Trend der erforderlichen N-Düngung aufzuzeigen, falls die Bestandesdichte vom „Normalwert“ (mittlere Bestandesdichte) abweicht.

Wird im Ergebnis des Nitratschnelltestes kein N-Düngebedarf festgestellt, sollte eine Wiederholung der Nitrat-Untersuchung zur Absicherung der Düngeentscheidung in ca. zehn Tagen erfolgen.

Nitratschnelltest zur Bemessung der 3. N-Gabe (Qualitätsgabe) zu Winterweizen

Zum Erreichen der gewünschten Parameter im Qualitätsweizenanbau (Rohprotein, Sedimentationswert) hat sich die gezielte N-Spätdüngung durch die 3. N-Gabe bewährt. Allerdings muss bei diesem Vorgehen von einer pauschalen N-Aufwandmenge abgeraten werden. Die häufig empfohlene N-Normdüngung von rund 1 kg N je dt/ha des erwarteten Kornertrages kann in vielen Fällen zu hoch liegen, d. h. nicht dem N-Bedarf entsprechen und somit uneffektiv sein.

Der zum Zeitpunkt der N-Spätdüngung vorliegende N-Ernährungszustand der Pflanzen resultiert letztlich aus der N-Menge, die unter den Bedingungen der abgelaufenen Witterungs- bzw. Wachstumsperiode den Pflanzen zur Verfügung stand. Waren diese Bedingungen insgesamt weniger optimal, dann zeigen die Pflanzen einen N-Bedarf an, der durch N-Düngungsmaßnahmen behoben werden kann. Mit einer übermäßig hohen N-Nachlieferung aus dem Boden zur Absicherung einer optimalen N-Versorgung bis zur Ernte ist unter solchen Bedingungen nicht zu rechnen. Eine ausreichende Wirkung auf Ertrag und Rohproteingehalt ist nur dann zu erreichen, wenn der Pflanzenbestand weitgehend gesund ist bzw. bleibt und auch noch Niederschläge zu erwarten sind. Weisen dagegen die Pflanzen zu diesem Termin keinen N-Bedarf auf, ist anzunehmen, dass dieser Zustand auch weiter bestehen bleibt und den optimalen Ertrag bei ausreichendem Rohproteingehalt sichert. Informationen über den N-Ernährungszustand liefert der Nitratschnelltest, der im Zeitraum ES 37/39 (Erscheinen des Fahnenblattes/Blatthäutchen des Fahnenblattes gerade sichtbar) bis ES 49/51 (Beginn des Ährenschiebens/Grannenspitzen) vorzunehmen ist.

Pflanzenprobenahme und Nitratschnelltest ist analog der Verfahrensweise zur Bemessung der 2. N-Gabe durchzuführen. Die Einstufung der Testergebnisse erfolgt nach Tabelle 18.

Tabelle 18: Ermittlung des N-Bedarfes von Winterweizen (3. N-Gabe = Qualitätsgabe) mit dem Nitratschnelltest im Zeitraum ES 37 bis ES 49

Testzeit	Färbung	NO ₃ -Konzentration im Pflanzensaft ¹⁾ mg/l	Farbwert	empfohlene N-Düngung ²⁾ kg/ha
15 s	tiefviolett	> ca. 2 000	5	0
30 s	tiefviolett	> 500	4	20 - 30
1 min	tiefviolett	500	3	30 - 40
1 min	violett	250/100	2	50 - 70
1 min	hellviolett	50/25	1	70 - 90
1 min	ohne Violettton	10/0	0	³⁾

¹⁾ in Anlehnung an die Herstellerangabe

²⁾ die jeweils höheren Werte gelten für sehr hohe Erträge

³⁾ deutliche, nicht praxisübliche N-Unterversorgung: überdenken ob Bestandaufbau und Ertragsleistung eine hohe Qualitäts-N-Gabe noch rechtfertigen

Die empfohlenen N-Mengen basieren für Winterweizen auf folgenden Zielgrößen:

Qualitätsklasse	Rohproteingehalt (%)
E = Eliteweizen	> 14,5
A = Qualitätsweizen	> 13,5
B = Brotweizen	> 12,0

4.1.7 Düngefenster

Schon immer gilt ein einfacher Vergleich zwischen „ohne und mit“ verabfolgten Nährstoffmengen und der Reaktion der Pflanzen auf dem Feld als überzeugend bezüglich des Nährstoffbedarfes. Das sichtbare Ergebnis dieser „optischen“ Methode bedarf keiner aufwändigen Untersuchung und ist in der Düngungspraxis leicht zu handhaben. Unterdessen wurde dieses Vorgehen von „Alles oder Nichts“ modifiziert und vorwiegend in die Bestandesführung zu Getreide einbezogen.

Diese einfache Methode zur N-Düngebedarfsermittlung besteht darin, dass man die gegebene Düngungsempfehlung auf dem Feld bzw. Schlag bis auf zwei auszulassende Fenster (z. B. Streubreite mal ca. 20 m Länge oder auch mehr) einheitlich umsetzt.

In dem einen Fenster soll die N-Düngung unterbleiben. Dieses Fenster ist vor allem dann wichtig, wenn die N_{\min} -Gehalte des Bodens hoch sind und auf diese Weise die N-Nachlieferung des Bodens ermittelt werden kann.

In dem anderen Fenster sollte man etwa zwei Drittel bis drei Viertel der empfohlenen optimalen N-Menge ausbringen. Nähern sich diese dem Boden zugeführten suboptimalen N-Mengen der „Erschöpfung“, dann hellen die Pflanzen auf und zeigen an, dass die als optimal empfohlene N-Düngung nicht ganz ausreicht und alsbald einer entsprechenden Nachdüngung bedarf.

Diese Form der Bestandesführung setzt immer eine entsprechende Düngungsempfehlung bzw. die Festlegung einer als optimal geltenden Düngermenge voraus und bietet die Möglichkeit der sofortigen Reaktion auf Unterversorgung mit Stickstoff. Gleichmaßen sollte diese Methode bei richtiger Interpretation der Reaktion der Pflanzen auf die verabfolgte N-Düngung eine Überdüngung/Vorhaldedüngung weitgehend ausschließen. Das Verfahren „Düngefenster“ gilt als praktikables Instrument der Bestandesführung.

Übrigens eignet sich diese Methode nicht nur für die N-Düngerbemessung. Ein vergleichbares Vorgehen lässt sich auch bei der Zufuhr von anderen Düngern, insbesondere bei der Blattapplikation mit Mikronährstoffen oder bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, anwenden. In diesen Fällen ist das einfache Vorgehen, nämlich die Anlage nur eines Fensters („ohne Behandlung“) durchaus informativ genug.

4.1.8 N-Düngebedarf für mehrschnittige Futterpflanzen

Mit dem vorgestellten N-Düngungsempfehlungsprogramm der TLL werden für die mehrschnittigen Futterpflanzen N-Düngungsempfehlungen nur für den 1. Aufwuchs (1. Schnitt) gegeben. Für die weiteren Aufwüchse erfolgt beim bisherigen Vorgehen mit der SBA keine Empfehlung. Der N-Düngebedarf für den 1. Aufwuchs basiert, wie aus den Tabellen 6, 7 und 8 ersichtlich, auf der Vorgabe eines N-Sollwertes abzüglich des N_{\min} -Gehaltes im Boden zu Beginn der Vegetation. N_{\min} -Untersuchungen nach der Ernte eines Aufwuchses als Basis zur Berechnung des N-Bedarfes für den folgenden Aufwuchs haben infolge sehr niedriger N_{\min} -Gehalte im Boden untergeordnete Bedeutung für die praktische Düngung und werden deshalb nicht in die Düngebedarfsermittlung einbezogen. Es bedarf somit für die weiteren Aufwüchse einer konkreten Vorgabe der optimalen N-Düngermenge. Tabelle 19 enthält solche Richtwerte.

Zur Vervollständigung der Düngungsempfehlungen für alle Aufwüchse sind die Empfehlungen zum 1. Schnitt mit aufgeführt. Sie beruhen auf den in der SBA zugrunde liegenden N-Sollwerten und deren Verminderung um 20 bis 30 kg N/ha. Diese reduzierte N-Menge entspricht in etwa dem langjährig unter Futterpflanzen zu Vegetationsbeginn ermittelten N_{\min} -Gehalt im Boden in 0 bis 60 cm (0 bis 30 und 30 bis 60 cm) Tiefe.

Anhand der Richtwerte kann der Landwirt die N-Düngung für alle Folgeaufwüchse bemessen. Für den 1. Aufwuchs wird empfohlen, trotz des aufgeführten pauschalen N-Düngebedarfes die N-Düngung nach N-Sollwert auf der Grundlage der N_{\min} -Bestimmung des Bodens im Frühjahr durchzuführen bzw. eine N-Düngungsempfehlung nach SBA ermitteln zu lassen. Sofern im Anbaujahr auch Wirtschaftsdünger eingesetzt werden, ist deren N-MDÄ-Wirkung zu berücksichtigen.

Tabelle 19: Richtwerte zur N-Düngung von mehrschnittigen Ackerfutterpflanzen und Grünland

Kultur	Aufwuchs	Mittlerer Ertrag je Aufwuchs in Frischmasse dt/ha	Mineralischer N-Düngebedarf kg/ha	N-Sollwert kg/ha
Feldgras	1.	250	100	130
	2.	200	80	-
	3.	150	70	-
	4.	100	50	-
Klee- und Luzernegras (etwa 50 % Leguminosen)	1.	200	60	80
	2.	150	50	-
	3.	100	40	-
	4.	70	30	-
Wiese	1.	220	80	90- 120 ¹⁾
	2.	150	60	-
	3.	100	40	-
Weide und Mähweide	1.	175	80	90 - 110 ¹⁾
	2.	125	60	-
	3.	125	50	-
	4.	100	40	-

¹⁾ unterer Wert: geringer Jahresniederschlag, leichte und trockene Standorte, Flachgründigkeit, Grasbestand mit weniger wertvollen Gräsern
oberer Wert: höherer Niederschlag, frisch/feuchte und gründige Standorte, Grasbestand mit wertvollen Gräsern

4.1.9 Hinweise zur N-Herbstdüngung

Entsprechend der Düngeverordnung hat der Einsatz von Düngemitteln nach Menge und Zeitpunkt so zu erfolgen, dass die verfügbaren oder verfügbar werdenden Nährstoffe von den Pflanzen weitestgehend aufgenommen werden können. Bei der Herbstdüngung ist dies bis zur einsetzenden Winterruhe zu gewährleisten.

Ziel ist es, die Belastung der Gewässer zu verringern, da nicht aufgenommener pflanzenverfügbarer Stickstoff in der vegetationslosen Zeit auswaschungsgefährdet ist. Das kommt besonders häufig nach dem Einsatz von flüssigen organischen Düngemitteln mit einem erheblichen Anteil an löslichem Ammonium-Stickstoff vor. Nach § 4 (5) der Düngeverordnung dürfen Gülle, Jauche und sonstige flüssige organische sowie organisch-mineralische Düngemittel oder Geflügelkot auf Ackerland nach der Hauptfruchternte

nur

- zu im gleichen Jahr angebauten überwinternden Folgekulturen,
- zu Zwischenfrüchten oder
- bei Verbleib des Getreidestrohs (außer Mais) auf dem Feld

und nur bis zur Höhe des aktuellen Düngebedarfes, jedoch bis maximal 80 kg Gesamt-N oder 40 kg Ammonium-N pro ha, ausgebracht werden. Ausbringungsverluste dürfen dabei **nicht** zur Anrechnung kommen.

Bei der Ausbringung der Düngemittel sind der aktuelle Stickstoffbedarf der zu düngenden Kultur und die Düngewirksamkeit der aufgeführten Stoffe zu berücksichtigen. Eine allgemein gültige Prognose des aktuellen Düngedarfes an Stickstoff im Herbst ist nicht möglich, da dieser von den jeweiligen Standort- und Witterungsbedingungen bestimmt wird und demzufolge beträchtlich schwanken kann. Einen Anhaltspunkt für den Düngedarf liefert die von den angebauten Fruchtarten im Herbst bis zum Wintereintritt aufgenommene N-Menge.

Für eine normale Herbstentwicklung ist mit folgenden N-Aufnahmen zu rechnen:

- Wintergerste 30 bis 50 kg N/ha
- Winterroggen, Triticale 30 bis 50 kg N/ha
- Winterweizen 10 bis 30 kg N/ha
- Winterraps 50 bis 80 kg N/ha

Zur Gründüngung angebaute Zwischenfrüchte wie z. B. Phacelia, Ölrettich und Senf können, wenn sie zeitig ausgesät werden und reichlich Biomasse im Herbst bilden, durchaus mehr als 100 kg/ha Stickstoff aufnehmen.

Bei der Kalkulierung des N-Düngedarfes sind neben der herbstlichen N-Aufnahmen der angebauten Fruchtart vor allem die von der Vorfrucht stammenden N_{\min} -Reste und der im Herbst mineralisierte Stickstoff zu beachten.

So ist eine hohe N-Bereitstellung aus dem Bodenvorrat im Spätsommer und Herbst zu erwarten bei:

- vorangegangener Vorsommer- bzw. Sommertrockenheit, die zu einer schlechten N-Verwertung, vor allem von N-Spätgaben, durch die Vorfrucht geführt hat;
- Vorfrüchte mit erhöhten N-Resten nach der Ernte (z. B. Frühkartoffeln, Winterraps, Leguminosen, begrünte Brache);
- fruchtbaren Böden in gutem Kulturzustand;
- günstigen Witterungsbedingungen im Sommer und Herbst (feucht und warm) und
- intensiver, die N-Mineralisierung fördernde Bodenbearbeitung.

Die zu erwartende N-Mineralisierung in der Zeit nach der Ernte der Hauptfrucht bis zum Winter liegt häufig in einem Bereich von 20 bis 50 kg N/ha.

In Ausnahmefällen kann der N-Vorrat im Boden so gering sein, dass es zu Mangelercheinungen vor allem bei Winterraps und Wintergerste kommt. Am ehesten ist N-Mangel unter folgenden Bedingungen zu erwarten:

- Vorfrüchte wie Getreide und Gräser, die nur wenig Stickstoff im Boden hinterlassen
- Einarbeitung großer Strohmenngen (1 dt Stroh bindet etwa 0,5 bis 1 kg N für die Strohhotte)
- sehr hohe Erträge der Vorfrucht Getreide bei verhaltener N-Düngung
- keine organische Düngung (Stallmist, Gülle) in der Fruchtfolge
- schlechte Bodenstruktur, grobes Saatbett bzw. Verdichtungen im Oberboden

Unter derartigen Bedingungen ist eine N-Zufuhr im Herbst zu Winterraps, Wintergerste und Winterzwischenfrüchten oder Feldgras gerechtfertigt. Bei den anderen Wintergetreidearten besteht in der Regel kein Düngedarf. Eine Ausgleichsdüngung zu auf dem Feld verbliebenem Getreidestroh mit mineralischen N-Düngemitteln, mit Gülle, Jauche, sonstigen flüssigen organisch sowie organisch-mineralischen Düngemitteln oder Geflügelkot

sollte nur dann erfolgen, wenn Fruchtarten mit N-Düngebedarf wie Winterraps, Wintergerste, Winterzwischenfrüchte oder Feldgras angebaut werden. Die genannten organischen Düngemittel sind auf unbestelltem Ackerland zur Verminderung von Ammoniakverlusten unverzüglich in den Boden einzuarbeiten.

Auch nach dem Auflaufen von Raps kann im Bedarfsfall ab dem 4-Blatt-Stadium mit möglichst bodennah applizierender Technik Gülle ausgebracht werden. Die N-Düngung sollte auch hier bis spätestens Mitte Oktober abgeschlossen sein, damit dem Raps ausreichend Zeit verbleibt, den Stickstoff in Biomasse zu binden.

Grundsätzlich wirkt eine zu reichliche N-Versorgung im Herbst eher schädlich, da bei zu üppigen oder gar überwachsenen Beständen die Gefahr des Auswinterns zunimmt. Hinzu kommt aber auch das Risiko, dass der überschüssige, nicht in Biomasse gespeicherte Stickstoff im Winter ausgewaschen wird und damit unnötig das Grundwasser belastet.

4.1.10 N-Düngebedarfsermittlung nach Düngeverordnung

Entsprechend der Düngeverordnung 2007 ist vor der Aufbringung von mehr als 50 kg N/ha und Jahr auf jedem Schlag oder jeder Bewirtschaftungseinheit - außer Dauergrünland - der verfügbare N-Vorrat im Boden zu ermitteln. Folgende Möglichkeiten sind dabei zulässig:

- Untersuchung repräsentativer Bodenproben auf den N_{\min} -Gehalt,
- Übernahme von Untersuchungsergebnissen vergleichbarer Standorte (Ergebnisse werden im Internet unter www.tll.de/ainfo und der Fachpresse, z. B. Aktueller Pflanzenbau in der Bauernzeitung sowie im Informationsmaterial der Landwirtschaftsämter veröffentlicht) oder
- Anwendung von geeigneten Berechnungs- und Schätzverfahren (z. B. Simulationsmodelle).

Für Stickstoff besteht somit keine Verpflichtung, eine Bodenuntersuchung auf den zu düngenden Flächen durchzuführen, wenn Ergebnisse vergleichbarer Standorte oder von der TLL empfohlene Berechnungs- und Schätzverfahren für die Düngebedarfsermittlung herangezogen werden. Im Interesse einer bedarfsgerechten N-Düngung sind jedoch schlagbezogene N_{\min} -Untersuchungen sinnvoll. Sie spiegeln die konkreten schlagbezogenen Bedingungen am besten wider. Die Probenahmen und Untersuchungen sind sachgerecht durchzuführen. Zur Untersuchung sollte ein von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft zugelassenes Labor beauftragt werden. Die Düngebedarfsermittlung hat vor der ersten N-Gabe zu erfolgen. Für weitere Teilgaben während der Vegetationszeit ist weder eine Bodenuntersuchung noch eine gesonderte Düngebedarfsermittlung erforderlich. Die ermittelten verfügbaren N-Mengen einschließlich der angewendeten Methodik sind grundsätzlich aufzuzeichnen und mindestens sieben Jahre aufzubewahren.

4.2 Schwefeldüngung

Schwefel brauchte in der Vergangenheit auch bei intensiver landwirtschaftlicher Produktion kaum bei der Düngung berücksichtigt zu werden. Die Kulturpflanzen deckten ihren S-Bedarf, der etwa dem P-Entzug entspricht, vorwiegend über die erheblichen S-Mengen, die in industrienahen Gebieten über Immissionen in den Boden eingetragen wurden. Der S-Eintrag in die Böden ist nach 1990 stark rückläufig. Die S-Immissionen aus der Atmosphäre betragen infolge zunehmender Abgasreinigung gegenwärtig vielerorts weniger als 10 kg S/ha im Jahr. Der S-Rückfluss aus der Tierhaltung über Wirtschaftsdünger ist infolge gesunkener Tierbestände ebenfalls stark reduziert. Dem stehen gestiegene S-Abfuhr mit der Ernte sowie S-Auswaschungsverluste gegenüber. Als Folge dieser Entwicklung ist die S-Versorgung vieler Böden dramatisch gesunken. Während sich in Nordwestdeutschland bereits seit den 1980er Jahren ein S-Düngebedarf zeigte, verzögerte sich das Auftreten eines visuellen S-Mangels in Ostdeutschland. Ab Mitte der 1990er Jahre sind auch auf Praxisflächen in Thüringen deutliche S-Mangelscheinungen aufgetreten, insbesondere an Winterraps auf leichten Buntsandsteinverwitterungsstandorten sowie skelettreichen Böden. Einer bedarfsgerechten S-Düngung kommt daher große Bedeutung zu.

Die Pflanzen nehmen Schwefel vorwiegend als Sulfation (SO_4^{2-}) aus dem Boden auf. Sulfat ist sehr gut wasserlöslich und wird mit dem Wasser im Boden leicht transportiert. Mit dem Sickerwasser wird Sulfat schnell in tiefere Bodenschichten verlagert und steht dann den Pflanzen nicht mehr zur Aufnahme zur Verfügung. Andererseits bewirkt kapillarer Wasseraufstieg aus dem Unterboden häufig eine Erhöhung des Sulfatgehaltes im Wurzelbereich der Pflanzen. Diese Wirkung ist in erster Linie auf tiefgründigen Böden (z. B. Löss und Lehmböden) zu beobachten.

Neben der Absicherung des S-Bedarfes der Kulturpflanzen zur Ertragsbildung treten zunehmend weitere Effekte einer ausreichenden S-Ernährung in den Vordergrund. Neuere Untersuchungen belegen unter anderem eine Förderung der Backqualität von Winterweizen sowie der Krankheitsresistenz verschiedener Arten durch bedarfsgerechte S-Düngung.

Der S-Bedarf der einzelnen Kulturen unterscheidet sich erheblich. Winter- und Sommerraps besitzen einen hohen S-Bedarf. Starker S-Mangel kann bei diesen Kulturen zu fast totalem Ertragsausfall und demzufolge auch zum höchsten Ertragszuwachs durch S-Düngung führen. Vergleichbares Ertragsverhalten zeigen auch Crambe, Öllein und Ölrettich (Tab. 20).

Tabelle 20: S-Bedarf landwirtschaftlicher Ackerkulturen

hoher S-Bedarf	mittlerer S-Bedarf	niedriger S-Bedarf
Winter- und Sommerraps, Crambe, Ölrettich, Öllein	Winter- und Sommergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Winterweizen, Weidelgras, Hafer, Futter- und Zuckerrübe	Luzerne, Rotklee, Mais, Kartoffeln

Zu der Gruppe mit mittlerem S-Bedarf lassen sich alle Getreidearten, Weidelgras und Betarüben zusammenfassen. Abgeschwächte Ertragsreaktionen sind bei Rotklee, Luzerne sowie Silomais festzustellen. Die geringsten Ertragsverluste bei S-Mangel im Boden zeigten Kartoffeln.

Ermittlung des S-Düngebedarfes

Für die Bemessung der S-Düngung haben sich neben dem S-Bedarf (S-Entzug) der Pflanzen auch Standortbedingungen wie Bodenart, Tiefgründigkeit, Steinanteil und Sickerwassermenge als bedeutsame Faktoren herausgestellt.

Leichte und flachgründige Böden, besonders Böden des mittleren und unteren Buntsandsteins, weisen infolge erheblicher S-Auswaschungsverluste über Winter im Frühjahr zumeist niedrige S_{\min} -Gehalte auf. Beim Anbau von Kulturen mit hohem S-Bedarf wird deshalb generell eine S-Düngung im Rahmen der 1. N-Gabe empfohlen. Das gilt auch mit gewisser Abschwächung für flachgründige/stark steinhaltige Schiefer- und Muschelkalkböden.

Tiefgründige Löss- und Lehmböden erfordern häufig keine S-Düngung, da auf diesen Standorten die S-Auswaschung relativ gering ist und die überwiegend hohen S-Vorräte tieferer Bodenschichten infolge kapillaren Wasseraufstiegs den Pflanzen zur Verfügung stehen. Ergebnisse von Feldversuchen belegen, dass selbst bei niedrigen S_{\min} -Gehalten im Boden zu Vegetationsbeginn eine S-Düngewirkung ausgeblieben ist, da die Pflanzen nach kapillarem Aufstieg S-haltigen Wassers den S-Vorrat tieferer Bodenschichten nutzen konnten. Auch tiefgründige Keuper- und Zechsteinböden zählen zu dieser Gruppe. Für alle anderen Standorte lässt sich eine solche Aussage nicht treffen, es sollte der S-Düngebedarf mit Hilfe der S_{\min} -Bodenanalyse im Frühjahr ermittelt werden. Die TLL stellt in jedem Frühjahr bodenartspezifische Richtwerte für mittlere S_{\min} -Gehalte zur Verfügung (www.tll.de/ainfo bzw. aktueller Rat in der Fachpresse).

Bodenuntersuchung und S-Düngungsempfehlung

Die Untersuchung auf leicht löslichen Sulfat-Schwefel (S_{\min}) wird an den gleichen Bodenproben parallel zur N_{\min} -Analyse aus den Bodenschichten 0 bis 30 und 30 bis 60 cm, gegebenenfalls 60 bis 90 cm, vorgenommen. Unterbleibt die Analyse des S-Gehaltes in 60 bis 90 cm Tiefe, erfolgt bei bis zu 90 cm angegebener Durchwurzelungstiefe der Fläche eine rechnerische Einbeziehung dieser Schicht auf der Basis des S-Gehaltes in der Schicht 30 bis 60 cm (Faktoren: leichte Böden = 0,4; mittlere Böden = 0,8; schwere Böden = 0,6; $Lö\ 1/2 = 1,1$). Die Schätzung des S_{\min} -Gehaltes in 60 bis 90 cm Tiefe beruht auf langjährigen Untersuchungen zur S_{\min} -Verteilung in verschiedenen Bodenschichten.

Die Ergebnisse der Bodenanalyse ermöglichen die frühzeitige Ableitung einer S-Düngungsempfehlung zu Vegetationsbeginn und das frühe Beheben von S-Mangel im Boden. Ein weiterer Vorteil ist, dass die empfohlene S-Düngermenge durch Verwendung S-haltiger Stickstoff- bzw. Mehrnährstoffdünger mit der 1. N-Gabe (Vegetationsbeginn) ohne zusätzlichen Arbeitsgang ausgebracht werden kann.

Nach dem S-Düngeberatungsprogramm der TLL wird eine S-Düngung empfohlen, wenn die Summe aus S_{\min} -Gehalt des Bodens plus S-Zufuhr aus Vorfrucht (Strohdüngung) und organischer Düngung zur Kultur geringer ist als:

- 60 kg S/ha für Kulturen mit hohem S-Bedarf und
- 50 kg S/ha für Kulturen mit mittlerem S-Bedarf.

Bei nachgewiesenem S-Bedarf wird folgende S-Düngung vorzugsweise zu Vegetationsbeginn empfohlen:

- Kulturen mit hohem S-Bedarf 30 bis 40 kg S/ha
- Kulturen mit mittlerem S-Bedarf 20 bis 30 kg S/ha

Als S-Düngemittel im Ackerbau kommen unter anderem S-haltige N- bzw. Mehrnährstoffdünger unter Berücksichtigung der erforderlichen N-Düngung sowie bei bestehendem K- oder Mg-Düngebedarf schwefelhaltige K- oder Mg-Dünger in Betracht.

Die S-Zufuhr über Wirtschafts- oder Sekundärrohstoffdünger im Frühjahr ist häufig nicht geeignet, kurzfristig die S-Versorgung der Böden zu verbessern, da der organisch gebundene Schwefel dieser Düngemittel zunächst nicht pflanzenverfügbar ist und erst nach Mineralisierung von den Pflanzen aufgenommen werden können. Von diesen Düngemitteln geht eher eine überwiegend mittelfristige S-Düngewirkung aus.

Pflanzenanalyse zur Ermittlung des S-Bedarfes

Unterbleibt eine zeitige Bodendüngung kann man durch Blattdüngung die S-Versorgung der Pflanze noch verbessern. Zur Ermittlung des S-Düngebedarfes steht die Pflanzenanalyse zur Verfügung.

Untersucht werden als Probenahmeorgane:

- bei Raps gerade vollentwickelte Blätter im Knospenstadium (bis Blühbeginn)
- bei Getreide die gesamte oberirdische Pflanze zu Schossbeginn

Die Untersuchung weiterer Kulturen ist möglich. Es liegen jedoch für diese zurzeit noch keine Richtwerte für die Beurteilung der S-Gehalte vor.

Die Pflanzenprobenahme erfolgt nach den unter Kapitel 3.3.3 gemachten Ausführungen. Zur Einschätzung des S-Ernährungszustandes ist in jedem Fall die zusätzliche Bestimmung des N-Gehaltes der Pflanzenprobe erforderlich.

Eine Unterversorgung mit Schwefel liegt vor, wenn der S-Gehalt in der Trockenmasse bei Rapsblättern 0,45 und bei Getreide 0,30 % unterschreitet. Beleg für eine ungenügende S-Versorgung von Winterraps ist auch ein N:S-Verhältnis > 15:1 (Normalwert etwa 8 bis 10:1).

Ein gewisser Nachteil der Pflanzenanalyse besteht im Erkennen einer S-Düngebedürftigkeit in einem späten Vegetationsstadium. Die Zeitspanne für die Applikation einer S-Düngung ist im Hinblick auf die Umsetzbarkeit bzw. das noch rechtzeitige Beheben des S-Mangels in der Pflanze kurz. Zur Blattdüngung sind Bittersalz (8- bis 10 %-ige Lösung) oder spezielle S-haltige Präparate geeignet. Diese können zweckmäßigerweise als Tankmischung mit Pflanzenschutzmitteln ausgebracht werden.

4.3 Düngung von Phosphor, Kalium und Magnesium

Eine ausreichende Ernährung der Kulturen mit den Nährstoffen Phosphor, Kalium und Magnesium ist eine wichtige Voraussetzung für das Ausschöpfen des Ertragspotenzials des Standortes, für eine hohe Effizienz der Stickstoffdüngung und auch aller anderen acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen. Eine bedarfsgerechte Zufuhr dieser Nährstoffe fördert die Qualität wie auch die Resistenz gegenüber verschiedenen Pflanzenkrankheiten. Ein Mangel an den Grundnährstoffen P, K und Mg kann zu wirtschaftlichen Ertragsminderungen führen und ist ebenso wie eine zu hohe Zufuhr zu vermeiden. Im Gegensatz zu Stickstoff ist die Wirkung der Grunddüngung auch mittel- bis langfristig zu bewerten, da oft noch eine Nachwirkung der Grunddüngung in Feldversuchen messbar ist. Nach 1990 haben viele Ackerbaubetriebe die Grunddüngung stark reduziert bzw. zum Teil auch ganz unterlassen. Infolge dessen ist die Nährstoffversorgung der Böden stark gesunken. Deshalb ist die Rückkehr zu einer bedarfsgerechten Grunddüngung dringend erforderlich.

Grundlage für die Bemessung der P-, K- und Mg-Düngung ist die Kenntnis der Nährstoffversorgung des Bodens und des zu erwartenden Nährstoffentzuges durch die Ernte.

Feldversuchsergebnisse belegen, dass es keine für alle Standorte einheitlich gültige Grenze zwischen ausreichendem und nicht ausreichendem Nährstoffgehalt im Boden gibt. Dies ist verständlich, denn die Messung gibt nur die Löslichkeit, d. h. den mit der jeweiligen Methode extrahierbaren Nährstoffgehalt an. Die Nährstoffaufnahme wird jedoch daneben auch von der Wechselwirkung zwischen Pflanze, Boden und den spezifischen Standorteigenschaften sowie der Witterung beeinflusst. Als Routineverfahren ist aber die chemische Bodenuntersuchung die weltweit praktikabelste Methode, um den Nährstoffgehalt des Bodens zu ermitteln.

Zahlreiche Versuche haben gezeigt, dass die Ergebnisse der Bodenuntersuchung im Mittel der Standorte mit dem Düngebedarf in enger Beziehung stehen: Je höher der lösliche Nährstoffgehalt, um so geringer der Düngebedarf. Bei hohen Gehalten im Boden hat die Düngung keine direkte Wirkung auf den Ertrag. Der Unschärfe des Zusammenhanges zwischen Nährstoffgehalt des Bodens und Düngebedarf auf dem einzelnen Standort entsprechend erfolgt eine Gruppierung der Messergebnisse in Gehaltsklassen, die einen gewissen Bereich umfassen. Sie beinhalten gleichzeitig eine Bewertung hinsichtlich des Düngebedarfs. Außerdem wären die reinen bodenchemischen Analysenwerte für den Landwirt sowieso wenig aussagefähig, so dass ohnehin eine qualitative Interpretation geboten ist.

Die Definition der Nährstoffgehaltsklassen für Phosphor, Kalium und Magnesium wird in Tabelle 21 wiedergegeben. Daraus geht hervor, dass als Normalzustand die Gehaltsklasse C anzustreben ist. Eine Düngung in Höhe der Nährstoffabfuhr reicht allgemein aus, um diesen Zustand zu erhalten. Die Gehaltsklassen A und B zeigen zu niedrige Gehalte an. Im intensiven Ackerbau sollte hier eine Aufdüngung erfolgen. In den Gehaltsklassen D und E hat der Boden unnötig hohe Gehalte. Sie sollten durch Verminderung oder Auslassung der Düngung auf die Gehaltsklasse C zurückgeführt werden.

Tabelle 21: Definition der P-, K- und Mg-Gehaltsklassen für den leichtlöslichen (pflanzenverfügbaren) Nährelementgehalt im Boden und Düngungsempfehlungen (VDLUFA-Rahmenschema, 1997)

Gehaltsklasse (GK)	Definition
A	sehr niedriger Gehalt Düngungsempfehlung: stark erhöhte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung: auf Ertrag: hoher Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden steigt deutlich an
B	niedriger Gehalt Düngungsempfehlung: erhöhte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung: auf Ertrag: mittlerer Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden steigt an
C	anzustrebender Gehalt Düngungsempfehlung: Erhaltungsdüngung in Höhe der Nährstoffabfuhr Düngewirkung: auf Ertrag: geringer Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden bleibt erhalten
D	hoher Gehalt Düngungsempfehlung: verminderte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung: auf Ertrag: Mehrertrag meist nur bei Blattfrüchten auf Boden: Gehalt im Boden nimmt langsam ab
E	sehr hoher Gehalt Düngungsempfehlung: keine Düngung Düngewirkung: auf Ertrag: keine auf Boden: Gehalt im Boden nimmt ab

Neben der bisherigen Bewirtschaftung der Flächen beeinflusst die geologische Herkunft der Böden insbesondere den K- und Mg-Gehalt sehr stark. So gibt es z. B. Böden, die auch nach langer Bodennutzung noch für die Pflanzenernährung ausreichende Mengen an Kalium bzw. Magnesium aufweisen und kaum bzw. keine Düngung benötigen (hohe K-Gehalte in schweren Buntsandstein-, Muschelkalk- und Keuperböden, auch in Schwarzerden, hohe Mg-Gehalte in Schiefer-, Keuper- und Lössböden). Andererseits existieren Böden mit von Natur aus sehr geringen K- bzw. Mg-Gehalten (insbesondere leichte Sandböden des Diluviums, des Alluviums sowie des Buntsandsteins). Solche Zusammenhänge gelten insbesondere auch für den Kalkversorgungszustand des Bodens.

Für Phosphor trifft eine Beziehung zur geologischen Herkunft der Böden weit weniger oder gar nicht zu. Sein Vorkommen ist fast ausnahmslos anthropogen bedingt. Es liegt also von vornherein eine unterschiedliche Situation der Nährstoffversorgung in den Böden vor, welche für die Düngebedürftigkeit der Pflanzen zu berücksichtigen ist.

Bei der Auswertung umfangreicher Düngungsversuche ergab sich als Grundprinzip, dass in Gehaltsklasse C eine Düngung nach Pflanzenentzug erfolgt.

In den Gehaltsklassen A und B müssen Zuschläge zur Düngung nach Pflanzenentzug für die Erreichung des Optimalertrages vorgenommen werden. Bei Gehaltsklasse D erfolgen Abschläge zur Düngung nach Pflanzenentzug. In Gehaltsklasse E ist keine Düngung erforderlich. Das Prinzip verdeutlicht nachfolgende Übersicht.

Düngebedarf = Nährstoffabfuhr mit der Ernte minus Zu- oder Abschlag laut Bodenuntersuchung

Nachfolgendes Beispiel veranschaulicht die Vorgehensweise bei der Ermittlung des P-, K- und Mg-Düngebedarfes (Tab. 22).

Tabelle 22: Beispiel zur Ermittlung des P-, K- und Mg-Düngebedarfes für 80 dt/ha Winterweizen (Lehmboden, Bodenartengruppe 4)

Position		P	K	Mg
Gehaltsklasse A				
Nährstoffentzug	kg/ha ¹⁾	36	114	18
Zu- bzw. Abschlag	kg/ha ²⁾	+50	+100	+30
Düngeempfehlung	kg/ha	86	214	48
Gehaltsklasse C				
Nährstoffentzug	kg/ha ¹⁾	36	114	18
Zu- bzw. Abschlag	kg/ha ²⁾	0	0	+ 4
Düngeempfehlung	kg/ha	36	114	22
Gehaltsklasse E				
Nährstoffentzug	kg/ha ¹⁾	36	114	18
Zu- bzw. Abschlag	kg/ha ²⁾	0	0	0
Düngeempfehlung	kg/ha	keine P-Düngung	keine K-Düngung	keine Mg-Düngung

¹⁾ Angaben nach Anlage 11

²⁾ Angaben nach den Tabellen 23 (Phosphor), 25 (Kalium) und 27 (Magnesium)

Entsprechende Zu- bzw. Abschläge für den Nährstoffentzug enthalten die Tabellen 23 und 24 für Phosphor, 25 und 26 für Kalium sowie 27 für Magnesium.

Tabelle 23: Jährliche Zu- bzw. Abschläge für Phosphor bei Ackerland, Feldgemüse und Hopfen

Gehaltsklasse	CAL-Phosphat mg P/100 g Boden	Zu- bzw. Abschlag vom P-Entzug (kg/ha)	
		P	P ₂ O ₅
Bodenartengruppen 1 und 6: S und Mo - Sand und Anmoor/Moor			
A	1,2	+50	+115
	1,3 - 2,4	+35	+80
B	2,5 - 3,6	+25	+57
	3,7 - 4,8	+10	+23
C	4,9 - 6,1	+4	+9
	6,2 - 7,2	0	0
D	7,3 - 8,8	-2	-5
	8,9 - 10,4	-4	-9
E ¹⁾	10,5	-	-
Bodenartengruppe 2: I`S - schwach lehmiger Sand			
A	1,2	+50	+115
	1,3 - 2,4	+35	+80
B	2,5 - 3,6	+25	+57
	3,7 - 4,8	+10	+23
C	4,9 - 6,1	+2	+5
	6,2 - 7,2	0	0
D	7,3 - 8,8	-2	-5
	8,9 - 10,4	-4	-9
E ¹⁾	10,5	-	-

Gehaltsklasse	CAL-Phosphat mg P/100 g Boden	Zu- bzw. Abschlag vom P-Entzug (kg/ha)	
		P	P ₂ O ₅
Bodenartengruppen 3, 4, 5: IS, sL/uL, L, t L/T - stark lehmiger Sand, sandiger bis schluffiger Lehm, Lehm, toniger Lehm bis Ton			
A	1,2	+50	+115
	1,3 - 2,4	+35	+80
B	2,5 - 3,6	+25	+57
	3,7 - 4,8	+10	+23
C	4,9 - 6,1	0	0
	6,2 - 7,2	0	0
D	7,3 - 8,8	-4	-9
	8,9 - 10,4	-8	-18
E ¹⁾	10,5	-	-

¹⁾ keine Düngung

Tabelle 24: Jährliche Zu- bzw. Abschläge für Phosphor auf Grünland

Gehaltsklasse	CAL-Phosphat mg P/100 g Boden	Zu- bzw. Abschlag vom P-Entzug kg/ha	
		P	P ₂ O ₅
Bodenartengruppen 1, 2: S und l'S - Sand und schwach lehmiger Sand			
A	1,2	+40	+92
	1,3 - 2,4	+30	+69
B	2,5 - 3,6	+20	+46
	3,7 - 4,8	+10	+23
C	4,9 - 6,1	0	0
	6,2 - 7,2	0	0
D	7,3 - 8,8	-5	-11
	8,9 - 10,4	-10	-23
E ¹⁾	10,5	-	-
Bodenartengruppen 3, 4, 5, 6: IS, sL/uL, L, t L/T u. Mo - stark lehmiger Sand, sandiger bis schluffiger Lehm, Lehm, toniger Lehm bis Ton und Anmoor/Moor			
A	1,2	+36	+82
	1,3 - 2,4	+27	+62
B	2,5 - 3,6	+18	+41
	3,7 - 4,8	+9	+21
C	4,9 - 6,1	0	0
	6,2 - 7,2	0	0
D	7,3 - 8,8	-5	-11
	8,9 - 10,4	-10	-23
E ¹⁾	10,5	-	-

¹⁾ keine Düngung

Tabelle 25: Jährliche Zu- bzw. Abschläge für Kalium bei Ackerland, Feldgemüse und Hopfen

Gehaltsklasse	CAL-Kalium mg K/100 g Boden	Zu- bzw. Abschlag vom K-Entzug kg/ha	
		K	K ₂ O
Bodenartengruppe 1: S - Sand			
A	1	+70	+84
	2	+55	+66
B	3 - 4	+45	+54
	5 - 6	+35	+42
C	7 - 8	+25	+30
	9 - 10	+10	+12
D	11 - 13	0	0
	14 - 15	0	0
E ¹⁾	16 - 20	-30	-36
	21	-60	-72
Bodenartengruppe 2: I`S - schwach lehmiger Sand			
A	bis 2	+85	+102
	3	+65	+78
B	4 - 5	+45	+54
	6 - 7	+30	+36
C	8 - 9	+15	+18
	10 - 11	0	0
D	12 - 14	-20	-24
	15 - 18	-35	-42
E ¹⁾	19	-	-
Bodenartengruppe 3: IS - stark lehmiger Sand			
A	bis 2	+100	+120
	3 - 4	+75	+90
B	5 - 7	+50	+60
	8 - 9	+25	+30
C	10 - 12	0	0
	13 - 14	0	0
D	15 - 18	-30	-36
	19 - 22	-60	-72
E ¹⁾	23	-	-
Bodenartengruppe 4: sL/uL - sandiger bis schluffiger Lehm			
A	bis 3	+100	+120
	4 - 5	+75	+90
B	6 - 8	+50	+60
	9 - 10	+25	+30
C	11 - 13	0	0
	14 - 16	0	0
D	17 - 20	-35	-42
	21 - 25	-70	-84
E ¹⁾	26	-	-

Gehaltsklasse	CAL-Kalium mg K/100 g Boden	Zu- bzw. Abschlag vom K-Entzug kg/ha	
		K	K ₂ O
Bodenartengruppe 4.4: L - Lösslehm			
A	bis 3 4 - 5	+80 +60	+96 +72
B	6 - 8 9 - 10	+40 +20	+48 +24
C	11 - 13 14 - 16	0 0	0 0
D	17 - 20 21 - 25	-40 -80	-48 -96
E ¹⁾	26	-	-
Bodenartengruppe 5: t L/T - toniger Lehm bis Ton			
A	bis 4 5 - 7	+100 +75	+120 +90
B	8 - 11 12 - 14	+50 +25	+60 +30
C	15 - 19 20 - 23	0 0	0 0
D	24 - 30 31 - 36	-30 -60	-36 -72
E ¹⁾	37	-	-
Bodenartengruppe 6: Mo - Anmoor und Moor			
A	1 - 2 3 - 4	+70 +55	+84 +66
B	5 - 7 8 - 9	+45 +35	+54 +42
C	10 - 13 14 - 16	+25 +10	+30 +12
D	17 - 20 21 - 24	0 0	0 0
E ¹⁾	25 - 30 31	-30 -60	-36 -72

¹⁾ keine Düngung

Tabelle 26: Jährliche Zu- bzw. Abschläge für Kalium auf Grünland

Gehaltsklasse	CAL-Kalium mg K/100 g Boden	Zu- bzw. Abschlag vom K-Entzug kg/ha	
		K	K ₂ O
Bodenartengruppe 1: S - Sand			
A	1	+50	+60
	2	+45	+54
B	3 - 4	+35	+42
	5 - 6	+15	+18
C	7 - 9	0	0
	10 - 11	0	0
D	12 - 15	-25	-30
	16 - 18	-50	-60
E ¹⁾	19	-	-
Bodenartengruppe 2: I'S - schwach lehmiger Sand			
A	2	+50	+60
	3	+40	+48
B	4 - 5	+35	+42
	6 - 7	+15	+18
C	8 - 10	0	0
	11 - 12	0	0
D	13 - 17	-25	-30
	18 - 21	-50	-60
E ¹⁾	22	-	-
Bodenartengruppe 3: IS - stark lehmiger Sand			
A	2	+40	+48
	3	+32	+39
B	4 - 6	+25	+30
	7 - 8	+10	+12
C	9 - 11	0	0
	12 - 14	0	0
D	15 - 19	-30	-36
	20 - 24	-60	-72
E ¹⁾	25	-	-
Bodenartengruppe 4: sL/uL u. L - sandiger bis schluffiger Lehm und Lehm			
A	2	+35	+42
	3 - 4	+28	+34
B	5 - 7	+20	+24
	8 - 9	+10	+12
C	10 - 13	0	0
	14 - 16	0	0
D	17 - 21	-35	-42
	22 - 26	-70	-84
E ¹⁾	27	-	-

Gehaltsklasse	CAL-Kalium mg K/100 g Boden	Zu- bzw. Abschlag vom K-Entzug kg/ha	
		K	K ₂ O
Bodenartengruppe 5: t L/T - toniger Lehm und Ton			
A	2 3 - 4	+35 +28	+42 +34
B	5 - 7 8 - 10	+20 +10	+24 +12
C	11 - 14 15 - 17	0 0	0 0
D	18 - 22 23 - 27	-35 -70	-42 -84
E ¹⁾	28	-	-
Bodenartengruppe 6: Mo - Anmoor und Moor			
A	3 4 - 5	+70 +60	+42 +34
B	6 - 8 9 - 10	+50 +25	+24 +12
C	11 - 13 14 - 16	0 0	0 0
D	17 - 20 21 - 24	-10 -20	-42 -84
E ¹⁾	25	-	-

¹⁾ keine Düngung

Tabelle 27: Jährliche Zu- bzw. Abschläge für Magnesium auf Acker- und Grünland

Gehaltsklasse	CaCl ₂ -Magnesium mg Mg/100 g Boden	Zu- bzw. Abschlag vom Mg-Entzug kg/ha	
		Mg	MgO
Bodenartengruppe 1 und 6: S und Mo - Sand und Anmoor/Moor			
A	1,0 1,1 - 2,0	+45 +38	+75 +63
B	2,1 - 2,7 2,8 - 3,5	+30 +20	+50 +33
C	3,6 - 4,3 4,4 - 5,0	+10 +5	+17 +8
D + E ¹⁾	5,1	-	-
Bodenartengruppe 2: l`S - schwach lehmiger Sand			
A	1,2 1,3 - 2,5	+45 +38	+75 +63
B	2,6 - 3,5 3,6 - 4,5	+30 +20	+50 +33
C	4,6 - 5,5 5,6 - 6,5	+10 +5	+17 +8
D + E ¹⁾	6,6	-	-

Gehaltsklasse	CaCl ₂ -Magnesium mg Mg/100 g Boden	Zu- bzw. Abschlag vom Mg-Entzug kg/ha	
		Mg	MgO
Bodenartengruppe 3: IS - stark lehmiger Sand			
A	1,5	+30	+50
	1,6 - 3,0	+24	+40
B	3,1 - 4,5	+15	+25
	4,6 - 5,5	+8	+13
C	5,6 - 6,7	+4	+7
	6,8 - 8,0	0	0
D + E ¹⁾	8,1	-	-
Bodenartengruppe 4: sL/uL - sandiger Lehm bis schluffiger Lehm			
A	2,0	+30	+50
	2,1 - 4,0	+24	+40
B	4,1 - 5,7	+15	+25
	5,8 - 7,5	+8	+13
C	7,6 - 9,2	+4	+7
	9,3 - 11,0	0	0
D + E ¹⁾	11,1	-	-
Bodenartengruppe 5: t L/T - toniger Lehm bis Ton			
A	2,5	+30	+50
	2,6 - 5,0	+24	+40
B	5,1 - 7,2	+15	+25
	7,3 - 9,5	+8	+13
C	9,6 - 11,7	+4	+7
	11,8 - 14,0	0	0
D + E ¹⁾	14,1	-	-

¹⁾ keine Düngung

4.4 Kalkdüngung

Ein geordneter Kalkzustand des Bodens ist ein wichtiger Bestandteil einer hohen Bodenfruchtbarkeit und unentbehrliche Grundlage für eine erfolgreiche Pflanzenproduktion. Unter den Boden- und Klimabedingungen Deutschlands führen neben der Bewirtschaftung natürliche Prozesse zu einer Versauerung der Böden.

Zum Einstellen eines standörtlich optimalen Kalkversorgungszustandes sind in Höhe des ermittelten Kalkbedarfes entsprechende Kalkdüngungsmaßnahmen erforderlich. Eine bedarfsgerechte Kalkdüngung bewirkt eine Verbesserung der physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Bodens. Die Ca-Ionen stabilisieren das Bodengefüge und fördern die Bildung von Ton-Humus-Komplexen sowie einer guten Bodenstruktur. Daraus resultiert die Erhöhung der Wasseraufnahme und des Wasserspeichervermögens, während sich die Verschlammungs- und Erosionsgefahr vermindert. Die Tragfähigkeit des Bodens verbessert sich und die Verdichtungsneigung nimmt ab. Die Böden trocknen schneller ab und lassen sich leichter bearbeiten.

Die Kalkung neutralisiert die im Boden entstehenden oder zugeführten Säuren und verhindert damit die Freisetzung toxischer Ionen wie Al₃⁺ und Mn₂⁺ aus der festen Phase des Bodens. Gleichzeitig unterbleibt die im stark sauren Böden anzutreffende Verminderung der Pflanzenverfügbarkeit von Magnesium, Phosphor und Molybdän. Dar-

über hinaus reduziert die Kalkung die Löslichkeit toxischer Schwermetalle und deren Aufnahme durch die Pflanzen.

Die Kalkung fördert die Aktivitäten der Mikroorganismen und Tiere im Boden und beschleunigt die Umsetzung der organischen Substanz, zum Beispiel von Stroh.

Als Maß für den Kalkversorgungszustand dient der pH-Wert des Bodens, bestimmt in der Bodensuspension mit 0,01 M Calciumchloridlösung (pH-CaCl₂). Aus dem Ergebnis der pH-Bestimmung folgen Aussagen zu Kalkversorgung und Kalkbedarf des Bodens. Grundlage dieser Beziehungen bildete die Auswertung umfangreicher und langjähriger Feldversuche (Dauerversuche) zur Kalkung unter verschiedenen Standort- und Klimabedingungen in Ostdeutschland. Dabei wurden sowohl die Bodenart als auch der Humusgehalt des Bodens mit berücksichtigt. Die vom Humusgehalt abhängige Einstufung der Bodenarten bezüglich der Kalkversorgung in pH-Klassen für Acker- bzw. Grünland geht aus Anlage 2 hervor.

4.4.1 Richtwerte für die pH-Klassen

Die Bewertung des Kalkzustandes über den pH-Wert des Bodens erfolgt vergleichbar dem Vorgehen bei den Nährstoffen P, K und Mg durch Eingruppierung in die fünf pH-Klassen A bis E (Tab. 28). Das System der Kalkbedarfsermittlung beruht auf Ergebnissen umfangreicher Dauerfeldversuche in Ostdeutschland zur Kalkdüngung und wurde in den letzten Jahren von allen Bundesländern übernommen. Die pH-Klasse C gilt als optimale Bodenreaktion.

Tabelle 28: Definition der pH-Klassen für die Kalkversorgung des Bodens sowie des Kalkdüngungsbedarfs auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche

pH-Klasse/ Kalkversorgung	Beschreibung von Zustand und Maßnahme	Kalkbedarf
A/sehr niedrig	<i>Zustand:</i> Erhebliche Beeinträchtigung von Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit, sehr hoher Kalkbedarf, signifikante Ertragsverluste bei fast allen Kulturen bis hin zum gänzlichen Ertragsausfall, stark erhöhte Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen im Boden. <i>Maßnahme:</i> Kalkung hat weitgehend unabhängig von der anzubauenden Kultur Vorrang vor anderen Düngungsmaßnahmen.	Gesundungskalkung
B/niedrig	<i>Zustand:</i> Noch keine optimalen Bedingungen für Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit, hoher Kalkbedarf, meist noch signifikante Ertragsverluste bei kalkanspruchsvollen Kulturen, erhöhte Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen im Boden. <i>Maßnahme:</i> Kalkung erfolgt innerhalb der Fruchtfolge, bevorzugt zu den kalkanspruchsvollen Kulturen.	Aufkalkung
C/anzustreben, optimal	<i>Zustand:</i> Optimale Bedingungen für Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit sind gegeben, geringer Kalkbedarf, kaum bzw. keine Mehrerträge durch Kalkung. <i>Maßnahme:</i> Kalkung innerhalb der Fruchtfolge zu kalkanspruchsvollen Kulturen.	Erhaltungskalkung
D/hoch	<i>Zustand:</i> Der pH-Wert ist höher als anzustreben, kein Kalkbedarf. <i>Maßnahme:</i> Unterlassung einer Kalkung.	keine Kalkung
E/sehr hoch	<i>Zustand:</i> Der pH-Wert ist wesentlich höher als anzustreben und kann die Nährstoffverfügbarkeit sowie den Pflanzenertrag und die Qualität negativ beeinflussen. <i>Maßnahme:</i> Unterlassung jeglicher Kalkung, Einsatz von Düngemitteln, die infolge physiologischer bzw. chemischer Reaktion im Boden versauernd wirken.	keine Kalkung und keine Anwendung physiologisch bzw. chemisch alkalisch wirkender Düngemittel

4.4.2 Ermittlung des Kalkbedarfes

Bei hohem Kalkbedarf (Gesundungs- und Aufkalkung) ist der Einsatz entsprechender Kalkdünger unumgänglich. Dagegen kann im Rahmen der Erhaltungskalkung die Anwendung von N-, P- und K-Mineraldüngemitteln mit „Kalkmehrung“ die empfohlene Kalkdüngung unter Umständen vollständig ersetzen. Werden jedoch vorwiegend Düngemitteltypen mit „Kalkzehrung“ eingesetzt, erhöht sich der Kalkdüngbedarf. In der Anlage 7 sind für zahlreiche Mineraldünger entsprechende Angaben zur äquivalenten Kalkwirkung enthalten.

Umrechnungsfaktoren für die Nährstoffgehalte von Elementwerten in verschiedene Bindungsformen und umgekehrt enthält für Makro- und Mikronährstoffe Anlage 19.

Die für die Kalkung erforderlichen Kalkmengen der fünf Bodenartengruppen in Abhängigkeit von pH-Wert und Humusgehalt des Bodens sind in den Tabellen 30 und 31 aufgeführt.

Bei hohem Kalkbedarf ist die jährliche Kalkdüngermenge gemäß Tabelle 29 zu begrenzen und die Differenzmenge in den folgenden Jahren auszubringen.

Tabelle 29: Maximale jährliche Kalkdüngermenge (dt CaO)

Bodenartgruppe	Ackerland	Grünland
S, I'S	30	15
IS	60	20
sL/uL - T	90	25 - 30

Tabelle 30: Kalkdüngungsbedarf auf Ackerland: pH-CaCl₂-Werte und jeweils zugehörige Kalkmengen (dt CaO/ha¹) zur Erreichung und Erhaltung des optimalen pH-Bereiches C (Die empfohlenen Gaben beinhalten den Kalkbedarf für vier bis sechs Jahre bzw. bis zur nächsten Bodenuntersuchung bzw. nach Ablauf einer Fruchtfolge)

pH-Klasse	Humusgehalt									
	bis 4,0 %		4,1 - 8,0 %		8,1 - 15,0 %		15,1 - 30 %		> 30 %	
	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO
Bodenartengruppe 1: S - Sand										
A	≤ 4,0	45	≤ 3,7	50	≤ 3,4	50	≤ 3,1	21	-	-
	4,1	42	3,8	46	3,5	47	3,2	19	-	-
	4,2	39	3,9	43	3,6	43	3,3	18	-	-
	4,3	36	4,0	39	3,7	39	3,4	16	-	-
	4,4	33	4,1	35	3,8	35	3,5	15	-	-
	4,5	30	4,2	32	3,9	31	3,6	13	-	-
B	4,6	27	4,3	28	4,0	28	3,7	12	-	-
	4,7	24	4,4	24	4,1	24	3,8	10	-	-
	4,8	22	4,5	21	4,2	20	3,9	9	-	-
	4,9	19	4,6	17	4,3	16	4,0	7	-	-
	5,0	16	4,7	13	4,4	13	4,1	6	-	-
	5,1	13	4,8	10	4,5	9	4,2	4	-	-
	5,2	10	4,9	6	4,6	5	-	-	-	-
	5,3	7	-	-	-	-	-	-	-	-
C	5,4 - 5,8	6	5,0 - 5,4	5	4,7 - 5,1	4	4,3 - 4,7	3	-	-
D	5,9 - 6,2	-	5,5 - 5,8	-	5,2 - 5,4	-	4,8 - 5,1	-	-	-
E	≥ 6,3	-	≥ 5,9	-	≥ 5,5	-	≥ 5,2	-	-	-

pH-Klasse	Humusgehalt									
	bis 4,0 %		4,1 - 8,0 %		8,1 - 15,0 %		15,1 - 30 %		> 30 %	
	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO
Bodenartengruppe 2: I S - schwach lehmiger Sand										
A	≤ 4,0	77	≤ 3,7	82	≤ 3,3	83	-	-	-	-
	4,1	73	3,8	78	3,4	78	≤ 3,0	31	-	-
	4,2	69	3,9	73	3,5	74	3,1	29	-	-
	4,3	65	4,0	69	3,6	69	3,2	27	-	-
	4,4	61	4,1	64	3,7	64	3,3	26	-	-
	4,5	57	4,2	60	3,8	60	3,4	24	-	-
	4,6	53	4,3	55	3,9	55	3,5	22	-	-
	4,7	49	4,4	51	4,0	51	3,6	20	-	-
4,8	46	4,5	46	4,1	46	3,7	19	-	-	
B	4,9	42	4,6	42	4,2	41	3,8	17	-	-
	5,0	38	4,7	37	4,3	37	3,9	15	-	-
	5,1	34	4,8	33	4,4	32	4,0	14	-	-
	5,2	30	4,9	28	4,5	27	4,1	12	-	-
	5,3	26	5,0	24	4,6	23	4,2	10	-	-
	5,4	22	5,1	19	4,7	18	4,3	8	-	-
	5,5	19	5,2	15	4,8	13	4,4	7	-	-
	5,6	15	5,3	10	4,9	9	4,5	5	-	-
5,7	11	-	-	-	-	-	-	-	-	
C	5,8 - 6,3	10	5,4 - 5,9	9	5,0 - 5,5	8	4,6 - 5,1	4	-	-
D	6,4 - 6,7	-	6,0 - 6,3	-	5,6 - 5,9	-	5,2 - 5,5	-	-	-
E	≥ 6,8	-	≥ 6,4	-	≥ 6,0	-	≥ 5,6	-	-	-
Bodenartengruppe 3: IS - stark lehmiger Sand										
A	≤ 4,5	87	≤ 4,2	89	≤ 3,8	90	≤ 3,3	33	-	-
	4,6	82	4,3	83	3,9	84	3,4	31	-	-
	4,7	77	4,4	77	4,0	78	3,5	29	-	-
	4,8	73	4,5	71	4,1	72	3,6	27	-	-
	4,9	68	4,6	66	4,2	66	3,7	25	-	-
	5,0	63	4,7	60	4,3	60	3,8	23	-	-
B	5,1	58	4,8	54	4,4	54	3,9	21	-	-
	5,2	53	4,9	48	4,5	48	4,0	19	-	-
	5,3	49	5,0	42	4,6	42	4,1	17	-	-
	5,4	44	5,1	36	4,7	35	4,2	15	-	-
	5,5	39	5,2	31	4,8	29	4,3	14	-	-
	5,6	34	5,3	25	4,9	23	4,4	12	-	-
	5,7	29	5,4	19	5,0	17	4,5	10	-	-
	5,8	25	5,5	13	5,1	11	4,6	8	-	-
	5,9	20	-	-	-	-	4,7	6	-	-
6,0	15	-	-	-	-	-	-	-	-	
C	6,1 - 6,7	14	5,6 - 6,2	12	5,2 - 5,8	10	4,8 - 5,4	5	-	-
D	6,8 - 7,1	-	6,3 - 6,7	-	5,9 - 6,2	-	5,5 - 5,8	-	-	-
E	≥ 7,2	-	≥ 6,8	-	≥ 6,3	-	≥ 5,9	-	-	-
Bodenartengruppe 4: sL/uL - sandiger bis schluffiger Lehm										
A	≤ 4,5	117	≤ 4,2	115	≤ 3,8	109	≤ 3,3	39	-	-
	4,6	111	4,3	108	3,9	103	3,4	37	-	-
	4,7	105	4,4	102	4,0	97	3,5	35	-	-
	4,8	100	4,5	95	4,1	90	3,6	33	-	-
	4,9	94	4,6	89	4,2	84	3,7	31	-	-
	5,0	88	4,7	82	4,3	78	3,8	29	-	-
	5,1	82	4,8	75	4,4	71	3,9	27	-	-
	5,2	76	4,9	69	4,5	65	4,0	25	-	-

pH-Klasse	Humusgehalt									
	bis 4,0 %		4,1 - 8,0 %		8,1 - 15,0 %		15,1 - 30 %		> 30 %	
	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO
B	5,3	70	5,0	62	4,6	59	4,1	23	-	-
	5,4	65	5,1	55	4,7	52	4,2	21	-	-
	5,5	59	5,2	49	4,8	46	4,3	19	-	-
	5,6	53	5,3	42	4,9	40	4,4	17	-	-
	5,7	47	5,4	36	5,0	33	4,5	15	-	-
	5,8	41	5,5	29	5,1	27	4,6	13	-	-
	5,9	36	5,6	22	5,2	21	4,7	11	-	-
	6,0	30	5,7	16	5,3	14	4,8	9	-	-
	6,1	24	-	-	-	-	4,9	7	-	-
	6,2	18	-	-	-	-	-	-	-	-
C	6,3 - 7,0	17	5,8 - 6,5	15	5,4 - 6,1	13	5,0 - 5,7	6	-	-
D	7,1 - 7,4	-	6,6 - 7,0	-	6,2 - 6,5	-	5,8 - 6,1	-	-	-
E	≥ 7,5	-	≥ 7,1	-	≥ 6,6	-	≥ 6,2	-	-	-
Bodenartengruppe 5: t L/tL/IT/T - schwach toniger Lehm bis Ton										
A	≤ 4,5	160	≤ 4,2	137	≤ 3,8	121	≤ 3,3	44	-	-
	4,6	152	4,3	130	3,9	115	3,4	41	-	-
	4,7	144	4,4	123	4,0	108	3,5	39	-	-
	4,8	136	4,5	115	4,1	102	3,6	37	-	-
	4,9	128	4,6	108	4,2	95	3,7	35	-	-
	5,0	121	4,7	100	4,3	89	3,8	33	-	-
	5,1	113	4,8	93	4,4	82	3,9	31	-	-
	5,2	105	4,9	86	4,5	76	4,0	29	-	-
	5,3	98	-	-	-	-	-	--	-	-
	B	5,4	90	5,0	78	4,6	69	4,1	27	-
5,5		82	5,1	71	4,7	63	4,2	25	-	-
5,6		75	5,2	69	4,8	56	4,3	23	-	-
5,7		67	5,3	56	4,9	50	4,4	21	-	-
5,8		59	5,4	49	5,0	43	4,5	19	-	-
5,9		52	5,5	41	5,1	37	4,6	17	-	-
6,0		44	5,6	34	5,2	30	4,7	14	-	-
6,1		36	5,7	27	5,3	24	4,8	12	-	-
6,2		29	5,8	19	5,4	17	4,9	10	-	-
6,3		21	-	-	-	-	5,0	8	-	-
C	6,4 - 7,2	20	5,9 - 6,7	18	5,5 - 6,3	16	5,1 - 5,9	7	-	-
D	7,3 - 7,7	-	6,8 - 7,2	-	6,4 - 6,7	-	6,0 - 6,3	-	-	-
E	≥ 7,8	-	≥ 7,3	-	≥ 6,8	-	≥ 6,4	-	-	-
Bodenartengruppe 6: Mo B Hochmoor und saure Niedermoore, Humusgehalt > 30 %										
A, B									≤ 4,2	10
C									4,3	- ²⁾
D, E									≥ 4,4	-

¹⁾ errechnet mittels Regressionsgleichungen aus Kalkdüngungsdauerversuchen; Werte sind für Praxisempfehlungen zu runden

²⁾ keine Erhaltungskalkung

Tabelle 31: Kalkdüngungsbedarf auf Grünland: pH-CaCl₂-Werte und jeweils zugehörige Kalkmengen (dt CaO/ha¹⁾) zur Erreichung und Erhaltung des optimalen pH-Bereiches C (Die empfohlenen Gaben beinhalten den Kalkbedarf für vier bis sechs Jahre bis zur nächsten Bodenuntersuchung)

pH-Klasse	Humusgehalt											
	bis 15 %		15,1 - 30 %		15 %		15,1 - 30 %		15 %		15,1 - 30 %	
	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO
Bodenartengruppe												
	1: S B Sand				2: l' S - schwach lehmiger Sand				3: IS - stark lehmiger Sand			
A	≤ 3,5	30	≤ 3,1	19	≤ 3,8	40	≤ 3,2	25	≤ 4,0	50	≤ 3,4	30
	3,6	28	3,2	17	3,9	37	3,3	23	4,1	47	3,5	28
	3,7	25	3,3	16	4,0	35	3,4	22	4,2	43	3,6	26
	3,8	23	3,4	15	4,1	32	3,5	20	4,3	40	3,7	24
	3,9	21	3,5	13	4,2	29	3,6	18	4,4	37	3,8	22
	4,0	19	3,6	12	4,3	27	3,7	17	4,5	33	3,9	20
B	4,1	16	3,7	11	4,4	24	3,8	15	4,6	30	4,0	18
	4,2	14	3,8	9	4,5	22	3,9	14	4,7	27	4,1	16
	4,3	12	3,9	8	4,6	19	4,0	12	4,8	24	4,2	15
	4,4	9	4,0	7	4,7	16	4,1	10	4,9	20	4,3	13
	4,5	7	4,1	5	4,8	14	4,2	9	5,0	17	4,4	11
	4,6	5	4,2	4	4,9	11	4,3	7	5,1	14	4,5	9
	-	-	-	-	5,0	9	4,4	6	5,2	10	4,6	7
	-	-	-	-	5,1	6	4,5	4	5,3	7	4,7	5
C	4,7 - 5,0	4	4,3 - 4,7	3	5,2 - 5,5	5	4,6 - 5,1	3	5,4 - 5,7	6	4,8 - 5,4	4
	5,1 - 5,2	-	-	-	5,6-	-	-	-	5,8-	-	-	-
D	5,3 - 5,6	-	4,8 - 5,1	-	5,8 - 6,1	-	5,2 - 5,5	-	6,1 - 6,5	-	5,5 - 5,8	-
E	≥ 5,7	-	≥ 5,2	-	≥ 6,2	-	≥ 5,6	-	≥ 6,6	-	≥ 5,9	-
Bodenartengruppe												
	4: sL/uL sandiger bis schluffiger Lehm				5: t' L/tL/lT/T schwach toniger Lehm bis Ton				6: Mo Hochmoor und saure Niedermoore (Humusgehalt > 30 %)			
A	≤ 4,2	57	≤ 3,6	36	≤ 4,2	68	≤ 3,6	45				
	4,3	54	3,7	34	4,3	63	3,7	42				
	4,4	50	3,8	31	4,4	59	3,8	40				
	4,5	46	3,9	29	4,5	55	3,9	37				
	4,6	42	4,0	27	4,6	51	4,0	34				
	4,7	38	4,1	24	4,7	47	4,1	31				
B	4,8	35	4,2	22	4,8	43	4,2	29	≤ 4,2	10		
	4,9	31	4,3	20	4,9	38	4,3	26				
	5,0	27	4,4	18	5,0	34	4,4	23				
	5,1	23	4,5	15	5,1	30	4,5	21				
	5,2	19	4,6	13	5,2	26	4,6	18				
	5,3	16	4,7	11	5,3	22	4,7	15				
	5,4	12	4,8	8	5,4	17	4,8	12				
	5,5	8	4,9	6	5,5	13	4,9	10				
C	5,6 - 5,9	7	5,0 - 5,7	5	5,7 - 6,1	8	5,1 - 5,9	6	4,3	- ²⁾		
	6,0 - 6,3	-	-	-	6,2 - 6,5	-	-	-	-	-		
D	6,4 - 6,8	-	5,8 - 6,1	-	6,6 - 7,0	-	6,1 - 6,4	-	≥ 4,4	-		
E	≥ 6,9	-	≥ 6,2	-	≥ 7,1	-	≥ 6,5	-				

¹⁾ errechnet mittels Regressionsgleichungen aus Kalkdüngungsdauerversuchen; Werte sind für Praxisempfehlungen zu runden

²⁾ keine Erhaltungskalkung

4.5 Mikronährstoffdüngung

Für eine Reihe von Nährelementen weisen die Kulturpflanzen nur einen geringen Bedarf auf. Dazu zählen die so genannten Mikronährstoffe (auch als Spurenelemente bezeichnet). Mangelt es jedoch an diesen bzw. ist deren ausreichende Aufnahme behindert, kann das zu erheblichen Wachstumsdepressionen führen.

Als essenzielle Mikronährstoffe haben Bor (B), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Molybdän (Mo) und Zink (Zn) in der Pflanzenernährung eine besondere Bedeutung. Sie sind bereits in kleinsten Mengen hocheffizient wirksam und können im ertragreichen Pflanzenbau zum Minimumfaktor, d. h. ertragsbegrenzend, werden. Das in diesem Zusammenhang mitunter erwähnte Eisen (Fe) ist im Ackerbau von untergeordneter Bedeutung.

Anthropogen und besonders geogen bedingt sind bisher überwiegend ausreichende Mengen dieser Nährelemente in pflanzenverfügbarer Form im Boden für die angestrebten Pflanzenerträge vorhanden.

Die Düngung mit diesen Nährelementen war deshalb in der Vergangenheit nur auf bestimmten Standorten (z. B. Kupfer und Mangan auf Niedermoor) und beim Anbau besonders anspruchsvoller Kulturen zu beachten. Unterdessen sind auch auf anderen Standorten infolge jährlich hoher Erträge, d. h. entsprechender Entzüge an diesen Nährstoffen, die Gehalte im Boden für ein optimales Pflanzenwachstum mitunter nicht mehr ausreichend. Eine Mikronährstoffzufuhr könnte insbesondere aus nachstehend genannten Ursachen verstärkte praktische Bedeutung erhalten:

- steigende Pflanzenerträge bedingen erhöhte Mikronährstoffentzüge und erfordern somit optimale Pflanzenverfügbarkeit (Mobilität) dieser Nährstoffe im Boden;
- erhöhte Makronährstoff- und auch Kalkdüngergaben können Ionenkonkurrenzen zu Mikronährstoffen bewirken und damit deren Pflanzenverfügbarkeit beeinflussen;
- zunehmender Einsatz von hochprozentigen Makronährstoffdüngern, die arm bzw. frei von Mikronährstoffen sind;
- Rückgang bzw. auch Konzentration der Viehbestände führten zu geringerer bzw. nur punktförmiger Ausbringung organischer Dünger und zur Abnahme der Flächen mit kontinuierlichem Rückfluss von Mikronährstoffen aus den Wirtschaftsdüngern;
- zunehmende Erforschung der Bedeutung ausreichender Mikronährstoffgehalte der Pflanzen für die Ernährung von Tier und Mensch.

Zur Ermittlung des Mikronährstoffbedarfes der Pflanzen sind Bodenuntersuchung und Pflanzenanalyse zwei sich ergänzende Methoden. Die Bodenuntersuchung liefert Aussagen über die potenzielle Mikronährstoffversorgung des Bodens und stellt eine wesentliche Grundlage für die Düngebedarfsermittlung dar.

Im Gegensatz zur Bewertung der Makronährstoffgehalte der Böden geschieht die Einstufung der Ergebnisse der Mikronährstoffbodenuntersuchung in nur drei Gehaltsklassen (Tab. 32).

Tabelle 32: Definition der Gehaltsklassen pflanzenverfügbarer Mikronährstoffgehalte (Bor, Kupfer, Mangan, Molybdän, Zink)

Gehaltsklasse	Düngungsempfehlung
A sehr niedriger/niedriger Gehalt im Boden	Beim Anbau mikronährstoffintensiver Kulturen wird durch Mikronährstoffdüngung ein deutlicher, z. T. signifikanter Mehrertrag erzielt. Weniger anspruchsvolle Kulturen erfordern keine Düngung.
C mittlerer/optimaler Gehalt im Boden	Eine Mikronährstoffdüngung wird nur dann zu mikronährstoffintensiven Kulturen empfohlen, wenn nicht bereits durch andere Faktoren die Mikronährstoff-Versorgung gewährleistet wird (z. B. organische Düngung, Veränderung des pH-Wertes im Boden durch Kalk oder physiologisch saure Düngemittel).
E hoher/sehr hoher Gehalt im Boden	Für alle Kulturen reichen die Mikronährstoffgehalte im Boden für hohe Erträge aus. Düngung ist nicht erforderlich.

Die Mikronährstoffuntersuchung der Böden erfolgt seit wenigen Jahren überwiegend mit Hilfe der CAT-Methode. Dieses Multielementextraktionsverfahren ermöglicht relativ kostengünstig die Ermittlung der verfügbaren Gehalte des Bodens an Bor, Kupfer, Mangan und Zink. An der Anwendung der CAT-Methode zur Molybdänbestimmung wird zurzeit noch wissenschaftlich gearbeitet. Deshalb ist für die Mo-Analytik die klassische Methode nach GRIGG einzusetzen.

Als gleichwertig gelten die nachfolgend aufgeführten klassischen Eielementmethoden, die jedoch kostenintensiver als die CAT-Methode sind.

- Bor: Heißwassermethode nach BERGER und TRUOG
- Kupfer: Salpetersäureextraktion nach WESTERHOFF, für carbonatreiche Böden in der Modifikation nach KRÄHMER und WITTER
- Mangan: Sulfit-pH 8-Methode nach SCHACHTSCHABEL
- Molybdän: Ammoniumoxalat/Oxalsäure-Methode nach GRIGG
- Zink: EDTA-Methode nach TRIERWEILER und LINDSAY

Natürliche Mikronährstoffgehalte der Böden

Wie auch bei anderen Nährstoffen wird der Mikronährstoffgehalt der Böden durch deren geologische Herkunft beeinflusst. Aus den über Jahrzehnte sporadisch und systematisch (u. a. in den 80er Jahren in Ostdeutschland, 1997 und 2004 in Thüringen) durchgeführten Bodenuntersuchungen lassen sich für die Düngungspraxis orientierende Aussagen über so genannte potenzielle Mangelstandorte ableiten. Diese sind nicht in jedem Fall düngedürftig, geben aber Anlass für eine orientierende Bodenuntersuchung in der betreffenden Region. Diesbezüglich sind für die einzelnen Mikronährstoffe folgende Standorte zu nennen:

- Bor: leichte alluviale und diluviale sandige Böden in Regionen mit hohen Niederschlagsmengen; gekalkte leichte und humusarme, ursprünglich saure Böden; Böden des unteren und mittleren Buntsandsteins, Schieferverwitterungsböden
- Kupfer: Anmoor- und Moorböden, humose Sandböden, leichte und mittlere Buntsandsteinböden, Keuper- und Muschelkalkböden
- Mangan: kalkhaltige anmoorige und humose Sandböden sowie spezielle Moorböden mit pH-Werten > 6,5; überkalkte leichte bis mittlere Böden; humusreiche und gut durchlüftete Böden in Verbindung mit Trockenheit

Molybdän: diluviale Böden, leichte und mittlere Buntsandsteinböden, versauerte Lössböden und auch Schwarzerde

Zink: diluviale mittelschwere Böden, leichte und mittlere Buntsandsteinböden, Keuperböden, Böden mit sehr hohen P- und Humusgehalten in Verbindung mit hohen pH-Werten

Mikronährstoffbedarf der Kulturen

Der Mikronährstoffdüngbedarf wird durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst. Dazu gehören neben Mikronährstoffversorgung, Humusversorgung und pH-Wert des Bodens, Witterungs- und Standortbedingungen, eventuellen Ionenantagonismen im Boden insbesondere die aktuelle Wasserversorgung des Bodens Mikronährstoffbedürftigkeit der Pflanzenarten. Die Kulturpflanzen, z. T aber auch deren Sorten, besitzen unterschiedliche Ansprüche an die Mikronährstoffversorgung. Hierfür sind sowohl der allgemeine Nährelementbedarf als auch die Effizienz bei den verschiedenen Kulturen entscheidend. Hierfür gilt die in Tabelle 33 vorgenommene Gruppierung bezüglich der Mikronährstoffbedürftigkeit der Kulturen.

Tabelle 33: Mikronährstoffbedürftigkeit der Kulturen in Bedarfsklassen

	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Getreide und Mais					
Winter- und Sommerweizen	0	2	2	0	0
Winter- und Sommerroggen	0	1	1	0	0
Winter- und Sommergerste, Getreidegemenge	0	2	2	0	0
Hafer	0	2	2	1	0
Körnermais, Silomais, Grünmais	1	1	1	0	2
Erbse, Trockenspeisebohne, Wicke	0	0	2	1	0
Ackerbohne	1	1	0	1	1
Lupine	2	0	0	1	0
Öl- und Faserpflanzen					
Raps, Rübsen	2	0	1	1	0
Senf	1	0	0	1	0
Mohn	2	0	0	0	0
Lein	1	2	0	0	2
Sonnenblume	2	2	1	0	0
Hanf	1	0	0	1	0
Feldgemüsearten					
Blumenkohl	2	1	1	2	0
Bohne	0	0	2	1	2
Grünkohl, Kopfkohl	2	1	1	1	0
Gurke	0	1	2	0	0
Kohlrabi	2	0	0	1	0
Kohlrübe	2	0	1	1	0
Möhre	1	2	1	0	0
Radies, Rettich	1	1	2	1	0
Rote Rübe	2	2	2	1	1
Kopfsalat, Spinat	1	2	2	2	0
Sellerie	2	1	1	0	0
Schnittpetersilie	0	1	0	0	0
Tomate	1	1	1	1	1
Zwiebel	0	2	2	0	1

	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Hackfrüchte					
Kartoffel	1	0	1	0	1
Rübe (auch Stecklinge und Vermehrung)	2	1	2	1	1
Stoppel-, Kohlrübe	2	0	1	1	0
Futtermöhre	1	2	1	0	0
Futterpflanzen					
Rotklee, Rotklee gras	1	1	1	2	1
Luzernegras, Futtergräser, Wiese, Weide	0	1	1	0	0
Luzerne	2	2	1	2	1
Futter-, Markstammkohl	2	0	1	2	0

0 = Kultur mit niedrigem Bedarf 1 = Kultur mit mittlerem Bedarf 2 = Kultur mit hohem Bedarf

Zusammenfassend kann aus zahlreichen Feldversuchen und Erhebungsuntersuchungen folgende grobe Abschätzung für einzelne Kulturen mit hohem Bedarf an einzelnen Mikroelementen vorgenommen werden:

Bor: Winterraps, Zucker- und Futterrübe, Luzerne, Kohlarten, Sonnenblume
 Kupfer: Weizen, Gerste, Hafer, Lein, Sonnenblume, Luzerne
 Mangan: Weizen, Hafer, Zucker- und Futterrübe, Erbse, Bohne
 Molybdän: Luzerne, Rotklee, Kohlarten
 Zink: Mais, Lein, Hopfen

Getreide besitzt einen niedrigen Borbedarf und erfordert nach gegenwärtigen Erkenntnissen keine Bordüngung.

Die nachfolgende Tabelle informiert über mittlere Mikronährstoffentzüge von Ackerkulturen bei mittlerem Ertragsniveau (Tab. 34).

Tabelle 34: Mittlere Mikronährstoffentzüge von Ackerkulturen bei GE-Erträgen von 50 bis 70 dt/ha

Mikronährstoff	Entzug (g/ha)
Bor	150 - 200
Kupfer	70 - 120
Mangan	400 - 800
Molybdän	5 - 12
Zink	250 - 350
Eisen	500 - 1500

Wirtschafts- und Sekundärrohstoffdünger verfügen über nicht zu vernachlässigende Gehalte an Mikronährstoffen. Einen Überblick gibt Tabelle 35. Die aufgeführten Mikronährstoffe sind im Anwendungsjahr nicht voll pflanzenverfügbar. Sie tragen jedoch mittel- bis langfristig zur Mikronährstoffernährung der Kulturen bei.

Tabelle 35: Mittlere Mikronährstoffgehalte organischer Düngestoffe

Element	Rindergülle 4 - 8 % TS ²⁾ g/m ³	Schweinegülle 4 - 8 % TS ²⁾ g/m ³	Hühnergülle 8 - 12 % TS ²⁾ g/m ³	Stalldung FM ³⁾ g/t	Klärschlamm TS ²⁾ g/t
B	1 - 3	2 - 4	2 - 4	3 - 6	10 - 100
Cu	2 - 6	4 - 20	2 - 5	2 - 5	12 - 6 800
Mn	8 - 25	10 - 30	30 - 50	30 - 60	60 - 4 300
Mo ¹⁾	50 - 120	130 - 200	60 - 150	400	10 - 100
Zn	10 - 20	15 - 70	15 - 50	50 - 300	180 - 2 000

¹⁾ Angaben in mg/m³ bzw. mg/t

²⁾ Trockensubstanz

³⁾ Frischmasse

Pflanzenanalyse und Anwendung von Mikronährstoffdüngern

Die Anwendung der im Kapitel 4.1.5 beschriebenen Pflanzenanalyse gestattet Aussagen über den aktuellen Ernährungszustand der Kulturen. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt durch Einstufung in folgende Bereiche für den Ernährungszustand:

- niedrig bis mangelhaft
- ausreichend
- hoch

Stellt die Pflanzenanalyse eine niedrige bis mangelhafte Ernährung mit einem Mikronährstoff fest, ist eine kurzfristige Blattdüngung mit dem unzureichend aufgenommenen Mikronährstoffen angezeigt.

Einen Überblick über die Empfehlungen zur Boden- oder Blattdüngung bei Vorliegen eines Mikronährstoffdüngedarfes gibt Tabelle 36.

Tabelle 36: Empfehlungen zur Blatt- und Bodendüngung mit Mikronährstoffen

Mikronährstoff	Bodenarten- gruppe (BG)	Bodenart	Blattdüngung	Bodendüngung
Bor	1	Sand	0,4 kg B/ha	1,5 kg B/ha (Wirkung für 3 Jahre)
	2 - 5	schwach lehmiger Sand bis Ton		2,3 kg B/ha (Wirkung für 3 Jahre)
Kupfer	1 - 6	Sand, Lehm, Ton, Moor	1,0 kg Cu/ha	5,0 kg Cu/ha (Wirkung für 4 Jahre)
Mangan	1 - 6	Sand, Lehm, Ton, Moor	1- bis 3-mal 1,0 kg Mn/ha	keine Bodendüngung
Molybdän	1 - 5	Sand, Lehm, Ton	0,3 kg Mo/ha	1,0 kg Mo/ha (Wirkung für 3 Jahre)
Zink	1 - 2	Sand, schwach lehmiger Sand	0,3 kg Zn/ha	6 kg Zn/ha (Wirkung für 3 Jahre)
	3 - 5	stark lehmiger Sand bis Ton		10 kg Zn/ha (Wirkung für 3 Jahre)

Die Mikronährstoffzufuhr kann als Boden- oder als Blattdüngung erfolgen. Die Bodendüngung sollte in der Regel vor der Saat geschehen, wobei die in Tabelle 36 angegebene Wirkungsdauer der Düngung zu erwarten ist. Eine Manganbodendüngung wird aufgrund der geringen Wirksamkeit infolge Festlegung im Boden nicht empfohlen. Im Vergleich zu Bodendüngung werden für die Blattdüngung deutlich niedrigere Mikronährstoffmengen benötigt, jedoch ist bei einmaliger Anwendung in der Regel keine Nachwirkung im Folgejahr anzunehmen. Die Angaben zur Höhe der Blattdüngung beziehen sich auf den Einsatz von Salzen.

Bei Anwendung formulierter Produkte oder Chelaten sind die Hinweise der Hersteller, auch hinsichtlich der Mischbarkeit mit anderen Mitteln zu beachten.

Entscheidend für die Ertragswirksamkeit der Mikronährstoffblattapplikation ist deren Durchführung im element- und pflanzenartspezifischen optimalen Zeitpunkt (Tab. 37).

Tabelle 37: Optimaler Zeitpunkt für die Blattapplikation von Mikronährstoffen

Getreide	Schossenstadium, 10 bis 25 cm Wuchshöhe
Mais	nach 4. Blatt, 30 bis 40 cm Wuchshöhe
Rübe	Schließen der Reihen (Juni/Juli)
Kartoffel	Schließen der Reihen (Juni/Juli)
Luzerne, Rotklee	kurz vor der Blüte
Grünland	10 bis 15 cm Wuchshöhe
Raps, Rübsen	Knospenstadium
Ackerbohne, Erbse	6- bis 8-Blattstadium
Sonnenblume	Ausbildung 6. bis 8. Blatt
Lein	ca. 20 cm Wuchshöhe
Gräser	10 bis 15 cm Wuchshöhe
Kohlarten	Ausbildung 4. bis 7. Blatt

4.6 Organische Düngemittel

4.6.1 Wirkung organischer Düngemittel

Organische Dünger besitzen sowohl eine Humus- als auch eine Nährstoffwirkung (Abb. 4). Sie verbessern die physikalischen, chemischen und biologischen Bodeneigenschaften. Durch Reproduktion der infolge Mineralisierungsprozesse abgebauten organischen Bodensubstanz tragen sie zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit wesentlich bei.

Langfristig ist die Zufuhr organischer Dünger so zu bemessen, dass standort- und fruchtfolgetypische Gehalte an organischen Bodensubstanzen aufrechterhalten werden.

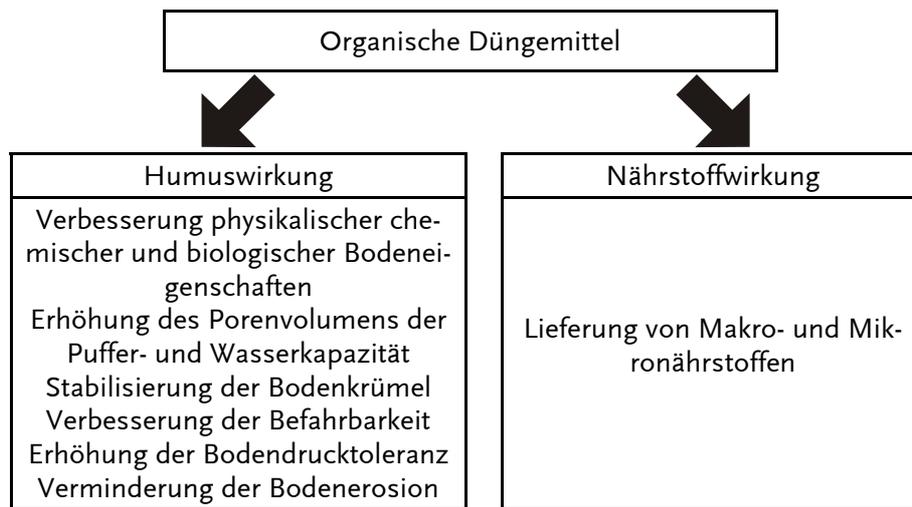


Abbildung 4: Wirkung organischer Dünger auf den Boden

Neben der Humuswirkung liefern organische Dünger Makro- und Mikronährstoffe. Die mit organischen Düngern ausgebrachten Nährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium sowie die Mikronährstoffe besitzen eine ähnliche Wirkung wie Mineraldünger. Sie werden daher bei der Düngebedarfsermittlung und der Nährstoffbilanzierung zu 100 % angerechnet. Die Stickstoffwirkung hingegen wird von mehreren Faktoren beeinflusst. Dabei spielt die Bindungsform eine ausschlaggebende Rolle. Während ein Teil des Stickstoffs organisch gebunden und langsam pflanzenverfügbar ist, kommt der lösliche Ammoniumanteil schnell zur Wirkung. In Jauche beispielsweise liegt der N-Gehalt zu 90 % in Ammonium-N vor. Die N-Wirkung steht daher ähnlich schnell wie bei einer mineralischen N-Düngung zur Verfügung. Bei Rottemist hingegen ist der Ammoniumanteil mit 10 % gering, so dass die N-Wirkung nur sehr verhalten einsetzt.

In der Abbildung 5 ist die mittlere Zusammensetzung wichtiger Wirtschaftsdünger dargestellt. Des Weiteren wird die Stickstoffwirkung organischer Dünger von folgenden Faktoren beeinflusst:

- C:N-Verhältnis und Stabilität der organischen Substanz,
- Termin der Ausbringung (Herbst oder Frühjahr),
- Einarbeitung in den Boden,
- Witterungsverhältnisse zur Ausbringung und danach,
- Standortbedingungen wie Bodenart, Niederschläge, Gründigkeit und
- angebaute Fruchtart.

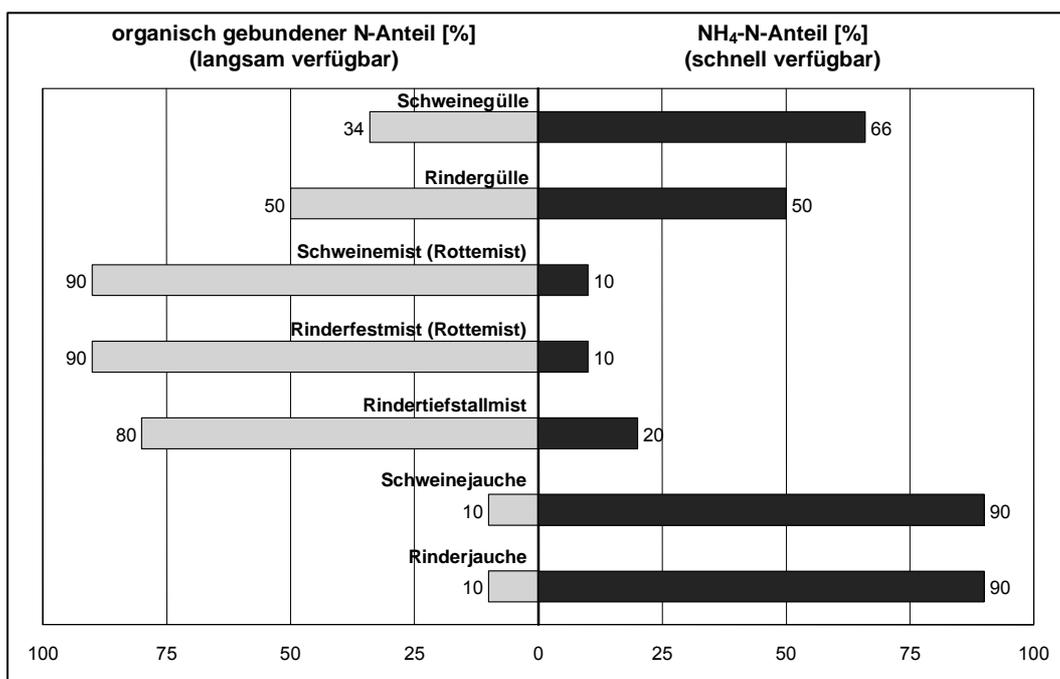


Abbildung 5: N-Charakteristik verschiedener Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft

Aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung organischer Dünger kann ihre N-Wirkung beträchtlich schwanken. Dabei spielt auch die Anwendungsdauer eine Rolle. Bei langfristigem Einsatz (> 4 Jahre) nimmt das Mineralisierungspotenzial zu, so dass die N-Wirkung ansteigt. In Tabelle 38 ist die mittlere pflanzenbauliche N-Wirksamkeit als Mineraldüngeräquivalent (MDÄ) von wichtigen organischen Düngern bei ordnungsgemäßem Einsatz zusammengestellt. Zum Beispiel besitzen 100 kg N in Schweinegülle im Anwendungsjahr eine vergleichbare Wirkung wie 40 bis 60 kg eines mineralischen N-Düngers. Komposte hingegen erreichen mit 0 bis 20 kg N nur eine geringe N-Wirkung.

Tabelle 38: Mittlere pflanzenbauliche N-Wirksamkeit (MDÄ) von ausgewählten Düngern bei ordnungsgemäßem Einsatz

Art	N-Wirksamkeit MDÄ (%)	
	kurzfristig	langfristig
Rindermist	10 - 20	20 - 50
Schweinemist	15 - 30	30 - 60
Geflügelmist mit Einstreu	15 - 30	30 - 60
Geflügelmist ohne Einstreu (Trockenkot)	30 - 50	50 - 70
Pferdemist	10 - 20	20 - 50
Rindergülle	30 - 50	50 - 70
Schweinegülle	40 - 60	60 - 70
Geflügelgülle	40 - 60	60 - 70
Biogasgülle	40 - 60	60 - 70
Jauche	80 - 90	-
Klärschlamm dick	40 - 50	50 - 60
Klärschlamm dünn	50 - 60	60 - 70
Grüngutkompost	0 - 10	10 - 30
Bioabfallkompost	0 - 20	20 - 30
Fleischknochenmehl	70 - 85	85 - 90
Niedermoortorf	0 - 10	10 - 30

4.6.2 Gülledüngung

Für die Düngungsplanung zum Einsatz von Gülle hat sich folgendes Vorgehen in der Praxis bewährt:

Bei allen Kulturen sollte der N-Bedarf nur zu 50 bis maximal 75 % aus organischen Düngestoffen, z. B. über Gülle-N-MDÄ, abgedeckt werden. Diese Begrenzung ergibt sich, weil:

- bei starker N-Nachlieferung u. a. Reifeverzögerung und auch Qualitätseinbußen bei den Ernteprodukten eintreten können;
- die N-Mineralisierung aus der organischen Substanz in starkem Maße von der Witterung abhängt und deshalb nicht ausreichend kalkulierbar ist;
- die N-Wirkung der Gülle, besonders beim Einsatz zu pflanzenbaulich nicht optimalen Terminen, nur schwer abschätzbar ist und
- bei einem unzureichenden Stand der vorhandenen Ausbringetechnik meist keine gleichmäßige Verteilung erfolgt.

Ein optimaler Gülleinsatz erfolgt nach den Angaben in Abbildung 6 und Tabelle 39.

Kultur	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Winterraps	X											X
Wintergetreide	X											X
Sommergetreide	X											X
Rübe	X											X
Kartoffel	X											X
Mais	X											X
Feld- und Klee gras	X											X
So-Zwischenfrüchte	X											X
Wi-Zwischenfrüchte	X											X
Stroh	X											X
Grünland	X											X

 Kernsperrzeit lt. Düngeverordnung für Gülle, Jauche, Geflügelkot oder Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff: **Einsatz dieser Dünger ist nicht zulässig**

N-Ausnutzung:  hoch  Mittel
 hoch bis mittel  niedrig bzw. allgemein nicht ordnungsgemäß bzw. nicht sinnvoll

Abbildung 6: Ausbringungskalender für Gülle und Jauche und andere N-haltige flüssige Düngestoffe

Der höchste N-Düngungseffekt wird bei Verwertung flüssiger Wirtschaftsdünger (Gülle und Jauche) im Frühjahr, unabhängig von der Bodenart, erzielt. Eine spätere Ausbringung (Ende April bis Ende Mai) ist nur noch zu Kulturen sinnvoll, die nach dem Ausbringungszeitpunkt noch einen nennenswerten N-Entzug realisieren.

Die Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger im Herbst darf nur auf Flächen mit Anbau von Winterkulturen oder Zwischenfrüchte erfolgen. Diese Pflanzen können im Herbst nur noch begrenzt Stickstoff aufnehmen, so dass die Ausbringungsmenge auf 80 kg/ha Gesamt-N bzw. 40 kg/ha Ammonium-N (N-Menge ohne Abzug von Ausbringungsverlusten) zu beschränken ist.

Auch in Kombination mit einer Strohdüngung sind flüssige Wirtschaftsdünger in Mengen wie bereits beschrieben einsetzbar. Hierbei wird der Stickstoff der Gülle im Boden weitgehend konserviert und vor Auswaschung geschützt. Der Einsatz von so genannten Stickstoffinhibitoren (z. B. PIADIN) kann dazu beitragen, die Wirksamkeit des Stickstoffs zu erhöhen.

Auch auf dem Grünland, bevorzugt auf Mähflächen, ist die Ausbringung von Gülle und Jauche angebracht. Die Höhe der Einzelgabe sollte dabei maximal 25 bis 30 m³/ha betragen, wobei Neuansäen im ersten Jahr nicht mit Gülle gedüngt werden. Auf Mähweiden sind organische Düngestoffe vorzugsweise auf dem zunächst zu mähen und erst später zu beweidenden Flächen einzusetzen.

Tabelle 39: Mittlere pflanzenbauliche N-Wirksamkeit (MDÄ) von Gülle im Ausbringungsjahr (Angaben %)

Fruchtart	Pflanzenbaulich wirksamer N-Anteil (%) im Ausbringungsjahr/Monat												
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
Silomais, Körnermais					Ausbringungs- verbot laut Düngever- ordnung				50	60	60	50	
Futter-/Zuckerrüben									55	60			
Kartoffeln									55	60			
Winterraps		50	40						50	60	60		
Winterweizen		30	35	40					50	55	60	50	
Wintergerste		30	35	40					50	55	60	50	
Winterroggen/ Triticale		30	35	40					50	55	60	50	
Sommerweizen										55	60	50	
Sommerfuttergerste										55	60	50	
Hafer										55	60	50	
Klee gras/Luzerne (50 % Grasanteil)	35	35	40						50	50	50	40	35
Feldgras	35	35	40	45					50	50	50	40	35
Zwischenfrucht	40	40	30										
Grünland	35	35	40	45		45*			50	50	50	40	35

* bis 14.11. Ausbringung möglich

Die Ausbringung von Gülle erfolgt bevorzugt zu Mais, Raps, Grünland und Getreide. Dabei sollte der N-Düngebedarf der angebauten Fruchtart nur bis zu 70 % mit Güllestickstoff abgedeckt werden. Die Düngeverordnung lässt zwar eine 100 %-ige Bedarfsdeckung mit organischen Düngern zu, aber aus Gründen der Ertragssicherheit und des Umweltschutzes ist eine Kombination mit Mineraldüngern zu empfehlen.

Neben Gülle ist Stallmist ein wichtiger Wirtschaftsdünger. Er übt einen positiven Einfluss auf den verfügbaren Nährstoffvorrat des Bodens, die Bodenstruktur und das Bodenleben aus. Den Böden werden mit dem Stallmist neben Hauptnährstoffen wichtige Spurenelemente zugeführt. Zahlreiche Feldversuche bewiesen die nachhaltig positive Stallmistwirkung auf den Bodenumusgehalt und die Ertragsleistung.

Um gasförmige Nährstoffverluste zu vermeiden, ist eine zügige Einarbeitung nach dem Streuen vorteilhaft. Liegt der Stallmist lange Zeit auf der Bodenoberfläche, dann erhöhen sich insbesondere bei warmem Wetter die gasförmigen Stickstoffverluste. Durch starke Regenfälle können die leichtlöslichen Nährstoffverbindungen in tiefere Bodenschichten ausgewaschen oder in den Bodensenken eingespült werden.

4.6.3 Stallmistdüngung

Für die Zufuhr von Stallmist im Herbst setzt die Düngeverordnung keine solchen konkreten Grenzen wie für flüssige Wirtschaftsdünger. Mit einer Menge von 300 bis 400 dt/ha Rottemist - sie entspricht der mittleren Humusreproduktion von drei bis vier Jahren - gelangen etwa 220 kg N/ha in den Boden. Hierbei sind NH_4 -Verluste für Lagerung und Ausbringung bereits berücksichtigt. Rechnet man mit einem N-Mineraldüngeräquivalent (N-MDÄ) von etwa 25 bis 30 % im Anwendungsjahr, entspricht das einer pflanzenverfügbaren N-Menge von rund 50 bis 60 kg/ha bodenwirksamem Stickstoff. Stallmistgaben in der genannten Höhe entsprechen damit weitgehend den Festlegungen zur „Guten fachlichen Praxis“ beim Düngen, dass nämlich stickstoffhaltige Düngemittel nur so auszubringen sind, dass die darin enthaltenen Nährstoffe im Wesentlichen während der Wachstumsphase der Pflanzen in einer am Bedarf orientierten Menge verfügbar (löslich) werden.

Durch den hohen Anteil von organisch gebundenem Stickstoff erstreckt sich die N-Wirkung des Stallmistes auf zwei bis drei Jahre. Er wird vorrangig zu Hackfrüchten eingesetzt, weil diese am stärksten auf die positive Beeinflussung der Bodeneigenschaften durch die organische Substanz reagieren und seine Nährstoffe aufgrund ihrer langen Vegetationszeit am besten ausnutzen.

Unsachgemäße Anwendung, z. B. längeres Liegen nach dem Ausbringen auf der Bodenoberfläche, führen infolge von N-Verlusten durch Ammoniakverflüchtigung zu verminderter N-Düngewirkung. Für die Ausnutzung der Stallmistnährstoffe wird auch der Einbringungstiefe in den Boden Bedeutung beigemessen. Danach ist auf sandigen Böden das etwas tiefere Einarbeiten (dadurch bedingte langsamere Umsetzung), auf den kolloidreicheren Böden dagegen das flachere Einbringen, günstiger.

Wichtig ist auch die gleichmäßige Verteilung des Stallmistes auf und im Boden. Stallmistnester verursachen infolge starker lokaler Nährstoffkonzentration stellenweise verstärkte vegetative Entwicklung der Pflanzen, damit unausgeglichene Bestände und u. U. Qualitätsminderungen der Ernteprodukte.

Empfehlungen zu Einsatzmengen und Ausbringungszeiten von Stallmist zu ausgewählten Fruchtarten beinhaltet Tabelle 40.

Tabelle 40: Empfohlene Stallmistmengen (t/ha) und Ausbringungszeiten

Fruchtart	empfohlene Stallmistmenge (t/ha) ¹⁾				
	März	August	September	Oktober	November
Winterweizen			25 - 35		
Wintergerste		25 - 35			
Winterroggen, Triticale		25 - 35			
Körnermais, Futterkohl	30 - 40			30 - 40	
Raps		30 - 40			
Kartoffeln, Zuckerrüben, Rübensamenträger, Rote Rüben				30 - 40	
Gehaltsrüben, Masserüben				30 - 45	
Silomais	30 - 50			30 - 50	
Sommerzwischenfrüchte		25 - 30			
Winterzwischenfrüchte		25 - 30			
Blumen-, Weiß-, Rot- u. Wirsing- kohl, Sellerie, Porree, Gurken	30 - 40			30 - 40	

¹⁾ Bei Geflügelmist sind die Stallmistmengen zu halbieren.

4.6.4 Jauche

In der Jauche liegt der größte Teil des Stickstoffgehaltes anorganisch gebunden als $\text{NH}_4\text{-N}$ vor. Ihr Einsatz in der Pflanzenproduktion erfolgt deshalb besonders unter dem Gesichtspunkt der N-Zufuhr. Die beste Nutzung der Nährstoffe aus der Jauche erfolgt bei ihrer Ausbringung kurz vor Beginn oder während der Vegetationszeit. Eine Anwendung von Jauche im Herbst unterliegt denselben Geboten der Düngeverordnung wie bei Gülle. Während der Vegetationszeit sind besonders nichtlegume Futterpflanzen für eine Jauchedüngung geeignet, weil sie den löslichen Stickstoff rasch aufnehmen. Im Grunde gelten für die Jauchedüngung ähnliche Gesichtspunkte wie für die Gülleanwendung.

Außer den Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft kommt auch Strohdüngung, Zwischenfruchtanbau, Gründüngung, mehrjährigem Feldfutteranbau sowie dem Leguminosenanbau erhebliche Bedeutung als organischer Dünger zu.

4.6.5 Biogasgülle und Gärreste aus Biogasanlagen

Die rasante Zunahme von Biogasanlagen in den letzten Jahren hat folglich zu einem wachsenden Anfall von entsprechenden Gärsubstraten geführt. Als Ausgangssubstrate für Biogasanlagen kommen neben Wirtschaftsdüngern zunehmend nachwachsende Rohstoffe sowie pflanzliche und tierische Reststoffe zum Einsatz (Tab. 41). Im Vergleich zu „normaler“ Gülle führt der Vergärungsprozess zu einer Veränderung wichtiger Eigenschaften des Substrates (Tab. 42). Vor allem der pH-Wert und der Gehalt an Ammoniumstickstoff werden erhöht. Des Weiteren kommt es infolge von Kohlenstoffabbau zur Reduktion des Trockensubstanzgehaltes sowie zur Verengung des C:N-Verhältnisses.

Aufgrund dieser veränderten Eigenschaften besitzen Biogasgülle eine schnelle N-Wirkung. Allerdings ist das Verlustpotenzial derartiger Substrate erhöht. Im Interesse einer guten N-Verwertung ist daher eine schnelle Einarbeitung in den Boden besonders wichtig.

In Abhängigkeit von den Einsatzstoffen sind verschiedene rechtliche Vorschriften zu beachten (Tab. 43).

Tabelle 41: Ausgangssubstrate für Biogasanlagen

Basissubstrate		(Ko-) Substrate		
Wirtschaftsdünger	Nachwachsende Rohstoffe	Pflanzliche Reststoffe (BioAbfV)	Tierische Reststoffe (EU-Hygiene-VO)	Sonstige organische Reststoffe
Rindergülle Schweinegülle Hühnergülle Festmist	Silomais Grassilage Maissilage Rübenblattsilage Getreide-Ganzpflanzensilage Sonnenblumen Hirse Sudangras	Bioabfall pflanzliche Rückstände aus der Lebens-, Genuss- und Futtermittelindustrie Ölsaatenrückstände Melasse Biertreber	Schlachtabfälle Fette und Fettrückstände Speisereste Knochenmehl Fleischknochenmehl Fleischmehl	Glycerin Alkohol

Tabelle 42: Eigenschaften von Biogasgülle

Merkmal	Veränderungen gegenüber „normaler“ Gülle
pH-Wert	höhere pH-Werte, daher größeres Risiko von Stickstoffverlusten durch Ammoniakverflüchtigung
Stickstoffgehalt	Gesamtstickstoffmenge wird durch Vergärungsprozesse kaum beeinflusst. Zersetzung der organischen Substanz erhöht den Anteil an Ammoniumstickstoff
weitere Nährstoffe	kaum Beeinflussung
Trockensubstanzgehalt	Reduktion des TS-Gehaltes, dadurch bessere Fließfähigkeit, günstigeres Ablaufverfahren und schnelles Eindringen in den Boden
C:N-Verhältnis	Verengung durch Kohlenstoffabbau zu Methan und CO ₂ ; dadurch schnellere N-Wirkung
Geruch	geringe Belästigung aufgrund weniger flüchtiger Fettsäuren

Tabelle 43: Übersicht rechtlicher Vorschriften in Abhängigkeit von den Einsatzstoffen in Biogasanlagen und von den Ausbringungsflächen

Einsatzstoffe	Hofeigene Flächen	Fremde Flächen
Wirtschaftsdünger	DüV	DüV, DüMV
Betriebseigener Pflanzenabfall	DüV	DüV, DüMV
Nachwachsende Rohstoffe	DüV	DüV, DüMV
Bioabfall (Anhang 1 BioAbfV) und DüMV (Anlage 1, Tab. 11 u. 12)	BioAbfV, DüV	BioAbfV, DüV, DüMV
Abfälle tierischer Herkunft	TierNebG, DüV	TierNebG, DüV, DüMV
Abfälle tierischer Herkunft und Bioabfall	TierNebG, BioAbfV, DüV	TierNebG, BioAbfV, DüV, DüMV

Düngerverordnung = DüV

Düngemittelverordnung = DüMV

Bioabfallverordnung = BioAbfV

Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetz = TierNebG

4.6.6 Strohdüngung

Ein großer Anteil der Ackerfläche Thüringens ist mit Halmfrüchten bestellt, so dass mit der Verwertung des anfallenden Strohes auf den Flächen ein Beitrag zur Nährstoffproduktion im Boden erbracht wird. Da Stroh ein sehr weites C:N-Verhältnis von 50 bis 80:1 aufweist, kann zu dessen Umsetzung im Boden ein N-Ausgleich bis zu 1 kg N/dt Stroh erforderlich sein. Ob und wann der N-Ausgleich verabreicht werden muss, hängt von folgenden Faktoren ab: Allgemeines Düngungsniveau des Landwirtschaftsbetriebes, Gehalt des Bodens an mineralischem Stickstoff, angebaute Kultur, Zeitpunkt der Strohverwertung und nachfolgende Kultur. So kann z. B. bei einem hohen N-Düngungsniveau der Vorfrucht aber nicht erreichtem Ertragsniveau und damit einer ertragsbedingt nur geringeren Ausnutzung des Stickstoffs davon ausgegangen werden, dass bei Strohdüngung kein N-Ausgleich im Herbst erfolgen muss.

4.6.7 Gründüngung

Beim Anbau von Zwischenfrüchten bzw. ein- oder mehrjährigen Feldfutterpflanzen werden erhebliche Nährstoffmengen aus Ernte- und Wurzelrückständen frei. Nach Umbruch der Zwischenfrüchte mit Umsetzung der organischen Substanz kann diese Menge kurzfristig etwa 20 bis 30 kg N/ha für die nachfolgende Kultur im Boden betragen. Beim Anbau mehrjähriger Ackerfutterpflanzen sind das sogar etwa 30 bis 60 kg N/ha.

Gründüngungspflanzen nehmen im Boden vorhandene pflanzenverfügbare Nährstoffe von diesen Kulturen auf und schützen diese vor der Verlagerung bzw. Auswaschung. Nach Einarbeitung der organischen Substanz in den Boden kann dann die nachfolgende Kultur diese Nährstoffe nutzen.

Mit dem Anbau von Zwischenfrüchten ist gleichzeitig ein aktiver Schutz des Bodens vor Wind- und Wassererosion verbunden.

4.6.8 Fleischknochenmehl

Seit dem EU-weiten Verfütterungsverbot von Tiermehl im Jahr 2001 wird zunehmend Fleischknochenmehl als preiswerter organischer NP-Dünger auf dem Markt angeboten. Die beim Schlachten, Zerlegen und Verarbeiten anfallenden Schlachtnebenprodukte - überwiegend in Form von Knochen und nicht verwertbarem Fleisch - werden zu Düngemitteln verarbeitet. Fleischknochenmehl ist als organischer NP-Dünger düngemittelrechtlich zugelassen, wenn die Voraussetzungen nach der EU-Hygieneverordnung 1774/02 und nach der Düngemittelverordnung erfüllt.

Die Düngeverordnung sieht für die Ausbringung dieses Düngemittels Beschränkungen sowie Aufzeichnungspflichten vor. So ist die Ausbringung auf Grünland oder zur Kopfdüngung im Gemüse- und Feldfutterbau der Einsatz verboten und auf sonstigem Ackerland nur dann zulässig, wenn eine sofortige Einarbeitung in den Boden erfolgt. Das ausgebrachte Mehl muss dabei nach der Einarbeitung mit Bodenmaterial vollständig abgedeckt sein. Innerhalb eines Monats sind nachstehende Angaben wie Schlag, Flurstück, Kultur, Art und Menge sowie Nährstoffgehalte, Termin der Ausbringung, Inverkehrbringen sowie Düngemitteltyp aufzuzeichnen.

Aus pflanzenbaulicher Sicht ist dieser organische Dünger grundsätzlich so einzusetzen, dass die düngungsrelevanten Nährstoffe N und P auch effizient verwertet werden können.

Im Spätsommer bietet sich eine Ausbringung zur Strohrotteförderung und vor allem vor der Aussaat von Winterraps an. Dieser vermag den zügig mineralisierten Stickstoff im Herbst optimal in Biomasse zu binden. Winterzwischenfrüchte verwerten den verabreichten Stickstoff ebenfalls gut. Aufgrund des relativ geringen herbstlichen N-Bedarfs der Wintergetreidearten sollte zu diesen eine Düngung mit Fleischknochenmehl auf berechnete Ausnahmen beschränkt bleiben.

Im Frühjahr ist eine Anwendung vor allem zu Mais, Kartoffeln und auch zu Sommergetreide (jedoch nicht zu Braugerste) empfehlenswert. Wegen der verzögerten P-Wirkung ist dieses Produkt in erster Linie zum Erhalt der Bodenversorgung geeignet. Bei akutem P-Bedarf bzw. bei sehr niedrigen Bodengehalten sind zusätzlich wasserlösliche Dünger zu verabreichen, um so den P-Spitzenbedarf in der Jugendentwicklung der Pflanzen abdecken zu können. Eine Aufdüngung niedrig versorgter Böden ausschließlich mit Fleischknochenmehl kann nicht empfohlen werden, da die hierfür erforderlichen hohen Aufwandmengen zu einem Stickstoffüberangebot mit Risiken für die Umwelt führen würde. Auf Standorten mit hohen pH-Werten (> 6,5 bis 7,0) sollte die Ausbringung von Fleischknochenmehl wegen der hier verminderten P-Verfügbarkeit unterbleiben. Auf sauren und leicht sauren Böden dagegen ist eine bessere Löslichkeit des Fleischknochenmehlphosphates gegeben. Deshalb sollte der Anwendungsschwerpunkt auf diesen Standorten liegen.

Bei der Düngebedarfsermittlung sind im Sinne der Düngeverordnung die aktuellen P-Bodengehalte und die N_{\min} -Werte zu beachten.

4.6.9 Strategien zum Vermeiden gasförmiger N-Verluste

Im Interesse einer effizienten und umweltgerechten Nährstoffverwertung sind Verluste zu minimieren. Wirtschaftsdünger enthalten einen Teil des Stickstoffs in organisch gebundener Form und einen weiteren Teil in löslicher, schnell wirksamer Form (Ammonium-Stickstoff).

Vor allem bei Jauche, Gülle und Gärsubstraten aus Biogasanlagen sind die Ammoniumanteile hoch. Dieser lösliche Ammonium-Stickstoff kann unter ungünstigen Bedingungen in erheblichem Umfang an die Atmosphäre emittiert werden. Die Hauptverluste treten daher unmittelbar nach der Ausbringung auf.

NH_4 -Verluste werden beeinflusst durch:

- Mit zunehmendem NH_4 -N-Anteil (Jauche, Gülle) steigen die NH_4 -Verluste von Wirtschaftsdüngern an.
- Steigende Temperaturen bei der Ausbringung erhöhen die Verlustrate stark.
- Auf leichten Böden sind die NH_4 -Verluste aufgrund des geringen Sorptionsvermögens höher als auf schweren Standorten.
- Trockensubstanzreiche Gülle, die schwer in den Boden einsickert, erleidet höhere NH_4 -Verluste als dünnflüssige Gülle. Bedingungen, die das Einsickern in den Boden beeinträchtigen, wie z. B. Mulchschichten aus Stroh, erhöhen die NH_4 -Verluste.
- Kühles, regnerisches Wetter reduziert deutlich die NH_4 -Verluste.
- Die wirksamste Maßnahme zur Redzierung der NH_4 -Verluste stellt die unverzügliche Einarbeitung der Wirtschaftsdünger in den Boden dar.

Während der Lagerung von Stallmist entstehen Stickstoffverluste in Form gasförmiger Emissionen (Ammoniak, Lachgas) oder Auswaschungen. Hinzu kommen die Emissionen aus Jauchebehältern.

Das Ausmaß der Ammoniakemissionen wird maßgeblich von der Ammoniumkonzentration im Festmist bestimmt. Im Gegensatz zu Gülle, bei welcher der Gesamtstickstoff zu 50 bis 70 % als $\text{NH}_4\text{-N}$ vorliegt, beträgt der Anteil des $\text{NH}_4\text{-N}$ im Stallmist lediglich etwa 10 %, in der Jauche jedoch über 90 %. Jauchebehälter sind daher unbedingt abzudecken.

4.6.10 Weitere Sekundärrohstoffdünger

Im Unterschied zu Wirtschaftsdüngern tierischer bzw. pflanzlicher Herkunft, die im landwirtschaftlichen Stoffkreislauf anfallen, müssen bei der Anwendung von Abfällen aus Kommunen, Dienstleistungsbetrieben, Handel und Gewerbe zusätzlich abfallrechtliche Regelungen nach Klärschlammverordnung (AbfKlärV) bzw. Bioabfallverordnung (BioAbfV) eingehalten werden. Voraussetzung für deren Anwendung als Sekundärrohstoffdünger ist weiterhin, dass sie zum Schutz der Nahrungskette sowie der natürlichen Ressourcen, insbesondere der Böden, folgenden Anforderungen entsprechen:

- Beitrag zur Förderung des Pflanzenwachstums,
- stoffliche Unbedenklichkeit der Abfälle sowie
- weitgehende Absicherung gegen nachteilige Folgen.

Die als Sekundärrohstoffdünger einsetzbaren Stoffe sind nach einheitlichen Maßstäben (das betrifft Untersuchungsmethoden), Anwendungsrichtlinien sowie Schadstofffrachten zu bewerten und müssen einem zugelassenen Düngemitteltyp nach Düngemittelverordnung entsprechen und als solche gekennzeichnet sein.

In der Düngemittelverordnung werden für die verschiedenen Düngemitteltypen Zusammensetzung, Art der Herstellung, besondere Bestimmungen sowie Mindestgehalte und bestimmende Bestandteile festgelegt. Wesentliche, als Sekundärrohstoffdünger in Verkehr gebrachte Abfallstoffe sind:

- Klärschlämme und Klärschlammgemische,
- aerob behandelte Bioabfälle (Komposte und Kompostgemische),
- Gemische aus Wirtschaftsdüngern und anaerob behandelten Bioabfällen (Gärrückstände),
- Rückstände aus der Lebens- und Futtermittelherstellung, z. B. Kartoffelfruchtwasser, Obsttrester, Branntweinschlempe sowie
- Kieselgur.

Um den düngemittelrechtlichen Nutzen der Sekundärrohstoffdünger beurteilen zu können, ist neben der Gesamtmenge an Inhaltsstoffen auch die Löslichkeit der Nährstoffe, die Schadstofffracht bei der Ausbringung üblicher Mengen sowie die Reproduktionswirksamkeit der enthaltenen organischen Substanz zu berücksichtigen. Aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung dieser Stoffe sind allgemeingültige Angaben zu Nähr- und Schadstoffgehalten kaum möglich, so dass diese Angaben aus der Kennzeichnung dieser Dünger hervorgehen.

Für die Anwendung von Klärschlamm und -gemischen ist die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) 1992 sowie die Verwaltungsvorschrift zur AbfKlärV 1992 des Freistaates Thüringen zu beachten.

Die nach AbfKlärV aus schadstoffseitiger Sicht festgelegte maximale Aufwandmenge von 5 t TM/ha innerhalb von drei Jahren ist nur dann anwendbar, wenn nicht durch andere gesetzliche Vorgaben weitere Begrenzungen des Nährstoffeintrages bestehen. Die Bioabfallkomposte enthalten oft geringere Nährstoffgehalte und dürfen in Mengen bis zu 30 t TM/ha innerhalb von drei Jahren eingesetzt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass sich innerhalb dieses Zeitraumes Klärschlamm- und Bioabfallverwertung auf derselben Fläche ausschließen. In Komposten aus Grüngut bzw. Holzabfällen können C:N-Verhältnisse von $> 30:1$ vorliegen, so dass es bei deren Anwendung zu einer zeitweiligen Immobilisierung des mineralischen Stickstoffs im Boden kommen kann. Die N-Nachlieferung und damit die N-Düngewirkung von Bioabfallkomposten ist bei niedrigen Gehalten an mineralischem Stickstoff meist gering. Vom darin enthaltenen Stickstoff werden zur angebauten Kultur nur etwa 5 bis 10 % pflanzenwirksam. Die Verfügbarkeit von Phosphor, Kalium und Magnesium liegt erheblich höher. Flüssige Sekundärrohstoffdünger wie Kieselgur oder Kartoffelfruchtwasser enthalten oft hohe Mengen an Nährstoffen, insbesondere Ammonium-N und/oder Kalium, die überwiegend in pflanzenverfügbarer Form vorliegen. Die Aufwandmenge solcher Dünger ist sowohl nach düngungsrechtlichen Vorgaben als auch nach dem Bedarf der Pflanzen auszurichten. Beim Einsatz von Kieselgur ist das Aufbringungsverbot auf bestelltes Ackerland, Gemüse und bodennahes Obst sowie das Einarbeitungsgebot bei Aufbringung auf unbestellte Flächen zu beachten.

4.7 Teilflächenspezifische Düngung

Das Ziel der teilflächenspezifischen Düngung besteht darin, kleinräumig eine optimale Nährstoffversorgung der angebauten Fruchtarten zu gewährleisten.

Sowohl der Nährstoffbedarf als auch das Angebot können innerhalb eines Schlages schwanken beträchtlich. Dabei nimmt die Heterogenität mit der Größe der Schläge zu. Besonders eiszeitlich geprägte Verwitterungsstandorte sind durch eine starke räumliche Variabilität ertragsbestimmender Bodenparameter gekennzeichnet.

Bei einem geplanten Einstieg in die teilflächenspezifische Bewirtschaftung ist zunächst das Ausmaß der Boden- und Bestandesvariabilität abzuklären. Zum Feststellen der Heterogenität innerhalb von Schlägen können folgende Informationsquellen geeignet sein:

- Reichsbodenschätzung,
- mehrjährige Ertragskarten (Mähdruschkartierung),
- Fernerkundungsaufnahmen,
- Nahinfrarotaufnahmen von Getreide kurz vor der Abreife,
- Biomassekarten und
- elektrische Leitfähigkeit des Bodens.

Erst bei ökonomisch relevanter Heterogenität lohnt sich der Einstieg in die teilflächenspezifische Bewirtschaftung. Dabei sind im ersten Schritt kostengünstige Angebote und Lösungen von Dienstleistungsfirmen zu bevorzugen. Bei positiven Ergebnissen ist über die Anschaffung der kostenintensiveren GPS-Technik und Software zu entscheiden.

4.7.1 Stickstoffdüngung mit Sensortechnik

Die N-Düngung spielt im Hinblick auf Ertrag, Qualität und Umwelt eine herausragende Rolle. Bei einheitlicher N-Düngung heterogener Schläge werden ertragsschwache Bereiche bzw. solche mit hohem bodenbürtigen N-Angebot meist zu hoch, ertragsstarke Teilflächen bzw. Zonen mit schwacher N-Nachlieferung zu verhalten gedüngt. Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die einheitliche N-Düngung in Schlagbereichen mit geringen Erträgen zu N-Bilanzüberschüssen führt, während in Hohertragsbereichen negative N-Bilanzen dominieren. Infolgedessen wird einerseits das Ertragspotenzial nicht optimal ausgeschöpft und andererseits kommt es zu einer lokalen N-Übersorgung die das Entstehen von umweltbelastenden N-Verlusten begünstigt. Eine wissenschaftlich fundierte ortspezifische Düngung lässt sich durchgängig für die einzelnen Teilgaben in der Praxis noch nicht realisieren. Das hängt damit zusammen, dass die N-Düngung von vielen Faktoren beeinflusst wird, die nach Teilschlägen differenziert erfasst und berücksichtigt werden müssten. So verlangt die räumliche und zeitliche Variabilität der N_{\min} -Gehalte heterogener Schläge eine kleinräumige N_{\min} -Beprobung, die aber aus Zeit- und Kostengründen nicht realisierbar ist. Simulationsmodelle könnten hier zu einem Durchbruch führen, wenn sie eine hohe räumliche Auflösung gewährleisten. Auch ist die Bemessung der 1. N-Gabe auf der Basis von Ertragskarten der Vorjahre nicht zweckmäßig, da zwischen Ertragshöhe und N-Bedarf zu Vegetationsbeginn praktisch kein gesicherter Zusammenhang besteht.

Die teilschlagspezifische N-Düngung während des Schossens und Ährenschiebens bis zur Blüte von Wintergetreide erfolgt immer häufiger durch den Einsatz des N-Sensors. Dieses System ist inzwischen bewährt und robust. Mittels Reflexionsmessung wird der N-Versorgungsgrad der Pflanzenbestände während der Überfahrt ermittelt und entsprechend bei der Bestimmung der erforderlichen N-Düngung berücksichtigt. Unterschiede in der N-Versorgung, die sich aus wechselnder Bodengüte, differenzierter N-Nachlieferung, unterschiedlichen Vorfrüchten sowie nicht einheitlicher Bewirtschaftungsvorgeschichte ergeben, werden durch den Sensor exakt erfasst. Auch Unterschiede in der vorgelegten 1. N-Gabe erkennt der N-Sensor sicher. Zunehmend kommt der Pendelsensor zum Einsatz, der die gebildete Biomasse des Getreidebestandes als Parameter für den N-Düngebedarf nutzt.

Ein Problembereich der N-Sensordüngung stellt nach wie vor die Kalibrierung dar, d. h. die Zuordnung der Messwerte zur auszubringenden N-Menge. Ergebnisse des Nitratschnelltestes oder des N-Testers können dabei die Entscheidungsfindung erheblich objektivieren. Aber auch die Erfahrungen des Landwirtes sind hier gefragt. Bei der Bemessung später N-Gaben spielt neben der aktuellen N-Versorgung auch die Ertragserwartung und andere Faktoren, die den Ertrag begrenzen wie z. B. die Wasserverfügbarkeit der jeweiligen Teilfläche eine wichtige Rolle. Sind georeferenzierte Daten zur Bodenqualität verfügbar wie z. B. Karten für die Wasserkapazität der Teilflächen könnte eine Kombination der Ergebnisse des N-Sensors mit Ertragspotenzialkarten zukünftig zu einer Verbesserung der Treffgenauigkeit der N-Empfehlungen führen.

Nach bisherigen Ergebnissen und Erfahrungen bringt die teilflächenspezifische N-Düngung mit der Sensortechnik folgende Vorteile:

- Mehrerträge in der Größenordnung von 1 bis 2 dt/ha gegenüber einer einheitlichen N-Düngung,
- gleichmäßige Qualitätseigenschaften z. B. bei Rohproteingehalten,
- Vermeidung von Lagerbeständen,

- bessere Druscheigenschaften,
- Verminderung von lokalen N-Überschüssen oder N-Mängelflächen und
- Verbesserung der N-Effizienz.

Im Gegensatz zu Stickstoff, der im Boden einer komplizierten Dynamik unterliegt und dessen optimale Bemessung von vielen Faktoren abhängt, lässt sich das Konzept einer teilschlagbezogenen P- und K-Düngung weniger aufwändig realisieren.

4.7.2 P-, K-, Mg- und Kalkdüngung

Neben den verfügbaren Bodengehalten, die in regelmäßigen Intervallen durch die Bodenuntersuchung zu analysieren sind, ist die Ertragshöhe für die Bemessung der P-, K- und Mg-Düngung von ausschlaggebender Bedeutung. Auf der Basis von Ertragskarten der Vorjahre kann die Abfuhr der Nährstoffe hinreichend genau aufaddiert werden. Durch Nährstoffbilanzierung unter Berücksichtigung der analysierten Bodengehalte, die möglichst als Bodenkarte des Schlages (georeferenziert) vorliegen sollten, lässt sich die erforderliche P-, K- und Mg-Düngermenge teilschlagbezogen herleiten.

Im Laufe der Jahre können sich innerhalb eines heterogenen Schlages erhebliche Unterschiede in den ertragsbedingten Nährstoffabfuhrungen ergeben.

Bei schlageinheitlicher Grunddüngung kommt es in Bereichen niedriger Erträge wegen der geringen Abfuhr zu einer Nährstoffanreicherung, während sich in Hohertragsbereichen infolge der starken Nährstoffinanspruchnahme allmählich niedrigere Gehalte einstellen. Fallen die verfügbaren Vorräte hier zu stark ab, beginnt die nicht mehr optimale Nährstoffversorgung die Ertragsbildung zu begrenzen.

Die Vorteile einer teilschlagspezifischen Grunddüngung kommen jedoch erst dann voll zum Tragen, wenn neben Ertrags- und Nährstoffbilanzkarten auch repräsentative Bodenuntersuchungsergebnisse vorliegen. Kleine Beprobungsraster (1 bis 3 ha) sind zwar vor allem auf heterogenen Schlägen aus der Sicht der Pflanzenernährung zur Optimierung der Düngung wünschenswert, aber wegen der hohen Kosten für die meisten Betriebe nicht realisierbar. Eine deutliche Kostenreduzierung lässt sich durch eine gezielte, aber weitmaschigere Beprobung erreichen. Sie kann auf mehrjährigen Ertrags- und Nährstoffbilanzkarten, verrechnete Fernerkundungsdaten oder Karten der elektrischen Leitfähigkeit sowie der Reichsbodenschätzung basieren.

Beprobungen sind nach diesem Prinzip in den jeweils homogenen Zonen möglichst mit einer Bodenkarte (georeferenziert) durchzuführen. Auf diese Weise können über Jahre Veränderungen der Nährstoffgehalte verfolgt und die Wirksamkeit der teilschlagspezifischen Düngung überprüft werden.

Auf Standorten mit ausgeglichenen Nährstoffgehalten kann bereits eine teilschlagspezifische Grunddüngung sinnvoll sein, die sich ausschließlich an den Nährstoffabfuhrungen orientiert. Die Bemessung der Grunddüngung wird in diesem Fall entweder mit Hilfe aufaddierter Ertragskarten der Vorjahre oder über eine Ertragserwartungskarte gesteuert.

Insgesamt ist einzuschätzen, dass aus der Sicht der Pflanzenernährung das Prinzip der teilflächenbezogenen Düngung heterogener Schläge unter Berücksichtigung des Nährstoffangebotes und der Ertragserwartung durchaus wünschenswert ist. Ein derartiges Konzept entspricht den Zielvorstellungen nach einer bedarfsgerechten und umweltorientierten Düngung.

Der Nutzeffekt einer teilschlagbezogenen Düngung wird in erster Linie vom Grad der Heterogenität innerhalb eines Schlages vor allem hinsichtlich der Ertragsleistung und des Nährstoffangebotes bestimmt. Erst wenn die Düngungsoptima der Teilflächen sich deutlich voneinander unterscheiden, wird eine räumlich variable Düngung ökonomisch interessant.

Die teilflächenbezogene Kalkdüngung orientiert sich in erster Linie am Kalkbedarf laut Bodenuntersuchung.

5 Besonderheiten des ökologischen Landbaus

Die Bestimmungen der Düngverordnung sind auch im Ökolandbau einzuhalten. Bei den meisten Vorschriften der DüV gibt es keine Unterschiede in der „Guten fachlichen Praxis“ (z. B. Aufzeichnungspflichten, zeitliche Ausbringungsverbote, Abstandsregelungen oder der sofortigen Einarbeitungspflicht an Düngemitteln etc.). Zum Teil bestehen deutliche Unterschiede im Nährstoffmanagement. Hierzu gehören insbesondere die Regelungen zur Düngbedarfsermittlung und zum Nährstoffvergleich für Stickstoff. Im Folgenden werden daher lediglich Besonderheiten in den Handlungsweisen vorgestellt, damit Ökobetriebe die Bedingungen im Sinne des Gesetzes ordnungsgemäß ausführen können.

5.1 Rechtliche Grundlagen

Neben der DüV und weiteren gesetzlichen Regelungen (s. Kap. 2) gelten für den Ökologischen Landbau die Erzeugervorschriften der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 (Öko-V). Der Artikel 6 bestimmt, dass:

- wenigstens die Vorschriften des Anhanges I der Öko-V eingehalten werden müssen;
- als Pflanzenschutzmittel, Düngemittel, Bodenverbesserer, u. a., nur die im Anhang I erwähnten und im Anhang II verzeichneten Mittel der Öko-V verwendet werden dürfen;
- die Verwendung dieser Mittel muss im Einklang mit dem allgemein geltenden Gemeinschaftsrecht und den einzelstaatlichen Bestimmungen stehen;
- genetisch veränderte Organismen (GVO) und/oder deren Derivate nicht verwendet werden dürfen.

Im Anhang I Teil A ist festgelegt, dass:

- gemäß Punkt 2.1 die Fruchtbarkeit und biologische Aktivität des Bodens zu erhalten bzw. in geeigneten Fällen zu steigern ist durch:
 - Anbau von Leguminosen, Gründüngungspflanzen bzw. Tiefwurzlern in einer geeigneten weit gestellten Fruchtfolge;
 - Einarbeitung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft aus der ökologischen tierischen Erzeugung;
 - Einarbeitung von anderem organischen Material, ggf. nach Kompostierung, welches in Betrieben gewonnen wurde, die nach der Öko-V arbeiten;
- laut Punkt 2.2 andere organische oder mineralische Düngemittel ausnahmsweise nur dann ergänzend zum Einsatz kommen dürfen, wenn der Nährstoffbedarf der Pflanzen nicht allein im Rahmen der Fruchtfolge bzw. mit den Maßnahmen nach Punkt 2.1 sichergestellt werden kann.

In der Öko-V ist die Zufuhr von Wirtschaftsdüngern tierischen Ursprungs analog zur Düngeverordnung auf 170 kg N/ha begrenzt (Betriebsdurchschnitt). Darüber hinaus sind in Deutschland je nach Mitgliedschaft des Betriebes in der Regel schärfere Bestimmungen der Anbauverbände einzuhalten, die die Zufuhr auf 1,4 Dungeinheiten (ca. 115 kg N/ha) sowie die davon maximal erlaubte Zukaufmenge auf 0,5 Dungeinheiten (40 kg N/ha und Jahr) begrenzt haben (1 Dungeinheit = 80 kg N). Die einsetzbaren Düngemittel und Bodenverbesserer sind im Anhang II der Öko-V in Form von Positivlisten aufgeführt. Eine häufige Forderung ist, dass der Bedarf von der Kontrollstelle anerkannt werden muss. Die höchst mögliche Viehbesatzdichte ist entsprechend der in der Öko-V (Anhang VII) aufgeführten Äquivalenten für jede Tierart festgelegt.

5.2 Allgemeine Zielstellungen

Die Anbauverfahren des Ökolandbaus sollen so ausgerichtet werden, damit Verluste des Nährstoffkreislaufes möglichst gering bleiben und keine bedeutenden Nährstoffzufuhren von außen erforderlich sind. Eine wesentliche Zielstellung des Nährstoffmanagements besteht darin, über Maßnahmen zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und Aktivierung des Bodenlebens die Umsetzung der organischen Substanz und die Mobilisierung von Nährstoffen zu fördern. Die Nährstoffbereitstellung erfolgt über den Anbau von Leguminosen, den Einsatz von betriebseigenen Wirtschaftsdüngern, den Umsatz der organischen Substanz, die Nährstoffmobilisierung durch das Bodenleben und den Anbau von bestimmten Pflanzenarten in einer weit gefassten Fruchtfolge. Darüber hinaus ist es bei nachgewiesenem Bedarf möglich, bestimmte mineralische oder organische Düngemittel und Bodenhilfsstoffe zu verwenden.

Die Grenzen des Wirtschaftens sind im Ökolandbau durch die o. a. Regeln und Gesetze im Allgemeinen deutlich enger gesetzt, als es im Integrierten Anbau der Fall ist. Der Ökolandbau zählt daher zu den Anbauverfahren, die einen vergleichsweise extensiven Charakter aufweisen. Hierdurch treten Unterschiede in der „Guten fachlichen Praxis“ des Nährstoffmanagement auf, die auch Berührungspunkte zur aktuellen DüV aufweisen können.

5.3 Düngebedarfsermittlung

Eine Düngebedarfsermittlung ist auch auf Ökobetrieben separat für jede Fläche entsprechend den Richtlinien der DüV durchzuführen, wenn über die Düngung eine wesentliche Nährstoffmenge im Jahr ausgebracht werden soll (50 kg N/ha oder 13,2 kg P/ha). Gemüsebauern können sich an dem im Integrierten Anbau üblichen Rahmenschema zur Düngung halten, weil für die relativ kurzlebigen Kulturen eine ähnliche Vorgehensweise üblich ist.

Im ökologischen Pflanzenbau wird dagegen beim Anbau der Kulturen z. T. nach anderen Grundsätzen vorgegangen. Verfahren zur Düngebedarfsermittlung entsprechend den Regelungen der DüV sind im Ökolandbau bisher nicht üblich, stehen daher nicht zur Verfügung, bzw. befinden sich noch im Versuchsstadium. Um trotzdem den Regelungen der DüV entsprechen zu können, sollte nach folgendem Schema vorgegangen werden.

Ermittlung des Ertragspotenzials der Fruchtarten

Das Ertragspotenzial einer Fruchtart kann aus der Summe nachfolgend genannter N-Mengen berechnet werden:

- N_{\min} -Vorrat zu Vegetationsbeginn (eventuell in Abhängigkeit von Fruchtfolgeposition und Standortbedingungen);
- N-Nettobereitstellung während der Vegetationszeit in Abhängigkeit von der Fruchtfolgeposition bzw. von der Vorfrucht, der Bewirtschaftung und den Rest- N_{\min} -Werten nach der Ernte;
- N-Bereitstellung aus der organischen Düngung zur Fruchtart sowie
- Abschläge bzw. Zuschläge entsprechend den Standort- und Klimabedingungen und durch Bewässerung.

N_{\min} -Vorrat zu Vegetationsbeginn

Der N_{\min} -Vorrat zu Vegetationsbeginn (mindestens 0 bis 30 und 30 bis 60 cm Bodentiefe) wird durch Entnahme von Bodenproben und Untersuchung in einem anerkannten Labor vorgenommen. Stehen keine aktuellen flächenbezogenen Untersuchungsergebnisse zur Verfügung, können N_{\min} -Richtwerte nach Tabelle 44 entsprechend der Fruchtfolgeposition und in Abhängigkeit von der Bodenart verwendet werden. Darüber hinaus ist die Verwendung von jährlich ermittelten Richtwerten für N_{\min} -Gehalte von ökologisch bewirtschafteten Flächen möglich.

Tabelle 44: Richtwerte für N_{\min} -Gehalte im Frühjahr im Ökolandbau

Bodenart		Anbaujahr(e) der Leguminosen	1. Nachbaujahr Nichtleguminosen	2. Nachbaujahr Nichtleguminosen	3. und folgende Nachbau- jahre Nichtleguminosen
leicht	S, SI	15	50	30	20
mittel	IS, SL, sL	20	70	65	35
schwer	L, IT	20	80	85	50

N-Nettobereitstellung während der Vegetationszeit entsprechend der Fruchtfolge

Wie aus Tabelle 44 bereits zu erkennen ist, hat die Fruchtfolgeposition für das Nährstoffmanagement eine besondere Bedeutung. Hierbei unterscheiden sich ökologische von integrierten Anbauverfahren deutlich. Außerdem ist die Nährstoffmineralisation und Bereitstellung aus der Umsetzung der Ernte- und Wurzelrückstände entsprechend der Fruchtfolgeposition im Ökolandbau deutlich höher zu bewerten. Da diese Mineralisation an Nährstoffen besonders von der Bodenart, Humusversorgung und den Witterungsbedingungen abhängt, ist eine genaue Abschätzung der Nährstofffreisetzung nicht einfach. Während im Integrierten Anbau jede Fruchtart einzeln betrachtet wird und eine direkte Bemessung der Düngung erfolgt, gehört im Ökolandbau zur Gewährleistung der Nährstoffabsicherung die richtige Wahl der Fruchtart entsprechend der Fruchtfolgeposition (neben anderen wichtigen Aufgaben der Fruchtfolge wie z. B. Krankheitsvorsorge) zu den Hauptaufgaben.

Bei der Auswahl der Fruchtarten sind nachfolgend genannte drei Phasen zu unterscheiden und entsprechend einzuplanen (Tab. 45):

Phase I: Humus und Bodenfruchtbarkeit aufbauende N-zuführende Fruchtarten (Futter- und Körnerleguminosen)

Phase II: Starkzehrende Nichtleguminosen

Phase III: Schwachzehrende Nichtleguminosen

Tabelle 45: Fruchtfolgegrundgerüst und Anbauabfolge der Fruchtarten im Ökolandbau

Fruchtfolge-Phase	Wirkung	Anbaujahre	geeignete Fruchtarten	
			leichte Böden	mittlere - schwere Böden
la Feldfutter-, Gründungs- leguminosen oder: Ib Körnerlegumi- nosen	Stickstoff- Zufuhr durch symbiotische N-Bindung, Humusmeh- rer, Boden- struktur auf- bauende Kul- turen, Unkrautregu- lierung	(1) - 2 - (3)	Kleearten (Rotklee), Luzerne Serradella Leguminosen-Gemenge Leguminosengras- Gemenge	Luzerne Rotklee (andere Kleearten) Leguminosen-Gemenge Leguminosengras- Gemenge
II Anspruchsvolle Nichtlegumino- sen	Stickstoff zeh- rende, Boden- struktur und Humus ab- bauende Kul- turen (Halm- oder Hack- früchte)	1 - (2)	Kartoffeln (+) Mais (+) Futtermülsen (+) Winterraps (+) Triticale (+) Winterroggen (+) Wintergerste (+) Hafer, Dinkel (+) Ackergräser (+)	Winterweizen (+) Sommerweizen (+) Mais (+) Winterraps (+) Kartoffeln (+) Futtermülsen (+) Triticale, Wintergerste Winterroggen Ackergräser
III Anspruchslosere Nichtlegumino- sen	Humus zeh- rende, Boden- struktur ab- bauende, ab- tragende Halm- oder Hackfrüchte	1 - (2)	Kartoffeln + Sommergerste (+) Dinkel (+) Winterroggen + Hafer + Sonnenblumen (+)	Kartoffeln + Zuckerrüben Brauweizen Triticale + Wintergerste + Winterroggen + Dinkel, Sommergerste (+) Hafer, Sonnenblumen (+)

Düngung: + = organische Düngung günstig; (+) = organische Düngung im 2. Anbaujahr, bzw. bei Getreide ab 1. Anbaujahr nach Leguminosen als Qualitäts-Spätgabe möglich bzw. günstig

Anbaujahre: 1 - (2): = Fruchtfolge-Phase umfasst in der Regel ein bis höchstens zwei Anbaujahre

In Phase I kommt dem Anbau von Leguminosen, insbesondere den Futterleguminosen, als Humus-, Bodenstruktur- und Bodenfruchtbarkeit aufbauende Fruchtarten eine besondere Bedeutung zu. Wegen der Fähigkeit der Knöllchenbakterien den Luftstickstoff zu binden, sind sie im Wesentlichen das einzige Mittel zur Einführung des Nährstoffs Stickstoff in den Betriebskreislauf. Der Umbruch von Leguminosenbeständen (z. B. Klee gras) ist so zu wählen, dass möglichst wenig Stickstoff dem Betriebskreislauf durch Auswaschung über das Winterhalbjahr verloren geht (Abb. 7).

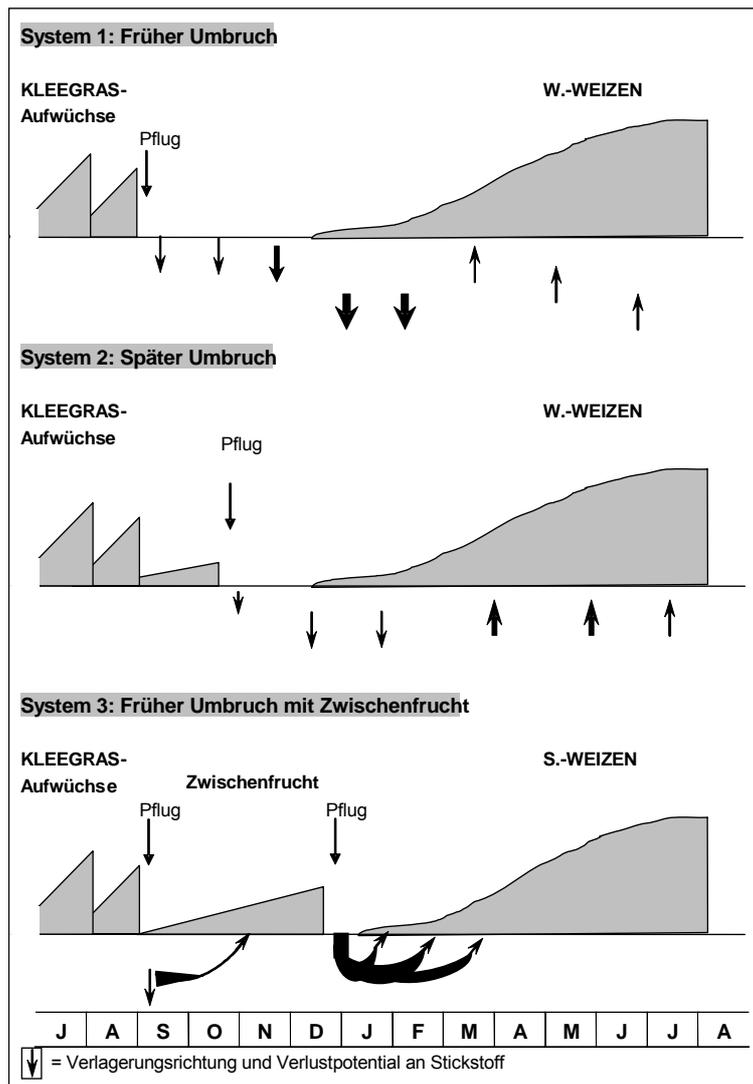


Abbildung 7: Möglichkeiten zur Verhinderung von Auswaschungsverlusten beim Umbruch von Futterleguminosen im Ökolandbau auf Standorten mit hohen Winterniederschlägen

Die Freisetzung an Stickstoff bzw. die Höhe der N_{\min} -Werte und das Ertragspotenzial der nachfolgenden Nichtleguminosen in Phase II und III (Tab. 45) ist nach zweijährigem Futterbau höher ausgeprägt als nach einjährigem Anbau oder als Nachfrucht von Körnerleguminosen. Entsprechend der vorliegenden Fruchtfolgephase ist das unterschiedliche Potenzial zur Nährstoffmineralisation mit den Nährstoffbedürfnissen der Fruchtarten in Einklang zu bringen (Grundabsicherung). Daher werden stark zehrende Arten (Winterweizen, Mais, Raps, Hackfrüchte) direkt nach Leguminosen und schwach zehrende Arten (Sommergerste) in nachfolgender Stellung eingeordnet. Zur Abschätzung der Mineralisationsmengen an Stickstoff stehen bisher keine verlässlichen Schemata für den Ökolandbau zur Verfügung. Hilfsweise sollten entsprechende Werte aus dem Integrierten Anbau für die vorgebauten Haupt- und Zwischenfrüchte zur Abschätzung der Nährstofffreisetzung im Verlauf der Vegetation übernommen werden (s. Tab. 38 und 39). Zur Berechnung der Nettobereitstellung an Stickstoff erfolgt der Abzug des Rest- N_{\min} -Gehaltes nach der Ernte, der in Abhängigkeit von den Witterungs- und Anbaubedingungen 10 bis 40 kg N/ha beträgt.

N-Bereitstellung aus der organischen Düngung

Zunächst richtet sich der Einsatz organischer Düngemittel nach der geplanten Eingliederung der Fruchtart in die Fruchtfolge (s. Tab. 44). Die Auswahl der Düngemittel sollte weiterhin in Abhängigkeit von der anzubauenden Fruchtart vorgenommen werden (Tab. 46).

Tabelle 46: Einsatzmöglichkeiten von organischen Düngemitteln bei unmittelbarer Anwendung im Ökolandbau

	Geflü- gelmist	Frischmist		Rottemist		Kom- post	Gülle	Jauche
		Schwein	Rind	Schwein	Rind			
Ackerland								
Körnerleguminosen	-	+	+	++	++	++	-	-
Klee gras, Luzern gras	-	+	+	++	++	++	+	-
Acker gras	++	++	++	++	++	+	+++	++
Mais	++	++	++	+++	+++	++	+++	++
Kartoffeln, Rüben	-	+	++	+++	+++	++	++	+
Kohl	-	-	-	+	++	++	+	+
Wintergetreide	++	+	+	++	++	++	+++	++
Sommergetreide	++	++	++	++	++	+	+	+
Braugerste	-	-	-	+	+	++	-	-
Grünland								
Weide feucht	+	-	-	+	+	+++	+	+
Wiese feucht	+	+	+	+	++	+++	++	++
Wiese trocken	-	-	-	+	+	++	-	-

Quelle: stark verändert nach REDELBERGER (1996)

Eignung: +++ = sehr gut; ++ = gut; + = weniger gut; - = nicht geeignet

Die Höhe der N-Bereitstellung von Flüssigdüngern ist vom $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt abhängig. Untersuchungen haben ergeben, dass der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteil der organischen Düngemittel aus Ökoanbau z. T. deutlich (um ca. 50 %) niedriger liegt als im Integrierten Anbau. Zur Orientierung sollten die Werte aus Anlage 9 übernommen und gegebenenfalls reduziert werden. Besser ist es allerdings, die einzusetzenden Düngemittel in einem anerkannten Labor auf Gesamt-N und $\text{NH}_4\text{-N}$ untersuchen zu lassen. Im Allgemeinen können auch Tabellenwerte zur Anwendung kommen, die die N-Bereitstellung in Abhängigkeit von dem Gesamt-N-Gehalt bzw. den Mineraldüngungsäquivalenten des Düngemittels ausweisen.

Berechnungsbeispiel:

Die anzurechnende N-Menge aus der Nährstoffmineralisation von Düngemitteln wird folgendermaßen ermittelt:

Ausbringungsmenge des organischen Düngers	x N-Gehalt des Düngers (Anlage 9)	x Kurzfristiges MDA (Tab. 38 und 39)	= N-Bereitstellung aus organischer Düngung (kg N/ha)
---	-----------------------------------	--------------------------------------	--

Die nach Aufsummierung der Teilbeträge ausgewiesene Nährstoffsumme wird durch den mittleren N-Gehalt der anzubauenden Fruchtart (Haupt- und Nebenprodukt) dividiert. Der erhaltene Betrag stellt eine Orientierungsgröße für den zu erwartenden Ertrag an Haupternteprodukt (marktfähige Ware) dar:

- 65 kg N/ha N_{\min} -Vorrat zu Vegetationsbeginn, 2. Nachbaujahr nach Leguminosen, mittlerer Boden (Tab. 44);
- 0 kg N/ha Bereitstellung aus Zwischenfrucht Leguminosen abgefahren (Tab. 10), minus Rest- N_{\min} -Wert (20 kg N/ha);
- 45 kg N/ha N-Bereitstellung aus der organischen Düngung mit 30 m³ Rindergülle (normal) direkt zur Frucht verabreicht (Anlage 9), 50 % Anrechnung (Tab. 39);
- 110 kg N/ha Summe: 1,89 % N-Gehalt (Haupt- und Nebenprodukt) der anzubauenden Fruchtart (Triticale).

Daraus ergibt sich ein zu erwartendes Korn-Ertragspotenzial von 58 dt/ha.

Diese Vorgehensweise unterscheidet sich von der im Integrierten Anbau. Zunächst wird der Nährstoffbedarf für ein veranschlagtes Ertrags- und Qualitätsniveau berechnet und von diesem Wert die Summe der Nährstofflieferung abgezogen. Der erhaltene Düngebedarf entspricht dann in der Regel der Menge an N-Mineraldüngung. Die Wirtschaftsweisen des Ökolandbaus sind zumeist durch knappe Nährstoffreserven gekennzeichnet. Im Durchschnitt erfolgt nur eine Nährstoffzufuhr, die in etwa 50 % derjenigen im Integrierten Anbau entspricht. Unter diesen Bedingungen führen Unterschiede in der Nährstofffreisetzung bzw. Bereitstellung je nach Standortbedingungen dann meistens zu relativ gleichen Ertragszuwächsen, d. h. die Ertragsbildung findet unter weitgehend gleich bleibenden Verwertungsraten statt (linearer Bereich der Ertragskurve). Starker Krankheitsbefall (z. B. Krautfäule im Kartoffelanbau) kann in Einzelfällen aber auch hier zu einem vorzeitigen Abknicken der Ertragskurve und zu einer starken Begrenzung der Ertragsfähigkeit beitragen.

Das berechnete Ertragsniveau stellt daher in der Regel ein potenziell mögliches Niveau dar. Liegt das berechnete Ertragsniveau deutlich über bzw. unter dem durchschnittlich an dem jeweiligen Standort des Betriebes zu erwartenden Niveau, so können folgende Handlungsempfehlungen abgeleitet werden:

Berechnetes Ertragsniveau zu hoch:

- Verringerung bzw. Absetzung der organischen Düngung,
- Wahl einer geeigneteren Fruchtfolgeposition für die anzubauende Fruchtart (z. B. Phase III an Stelle von Phase II, Tab. 45).

Berechnetes Ertragsniveau deutlich zu niedrig:

- Wahl einer besseren Fruchtfolgeposition,
- Erhöhung bzw. Einsatz zusätzlicher organischer Düngemittel.

Grunddüngung und Kalkversorgung

Zur Bemessung der Grunddüngung mit P, K und Mg sind die löslichen Bodennährstoffe in die Bemessung mit einzubeziehen. Hierbei besteht ein Unterschied zu den Bedingungen im Integrierten Anbau, da in den meisten Fällen die Gehaltsklasse B zur Erreichung eines im Ökolandbau üblichen Ertragsniveaus als ausreichend angesehen wird (Tab. 47). Nur in begründeten Fällen (z. B. intensiver Gemüsebau) kann auch die Gehaltsklasse C angestrebt werden. Die Richtwerte der Gehaltsklassen für Grundnährstoffe von Ackerland und Grünland sind in Anlage 3 aufgeführt.

Tabelle 47: Gehaltsklassen für lösliche Bodennährstoffe (P, K, Mg) von Ackerland und Grünland sowie Handhabung für den ökologischen Landbau (Standard)

Gehaltsklasse	Einstufung	Anmerkung für den ökologischen Landbau
A sehr niedrig	Ertrags- und Qualitätsmängel, sehr guter Umwelt- und Ressourcenschutz, geringe Effizienz bei singulärem Mangel	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen in der Regel notwendig
B niedrig	Optimal für ökologischen Landbau: Ertrag, Qualität, Umwelt- und Ressourcenschutz	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen ggf. langfristig notwendig
C mittel	Optimal für konventionellen Landbau bezüglich Ertrag aber verringerter Umwelt- und Ressourcenschutz	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen begründungsbedürftig
D hoch	Maximaler Ertrag, Luxuskonsum, geringer Umwelt- und Ressourcenschutz	Keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen
E sehr hoch	Ertrags- und Qualitätsdepressionen möglich, Luxuskonsum, kein Umwelt- und Ressourcenschutz	Keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen (Vorsorge- und Sanierungsmaßnahmen erwägen)

Bei der Kalkversorgung gibt es kaum Unterschiede zwischen den Anbauverfahren. Anzustreben ist die pH-Klasse C (Anlage 2). Die Auswahl der Düngemittel für die Grunddüngung und Kalkung muss aus der Liste zugelassener Düngemittel erfolgen.

5.4 Nährstoffvergleiche

Berechnung der Nährstoffvergleiche

Nach den Anforderungen der DüV können die betrieblichen Nährstoffvergleiche als Flächenbilanz oder als aggregierte Schlagbilanzen erstellt und zu den geforderten jährlich fortgeschriebenen mehrjährigen Nährstoffvergleichen zusammengefasst werden (N: mindestens letzte drei Jahre; P: mindestens letzte sechs zurückliegende Jahre). Für die Erstellung sind entsprechende Formblätter vorgesehen (Anlage 18).

Bei der Bewertung des zugeführten Stickstoffs aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft sind die Ausscheidungen der Tiere zugrunde zu legen (Anlage 8). Da im Öko-

landbau in der Regel ein etwas niedrigeres Leistungsniveau anzutreffen ist, sollten aus diesen Tabellenwerken des Integrierten Landbaus entsprechende Leistungskategorien ausgesucht werden. Spezielle Untersuchungen der Ausscheidungsprodukte aus ökologischer Tierhaltung liegen zurzeit nicht vor. Laut DüV werden von diesen Werten Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste abgezogen (Anlage 16).

Bei der Kalkulation der Abfuhr bestehen Unterschiede zwischen ökologischen und integrierten Anbauverfahren in den Nährstoffgehalten sowie auch in den Korn/Stroh-Verhältnissen der Fruchtarten. Im Ökolandbau werden z. B. durchschnittlich 15 % niedrigere N-Gehalte in den nichtlegumen Fruchtarten sowie meistens etwas höhere Strohannteile festgestellt. Gleiche Zusammenhänge bestehen auch für die Nährstoffgehalte aus den organischen Düngemitteln sowie den hofeigenen vegetabilen Düngemitteln bzw. den üblichen Handelsdüngemitteln.

Ein besonderes Problem stellt die möglichst genaue Berechnung der symbiotischen N-Bindung dar, was besonders im Ökolandbau wichtig ist. Bei Verwendung der üblichen einfachen Kalkulationsverfahren, die z. B. für den Integrierten Anbau vorgesehen sind, werden keine befriedigenden Ergebnisse erzielt. Aus Überprüfungen der Berechnungsgenauigkeit dieser Verfahren geht hervor, dass kein Zusammenhang zwischen experimentell ermittelten Felddaten und den berechneten Werten in den N-Salden besteht.

Für die Berechnung von verlässlichen Werten in der N-Bindung und den N-Salden sind außer den Erträgen und den Leguminosenanteilen in den Gemengen je nach Leguminosen- und Nutzungsart noch weitere Merkmale zu berücksichtigen. Für die Anfertigung des Nährstoffvergleiches nach DüV sollten zumindest die Gleichungen aus der Tabelle 48 genutzt werden. Zur Berechnung der legumen N-Bindung von Körnerleguminosen ist die Verwendung der in Tabelle 49 veranschlagten Mittelwerte möglich.

Tabelle 48: Gleichungen zur manuellen Berechnung der N-Bindung von Futter- und Körnerleguminosen im ökologischen Landbau

Nutzungsvarianten	Fruchtarten	FM-Ertrag dt/ha	N-Gehalt kg N/dt FM	N-Entzug kg/ha	N-Bindungsberechnung		
					Gleichung	N-Bindung kg N/ha	
Futterpflanzen: SCHNITT	Gemenge	Kleegras 30 : 70	400	0,43	172	$1,19 \times \text{N-Entzug} - 50$	155
		Kleegras 50 : 50	400	0,47	188	$1,19 \times \text{N-Entzug} - 50$	174
		Kleegras 70 : 30	400	0,50	200	$1,19 \times \text{N-Entzug} - 50$	188
		Luzernegras 30 : 70	400	0,45	180	$1,35 \times \text{N-Entzug} - 110$	133
		Luzernegras 50 : 50	400	0,50	200	$1,35 \times \text{N-Entzug} - 110$	160
		Luzernegras 70 : 30	400	0,55	220	$1,35 \times \text{N-Entzug} - 110$	187
		Weißklee gras 50 : 50	400	0,47	188	$1,4 \times \text{N-Entzug} - 10$	253
		Klee-, Luzerne gemenge	400	0,57	228	$1,24 \times \text{N-Entzug} - 60$	223
	Reinsaat	Kleearten (außer Weißklee)	400	0,55	220	$1,24 \times \text{N-Entzug} - 60$	213
		Weißklee	400	0,55	220	$1,45 \times \text{N-Entzug} - 10$	309
		Luzerne, Serradella u. Esparsette	400	0,62	248	$1,4 \times \text{N-Entzug} - 120$	227
	Ganzpflanzen-Silage	Legum.-(grobkörnig) / Getr.-Gemenge 30 : 70	220	0,46	101	$0,4 \times \text{N-Entzug} + 65$	105
		Legum.-(grobkörnig) / Getr.-Gemenge 50 : 50	220	0,52	114	$0,4 \times \text{N-Entzug} + 65$	111
		Legum.-(grobkörnig) / Getr.-Gemenge 70 : 30	220	0,59	130	$0,4 \times \text{N-Entzug} + 65$	117
		Legum.-Gemenge (grobkörnig)	220	0,65	143	$0,4 \times \text{N-Entzug} + 65$	122
	Futterpflanzen: MULCHEN	Gemenge	Kleegras 30 : 70	400	0,43	172	$(1,19 \times \text{N-Entzug} - 50) \times 0,95$
Kleegras 50 : 50			400	0,47	188	$(1,19 \times \text{N-Entzug} - 50) \times 0,95$	165
Kleegras 70 : 30			400	0,50	200	$(1,19 \times \text{N-Entzug} - 50) \times 0,95$	179
Luzernegras 30 : 70			400	0,45	180	$(1,35 \times \text{N-Entzug} - 110) \times 0,95$	126
Luzernegras 50 : 50			400	0,50	200	$(1,35 \times \text{N-Entzug} - 110) \times 0,95$	152
Luzernegras 70 : 30			400	0,55	220	$(1,35 \times \text{N-Entzug} - 110) \times 0,95$	178
Weißklee gras 50 : 50			400	0,47	188	$(1,4 \times \text{N-Entzug} - 10) \times 0,95$	241
Klee-, Luzerne gemenge			400	0,57	228	$(1,24 \times \text{N-Entzug} - 60) \times 0,95$	212

Nutzungsvarianten	Fruchtarten	FM-Ertrag dt/ha	N-Gehalt (kg N/dt FM)	N-Entzug kg/ha	N-Bindungsberechnung		
					Gleichung	N-Bindung kg N/ha	
Futterpflanzen: MULCHEN	Reinsaart	Kleearten (außer Weißklee)	400	0,55	220	$(1,24 \times \text{N-Entzug} - 60) \times 0,95$	202
		Weißklee	400	0,55	220	$(1,45 \times \text{N-Entzug} - 10) \times 0,95$	294
		Luzerne, Serradella u. Esparsette	400	0,62	248	$(1,4 \times \text{N-Entzug} - 120) \times 0,95$	216
Körnerleguminosen		Erbse	30	3,50	105	$(\text{N-Entzug} \times (0,4 - 0,005 \times N_{\min})) + \text{N-Entzug}$	126
		Ackerbohne	30	4,20	126	$(\text{N-Entzug} \times (0,5 - 0,0025 \times N_{\min})) + \text{N-Entzug}$	176
		Lupine blau	25	4,80	120	$1,25 \times \text{N-Entzug}$	150
		Lupine gelb	25	6,10	153	$1,25 \times \text{N-Entzug}$	191
		Lupine weiß	25	5,20	130	$1,25 \times \text{N-Entzug}$	163
		Wicke	15	3,80	57	$1,05 \times \text{N-Entzug}$	60
		Linse	15	3,90	59	$1,30 \times \text{N-Entzug}$	77
		Sojabohne	20	5,50	110	$0,86 \times \text{N-Entzug}$	95
		Hülsenfruchtgemenge	30	4,60	138	$1,224 \times \text{N-Entzug}$	169
Hülsenfrucht-/ Nicht-leguminosengemenge	40	3,03	121	$1,15 \times \text{N-Entzug}$	139		

FM = Frischmasse; N-Entzug = FM-Ertrag x N-Gehalt
 $N_{\min} = 40 \text{ kg N/ha}$

Tabelle 49: Mittlere Werte für die N-Bindung und die N-Salden für Körnerleguminosen im ökologischen Landbau

Kulturart	Anzahl (n)	N-Bindung (kg/ha)
Ackerbohne	56	255
Erbse	52	145
Lupine	36	175
Soja	7	130
Linse	6	80
Ackerbohnen-Gemenge	12	220
Erbsen-Gemenge	12	140
Linsen-Gemenge	6	100
Grünpiseerbse	11	95

Die nach der DüV ermittelten Bilanzsalden sollten im Ökolandbau nur als Orientierungswerte in der Betriebsberatung herangezogen werden, da sie nicht den strengen Grundsätzen dieser Anbauart entsprechen.

Zur generellen Überprüfung des Versorgungsgrades mit den Hauptnährstoffen (insbesondere N, P, K) können verschiedene Formen der Nährstoffbilanzierung nur mit Erfolg angewendet werden, wenn sie bestimmten Bedingungen Rechnung tragen. Diese Formen dienen zur Überprüfung der Betriebsgestaltung und -planung in Zusammenarbeit mit der Spezialberatung auf dem Ökobetrieb. Zu den Bilanzierungs-Grundformen zählen im Allgemeinen die Hoftor-, Stall- und die Schlagbilanz. Je nach angestrebter Bilanzierungsebene haben alle drei Formen ihre spezifischen Geltungsbe-
reiche.

In extensiveren Anbausystemen, zu denen auch der Ökolandbau zählt, ist besonders der Nährstoff Stickstoff als ein bedeutendes ertragsbegrenzendes Betriebsmittel anzusehen. Um für diese Formen der Landbewirtschaftung verlässliche Aussagen über die Nährstoffausnutzung, die Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit oder die Umweltverträglichkeit zu erzielen, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Die gewählte Bezugsebene hat den tatsächlichen Verhältnissen zu entsprechen (z. B. ist die Hoftor- oder Flächenbilanz zur Beurteilung des Betriebsdurchschnitts geeignet, während zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit eher die Schlagbilanz heranzuziehen ist, da nur hiermit eine Beurteilung jeder einzelnen Fläche möglich ist).
- Die Bilanzen sind vollständig zu erheben (Brutto-Bilanzierung), alle wesentlichen Zufuhren (incl. Zufuhr über symbiotische und nicht-symbiotische N-Fixierung, Zufuhr über Niederschläge, Saat- und Pflanzgut) sowie alle wesentlichen Abfuhr zu erfassen.
- Der Abzug von Lagerungs- und Ausbringungsverlusten bei organischen Düngern ist nicht zulässig.
- Die Bilanzierung sollte mindestens über eine vollständige Fruchtfolgerotation angefertigt werden, um die z. T. stark unterschiedlichen Nährstoffzu- und Abfuhr im Verlauf der drei Fruchtfolge-Phasen (s. Tab. 45) möglichst auszugleichen.
- Die Berechnung nach Nährstoffbilanzen nach den fachlichen Anforderungen entbindet nicht von der Pflicht zum Erstellen des Nährstoffvergleiches nach Düngeverordnung.

6 Erstellung des Nährstoffvergleiches nach Düngeverordnung

6.1 Grundlagen und Bewertung des Nährstoffvergleiches

Nach der Düngeverordnung vom 27. Februar 2007, hat jeder Betriebsinhaber jährlich spätestens bis zum 31. März den Nährstoffvergleich für Stickstoff und für Phosphor für das abgelaufene Düngejahr als **Flächenbilanz** oder **aggregierte Schlagbilanz** auf der Grundlage von Nährstoffvergleichen für jeden Schlag oder Bewirtschaftungseinheit anzufertigen und zu einen jährlich fortgeschriebenen mehrjährigen Nährstoffvergleich zusammenzufassen.

Von der Verpflichtung zum Erstellen des Nährstoffvergleiches sind bestimmte Betriebe und Flächen ausgenommen (vergl.: Kapitel 2.2 und Übersicht 1).

Die N- und P-Salden errechnen sich aus der Nährstoffzufuhr und -abfuhr zur Fläche und werden mit Inkrafttreten der Düngeverordnung von 2006 erstmals bewertet.

Bewertung des mehrjährigen Nährstoffvergleiches nach § 6 der Düngeverordnung

Die betrieblichen Nährstoffsalden sollen folgende Werte N-Saldo im dreijährigen Mittel der letzten drei Düngejahre und der P-Saldo im sechsjährigen Mittel nicht überschreiten.

Stickstoffsaldo

Düngejahre	Zulässiger N-Saldo für dreijähriges Mittel
2006 - 2008	90 kg N/ha LF
2007 - 2009	80 kg N/ha LF
2008 - 2010	70 kg N/ha LF
2009 - 2011 und später	60 kg N/ha LF

Phosphorsaldo*)

Düngejahre*)	Zulässiger P-Saldo für sechsjähriges Mittel
2001 - 2006 und später	8,7 kg P/ha LF (= 20 kg P ₂ O ₅ /ha LF)

*) Phosphorsaldo: Für Düngejahre vor 2006 sind die Salden nach Düngeverordnung von 1996 heranzuziehen

Höhere P-Salden sind zulässig, wenn der Phosphorgehalt im Durchschnitt (gewogenes Mittel) 8,7 mg P/100 g Boden (= 20 mg P₂O₅/100 g Boden) nach CAL-Methode, 10,9 mg P/100 g Boden (= 25 mg P₂O₅/100 g Boden) nach DL-Methode oder 3,6 mg P/100 g Boden (EUF-Methode) nicht überschreitet. Die Ausgangsdaten und Ergebnisse der Nährstoffvergleiche sind sieben Jahre nach Ablauf des Düngejahres aufzubewahren.

Das Erstellen des Nährstoffvergleiches ist entweder mit Hilfe eines PC-Programmes oder durch handschriftliche Berechnung möglich. Es ist darauf zu achten, dass die verbindlichen Richtwerte verwendet werden.

Die TLL stellt neben dem kostenpflichtigen PC-Programm zum Nährstoffvergleich (NV-WIN, Version 2.0) auch Formulare als Erfassungs- und Berechnungshilfe bereit, die dem Betriebsinhaber oder seinem Beauftragten die Erstellung des Nährstoffvergleiches nach Düngeverordnung erleichtern. Nachfolgend werden Informationen zur handschriftlichen Berechnung des Nährstoffvergleiches gegeben.

6.2 Hinweise zur handschriftlichen Berechnung

Neben Stickstoff und Phosphor ist die Erstellung eines Nährstoffvergleiches nach Düngeverordnung für Kalium nicht vorgeschrieben. Im Sinne der „Guten fachlichen Praxis“ wird zur Bewertung der K-Düngung die Berechnung der K-Bilanz auch weiterhin empfohlen.

Für den jährlichen und mehrjährigen betrieblichen Nährstoffvergleich stehen folgende Formulare zur Verfügung:

- jährlicher und mehrjähriger betrieblicher Nährstoffvergleich - Element-Angaben (Anlage 18);
- jährlicher und mehrjähriger betrieblicher Nährstoffvergleich - Oxid-Angaben (unter <http://www.tll.de/ainfo/pdf/duvoo2o7.pdf>);
- Beispielbetrieb mit jährlichem und mehrjährigem betrieblichen Nährstoffvergleich (Kapitel 6.3).

Die Formulare enthalten die Teile:

- jährlicher betrieblicher Nährstoffvergleich,
- mehrjähriger betrieblicher Nährstoffvergleich und
- Formulare zur Aufnahme von Betriebsdaten.

Datengrundlage des Nährstoffvergleiches

Die für eine handschriftliche Erstellung des Nährstoffvergleiches notwendigen Richtwerte für die Nährstoffgehalte tierischer Ausscheidungen, organischen Düngestoffe, Ernteprodukten sowie der symbiotischen N-Bindung u. a. sind im Anhang aufgeführt oder ergeben sich aus düngemittelrechtlichen Deklarationen. Diese wurden mit der nun gültigen Düngeverordnung präzisiert.

Tabellen im Anhang:

- 1: Nährstoffanfall bei landwirtschaftlichen Nutztieren (Anlage 8)
- 2: Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern und anderen organischen Düngern (Anlage 9)
- 3: Symbiotische N-Bindung durch Leguminosen in der Frischmasse von Ackerkulturen sowie Grünland (Anlage 10)
- 4: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen und Grünland (Anlage 11)
- 5: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse im Feldgemüseanbau (Anlage 12)
- 6: Nährstoffgehalte von Obst, Wein und Beerenobst (Anlage 13)
- 7: Nährstoffgehalte von Arznei-, Duft- und Gewürzpflanzen (Anlage 14)
- 8: Kulturartenspezifische Abschläge für Stickstoff (unvermeidbare Überschüsse, Anlage 15)
- 9: Anzurechnender Mindestanteil (%) der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in betriebseigenen Wirtschaftsdüngern (Anlage 16)
- 10: Anzurechnende Mindestanteil (%) des Stickstoffgehaltes der aus anderen Betrieben zugeführten Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft und Biogasgülle (Anlage 17)

Berechnung des Nährstoffvergleiches

Sofern nichts anderes angegeben, errechnen sich die „Nährstoffmengen kg insgesamt“ durch Multiplikation der „Mengen“ (dt bzw. m³) mit den „Gehaltswerten“ (kg/dt, kg/t bzw. kg/m³). Für die Ertragsdaten sind die genauen Anbauflächen (ha) mit den konkreten Erträgen (dt/ha) zu multiplizieren und ergeben als Produkt mit den „Gehaltswerten“ (kg/dt) die „Nährstoffmengen kg insgesamt“. Der Nährstoffanfall von Wirtschaftsdüngern (Nährstoffanfall Tierhaltung) im Betrieb errechnet sich durch Multiplikation von „Anzahl Stallplatz“ und „Ausscheidung kg/Stallplatz/Jahr“. Durch die unterschiedlichen Verlustraten sind die Tierbestände jeweils getrennt für Gülle, Stallmist und Weidehaltung anzugeben. Der Anteil der Weidehaltung ist detailliert nach Stunden und Tagen zu erfassen und auf eine Ganzjahresweide zu berechnen, da sich die Ausscheidungswerte auf ein ganzes Jahr beziehen. Für den Wirtschaftsdüngeranfall im Betrieb (Nährstoffanfall Tierhaltung) und den Wirtschaftsdüngerzukauf zum Betrieb wird die Stickstoffmenge durch den anrechenbaren N-Anteil korrigiert (Mindestwerte Anlagen 16 und 17).

Symbiotische Stickstoffbindung durch Leguminosen (Position 1.5)

Die symbiotische Stickstoffbindung durch Leguminosen (Anlage 10) auf Ackerland ergibt sich aus den ertragsbezogenen N-Bindungswerten und bei Grünland und Rotationsbrachen mit Leguminosen aus den flächenbezogenen, nicht ertragsabhängigen N-Bindungswerten. Der Leguminosenanteil (%) dient der Vergleichbarkeit und ggf. zur Korrektur der Faktoren. Die ertragsbezogene N-Zufuhr durch Leguminosen wird aus dem Produkt der Anbaufläche, des Ertrages und der auf das Haupternteprodukt bezogenen N-Bindung berechnet. Für die Errechnung der flächenbezogenen (nicht ertrags-

abhängigen) N-Zufuhr durch Leguminosen erfolgt die Multiplikation von Anbaufläche und flächenbezogener N-Bindung.

N-Verluste in Biogasanlagen (Position 2.3)

Bei der Erzeugung von Biogas aus pflanzlichen Produkten bleiben die Nährstoffe im Betrieb und damit im Nährstoffvergleich unberücksichtigt. Eine Ausnahme davon stellt der Stickstoff dar, welcher bei Produktion, Lagerung und Ausbringung von Gärprodukten ähnliche Verlustpotenziale wie z. B. Schweinegülle aufweist. Diese N-Verluste bei der Biogasproduktion berechnen sich aus dem N-Einsatz [Erträge (Haupternteerzeugnisse, Nebenernteerzeugnisse, Zwischenfrüchte) x Anbaufläche x N-Gehalte] und den N-Verlusten für Biogasgülle (Anlage 16) nach folgender Formel: $N\text{-Einsatz} \times N\text{-Verluste}/100$.

Abgabe Wirtschaftsdünger (Position 2.4)

Die Ermittlung der N-Mengen für die Abgabe von Wirtschaftsdüngern erfolgt grundsätzlich nach Abzug aller N-Verluste, da diese bereits bei dem Wirtschaftsdüngeranfall berücksichtigt wurden.

Abschläge für Stickstoff spezieller Kulturen (Position 3.1)

Für die in Anlage 15 aufgeführten Kulturen lässt die Düngeverordnung weitere unvermeidbare N-Überschüsse zu, wenn diese als letzte Kultur vor dem Winter im Feld steht. Dies sind unter Position 3.1 zu berechnen und gehen als N-Abschläge in die Nährstoffbilanzierung ein.

Für alle Positionen (1.1 bis 3.1) sind die Betriebssummen für die Nährstoffmengen insgesamt über alle Zeilen zu bilden und in der letzten Zeile einzutragen.

Zusammenfassung - Jährlicher betrieblicher Nährstoffvergleich - Seite 175

Im Seitenkopf sind das aktuelle Düngejahr und die Betriebsangaben einzutragen. Als LF ist im Sinne der DüV die Anbaufläche ohne Brache anzugeben.

Zur Berechnung des jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleiches erfolgt die Übernahme der Summen Betrieb aus den Positionen 1.1 bis 3.1 (jeweils letzte Zeile). Die Summen über die Positionen 1.1 bis 1.5 ergeben die Gesamtzufuhr, die Positionen 2.1 bis 2.4 die Gesamtabfuhr des Betriebes.

Aus beiden Gesamtergebnissen berechnet sich der „Saldo in kg“ (Zufuhr - Abfuhr), wobei für Stickstoff die Abschläge für bestimmte Kulturen (Position 3.1) in Abzug gebracht werden müssen.

Der „Saldo in kg/ha LF“ ergibt sich durch die Division von „Saldo in kg“ durch die LF (Größe des Betriebes).

Zusammenfassung - Mehrjähriger betrieblicher Nährstoffvergleich - Seite 176

Die aktuelle DüV fordert einen mehrjährigen betrieblichen Nährstoffvergleich entsprechend der Vorlage auf Seite 176. Dazu sind die Werte von dem aktuellen jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleich (Düngejahr) und von den Vorjahren für Stickstoff (insgesamt drei Jahre) und für Phosphor (insgesamt sechs Jahre) sowie die LF für insgesamt sechs Jahre zu übernehmen. Für den Phosphorsaldo sind für die Düngejahre vor 2006 die Salden nach DüV von 1996 heranzuziehen.

Die Aufsummierung für Stickstoff (Zeile 7) erfolgt in den Spalten 2 („LF ha“) und 4 („N-Saldo kg/Betrieb“) für drei Jahre (Zeilen 4 bis 6). Der 3-Jahresmittelwert für Stickstoff (kg N/ha, Zeile 8, Spalte 4) errechnet sich durch Division von „N-Saldo“/„LF-N-Berechnung“ und muss ab dem Jahr 2008 jährlich vorliegen.

Für Phosphor (Zeile 9) sind die Spalten 2 („LF ha“) und 6 („P-Saldo kg/Betrieb“) für sechs Jahre (Zeilen 1 bis 6) zu summieren. Der 6-Jahresmittelwert für Phosphor (kg P/ha, Zeile 10, Spalte 6) ergibt sich aus der Division von „P-Saldo“ und „LF-PK-Berechnung“ in kg P/ha. Dieser Mittelwert muss für Phosphor ab dem Düngjahr 2006 rückwirkend für die letzten sechs Jahre vorliegen (inklusive P-Salden nach der DüV von 1996).

Für Kalium (Zeile 9) wird die Summe in Spalte 8 („K-Saldo kg/Betrieb“) für sechs Jahre summiert (Zeilen 1 bis 6). Der 6-Jahresmittelwert für Kalium (kg K/ha, Zeile 10) ist durch die Division von „K-Saldo“/„LF-PK-Berechnung“ zu errechnen (kg K/ha).

6.3 Beispiel für die handschriftlichen Berechnungen

Nachfolgend ist ein Beispiel für die Berechnung des Nährstoffvergleiches unter Verwendung der Formulare von Anlage 18 und der verbindlichen Richtwerte nach Anlagen 8 bis 17 aufgeführt.

Jährlicher betrieblicher Nährstoffvergleich für Stickstoff (N) und Phosphor (P) für das Düngjahr _ 2006 _

**Vergleich der Nährstoffzufuhr und -abfuhr für die landwirtschaftlich genutzte Fläche
insgesamt**

**gemäß DüV vom 27.02.2007
§ 5 Abs. 1, § 7 Abs. 1 Nr. 3 und Anlage 7**

Name und Ort des Betriebes: _____ Musterbetrieb__Musterdorf _____

Größe des Betriebes in Hektar landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF): _____330 _____ ha

Beginn und Ende des Düngjahres: _____ September 2005 bis September 2006 _____

Datum der Erstellung: _____22.01.2007 _____

1	Zufuhr		Nährstoffmenge Betrieb (kg insges.)		
			N	P	K ^{*)}
1.1	Mineralische Düngemittel	Seite C	32 400	0	0
1.2	Nährstoffanfall Wirtschaftsdünger im Betrieb	Seite C	+12 785	+4 643	+29 891
1.3	Wirtschaftsdüngerzukauf zum Betrieb	Seite D	+39 82	+1 405	+2 625
1.4	Sonstige Düngestoffe (Kompost, Klärschlamm, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenhilfsstoffe, Abfälle zur Beseitigung)	Seite D	+950	+540	+80
1.5	Stickstoffbindung durch Leguminosen	Seite E	+4 580		
Summe Betrieb			= 54 697	= 6 588	= 32 596

2	Abfuhr / N-Verluste in Biogasproduktion		Nährstoffmenge Betrieb (kg insges.)		
			N	P	K ^{*)}
2.1	Ernteprodukte von Ackerkulturen und Grünland	Seite E	38 147	7 080	16 299
2.2	Nebenprodukte und Zwischenfruchternte	Seite F	+1 500	+390	+3 480
2.3	N-Verluste in Biogasproduktion	Seite F	+2 337		
2.4	Abgabe Wirtschaftsdünger	Seite G	+371	+99	+727
Summe Betrieb			= 42 355	= 7 569	= 20 506

3	Abschläge für Stickstoff bei Kulturen	Seite G	1 200		
Saldo (kg)	Zufuhr - Abfuhr - Abschläge		11 142	-981	12 090
Saldo (kg/ha LF¹⁾)	Saldo (kg/ha LF)		34	-3	37

^{*)} Für Kalium freiwillige Angabe nach Düngerverordnung, im Sinne „Guter fachlicher Praxis“ sollte zur Bewertung der K-Düngung die Berechnung des K-Saldos erfolgen.

¹⁾ LF-Flächenangabe aus allgemeinen Teil im Kopfbogen

Mehrfähriger betrieblicher Nährstoffvergleich Gleitende Mittelwerte für Stickstoff (N, drei Jahre) und Phosphor (P, sechs Jahre)

gemäß DüV vom 27.02.2007
§ 5 Abs. 1, § 7 Abs. 1 Nr. 3 und Anlage 8

Name und Ort des Betriebes: _____ Musterbetrieb__Musterdorf _____	
Letztes berücksichtigtes Düngejahres: _____2006 _____	
Art der Bilanzierung: LF insgesamt <input checked="" type="checkbox"/>	
Zusammenstellungen Schläge / Bewirtschaftungseinheiten <input type="checkbox"/>	
Datum der Erstellung: _____ 22.01.2007 _____	

Hinweis: Alle Angaben Zeilen 1 bis 6 in den Spalten 2 bis 7 sind aus den jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleichen (Seite A und Vorjahren) zu übernehmen

1		2	3	4	5	6	7	8
		LF ha	N-Saldo kg/ha LF	N-Saldo kg/Betrieb	P-Saldo kg/ha LF	P-Saldo kg/Betrieb	K-Saldo ^{*)} kg/ha LF	K-Saldo ^{*)} kg/Betrieb
1	Vorjahr: __ 2001__	320			3	930	54	17 252
2	Vorjahr: __ 2002__	325			-3	-951	35	11 424
3	Vorjahr: __ 2003__	330			2	663	53	17 382
4	Vorjahr: __ 2004__	345	102	35 119	9	3 116	57	19 737
5	Vorjahr: __ 2005__	320	7	2 209	-6	-2 027	30	9 747
6	Düngejahr: __2006__	330	34	11 142	-3	-981	37	12 090
7	Summe 3 Jahre	LF-N-Berechnung: Summe Zeile 4 bis 6 995		N-Saldo: Summe Zeilen 4 bis 6 48 470				
8	Mittelwert N für 3 Jahre kg/ha:		von Zeile 7 N Saldo / LF-N- Berechnung 49					
9	Summe 6 Jahre ^{*)}	LF-PK- Berechnung: Summe Zeile 1 bis 6 1 970			P-Saldo: Summe Zeilen 1 bis 6 750			K-Saldo: Summe Zeilen 1 bis 6 87 632
10	Mittelwert P und K ^{*)} für 6 Jahre kg/ha:				von Zeile 9 P- Saldo / LF-PK- Berechnung 0		von Zeile 9 K- Saldo / LF-PK- Berechnung 44	

^{*)} Für Kalium freiwillige Angabe nach Düngerverordnung, im Sinne „Guter fachlicher Praxis“ sollte zur Bewertung der K-Düngung die Berechnung des K-Saldos erfolgen.

Formular zur Aufnahme von Betriebsdaten zur Berechnung des jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleiches (gemäß § 5 Düngeverordnung)

Betrieb/Ort: _____ Musterbetrieb__Musterdorf _____ Düngjahr: __2006_____

1 Zufuhr

1.1 Mineralische Düngemittel

Düngemitteltyp	Menge (Ware) dt	Gehaltswert ¹⁾ kg/dt			Nährstoffmenge kg insgesamt		
		N	P	K	N	P	K
KAS	1 200	27			32 400		
Summe Betrieb (N, P, K)					32 400		

1.2 Nährstoffanfall Wirtschaftsdünger im Betrieb (Nährstoffausscheidung der Tiere)

Tierart (-gruppe/-stallplatz)	G ²⁾ M W 1	An- zahl 3	Ausscheidung ³⁾ kg Tierart/Jahr			Nährstoffmenge kg insgesamt				
			N 4	P 5	K 6	N _{brutto} 7	% ⁴⁾ 8	N _{netto} 9	P 10	K 11
Kälberaufzucht	M	50	15,30	2,60	12,70	765	60	459	130	635
Jungrinderauf- zucht	M	75	49,00	7,20	55,40	3675	60	2 205	540	4 155
AL mit Weide	W	75	49,00	7,20	55,40	3 675	25	919	540	4 155
Milchkuh AL 8000 l	M	80	118,00	18,00	114,00	9 440	60	5 664	1 440	9 120
	W	100	118,00	18,00	114,00	11 800	25	2 950	1 800	11 400
Schweine. 28-117 210 kg NP reduziert	G	100	9,80	1,93	4,26	980	60	588	193	426
Summe Betrieb (N_{netto}, P, K)								12 785	4 643	29 891

¹⁾ Gehaltswerte nach Düngemitteldeklaration

²⁾ G = Gülle; M = Mist; W = Weide (bitte eintragen)

³⁾ Ausscheidungswerte nach Anlage 8 (Ausscheidungen ohne Abzug von N-Verlusten)

⁴⁾ anrechenbarer N-Anteil an Gesamt-N-Ausscheidung, siehe Anlage 16

⁵⁾ Berechnung: [Spalte 9] = [Spalte 7] x [Spalte 8] / 100

Formular zur Aufnahme von Betriebsdaten zur Berechnung des jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleiches (gemäß § 5 Düngeverordnung)

Betrieb/Ort: _____ Musterbetrieb__Musterdorf _____ Düngjahr: __2006_____

1.3 Wirtschaftsdüngerzukauf zum Betrieb (Stallmist, Gülle, Geflügelkot)

Art organischer Düngestoff 1	Menge t bzw. m ³ 2	Gehaltswert ¹⁾ kg/t bzw. kg/m ³			Nährstoffmenge kg insgesamt				
		N 3	P 4	K 5	N _{brutto} 6	% ²⁾ 7	N _{netto} ³⁾ 8	P 9	K 10
Schweinegülle 10 % TS	500	9,37	2,81	5,25	4 685	85	3 982	1 405	2 625
Summe Betrieb (N_{netto}, P, K)							3 982	1 405	2 625

1.4 Sonstige Düngestoffe (Zukauf zum Betrieb, Kompost, Klärschlamm, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenhilfsstoffe, Abfälle zur Beseitigung sowie Einstreustroh)

Art organischer Düngestoff	Menge t bzw. m ³	Gehaltswert ⁴⁾ kg/t bzw. kg/m ³			Nährstoffmenge kg insgesamt		
		N	P	K	N	P	K
Klärschlamm	100	9,50	5,4	0,8	950	540	80
Summe Betrieb (N, P, K)					950	540	80

¹⁾ Gehaltswerte nach Deklaration bzw. Anlage 9 (Stall- und Lagerungsverluste für N bereits abgezogen)

²⁾ anrechenbarer N-Anteil siehe Anlage 17

³⁾ Berechnung: [Spalte 8] = [Spalte 6] x [Spalte 7] / 100

⁴⁾ Gehaltswerte nach Deklaration bzw. Anlage 9 (Lagerungsverluste für N bereits abgezogen)

Formular zur Aufnahme von Betriebsdaten zur Berechnung des jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleiches (gemäß § 5 Düngeverordnung)

Betrieb/Ort: _____ Musterbetrieb__Musterdorf _____ Düngjahr: __2006_____

1.5 Stickstoffbindung durch Leguminosen (Ackerbau und Grünland)

Kultur (Hauptfrucht oder Zwischenfrucht bzw. Rotationsbrache mit Leguminosen bzw. Grünland)	Anteil Leguminosen am Bestand %	Anbau- fläche ha	Ertrag des Haupternte- produktes dt/ha	symbiotische N-Bindung		
				bezogen auf Ertrag Haupternte- produkt kg N/dt ¹⁾	bezogen auf Fläche kg N/ha ¹⁾	ins- ges. ²⁾ kg N
1	2	3	4	5	6	7
Erbsen	100	20	35	4,4		3 080
Grünland		50			30	1 500
Summe Betrieb (N-Bindung insgesamt)						4 580

2 Abfuhr

2.1 Ernteprodukte von Ackerkulturen und Grünland (ohne Einsatz für Biogasanlage)

Pflanzenart	Anbau- fläche ha	Ertrag dt/ha	Gehaltswert ³⁾ kg/dt			Nährstoffmenge kg insgesamt		
			N	P	K	N	P	K
Winterweizen 14 % RP	100	75	2,11	0,35	0,50	15 825	2 625	3 750
Braugerste 11 % RP	50	55	1,51	0,35	0,50	4153	963	1 375
Erbse	20	35	3,60	0,48	1,16	2 520	336	812
Winterraps	50	40	3,35	0,78	0,83	6 700	1 560	1 660
Silomais	27,8	450	0,43	0,08	0,42	5 379	1 001	5 254
Grünland (TM, 2 Nutzun- gen)	50	35	1,48	0,26	1,37	2590	455	2398
Blumenkohl	10	350	0,28	0,04	0,30	980	140	1050
Summe Betrieb (Anbauflä- che, N, P, K)	307,8					3 8147	7 080	16 299

¹⁾ Werte nach Anlage 10

²⁾ Berechnung symbiotische N-Bindung insgesamt [Spalte 7]

1. ertragsbezogen: [Spalte 3] x [Spalte 4] x [Spalte 5]

2. flächenbezogen: [Spalte 3] x [Spalte 6] (für Grünland oder Rotationsbrache)

³⁾ Gehaltswerte nach Anlage 11 bis 14

Formular zur Aufnahme von Betriebsdaten zur Berechnung des jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleiches (gemäß § 5 Düngeverordnung)

Betrieb/Ort: _____ Musterbetrieb__Musterdorf _____ Düngjahr: __2006_____

2.2 Abfuhr von Nebenprodukten (Stroh, Blatt, Kraut usw.) und Zwischenfruchternte (ohne Einsatz für Biogasanlage)

Nebenprodukt/Zwischenfrucht	abgefahrenere Fläche ha	Ertrag dt/ha	Gehaltswert ¹⁾ kg/dt			Nährstoffmenge kg insgesamt		
			N	P	K	N	P	K
Weizenstroh	50	60	0,50	0,13	1,16	1 500	390	3 480
Summe Betrieb (N, P, K)						1 500	390	3 480

2.3 N-Verluste in Biogasproduktion (Einsatz von Ernteprodukten, Nebenprodukten und Zwischenfruchternte in Biogasanlagen)

Pflanzenart / Nebenprodukt / Zwischenfrucht	Anbaufläche ha ⁴⁾	Ertrag dt/ha	Gesamtmenge dt	Gehaltswert kg/dt ¹⁾ N	N		
					Einsatz kg 6	Verluste % ²⁾ 7	Verluste ³⁾ kg 8
1	2	3	4	5	6	7	8
Silomais	22,2	450	9 990	0,43	4 296	40	1 718
Blumenkohlrest	10	455	4 550	0,34	1 547	40	619
Summe Betrieb (Anbaufläche, N-Verluste)	22,2	(Summe Anbaufläche ohne Nebenprodukte und Zwischenfrüchte)					2 337

¹⁾ Gehaltswerte nach Anlage 11 bis 14

²⁾ nach Anlage 16: N-Verluste Biogasgülle

³⁾ Berechnung: [Spalte 8] = [Spalte 6] x [Spalte 7] / 100

⁴⁾ bzw. abgefahrenere Fläche für Nebenprodukte und Zwischenfruchternte

Formular zur Aufnahme von Betriebsdaten zur Berechnung des jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleiches (gemäß § 5 Düngeverordnung)

Betrieb/Ort: _____ Musterbetrieb__Musterdorf _____ Düngjahr: __2006_____

2.4 Abgabe Wirtschaftsdünger

Düngestoff	Menge t bzw. m ³	Gehaltswert ¹⁾ kg/t bzw. kg/m ³			Nährstoffmenge kg insgesamt		
		N	P	K	N	P	K
Rindermist	70	5,30	1,42	10,38	371	99	727
Summe Betrieb (N, P, K)					371	99	727

3 Abschläge für Stickstoff bei Kulturen nach Tabelle 3

Kultur 1	Anbaufläche ha 2	N-Abschlag ²⁾ kg N/ha 3	N-Abschlag ³⁾ kg N insgesamt 4
Blumenkohl	10	120	1 200
Summe Betrieb (N-Abschlag)			1 200

¹⁾ Gehaltswerte nach Anlage 9 (nach Abzug von Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverlusten)

²⁾ Werte aus Anlage 15

³⁾ Berechnung: [Spalte 4] = [Spalte 2] x [Spalte 3]

Anlagen

Anlage 1: Düngeverordnung vom 27. Februar 2007

Nichtamtliche Fassung - der Neubekanntmachung der Düngeverordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 221)

Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV)

Die Verordnung dient auch der Umsetzung der Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (ABl. EG Nr. L 375 S. 1).

§ 1 Geltungsbereich

Die Verordnung regelt

1. die gute fachliche Praxis bei der Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen,
2. das Vermindern von stofflichen Risiken durch die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und auf anderen Flächen, soweit diese Verordnung dies ausdrücklich bestimmt.

§ 2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Verordnung sind:

1. *landwirtschaftlich genutzte Fläche:*
pflanzenbaulich genutztes Ackerland, gartenbaulich genutzte Flächen, Grünland, Obstflächen, weinbaulich genutzte Flächen, Hopfenflächen, Baumschulflächen; zur landwirtschaftlich genutzten Fläche gehören auch befristet aus der landwirtschaftlichen Erzeugung genommene Flächen, soweit diesen Flächen Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate oder Pflanzenhilfsmittel zugeführt werden; zur landwirtschaftlich genutzten Fläche gehören nicht in geschlossenen oder bodenunabhängigen Kulturverfahren genutzte Flächen;
2. *Schlag:*
eine einheitlich bewirtschaftete, räumlich zusammenhängende und mit der gleichen Pflanzenart oder mit Pflanzenarten mit vergleichbaren Nährstoffansprüchen bewachsene oder zur Bestellung vorgesehene Fläche;
3. *Bewirtschaftungseinheit:*
mehrere Schläge, die vergleichbare Standortverhältnisse aufweisen, einheitlich bewirtschaftet werden und mit der gleichen Pflanzenart oder mit Pflanzenarten mit vergleichbaren Nährstoffansprüchen bewachsen oder zur Bestellung vorgesehen sind;

4. *Düngejahr:*
Zeitraum von zwölf Monaten, auf den sich die Bewirtschaftung des überwiegenden Teiles der landwirtschaftlich genutzten Fläche, insbesondere die dazugehörige Düngung, bezieht;
5. *Düngung:*
Zufuhr von Pflanzennährstoffen über Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate oder Pflanzenhilfsmittel zur Erzeugung von Nutzpflanzen sowie zur Erhaltung der Fruchtbarkeit der Böden;
6. *Nährstoffzufuhr:*
Summe der über Düngung und dem Nährstoffeintrag außerhalb einer Düngung zugeführten Nährstoffmengen;
7. *Nährstoffbedarf:*
Nährstoffmenge, die zur Erzielung eines bestimmten Ertrages oder einer bestimmten Qualität notwendig ist;
8. *Düngebedarf:*
Nährstoffmenge, die den Nährstoffbedarf einer Kultur nach Abzug sonstiger verfügbarer Nährstoffmengen und unter Berücksichtigung der Nährstoffversorgung des Bodens abdeckt;
9. *wesentliche Nährstoffmenge:*
eine zugeführte Nährstoffmenge je Hektar und Jahr von mehr als 50 Kilogramm Stickstoff (Gesamt-N) oder 30 Kilogramm Phosphat (P_2O_5);
10. *wesentlicher Nährstoffgehalt:*
Nährstoffgehalt in der Trockenmasse von mehr als 1,5 vom Hundert Stickstoff (Gesamt-N) oder 0,5 vom Hundert Phosphat (P_2O_5);
11. *wesentlicher Gehalt an verfügbarem Stickstoff:*
der in einer Calciumchloridlösung lösliche Anteil von über 10 vom Hundert bei einem Gesamtstickstoffgehalt in der Trockenmasse von mehr als 1,5 vom Hundert;
12. *gefrorener Boden:*
Boden, der durchgängig gefroren ist und im Verlauf des Tages nicht oberflächlich auftaut.

§ 3 Grundsätze für die Anwendung

(1) Vor der Aufbringung von wesentlichen Nährstoffmengen an Stickstoff oder Phosphat mit Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln ist der Düngebedarf der Kultur sachgerecht festzustellen. Erfordernisse für die Erhaltung der standortbezogenen Bodenfruchtbarkeit sind zusätzlich zu berücksichtigen. Die Düngebedarfsermittlung muss so erfolgen, dass ein Gleichgewicht zwischen dem voraussichtlichen Nährstoffbedarf und der Nährstoffversorgung gewährleistet ist.

(2) Die Ermittlung des Düngebedarfs erfolgt für jeden Schlag oder jede Bewirtschaftungseinheit unter Berücksichtigung folgender Einflussfaktoren:

1. des Nährstoffbedarfs des Pflanzenbestandes für die unter den jeweiligen Standort- und Anbaubedingungen zu erwartenden Erträge und Qualitäten; dabei sind für Stickstoff die Werte nach Anlage 1 heranzuziehen,

2. der im Boden verfügbaren und voraussichtlich während des Wachstums des jeweiligen Pflanzenbestandes als Ergebnis der Standortbedingungen, besonders des Klimas, der Bodenart und des Bodentyps, zusätzlich pflanzenverfügbar werdenden Nährstoffmengen, sowie der Nährstofffestlegung; dabei sind
 - a) für die Nachlieferung von Stickstoff aus der Vorkultur während des Wachstums die Werte nach Anlage 2 und
 - b) für die Ausnutzung des Stickstoffs aus organischen Düngemitteln die Werte nach Anlage 3 heranzuziehen,
3. des Kalkgehalts oder der Bodenreaktion (pH-Wert) und des Humusgehalts des Bodens,
4. der durch Bewirtschaftung - ausgenommen Düngung - einschließlich Bewässerung zugeführten und während des Wachstums des Pflanzenbestandes nutzbaren Nährstoffmengen,
5. der Anbaubedingungen, welche die Nährstoffverfügbarkeit beeinflussen, besonders Kulturart, Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Bewässerung.

Zusätzlich sollen Ergebnisse regionaler Feldversuche herangezogen werden.

(3) Vor der Aufbringung wesentlicher Nährstoffmengen sind die im Boden verfügbaren Nährstoffmengen vom Betrieb zu ermitteln

1. für Stickstoff auf jedem Schlag oder jeder Bewirtschaftungseinheit - außer auf Dauergrünlandflächen - für den Zeitpunkt der Düngung, mindestens aber jährlich,
 - a) durch Untersuchung repräsentativer Proben oder
 - b) nach Empfehlung der nach Landesrecht für die landwirtschaftliche Beratung zuständigen Stelle oder einer von dieser empfohlenen Beratungseinrichtung
 - aa) durch Übernahme der Ergebnisse der Untersuchungen vergleichbarer Standorte oder
 - bb) durch Anwendung von Berechnungs- und Schätzverfahren, die auf fachspezifischen Erkenntnissen beruhen.

Die Probenahmen und Untersuchungen sind nach Vorgaben der nach Landesrecht zuständigen Stelle durchzuführen.

2. für Phosphat auf Grundlage der Untersuchung repräsentativer Bodenproben, die für jeden Schlag ab ein Hektar, in der Regel im Rahmen einer Fruchtfolge, mindestens alle sechs Jahre durchzuführen sind. Ausgenommen sind Flächen nach § 5 Abs. 4 Nr. 2.

Die Bodenuntersuchungen sind von einem durch die zuständige Stelle nach anderen Vorschriften zugelassenen Labor durchzuführen.

(4) Aufbringungszeitpunkt und -menge sind bei Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln so zu wählen, dass verfügbare oder verfügbar werdende Nährstoffe den Pflanzen weitestmöglich zeitgerecht in einer dem Nährstoffbedarf der Pflanzen entsprechenden Menge zur Verfügung stehen.

(5) Das Aufbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln mit wesentlichen Nährstoffgehalten an Stickstoff oder Phosphat darf nicht erfolgen, wenn der Boden überschwemmt, wassergesättigt, gefroren oder durchgängig höher als fünf Zentimeter mit Schnee bedeckt ist. Abweichend von Satz 1 dürfen Kalkdünger nach Anlage 1 Abschnitt 1 der Düngemittelverordnung mit einem Gehalt von weniger als 2 vom Hundert Phosphat (P_2O_5) auf gefrorenen Boden aufgebracht werden.

(6) Beim Aufbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsstoffen mit wesentlichen Nährstoffgehalten an Stickstoff oder Phosphat ist

1. ein direkter Eintrag von Nährstoffen in oberirdische Gewässer durch Einhaltung eines Abstandes von mindestens drei Metern zwischen dem Rand der durch die Streubreite bestimmten Ausbringungsfläche und der Böschungsoberkante des jeweiligen oberirdischen Gewässers zu vermeiden,

2. dafür zu sorgen, dass kein Abschwemmen in oberirdische Gewässer erfolgt.

Abweichend von Satz 1 Nr. 1 beträgt der Abstand mindestens einen Meter, soweit für das Ausbringen der Stoffe nach Satz 1 Geräte, bei denen die Streubreite der Arbeitsbreite entspricht oder die über eine Grenzstreueinrichtung verfügen, verwendet werden.

(7) Auf Ackerflächen, die innerhalb eines Abstandes von 20 Metern zur Böschungsoberkante eines Gewässers nach Absatz 6 eine Hangneigung von durchschnittlich mehr als 10 vom Hundert zu diesem Gewässer aufweisen (stark geneigte Flächen), dürfen innerhalb dieses Bereichs Düngemittel mit wesentlichen Nährstoffgehalten an Stickstoff oder Phosphat innerhalb eines Abstandes von drei Metern zur Böschungsoberkante nicht und im Übrigen nur wie folgt aufgebracht werden:

1. innerhalb des Bereichs zwischen drei und zehn Metern Entfernung zur Böschungsoberkante nur, wenn die Düngemittel direkt in den Boden eingebracht werden,

2. auf dem verbleibenden Teil der Fläche

- a) bei unbestellten Ackerflächen nur bei sofortiger Einarbeitung,

- b) auf bestellten Ackerflächen

- aa) mit Reihenkultur (Reihenabstand von 45 Zentimetern und mehr) nur bei entwickelter Untersaat oder bei sofortiger Einarbeitung,

- bb) ohne Reihenkultur nur bei hinreichender Bestandsentwicklung oder

- cc) nach Anwendung von Mulch- oder Direktsaatverfahren.

Satz 1 Nr. 1 gilt nicht für die Aufbringung von Festmist, ausgenommen Geflügelkot. Die Vorgaben des Satzes 1 Nr. 2 gelten für die Aufbringung von Festmist für den gesamten Bereich zwischen drei und 20 Metern Entfernung zur Böschungsoberkante. Absatz 6 bleibt unberührt.

(8) Die Absätze 6 und 7 gelten nicht für Gewässer, soweit diese nach § 1 Abs. 2 des Wasserhaushaltsgesetzes von dessen Anwendung ausgenommen sind.

(9) Wasserrechtliche Abstands- und Bewirtschaftungsregelungen, die über die Regelungen der Absätze 6 und 7 hinausgehen, bleiben unberührt.

(10) Geräte zum Ausbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Das Aufbringen von Stoffen nach Satz 1 mit Geräten nach Anlage 4 ist ab dem 1. Januar 2010 verboten. Geräte, die bis zum 14. Januar 2006 in Betrieb genommen wurden, dürfen abweichend von Satz 2 noch bis zum 31. Dezember 2015 für das Aufbringen benutzt werden.

§ 4 Zusätzliche Vorgaben für die Anwendung von bestimmten Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln

(1) Das Aufbringen von organischen Düngemitteln oder organisch-mineralischen Düngemitteln nach Anlage 1 Abschnitt 3 der Düngemittelverordnung, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln mit jeweils überwiegend organischen Be-

standteilen einschließlich Wirtschaftsdünger darf nur erfolgen, wenn vor dem Aufbringen ihre Gehalte an Gesamtstickstoff und Phosphat, im Falle von Gülle, Jauche, sonstigen flüssigen organischen Düngemitteln oder Geflügelkot zusätzlich der Ammoniumstickstoff

1. aufgrund vorgeschriebener Kennzeichnung dem Betrieb bekannt,
2. auf der Grundlage von Daten der nach Landesrecht zuständigen Stelle von dem Betrieb ermittelt worden oder
3. auf der Grundlage wissenschaftlich anerkannter Messmethoden vom Betrieb oder in dessen Auftrag festgestellt worden sind.

(2) Wer Gülle, Jauche, sonstige flüssige organische oder organisch-mineralische Düngemittel mit wesentlichen Gehalten an verfügbarem Stickstoff oder Geflügelkot auf unbestelltes Ackerland aufbringt, hat diese unverzüglich einzuarbeiten.

(3) Aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft, auch in Mischungen, dürfen unbeschadet der Vorgaben nach § 3 Nährstoffe nur so ausgebracht werden, dass die aufgebrachte Menge an Gesamtstickstoff im Durchschnitt der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Betriebes 170 Kilogramm Gesamtstickstoff je Hektar und Jahr nicht überschreitet. Für die Ermittlung der mit Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft aufgetragenen Stickstoffmenge einschließlich des Weideganges sind mindestens die Werte nach Anlage 5 und Anlage 6 Zeilen 6 bis 9 Spalte 2 oder 3 anzusetzen. Andere Werte dürfen verwendet werden bei der Haltung von Tierarten, die mit Anlage 6 nicht erfasst werden oder wenn der Betrieb gegenüber der nach Landesrecht zuständigen Stelle nachweist, dass die aufgetragene Stickstoffmenge - insbesondere durch besondere Haltungs- oder Fütterungsverfahren - abweicht. Flächen, die für eine Aufbringung nach Absatz 4 herangezogen werden, sind vor der Berechnung des Flächendurchschnitts von der zu berücksichtigenden Fläche abzuziehen.

(4) Auf Grünland und auf Feldgras dürfen Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft so aufgebracht werden, dass die mit ihnen aufgetragene Menge an Gesamtstickstoff im Durchschnitt dieser Flächen 230 Kilogramm Gesamtstickstoff je Hektar und Jahr nicht überschreitet, soweit

1. bei Grünlandnutzung dieses Grünland jährlich mit mindestens vier Schnitten oder drei Schnitten und Weidehaltung intensiv genutzt wird,
2. ausschließlich Schleppschlauch, Schleppschuh, Schlitzscheibe oder andere den Stickstoffverlust vermindern Verfahren eingesetzt werden,
3. der betriebliche Nährstoffüberschuss bei Stickstoff im Vorjahr die Werte nach § 6 Abs. 2 nicht überschritten hat,
4. durch die erhöhte Düngung der betriebliche Nährstoffüberschuss für Phosphat (P_2O_5) den in § 6 Abs. 2 Nr. 2 genannten Wert nicht überschreitet,
5. der nach Landesrecht zuständigen Stelle für diese Flächen die Düngedarfsermittlung nach § 3 Abs. 1 und 2 und für die drei Jahre vor Antragstellung die Nährstoffvergleiche nach § 5 Abs. 1 vorliegen und die nach Landesrecht zuständige Stelle das Aufbringen in der vorgesehenen Höhe genehmigt; die nach Landesrecht zuständige Stelle hat bei ihrer Entscheidung die Bewirtschaftungsziele im Sinne der §§ 25a bis 25d, 32c und 33a des Wasserhaushaltsgesetzes einzubeziehen,
6. die tatsächlichen Voraussetzungen nach Nummer 1 sich im genehmigten Zeitraum nicht ändern.

Die Genehmigung nach Satz 1 Nr. 5 ist nach jeweils einem Jahr erneut zu beantragen. Für die Ermittlung der mit Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft aufgebrauchten Stickstoffmenge einschließlich des Weideganges sind mindestens die Werte nach Anlage 5 und Anlage 6 Zeilen 6 bis 9 Spalte 2 oder 3 anzusetzen. Andere Werte dürfen verwendet werden bei der Haltung von Tierarten, die mit Anlage 6 nicht erfasst werden oder wenn der Landwirt gegenüber der zuständigen Behörde nachweist, dass die ausgebrachte Stickstoffmenge - insbesondere durch besondere Fütterungsverfahren - abweicht. In den Jahren 2006 bis 2008 kann die nach Landesrecht zuständige Stelle an Stelle der Nachweise nach Satz 1 Nr. 5 andere betriebliche Nachweise der Entscheidung zugrunde legen.

(5) Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff, ausgenommen Festmist ohne Geflügelkot, dürfen zu den nachfolgend genannten Zeiten nicht aufgebracht werden:

1. auf Ackerland vom 1. November bis 31. Januar,
2. auf Grünland vom 15. November bis 31. Januar.

Die nach Landesrecht zuständige Stelle kann für die zeitliche Begrenzung nach Satz 1 andere Zeiten genehmigen, soweit die Dauer des Zeitraumes ohne Unterbrechung bei Ackerland zwölf Wochen und bei Grünland zehn Wochen nicht unterschreitet. Für die Genehmigung sind regionaltypische Gegebenheiten, insbesondere Witterung oder Beginn und Ende des Pflanzenwachstums, sowie Ziele des Boden- und des Gewässerschutzes heranzuziehen. Die zuständige Stelle kann dazu weitere Auflagen zur Ausbringung treffen und die Dauer der Genehmigung zeitlich begrenzen.

(6) Auf Ackerland dürfen nach der Ernte der letzten Hauptfrucht vor dem Winter Gülle, Jauche und sonstige flüssige organische sowie organisch-mineralische Düngemittel mit wesentlichen Gehalten an verfügbarem Stickstoff oder Geflügelkot nur

1. zu im gleichen Jahr angebauten Folgekulturen einschließlich Zwischenfrüchten bis in Höhe des aktuellen Düngebedarfes an Stickstoff der Kultur oder
2. als Ausgleichsdüngung zu auf dem Feld verbliebenem Getreidestroh, jedoch insgesamt nicht mehr als 40 Kilogramm Ammoniumstickstoff oder 80 Kilogramm Gesamtstickstoff je Hektar aufgebracht werden.

§ 5 Nährstoffvergleich

(1) Der Betriebsinhaber hat jährlich spätestens bis zum 31. März gemäß Anlage 7 einen betrieblichen Nährstoffvergleich für Stickstoff und für Phosphat für das abgelaufene Düngejahr als

1. Flächenbilanz oder
2. aggregierte Schlagbilanz auf der Grundlage von Nährstoffvergleichen für jeden Schlag oder jede Bewirtschaftungseinheit

zu erstellen und zu einem jährlich fortgeschriebenen mehrjährigen Nährstoffvergleich nach Anlage 8 zusammenzufassen.

(2) Bei Verwendung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft hat der Betriebsinhaber zur Feststellung des zugeführten Stickstoffs mindestens die Werte nach Anlage 6 Spalten 4 und 5 Zeilen 6 bis 9, für den anteiligen Weidegang den Wert nach Anlage 6 Zeile 10, zugrunde zu legen. Der Betriebsinhaber darf entsprechend der von ihm eingesetzten Ausbringungstechnik höchstens die sich daraus ergebenden Verluste berücksichtigen.

(3) Um Besonderheiten bei bestimmten Betriebstypen, bei der Anwendung bestimmter Düngemittel, beim Anbau bestimmter Kulturen, der Erzeugung bestimmter Qualitäten, der Haltung bestimmter Tierarten oder der Nutzung bestimmter Haltungsformen oder nicht zu vertretender Ernteauffälle Rechnung zu tragen, darf der Betriebsinhaber weitere unvermeidliche Überschüsse oder erforderliche Zuschläge nach Vorgabe oder in Abstimmung mit der nach Landesrecht zuständigen Stelle berücksichtigen (Anlage 6 Zeile 15). Außerdem darf der Betriebsinhaber für die Ermittlung der Ergebnisse des Stickstoffvergleichs die Werte nach Anlage 6 Zeilen 12 bis 14, bezogen auf die letzte Kultur vor dem Winter, beim Anbau der dort genannten Kulturen berücksichtigen. Satz 2 gilt nicht beim einmaligen Anbau einer Gemüsekultur innerhalb einer Fruchtfolge innerhalb eines Düngejahres.

(4) Von Absatz 1 sind ausgenommen:

1. Flächen, auf denen nur Zierpflanzen angebaut werden, Baumschul-, Rebschul- und Baumobstflächen sowie nicht im Ertrag stehende Dauerkulturflächen des Wein- und Obstbaus,
2. Flächen mit ausschließlicher Weidehaltung bei einem jährlichen Stickstoffanfall (Stickstoffausscheidung) an Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft von bis zu 100 Kilogramm Stickstoff je Hektar, wenn keine zusätzliche Stickstoffdüngung erfolgt,
3. Betriebe, die auf keinem Schlag wesentliche Nährstoffmengen an Stickstoff oder Phosphat mit Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten, Pflanzenhilfsmitteln oder Abfälle zur Beseitigung nach § 27 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes aufbringen,
4. Betriebe, die
 - a) abzüglich von Flächen nach den Nummern 1 und 2 weniger als 10 Hektar landwirtschaftlich genutzte Fläche bewirtschaften,
 - b) höchstens bis zu einem Hektar Gemüse, Hopfen oder Erdbeeren anbauen und
 - c) einen jährlichen Nährstoffanfall aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft von nicht mehr als 500 Kilogramm Stickstoff je Betrieb aufweisen.

§ 6 Bewertung des betrieblichen Nährstoffvergleiches

(1) Der Betriebsinhaber hat der nach Landesrecht zuständigen Stelle die betrieblichen Nährstoffvergleiche nach § 5 Abs. 1 auf Anforderung vorzulegen.

(2) Soweit der betriebliche Nährstoffvergleich nach § 5 Abs. 1

1. für Stickstoff einen betrieblichen Nährstoffüberschuss nach Anlage 8 Zeile 10 im Durchschnitt der drei letzten Düngejahre
 - a) in den 2006, 2007 und 2008 begonnenen Düngejahren von über 90 Kilogramm Stickstoff je Hektar und Jahr,
 - b) in den 2007, 2008 und 2009 begonnenen Düngejahren von über 80 Kilogramm Stickstoff je Hektar und Jahr,
 - c) in den 2008, 2009 und 2010 begonnenen Düngejahren von über 70 Kilogramm Stickstoff je Hektar und Jahr oder
 - d) in den 2009, 2010 und 2011 und später begonnenen Düngejahren von über 60 Kilogramm Stickstoff je Hektar und Jahr

oder

2. für Phosphat (P_2O_5) einen betrieblichen Nährstoffüberschuss nach Anlage 8 Zeile 10 im Durchschnitt der sechs letzten Düngejahre von über 20 Kilogramm je Hektar und Jahr

nicht überschreitet, wird vermutet, dass die Anforderungen des § 3 Abs. 4 erfüllt sind. Diese Vermutung gilt auch, soweit der Wert für Phosphat nach Satz 1 Nr. 2 überschritten wird, wenn die Bodenuntersuchungen nach § 3 Abs. 3 Satz 1 Nr. 2 ergeben, dass der Phosphatgehalt im Durchschnitt (gewogenes Mittel) 20 Milligramm P_2O_5 je 100 Gramm Boden nach dem Calcium-Acetat-Lactat-Extraktionsverfahren (CAL-Methode), 25 Milligramm P_2O_5 je 100 Gramm Boden nach dem Doppel-Lactat-Verfahren (DL-Methode) oder 3,6 Milligramm P je 100 Gramm Boden nach dem Elektro-Ultrafiltrationsverfahren (EUF-Verfahren) nicht überschreitet. Im Falle des Satzes 1 Nr. 2 stehen vor dem 14. Januar 2006 auf der Grundlage der Düngeverordnung vom 26. Januar 1996 (BGBl. I S. 118), zuletzt geändert durch die Verordnung vom 14. Februar 2003 (BGBl. I S. 235), erstellte Nährstoffvergleiche den Nährstoffvergleichen nach Satz 1 Nr. 2 gleich.

§ 7 Aufzeichnungen

(1) Betriebsinhaber haben bis zum 31. März des auf das jeweils abgelaufene Düngejahre folgenden Kalenderjahres aufzuzeichnen

1. die ermittelten Nährstoffmengen nach § 3 Abs. 3 einschließlich der zu ihrer Ermittlung angewendeten Verfahren,
2. die Werte nach § 4 Abs. 1 einschließlich der zu ihrer Ermittlung angewendeten Verfahren und
3. die Ausgangsdaten und Ergebnisse der Nährstoffvergleiche nach § 5 Abs. 1 nach den Anlagen 7 und 8.

Ausgenommen von Satz 1 Nr. 1 und 2 sind Flächen und Betriebe nach § 5 Abs. 4.

(2) Bei einer Zufuhr von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln, die unter Verwendung von Fleischmehlen, Knochenmehlen oder Fleischknochenmehlen hergestellt wurden, auf landwirtschaftlich genutzte Flächen sind ferner innerhalb eines Monats nach der jeweiligen Düngungsmaßnahme aufzuzeichnen

1. der Schlag, auf den die Stoffe aufgebracht wurden, einschließlich der Bezeichnung und der Größe des Flurstücks sowie der darauf angebauten Kultur,
2. die Art und Menge des zugeführten Stoffes und das Datum der Aufbringung,
3. der Inverkehrbringer des Stoffes gemäß der Kennzeichnung nach der Düngemittelverordnung,
4. der enthaltene tierische Stoff gemäß der Kennzeichnung nach der Düngemittelverordnung,
5. bei Düngemitteln die Typenbezeichnung gemäß der Kennzeichnung nach der Düngemittelverordnung.

(3) Die Aufzeichnungen nach den Absätzen 1 und 2 sind sieben Jahre nach Ablauf des Düngejahres aufzubewahren.

§ 8 Anwendungsbeschränkungen und Anwendungsverbote

(1) Düngemittel außer Wirtschaftsdünger dürfen nur angewendet werden, wenn sie einem durch die Düngemittelverordnung oder durch die Verordnung (EG) 2003/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über Düngemittel (ABl. EU Nr. L 304 S. 1) zugelassenen Typ entsprechen. Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel dürfen nur angewendet werden, wenn sie den Bestimmungen der Düngemittelverordnung hinsichtlich der Zusammensetzung und sachgerechter Angabe der Inhaltsstoffe entsprechen. Ausgenommen von Satz 2 sind Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel, die ausschließlich aus Stoffen, die im eigenen Betrieb angefallen sind, erzeugt wurden. Die nach Landesrecht zuständige Stelle kann auf Antrag Ausnahmen von Satz 2 zulassen.

(2) Die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln, die unter Verwendung von Knochenmehl, Fleischknochenmehl oder Fleischmehl hergestellt wurden, ist auf landwirtschaftlich genutztem Grünland und zur Kopfdüngung im Gemüse- oder Feldfutterbau verboten. Wer die in Satz 1 bezeichneten Stoffe auf sonstigen landwirtschaftlich genutzten Flächen aufbringt, hat diese sofort einzuarbeiten.

(3) Die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln, zu deren Herstellung Kieselgur verwendet wurde, ist auf bestelltem Ackerland, Grünland, im Feldfutterbau sowie auf Flächen, die für den Gemüse- oder bodennahen Obstanbau vorgesehen sind, verboten. Wer die in Satz 1 bezeichneten Stoffe auf sonstigen landwirtschaftlich genutzten Flächen aufbringt, hat diese sofort einzuarbeiten. Die Anwendung von trockenen Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln, zu deren Herstellung Kieselgur verwendet wurde, ist verboten. Die Anwendung der in den Sätzen 1 und 3 bezeichneten Stoffe außerhalb landwirtschaftlich genutzter Flächen ist verboten.

(4) Düngemittel mit der Kennzeichnung "zur Düngung von Rasen" oder "zur Düngung von Zierpflanzen" nach Anlage 1 Abschnitt 5 der Düngemittelverordnung dürfen nur zur Düngung dieser Kulturen verwendet werden.

(5) Die Anwendung von

1. Düngemitteln, ausgenommen Düngemittel, die als EG-Düngemittel bezeichnet sind,
2. Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln,
welche die Grenzwerte nach Anlage 2 Tabelle 1 der Düngemittelverordnung überschreiten, ist ab dem 4. Dezember 2007 verboten. Ausgenommen von Satz 1 sind Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel, die ausschließlich aus Stoffen, die im eigenen Betrieb angefallen sind, erzeugt wurden. Abweichend von Satz 1 dürfen

1. bis zum 4. Dezember 2008 die Düngemittel, die dem Düngemitteltypen "Kohlensaurer Kalk", "Branntkalk" und "Mischkalk" entsprechen, auch bei Überschreiten der Grenzwerte nach Anlage 2 Tabelle 1 der Düngemittelverordnung angewendet werden,
2. im Falle von Bodenhilfsstoffen und Kultursubstraten, die unter überwiegender Verwendung von Rinden hergestellt wurden, diese
 - a) bis zum 4. Dezember 2008 auch bei Überschreiten der Grenzwerte für Cadmium im Ausgangsstoff Rinde nach Anlage 2 Tabelle 1 der Düngemittelverordnung angewendet werden,

- b) nach dem 4. Dezember 2008 außerhalb landwirtschaftlich genutzter Flächen, ausgenommen Kinderspielplätze sowie Haus- und Kleingärten, angewendet werden, soweit der Grenzwert für Cadmium im Ausgangsstoff Rinde nach Anlage 2 Tabelle 1 der Düngemittelverordnung um nicht mehr als 15 vom Hundert überschritten wird.

Abweichend von Satz 1 gelten für Klärschlämme die Anforderungen an die Schadstoffe und Grenzwerte der Klärschlammverordnung und abweichend von den Sätzen 1 und 3 Nr. 2 gelten für Bioabfälle die Anforderungen an die Schadstoffe und Grenzwerte der Bioabfallverordnung.

§ 9 Besondere Anforderungen an Genehmigungen durch die zuständigen Stellen

Soweit die nach Landesrecht zuständige Stelle auf Grund dieser Verordnung Genehmigungen erteilt oder Anordnungen trifft, hat sie dabei besonders zu berücksichtigen, dass die Fruchtbarkeit des Bodens, die Gesundheit von Menschen und Tieren sowie der Naturhaushalt, insbesondere die Gewässerqualität, nicht gefährdet werden und andere öffentlich-rechtliche Vorschriften nicht entgegenstehen.

§ 10 Ordnungswidrigkeiten

(1) Ordnungswidrig im Sinne des § 10 Abs. 2 Nr. 1 des Düngemittelgesetzes handelt, wer vorsätzlich oder fahrlässig

1. entgegen § 3 Abs. 5 Satz 1 oder Abs. 7 Satz 1 einen Stoff oder ein dort genanntes Düngemittel aufbringt,
2. entgegen § 3 Abs. 6 Satz 1 Nr. 1, auch in Verbindung mit Satz 2 einen Eintrag nicht vermeidet,
3. entgegen § 3 Abs. 10 Satz 2 einen Stoff mit einem dort genannten Gerät aufbringt,
4. entgegen § 4 Abs. 2 einen dort genannten Stoff oder dort genanntes Düngemittel nicht oder nicht rechtzeitig einarbeitet,
5. entgegen § 4 Abs. 3 Satz 1 oder Abs. 5 Satz 1 einen Stoff, Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft oder Düngemittel aufbringt,
6. entgegen § 5 Abs. 1 Satz 1 einen Nährstoffvergleich nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig erstellt,
7. entgegen § 6 Abs. 1 einen Nährstoffvergleich nicht vorlegt,
8. entgegen § 7 Abs. 1 Satz 1 oder Abs. 2 eine Aufzeichnung nicht, nicht richtig, nicht rechtzeitig oder nicht vollständig macht,
9. entgegen § 7 Abs. 3 eine Aufzeichnung nicht oder nicht mindestens sieben Jahre aufbewahrt.

(2) Ordnungswidrig im Sinne des § 10 Abs. 2 Nr. 3 des Düngemittelgesetzes handelt, wer vorsätzlich oder fahrlässig entgegen § 8 Abs. 1 Satz 1, Abs. 2 Satz 1, Abs. 3 Satz 1, 3 oder 4 oder Abs. 5 Satz 1 ein Düngemittel, einen Bodenhilfsstoff, ein Kultursubstrat oder ein Pflanzenhilfsmittel anwendet.

§ 11 Übergangsbestimmungen

Abweichend von § 4 Abs. 4 Satz 1 dürfen Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff, ausgenommen Festmist ohne Geflügelkot, im Jahr 2006 bereits ab dem 16. Januar auf Acker- und Grünland aufgebracht werden. Die sich aus § 8 Abs. 1 ergebenden Anwendungsverbote gelten ab dem 4. Dezember 2006.

§ 11a Übergangsvorschrift

(1) § 6 Abs. 2 der Düngeverordnung vom 26. Januar 1996 (BGBl. I S. 118), die zuletzt durch die Verordnung vom 14. Februar 2003 (BGBl. I S. 235) geändert worden ist, ist bis zum 31. Dezember 2015 weiterhin anzuwenden.

(2) § 4 Abs. 4 ist auch auf Sachverhalte anzuwenden, die im Jahr 2006 entstanden sind.

§ 12 (Inkrafttreten, Außerkrafttreten)

Nachfolgend sind die Anlagen 2, 3 und 4 der Düngeverordnung aufgeführt.

Die Anlagen 1 sowie 5 bis 7 der Düngeverordnung sind nicht an dieser Stelle sondern an folgenden Stellen platziert und wurden zum Teil ergänzt bzw. an die Thüringer Bedingungen angepasst..

Anlage der Düngeverordnung	Fundstelle in der vorliegenden Broschüre
1 Stickstoffgehalt pflanzlicher Erzeugnisse	Anlagen 11 bis 14
5 Nährstoffanfall bei landwirtschaftlichen Nutztieren	Anlage 8
6 Kennzahlen für die sachgerechte Bewertung zugeführter Stickstoffdünger	Anlagen 15 bis 17
7, 8 Jährlicher / Mehrjähriger betrieblicher Nährstoffvergleich	Anlage 18

Anlage 2

(zu § 3 Abs. 2 Satz 1 Nr. 2 Buchstabe a)

Voraussichtliche Stickstoff-Lieferung während des Pflanzenwachstums aus der Vorkultur

Tabelle 1: Pflanzennutzbare Stickstoff-Lieferung aus Ernteresten der Vorfrucht (Hauptfrucht des Vorjahres)

Vorfrucht	N-Lieferung kg/ha
Getreide, Kartoffeln, Lein, Sonnenblumen, Silomais	0
Körnermais, Raps, einj. Weidelgras, Rotationsbrache ohne Leguminosen	10
Rübsen, Senf, Futterrübe (Blatt verblieben), Feldgras und mehrj. Weidelgras	20
Körnerleguminosen, Zuckerrübe (Blatt verblieben), Luzerne, Klee, Klee gras, Rotationsbrache mit Leguminosen, Gemüse	30
mehrfährig begrünte Flächen (Wechselgrünland, Dauerbrache)	40

Tabelle 2: Pflanzennutzbare Stickstoff-Lieferung aus Zwischenfrüchten sowie aus organischen oder mineralischen Stickstoffgaben nach der Hauptfruchternte des Vorjahres

Bewirtschaftung	Stickstoff-Nachlieferung (kg N/ha)		
	keine N-Düngung	Mineraldüngung oder Gülledüngung	Festmist oder sonstiger organischer Dünger
ohne Zwischenfrucht Herbstdüngung zur Winterung	0	20	30
Stickstoffgabe zur Strohhotte	0	20	20
mit Zwischenfrucht Nichtleguminosen abgefahren	0	10	20
Einarbeitung im Herbst	10	20	30
Einarbeitung im Frühjahr	20	30	40
mit Zwischenfrucht Leguminosen abgefahren	20	(20)	(20)
Einarbeitung im Herbst	30	(30)	(30)
Einarbeitung im Frühjahr	40	(40)	(40)

Anlage 3

(zu § 3 Abs. 2 Satz 1 Nr. 2 Buchstabe b)

Mindestwerte für pflanzenbauliche Stickstoff-Wirksamkeit zugeführter Wirtschaftsdünger im Jahr der Aufbringung in Prozent des ausgebrachten Gesamtstickstoffs¹⁾ bei langjähriger Anwendung

Tierart	Gülle	Festmist	Jauche
Rinder	50	25	90
Schweine	60	30	90
Geflügel	60 ²⁾	30 ³⁾	-
Pferde/Schafe	-	25	-

¹⁾ Basis: N-Ausscheidung abzgl. Lagerverluste bzw. Ermittlung des N-Gehaltes vor der Ausbringung

²⁾ incl. Geflügelkot

³⁾ mit Einstreu

Anlage 4

(zu § 3 Abs. 10)

Geräte zum Ausbringen von Düngemitteln, die nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen

1. Festmiststreuer ohne gesteuerte Mistzufuhr zum Verteiler,
2. Güllewagen und Jauchewagen mit freiem Auslauf auf den Verteiler,
3. zentrale Prallverteiler, mit denen nach oben abgestrahlt wird,
4. Güllewagen mit senkrecht angeordneter, offener Schleuderscheibe als Verteiler zur Ausbringung von unverdünnter Gülle,
5. Drehstrahlregner zur Verregnung von unverdünnter Gülle.

Anlage 2: Richtwerte für pH-Klassen für Acker- und Grünland

Tabelle 1: pH-Klassen für **Ackerland** zur Einstufung der Kalkversorgung des Bodens (pH-Bestimmung nach CaCl₂-Methode)

Bodenart/Bodenarten- gruppe (BG)	pH- Klasse	Humusgehalt des Bodens				
		≤ 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 15,0	15,1 - 30	> 30,0
pH-Werte der Klassen A bis E						
S Sand TA ≤ 5 % FA ≤ 7 % BG 1	A	≤ 4,5	≤ 4,2	≤ 3,9	≤ 3,6	-
	B	4,6 - 5,3	4,3 - 4,9	4,0 - 4,6	3,7 - 4,2	
	C	5,4 - 5,8	5,0 - 5,4	4,7 - 5,1	4,3 - 4,7	
	D	5,9 - 6,2	5,5 - 5,8	5,2 - 5,4	4,8 - 5,1	
	E	≥ 6,3	≥ 5,9	≥ 5,5	≥ 5,2	
I'S schwach lehmiger Sand TA > 5 - 12 % FA > 7 - 16 % BG 2	A	≤ 4,8	≤ 4,5	≤ 4,1	≤ 3,7	-
	B	4,9 - 5,7	4,6 - 5,3	4,2 - 4,9	3,8 - 4,5	
	C	5,8 - 6,3	5,4 - 5,9	5,0 - 5,5	4,6 - 5,1	
	D	6,4 - 6,7	6,0 - 6,3	5,6 - 5,9	5,2 - 5,5	
	E	≥ 6,8	≥ 6,4	≥ 6,0	≥ 5,6	
IS stark lehmiger Sand TA > 12 - 17 % FA > 16 - 23 % BG 3	A	≤ 5,0	≤ 4,7	≤ 4,3	≤ 3,8	-
	B	5,1 - 6,0	4,8 - 5,5	4,4 - 5,1	3,9 - 4,7	
	C	6,1 - 6,7	5,6 - 6,2	5,2 - 5,8	4,8 - 5,4	
	D	6,8 - 7,1	6,3 - 6,7	5,9 - 6,2	5,5 - 5,8	
	E	≥ 7,2	≥ 6,8	≥ 6,3	≥ 5,9	
sL/uL sandiger/schluffiger Lehm TA > 17 - 25 % FA > 23 - 35 % BG 4	A	≤ 5,2	≤ 4,9	≤ 4,5	≤ 4,0	-
	B	5,3 - 6,2	5,0 - 5,7	4,6 - 5,3	4,1 - 4,9	
	C	6,3 - 7,0 ¹⁾	5,8 - 6,5	5,4 - 6,1	5,0 - 5,7	
	D	7,1 - 7,4	6,6 - 7,0	6,2 - 6,5	5,8 - 6,1	
	E	≥ 7,5	≥ 7,1	≥ 6,6	≥ 6,2	
t'L/T schwach toniger Lehm bis Ton TA > 25 % FA > 35 % BG 5	A	≤ 5,3	≤ 4,9	≤ 4,5	≤ 4,0	-
	B	5,4 - 6,3	5,0 - 5,8	4,6 - 5,4	4,1 - 5,0	
	C	6,4 - 7,2 ¹⁾	5,9 - 6,7	5,5 - 6,3	5,1 - 5,9	
	D	7,3 - 7,7	6,8 - 7,2	6,4 - 6,7	6,0 - 6,3	
	E	≥ 7,8	≥ 7,3	≥ 6,8	≥ 6,4	
Mo ²⁾ Hochmoor und saure Niedermoore BG 6	A, B					≤ 4,2
	C					4,3
	D, E					≥ 4,4

¹⁾ Auf karbonathaltigen Böden (freier Kalk): keine Erhaltungskalkung

²⁾ Auf sauren organischen Böden wird Ackernutzung nicht empfohlen. Auf einem Großteil der Niedermoore liegen die pH-Werte geogen bedingt > 6,5.

Anmerkung: TA = Tongehalt und FA = Ton - plus Feinschluffgehalt

Tabelle 2: pH-Klassen für **Grünland** zur Einstufung der Kalkversorgung des Bodens (pH-Bestimmung nach CaCl₂-Methode)

Bodenart/Bodenartengruppe (BG)	pH-Klasse	Humusgehalt des Bodens		
		≤ 15	15,1 - 30	> 30
pH-Werte der Klassen A bis E				
S Sand TA ≤ 5 % FA ≤ 7 % BG 1	A	≤ 4,0	≤ 3,6	-
	B	4,1 - 4,6	3,7 - 4,2	
	C	4,7 - 5,2	4,3 - 4,7	
	D	5,3 - 5,6	4,8 - 5,1	
	E	≥ 5,7	≥ 5,2	
I'S schwach lehmiger Sand TA > 5 - 12 % FA > 7 - 16 % BG 2	A	≤ 4,3	≤ 3,7	-
	B	4,4 - 5,1	3,8 - 4,5	
	C	5,2 - 5,7	4,6 - 5,1	
	D	5,8 - 6,1	5,2 - 5,5	
	E	≥ 6,2	≥ 5,6	
IS stark lehmiger Sand TA > 12 - 17 % FA > 16 - 23 % BG 3	A	≤ 4,5	≤ 3,9	-
	B	4,6 - 5,3	4,0 - 4,7	
	C	5,4 - 6,0	4,8 - 5,4	
	D	6,1 - 6,5	5,5 - 5,8	
	E	≥ 6,6	≥ 5,9	
sL/uL sandiger/schluffiger Lehm TA > 17 - 25 % FA > 23 - 35 % BG 4	A	≤ 4,7	≤ 4,1	-
	B	4,8 - 5,5	4,2 - 4,9	
	C	5,6 - 6,3	5,0 - 5,7	
	D	6,4 - 6,8	5,8 - 6,1	
	E	≥ 6,9	≥ 6,2	
t'L/T schwach toniger Lehm bis Ton TA > 25 % FA > 35 % BG 5	A	≤ 4,7	≤ 4,1	-
	B	4,8 - 5,6	4,2 - 5,0	
	C	5,7 - 6,5	5,1 - 5,9	
	D	6,6 - 7,0	6,0 - 6,4	
	E	≥ 7,1	≥ 6,5	
Mo¹⁾ Hochmoor und saure Niedermoore BG 6	A, B	-		≤ 4,2
	C			4,3
	D, E			≥ 4,4

¹⁾ Auf einem Großteil der Niedermoore liegen die pH-Werte geogen bedingt > 6,5.
Anmerkung: TA = Tongehalt und FA = Ton- plus Feinschluffgehalt

Anlage 3: Richtwerte zur Bewertung der P-, K- und Mg-Gehalte von Acker- und Grünlandböden

Tabelle 1: Richtwerte zur Bewertung der P- und K-Gehalte (CAL-Methode) sowie Mg-Gehalte (CaCl₂-Methode) von **Ackerböden**

Gehaltsklassen zur Einstufung der Bodenuntersuchungsergebnisse für Ackerland, Feldgemüse, Obst, Hopfen Tongehalt (TA) < 0,002 mm und Ton - plus Feinschluffgehalt (FA) < 0,006 mm (%) mineralischer Trockenmasse nach DIN 19682				
Bodenart; TA und FA; Bodenartengruppe (BG)	Gehalts- klasse ¹⁾	P mg/100 g	K mg/100 g	Mg mg/100 g
S Sand TA ≤ 5 % FA ≤ 7 % BG 1	A	≤ 2,4	≤ 2	≤ 2,0
	B	2,5 - 4,8	3 - 6	2,1 - 3,5
	C	4,9 - 7,2	7 - 10	3,6 - 5,0
	D	7,3 - 10,4	11 - 15	5,1 - 6,5
	E	≥ 10,5	≥ 16	≥ 6,6
I'S schwach lehmiger Sand TA > 6 - 12 % FA > 8 - 16 % BG 2	A	≤ 2,4	≤ 3	≤ 2,5
	B	2,5 - 4,8	4 - 7	2,6 - 4,5
	C	4,9 - 7,2	8 - 11	4,6 - 6,5
	D	7,3 - 10,4	12 - 18	6,6 - 8,5
	E	≥ 10,5	≥ 19	≥ 8,6
LS (SL) stark lehmiger Sand TA > 13 - 17 % FA > 17 - 23 % BG 3	A	≤ 2,4	≤ 4	≤ 3,0
	B	2,5 - 4,8	5 - 9	3,1 - 5,5
	C	4,9 - 7,2	10 - 14	5,6 - 8,0
	D	7,3 - 10,4	15 - 22	8,1 - 10,5
	E	≥ 10,5	≥ 23	≥ 10,6
sL/uL sandiger bis schluffiger Lehm TA > 18 - 25 % FA > 24 - 35 % BG 4	A	≤ 2,4	≤ 5	≤ 4,0
	B	2,5 - 4,8	6 - 10	4,1 - 7,5
	C	4,9 - 7,2	11 - 16	7,6 - 11,0
	D	7,3 - 10,4	17 - 25	11,1 - 14,5
	E	≥ 10,5	≥ 26	≥ 14,6
T'L/T toniger Lehm bis Ton TA > 26 % FA > 36 % BG 5	A	≤ 2,4	≤ 7	≤ 5,0
	B	2,5 - 4,8	8 - 14	5,1 - 9,5
	C	4,9 - 7,2	15 - 23	9,6 - 14,0
	D	7,3 - 10,4	24 - 36	14,1 - 18,5
	E	≥ 10,5	≥ 37	≥ 18,6
Mo Moor BG 6	A	2,4	4	2,0
	B	2,5 - 4,8	5 - 9	2,1 - 3,5
	C	4,9 - 7,2	10 - 16	3,6 - 5,0
	D	7,3 - 10,4	17 - 24	5,1 - 6,5
	E	≥ 10,5	≥ 25	≥ 6,6

¹⁾ E = sehr hoher, D = hoher, C = mittlerer (anzustrebender), B = niedriger, A = sehr niedriger Gehalt

Tabelle 2: Richtwerte zur Bewertung der P- und K-Gehalte (CAL-Methode) sowie Mg-Gehalte (CaCl₂-Methode) von **Grünlandböden**

Gehaltsklassen zur Einstufung der Bodenuntersuchungsergebnisse für Grünland Tongehalt (TA) < 0,002 mm und Ton - plus Feinschluffgehalt (FA) < 0,006 mm (%) mineralischer Trockenmasse nach DIN 19682				
Bodenart; TA und FA; Bodenartengruppe (BG)	Gehalts- klasse ¹⁾	P mg/100 g	K mg/100 g	Mg mg/100 g
S Sand TA ≤ 5 % FA ≤ 7 % BG 1	A B C D E	≤ 2,4 2,5 - 4,8 4,9 - 7,2 7,3 - 10,4 ≥ 10,5	≤ 2 3 - 6 7 - 11 12 - 18 ≥ 19	≤ 2,0 2,1 - 3,5 3,6 - 5,0 5,1 - 6,5 ≥ 6,6
I'S schwach lehmiger Sand TA > 6 - 12 % FA > 8 - 16 % BG 2	A B C D E	≤ 2,4 2,5 - 4,8 4,9 - 7,2 7,3 - 10,4 ≥ 10,5	≤ 3 4 - 7 8 - 12 13 - 21 ≥ 22	≤ 2,5 2,6 - 4,5 4,6 - 6,5 6,6 - 8,5 ≥ 8,6
IS stark lehmiger Sand TA > 13 - 17 % FA > 17 - 23 % BG 3	A B C D E	≤ 2,4 2,5 - 4,8 4,9 - 7,2 7,3 - 10,4 ≥ 10,5	≤ 3 4 - 8 9 - 14 15 - 24 ≥ 25	≤ 3,0 3,1 - 5,5 5,6 - 8,0 8,1 - 10,5 ≥ 10,6
sL/uL sandiger bis schluffiger Lehm TA > 18 - 25 % FA > 24 - 35 % BG 4	A B C D E	≤ 2,4 2,5 - 4,8 4,9 - 7,2 7,3 - 10,4 ≥ 10,5	≤ 4 5 - 9 10 - 16 17 - 26 ≥ 27	≤ 4,0 4,1 - 7,5 7,6 - 11,0 11,1 - 14,5 ≥ 14,6
t'L/T toniger Lehm bis Ton TA > 26 % FA > 36 % BG 5	A B C D E	≤ 2,4 2,5 - 4,8 4,9 - 7,2 7,3 - 10,4 ≥ 10,5	≤ 4 5 - 10 11 - 17 18 - 27 ≥ 28	≤ 5,0 5,1 - 9,5 9,6 - 14,0 14,1 - 18,5 ≥ 18,6
Mo Moor BG 6	A B C D E	≤ 2,4 2,5 - 4,8 4,9 - 7,2 7,3 - 10,4 ≥ 10,5	≤ 5 6 - 10 11 - 16 17 - 24 ≥ 25	≤ 2,0 2,1 - 3,5 3,6 - 5,0 5,1 - 6,5 ≥ 6,6

¹⁾ E = sehr hoher, D = hoher, C = mittlerer (anzustrebender), B = niedriger, A = sehr niedriger Gehalt

Anlage 4: Richtwerte für Mikronährstoffgehalte von Acker- und Grünböden

Tabelle 1: Richtwerte zur Bewertung der **Bor- und Kupfergehalte** von Ackerböden (klassische Methoden)

Gehaltsklassen zur Einstufung der Bodenuntersuchungsergebnisse für Ackerland, Feldgemüse, Obst, Hopfen Angaben für Bodenartengruppe (BG) 1 bis 5 (mg/kg Boden), für BG 6 (mg/l) Boden in natürlicher Lagerung					
Bor					
Gehaltsklasse	S Sand BG 1	I'S schwach lehmiger Sand BG 2	IS stark lehmiger Sand BG 3	sL/uL und t'L/T sandiger/schluff. Lehm, toniger Lehm bis Ton BG 4 und BG 5	Mo Anmoor und Moor BG 6
A	< 0,15	< 0,20	< 0,25	< 0,35	< 0,15
C	0,15 - 0,25	0,20 - 0,30	0,25 - 0,40	0,35 - 0,60	0,15 - 0,25
E	> 0,25	> 0,30	> 0,40	> 0,60	> 0,25
Kupfer , abhängig vom Humusgehalt					
Gehaltsklasse	< 4 % Humus S und I'S BG 1 und BG 2	4 % Humus S und I'S BG 1 und BG 2	Humusgehalt wird nicht berücksichtigt IS BG 3	sL/uL und t'L/T BG 4 und BG 5	Mo BG 6
A	< 1,5	< 2,0	< 2,0	< 4,0	< 2,0
C	1,5 - 3,5	2,0 - 4,5	2,0 - 4,5	4,0 - 8,0	2,0 - 4,0
E	> 3,5	> 4,5	> 4,5	> 8,0	> 4,0

Untersuchungsmethode:

B: Heißwasserextraktion nach BERGER und TRUOG

Cu: HNO₃-Methode nach WESTERHOFF

Tabelle 2: Richtwerte zur Bewertung der **Mangan-, Molybdän- und Zinkgehalte** von Ackerböden (klassische Methoden)

Gehaltsklassen zur Einstufung der Bodenuntersuchungsergebnisse für Ackerland, Feldgemüse, Obst, Hopfen Angaben für Bodenartengruppe (BG) 1 bis 5 (mg/kg) Boden, für BG 6 (mg/l) Boden in natürlicher Lagerung									
Mangan , abhängig vom pH-Wert									
Gehalts- klasse	S und I'S BG 1 und 2			IS BG 3			sL/uL; t'L/T BG 4 und 5	Mo BG 6	
	< 5,0	5,0 - 5,8	> 5,8	< 5,5	5,5 - 6,4	> 6,4	pH unbegrenzt	5,5	> 5,5
A	< 2	< 5	< 10	< 5	< 10	< 15	< 20	< 5	< 10
C	2 - 4	5 - 10	10 - 20	5 - 10	10 - 15	15 - 25	20 - 30	5 - 15	10 - 20
E	> 4	> 10	> 20	> 10	> 15	> 25	> 30	> 15	> 20
Molybdän: als Mo-Bodenzahl = pH-Wert + (10 x mg Mo/kg Boden)					Zink				
Gehalts- klasse	S und I'S BG 1 und 2	IS BG 3	sL/uL; t'L/T BG 4 und 5	Mo BG 6	S und I'S BG 1 und 2	IS; sL/uL; t'L/T BG 3 bis 5	Mo BG 6		
A	< 6,4	< 6,8	< 7,2	< 5,0	< 1,0	< 1,5	< 0,6		
C	6,4 - 7,0	6,8 - 7,8	7,2 - 8,2	5,0 - 6,0	1,0 - 2,5	1,5 - 3,0	0,6 - 1,5		
E	> 7,0	> 7,8	> 8,2	> 6,0	> 2,5	> 3,0	> 1,5		

Untersuchungsmethode:

Mn: Sulfid-pH 8-Methode nach SCHACHTSCHABEL

Mo: Methode nach GRIGG

Zn: EDTA-Methode nach TRIERWEILER und LINDSAY

Tabelle 3: Richtwerte zur Bewertung der **Kupfer- und Mangangehalte** von Grünlandböden (klassische Methoden)

Gehaltsklassen zur Einstufung der Bodenuntersuchungsergebnisse für Grünland									
Angaben für Bodenartengruppe (BG) 1 bis 5 (mg/kg) Boden, für Bodenartengruppe 6 (mg/l) Boden in natürlicher Lagerung									
Kupfer , abhängig vom Humusgehalt									
Gehalts- klasse	< 4 % Humus S und I'S, BG 1 und BG 2		4 % Humus S und I'S, BG 1 und BG 2		Humusgehalt wird nicht berücksichtigt				
					IS, BG 3	sL/uL, BG 4	t'L/T, BG 5	Mo, BG 6	
A	< 1,5		< 2,0		< 2,0	< 4,0	< 4,0	< 2,0	
C	1,5 - 3,5		2,0 - 4,5		2,0 - 4,5	4,0 - 8,0	4,0 - 8,0	2,0 - 4,0	
E	> 3,5		> 4,5		> 4,5	> 8,0	> 8,0	> 4,0	
Mangan , abhängig vom pH-Wert									
Gehalts- klasse	S und I'S, BG 1 und 2			IS, BG 3			sL/uL; t'L/T, BG 4 und 5	Mo, BG 6	
				pH-Werte					
	< 5,0	5,0 - 5,8	> 5,8	5,5	5,6 - 6,4	> 6,4	nicht be- grenzt	5,5	> 5,5
A	< 2	< 5	< 10	< 5	< 10	< 15	< 20	< 5	< 10
C	2 - 4	5 - 10	10 - 20	5 - 10	10 - 15	15 - 25	20 - 30	5 - 15	10 - 20
E	> 4	> 10	> 20	> 10	> 15	> 25	> 30	> 15	> 20

Untersuchungsmethode:

Cu: HNO₃-Methode nach WESTERHOFF

Mn: Sulfit-pH 8-Methode nach SCHACHTSCHABEL

Für B, Mo und Zn existieren keine Richtwerte für Grünland!

Tabelle 4: Richtwerte zur Bewertung der Mikronährstoffgehalte von Ackerböden (CAT-Methode)

Bor (mg/kg Boden)

Gehaltsklasse	S BG 1	I'S BG 2	IS BG 3	sL/uL und t'L/T BG 4 und 5
pH-Wert 6,0¹⁾				
A	< 0,10	< 0,12	< 0,15	< 0,20
C	0,10 - 0,15	0,12 - 0,18	0,15 - 0,25	0,20 - 0,35
E	> 0,15	> 0,18	> 0,25	> 0,35
pH-Wert > 6,0				
A	< 0,15	< 0,20	< 0,25	< 0,35
C	0,15 - 0,25	0,20 - 0,30	0,25 - 0,40	0,35 - 0,60
E	> 0,25	> 0,30	> 0,40	> 0,60

Kupfer (Böden < 4 % Humus, mg/kg Boden)

Gehaltsklasse	S und I'S BG 1 und 2		IS BG 3	sL/uL und t'L/T BG 4 und 5	
	ohne pH-Begrenzung			pH < 7,0	pH 7,0
A	< 1,0		< 1,2	< 2,0	< 1,2
C	1,0 - 2,0		1,2 - 2,5	2,0 - 4,0	1,2 - 2,5
E	> 2,0		> 2,5	> 4,0	> 2,5

Mangan (mg/kg Boden)

Gehalts- klasse	S und I'S BG 1 und 2				IS BG 3			sL/uL u. t'L/T BG 4 und 5 ohne pH-Begrenzung
	pH-Wert				< 5,5	5,5 - 6,4	> 6,4	
	< 5,1	5,1 - 5,5	5,6 - 6,0	> 6,0	< 5,5	5,5 - 6,4	> 6,4	
A	< 3	< 6	< 10	< 25	< 8	< 20	< 30	< 30
C	3 - 6	6 - 10	10 - 20	25 - 50	8 - 15	20 - 30	30 - 50	30 - 60
E	> 6	> 10	> 20	> 50	> 15	> 30	> 50	> 60

Zink (mg/kg Boden)

Gehaltsklasse	S und I'S BG 1 und 2	IS, sL/uL u. t'L/T BG 3 - 5
A	< 1,0	< 1,5
C	1,0 - 2,5	1,5 - 3,0
E	> 2,5	> 3,0

¹⁾ Die CAT-Methode ist für die Untersuchung von Böden mit einem pH-Wert < 5 auf den Borgehalt nicht geeignet. Es wird daher empfohlen, in diesem Fall die herkömmliche Heißwassermethode anzuwenden bzw. erst ein Jahr nach erfolgter Aufkalkung die B-Analyse nach der CAT-Methode durchzuführen.

Anlage 5: Richtwerte für den Ernährungszustand ausgewählter Pflanzenarten**Tabelle 1:** Ausreichende Nährstoffgehalte für **Winterweizen** (gesamte oberirdische Pflanze)

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	Cu/N- Quotient ^{*)}
	% i. d. TM					mg/kg TM				
24/28	3,60 - 5,50	0,39 - 0,62	3,40 - 5,10	0,52 - 0,78	0,08 - 0,15	-	4,9 - 11,3	33 - 116	23 - 34	≥ 1,1
29/30	3,20 - 5,20	0,36 - 0,57	3,30 - 5,10	0,44 - 0,72	0,08 - 0,16	> 0,30	4,4 - 11,2	31 - 100	21 - 34	≥ 1,2
31	2,80 - 4,80	0,33 - 0,52	3,20 - 5,10	0,38 - 0,66	0,08 - 0,17	> 0,30	4,0 - 10,9	29 - 88	19 - 34	≥ 1,2
32/36	2,40 - 4,30	0,30 - 0,48	3,00 - 4,80	0,33 - 0,61	0,08 - 0,17	-	3,6 - 10,6	28 - 77	18 - 33	≥ 1,3
37/38	2,20 - 3,80	0,28 - 0,44	2,80 - 4,50	0,30 - 0,56	0,08 - 0,16	-	3,5 - 10,1	28 - 70	17 - 31	≥ 1,3
39/41	2,00 - 3,30	0,26 - 0,39	2,50 - 4,00	0,30 - 0,52	0,08 - 0,15	-	3,4 - 9,5	28 - 65	17 - 28	≥ 1,4
42/45	1,80 - 2,70	0,25 - 0,35	2,20 - 3,30	0,31 - 0,48	0,08 - 0,13	-	3,5 - 8,8	30 - 63	17 - 24	≥ 1,4

^{*)} Bei Vorliegen des Cu/N-Quotienten (mg Cu/kg ÷ % N) wird dieser zur Bewertung des Cu-Ernährungszustandes verwendet.

Tabelle 2: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Sommerweizen** (gesamte oberirdische Pflanze)

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	% i. d. TM				mg/kg i. d. TM			
28	3,7 - 5,6	0,34 - 0,69	3,6 - 5,1	0,10 - 0,25		5,5 - 17,0	40 - 160	28 - 80
29	3,2 - 5,1	0,29 - 0,64	3,6 - 5,2	0,09 - 0,24		5,2 - 16,5	35 - 155	25 - 80
31	2,8 - 4,6	0,25 - 0,59	3,5 - 5,2	0,08 - 0,24		5,0 - 16,0	30 - 150	22 - 70
32 - 36	2,3 - 4,0	0,22 - 0,54	3,3 - 5,1	0,08 - 0,23		4,6 - 15,0	28 - 150	19 - 70
37 - 38	2,2 - 3,5	0,20 - 0,50	3,1 - 4,8	0,07 - 0,22		4,3 - 14,0	25 - 150	18 - 65
39 - 41	1,8 - 3,1	0,20 - 0,46	2,8 - 4,4	0,07 - 0,20		4,0 - 13,5	20 - 140	17 - 65
42 - 45	1,6 - 2,8	0,20 - 0,43	2,5 - 3,9	0,06 - 0,18		3,8 - 13,0	20 - 140	16 - 65

Tabelle 3: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Wintergerste** (gesamte oberirdische Pflanze)

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	% i. d. TM				mg/kg i. d. TM			
28	3,2 - 5,7	0,37 - 0,59	3,4 - 5,2	0,08 - 0,16		4,1 - 10,6	27 - 84	26 - 43
29	2,8 - 5,4	0,36 - 0,61	3,3 - 5,6	0,08 - 0,18	> 0,30	3,8 - 11,6	22 - 88	24 - 49
31	2,5 - 5,0	0,34 - 0,60	3,2 - 5,7	0,08 - 0,18	> 0,30	3,6 - 12,0	19 - 88	23 - 52
32 - 36	2,3 - 4,6	0,33 - 0,58	3,0 - 5,6	0,07 - 0,19		3,6 - 11,9	16 - 82	22 - 51
37 - 38	2,0 - 4,1	0,31 - 0,53	2,9 - 5,2	0,07 - 0,17		3,6 - 11,1	15 - 71	21 - 47
39 - 41	1,9 - 3,5	0,29 - 0,46	2,6 - 4,6	0,07 - 0,15		3,6 - 9,8	15 - 55	20 - 40
42 - 45	1,7 - 2,9	0,26 - 0,38	2,4 - 3,8	0,07 - 0,13		3,3 - 7,8	16 - 34	19 - 29

Tabelle 4: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Sommergerste** (gesamte oberirdische Pflanze)

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	Cu	Mn	Zn
	% i. d. TM				mg/kg i. d. TM		
28	3,50 - 6,40	0,36 - 0,76	3,60 - 5,50	0,11 - 0,22	5,0 - 16,5	28 - 150	25 - 75
29	2,90 - 5,50	0,34 - 0,71	3,20 - 5,60	0,10 - 0,20	4,7 - 16,0	27 - 145	22 - 75
31	2,40 - 4,70	0,33 - 0,67	2,90 - 5,50	0,09 - 0,19	4,5 - 15,5	26 - 140	19 - 65
32 - 36	2,10 - 4,30	0,32 - 0,64	2,60 - 5,30	0,08 - 0,18	4,3 - 15,0	25 - 140	17 - 65
37 - 38	1,90 - 3,80	0,31 - 0,59	2,30 - 5,00	0,08 - 0,16	4,0 - 14,5	24 - 135	16 - 60
39 - 41	1,80 - 3,50	0,30 - 0,56	2,10 - 4,60	0,08 - 0,15	3,7 - 14,0	23 - 130	15 - 60
42 - 45	1,70 - 3,30	0,30 - 0,52	2,00 - 4,20	0,07 - 0,15	3,7 - 13,0	22 - 130	14 - 60

Tabelle 5: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Winterroggen** (gesamte oberirdische Pflanze)

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	% i. d. TM					mg/kg i. d. TM		
28	3,3 - 6,1	0,47 - 0,79	3,2 - 4,8	0,10 - 0,20		6,4 - 10,4	33 - 107	28 - 40
29	2,9 - 5,6	0,45 - 0,77	3,0 - 4,9	0,09 - 0,20	> 0,30	5,6 - 10,0	24 - 102	28 - 40
31	2,6 - 5,0	0,42 - 0,73	2,9 - 4,8	0,08 - 0,19	> 0,30	5,1 - 9,6	19 - 98	25 - 39
32 - 36	2,3 - 4,5	0,40 - 0,69	2,8 - 4,7	0,08 - 0,18		4,8 - 9,2	14 - 92	23 - 38
37 - 38	2,1 - 4,0	0,37 - 0,62	2,6 - 4,4	0,07 - 0,18		4,7 - 8,8	14 - 86	22 - 38
39 - 41	1,9 - 3,5	0,33 - 0,55	2,5 - 4,0	0,08 - 0,17		4,8 - 8,2	17 - 80	22 - 37
42 - 45	1,8 - 3,0	0,30 - 0,45	2,3 - 3,6	0,08 - 0,16		5,1 - 7,7	24 - 74	23 - 36

Tabelle 6: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Wintertriticale** (gesamte oberirdische Pflanze)

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	% i. d. TM					mg/kg i. d. TM		
28	3,50 - 5,60	0,36 - 0,76	3,40 - 4,90	0,10 - 0,24		5,5 - 17,0	35 - 155	27 - 80
29	3,00 - 5,20	0,31 - 0,70	3,40 - 5,00	0,09 - 0,23	> 0,30	5,2 - 16,5	32 - 150	24 - 80
31	2,60 - 4,60	0,27 - 0,65	3,30 - 5,00	0,08 - 0,22	> 0,30	5,0 - 16,0	30 - 145	21 - 70
32 - 36	2,20 - 4,10	0,24 - 0,60	3,20 - 4,90	0,08 - 0,22		4,6 - 15,0	27 - 145	18 - 70
37 - 38	1,90 - 3,50	0,22 - 0,54	3,00 - 4,60	0,07 - 0,21		4,3 - 14,0	24 - 140	17 - 65
39 - 41	1,80 - 3,10	0,21 - 0,48	2,80 - 4,30	0,07 - 0,20		4,0 - 13,5	22 - 135	16 - 65
42 - 45	1,50 - 2,80	0,20 - 0,44	2,50 - 3,90	0,06 - 0,18		3,8 - 13,0	19 - 135	15 - 65

Tabelle 7: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Hafer** (gesamte oberirdische Pflanze)

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	Cu	Mn	Zn
28	3,00 - 5,40	0,36 - 0,68	3,70 - 6,70	0,11 - 0,24	5,0 - 16,5	35 - 150	25 - 75
29	2,60 - 5,00	0,32 - 0,66	3,60 - 6,70	0,10 - 0,22	4,7 - 16,0	32 - 145	22 - 75
31	2,20 - 4,60	0,29 - 0,64	3,50 - 6,60	0,10 - 0,22	4,5 - 15,5	29 - 140	19 - 65
32 - 36	2,00 - 4,00	0,26 - 0,59	3,30 - 6,50	0,10 - 0,20	4,3 - 15,0	26 - 140	17 - 65
37 - 38	1,80 - 3,50	0,22 - 0,54	3,10 - 6,20	0,09 - 0,18	4,0 - 14,5	23 - 135	16 - 60
39 - 41	1,70 - 3,00	0,20 - 0,48	2,80 - 5,60	0,09 - 0,17	3,7 - 14,0	20 - 130	15 - 60
42 - 45	1,70 - 2,60	0,18 - 0,40	2,50 - 4,80	0,08 - 0,15	3,7 - 13,0	18 - 130	14 - 60

Tabelle 8: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Silomais** (bis zum Fahnenschieben - mittlere Blätter; zur Blüte - Kolbenblätter)

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Zn
40 - 60 cm	3,50 - 5,00	0,30 - 0,50	3,10 - 5,00	0,16 - 0,50	7 - 30	6,0 - 17,0	40 - 160	22 - 70
Rispenschieben	3,30 - 4,00	0,22 - 0,40	2,50 - 4,50	0,20 - 0,50	7 - 20	7,0 - 16,5	35 - 150	22 - 70
Blüte	2,80 - 3,50	0,16 - 0,35	2,00 - 4,00	0,20 - 0,50	8 - 20	8,0 - 16,0	20 - 150	22 - 60

Tabelle 9: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Erbse** (gesamte oberirdische Pflanze)

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Zn
30 - 40 cm	3,2 - 4,7	0,27 - 0,44	2,3 - 4,1	0,18 - 0,36	18 - 37	6,0 - 10,0	32 - 82	28 - 65
Blühbeginn	2,6 - 4,2	0,20 - 0,39	1,6 - 3,4	0,15 - 0,30	16 - 30	4,6 - 9,0	24 - 72	22 - 55

Tabelle 10: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Ackerbohne** (gesamte oberirdische Pflanze)

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Zn
	% i. d. TM				mg/kg i. d. TM			
Blühbeginn	2,8 - 4,5	0,2 - 0,45	2,1 - 3,6	0,2 - 0,5	30 - 80	7,0 - 15,0	40 - 100	30 - 70

Tabelle 11: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Winterraps** (gerade vollentwickelte Blätter)

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	Ca	S	B	Mn	Mo
	% i. d. TM						mg/kg i. d. TM		
Knospe klein (53)	4,20 - 5,50	0,40 - 0,74	2,30 - 4,80	0,18 - 0,36	1,25 - 2,00	0,45 - 0,90	15 - 50	30 - 150	0,38 - 1,00
Knospe mittel (55)	4,10 - 5,50	0,39 - 0,73	2,30 - 4,80	0,18 - 0,37	1,25 - 2,00	0,45 - 0,90	16 - 60	28 - 150	0,36 - 1,00
Knospe groß (57)	4,10 - 5,50	0,36 - 0,70	2,40 - 4,90	0,18 - 0,38	2,00 - 3,00	0,50 - 0,90	18 - 60	25 - 150	0,34 - 1,00
Blühbeginn (62)	4,00 - 5,40	0,32 - 0,66	2,40 - 4,90	0,19 - 0,39	2,00 - 3,00	0,50 - 0,90	19 - 60	22 - 150	0,32 - 0,90
Blüte (64)	3,90 - 5,30	0,27 - 0,59	2,30 - 4,60	0,21 - 0,42	2,00 - 3,00	0,50 - 0,90	20 - 50	20 - 150	0,30 - 0,90

Tabelle 12: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Lein** (gesamtes oberes Sprossdrittel)

Entwicklungsstadium	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Zn
	% i. d. TM				mg/kg i. d. TM			
Knospenbildung bis Blühbeginn	2,6 - 4,0	0,35 - 0,5	2,5 - 3,5	0,2 - 0,5	30 - 60	10 - 15	30 - 100	30 - 80

Tabelle 13: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Sonnenblume** (obere vollentwickelte Blätter)

Entwicklungsstadium	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Zn
	% i. d. TM				mg/kg i. d. TM			
Blühbeginn	3,0 - 5,0	0,25 - 0,50	3,0 - 4,5	0,3 - 0,8	35 - 100	10 - 20	25 - 100	30 - 80

Tabelle 14: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Kartoffel** (gerade vollentwickelte Blätter)

Entwicklungsstadium	N	P	K	Mg	B	Mn	Zn
	% i. d. TM				mg/kg i. d. TM		
Knospenstadium	5,10 - 6,80	0,35 - 0,70	4,50 - 7,00	0,22 - 0,50	20 - 60	40 - 200	23 - 80
Blühbeginn	4,50 - 6,00	0,30 - 0,61	4,00 - 6,40	0,24 - 0,60	25 - 70	35 - 200	20 - 80
Blühende	3,90 - 5,20	0,27 - 0,55	3,70 - 6,10	0,27 - 0,68	21 - 50	35 - 200	18 - 70
Knollenbildung	3,20 - 4,60	0,25 - 0,55	3,50 - 5,70	0,29 - 0,72	21 - 50	30 - 200	15 - 70

Tabelle 15: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Zuckerrübe** (gerade vollentwickelte Blätter)

Entwicklungsstadium	N	P	K	Mg	S	B	Cu	Mn	Mo	Zn
	% i. d. TM					mg/kg i. d. TM				
Mitte Juni	4,50 - 6,00	0,35 - 0,65	3,70 - 6,80	0,33 - 1,10	> 0,30	28 - 90	5,7 - 17,5	42 - 200	0,17 - 1,50	27 - 80
Ende Juni	4,30 - 5,90	0,32 - 0,62	3,50 - 6,60	0,30 - 1,10	> 0,30	31 - 100	5,5 - 17,0	40 - 200	0,15 - 1,50	25 - 80
Ende Juli	3,70 - 5,30	0,30 - 0,54	2,70 - 5,70	0,30 - 1,10		35 - 120	5,2 - 16,5	35 - 200	0,15 - 1,50	22 - 70
Ende August	3,40 - 4,90	0,28 - 0,50	2,40 - 5,40	0,30 - 1,10		31 - 100	5,0 - 16,0	30 - 200	0,15 - 1,40	18 - 60

Tabelle 16: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Futterrübe** (Blattspreiten von gerade vollentwickelten Blättern)

Entwicklungsstadium	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Mo	Zn
	% i. d. TM				mg/kg i. d. TM				
Ende Juni	4,00 - 5,50	0,34 - 0,60	4,00 - 8,00	0,65 - 1,10	28 - 200	5,0 - 15,0	40 - 200	0,20 - 1,50	20 - 80
Ende Juli	3,80 - 5,20	0,22 - 0,46	2,20 - 6,50	0,55 - 1,00	33 - 200	4,8 - 12,0	35 - 200	0,18 - 1,50	18 - 70

Tabelle 17: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Luzerne** (Spross vom 1. Aufwuchs)

Entwicklungsstadium	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Mo	Zn
	% i. d. TM				mg/kg i. d. TM				
Knospenstadium	3,20 - 4,50	0,30 - 0,65	2,00 - 4,00	0,25 - 0,90	30 - 80	7,0 - 20,0	35 - 150	0,35 - 1,40	25 - 70
Blühbeginn	2,80 - 4,00	0,25 - 0,60	1,80 - 3,50	0,20 - 0,80	33 - 80	6,0 - 18,0	30 - 150	0,30 - 1,40	22 - 70
Blüte	2,30 - 3,30	0,20 - 0,50	1,50 - 3,00	0,17 - 0,70	30 - 80	6,0 - 18,0	28 - 140	0,28 - 1,40	20 - 70

Tabelle 18: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Rotklee** (Spross etwa 10 bis 15 cm über der Erde)

Entwicklungsstadium	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Mo	Zn
	% i. d. TM				mg/kg i. d. TM				
Knospenstadium	2,50 - 4,00	0,26 - 0,55	2,00 - 3,50	0,25 - 0,70	20 - 60	7,0 - 20,0	35 - 150	0,35 - 1,40	25 - 70
Blühbeginn	2,20 - 3,50	0,22 - 0,50	1,80 - 3,00	0,20 - 0,60	24 - 60	6,0 - 18,0	30 - 150	0,30 - 1,40	22 - 70
Blüte	1,90 - 3,00	0,18 - 0,45	1,80 - 3,00	0,18 - 0,50	20 - 60	6,0 - 18,0	28 - 140	0,28 - 1,40	20 - 70

Tabelle 19: Ausreichende Nährstoffgehalte für **Wiesen- und Weidegräser** (Spross vom 1. Aufwuchs)

Entwicklungsstadium	N	P	K	Mg	Cu	Mn
	% i. d. TM				mg/kg i. d. TM	
Blühbeginn	2,40 - 4,00	0,25 - 0,60	2,00 - 4,00	0,10 - 0,60	5,0 - 15,0	28 - 140

Anlage 6: Typische Nährstoffmangelsymptome der Kulturpflanzen

Kalkmangel (Bodenversauerung): Bewirkt Mn-Überschuss (an den Spitzen älterer Blätter beginnend mit Vergilbungen und braunen Punkten auf der Blattfläche, Wachstumsstillstand, Blattspitzen sterben später ab) und Al-Toxizität (kurze verdickte braune Wurzeln mit stark verminderter Seitenwurzelbildung, rotviolette Verbräunung des Sprosses). Anstieg der Löslichkeit der Schwermetalle Cadmium, Nickel und Blei im Boden.

N-Mangel: Hemmung des Längen- und Dickenwachstums, oft kleine schmale Blätter, hellgrüne bis gelbliche (chlorotische), z. T. rotviolette Verfärbung der Blätter, im Endstadium hellbraun vertrocknend (Nekrosen), Symptome zuerst an den älteren Blättern. Getreide: Bestockung stark reduziert, Ausbildung kleiner Ähren bzw. Rispen mit nur wenigen Körnern.

S-Mangel: Jüngste Blätter von Raps einschließlich Hauptadern hellgrün bis gelb, später gesamter Blattapparat chlorotisch mit Anthozyanidverfärbung. Blätter löffelartig missgebildet, Adern oft heller als Spreite, starre Blätter, reduzierte Blütenanzahl, Blütenblätter blassgelb. Getreide: jüngste Blätter chlorotisch, Wachstumshemmung ähnlich dem N-Mangel.

P-Mangel: Wachstumshemmung, schwache Bestockung, dunkel- bis blaugrüne Verfärbung, durch Anthozyanidanreicherung zusätzlich unnatürliche Rot- bzw. Violetttönung, starr aufrechte Blatthaltung („Starrtracht“) mit nach unten geneigten Spitzen, Stängel und Blattscheiden purpurfarben, generative Entwicklung beeinträchtigt.

K-Mangel: Wachstumshemmung, Welketracht, beginnend an den älteren Blättern weiße bis braune Punktierung sowie Vergilbungen von der Spitze und vom Rand her, später in rötliche bis braune Verfärbung übergehend, ältere Blätter im weiteren Verlauf absterbend. Stängel kurz und dünn.

Mg-Mangel: Bei Getreide an den älteren Blättern beginnend Vergilbungen mit perl-schnurartiger Chlorophyllschuppung ("Tigerung"), in den Interkostalfeldern zusätzliche Rotverfärbungen, bei Rüben und Kartoffeln Vergilbungen der älteren Blätter, wobei Adern und Ränder zunächst noch grün bleiben, später Nekrosen der Blattflächen.

B-Mangel: Jüngste Blätter von Rüben und Raps verformt und missgestaltet, Vegetationspunkt stirbt unter Braun- oder Schwarzwerden ab (Herz- und Trockenfäule), hohle Stellen in aufplatzenden Stängeln, rissige Blattstiele. Wuchshemmung an Spross- und Wurzelspitzen, Verdickungen (Blatt, Stängel, Wurzel), verstärkte Bildung von Achselknospen und Rosetten, bei Raps reduzierte Blütenzahl.

Cu-Mangel: Bei Getreide frühzeitige Welkeerscheinungen und chlorotische Verfärbungen, jüngste Blätter rollen sich von oben um die Längsachse korkenzieherartig ein, vertrocknen (Weißspitzigkeit) und knicken ab (Wegweiserstellung), Internodien gestaucht, übermäßige Nachschosserbildung, Ährenschieben gehemmt, Ährenausbildung ungenügend bis voll taub („Weißährigkeit“). Jüngere Blätter dikotyler Pflanzen rollen sich tütenförmig ein und welken mit heller Verfärbung und nachfolgenden Nekrosen, Blütenbildung gestört.

Mn-Mangel: Nach der Bestockung von Getreide und Gräsern an den mittleren und älteren Blättern im unteren Drittel helle, graue bis graubraune zusammenfließende Trockenflecken („Dörrfleckenkrankheit“), Blatt knickt im unteren Teil ab und hängt mit anfangs noch grüner Spitze schlaff herab. Tüpfel- oder mosaikartige Aufhellungen der jüngsten Blätter dikotyler Pflanzen mit nadelbaumähnlich grün gesäumten Hauptadern.

Mo-Mangel: Leguminosen mit Blattvergilbungen älterer Blätter (N-Mangel durch gehemmte symbiontische N-Bindung). Rüben und Kohllarten: Absterben des Blattrandes (z. B. bei Raps) durch Nitratanreicherung infolge gestörter Nitratreduktion. Blätter blaugrün verfärbt, an den Rändern z. T. aufgerollt und gekräuselt, Mittelrippe weiter wachsend („Peitschenstielsyndrom“), aber reduzierte und missgebildete Spreiten, z. T. mit Schöpfkellenform, verdrehte Herzblätter bei Kohl („Klemmherzigkeit“).

Zn-Mangel: Jüngste Blätter an Mais mit Chlorosen bis zur Weißverfärbung. Infolge Auxinmangel „Kleinblättrigkeit“, Blattdeformationen und gestauchter Wuchs mit „Rosettenbildung“ durch gestauchte Internodien. Kräuselkrankheit des Hopfens.

Fe-Mangel: Jüngste Blätter zitronengelb bis gelbweiß (Chlorosen), grüne Hauptadern scharf abgesetzt, bei starkem Mangel auch Adern vergilbt und Ränder beginnen abzustarben.

Weitere Informationen:

Internet:

Diagnosesystem VISUPLANT www.tll.de/visuplant

W. Zorn, G. Marks, H. Heß, W. Bergmann:

Handbuch zur visuellen Diagnose von Ernährungsstörungen. 1. Auflage 2007 Elsevier GmbH München ISBN 978-3-8274-1669-9

Anlage 7: Nährstoffgehalte von Düngemitteltypen (Element- und/bzw. Oxidwert) sowie Angaben zur Kalkzehrung oder Kalkmehrung

Düngemitteltyp	Nährstoffgehalt (kg/dt Ware)								
	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO	S	CaO ¹⁾
Ammoniak, flüssig (82)	82	-	-	-	-	-	-	-	-82
Ammonium-Harnstoff-Lösung (28)	28	-	-	-	-	-	-	-	-36
Ammonsulfatsalpeter (26)	26	-	-	-	-	-	-	14	-51
Ammonsulfatsalpeter (25)	25	-	-	-	-	-	-	16	-51
Harnstoff (46)	46	-	-	-	-	-	-	-	-46
Kalkammonsalpeter (27)	27	-	-	-	-	-	-	-	-15
Kalkammonsalpeter (26)	26	-	-	-	-	-	-	-	-13
Kalksalpeter (15)	15	-	-	-	-	-	-	-	+13
Kalkstickstoff (20)	20	-	-	-	-	-	-	-	+35
Schwefelsaures Ammoniak (21)	21	-	-	-	-	-	-	24	-63
Stickstoffmagnesia (22 + 12)	22	-	-	-	-	7,2	12		-23
Stickstoffmagnesiicarbonat (22 + 12)	22	-	-	-	-	7,2	12		+2
NPK (6 + 12 + 18)	6	5,2	12	14,9	18	-	-	6	-11
NPK (10 + 15 + 20)	10	6,5	15	16,6	20	-	-	2	-9
NPK (10 + 8 + 18)	10	3,5	8	14,9	18	-	-	6	-12
NPK (12 + 12 + 17)	12	5,2	12	14,1	17	-	-	4	-13
NPK (13 + 9 + 16)	13	3,9	9	13,3	16	-	-	7	-14
NPK (13 + 13 + 21)	13	5,7	13	17,4	21	-	-	2	-12
NPK (14 + 10 + 20)	14	4,4	10	16,6	20	-	-	4	-14
NPK (15 + 15 + 15)	15	6,5	15	12,5	15	-	-	2	-14
NPK (20 + 10 + 10)	20	4,4	10	8,3	10	-	-	-	-24
NPK (20 + 8 + 8)	20	3,5	8	6,6	8	-	-	4	-22
NPK (21 + 8 + 11)	21	3,5	8	9,1	11	-	-	-	-24
NPK (24 + 8 + 8)	24	3,5	8	6,6	8	-	-	1	-26
NP (12 + 52)	12	22,7	52	-	-	-	-	-	-37
NP (16 + 48)	16	20,9	48	-	-	-	-	-	-48
NP (20 + 20)	20	8,7	20	-	-	-	-	-	-18
NP (26 + 14)	26	6,1	14	-	-	-	-	-	-14
NPK Mg (12 + 8 + 17 + 2)	12	3,5	8	14,1	17	1,2	2	7	-13
NPK Mg (12 + 12 + 17 + 2)	12	5,2	12	14,1	17	1,2	2	4	-13
NPK Mg (13 + 9 + 16 + 4)	13	3,9	9	13,3	16	2,4	4	7	-14
NPK Mg (15 + 9 + 15 + 2)	15	3,9	9	12,5	15	1,2	2	6	-12
NPK Mg (20 + 8 + 8 + 3)	20	3,5	8	6,6	8	1,8	3	4	-12
NK Mg (12 + 18 + 6)	12	-	-	14,9	18	3,6	6	6	+10
N Mg (22 + 7)	22	-	-	-	-	4,2	7	-	+12
Cederan P23	-	10,0	23	-	-	-	-	8	+34
Hyperphosphat (26)	-	11,3	26	-	-	-	-	-	+30
Hyperphosphat (31)	-	13,5	31	-	-	-	-	-	+31
Hyperphosphatkali (17 + 25)	-	7,4	17	20,8	25	-	-	-	+20
Hyperphosphatkali (19 + 19)	-	8,3	19	15,8	19	-	-	-	+22
Hyperphosphatkali (15 + 25)	-	6,5	15	20,8	25	-	-	-	+18

Düngemitteltyp	Nährstoffgehalt (kg/dt Ware)								
	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO	S	CaO ¹⁾
Hyperphosphatkali (20 + 20)	-	8,7	20	16,6	20	-	-	-	+23
Hyperphosphatkali (23 + 12)	-	10,0	23	10,0	12	-	-	-	+27
Hyperphosphatkali mit Mg (14 + 14 + 6)	-	6,1	14	11,6	14	3,6	6	-	+16
Hyperphosphatkali mit Mg (14 + 18 + 5)	-	6,1	14	14,9	18	3,0	5	3	+16
Hyperphosphatkali mit Mg (18 + 10 + 5)	-	7,8	18	8,3	10	3,0	5	-	+21
Novaphos	-	10,0	23	-	-	-	-	-	+11
Phosphatkali (8 + 10)	-	3,5	8	8,3	10	-	-	-	+5
Phosphatkali (9 + 27)	-	3,9	9	22,4	27	-	-	-	+4
Phosphatkali (12 + 24)	-	5,2	12	19,9	24	-	-	-	+4
Phosphatkali (15 + 20)	-	6,5	15	16,6	20	-	-	-	+4
Phosphatkali (16 + 16)	-	7,0	16	13,3	16	-	-	-	+6
Phosphatkali (20 + 30)	-	8,7	20	24,9	30	-	-	-	-1
PK (12 + 24)	-	5,2	12	19,9	24	-	-	6	+18
PK (15 + 20)	-	6,5	15	16,6	20	-	-	6	+23
PK (16 + 16)	-	7,0	16	13,3	16	-	-	7	+25
PKMg (9 + 23 + 6)	-	3,9	9	19,1	23	3,6	6	9	+15
PKMg (12 + 19 + 4)	-	5,2	12	15,8	19	2,4	4	8	+18
PKMg (14 + 14 + 4)	-	6,1	14	11,6	14	2,4	4	9	+22
Rhe-Ka-Phos (9 + 25)	-	3,9	9	20,8	25	-	-	6	0
Rhe-Ka-Phos (10 + 32)	-	4,4	10	26,6	32	-	-	5	0
Rhe-Ka-Phos (12 + 16)	-	5,2	12	13,3	16	-	-	7	0
Rhe-Ka-Phos (14 + 24)	-	6,1	14	19,9	24	-	-	7	0
Rhe-Ka-Phos (16 + 20)	-	7,0	16	16,6	20	-	-	7	0
Rhe-Ka-Phos (18 + 24)	-	7,8	18	19,9	24	-	-	-	0
Rhe-Ka-Phos (20 + 30)	-	8,7	20	24,9	30	-	-	2	0
Rhe-Ka-Phos mit Mg (9 + 21 + 4)	-	3,9	9	17,4	21	2,4	4	9	0
Rhe-Ka-Phos mit Mg (14 + 8 + 8)	-	6,1	14	6,6	8	4,8	8	12	0
Rhe-Ka-Phos mit Mg (15 + 15 + 4)	-	6,5	15	12,5	15	2,4	4	9	0
Superphosphat	-	7,8	18	-	-	-	-	12	0
Thomaskali (7 + 21 + 3)	-	3,1	7	17,4	21	1,8	3	1	+22
Thomaskali (8 + 15 + 5)	-	3,5	8	12,5	15	3,0	5	5	+26
Thomaskali (10 + 15 + 2)	-	4,4	10	12,5	15	1,2	2	-	+30
Thomaskali (10 + 20 + 3)	-	4,4	10	16,6	20	1,8	3	2	+24
Thomaskali (12 + 18 + 2)	-	5,2	12	14,9	18	1,8	3	2	+24
Thomasmehl (12)	-	5,2	12	-	-	1,8	3	-	+45
Thomasmehl (15)	-	6,5	15	-	-	1,8	3	-	+45
Thomasmehl (18)	-	7,8	18	-	-	1,8	3	-	+45
Thomasphosphatkali (7 + 21)	-	3,1	7	17,4	21	1,8	3	-	+33
Thomasphosphatkali (9 + 11)	-	4,8	11	9,1	11	2,4	4	-	+36
Triplephosphat (46)	-	20,1	46	-	-	-	-	-	-3
PMg (17 + 7)	-	7,4	17	-	-	4,2	7	12	+25
60er Kali (60)	-	-	-	49,8	60	-	-	-	0
50er Kali (50)	-	-	-	41,5	50	-	-	-	0

Düngemitteltyp	Nährstoffgehalt (kg/dt Ware)								
	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO	S	CaO ¹⁾
Kaliumsulfat (50)	-	-	-	41,5	50	-	-	18	0
Kaliumsulfat (52)	-	-	-	43,2	52	-	-	18	0
Kaliummagnesia (30 + 10)	-	-	-	24,9	30	6,0	10	17	0
Kornkali (40 + 6)	-	-	-	33,2	40	3,6	6	4	0
Magnesia-Kainit (11 + 5)	-	-	-	9,1	11	3,0	5	4	0
Kieserit (27)	-	-	-	-	-	16,3	27	22	0
Kieserit (25)	-	-	-	-	-	15,1	25	20	0
Magnesiumsulfat (16)	-	-	-	-	-	9,6	16	13	0
Branntkalk (90)	-	-	-	-	-	-	-	-	+90
Branntkalk (80)	-	-	-	-	-	-	-	-	+80
Branntkalk (70)	-	-	-	-	-	-	-	-	+70
Mischkalk (60)	-	-	-	-	-	-	-	-	+60
Mischkalk (22 + 60)	-	-	-	-	-	13,3	22	-	+60
Mischkalk (8 + 60)	-	-	-	-	-	4,8	8	-	+60
Kohlensaurer Kalk (51)	-	-	-	-	-	-	-	-	+51
Kohlensaurer Kalk (45)	-	-	-	-	-	-	-	-	+45
Kohlensaurer Kalk (15 + 48)	-	-	-	-	-	9,0	15	-	+48
Kohlensaurer Kalk (5 + 48)	-	-	-	-	-	3,0	5	-	+48
Mg-Kalk (8 + 50)	-	-	-	-	-	4,8	8	-	+50

¹⁾ äquivalente Kalkwirkung je dt Handelsware, d. h. CaO - Negativwert = Kalkzehrung und CaO - Positivwerte = Kalkzufuhr

Anlage 8: Richtwerte für den Nährstoffanfall bei landwirtschaftlichen Nutztieren

Tierart/Produktionsverfahren	Nährstoffausscheidung (kg) je belegtem Stallplatz und Jahr				
	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O
Kälber bis 3 Monate (ohne Mastkälber); allgemein	15,4	2,6	6,0	12,7	15,3
Kälber über 3 bis 6 Monate (ohne Mastkälber); allgemein	32,6	3,2	7,4	25,0	30,1
Kälber über 3 bis 6 Monate (ohne Mastkälber); Grünland; konventionell	44,6	3,6	8,2	30,1	36,3
Kälber über 3 bis 6 Monate (ohne Mastkälber); Grünland; extensiv	40,6	3,5	8,0	26,9	32,4
Kälber über 3 bis 6 Monate (ohne Mastkälber); Ackerfutterbau; mit Weide	32,6	3,2	7,4	25,0	30,1
Kälber über 3 bis 6 Monate (ohne Mastkälber); Ackerfutterbau; Stallhaltung	26,6	3,0	6,9	22,3	26,9
Weibliche Zuchtrinder über 6 Monate bis 1 Jahr; allgemein	49,0	5,9	13,5	48,1	58,0
Weibliche Zuchtrinder über 6 Monate bis 1 Jahr; Grünland; konventionell	49,0	5,9	13,5	48,1	58,0
Weibliche Zuchtrinder über 6 Monate bis 1 Jahr; Grünland; extensiv	44,0	5,5	12,6	43,0	51,8
Weibliche Zuchtrinder über 6 Monate bis 1 Jahr; Ackerfutterbau; mit Weide	40,0	5,3	12,1	39,8	48,0
Weibliche Zuchtrinder über 6 Monate bis 1 Jahr; Ackerfutterbau; Stallhaltung	35,0	4,8	11,0	35,8	43,1
Weibliche Zuchtrinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; allgemein	75,0	10,4	23,9	86,0	103,7
Weibliche Zuchtrinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; Grünland; konventionell	75,0	10,4	23,9	86,0	103,7
Weibliche Zuchtrinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; Grünland; extensiv	67,0	10,0	22,8	76,8	92,5
Weibliche Zuchtrinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; Ackerfutterbau; mit Weide	61,0	9,4	21,4	71,3	85,9
Weibliche Zuchtrinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; Ackerfutterbau; Stallhaltung	53,0	8,6	19,8	63,8	76,9
Weibliche Zuchtrinder über 2 Jahre (ohne Kühe); allgemein	85,0	13,8	31,6	113,5	136,8
Weibliche Zuchtrinder über 2 Jahre (ohne Kühe); Grünland; konventionell	85,0	13,8	31,6	113,5	136,8
Weibliche Zuchtrinder über 2 Jahre (ohne Kühe); Grünland; extensiv	77,0	13,1	30,0	101,4	122,2
Weibliche Zuchtrinder über 2 Jahre (ohne Kühe); Ackerfutterbau; mit Weide	70,0	12,4	28,3	94,0	113,2
Weibliche Zuchtrinder über 2 Jahre (ohne Kühe); Ackerfutterbau; Stallhaltg.	61,0	11,4	26,1	84,2	101,5
Milchkühe; allgemein	138,0	20,0	45,9	127,4	153,6
Milchkühe; Grünland; 5 000 kg ECM	110	16,1	37	121,2	146
Milchkühe; Grünland; 6 000 kg ECM	119	16,9	39	128,4	154
Milchkühe; Grünland; 7 000 kg ECM	126	17,5	40	131,1	158
Milchkühe; Grünland; 8 000 kg ECM	132	18,1	41	136,8	164
Milchkühe; Grünland; 9 000 kg ECM	141	18,8	43	141,1	170
Milchkühe; Grünland; 10 000 kg ECM	149	20,4	46	147,1	177
Milchkühe; Ackerfutterbau; 5 000 kg ECM	95	14,0	32	97,9	118
Milchkühe; Ackerfutterbau; 6 000 kg ECM	104	15,5	35	103,4	124
Milchkühe; Ackerfutterbau; 7 000 kg ECM	111	16,6	38	107,9	130
Milchkühe; Ackerfutterbau; 8 000 kg ECM	118	18,0	41	114,0	137
Milchkühe; Ackerfutterbau; 9 000 kg ECM	128	18,8	43	120,4	145
Milchkühe; Ackerfutterbau; 10 000 kg ECM	138	20,0	46	127,4	153
Milchkühe; Ackerfutterbau o. Weide mit Heu; 5 000 kg ECM	91	14,0	32	94,6	114
Milchkühe; Ackerfutterbau o. Weide mit Heu; 6 000 kg ECM	100	15,3	35	100,0	120
Milchkühe; Ackerfutterbau o. Weide mit Heu; 7 000 kg ECM	108	16,1	37	104,6	126
Milchkühe; Ackerfutterbau o. Weide mit Heu; 8 000 kg ECM	115	17,2	39	110,3	133
Milchkühe; Ackerfutterbau o. Weide mit Heu; 9 000 kg ECM	125	18,3	42	117,0	141
Milchkühe; Ackerfutterbau o. Weide mit Heu; 10 000 kg ECM	135	19,9	45	124,1	149

Tierart/Produktionsverfahren	Nährstoffausscheidung (kg) je belegtem Stallplatz und Jahr				
	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O
Mastkälber bis 3 Monate; allgemein	14,4	2,2	4,9	11,0	13,3
Mastkälber bis 3 Monate; bis 625 kg LM; 18 Monate	14,4	2,2	4,9	11,0	13,3
Mastkälber bis 3 Monate; bis 700 kg LM; 18 Monate	14,4	2,2	4,9	11,0	13,3
Mastkälber über 3 bis 6 Monate; allgemein	25,7	3,8	8,8	19,0	22,8
Mastkälber über 3 bis 6 Monate; bis 625 kg LM; 18 Monate	24,6	3,8	8,8	19,0	22,8
Mastkälber über 3 bis 6 Monate; bis 700 kg LM; 18 Monate	25,7	3,8	8,8	19,0	22,8
Männliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr; allgemein	41,0	7,0	15,9	31,0	37,3
Männliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr; bis 625 kg LM; 18 Monate	36,0	7,0	15,9	31,0	37,3
Männliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr; bis 700 kg LM; 18 Monate	41,0	7,0	15,9	31,0	37,3
Männliche Rinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; allgemein	59,0	9,0	20,6	42,0	50,6
Männliche Rinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; bis 625 kg LM; 18 Monate	49,0	9,0	20,6	42,0	50,6
Männliche Rinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; bis 700 kg LM; 18 Monate	59,0	9,0	20,6	42,0	50,6
Männliche Rinder über 2 Jahre (einschl. Zuchtbullen); allgemein	60,0	9,1	20,9	42,7	51,5
Männliche Rinder über 2 Jahre (einschl. Zuchtbullen); 700 kg LM	60,0	9,1	20,9	42,7	51,5
Weibliche Mastrinder über 6 Monate bis 1 Jahr; allgemein	36,0	7,0	15,9	31,0	37,3
Weibliche Mastrinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; allgemein	49,0	9,0	20,6	42,0	50,6
Weibliche Mastrinder über 2 Jahre; allgemein	49,0	9,0	20,6	42,0	50,6
Mutter- und Ammenkühe; allgemein	89,2	12,2	28,0	100,3	120,9
Mutter- und Ammenkühe; 500 kg LM	71,3	10,0	22,8	79,6	95,9
Mutter- und Ammenkühe; 700 kg LM	89,2	12,2	28,0	100,3	120,9
Mutterschafe; allgemein	13,8	1,9	4,4	13,7	16,5
Mutterschafe; konventionell	13,8	1,9	4,4	13,7	16,5
Mutterschafe; extensiv	13,4	1,8	4,1	10,3	12,4
Weibliche Schafe über 1 Jahr (ohne Mutterschafe)	12,0	1,7	3,8	11,9	14,3
Andere Schafe über ein Jahr	13,8	1,9	4,4	13,7	16,5
Schafe unter 1 Jahr und Hammel	9,2	1,3	3,0	9,1	11,0
Lämmer; allgemein	6,4	0,8	1,9	6,2	7,5
Lämmer; konventionell	6,4	0,8	1,9	6,2	7,5
Lämmer; extensiv	6,1	0,8	1,9	4,7	5,6
Mutterziegen; allgemein	11,6	1,9	4,4	13,9	16,8
Mutterziegen; 800 kg Milch	11,6	1,9	4,4	13,9	16,8
Andere Ziegen; allgemein	8,4	1,4	3,3	8,5	10,3
Pferde über 6 Monate; allgemein	63,5	12,2	28,0	61,2	73,7
Reitpferde; 500 bis 600 kg LM; Stallhaltung	51,1	10,2	23,4	47,8	57,6
Reitpferde; 500 bis 600 kg LM; Stall-/Weidehaltung	53,6	10,2	23,4	55,6	66,9
Zuchstuten incl. Fohlen bis 6 Monate; 500 bis 600 kg LM; Stall-/Weidehaltung	63,5	12,2	28,0	61,2	73,7
Großpferd-Aufzuchtpferde, 6. bis 36. Monate; 365 kg Zuwachs; Stall-/Weidehaltg.	44,5	8,2	18,7	45,1	54,4
Pferde unter 6 Monate; allgemein	31,6	5,9	13,5	34,8	41,9
Ponys, Kleinpferde und alle anderen Equiden; allgemein	42,4	8,0	18,4	46,7	56,2
Reitpony; 300 kg LM; Stallhaltung	34,9	7,2	16,5	39,0	47,0
Reitpony; 300 kg LM; Stall-/Weidehaltung	33,4	6,7	15,4	42,4	51,0

Tierart/Produktionsverfahren	Nährstoffausscheidung (kg) je belegtem Stallplatz und Jahr				
	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O
Pony-Zuchtstuten incl. Fohlen bis 6 Monate; 350 kg LM; Stall-/Weidehaltung	42,4	8,0	18,4	46,7	56,2
Pony-Aufzucht Pferde, 6. bis 36. Monate.; 150 kg Zuwachs; Stall-/Weidehaltung	31,6	5,9	13,5	34,8	41,9
Zuchtsauen ohne Jungsauen; allgemein	36,6	8,0	18,4	14,9	17,9
Zuchtsauen ab 1. Belegung; 22 aufgez. Ferkel; Standardfutter	22,1	4,9	11,3	8,0	9,7
Zuchtsauen ab 1. Belegung; 22 aufgez. Ferkel; N-/P-reduziert	20,9	4,1	9,3	7,6	9,1
Zuchtsauen mit Ferkeln bis 8 kg; 22 aufgez. Ferkel; Standardfutter	42,1	9,6	22,0	15,0	18,1
Zuchtsauen mit Ferkeln bis 8 kg; 22 aufgez. Ferkel; N-/P-reduziert	39,1	7,6	17,3	14,4	17,4
Jungsauen trächtig; allgemein	6,7	1,7	3,8	2,8	3,3
Jungsauen trächtig; 105 kg Zuwachs/Platz; Standardfutter	6,7	1,7	3,8	2,8	3,3
Jungsauen trächtig; 105 kg Zuwachs/Platz; N-/P-reduziert	5,9	1,4	3,3	2,4	2,9
And. Zuchtschweine ab 50 kg; allgemein	13,0	2,8	6,3	4,7	5,6
And. Zuchtschweine ab 50 kg; 50 bis 135 kg LM; 210 kg Zuwachs je Platz; Standardfutter	13,0	2,8	6,3	4,7	5,6
Ferkel bis unter 20 kg; allgemein	3,2	0,7	1,6	1,7	2,0
Ferkel bis unter 20 kg; 125 kg Zuwachs je Platz; Standardfutter	3,2	0,7	1,6	1,7	2,0
Ferkel bis unter 20 kg; 125 kg Zuwachs je Platz; N-/P-reduziert	3,1	0,6	1,4	1,5	1,8
Läufer 20 bis 50 kg; allgemein	10,8	2,2	4,9	4,3	5,2
Läufer 20 bis 50 kg; 156 kg Zuwachs	7,9	1,8	4,1	3,1	3,8
Läufer 20 bis 50 kg; 175 kg Zuwachs; Standardfutter	8,4	1,7	3,8	3,5	4,2
Läufer 20 bis 50 kg; 175 kg Zuwachs; N-/P-reduziert	7,1	1,4	3,3	3,1	3,8
Läufer 20 bis 50 kg; 223 kg Zuwachs; Standardfutter	10,8	2,2	4,9	4,3	5,2
Läufer 20 bis 50 kg; 223 kg Zuwachs; N-/P-reduziert	9,1	1,7	3,8	4,0	4,8
Mastschweine (ab 50 kg); allgemein	13,1	2,5	5,8	5,0	6,1
Mastschweine (ab 50 kg); 218 kg Zuwachs; Standardfutter	12,4	2,5	5,8	4,8	5,8
Mastschweine (ab 50 kg); 218 kg Zuwachs; N-/P-reduziert	10,2	2,0	4,7	4,4	5,4
Mastschweine (ab 50 kg); 228 kg Zuwachs; Standardfutter	13,1	2,5	5,8	5,0	6,1
Mastschweine (ab 50 kg); 228 kg Zuwachs; N-/P-reduziert	10,9	2,0	4,7	4,6	5,5
Legehennen über 6 Monate; allgemein	0,792	0,204	0,467	0,300	0,362
Legehennen über 6 Monate; 17,6 kg Eimasse; Standardfutter	0,792	0,204	0,467	0,300	0,362
Legehennen über 6 Monate; 17,6 kg Eimasse; N-/P-reduziert	0,756	0,144	0,330	0,300	0,362
Zur Aufzucht als Legehennen bestimmte Küken und Junghennen unter 6 Monate; allgemein	0,286	0,088	0,201	0,106	0,127
Junghennenaufzucht; 3,3 kg Zuwachs; Standardfutter; 4 Phasenfütterung	0,286	0,088	0,201	0,106	0,127
Junghennenaufzucht; 3,3 kg Zuwachs; N-/P-reduziert; 5 Phasenfütterung	0,240	0,058	0,132	0,102	0,123
Masthähnchen; allgemein	0,468	0,107	0,245	0,198	0,239
Masthähnchen; Mastdauer 40 Tage; 2,2 kg Zuwachs/Tier; Standardfutter	0,468	0,107	0,245	0,198	0,239
Masthähnchen; Mastdauer 40 Tage; 2,2 kg Zuwachs/Tier; N-/P-reduziert	0,408	0,080	0,184	0,198	0,239
Masthähnchen; Mastdauer 37 - 40 Tage; 2,0 kg Zuwachs/Tier; Standardfutter	0,396	0,094	0,214	0,178	0,214
Masthähnchen; Mastdauer 37 - 40 Tage; 2,0 kg Zuwachs/Tier; N-/P-reduziert	0,336	0,070	0,159	0,178	0,214
Masthähnchen; Mastdauer bis 37 Tage; 1,7 kg Zuwachs/Tier; Standardfutter	0,324	0,079	0,181	0,157	0,189
Masthähnchen; Mastdauer bis 37 Tage; 1,7 kg Zuwachs/Tier; N-/P-reduziert	0,264	0,058	0,132	0,157	0,189

Tierart/Produktionsverfahren	Nährstoffausscheidung (kg) je belegtem Stallplatz und Jahr				
	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O
Enten; allgemein	1,488	0,364	0,833	0,742	0,894
Pekingenten (Mast ab 4. Woche); 13 Durchgänge bis 26 Tage Mast; 3,4 kg Zuwachs/Tier	1,488	0,364	0,833	0,742	0,894
Flugenten (Aufzucht und Mast); 4 Durchgänge; 2,7 kg weibl., 5,0 kg männl.; (w : m = 1:1); 15,4 kg Zuwachs/Platz	0,588	0,164	0,377	0,284	0,343
Gänse; allgemein	1,044	0,146	0,335	0,696	0,839
Schnellmast; 5,0 kg Zuwachs/Tier	0,180	0,050	0,115	0,096	0,116
Mittelmast; 6,8 kg Zuwachs/Tier	0,552	0,136	0,311	0,220	0,265
Spät-/Weidemast; 7,8 kg Zuwachs/Tier	1,044	0,146	0,335	0,696	0,839
Puten; allgemein	2,136	0,624	1,430	0,912	1,099
Putenmast Hähne; 22 Wochen Mast; 2,2 Umtriebe; 20,4 kg Zuwachs; Standardfutter	2,136	0,624	1,430	0,912	1,099
Putenmast Hähne; 22 Wochen Mast; 2,2 Umtriebe; 20,4 kg Zuwachs; N-/P-reduziert	2,004	0,336	0,770	0,912	1,099
Putenmast Hähne; 22 Wochen Mast; 2,2 Umtriebe; 20,4 kg Zuwachs; teilw. P-reduziert	2,136	0,492	1,127	0,912	1,099
Putenmast Hennen; 17 Wochen Mast; 2,8 Umtriebe; 10,9 kg Zuwachs; Standardfutter	1,584	0,408	0,935	0,624	0,752
Putenmast Hennen; 17 Wochen Mast; 2,8 Umtriebe; 10,9 kg Zuwachs; N-/P-reduziert	1,488	0,240	0,550	0,624	0,752
Putenmast Hennen; 17 Wochen Mast; 2,8 Umtriebe; 10,9 kg Zuwachs; teilw. P-reduziert	1,560	0,336	0,770	0,624	0,752
Perlhühner; allgemein	0,156	0,040	0,091	0,078	0,094
Wachtel; allgemein	0,036	0,008	0,019	0,018	0,022
Kaninchen; allgemein	9,7	2,4	5,4	6,8	8,2
Mastkaninchen; 0,6 bis 3 kg LM; 14 kg Zuwachs/Platz	0,7	0,2	0,4	0,8	0,9
Aufzucht 52 aufgezogene Jungtiere/Häsin p.a.; Aufzucht bis 0,6 kg LM	2,6	0,6	1,5	1,7	2,1
Aufzucht 52 aufgezogene Jungtiere/Häsin p.a.; Aufzucht bis 3 kg LM	9,7	2,4	5,4	6,8	8,2
Damwild; allgemein	21,6	3,0	6,9	21,4	25,7
Damwild; Fleischerzeugung 45 kg Zuwachs je (1 Alttier + 0,85 Kalb)	21,6	3,0	6,9	21,4	25,7
Sonst. Wildtierarten; allgemein	21,6	3,0	6,9	21,4	25,7

Anlage 9: Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern und anderen organischen Düngern

Gruppe	Tierart/Düngerart	Nährstoffgehalte in der Frischmasse (kg/t bzw. kg/m ³)									
		TS %	N ¹⁾	NH ₄ -N ¹⁾	N ²⁾	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Stallmist	Rind	25	6,1	1,2	5,2	1,41	3,24	10,34	12,47	0,80	1,33
	Schwein	25	7,1	1,8	6,0	2,35	5,39	5,39	6,49	1,30	2,16
	Rind, Schwein	25	6,6	1,5	5,6	1,88	4,31	7,87	9,48	1,05	1,75
	Schaf	30	9,0	2,7	8,1	2,35	5,39	16,15	19,46	1,10	1,83
	Ziege	30	7,3	2,2	6,6	2,33	5,35	14,63	17,63	1,10	1,83
	Pferd	25	4,5	1,4	4,1	1,66	3,81	4,99	6,01	1,10	1,83
	Geflügel	45	16,9	5,9	14,4	6,61	15,15	14,40	17,35	2,30	3,82
Jauche	Rind	2	2,2	1,9	1,87	0,10	0,23	6,50	7,83	0,06	0,10
	Schwein	2	2,5	2,2	2,1	0,40	0,92	3,00	3,61	0,08	0,13
	Rind, Schwein	2	2,4	2,1	2,0	0,25	0,58	4,75	5,72	0,07	0,12
Gülle dünn	Rind	4	1,9	0,9	1,6	0,33	0,76	2,21	2,66	0,25	0,41
	Schwein	4	3,8	2,5	3,2	1,13	2,58	2,10	2,53	0,30	0,50
Gülle normal	Rind	8	3,8	1,9	3,2	0,66	1,52	4,42	5,32	0,50	0,83
	Schwein	8	7,5	4,9	6,4	2,25	5,16	4,20	5,06	0,60	0,83
	Rind, Schwein	8	5,7	3,4	4,8	1,46	3,34	4,31	5,19	0,55	0,83
Gülle dick	Rind	12	5,7	2,8	4,8	0,99	2,27	6,61	7,96	0,75	1,24
	Schwein	12	11,3	7,4	9,6	3,38	7,74	6,30	7,59	0,90	1,49
	Geflügel	12	9,1	5,0	7,7	4,70	10,77	5,70	6,87	0,90	1,49
Geflügelkot	Hühnerfrischkot	28	17,1	3,0	14,5	4,76	10,90	6,89	8,30	2,40	4,00
	Hühnertrockenkot	45	25,7	9,8	21,8	9,04	20,70	15,00	18,00	2,82	6,93
	getrockneter Hühnerkot	70	32,1	11,0	27,3	13,48	30,90	18,09	21,80	4,74	7,90
Org. Dünger	Silagesickersaft	4	1,4	0,7	-	0,30	0,69	3,40	4,10	0,30	0,50
	Klärschlamm	Düngemittelrechtliche Deklaration/Untersuchung erforderlich									
	Klärschlammkompost										
	Stallmistkompost ³⁾	35	6,8	0,4	5,8	2,00	4,58	7,90	9,52	1,70	2,82
	Bioabfallkompost ³⁾	60	7,7	0,4	-	1,90	4,35	6,20	7,47	3,40	5,64
	Grüngutkompost ³⁾	60	6,4	0,4	-	1,50	3,44	4,40	5,30	2,60	4,31
	Gärreste ³⁾	Untersuchung/Berechnung erforderlich									
	Knochenmehl	Düngemittelrechtliche Deklaration/Untersuchung erforderlich									
Fleischknochenmehl											
Gründüngung	Stroh	86	5,0	0,0	-	1,30	2,98	11,60	14,00	1,20	1,99
	Blatt/Kraut	15	4,0	0,0	-	0,50	1,15	5,00	6,03	0,60	0,99
	Zwischenfrucht/Frucht	15	5,0	0,0	-	0,60	1,37	4,00	4,82	0,30	0,50
	Ernterückstände Gemüse	15	4,0	0,0	-	0,40	0,92	4,00	4,82	0,50	0,83

¹⁾ Stall- und Lagerungsverluste wurden bei Stallmist, Jauche und Gülle laut Düngeverordnung berücksichtigt, andere Düngestoffe nach Lagerung

²⁾ Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste wurden bei Stallmist, Jauche und Gülle laut Düngeverordnung berücksichtigt

³⁾ Untersuchung dringend anzuraten, soweit nicht nach anderen Vorschriften ohnehin erforderlich

Anlage 10: Richtwerte für die symbiotische N-Bindung durch Leguminosen in der Frischmasse von Ackerkulturen sowie Grünland

Kultur	N-Bindung bezogen	
	auf das Haupternteprodukt kg N/dt	auf die Fläche kg N/ha
Einjährige Körnerleguminosen zur Körnergewinnung		
Ackerbohne	5,00	-
Erbse	4,40	-
Trockenspeiseerbse	4,35	-
Trockenspeisebohne	4,90	-
Winterwicke	4,35	-
Sommerwicke	4,30	-
Lupine	5,00	-
Linse	4,35	-
Sojabohne	5,30	-
sonstige	4,90	-
Ein- und mehrjährige Leguminosenfutterpflanzen als Hauptfrucht		
Klee	0,47	-
Luzerne	0,57	-
Klee gras (Klee:Gras = 50:50)	0,27	-
Luzernegras (Luzerne:Gras = 50:50)	0,31	-
Esparsette	0,47	-
Ackerbohne	0,38	-
Erbse	0,38	-
Wicke	0,38	-
Lupine	0,40	-
Serradella	0,36	-
Sonstige einjährige	0,38	-
Vermehrung kleinkörniger Leguminosen		
Klee	27,50	-
Luzerne	28,50	-
Serradella	5,40	-
Freilandgemüse		
Buschbohne (Hülse mit Korn)	1,00	-
Erbse (Hülse mit Korn)	1,50	-
Ein- und mehrjährige Leguminosenfutterpflanzen als Zwischenfrucht		
Klee	0,25	40/60 ¹⁾
Luzerne	0,27	-
Klee gras (Klee:Gras = 50:50)	0,13	30/50 ¹⁾
Luzernegras (Luzerne:Gras = 50:50)	0,14	-
Ackerbohne	0,25	40/60 ¹⁾
Erbse	0,25	40/60 ¹⁾
Wicke	0,25	40/60 ¹⁾
Lupine	0,21	-

Kultur	N-Bindung bezogen	
	auf das Haupternteprodukt kg N/dt	auf die Fläche kg N/ha
Serradella	0,21	-
sonstige einjährige	0,21	-
Untersaat mit Leguminosen	0,24	60 ²⁾
Leguminosengemenge	0,35	55/85 ¹⁾
Rotationsbrache		
Leguminosen (0 bis 10 %)	-	0
Leguminosen (11 bis 60 %)	-	80 ³⁾
Leguminosen (> 60 %)	-	120 ³⁾
Dauerbrache	-	-
Grünland	-	30 ³⁾

¹⁾ erste Zahl = mittlerer Ertrag (150 dt/ha), zweite Zahl = hoher Ertrag (250 dt/ha)

²⁾ 250 dt/ha Ertrag

³⁾ nicht ertragsbezogen

Anlage 11: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen und Grünland

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM %	HN ^V) 1 : x	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
				N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Körnerfrüchte										
Winterweizen	Korn (11 % RP)	86	-	1,66	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,06	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
	Korn (12 % RP)	86	-	1,81	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,21	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
	Korn (13 % RP)	86	-	1,96	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,36	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
	Korn (14 % RP)	86	-	2,11	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,51	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
	Korn (15 % RP)	86	-	2,26	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,66	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
	Korn (16 % RP)	86	-	2,41	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,81	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
Ganzpflanze	50	-	0,70	0,15	0,34	0,51	0,61	0,13	0,21	
Wintergerste	Korn (12 % RP)	86	-	1,65	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,7	2,00	0,44	1,01	1,49	1,79	0,20	0,34
	Korn (13 % RP)	86	-	1,79	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,7	2,14	0,44	1,01	1,49	1,79	0,20	0,34
	Ganzpflanze	50	-	0,67	0,15	0,34	0,58	0,70	0,13	0,21
Winterroggen	Korn (11 % RP)	86	-	1,51	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,66	2,00	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,9	1,96	0,47	1,07	1,99	2,40	0,23	0,38
	Korn (12 % RP)	86	-	1,65	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,66	2,00	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,9	2,10	0,47	1,07	1,99	2,40	0,23	0,38
Triticale	Korn (12 % RP)	86	-	1,65	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,9	2,10	0,47	1,07	1,77	2,13	0,23	0,38
	Korn (13 % RP)	86	-	1,79	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,9	2,24	0,47	1,07	1,77	2,13	0,23	0,38
Sommerweizen	Korn (14 % RP)	86	-	2,11	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,51	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
	Korn (15 % RP)	86	-	2,26	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,66	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
	Korn (16 % RP)	86	-	2,41	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,81	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM %	HN ^V) 1 : x	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
				N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Dinkel	Korn (13 % RP)	86	-	1,96	0,35	0,80	0,34	0,40	0,08	0,13
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,0	2,46	0,48	1,10	1,50	1,80	0,20	0,33
Durumweizen	Korn (14 % RP)	86	-	2,11	0,35	0,80	0,50	0,60	0,10	0,17
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,40	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,51	0,45	1,03	1,62	1,94	0,20	0,33
Sommerfuttergerste	Korn (12 % RP)	86	-	1,65	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,05	0,45	1,04	1,63	1,96	0,22	0,36
	Korn (13 % RP)	86	-	1,79	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,8	2,19	0,45	1,04	1,63	1,96	0,22	0,36
Braugerste	Korn (10 % RP)	86	-	1,38	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,7	1,73	0,44	1,01	1,49	1,79	0,21	0,34
	Korn (11 % RP)	86	-	1,51	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,7	1,86	0,44	1,01	1,49	1,79	0,21	0,34
Sommerroggen	Korn (11 % RP)	86	-	1,51	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,66	2,00	0,12	0,20
	Korn + Stroh ²⁾	-	0,9	1,96	0,47	1,07	1,99	2,40	0,23	0,38
Hafer	Korn (11 % RP)	86	-	1,51	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,41	1,70	0,06	0,10
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,1	2,06	0,49	1,13	2,05	2,47	0,19	0,31
	Korn (12 % RP)	86	-	1,65	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,50	0,13	0,30	1,41	1,70	0,06	0,10
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,1	2,20	0,49	1,13	2,05	2,47	0,19	0,31
Körnermais	Korn (10 % RP)	86	-	1,38	0,35	0,80	0,42	0,51	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,90	0,09	0,21	1,66	2,00	0,15	0,25
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,0	2,28	0,44	1,01	2,08	2,51	0,27	0,45
	Korn (11 % RP)	86	-	1,51	0,35	0,80	0,42	0,51	0,12	0,20
	Stroh	86	-	0,90	0,09	0,21	1,66	2,00	0,15	0,25
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,0	2,41	0,44	1,01	2,08	2,51	0,27	0,45
Einjährige Körnerleguminosen										
Ackerbohne	Korn (30 % RP)	86	-	4,10	0,52	1,20	1,16	1,40	0,12	0,20
	Stroh	86	-	1,50	0,13	0,30	2,16	2,60	0,24	0,40
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,0	5,60	0,65	1,50	3,32	4,00	0,36	0,60
Erbse	Korn (26 % RP)	86	-	3,60	0,48	1,10	1,16	1,40	0,12	0,20
	Stroh	86	-	1,50	0,13	0,30	2,16	2,60	0,30	0,50
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,0	5,10	0,61	1,40	3,32	4,00	0,42	0,70
Lupine (blau)	Korn (33 % RP)	86	-	4,48	0,48	1,10	1,16	1,40	0,12	0,20
	Stroh	86	-	1,50	0,13	0,30	2,16	2,60	0,30	0,50
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,0	5,98	0,61	1,40	3,32	4,00	0,42	0,70
Lupine (weiß)	Korn (35 % RP)	86	-	4,80	0,48	1,10	1,16	1,40	0,12	0,20
	Stroh	86	-	1,50	0,13	0,30	2,16	2,60	0,30	0,50
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,0	6,30	0,61	1,40	3,32	4,00	0,42	0,70
Lupine (gelb)	Korn (45 % RP)	86	-	6,20	0,55	1,27	1,10	1,34	0,13	0,21
	Stroh	86	-	1,50	0,16	0,36	0,61	0,73	0,11	0,18
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,0	7,70	0,71	1,63	1,72	2,07	0,24	0,39

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM %	HNV ¹⁾ 1 : x	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
				N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Wicke	Korn (28 % RP)	86	-	3,85	0,48	1,10	1,16	1,40	0,12	0,20
	Stroh	86	-	1,50	0,13	0,30	2,16	2,60	0,30	0,50
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,0	5,35	0,61	1,40	3,32	4,00	0,42	0,70
Linse	Korn (26 % RP)	86	-	3,85	0,48	1,10	1,16	1,40	0,12	0,20
	Stroh	86	-	1,50	0,13	0,30	2,16	2,60	0,30	0,50
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,0	5,35	0,61	1,40	3,32	4,00	0,42	0,70
Sojabohne	Korn (32 % RP)	86	-	4,40	0,67	1,53	1,52	1,83	0,18	0,30
	Stroh	86	-	1,50	0,13	0,30	0,95	1,14	0,39	0,64
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,0	5,90	0,80	1,83	2,47	2,97	0,57	0,94
Ölfrüchte										
Winterraps	Korn (23 % RP)	91	-	3,35	0,78	1,80	0,83	1,00	0,30	0,50
	Stroh	86	-	0,70	0,17	0,40	2,08	2,50	0,09	0,15
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,7	4,54	1,07	2,48	4,37	5,25	0,45	0,76
Sommerraps	Korn (23 % RP)	91	-	3,35	0,78	1,80	0,83	1,00	0,30	0,50
	Stroh	86	-	0,70	0,17	0,40	2,08	2,50	0,09	0,15
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,6	4,47	1,05	2,44	4,16	5,00	0,44	0,74
Sonnenblume	Korn (20 % RP)	91	-	2,91	0,70	1,60	1,99	2,40	0,42	0,70
	Stroh	86	-	1,00	0,39	0,99	4,15	5,00	0,18	0,30
	Korn + Stroh ²⁾	-	2,0	4,91	1,48	3,58	10,29	12,40	0,78	1,30
Öllein	Korn (24 % RP)	91	-	3,50	0,52	1,20	0,83	1,00	0,48	0,80
	Stroh	86	-	0,53	0,09	0,21	1,16	1,40	0,06	0,10
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,5	4,30	0,65	1,50	2,57	3,10	0,57	0,95
Senf	Korn (35 % RP)	91	-	5,08	0,77	1,77	0,77	0,93	0,18	0,30
	Stroh	86	-	0,70	0,17	0,40	2,08	2,50	0,09	0,15
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,5	6,13	1,03	2,37	3,89	4,69	0,31	0,53
Leindotter	Korn (29 % RP)	91	-	4,28	0,68	1,56	0,88	1,06	0,16	0,27
	Stroh	86	-	0,80	0,13	0,30	1,25	1,50	0,06	0,10
	Korn + Stroh ²⁾	-	1,4	5,40	0,86	1,98	2,62	3,16	0,25	0,41
Faserpflanzen										
Flachs (Faserlein)	Ganzpflanze	86	-	1,00	0,26	0,60	1,33	1,60	0,25	0,41
Hanf (100-150 dt/ha TM)	Ganzpflanze	100	-	1,00	0,45	1,03	2,20	2,65	0,70	1,16
Miscanthus (150-200 dt/ha TM)	Ganzpflanze	80	-	0,15	0,05	0,12	0,50	0,60	0,15	0,25
Hackfrüchte										
Frühkartoffeln	Knollen	22	-	0,43	0,07	0,16	0,50	0,60	0,02	0,04
	Kraut	15	-	0,20	0,02	0,04	0,30	0,36	0,05	0,08
	Knollen + Kraut ²⁾	-	0,2	0,47	0,07	0,17	0,56	0,67	0,03	0,06
Spätkartoffeln	Knollen	22	-	0,35	0,06	0,14	0,50	0,60	0,02	0,04
	Kraut	15	-	0,20	0,02	0,04	0,30	0,36	0,05	0,08
	Knollen + Kraut ²⁾	-	0,2	0,39	0,06	0,15	0,56	0,67	0,03	0,06
Zuckerrüben	Rüben	23	-	0,18	0,04	0,10	0,21	0,25	0,05	0,08
	Blatt	18	-	0,40	0,05	0,11	0,50	0,60	0,06	0,10
	Rüben + Blatt ²⁾	-	0,7	0,46	0,08	0,18	0,56	0,67	0,09	0,15
Gehaltsrüben	Rüben	15	-	0,18	0,04	0,09	0,42	0,50	0,03	0,05
	Blatt	16	-	0,30	0,03	0,08	0,42	0,50	0,05	0,08
	Rüben + Blatt ²⁾	-	0,4	0,30	0,05	0,12	0,58	0,70	0,05	0,08

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM %	HNV ¹⁾ 1 : x	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
				N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Massenrüben	Rüben	15	-	0,14	0,03	0,07	0,37	0,45	0,03	0,05
	Blatt	16	-	0,25	0,02	0,06	0,33	0,40	0,08	0,13
	Rüben + Blatt ²⁾	-	0,4	0,24	0,04	0,09	0,51	0,61	0,06	0,10
Futterpflanzen (Nichtleguminosen)										
Silomais	Ganzpflanze	32	-	0,43	0,08	0,18	0,42	0,51	0,08	0,13
Feldgras	Ganzpflanze	20	-	0,48	0,07	0,16	0,54	0,65	0,05	0,08
Futtermais/ Futtermais	Ganzpflanze	20	-	0,45	0,06	0,14	0,39	0,47	0,03	0,05
Senf (Futter)	Ganzpflanze	20	-	0,45	0,06	0,14	0,39	0,47	0,03	0,05
Futtergetreide	Ganzpflanze	20	-	0,40	0,06	0,14	0,48	0,58	0,03	0,05
Sonnenblume (Futter)	Ganzpflanze	20	-	0,45	0,06	0,14	0,40	0,48	0,03	0,05
Getreide	Ganzpflanze	35	-	0,56	0,17	0,40	0,58	0,70	0,10	0,17
Futterpflanzen (Leguminosen-Nichtleguminosen-Gemenge)										
Kleegras 30:70	Ganzpflanze	20	-	0,51	0,06	0,14	0,51	0,62	0,06	0,10
Kleegras 50:50	Ganzpflanze	20	-	0,52	0,06	0,14	0,51	0,62	0,06	0,10
Kleegras 70:30	Ganzpflanze	20	-	0,53	0,06	0,14	0,51	0,62	0,06	0,10
Luzernegras 30:70	Ganzpflanze	20	-	0,53	0,07	0,15	0,54	0,65	0,05	0,08
Luzernegras 50:50	Ganzpflanze	20	-	0,54	0,07	0,15	0,54	0,65	0,05	0,08
Luzernegras 70:30	Ganzpflanze	20	-	0,55	0,07	0,15	0,54	0,65	0,05	0,08
Landsberger Gemenge	Ganzpflanze	20	-	0,40	0,07	0,16	0,48	0,58	0,03	0,05
Futterpflanzen (Leguminosen)										
Klee > 70 %	Ganzpflanze	20	-	0,55	0,06	0,13	0,50	0,60	0,04	0,07
Luzerne > 70 %	Ganzpflanze	20	-	0,60	0,06	0,14	0,54	0,65	0,03	0,05
Espartette	Ganzpflanze	20	-	0,55	0,06	0,13	0,50	0,60	0,04	0,07
Serradella	Ganzpflanze	20	-	0,45	0,06	0,14	0,39	0,47	0,03	0,05
Ackerbohne (Futter)	Ganzpflanze	20	-	0,48	0,06	0,14	0,39	0,47	0,03	0,05
Futtererbse	Ganzpflanze	20	-	0,48	0,06	0,14	0,39	0,47	0,03	0,05
Lupine (Futter)	Ganzpflanze	20	-	0,50	0,06	0,14	0,39	0,47	0,03	0,05
Wicke (Futter)	Ganzpflanze	20	-	0,48	0,06	0,14	0,39	0,47	0,03	0,05
Vermehrungspflanzen										
Grassamen- vermehrung	Samen	86	-	2,20	0,31	0,70	0,50	0,60	0,10	0,17
	Stroh	86	-	1,50	0,13	0,30	2,16	2,60	0,24	0,40
	Samen + Stroh ²⁾	-	8,0	14,20	1,35	3,09	17,78	21,42	2,05	3,38
Klee-, Luzer- nevermeh- rung	Samen	86	-	5,50	0,64	1,46	1,04	1,25	0,16	0,27
	Stroh	86	-	1,50	0,13	0,30	2,16	2,60	0,24	0,40
	Samen + Stroh ²⁾	-	8,0	17,50	1,68	3,87	18,30	22,05	2,10	3,46
Serradella	Samen	91	-	3,50	0,64	1,46	1,04	1,25	0,16	0,27
	Stroh	86	-	1,50	0,13	0,30	2,16	2,60	0,24	0,40
	Samen + Stroh ²⁾	-	3,0	8,00	1,03	2,36	7,52	9,05	0,88	1,47

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM %	HNV ¹⁾ 1 : x	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
				N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Futterpflanzen Zwischenfrucht										
Futterzwischenfrucht	Nichtleguminosen	15	-	0,35	0,05	0,11	0,37	0,45	0,07	0,11
Futterzwischenfrucht	Leguminosen	15	-	0,55	0,07	0,15	0,54	0,65	0,07	0,11
Grünland										
eine Nutzung	40 dt/ha TM-Ertrag	100	-	1,30	0,25	0,57	1,25	1,51	0,17	0,28
2 Nutzungen	35 dt/ha TM-Ertrag	100	-	1,48	0,26	0,60	1,37	1,65	0,19	0,32
3 Nutzungen	50 dt/ha TM-Ertrag	100	-	2,25	0,40	0,92	2,30	2,77	0,25	0,41
4 Nutzungen	65 dt/ha TM-Ertrag	100	-	2,38	0,43	0,99	2,38	2,87	0,24	0,40

TS - Trockensubstanz, TM - Trockenmasse, FM - Frischmasse, RP - Rohproteingehalt in der Trockenmasse

¹⁾ HNV = Haupternteprodukt (marktfähige Ware) zu Nebenernteprodukt (Ernterückstand)

²⁾ Nährstoffgehalt Haupternteprodukt (marktfähige Ware) und Nebenernteprodukt (Ernterückstand) bezogen auf das Haupternteprodukt (marktfähige Ware)

Anlage 12: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse im Feldgemüseanbau

Kultur	Anbau- u. Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	TS %	HN ^v) 1 : x	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
						N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Aubergine		Frucht	10	-	500	0,20	0,02	0,05	0,25	0,30	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,40	0,08	0,18	0,75	0,90	0,07	0,12
		Frucht + Ernterückstand ²⁾	-	0,7		0,48	0,08	0,18	0,78	0,94	0,06	0,11
Batavia (Salat)		Kopf	8	-	500	0,19	0,02	0,06	0,37	0,45	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,19	0,09	0,21	0,76	0,92	0,07	0,12
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	0,4		0,27	0,06	0,14	0,67	0,81	0,04	0,07
Blumenkohl	allgemein, früh	Kopf	9	-	350	0,28	0,04	0,10	0,30	0,36	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,34	0,09	0,21	0,54	0,65	0,05	0,08
	starker Aufwuchs	Kopf	9	-	400	0,28	0,04	0,10	0,30	0,36	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,09	0,21	0,54	0,65	0,05	0,08
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	1,3	0,72	0,16	0,37	1,00	1,21	0,08	0,13	
Bohnenkraut		Kraut	15	-	430	0,32	0,05	0,13	0,42	0,51	0,04	0,07
		Ernterückstand	15	-		0,32	0,06	0,14	0,47	0,57	0,05	0,08
		Kraut + Ernterückstand ²⁾	-	0,05		0,34	0,06	0,13	0,44	0,53	0,05	0,08
Brokkoli	allgemein, früh	Kopf	11	-	150	0,45	0,06	0,15	0,38	0,46	0,02	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,35	0,10	0,23	0,53	0,64	0,05	0,08
	starker Aufwuchs	Kopf	11	-	200	0,45	0,06	0,15	0,38	0,46	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,10	0,23	0,53	0,64	0,05	0,08
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	3,7	1,75	0,43	1,00	2,34	2,82	0,21	0,34	
Buschbohne	Handernte Industrie	Hülse + Korn	12	-	120	0,25	0,04	0,09	0,25	0,30	0,02	0,04
		Ernterückstand	15	-		0,40	0,02	0,05	0,41	0,49	0,11	0,18
		Hülse + Ernterückstand ²⁾	-	1,8		0,99	0,08	0,17	0,99	1,19	0,22	0,37
Chicoree		Wurzel	10	-	450	0,25	0,05	0,12	0,45	0,54	0,04	0,07
		Ernterückstand	15	-		0,25	0,10	0,23	0,56	0,67	0,04	0,07
		Wurzel + Ernterückstand ²⁾	-	0,7		0,43	0,12	0,28	0,84	1,01	0,07	0,11
	für frühe Treiberei	Wurzel	10	-	350	0,25	0,05	0,12	0,45	0,54	0,04	0,07
Ernterückstand	15	-	0,25	0,10		0,23	0,56	0,67	0,04	0,07		
Wurzel + Ernterückstand ²⁾	-	0,9	0,48	0,14		0,33	0,95	1,14	0,08	0,13		

Kultur	Anbau- u. Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	TS %	HNV ¹⁾ 1 : x	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
						N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Chinakohl	gepflanzt oder gesät, früh, Herbst	Kopf	8	-	700	0,15	0,04	0,09	0,24	0,30	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,18	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	0,7		0,28	0,09	0,20	0,63	0,76	0,04	0,06
Dill		Kraut	10	-	300	0,30	0,04	0,09	0,50	0,60	0,02	0,04
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,06	0,14	0,47	0,57	0,09	0,15
		Kraut + Ernterückstand ²⁾	-	0,1		0,33	0,05	0,10	0,55	0,66	0,04	0,06
Eissalat	früh	Blatt	8	-	450	0,13	0,02	0,06	0,25	0,30	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,13	0,07	0,16	0,38	0,46	0,09	0,15
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,17	0,05	0,10	0,36	0,43	0,04	0,06
	Sommer; Herbst	Blatt	8	-	600	0,13	0,02	0,06	0,25	0,30	0,01	0,02
Ernterückstand	15	-	0,13	0,07		0,16	0,38	0,46	0,09	0,15		
Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,3	0,17	0,05		0,10	0,36	0,43	0,04	0,06		
Endivie (Salat)	Frisee, früh, Herbst	Rosette	10	-	350	0,25	0,03	0,06	0,46	0,55	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,25	0,10	0,23	0,62	0,75	0,07	0,12
		Rosette + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,33	0,05	0,13	0,65	0,78	0,04	0,06
	glattblättrig, früh, Herbst	Rosette	10	-	600	0,20	0,03	0,06	0,46	0,55	0,02	0,03
Ernterückstand	15	-	0,20	0,10		0,23	0,62	0,75	0,07	0,12		
Rosette + Ernterückstand ²⁾	-	0,3	0,26	0,06		0,13	0,65	0,78	0,04	0,07		
Feldsalat	allgemein, früh, Herbst	Blatt	9	-	80	0,45	0,04	0,10	0,54	0,65	0,04	0,07
		Ernterückstand	15	-		0,45	0,07	0,16	0,38	0,46	0,09	0,15
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,59	0,06	0,15	0,65	0,78	0,07	0,12
Grünkohl	Handernte Blatt	Blatt	15	-	200	0,60	0,08	0,18	0,45	0,54	0,02	0,04
		Ernterückstand	15	-		0,35	0,06	0,14	0,44	0,53	0,05	0,08
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	1,3		1,06	0,16	0,36	1,02	1,23	0,09	0,15
	maschinelle Ernte	Blatt	15	-	400	0,49	0,07	0,16	0,49	0,59	0,02	0,04
Ernterückstand	15	-	0,35	0,06		0,14	0,44	0,53	0,05	0,08		
Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,3	0,60	0,09		0,20	0,62	0,75	0,04	0,07		
Gurke	Einleger, gepflanzt oder gesät	Frucht	6	-	700	0,15	0,03	0,07	0,20	0,24	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,20	0,07	0,16	0,60	0,72	0,11	0,18
		Frucht + Ernterückstand ²⁾	-	0,7		0,29	0,08	0,18	0,62	0,75	0,09	0,15

Kultur	Anbau- u. Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	TS %	HN ^v) 1 : x	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
						N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Gurke	Salatgurke	Frucht	6	-	900	0,15	0,03	0,07	0,20	0,24	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,20	0,07	0,16	0,60	0,72	0,11	0,18
		Frucht + Ernterückstand ²⁾	-	0,55		0,26	0,07	0,16	0,53	0,64	0,07	0,12
	Schälgurke	Frucht	6	-	700	0,15	0,03	0,07	0,20	0,24	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,20	0,07	0,16	0,60	0,72	0,11	0,18
		Frucht + Ernterückstand ²⁾	-	0,7		0,29	0,08	0,18	0,62	0,75	0,09	0,15
Knoblauch	trocken	Zehe	12	-	80	0,45	0,07	0,17	0,29	0,35	0,01	0,01
		Ernterückstand	15	-		0,58	0,07	0,16	0,16	0,19	0,07	0,12
		Zehe + Ernterückstand ²⁾	-	0,25		0,60	0,09	0,21	0,33	0,40	0,03	0,04
Knollenfenchel	gepflanzt oder gesät, früh, Herbst	Knolle	15	-	400	0,20	0,03	0,07	0,40	0,48	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,05	0,11	0,47	0,57	0,05	0,08
		Knolle + Ernterückstand ²⁾	-	0,75		0,43	0,07	0,16	0,75	0,90	0,06	0,10
Kohlrabi	allgemein, früh, Herbst	Knolle	8	-	450	0,28	0,04	0,10	0,35	0,42	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,35	0,07	0,16	0,56	0,67	0,06	0,10
		Knolle + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,39	0,07	0,15	0,52	0,63	0,03	0,05
Kohlrübe		Rübe	20	-	700	0,25	0,05	0,11	0,30	0,36	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,35	0,07	0,16	0,54	0,65	0,05	0,08
		Rübe + Ernterückstand ²⁾	-	0,4		0,39	0,08	0,18	0,52	0,63	0,04	0,07
Kopfsalat	früh, Sommer, Herbst	Kopf	6	-	500	0,18	0,03	0,07	0,30	0,36	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,18	0,09	0,21	0,76	0,92	0,07	0,17
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	0,2		0,22	0,05	0,11	0,45	0,54	0,03	0,05
Kürbis		Frucht	10	-	400	0,25	0,09	0,21	0,46	0,55	0,05	0,08
		Ernterückstand	15	-		0,25	0,07	0,16	0,66	0,72	0,09	0,15
		Frucht + Ernterückstand ²⁾	-	1,0		0,50	0,16	0,37	1,12	1,35	0,14	0,23
Mangold		Blatt	10	-	400	0,25	0,04	0,09	0,50	0,60	0,07	0,12
		Ernterückstand	15	-		0,25	0,07	0,16	0,62	0,75	0,10	0,17
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,1		0,28	0,05	0,11	0,56	0,67	0,08	0,13
Markerbse	frühe Sorten	Korn	15	-	60	1,00	0,10	0,23	0,30	0,36	0,03	0,06
		Ernterückstand	15	-		0,40	0,05	0,11	0,47	0,57	0,05	0,08
		Korn + Ernterückstand ²⁾	-	5,3		3,12	0,36	0,84	2,79	3,36	0,30	0,50
	späte Sorten	Korn	15	-	80	1,00	0,10	0,23	0,30	0,36	0,03	0,06
		Ernterückstand	15	-		0,40	0,05	0,11	0,47	0,57	0,05	0,08
		Korn + Ernterückstand ²⁾	-	4,0		2,6	0,30	0,69	2,18	3,63	0,23	0,39

Kultur	Anbau- u. Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	TS %	HNV ¹⁾ 1 : x	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
						N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Meerrettich		Wurzel	10	-	200	0,68	0,09	0,22	0,60	0,72	0,04	0,07
		Ernterückstand	15	-		0,37	0,05	0,11	0,62	0,75	0,05	0,08
		Wurzel + Ernterückstand ²⁾	-	1,3		1,16	0,16	0,37	1,41	1,70	0,10	0,17
Möhre	Bundmöhre, früh	Wurzel	15	-	500	0,17	0,04	0,08	0,44	0,53	0,03	0,04
		Ernterückstand	15	-		0,17	0,07	0,16	0,55	0,66	0,08	0,13
		Wurzel + Ernterückstand ²⁾	-	0,2		0,20	0,05	0,11	0,55	0,66	0,04	0,07
	Bundmöhre, Sommer, Herbst	Wurzel	15	-	600	0,17	0,04	0,08	0,44	0,53	0,02	0,04
		Ernterückstand	15	-		0,17	0,07	0,16	0,55	0,66	0,08	0,13
		Wurzel + Ernterückstand ²⁾	-	0,2		0,20	0,05	0,11	0,53	0,64	0,04	0,07
	Waschmöhre, früh	Wurzel	13	-	600	0,13	0,03	0,08	0,35	0,42	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,06	0,14	0,50	0,60	0,09	0,15
		Wurzel + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,22	0,05	0,12	0,50	0,60	0,04	0,07
	Waschmöhre, Sommer, Herbst	Wurzel	13	-	700	0,13	0,03	0,08	0,35	0,42	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,06	0,14	0,50	0,60	0,09	0,15
		Wurzel + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,22	0,05	0,12	0,50	0,60	0,04	0,07
Industriemöhre	Wurzel	13	-	900	0,13	0,03	0,08	0,35	0,42	0,01	0,02	
	Ernterückstand	15	-		0,30	0,06	0,14	0,50	0,60	0,09	0,15	
	Wurzel + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,22	0,05	0,12	0,50	0,60	0,04	0,07	
Paprika	günstiges Klima	Schote	10	-	500	0,23	0,02	0,06	0,22	0,27	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,40	0,07	0,16	0,69	0,83	0,08	0,13
		Schote + Ernterückstand ²⁾	-	0,5		0,43	0,06	0,14	0,57	0,69	0,05	0,09
Pastinake		Wurzel	10	-	400	0,25	0,10	0,24	0,60	0,72	0,05	0,09
		Ernterückstand	15	-		0,50	0,05	0,11	0,46	0,55	0,05	0,08
		Wurzel + Ernterückstand ²⁾	-	0,5		0,50	0,13	0,39	0,83	1,00	0,08	0,13
Petersilie	Blattpetersilie, gepflanzt o. gesät, 2 Schnitte, früh	Blatt	15	-	160	0,45	0,05	0,11	0,55	0,66	0,02	0,04
		Ernterückstand	15	-		0,40	0,07	0,16	0,48	0,58	0,04	0,07
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,4		0,61	0,08	0,18	0,74	0,89	0,04	0,06
	Wurzelpetersilie	Wurzel	15	-	400	0,42	0,06	0,14	0,70	0,84	0,05	0,09
		Ernterückstand	15	-		0,42	0,07	0,16	0,66	0,80	0,03	0,05
		Wurzel + Ernterückstand ²⁾	-	0,4		0,63	0,09	0,22	1,03	1,24	0,07	0,12

Kultur	Anbau- u. Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	TS %	HNV ¹⁾ 1 : x	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
						N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Porree	gepflanzt, früh	Stange	11	-	400	0,25	0,03	0,08	0,30	0,36	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,04	0,09	0,52	0,63	0,03	0,05
		Stange + Ernterückstand ²⁾	-	0,8		0,49	0,07	0,15	0,72	0,87	0,04	0,07
	gepflanzt, Sommer	Stange	11	-	500	0,25	0,03	0,08	0,30	0,36	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,04	0,09	0,52	0,63	0,03	0,05
		Stange + Ernterückstand ²⁾	-	0,7		0,46	0,06	0,14	0,66	0,80	0,04	0,07
	gepflanzt, Herbst, Winter, gesät	Stange	11	-	550	0,25	0,03	0,08	0,30	0,36	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,04	0,09	0,52	0,63	0,03	0,05
		Stange + Ernterückstand ²⁾	-	0,6		0,43	0,06	0,13	0,61	0,74	0,04	0,06
Radicchio (Salat)	allgemein, früh, Herbst	Blatt	10	-	280	0,25	0,04	0,09	0,40	0,48	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,25	0,07	0,16	0,38	0,46	0,07	0,12
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,8		0,45	0,10	0,22	0,70	0,84	0,08	0,13
Radies	allgemein, früh, Herbst	Knolle mit Laub	6	-	300	0,20	0,03	0,07	0,28	0,34	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,20	0,06	0,14	0,62	0,75	0,08	0,13
		Knolle + Ernterückstand ²⁾	-	0,2		0,24	0,04	0,10	0,40	0,48	0,04	0,06
Rettich	Bund, allgemein, früh, Herbst	Rübe mit Blatt	10	-	500	0,17	0,03	0,08	0,30	0,36	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,17	0,05	0,11	0,62	0,75	0,04	0,07
		Rübe + Ernterückstand ²⁾	-	0,2		0,20	0,04	0,10	0,42	0,51	0,02	0,04
	deutsch, allgemein, früh, Herbst	Rübe	10	-	550	0,14	0,03	0,08	0,33	0,40	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,24	0,05	0,11	0,62	0,75	0,04	0,07
		Rübe + Ernterückstand ²⁾	-	0,45		0,25	0,06	0,13	0,61	0,74	0,03	0,05
	japanisch, früh	Rübe	10	-	900	0,10	0,03	0,06	0,28	0,34	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,21	0,05	0,11	0,62	0,75	0,04	0,07
		Rübe + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,16	0,04	0,09	0,47	0,57	0,02	0,04
japanisch, Herbst	Rübe	10	-	1000	0,10	0,03	0,06	0,28	0,34	0,01	0,02	
	Ernterückstand	15	-		0,21	0,05	0,11	0,62	0,75	0,04	0,07	
	Rübe + Ernterückstand ²⁾	-	0,4		0,18	0,05	0,10	0,53	0,64	0,03	0,05	
Rhabarber		Stiel	10	-	350	0,18	0,02	0,05	0,40	0,48	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,50	0,06	0,14	0,50	0,60	0,05	0,08
		Stiel + Ernterückstand ²⁾	-	0,2		0,28	0,03	0,08	0,50	0,60	0,02	0,04

Kultur	Anbau- u. Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	TS %	HNV ¹⁾ 1 : x	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
						N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Romana (Salat)	früh, Sommer, Herbst	Blatt	10	-	450	0,20	0,04	0,09	0,33	0,40	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,20	0,09	0,21	0,76	0,92	0,07	0,12
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,2		0,24	0,06	0,13	0,48	0,58	0,03	0,04
	Herzen	Blatt	10	-	300	0,24	0,04	0,09	0,33	0,40	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,35	0,07	0,16	0,38	0,46	0,09	0,15
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,35	0,06	0,14	0,44	0,53	0,04	0,07
Rosenkohl	schnellwachsend, mittel-schnellwachsend langsamwachsend	Röschen	20	-	250	0,65	0,08	0,19	0,55	0,66	0,02	0,04
		Ernterückstand	15	-		0,40	0,06	0,14	0,46	0,55	0,06	0,10
		Röschen + Ernterückstand ²⁾	-	2,6		1,69	0,24	0,55	1,75	2,11	0,18	0,30
Rote Rübe	Bund	Rübe mit Blatt	15	-	500	0,27	0,04	0,10	0,46	0,55	0,05	0,08
		Ernterückstand	15	-		0,27	0,03	0,07	0,59	0,71	0,05	0,08
		Rübe + Ernterückstand ²⁾	-	0,2		0,32	0,05	0,12	0,58	0,70	0,06	0,10
	Baby Beet	Rübe	15	-	400	0,28	0,05	0,11	0,40	0,48	0,03	0,05
		Ernterückstand	15	-		0,25	0,03	0,07	0,59	0,71	0,05	0,08
		Rübe + Ernterückstand ²⁾	-	0,7		0,46	0,07	0,16	0,81	0,98	0,06	0,11
Rotkohl	schnellwachsend (früh)	Kopf	13	-	400	0,22	0,03	0,08	0,30	0,36	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,06	0,14	0,50	0,60	0,05	0,08
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	0,9		0,49	0,09	0,20	0,75	0,90	0,06	0,10
	mittel-schnellwachsend	Kopf	13	-	500	0,22	0,03	0,08	0,30	0,36	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,06	0,14	0,50	0,60	0,05	0,08
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	0,8		0,46	0,08	0,19	0,70	0,84	0,05	0,09
langsamwachsend (spät)	Kopf	13	-	600	0,22	0,03	0,08	0,30	0,36	0,01	0,02	
	Ernterückstand	15	-		0,30	0,06	0,14	0,50	0,60	0,05	0,08	
	Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	0,8		0,46	0,08	0,19	0,70	0,84	0,05	0,09	
Rucola (Salat)	Feinware	Blatt	8	-	175	0,40	0,04	0,10	0,44	0,53	0,03	0,05
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,07	0,16	0,38	0,46	0,09	0,15
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,7		0,61	0,09	0,21	0,71	0,86	0,09	0,15
	Grobware	Blatt	8	-	300	0,40	0,04	0,10	0,44	0,53	0,03	0,05
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,07	0,16	0,38	0,46	0,09	0,15
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,5		0,55	0,08	0,18	0,63	0,76	0,07	0,12

Kultur	Anbau- u. Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	TS %	HNV ¹⁾ 1 : x	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
						N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Salat Baby Leaf Lettuce	früh, Sommer, Herbst	Blatt	8	-	140	0,35	0,03	0,08	0,50	0,60	0,03	0,04
		Ernterückstand	15	-		0,35	0,07	0,16	0,38	0,46	0,09	0,15
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,1		0,39	0,04	0,10	0,54	0,65	0,04	0,06
Salat, Blatt- grün (Lollo, Eichblatt, Krul)	früh, Sommer, Herbst	Blatt	8	-	350	0,19	0,03	0,07	0,37	0,45	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,19	0,07	0,16	0,38	0,46	0,09	0,15
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,25	0,05	0,11	0,48	0,58	0,04	0,06
Salat, Blatt - rot (Lollo, Eich- blatt, Krul)	allgemein, früh, Herbst	Blatt	8	-	300	0,19	0,03	0,07	0,37	0,45	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,19	0,07	0,16	0,38	0,46	0,09	0,15
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,25	0,05	0,12	0,48	0,58	0,04	0,06
Schnittlauch	Direktsaat o. Pflanzung, 2 Schnitte	Lauch	10	-	500	0,50	0,06	0,14	0,45	0,54	0,03	0,06
		Ernterückstand	15	-		0,50	0,04	0,09	0,25	0,30	0,04	0,07
		Lauch + Ernterückstand ²⁾	-	0,2		0,60	0,07	0,16	0,50	0,60	0,04	0,07
	Anbau für Treiberei	Lauch	10	-	280	0,50	0,06	0,14	0,45	0,54	0,03	0,06
		Ernterückstand	15	-		0,50	0,04	0,09	0,25	0,30	0,04	0,07
		Lauch + Ernterückstand ²⁾	-	0,8		0,90	0,09	0,21	0,65	0,78	0,07	0,11
Schwarzwurzel		Wurzel	10	-	200	0,23	0,07	0,16	0,32	0,39	0,02	0,04
		Ernterückstand	15	-		0,25	0,04	0,09	0,52	0,63	0,05	0,08
		Wurzel + Ernterückstand ²⁾	-	1,0		0,48	0,11	0,25	0,84	1,01	0,07	0,12
Sellerie	Bundsellerie, allgemein	Knolle mit Laub	15	-	600	0,27	0,05	0,13	0,47	0,57	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,27	0,09	0,21	0,50	0,60	0,02	0,03
		Knolle + Ernterückstand ²⁾	-	0,1		0,30	0,06	0,15	0,52	0,63	0,02	0,04
	Bundsellerie, früh	Knolle mit Laub	15	-	500	0,27	0,05	0,13	0,47	0,57	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,27	0,09	0,21	0,50	0,60	0,02	0,03
		Knolle + Ernterückstand ²⁾	-	0,1		0,30	0,06	0,15	0,52	0,63	0,02	0,04
	Knollensellerie	Knolle	15	-	500	0,25	0,06	0,15	0,45	0,54	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,05	0,11	0,62	0,75	0,05	0,08
		Knolle + Ernterückstand ²⁾	-	0,5		0,40	0,09	0,21	0,76	0,92	0,04	0,07
	Stangensellerie	Stange	15	-	500	0,25	0,05	0,11	0,45	0,54	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,25	0,05	0,11	0,62	0,75	0,05	0,08
		Stange + Ernterückstand ²⁾	-	0,6		0,40	0,08	0,18	0,82	0,99	0,05	0,08

Kultur	Anbau- u. Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	TS %	HNV ¹⁾ 1 : x	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
						N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Spargel	Pflanzjahr	Stange	10	-	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Ernterückstand	15	-		0,46	0,06	0,14	0,38	0,46	0,04	0,07
		Stange + Ernterückstand ²⁾	-	0,0		0,46	0,06	0,14	0,38	0,46	0,04	0,07
	2. Jahr	Stange	10	-	15	0,25	0,13	0,30	1,04	1,25	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,46	0,06	0,14	0,38	0,46	0,04	0,07
		Stange + Ernterückstand ²⁾	-	20,0		9,45	1,33	3,05	8,64	10,41	0,82	1,36
	Ertragsanlagen	Stange	10	-	60	0,25	0,13	0,30	1,04	1,25	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,46	0,06	0,14	0,38	0,46	0,04	0,07
		Stange + Ernterückstand ²⁾	-	4,0		2,09	0,37	0,85	2,56	3,08	0,18	0,30
Spinat	Frischmarkt allgemein, früh, Herbst	Blatt	10	-	250	0,36	0,05	0,11	0,55	0,66	0,05	0,08
		Ernterückstand	15	-		0,36	0,08	0,18	0,78	0,94	0,11	0,18
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,7		0,60	1,06	0,24	1,10	1,32	0,13	0,21
	Industrie, allgemein, früh, Herbst	Blatt	10	-	300	0,36	0,05	0,11	0,55	0,66	0,05	0,08
		Ernterückstand	15	-		0,36	0,08	0,18	0,78	0,94	0,11	0,18
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,5		0,54	0,90	0,21	0,94	1,13	0,11	0,17
Überwinterung (März)	Blatt	10	-	250	0,36	0,05	0,11	0,55	0,66	0,05	0,08	
	Ernterückstand	15	-		0,36	0,08	0,18	0,78	0,94	0,11	0,18	
	Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,6		0,58	0,10	0,22	1,02	1,23	0,12	0,19	
Stangenbohne		Hülse + Korn	12	-	250	0,25	0,04	0,09	0,25	0,30	0,02	0,04
		Ernterückstand	15	-		0,32	0,06	0,14	0,46	0,55	0,05	0,08
		Hülse + Ernterückstand ²⁾	-	1,8		0,83	0,15	0,34	1,08	1,30	0,11	0,19
Tomate	günstiges Klima	Frucht	8	-	450	0,16	0,02	0,05	0,32	0,39	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,27	0,07	0,16	0,66	0,80	0,08	0,13
		Frucht + Ernterückstand ²⁾	-	1,1		0,46	0,10	0,22	1,05	1,27	0,10	0,17
Weisskohl (Frischmarkt)	frühe Sorten	Kopf	12	-	400	0,22	0,03	0,07	0,26	0,31	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	1,0		0,52	0,09	0,21	0,76	0,92	0,07	0,12
	mittelfrühe Sorten	Kopf	12	-	600	0,20	0,03	0,07	0,26	0,31	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	0,8		0,44	0,08	0,18	0,66	0,80	0,06	0,10
Mittelspäte, späte Sorten	Kopf	12	-	700	0,20	0,03	0,07	0,26	0,31	0,01	0,02	
	Ernterückstand	15	-		0,30	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10	
	Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	0,7		0,41	0,07	0,17	0,61	0,74	0,06	0,09	

Kultur	Anbau- u. Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	TS %	HN ^V ¹⁾ 1 : x	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
						N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Weißkohl (Industrie)	frühe Sorten	Kopf	12	-	800	0,20	0,03	0,07	0,26	0,31	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	0,6		0,38	0,07	0,16	0,56	0,67	0,05	0,08
	Mittelfrühe, mittelspäte, späte Sorten	Kopf	12	-	1000	0,20	0,03	0,07	0,26	0,31	0,01	0,02
Ernterückstand	15	-	0,30	0,06		0,14	0,50	0,60	0,06	0,10		
Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	0,5	0,35	0,06		0,14	0,51	0,61	0,04	0,07		
Wirsing	frühe Sorten	Kopf	12	-	300	0,35	0,05	0,11	0,32	0,39	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,40	0,07	0,16	0,56	0,67	0,05	0,08
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	1,0		0,75	0,12	0,27	0,88	1,06	0,06	0,11
	mittelfrühe Sorten	Kopf	12	-	350	0,35	0,05	0,11	0,32	0,39	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,40	0,07	0,16	0,56	0,67	0,05	0,08
		Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	1,0		0,75	0,12	0,27	0,88	1,06	0,06	0,11
Mittelspäte, späte Sorten	Kopf	12	-	400	0,35	0,05	0,11	0,32	0,39	0,01	0,02	
	Ernterückstand	15	-		0,40	0,07	0,16	0,56	0,67	0,05	0,08	
	Kopf + Ernterückstand ²⁾	-	1,0		0,75	0,12	0,27	0,88	1,06	0,06	0,11	
Zucchini	gepflanzt	Frucht	10	-	650	0,16	0,03	0,06	0,17	0,20	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,04	0,09	0,56	0,67	0,10	0,17
		Frucht + Ernterückstand ²⁾	-	0,85		0,42	0,06	0,14	0,65	0,78	0,10	0,17
Zucchini	gesät	Frucht	10	-	500	0,16	0,03	0,06	0,17	0,20	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,04	0,09	0,56	0,67	0,10	0,17
		Frucht + Ernterückstand ²⁾	-	1,0		0,46	0,07	0,15	0,73	0,88	0,12	0,19
Zuckerhut (Salat)	früh, Sommer, Herbst	Blatt	8	-	600	0,20	0,05	0,11	0,25	0,30	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,20	0,07	0,16	0,38	0,46	0,09	0,15
		Blatt + Ernterückstand ²⁾	-	0,3		0,26	0,07	0,16	0,36	0,43	0,04	0,06
Zuckermais	frühe Sorten	Kolben	15	-	170	0,35	0,07	0,16	0,22	0,27	0,03	0,06
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,05	0,11	0,36	0,43	0,10	0,17
		Kolben + Ernterückstand ²⁾	-	1,9		0,92	0,16	0,38	0,90	1,08	0,22	0,37
	Mittelfrühe, späte Sorten	Kolben	15	-	200	0,35	0,07	0,16	0,22	0,27	0,03	0,06
		Ernterückstand	15	-		0,30	0,05	0,11	0,36	0,43	0,10	0,17
		Kolben + Ernterückstand ²⁾	-	2,0		0,95	0,17	0,39	0,94	1,13	0,23	0,39
Zuckermelone		Frucht	10	-	300	0,15	0,04	0,09	0,35	0,42	0,03	0,05
		Ernterückstand	15	-		0,25	0,06	0,14	0,62	0,75	0,10	0,17
		Frucht + Ernterückstand ²⁾	-	1,3		0,48	0,12	0,27	1,16	1,40	0,16	0,26

Kultur	Anbau- u. Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	TS %	HNV ¹⁾ 1 : x	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
						N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Zwiebeln	Bund-, früh, Sommer	Zwiebel mit Laub	10	-	680	0,20	0,03	0,06	0,20	0,24	0,02	0,03
		Ernterückstand	15	-		0,20	0,07	0,16	0,43	0,52	0,07	0,12
		Zwiebel + Ernterückstand ²⁾	-	0,2		0,24	0,04	0,09	0,29	0,35	0,03	0,05
	Bund-, Überwinterung (März)	Zwiebel	10	-	400	0,20	0,03	0,06	0,20	0,24	0,02	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,20	0,07	0,16	0,43	0,52	0,07	0,12
		Zwiebel + Ernterückstand ²⁾	-	0,5		0,30	0,06	0,14	0,42	0,51	0,05	0,09
	Trocken-, frühe bis späte Sorten	Zwiebel	12	-	600	0,18	0,03	0,08	0,20	0,24	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,40	0,07	0,16	0,43	0,52	0,07	0,12
		Zwiebel + Ernterückstand ²⁾	-	0,25		0,28	0,05	0,12	0,31	0,37	0,03	0,05
	Trocken-, Überwinterung (März)	Zwiebel	12	-	450	0,18	0,03	0,08	0,20	0,24	0,01	0,02
		Ernterückstand	15	-		0,40	0,07	0,16	0,43	0,52	0,07	0,12
		Zwiebel + Ernterückstand ²⁾	-	0,6		0,42	0,08	0,18	0,46	0,55	0,06	0,10

¹⁾ HNV = Haupternteprodukt (marktfähige Ware) zu Nebenernteprodukt (Ernterückstand)

²⁾ Nährstoffgehalt Haupternteprodukt (marktfähige Ware) und Nebenernteprodukt (Ernterückstand) bezogen auf das Haupternteprodukt (marktfähige Ware)

Anlage 13: Nährstoffgehalte von Obst, Wein und Beerenobst

Kultur	Ernteprodukt	TS %	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
				N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Apfel	Frucht	17	200 - 400	0,11	0,01	0,03	0,15	0,18	0,01	0,01
Birne	Frucht	17	200 - 400	0,10	0,01	0,02	0,14	0,17	0,01	0,01
Quitte	Frucht	20	50 - 130	0,10	0,01	0,03	0,15	0,18	0,01	0,01
Süßkirsche	Frucht	18	100 - 250	0,19	0,02	0,05	0,21	0,25	0,01	0,02
Sauerkirsche	Frucht	18	100 - 200	0,21	0,03	0,06	0,20	0,24	0,02	0,03
Pflaume	Frucht	18	100 - 300	0,16	0,02	0,04	0,24	0,29	0,01	0,01
Pfirsich	Frucht	18	90	0,15	0,02	0,05	0,27	0,32	0,01	0,02
Aprikose	Frucht	22	80	0,18	0,03	0,08	0,40	0,48	0,03	0,05
Rebe	Traube	10	100	0,25	0,04	0,10	0,33	0,40	0,02	0,03
Wein	Traube/Maische Most/Wein	10 -	100 -	0,22 0,02	0,04 0,01	0,10 0,02	0,37 0,06	0,45 0,07	0,02 -	0,03 -
Rote Johannisbeere	Beere	10	100	0,20	0,03	0,07	0,24	0,29	0,02	0,03
Schwarze Johannisbeere	Beere	10	60	0,20	0,03	0,06	0,31	0,37	0,02	0,03
Stachelbeere	Beere	10	120	0,20	0,03	0,07	0,24	0,29	0,01	0,02
Erdbeere	Beere	10	200	0,17	0,02	0,05	0,23	0,28	0,01	0,02
Himbeere	Beere	10	80	0,20	0,02	0,04	0,17	0,20	0,03	0,05
Brombeere	Beere	10	90	0,20	0,03	0,07	0,19	0,23	0,03	0,05

Anlage 14: Nährstoffgehalte von Arznei-, Duft- und Gewürzpflanzen

Kultur	Ernteprodukt	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
			N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Acker- schachtelhalm	Kraut (sterile Triebe)	50	0,50	0,10	0,23	0,61	0,74	0,08	0,14
Alant	Krautrückstand	130	0,28	0,03	0,07	0,82	0,99	0,07	0,11
	Wurzel	300	0,50	0,10	0,21	0,63	0,76	0,04	0,07
Arzneifenchel	Frucht (Droge!)	25	2,78	0,55	1,26	2,14	2,58	0,27	0,44
	Kraut ohne Frucht	150	0,39	0,07	0,16	0,95	1,15	0,07	0,11
Baldrian	Krautrückstand	200	0,28	0,04	0,10	0,42	0,50	0,04	0,06
	Wurzel	150	0,29	0,08	0,19	0,34	0,41	0,04	0,06
Basilikum	Kraut bei Blühbeginn	150	0,33	0,04	0,09	0,32	0,39	0,07	0,11
Bergarnika	Blütenkörbchen	40	0,40	0,07	0,16	0,40	0,48	0,04	0,06
	Krautrückstand	70	0,47	0,07	0,16	0,61	0,74	0,07	0,11
	Wurzel	60	0,68	0,13	0,30	0,54	0,65	0,06	0,10
Bergbohnen- kraut	blühendes Kraut	135	0,65	0,07	0,16	0,61	0,74	0,07	0,11
	Kraut	130	0,32	0,05	0,11	0,60	0,72	0,07	0,11
Bibernelle (kleine)	Krautrückstand	250	0,45	0,09	0,21	0,71	0,85	0,07	0,11
	Wurzel	70	0,35	0,07	0,17	0,42	0,51	0,07	0,11
Bockshornklee	Samen (Droge!)	5	3,87	0,61	1,40	1,27	1,53	0,09	0,15
	Kraut zur Samenernte	20	0,68	0,18	0,42	0,68	0,82	0,24	0,40
Borretsch	blühendes Kraut	700	0,15	0,02	0,05	0,37	0,44	0,01	0,02
Brennnessel (große)	nicht blühendes Kraut	400	0,59	0,07	0,16	0,57	0,69	0,06	0,10
	Wurzel	80	0,38	0,09	0,20	0,42	0,51	0,06	0,10
Brennnessel (kleine)	blühendes Kraut	120	0,70	0,07	0,15	0,66	0,79	0,07	0,11
Dost	blühendes Kraut	120	0,50	0,06	0,14	0,43	0,52	0,10	0,16
Drachenkopf	blühendes Kraut	500	0,27	0,05	0,11	0,54	0,65	0,07	0,11
Eibisch	Krautrückstand	100	0,22	0,03	0,07	0,66	0,80	0,03	0,05
	Wurzel	150	0,66	0,13	0,30	0,60	0,72	0,09	0,15
Engelwurz	Krautrückstand	400	0,15	0,03	0,07	0,60	0,72	0,04	0,06
	Wurzel	200	0,30	0,10	0,23	0,54	0,65	0,06	0,10
Estragon	abgeblühtes Kraut	110	0,76	0,07	0,16	0,51	0,62	0,07	0,11
Estragon (deutscher)	nicht blühendes Kraut	150	0,55	0,07	0,16	0,73	0,88	0,07	0,11
Goldrute	Blühhorizont	210	0,60	0,09	0,21	0,64	0,77	0,04	0,07
Johanniskraut	blühendes Kraut	200	0,53	0,09	0,20	0,50	0,60	0,04	0,07
Kamille	Kraut ohne Blüte	60	0,26	0,04	0,09	0,44	0,53	0,07	0,11
	Blüte	40	0,42	0,09	0,21	0,5	0,54	0,07	0,11
Kornblume	blühendes Kraut	200	0,37	0,04	0,10	0,52	0,63	0,03	0,05
	Blüte	70	0,44	0,08	0,19	0,42	0,50	0,04	0,06
	Kraut ohne Blüte	130	0,70	0,03	0,07	0,73	0,88	0,07	0,11
Kümmel	Frucht (Droge!)	20	2,65	0,50	1,15	1,29	1,55	0,07	0,11
	Samen	12	3,31	0,43	0,98	1,00	1,20	0,05	0,08
	Kraut ohne Frucht	150	0,23	0,09	0,21	0,87	1,05	0,04	0,06

Kultur	Ernteprodukt	Mittl. Ertrag FM dt/ha	Nährstoffgehalt (kg/dt Frischmasse)						
			N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Liebstöckel	nicht blühendes Kraut	550	0,37	0,05	0,11	0,42	0,50	0,07	0,11
	Wurzel	120	0,21	0,07	0,15	0,20	0,24	0,05	0,08
Majoran	Kraut bei Blühbeginn	200	0,48	0,06	0,14	0,49	0,59	0,04	0,06
Malve (blau)	blühendes Kraut	500	0,35	0,07	0,16	0,57	0,69	0,04	0,07
	Blüte	100	0,30	0,07	0,16	0,39	0,47	0,04	0,07
	Kraut ohne Blüte	400	0,41	0,08	0,18	0,66	0,80	0,04	0,07
Mutterkraut	blühendes Kraut	120	0,45	0,07	0,16	0,66	0,80	0,07	0,11
Muskatellersalbei	blühendes Kraut	300	0,24	0,03	0,07	0,29	0,35	0,07	0,11
Nachtkerze	Kraut	140	0,35	0,06	0,14	0,40	0,48	0,06	0,10
	Samen (Droge!)	13	2,06	0,49	1,12	0,55	0,66	0,27	0,45
Pfefferminze	nicht blühendes Kraut	400	0,42	0,05	0,11	0,46	0,55	0,08	0,13
Ringelblume	blühendes Kraut	600	0,29	0,03	0,07	0,42	0,50	0,03	0,05
	Blüte	50	0,30	0,05	0,12	0,38	0,46	0,03	0,05
	Kraut ohne Blüte	450	0,29	0,03	0,07	0,58	0,70	0,05	0,08
Salbei	nicht blühendes Kraut	350	0,49	0,05	0,11	0,51	0,62	0,17	0,28
Schabzigerklee	blühendes Kraut	300	0,37	0,03	0,08	0,55	0,66	0,04	0,07
Schafgarbe	Blühhorizont	350	0,46	0,07	0,16	0,64	0,77	0,07	0,11
Schlüsselblume	Krautrückstand	125	0,42	0,06	0,13	0,61	0,73	0,04	0,06
	Wurzel	120	0,27	0,07	0,15	0,29	0,35	0,06	0,10
Schöllkraut	blühendes Kraut	300	0,40	0,05	0,11	0,42	0,50	0,10	0,16
Sonnenhut (<i>Ech. angustifolia</i>)	blühendes Kraut	50	0,56	0,05	0,12	0,68	0,82	0,08	0,14
	Wurzel	20	0,95	0,09	0,20	0,37	0,45	0,04	0,07
Sonnenhut (<i>Ech. pallida</i>)	blühendes Kraut	300	0,31	0,04	0,10	0,37	0,45	0,08	0,14
	Wurzel	150	0,58	0,06	0,14	0,41	0,49	0,04	0,07
Sonnenhut, roter (<i>Ech. purpurea</i>)	blühendes Kraut	300	0,44	0,06	0,13	0,69	0,83	0,08	0,14
	Wurzel	150	0,46	0,06	0,14	0,42	0,50	0,08	0,14
Spitzwegerich	Kraut	200	0,33	0,05	0,11	0,44	0,53	0,07	0,11
Steinklee (gelber)	blühendes Kraut	350	0,58	0,06	0,14	0,34	0,41	0,07	0,11
Thymian	blühendes Kraut	150	0,44	0,05	0,12	0,64	0,77	0,10	0,16
Zitronenmelisse	nicht blühendes Kraut	300	0,49	0,06	0,14	0,63	0,76	0,09	0,15
	Stängel	100	0,30	0,05	0,11	0,81	0,97	0,07	0,11
	Blatt	200	0,72	0,07	0,17	0,73	0,88	0,08	0,14

Anlage 15: Kulturartenspezifische Abschläge für Stickstoff zur Berechnung des Nährstoffvergleiches (unvermeidbare Überschüsse gemäß Anlage 6 DüV vom 10.01.2006, zuletzt geändert durch Verordnung vom 27.02.2007)

Gruppe	Abschläge
Gemüsebau I	Für die letzte Kultur vor Winter, je nach Kultur, Kulturverfahren oder Produkten bis zu 50 kg N/ha und Jahr: Rettich, Radis, Feldsalat, Grünkohl, Dill, Möhren, Rote Rüben, Schnittlauch, Markerbse, Zwiebel, Kürbis, Petersilie, Salate, Spinat, Chicoree
Gemüsebau II	Für die letzte Kultur vor Winter, je nach Kultur, Kulturverfahren oder Produkten bis zu 80 kg N/ha und Jahr: Sellerie, Chinakohl, Buschbohnen, Kohlrabi, Rosenkohl, Rotkohl, Gurke, Porree, Knollenfenchel
Gemüsebau III	Für die letzte Kultur vor Winter, je nach Kultur, Kulturverfahren oder Produkten bis zu 120 kg N/ha und Jahr. Bis 160 kg N/ha und Jahr, wenn, soweit möglich, geeignete Maßnahmen zur Reduktion des Stickstoffaustrags vorgenommen werden, insbesondere Begrünung oder Anbau von Ackerwinterkulturen: Brokkoli, Blumenkohl, Wirsing, Zucchini, Stangenbohnen, Weißkohl, Zuckermais

Weitere Ausnahmen unter www.tll.de/ainfo

Anlage 16: Anzurechnender Mindestanteil (%) der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in betriebseigenen Wirtschaftsdüngern und vorläufige N-Verluste von Biogasgülle aus eigener Biogasanlage nach Abzug der Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste und N-Verluste von Biogasgülle aus eigener Biogasanlage **gemäß Anlage 6** DüV vom 10.01.2006, zuletzt geändert durch Verordnung vom 27.02.2007)

Tierart	Gülle	Festmist/ Jauche/Tiefstall
Rinder	70	60
Schweine	60	55
Geflügel		50
Andere (Pferde, Schafe)		50
Weidegang	25	
Vorläufige N-Verluste von Biogasgülle aus eigener Biogasanlage (Verluste bei Biogasproduktion, Lagerung und Ausbringung, ohne Gärreste)	40	

Anlage 17: Anzurechnender Mindestanteil (%) des Stickstoffgehaltes der aus anderen Betrieben zugeführten Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft und Biogasgülle (nach Abzug der Ausbringungsverluste)¹⁾ gemäß **Anlage 6 DüV** vom 10.01.2006, zuletzt geändert durch Verordnung vom 27.02.2007)

Tierart	Gülle	Festmist/Jauche/Tiefstall
Rinder	82	86
Schweine	86	85
Geflügel	83	83
Andere (Pferde, Schafe)		91
Biogasgülle aus anderen Betrieben (ohne Gärreste)	85	

¹⁾ = Stall- und Lagerungsverluste durch abgebenden Betrieb bereits abgezogen

Anlage 18: Formulare zur Berechnung des Nährstoffvergleiches

**Jährlicher betrieblicher Nährstoffvergleich
für Stickstoff (N) und Phosphor (P) für das Düngjahr _____**

Vergleich der Nährstoffzufuhr und -abfuhr für die landwirtschaftlich genutzte Fläche insgesamt gemäß DüV vom 27.02.2007

§ 5 Abs. 1, § 7 Abs. 1 Nr. 3 und Anlage 7

Name und Ort des Betriebes: _____

Größe des Betriebes in Hektar landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF): _____ ha

Beginn und Ende des Düngjahres: _____

Datum der Erstellung: _____

1	Zufuhr		Nährstoffmenge Betrieb (kg insgesamt)		
			N	P	K ^{*)}
1.1	Mineralische Düngemittel	Seite C			
1.2	Nährstoffanfall Wirtschaftsdünger im Betrieb	Seite C	+	+	+
1.3	Wirtschaftsdüngerzukauf zum Betrieb	Seite D	+	+	+
1.4	Sonstige Düngestoffe (Kompost, Klärschlamm, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenhilfsstoffe, Abfälle zur Beseitigung)	Seite D	+	+	+
1.5	Stickstoffbindung durch Leguminosen	Seite E	+		
Summe Betrieb			Summe 1.1 bis 1.5	=	=

2	Abfuhr / N-Verluste in Biogasproduktion		Nährstoffmenge Betrieb (kg insgesamt)		
			N	P	K ^{*)}
2.1	Ernteprodukte von Ackerkulturen und Grünland	Seite E			
2.2	Nebenprodukte und Zwischenfruchternte	Seite F	+	+	+
2.3	N-Verluste in Biogasproduktion	Seite F	+		
2.4	Abgabe Wirtschaftsdünger	Seite G	+	+	+
Summe Betrieb			Summe 2.1 bis 2.4	=	=
3	Abschläge für Stickstoff bei Kulturen	Seite G			
Saldo (kg)			Zufuhr - Abfuhr - Abschläge		
Saldo (kg/ha) LF¹⁾			Saldo in kg / ha LF		

¹⁾ Für Kalium freiwillige Angabe nach Düngeverordnung, im Sinne „Gute fachliche Praxis“ sollte zur Bewertung der K-Düngung die Berechnung des K-Saldos erfolgen. LF-Flächenangabe aus allgemeinem Teil im Kopfbogen.

Mehrfähriger betrieblicher Nährstoffvergleich Gleitende Mittelwerte für Stickstoff (N, 3 Jahre) und Phosphor (P, 6 Jahre)

gemäß DüV vom 27.09.2006
§ 5 Abs. 1, § 7 Abs. 1 Nr. 3 und Anlage 8

Name und Ort des Betriebes: _____

Letztes berücksichtigtes Düngjahr: _____

Art der Bilanzierung: LF insgesamt

Zusammenstellungen Schläge/Bewirtschaftungseinheiten

Datum der Erstellung: _____

Hinweis: Alle Angaben Zeilen 1 bis 6 in den Spalten 2 bis 8 sind aus den **jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleichen** (Seite A und Vorjahren) zu übernehmen

1		2	3	4	5	6	7	8
		LF	N-Saldo	N-Saldo	P-Saldo	P-Saldo	K-Saldo	K-Saldo
		ha	kg/ha LF	kg/Betrie	kg/ha LF	kg/Betrieb	kg/ha	kg/Be-
1	Vorjahr: _____							
2	Vorjahr: _____							
3	Vorjahr: _____							
4	Vorjahr: _____							
5	Vorjahr: _____							
6	Düngjahr: _____							
7	Summe 3 Jahre	LF-N- Berechnung: Summe Zeilen 4 bis 6		N-Saldo: Summe Zeilen 4 bis 6				
8	Mittelwert N für 3 Jahre	kg/ha:	von Zeile 7 N Saldo/ LF-N- Berechnung					
9	Summe 6 Jahre*)	LF-PK- Berechnung: Summe Zeilen 1 bis 6				P-Saldo: Summe Zeilen 1 bis 6		K-Saldo: Summe Zeilen 1 bis 6
10	Mittelwert P und K*) für 6 Jahre	kg/ha:			von Zeile 9 P-Saldo/LF-PK- Berechnung		von Zeile 9 K-Saldo/LF- PK- Berechnung	

*) Für Kalium freiwillige Angabe nach Düngeverordnung, im Sinne „Gute fachliche Praxis“ sollte zur Bewertung der K-Düngung die Berechnung des K-Saldos erfolgen.

Formular zur Aufnahme von Betriebsdaten zur Berechnung des jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleiches (gemäß § 5 Düngeverordnung)

Betrieb/Ort: _____

Düngejahr: _____

1 Zufuhr

1.1 Mineralische Düngemittel

Düngemitteltyp	Menge(Ware) dt	Gehaltswert ¹⁾ (kg/dt)			Nährstoffmenge (kg insgesamt)		
		N	P	K	N	P	K
Summe Betrieb (N, P, K)							

1.2 Nährstoffanfall Wirtschaftsdünger im Betrieb (Nährstoffausscheidung der Tiere)

Tierart (-gruppe/ -stallplatz)	G ²⁾ MW	An- zahl	Ausscheidung ³⁾ kg Tierart/Jahr			Nährstoffmenge (kg insgesamt)				
			N	P	K	N _{brutto}	% ⁴⁾	N _{netto} ⁵⁾	P	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Summe Betrieb (N_{netto}, P, K)										

¹⁾ Gehaltswerte nach Düngemitteldeklaration

²⁾ G = Gülle; M = Mist; W = Weide (bitte eintragen)

³⁾ Ausscheidungswerte nach Anlage 8 (Ausscheidungen ohne Abzug von N-Verlusten)

⁴⁾ anrechenbarer N-Anteil an Gesamt-N-Ausscheidung, siehe Anlage 16

⁵⁾ Berechnung: (Spalte 9) = (Spalte 7) x (Spalte 8) / 100

Formular zur Aufnahme von Betriebsdaten zur Berechnung des jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleiches (gemäß § 5 Düngeverordnung)

Betrieb/Ort: _____

Düngejahr: _____

1.3 Wirtschaftsdüngerzukauf zum Betrieb (Stallmist, Gülle, Geflügelkot)

Art organischer Düngestoff	Menge t bzw. m ³	Gehaltswert			Nährstoffmenge kg insgesamt				
		kg/t bzw. kg/m ³			N _{brutto}	% ²⁾	N _{netto} ³⁾	P	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Summe Betrieb (N_{netto}, P, K)									

1.4 Sonstige Düngestoffe (Zukauf zum Betrieb, Kompost, Klärschlamm, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenhilfsstoffe, Abfälle zur Beseitigung sowie Einstreustroh)

Art organischer Düngestoff	Menge t bzw. m ³	Gehaltswert ⁴⁾			Nährstoffmenge kg insgesamt		
		kg/t bzw. kg/m ³			N	P	K
		N	P	K			
Summe Betrieb (N, P, K)							

¹⁾ Gehaltswerte nach Deklaration bzw. Anlage 9 (Stall- und Lagerungsverluste für N berücksichtigt)

²⁾ anrechenbarer N-Anteil siehe Anlage 17

³⁾ Berechnung: (Spalte 8) = (Spalte 6) x (Spalte 7) / 100

⁴⁾ Gehaltswerte nach Deklaration bzw. Anlage 9 (Lagerungsverluste für N berücksichtigt)

Formular zur Aufnahme von Betriebsdaten zur Berechnung des jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleiches (gemäß § 5 Düngeverordnung)

Betrieb/Ort: _____

Düngejahr: _____

1.5 Stickstoffbindung durch Leguminosen (Ackerbau und Grünland)

Kultur (Hauptfrucht oder Zwischenfrucht bzw. Rotationsbrache mit Leguminosen bzw. Grünland)	Anteil Legu- minosen am Bestand %	Anbau- fläche ha	Ertrag des Hauptern- teproduktes dt/ha	Symbiotische N-Bindung		
				bezogen auf Ertrag Haupternteprodukt kg N/dt ¹⁾	bezogen auf Fläche kg N/ha ¹⁾	insges. ²⁾ kg N
1	2	3	4	5	6	7
Summe Betrieb (N-Bindung insgesamt)						

2 Abfuhr

2.1 Ernteprodukte von Ackerkulturen und Grünland (ohne Einsatz für Biogasanlage)

Pflanzenart	Anbaufläche ha	Ertrag dt/ha	Gehaltswert ³⁾ kg/dt			Nährstoffmenge kg insgesamt		
			N	P	K	N	P	K
Summe Betrieb (An- baufläche, N, P, K)								

¹⁾ Werte nach Anlage 10

²⁾ Berechnung symbiotische N-Bindung insgesamt (Spalte 7)

1. ertragsbezogen: (Spalte 3) x (Spalte 4) x (Spalte 5)

2. flächenbezogen: (Spalte 3) x (Spalte 6) (für Grünland oder Rotationsbrache)

³⁾ Gehaltswerte nach Anlage 11 bis 14

Formular zur Aufnahme von Betriebsdaten zur Berechnung des jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleiches (gemäß § 5 Düngeverordnung)

Betrieb/Ort: _____

Düngejahr: _____

2.2 Abfuhr von Nebenprodukten (Stroh, Blatt, Kraut usw.) und Zwischenfruchternte (ohne Einsatz für Biogasanlage)

Nebenprodukt/ Zwischenfrucht	Abgefahrenere Fläche (ha)	Ertrag dt/ha	Gehaltswert ¹⁾ kg/dt			Nährstoffmenge kg insgesamt		
			N	P	K	N	P	K
Summe Betrieb (N, P, K)								

2.3 N-Verluste in Biogasproduktion (Einsatz von Ernteprodukten, Nebenprodukten und Zwischenfruchternte in Biogasanlagen)

Pflanzenart/ Nebenprodukt/ Zwischenfrucht	Anbau- fläche ha	Ertrag dt/ha	Gesamt- menge dt	Gehaltswert ¹⁾ kg/dt N	N			
					Einsatz kg	Verluste % ²⁾	Verluste ³⁾ kg	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Summe Betrieb Anbaufläche, N-Verluste)		(Summe Anbaufläche ohne Nebenprodukte und Zwischenfrüchte)						

¹⁾ Gehaltswerte nach Anlage 11 bis 14

²⁾ N-Verluste Biogasgülle nach Anlage 16

³⁾ Berechnung: (Spalte 8) = (Spalte 6) x (Spalte 7) / 100

⁴⁾ bzw. abgefahrenere Fläche für Nebenprodukte und Zwischenfruchternte

Anlage 19: Umrechnungsfaktoren für Nährstoffgehalte

Mineralstoff	gegeben	gesucht	Umrechnungsfaktor
Stickstoff	N	NO ₃	4,427
	N	NH ₄	1,288
	N	(NH ₄) ₂ SO ₄	4,716
	N	NH ₄ NO ₃	2,857
	N	CaCN ₂	2,859
	NO ₃	N	0,226
	NH ₄	N	0,776
	(NH ₄) ₂ SO ₄	N	0,212
	NH ₄ NO ₃	N	0,350
	CaCN ₂	N	0,350
Phosphor	P	P ₂ O ₅	2,291
	P ₂ O ₅	P	0,436
	P ₂ O ₅	Ca ₃ (PO ₄) ₂	2,185
	Ca ₃ (PO ₄) ₂	P ₂ O ₅	0,505
Kalium	K	K ₂ O	1,205
	K	KCl	1,907
	K	K ₂ SO ₄	2,229
	K ₂ O	KCl	1,583
	K ₂ O	K ₂ SO ₄	1,850
	K ₂ O	K	0,830
	KCl	K ₂ O	0,632
	KCl	K	0,524
	K ₂ SO ₄	K ₂ O	0,541
	K ₂ SO ₄	K	0,460
Magnesium	Mg	MgO	1,658
	Mg	MgSO ₄	4,947
	Mg	MgCO ₃	3,467
	MgO	Mg	0,603
	MgO	MgSO ₄	2,984
	MgO	MgCO ₃	2,091
	MgSO ₄	Mg	0,202
	MgSO ₄	MgO	0,335
	MgSO ₄	MgCO ₃	0,701
	MgCO ₃	Mg	0,290
	MgCO ₃	MgO	0,478
	MgCO ₃	MgSO ₄	1,427
	Kalzium	Ca	CaCO ₃
Ca		CaO	1,400
Ca		Ca(OH) ₂	1,850
Ca		CaSO ₄ x 2 H ₂ O	4,297
CaO		Ca	0,715
CaO		CaCO ₃	1,783
CaO		Ca(OH) ₂	1,321
Ca(OH) ₂		Ca	0,540
Ca(OH) ₂		CaO	0,757
Ca(OH) ₂		CaCO ₃	1,351
CaCO ₃		Ca	0,400
CaCO ₃		CaO	0,561
CaCO ₃		Ca(OH) ₂	0,740
CaSO ₄ x 2 H ₂ O		Ca	0,233
Schwefel	S	SO ₂	1,998
	S	SO ₃	2,497
	S	SO ₄	2,995
	S	MgSO ₄ x 7 H ₂ O	7,680
	S	K ₂ SO ₄	5,435

Mineralstoff	gegeben	gesucht	Umrechnungsfaktor
Schwefel	S	MgSO ₄ x H ₂ O	4,316
	S	CaSO ₄	4,245
	S	(NH ₄) ₂ SO ₄	3,995
	SO ₂	S	0,501
	SO ₃	S	0,400
	SO ₄	S	0,333
	MgSO ₄ x 7 H ₂ O	S	0,184
	K ₂ SO ₄	S	0,232
	MgSO ₄ x H ₂ O	S	0,130
	CaSO ₄	S	0,236
(NH ₄) ₂ SO ₄	S	0,250	
Natrium	Na	Na ₂ O	1,348
	Na	NaCl	2,542
	Na ₂ O	Na	0,742
	Na ₂ O	NaCl	1,886
	NaCl	Na	0,393
	NaCl	Na ₂ O	0,530
Bor	B	H ₃ BO ₃	5,720
	B	Na ₂ B ₄ O ₇ x 10 H ₂ O	8,813
	B	B ₂ O ₃	3,218
	B ₂ O ₃	B	0,311
	B ₂ O ₃	H ₃ BO ₃	1,777
	B ₂ O ₃	Na ₂ B ₄ O ₇ x 10 H ₂ O	2,739
	H ₃ BO ₃	B	0,175
	H ₃ BO ₃	Na ₂ B ₄ O ₇ x 10 H ₂ O	1,542
	H ₃ BO ₃	B ₂ O ₃	0,563
	Na ₂ B ₄ O ₇ x 10 H ₂ O	B	0,113
Na ₂ B ₄ O ₇ x 10 H ₂ O	H ₃ BO ₃	0,649	
Na ₂ B ₄ O ₇ x 10 H ₂ O	B ₂ O ₃	0,365	
Kupfer	Cu	CuO	1,252
	Cu	CuSO ₄ x 5 H ₂ O	3,928
	CuO	Cu	0,799
	CuSO ₄ x 5 H ₂ O	Cu	0,255
Mangan	Mn	MnO	1,291
	Mn	MnSO ₄ x 4 H ₂ O	4,061
	Mn	MnCl ₂ x 4 H ₂ O	3,603
	MnO	Mn	0,775
	MnSO ₄ x 4 H ₂ O	Mn	0,246
	MnCl ₂ x 4 H ₂ O	Mn	0,278
Molybdän	Mo	MoO ₃	1,450
	Mo	MoS ₂	1,668
	Mo	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ x 4 H ₂ O	1,840
	Mo	Na ₂ MoO ₄ x 2 H ₂ O	2,519
	MoO ₃	Mo	0,667
	MoS ₂	Mo	0,600
	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ x 4 H ₂ O	Mo	0,543
	Na ₂ MoO ₄ x 2 H ₂ O	Mo	0,397
Zink	Zn	ZnSO ₄ x 7 H ₂ O	4,400
	ZnSO ₄ x 7 H ₂ O	Zn	0,227
Eisen	Fe	FeSO ₄ x 7 H ₂ O	4,979
	FeSO ₄ x 7 H ₂ O	Fe	0,201

Beispiel:

Wie viel Stickstoff ist in 100 kg schwefelsaurem Ammoniak [(NH₄)₂SO₄] enthalten?

Rechengang: 100 kg schwefelsaures Ammoniak x Faktor 0,212 = 21,2 kg Stickstoff

Anlage 20: BBCH-Stadien für Getreide

Auszug aus der Broschüre:

Entwicklungsstadien mono- und dikotyle Pflanzen. BBCH Monografie

2. Auflage 2001: Hrsg. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Gemeinschaftsarbeit der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), des Bundessortenamtes (BSA) und des Industrieverbandes Agrar (IVA) unter Mitwirkung anderer Institutionen.

Phänologische Entwicklungsstadien (ES) bei Getreide

Code	Beschreibung
Makrostadium 0: Keimung	
00	Trockener Samen
01	Beginn der Samenquellung
03	Ende der Samenquellung
05	Keimwurzel aus dem Samen ausgetreten
07	Keimscheide (Koleoptile) aus dem Samen ausgetreten
09	Auflaufen: Keimscheide durchbricht Bodenoberfläche, Blatt an der Spitze der Koleoptile gerade sichtbar.
Makrostadium 1: Blattentwicklung	
10	Erstes Blatt aus der Koleoptile ausgetreten
11	1-Blatt-Stadium: 1. Laubblatt entfaltet, Spitze des 2. Blattes sichtbar
12	2-Blatt-Stadium: 2. Laubblatt entfaltet, Spitze des 3. Blattes sichtbar
13	3-Blatt-Stadium: 3. Laubblatt entfaltet, Spitze des 4. Blattes sichtbar
19	Stadien fortlaufend bis 9 und mehr Laubblätter entfaltet Bestockung kann erfolgen ab Stadium 13; in diesem Fall ist auf Stadium 21 überzugehen!
Makrostadium 2: Bestockung	
21	1. Bestockungstrieb sichtbar: Beginn der Bestockung
22	2 Bestockungstriebe sichtbar
23	3 Bestockungstriebe sichtbar
29	Stadien fortlaufend bis 9 und mehr Bestockungstriebe sichtbar Das Schossen kann schon früher einsetzen; in diesem Fall ist auf Stadium 30 überzugehen!
Makrostadium 3: Schossen (Haupttrieb)	
30	Beginn des Schossens: Haupttrieb und Bestockungstriebe stark aufgerichtet, beginnen sich zu strecken.
31	Ähre mindestens 1 cm vom Bestockungsknoten entfernt.
32	1-Knoten-Stadium: 1. Knoten dicht über der Bodenoberfläche wahrnehmbar, mindestens 1 cm vom Bestockungsknoten entfernt.
33	2-Knoten-Stadium: 2. Knoten wahrnehmbar, mindestens 2 cm vom 1. Knoten entfernt.
34	3-Knoten-Stadium: 3. Knoten mindestens 2 cm vom 2. Knoten entfernt.
37	4-Knoten-Stadium: 4. Knoten mindestens 2 cm vom 3. Knoten entfernt.
39	Erscheinen des letzten Blattes (Fahnenblatt); letztes Blatt noch eingerollt. Ligula (Blatthäutchen)-Stadium: Blatthäutchen des Fahnenblattes gerade sichtbar, Fahnenblatt voll entwickelt.
Makrostadium 4: Ähren-/Rispenwellen	
41	Blattscheide des Fahnenblattes verlängert sich.
43	Ähre/Rispe ist im Halm aufwärts geschoben. Blattscheide des Fahnenblattes beginnt anzu-schwellen.
45	Blattscheide des Fahnenblattes geschwollen.
47	Blattscheide des Fahnenblattes öffnet sich.
49	Grannenspitzen: Grannen werden über die Ligula des Fahnenblattes sichtbar.

Code	Beschreibung
Makrostadium 5: Ähren-/Rispschieben	
51	Beginn des Ähren-/Rispschiebens: Die Spitze der Ähre/Rispe tritt heraus oder drängt seitlich aus der Blattscheide.
55	Mitte des Ähren-/Rispschiebens: Basis noch in der Blattscheide.
59	Ende des Ähren-/Rispschiebens: Ähre/Rispe vollständig sichtbar.
Makrostadium 6: Blüte	
61	Beginn der Blüte: Erste Staubbeutel werden sichtbar.
65	Mitte der Blüte: 50 % reife Staubbeutel.
69	Ende der Blüte
Makrostadium 7: Fruchtbildung	
71	Erste Körner haben die Hälfte ihrer endgültigen Größe erreicht, Korninhalt wässrig.
73	Frühe Milchreife
75	Mitte Milchreife: Alle Körner haben ihre endgültige Größe erreicht. Korninhalt milchig, Körner noch grün.
77	Späte Milchreife
Makrostadium 8: Samenreife	
83	Frühe Teigreife
85	Teigreife: Korninhalt noch weich, aber trocken. Fingernageleindruck reversibel.
87	Gelbreife: Fingernageleindruck irreversibel.
89	Vollreife: Korn ist hart, kann nur schwer mit dem Daumennagel gebrochen werden.
Makrostadium 9: Absterben	
92	Totreife: Korn kann nicht mehr mit dem Daumennagel eingedrückt bzw. nicht mehr gebrochen werden.
93	Körner lockern sich tagsüber.
97	Pflanze völlig abgestorben, Halme brechen zusammen.
99	Erntegut (Stadium zur Kennzeichnung von Nacherntebehandlungen, z. B. Vorratsschutz, außer Saatgutbehandlung = oo)

Anlage 21: Empfehlungen zur Ermittlung stark geneigter Ackerflächen

Nach § 3 Abs. 7 DüV sind besondere Anwendungsvorgaben für Düngemittel mit wesentlichem Stickstoff- oder Phosphatgehalt auf Ackerflächen innerhalb eines Abstandes von 20 m zum Gewässer einzuhalten, wenn in diesem Bereich durchschnittlich mehr als 10 % Hangneigung (stark geneigte Ackerflächen) besteht.

Eine starke Hangneigung zum Gewässer liegt demnach vor, wenn im Bereich von 20 m zum Gewässer durchschnittlich mehr als 2 m Höhenunterschied festzustellen ist.

Grundsätzlich gibt es keine Vorschrift, nach welcher Methode die Hängigkeit der Ackerflächen an Gewässern zu ermitteln ist. Welches Verfahren zur Ermittlung oder Einschätzung der Hängigkeit gewählt wird, liegt in der Entscheidung des Landwirtes. Letztlich hat der Anwender von Düngemitteln in Eigenverantwortung die vorsorgenden Maßnahmen zum Schutz der Gewässer auch durch Einhaltung der besonderen Bestimmungen bei stark geneigten Ackerflächen durchzuführen.

In Thüringen wird zur Ermittlung der Hängigkeit von Ackerflächen der **Einsatz eines Hangneigungsmessgerätes bzw. Klinometers** empfohlen. Der Hangneigungsmesser ermöglicht die Ermittlung der Hangneigung in Prozent auf den direkt an Gewässer angrenzenden Ackerflächen.

Vorgehensweise:

Als Bezugspunkt für die Ermittlung der Hangneigung kann am besten eine Fluchtstange (rot-weiß markierte Stange, Länge: 2 m) verwendet werden. Diese ist in einem Abstand von 20 m zum Gewässerrand aufzustellen und dann zur Bestimmung der Hangneigung mit dem Gerät anzupeilen.

Eine weitere Möglichkeit zur Messung der Hangneigung wird auf den Internetseiten der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft vorgestellt. Unter dem Link <http://www.lfl.bayern.de/iab/bodenschutz/07882/> findet sich unter Punkt 2 ein pdf-Dokument mit einer Vorlage zum Bau eines einfachen Hangneigungsmessers.

Bei gleichmäßig geneigten Ackerflächen sollten die Hangneigungen entlang des Gewässerverlaufs an den äußeren Grenzen des Hanges und mindestens an einem Punkt im mittleren Bereich dieser Fläche bestimmt werden.

Auf ungleich geneigten Ackerflächen (d. h. Ackerflächen mit Bereichen, die kleiner, gleich sowie größer zehn Prozent geneigt scheinen) ist es angeraten, in angemessenen Intervallen (je nach Geländegestaltung) entlang des Gewässerverlaufs die Hangneigung des an das Gewässer angrenzenden 20-m-Abschnittes mit den empfohlenen Geräten zu prüfen, um so die betroffenen Hangteile einzuordnen.

Andere Verfahren, wie z. B. die Bestimmung der Hangneigung anhand von Flurkarten mit Höhenlinien, können durchaus einen Anhaltspunkt liefern, ob die betreffende Fläche überhaupt im Bereich der starken Hängigkeit einzuordnen ist und ob dann ggf. eine weitergehende, genauere Bestimmung der Hangneigung notwendig erscheint.

Die Vorgaben gemäß § 3 Abs. 7 DüV gelten nur auf den tatsächlich zum Gewässer stark geneigten Abschnitten von Ackerflächen. Es ist für die Praxis allerdings zu empfehlen, die Bewirtschaftung von derartigen Flächen entsprechend der hier ausschlaggebenden Hangneigung als Gesamt- oder Teilschlag einzuordnen.