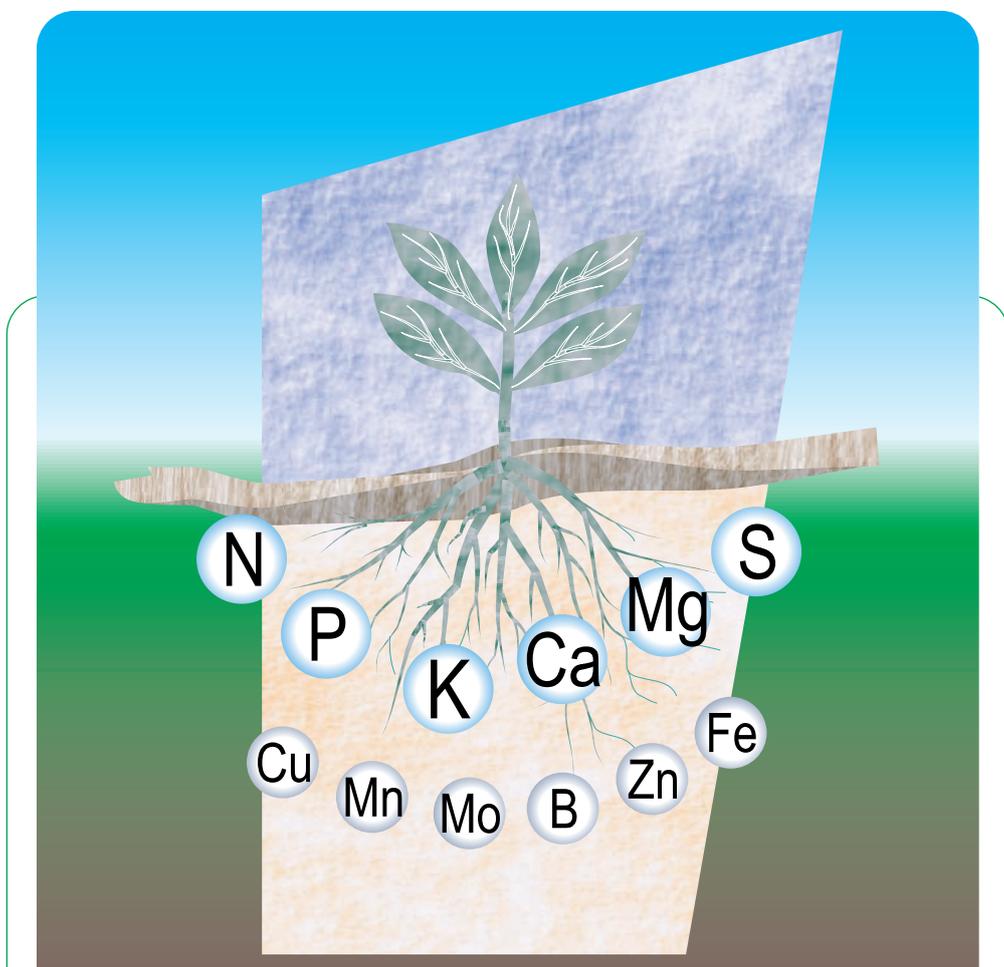




Das Lebensministerium



## Umsetzung der Düngeverordnung

Hinweise und Richtwerte  
für die Praxis

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung und Zielstellung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Gesetzliche Grundlagen der Düngung</b>	<b>6</b>
2.1	Düngemittelgesetz (DüMG) vom 15. November 1977	6
2.2	Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 über Düngemittel des Europäischen Parlaments und des Rates über Düngemittel	6
2.3	Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung – DüMV)	7
2.3.1	Anforderungen an Düngemittel	7
2.3.2	Anforderungen an Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel	8
2.3.3	Kennzeichnung von Düngemitteln	8
2.3.4	Kennzeichnung von Wirtschaftsdüngern, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsstoffen	9
2.4	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)	9
2.4.1	Klärschlammverordnung (AbfKlärV)	10
2.4.2	Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung – BioAbfV)	11
2.5	Tierseuchenrechtliche Bestimmungen	12
2.6	Düngeverordnung	13
2.6.1	Einleitung	13
2.6.2	Grundsätze für die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln	13
2.6.3	Zusätzliche Vorgaben für die Anwendung von bestimmten Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln	17
2.6.4	Nährstoffvergleiche	19
2.6.5	Bewertung des betrieblichen Nährstoffvergleiches	20
2.6.6	Aufzeichnungen	20
2.6.7	Weitere Anwendungsbeschränkungen und Anwendungsverbote	21
2.6.8	Genehmigungen durch die Behörden	21
2.6.9	Ordnungswidrigkeiten	21
<b>3</b>	<b>Düngebedarfsermittlung und Düngung</b>	<b>22</b>
3.1	Stickstoff	22
3.1.1	Ackerkulturen	22
3.1.1.1	Grundprinzip der N-Bedarfsermittlung	22
3.1.1.2	Methoden der N-Bedarfsermittlung	25
3.1.1.3	Richtwerte für die N-Düngung im Frühjahr	26
3.1.1.4	Hinweise zur N-Herbstdüngung	28
3.1.2	Grünland	29

3.1.3	Freilandgemüse, Obst, Wein .....	32
3.2	Schwefel .....	35
3.3	Phosphor, Kalium und Magnesium .....	39
3.4	Kalk .....	44
3.5	Mikronährstoffe .....	46
3.6	Organische Düngemittel .....	49
3.7	Teilschlagspezifische Düngung .....	56
3.7.1	Stickstoffdüngung mit Sensortechnik .....	56
3.7.2	Grunddüngung .....	57
3.8	Besonderheiten des ökologischen Landbaus .....	58
3.8.1	Rechtliche Grundlagen .....	58
3.8.2	Düngebedarfsermittlung .....	58
3.8.3	Nährstoffvergleiche .....	61
<b>4</b>	<b>Nährstoffvergleiche – Erstellung und Beispiele .....</b>	<b>64</b>
4.1	Hinweise zur Erstellung und Bewertung .....	64
4.2	Beispiele für Nährstoffvergleiche .....	66
4.2.1	Flächenbilanz Betrieb .....	66
4.2.2	Schlagbezogene Nährstoffbilanz .....	72
<b>Anhang</b>		
Anhang A 1	Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen .....	76
Anhang A 2	Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen im ökologischen Landbau .....	80
Anhang A 3a	Nettoerträge und Nährstoffgehalte in der Trockenmasse von Grünland .....	86
Anhang A 3b	Nettoerträge und Nährstoffgehalte in der Frischmasse von Grünland .....	86
Anhang A 4	Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse im Freilandgemüseanbau .....	87
Anhang A 5	N <sub>min</sub> -Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur im Freilandgemüse- anbau .....	94
Anhang A 6	N-Freisetzung aus Ernterückständen im Freilandgemüseanbau .....	98
Anhang A 7	Nährstoffgehalte von Obst, Wein und Beerenobst .....	100
Anhang A 8	Nährstoffgehalte von Arznei-, Duft- und Gewürzpflanzen .....	101
Anhang A 9	Richtwerte der symbiotischen N-Bindung auf Ackerland und Grünland .....	103
Anhang A 10	Nährstoffausscheidungen bei landwirtschaftlichen Nutztieren .....	105
Anhang A 11	Richtwerte für Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern und anderen organischen Düngern .....	108
Anhang A 12	Richtwerte für Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern und anderen organischen Düngern für den ökologischen Landbau .....	109
Anhang A 13	Mindestanrechnung von Stickstoff bei Aufnahme betriebsfremder Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft und sonstiger organischer Dünger im Nährstoffvergleich .....	110
Anhang A 14	Umrechnungsfaktoren einzelner Nährstoffe in verschiedene Düngerformen .....	111
Anhang A 15a	Gehaltsklassen für Makronährstoffe und pH-Klassen des Bodens Nutzungsart Ackerland .....	112
Anhang A 15b	Gehaltsklassen für Makronährstoffe und pH-Klassen des Bodens Nutzungsart Grünland .....	113
Anhang A 15c	Gehaltsklassen für Mikronährstoffe von Acker- und Grünlandböden .....	114
Anhang A 16a	Kalkdüngungsbedarf für 4 Jahre zur Erreichung und Erhaltung eines optimalen pH-Bereiches auf Ackerland .....	117
Anhang A 16b	Kalkdüngungsbedarf für 4 Jahre zur Erreichung und Erhaltung eines optimalen pH-Bereiches auf Grünland .....	118

Anhang A 17a	Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft für den Nährstoffvergleich .....	119
Anhang A 17b	Nährstoffvergleich (Flächenbilanz Betrieb) .....	120
Anhang A 17c	Jährlicher betrieblicher Nährstoffvergleich .....	121
Anhang A 17d	Mehrjähriger betrieblicher Nährstoffvergleich .....	122
Anhang A 17e	Übersicht langjährige betriebliche Nährstoffvergleiche .....	123
Anhang A 17f	Schlagbezogene Nährstoffbilanz .....	124
Anhang A 18	Pflanzennährstoffe und deren Wirkung sowie Nährstoffmangelsymptome der Kulturpflanzen .....	125
Anhang A 19	Richtwerte für den Ernährungszustand ausgewählter Pflanzenarten .....	128
Anhang A 20	Hinweise zur Anwendung von Pflanzenanalyseverfahren .....	132
Anhang A 21	Hinweise zur Bodenprobenahme .....	139
Anhang A 22	Hinweise zur Probenahme von organischen Düngern .....	143
Anhang A 23	Empfehlungen zur Ermittlung stark geneigter Ackerflächen .....	150
Anhang A 24	Wichtige Rechtsgrundlagen .....	151
Anhang A 25	Düngeverordnung – Verordnungstext .....	152
Anhang A 26	Erklärung wichtiger Begriffe .....	159



# 1 Einleitung und Zielstellung

Die Düngung ist eine der ältesten Maßnahmen im Acker- und Pflanzenbau. Ohne Detailkenntnis 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 ab-

gestempelt. 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 unbeflusster 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.

Das Düngemittelgesetz (DüMG) vom 15. November 1977 gebietet die ordnungsgemäße Anwendung von Düngemitteln. Auf Grundlage des DüMG wurden mit der Düngeverordnung (DüV) vom 26. Januar 1996 erstmals Grundsätze der guten fachlichen Praxis auf dem Gebiet der Düngemittelanwendung bundeseinheitlich geregelt. Im Jahr 2006 erfolgte eine umfassende Novellierung dieser Bestimmungen. Die derzeit aktuelle Fassung entspricht der Bekanntmachung zur Neufassung der DüV vom 27. Februar 2007 (Anhang A 25) und liegt den hier vorgenommenen Ausführungen zur guten fachlichen Praxis beim Düngen zugrunde. Auf weitergehende Anforderungen zur Düngung, die gegebenenfalls zum Beispiel durch Verpflichtungen in Wasserschutz- oder Naturschutzgebieten zusätzlich einzuhalten sind, wird nicht eingegangen.

Die vorliegende Broschüre fasst den Stand gesetzlicher Regelungen (Anhang A 24) sowie fachlicher Fragen zur Düngung, Düngebedarfsermittlung und Nährstoffbilanzierung zusammen. Änderungen sind jederzeit möglich und werden den Landwirten in geeigneter Weise zugänglich gemacht. Dazu gehören Informationen in der landwirtschaftlichen Fachpresse sowie im Internetangebot des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft.

# 2 Gesetzliche Grundlagen der Düngung

## 2.1 Düngemittelgesetz (DüMG) vom 15. November 1977

Das Düngemittelgesetz regelt die Grundsätze der Anwendung, der Zulassung und des Inverkehrbringens<sup>21\*</sup> von Düngemitteln<sup>12</sup> (Typenmerkmale, Kennzeichnung, Toleranzen) sowie die Kriterien für die Kennzeichnung von Wirtschaftsdüngern<sup>37</sup>, Bodenhilfsstoffen<sup>8</sup>, Kultursubstraten<sup>25</sup> und Pflanzenhilfsmitteln<sup>29</sup>. Gemäß Düngemittelgesetz (§ 1 a DüMG) dürfen Düngemittel nur nach guter fachlicher Praxis angewandt werden. Die Düngung<sup>13</sup> muss nach Art, Menge und Zeit auf den Bedarf der Pflanze und des Bodens unter Berücksichtigung der im Boden verfügbaren Nährstoffe und organischen Substanz sowie den Standort- und Anbaubedingungen ausgerichtet sein. Entsprechende Anwendungskriterien werden in der Düngeverordnung konkretisiert.

Nach dem § 2 DüMG dürfen Düngemittel, die nicht als EG-Düngemittel bezeichnet sind, gewerbsmäßig nur in den Verkehr gebracht werden, wenn sie einem Düngemitteltyp entsprechen, der in der Düngemittelverordnung (DüMV) in der jeweils gültigen Fassung gelistet ist. Die Zulassung von Düngemitteltypen erfolgt durch Rechtsverordnung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz mit Zustimmung des Bundesrates.

Düngemittel unterliegen nach § 3 DüMG beim gewerbsmäßigen Inverkehrbringen einer Kennzeichnungspflicht. Mit der Bezeichnung »EG-Düngemittel« dürfen Düngemittel gewerbsmäßig in den Verkehr gebracht werden, wenn sie einem Düngemitteltyp entsprechen, der im Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 über Düngemittel des Europäischen Parlaments und Rates festgelegt worden sind.

Gemäß § 8a kann die jeweils zuständige Behörde anordnen, dass bei festgestellten Verstößen gegen europäisches und nationales Düngemittelrecht die Einstellung von Düngungsmaßnahmen und die Einstellung

des Inverkehrbringens von Düngemittelpartien angewiesen wird.

Für die Einhaltung der düngemittelrechtlichen Vorschriften bei Inverkehrbringen sind die nach Landesrecht zuständigen Behörden, die Düngemittelverkehrsstellen (DVK), zuständig. Bei ammoniumhaltigen Düngemitteln kommen zusätzlich Vorschriften der Gefahrstoffverordnung zur Anwendung; die Überwachung obliegt der Gewerbeaufsicht.

Der Klärschlamm-Entschädigungsfond hat seine rechtliche Grundlage in § 9 des Düngemittelgesetzes. Die Einrichtung dieses Fonds erfolgte mit dem Ziel, die stofflichen Risiken, die mit der landbaulichen Verwertung von Klärschlamm<sup>22</sup> verbunden sein können, finanziell abzusichern und damit die Akzeptanz bei der Verwertung des Klärschlammes als Sekundärrohstoffdünger<sup>31</sup> zu verbessern.

## 2.2 Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 über Düngemittel des Europäischen Parlaments und des Rates über Düngemittel

Die EG-Verordnung Nr. 2003/2003 über Düngemittel<sup>12</sup> regelt die Voraussetzung, unter denen Düngemittel mit der Bezeichnung »EG-Düngemittel« in Verkehr gebracht werden. Diese Düngemittel sind im gesamten europäischen Wirtschaftsraum verkehrsfähig. Mit der Verordnung werden die Bezeichnung, Definition und Zusammensetzung von EG-Düngemitteln auf Gemeinschaftsebene festgelegt. Außerdem erfolgt die Festlegung von Gemeinschaftsregeln für die Kennzeichnung, Rückverfolgbarkeit und die Etikettierung von EG-Düngemitteln sowie des Verschlusses der Verpackungen.

Während der Anwendungsbereich der EG-Verordnung auf mineralische Düngemittel begrenzt ist, enthält die nationale Düngemittelverordnung darüber hinaus Vorschriften über organische Düngemittel, Wirtschaftsdünger<sup>37</sup>, Bodenhilfsstoffe<sup>8</sup>, Kultursubstrate<sup>25</sup> und

\* Erklärung der Begriffe im Anhang A 26

Pflanzenhilfsmittel<sup>29</sup>. Auch Kalke und einige Spezialdünger (z. B. Dünger mit Langzeitwirkung) bleiben in der EG-Verordnung unberücksichtigt. Diese Düngemittel fallen in den Anwendungsbereich der nationalen Düngemittelverordnung. Die Abgrenzung der Düngemitteltypen erfolgt u. a. anhand der Zusammensetzung, der Art der Herstellung sowie definierter Nährstoffgehalte, -formen und -löslichkeiten.

EG-Düngemittel, die in Deutschland in Verkehr gebracht werden, müssen in deutscher Sprache gekennzeichnet sein. Das gilt sowohl für verpackte als auch für lose Ware. EG-Düngemittel sind mit folgenden **vorgeschriebenen Angaben** zu kennzeichnen:

- Typenbezeichnung mit Nährstoffgehalten
- Nährstoffformen/-löslichkeiten
- Hersteller/Inverkehrbringer

Für einzelne Düngemitteltypen sind spezifische Angaben erforderlich, die der EG-Düngemitteltypenliste zu entnehmen sind.

**Zulässige Angaben** dürfen der Kennzeichnung hinzugefügt werden. Neben dem Markennamen bzw. der handelsüblichen Bezeichnung handelt es sich vor allem um keine deklarationspflichtigen Bestandteile und um Anwendungs- bzw. Lagerungshinweise, sofern nicht vorgeschrieben.

Die amtlichen Kontrolluntersuchungen der EG-Düngemittel dürfen nur von Laboratorien durchgeführt werden, die von den Mitgliedsstaaten zugelassen und bei der Kommission gemeldet sind.

### 2.3 Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung – DüMV)

Die Düngemittelverordnung in der jeweils gültigen Fassung regelt die im Düngemittelgesetz festgelegten Vorgaben für die Zulassung, Kennzeichnung und Verpackung von Düngemitteln<sup>12</sup>, Bodenhilfsstoffen<sup>8</sup>, Kultursubstraten<sup>25</sup> und Pflanzenhilfsmitteln<sup>29</sup>. Zusätzlich werden in der Verordnung auch die Zusammensetzung der Ausgangsstoffe und die Art der Herstellung bestimmt.

#### 2.3.1 Anforderungen an Düngemittel

Düngemittel<sup>12</sup> dürfen nur dann in den Verkehr gebracht werden, wenn sie einem in der DüMV zugelassenen Düngemitteltyp entsprechen, der dort durch Mindestnährstoffgehalte<sup>1</sup>, Nährstoffformen, -löslichkeiten,

Zusammensetzung, Art der Herstellung, Mahlfeinheit u. a. bestimmt ist. Voraussetzung für die Typenzulassung ist, dass die Düngemittel hinsichtlich ihrer typenbestimmenden Bestandteile bei sachgerechter Anwendung<sup>19</sup> die Fruchtbarkeit des Bodens, die Gesundheit von Menschen, Haustieren und Nutztieren nicht schädigen, den Naturhaushalt nicht gefährden, einen pflanzenbaulichen, produktions- und anwendungstechnischen Nutzen haben oder dem Bodenschutz sowie der Erhaltung und Förderung der Fruchtbarkeit des Bodens dienen.

Weitere allgemeine stoffliche Anforderungen und Bedingungen sind, dass

- zu ihrer Herstellung<sup>18</sup> nur solche organische Ausgangsstoffe und mineralische Produktionsrückstände verwendet werden, die bei den einzelnen Düngemitteltypen genannt werden,
- die Düngemittel und ihre Ausgangsstoffe die Schadstoffgrenzwerte z. B. für Arsen, Cadmium, Blei, Chrom, Nickel, Quecksilber, Thallium, Kupfer und Zink nicht übersteigen,
- bei Verwendung von Klärschlämmen als Ausgangsstoffe diese die Anforderungen der Klärschlammverordnung an die stoffliche Zusammensetzung und Behandlung<sup>3</sup> erfüllen und bei Verwendung von Bioabfällen<sup>5</sup> als Ausgangsstoffe diese die Anforderungen der Bioabfallverordnung an die stoffliche Zusammensetzung und Behandlung erfüllen,
- beim Einsatz tierischer Nebenprodukte (z. B. Knochenmehl, Fleischknochenmehl, Fleischmehl, Eiweißhydrolysate, Horn, Borsten, Haare, Haut, Blut) folgende zusätzliche Bedingung zu beachten ist: Die Ausgangsstoffe müssen von Tierkörpern stammen, die fleischhygienerechtlich als tauglich zum Genuss für Menschen beurteilt wurden.

#### Hinweis

**Knochenmehl, Fleischknochenmehl, Fleischmehl ist der Kategorie 3 der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 zuzuordnen. Nach Sterilisation (mind. 20 min., 133 °C und 3 bar) können die so aufbereiteten Stoffe als Düngemittel unter Beachtung der DüMV in Verkehr gebracht werden, wobei eine amtstierärztliche Bescheinigung die Eignung als Düngemittel bestätigt. Bei der Anwendung als Düngemittel sind durch den Landwirt die Anwendungsbeschränkungen und Anwendungsverbote der Düngeverordnung zu beachten.**

### 2.3.2 Anforderungen an Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel

Wirtschaftsdünger<sup>37</sup>, Bodenhilfsstoffe<sup>8</sup>, Kultursubstrate<sup>25</sup> und Pflanzenhilfsmittel<sup>29</sup> unterliegen nicht der Typenzulassung. Diese Stoffe dürfen nur in den Verkehr gebracht werden, wenn die oben bei den Düngemitteln<sup>12</sup> (Abschnitt 2.3.1) genannten allgemeinen stofflichen Anforderungen und Bedingungen erfüllt werden.

Stoffe, die in der Trockenmasse einen Nährstoffgehalt von mehr als

- 1,5 % Stickstoff (N) mit einem in Calciumchloridlösung löslichen Anteil von über 10 %,
- 0,5 % Phosphat ( $P_2O_5$ ),
- 0,75 % Kaliumoxid ( $K_2O$ ),
- 0,3 % Schwefel (S) oder
- 10 % basisch wirksame Bestandteile, bewertet als  $CaO$ , enthalten oder

deren Anwendungsempfehlung zu einer Aufbringung von mehr als 50 kg N, 30 kg  $P_2O_5$  bzw. 13,2 kg P, 50 kg  $K_2O$  bzw. 41,5 kg K oder 15 kg S je ha führen würden, dürfen nicht als Bodenhilfsstoffe oder Pflanzenhilfsmittel gewerbsmäßig in den Verkehr gebracht werden. Mit dieser Regelung wird sichergestellt, dass Stoffe mit höheren Nährstoffgehalten nicht unter willkürlicher Zweckbestimmung als Bodenhilfsstoffe oder Pflanzenhilfsstoffe nach § 1 Düngemittelgesetz in den Verkehr gebracht werden.

### 2.3.3 Kennzeichnung von Düngemitteln

Düngemittel<sup>12</sup> (Wirtschaftsdünger<sup>37</sup> siehe Abschnitt 2.3.4) dürfen gewerbsmäßig nur in den Verkehr gebracht werden, wenn sie nach den Vorgaben der DüMV gekennzeichnet sind. Die Kennzeichnungsvorschriften für Düngemittel, die nicht als EG-Düngemittel gekennzeichnet sind, wurden aus Gründen des erweiterten Umweltschutzes, einer verbesserten Verbraucherinformation und durch die Abfallverwertung bedingte umfassendere Anwendungsempfehlungen deutlich erweitert.

Folgende Angaben sind für Düngemittel erforderlich:

#### Vorgeschriebene Angaben:

- Typenbezeichnung
- Art und Gehalt an typbestimmenden Bestandteilen, Nährstoffformen und zusätzlichen Stoffen nach den Vorbemerkungen für alle Düngemitteltypen

→ verwendete Aufbereitungshilfsmittel<sup>2</sup> mit dem Zweck ihrer Zugabe und ggf. zusätzlich verwendete Mittel

→ ggf. der Gehalt an (Schad-) Stoffen

→ Nettogewicht und ggf. zusätzlich das Volumen

→ Name und Anschrift des Inverkehrbringers sowie ggf. Anschrift des Herstellers

→ in der Typendefinition vorgeschriebene weitere Angaben zur sachgerechten Anwendung<sup>19</sup>, Lagerung<sup>20</sup> und Behandlung

Düngemittel dürfen zusätzlich mit folgenden Angaben gekennzeichnet werden:

#### Zulässige Angaben:

→ weitere auf Grund der Typenzulassung zulässige Angaben

→ handelsübliche Warenbezeichnung

→ Hinweise zur sachgerechten Anwendung, zur sachgerechten Lagerung und Behandlung, soweit nicht vorgeschrieben

→ Marken

→ Hinweise auf weitere Bestandteile des Düngemittels

→ sonstige Angaben und Hinweise

Bei flüssigen Düngemitteln<sup>15</sup> ist die Typenbezeichnung unter Berücksichtigung der Art der Herstellung um das Wort »flüssig«, »Lösung« oder »Suspension« zu ergänzen. Die zulässigen Angaben dürfen nicht in Widerspruch zu vorgeschriebenen Angaben der Kennzeichnung stehen.

Für die richtige und vollständige Kennzeichnung ist zunächst der Händler bzw. bei Importen der Importeur zuständig. Er ist verpflichtet, alle erforderlichen Angaben zur Kennzeichnung deutlich lesbar in deutscher Sprache an oder auf den Packungen/Behältnissen gut sichtbar anzubringen. Bei loser Ware sind diese Angaben auf einer Rechnung, einem Lieferschein oder einem Warenbegleitschein zu machen, von denen mindestens ein Stück der Ware ständig beigefügt sein und bei der Abgabe dem Landwirt übergeben werden muss. Bei loser Lagerung von Düngemitteln (Haufen, Box, Silo, ...) muss jede Partie gekennzeichnet werden.

Falls im Auftrag eines Landwirts im Betrieb eine Mischung aus verschiedenen Düngemitteln (z. B. NPK aus Einnährstoffdüngern) speziell für diesen und erst auf dessen Wunsch, in seinem Auftrag und in dessen Beisein hergestellt wird, liegt ein Inverkehrbringen einzelner Typen vor. Dem Landwirt ist die Kennzeichnung aller verwendeten Typen, einschließlich der Angabe des jeweiligen Gewichts, zu übergeben.

### 2.3.4 Kennzeichnung von Wirtschaftsdüngern, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln

Wirtschaftsdünger<sup>37</sup>, Bodenhilfsstoffe<sup>8</sup>, Kultursubstrate<sup>25</sup> und Pflanzenhilfsmittel<sup>29</sup> dürfen gewerbsmäßig nur in den Verkehr gebracht werden, wenn sie nach den Vorgaben der DüMV gekennzeichnet sind. Folgende Angaben sind vorgeschrieben:

#### Allgemeine Angaben

- Bezeichnung als Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoff, Kultursubstrat, Pflanzenhilfsmittel
- Art, Zusammensetzung unter Angabe der Ausgangsstoffe, bei Verwendung von Stoffen ggf. erforderliche Hinweise zum Transport sowie zur sachgerechten Lagerung und Anwendung
- Name und Anschrift des für das Inverkehrbringen im Inland Verantwortlichen
- Nettogewicht und ggf. zusätzlich das Volumen
- ggf. der Gehalt an (Schad-) Stoffen, z. B. Angabe Bor, Kupfer und Zink ab 0,01 % Frischmasse sowie Kobalt ab 10 mg/kg Frischmasse und Selen ab 5 mg/kg Trockenmasse. Bei Erreichen der genannten Borgehalte ist die Kennzeichnung zusätzlich mit den Worten »Vorsicht bei borempfindlichen Kulturen« zu ergänzen
- verwendete Aufbereitungshilfsmittel<sup>2</sup> mit dem Zweck ihrer Zugabe und ggf. zusätzlich verwendete Mittel

#### Besondere Angaben für:

##### Wirtschaftsdünger

- bei tierischen Fäkalien Angabe der Tierart
- Nährstoffgehalte<sup>11</sup> in % N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O
- basisch wirksame Bestandteile in %, bewertet als CaO, wenn 5 % in der Trockenmasse überschritten werden

##### Bodenhilfsstoffe

- Wirkungsbereich (z. B. Erhöhung des Humusgehaltes, des Wasserhaltevermögens, der biologischen Aktivität oder als Kompoststarter zur Aufbereitung organischer Materials)
- Nährstoffgehalte in % für N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O, wenn jeweils 0,1 % in der Trockenmasse überschritten werden; Gehalt an organischer Substanz, wenn der Gehalt von 5 % in der Trockenmasse überschritten wird
- basisch wirksame Bestandteile in %, bewertet als CaO, wenn 5 % in der Trockenmasse überschritten werden

##### Kultursubstrate

- pH-Wert (CaCl<sub>2</sub>)
- Salzgehalt in g KCl/Liter
- pflanzenverfügbare (lösliche) Nährstoffe für N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O in mg/l unter Angabe der Methode; Gehalt an organischer Substanz, bewertet als Glühverlust, wenn der Gehalt von 5 % in der Trockenmasse überschritten wird

##### Pflanzenhilfsmittel

- Wirkungsbereich
- Nährstoffgehalte in % für N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O, wenn jeweils 0,1 % in der Trockenmasse überschritten werden; Gehalt an organischer Substanz, bewertet als Glühverlust, wenn der Gehalt von 5 % in der Trockenmasse überschritten wird
- basisch wirksame Bestandteile in %, bewertet als CaO, wenn 5 % in der Trockenmasse überschritten werden

Jede in den Verkehr gebrachte Partie muss mit den vorgeschriebenen Angaben in deutscher Sprache und deutlich lesbar gekennzeichnet sein. Die Kennzeichnung muss gut sichtbar auf der Verpackung oder mit dem Behältnis fest verbundenen Aufkleber oder auf einem Anhänger angebracht werden.

Bei Behältnissen mit mehr als 100 kg Inhalt oder bei unverpackter Ware können die vorgeschriebenen Angaben auch auf einem der Ware beigefügten Begleitpapier gemacht werden (auf einer Rechnung, einem Lieferschein oder einem Warenbegleitpapier).

**Nach derzeitigen gesetzlichen Bestimmungen müssen Wirtschaftsdünger nicht gekennzeichnet werden, wenn diese durch einen landwirtschaftlichen Betrieb an andere landwirtschaftliche Betriebe zum eigenen Verbrauch abgegeben werden.** Aktuelle Auskünfte erhalten Sie bei der Düngemittelverkehrskontrollstelle (DVK).

Pflanzenhilfsmittel müssen so gekennzeichnet sein, dass sie nicht mit Pflanzenstärkungsmitteln nach § 2 Nr. 10 des Pflanzenschutzgesetzes verwechselt werden können.

## 2.4 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)

Das »Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz KrW-/AbfG)« vom 27. September 1994 enthält die nationalen gesetzlichen Vorgaben für den Umgang mit Abfällen.

Zu den Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft (§ 5 Abs. 3 KrW-/AbfG) gehört es, dass die Verwertung ordnungsgemäß, d. h. im Einklang mit den öffentlich-rechtlichen Vorschriften (z. B. dem Düngemittelgesetz und Bundes-Bodenschutzgesetz) steht, und dass sie schadlos erfolgt. Sie erfolgt schadlos, wenn nach der Beschaffenheit der Abfälle, dem Ausmaß der Verunreinigungen und der Art der Verwertung Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten sind, insbesondere keine Schadstoffanreicherung im Wertkreislauf erfolgt.

Im § 8 KrW-/AbfG werden die Anforderungen an die Kreislaufwirtschaft im Bereich der landwirtschaftlichen Düngung<sup>13</sup> definiert. Die mengenmäßig bedeutendsten Abfälle, die als Sekundärrohstoffdünger<sup>31</sup> auf landwirtschaftlich genutzten Flächen<sup>26</sup> verwendet werden, sind Klärschlämme<sup>22</sup> aus der Behandlung von kommunalem Abwasser sowie Komposte aus der Getrenntsammlung von Siedlungsabfällen privater Haushalte (Biotonne). Die Verwertung dieser Abfälle in der Landwirtschaft ist abfallrechtlich durch die auf der Rechtsgrundlage des § 8 KrW-/AbfG erlassene Bioabfallverordnung (BioAbfV) und die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) geregelt.

#### Hinweise

→ Wer Klärschlamm oder Bioabfälle als Sekundärrohstoffdünger oder Bodenhilfsstoff in den Verkehr bringt, hat zusätzlich die Vorschriften der Düngemittelverordnung (zugelassener Düngemitteltyp, Kennzeichnung) zu beachten. Erst nach Erfüllung der dort geforderten Voraussetzungen darf Klärschlamm oder Bioabfall an die Landwirtschaft abgegeben werden. Bei der Aufbringung von Klärschlamm oder Bioabfall auf landwirtschaftliche Flächen sind die Vorgaben der Düngerverordnung für organische bzw. organisch-mineralische Düngemittel<sup>12</sup> zu beachten.

→ Die Untersuchungsstellen, die Klärschlämme und Böden gemäß AbfKlärV sowie Bioabfälle nach BioAbfV untersuchen, müssen über eine Notifizierung gemäß Fachmodul Abfall verfügen. Die notifizierten Untersuchungsstellen sind über das Datenbanksystem (ReSyMeSa Recherchesystem Messstellen) der Bundesländer zur AbfKlärV und BioAbfV abrufbar ([www.luis-bb.de/resymesa/](http://www.luis-bb.de/resymesa/)). Die Probenahme (Anhang A 22, Punkt 3) ist jeweils Teil der Untersuchung und darf nur vom notifizierten Labor oder anerkannten Probenehmer vorgenommen werden.

#### 2.4.1 Klärschlammverordnung (AbfKlärV)

In der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) in der jeweils gültigen Fassung wird die Aufbringung von Klärschlamm<sup>22</sup> aus Abwasserbehandlungsanlagen zur Behandlung von Haushaltsabwässern, kommunalen Abwässern oder Abwässern mit ähnlich geringer Schadstoffbelastung auf landwirtschaftlich genutzten Böden geregelt.

##### Voraussetzungen für das Aufbringen

Klärschlamm darf nur so aufgebracht werden, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird und die Aufbringung nach Art, Menge und Zeit auf den Nährstoffbedarf<sup>27</sup> der Pflanzen ausgerichtet wird. Dabei sind die im Boden verfügbaren Nährstoffe, die organische Substanz sowie die Standort- und Anbaubedingungen zu berücksichtigen.

Der Betreiber einer Abwasserbehandlungsanlage ist verpflichtet, vor dem erstmaligen Ausbringen von Klärschlamm auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Böden folgende Untersuchungen durchzuführen:

**Boden:** pH-Wert, Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphat, Kalium und Magnesium, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink,

**Klärschlamm:** Gesamt- und Ammoniumstickstoff, Phosphat, Kalium, Magnesium, Trockenrückstand, organische Substanz, basisch wirksame Bestandteile, pH-Wert, organische Halogenverbindungen (AOX), polychlorierte Biphenyle (PCB), polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (PCDF).

Die Kosten der Untersuchungen hat der Betreiber der Kläranlage (Klärschlammabgeber) zu tragen. Die Häufigkeit der zeitlichen und stofflichen Anforderungen für die Boden- und Klärschlammuntersuchung sind in der AbfKlärV geregelt.

##### Schadstoffgrenzwerte, maximale Ausbringungsmenge

In der Landwirtschaft darf kein Klärschlamm verwendet werden, wenn im Boden oder Klärschlamm die in der AbfKlärV aufgelisteten Grenzwerte überschritten werden. Böden mit einem pH-Wert unter 5 dürfen nicht beschlammung werden, es sei denn der pH-Wert wird vor oder mit der Beschlammung mindestens auf pH 5,1 angehoben. Innerhalb von drei Jahren dürfen maximal 5 t/ha Trockensubstanz (TS) Klärschlamm bzw. 10 t/ha Trockensubstanz (TS) Klärschlammkompost<sup>24</sup> oder Klärschlammgemische<sup>23</sup> ausgebracht werden. Der

Landwirt hat die Ausbringungsmenge auf dem Lieferschein zu bestätigen.

### **Aufbringungsverbote**

Generell verboten ist das Aufbringen von Klärschlamm auf

- Gemüse- und Obstanbauflächen
- Dauergrünland
- forstwirtschaftlich genutzten Böden
- Zone I und II von Wasserschutzgebieten
- Uferrandstreifen bis zu einer Breite von 10 Metern

Auf Ackerflächen, die zum Anbau von Feldfutter oder zum Anbau von Zuckerrüben, soweit das Zuckerrübenblatt verfüttert wird, genutzt werden, ist eine Klärschlammausbringung nur vor der Aussaat mit anschließender Einarbeitung zulässig.

### **Nachweispflichten/Lieferschein**

Spätestens zwei Wochen vor Abgabe des Klärschlammes zeigt der Betreiber der Abwasserbehandlungsanlage oder ein beauftragter Dritter der für die Aufbringungsfläche zuständigen Behörde und der landwirtschaftlichen Fachbehörde die beabsichtigte Aufbringung an.

Die Anlieferung und das Aufbringen des Klärschlammes müssen vom Landwirt auf dem Lieferschein mit Datum und Unterschrift bestätigt werden. Der Landwirt, der Transporteur und die zuständige Behörde erhalten eine Durchsicht des Lieferscheines. Das Original verbleibt beim Kläranlagenbetreiber und muss 30 Jahre aufbewahrt werden.

### **2.4.2 Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung – BioAbfV)**

Die BioAbfV in der jeweils gültigen Fassung regelt die Behandlung<sup>3</sup> (Kompostierung, Vergärung oder andere Maßnahmen zur Hygienisierung) der Bioabfälle<sup>5</sup>, maximale Schadstofffrachten und Aufzeichnungspflichten für die Verwertung auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden. Die BioAbfV gilt für aerob oder anaerob behandelte<sup>6</sup> und unbehandelte<sup>7</sup> Bioabfälle, z. B. für Biokomposte, Grünschnittkomposte, Grünguthäcksel sowie Gärreste aus Gülle und außerlandwirtschaftliche Kofermente.

Generell ausgenommen von der BioAbfV sind:

- Wirtschaftsdünger<sup>37</sup> gemäß Düngemittelrecht und Gärreste, die nur aus Wirtschaftsdüngern und landwirtschaftlichen Kofermenten bestehen. Sie unter-

liegen düngemittelrechtlichen Bestimmungen und sind als behandelte Wirtschaftsdünger zu bezeichnen,

- auf eigenen Flächen angefallene und verwertete Bioabfälle, auch bei gemeinschaftlicher Verarbeitung (Eigenverwertung<sup>14</sup>),
- Abfälle aus Haus-, Nutz- und Kleingärten,
- Klärschlamm<sup>22</sup> oder Mischungen daraus; hier gilt die AbfKlärV.

Die Verordnung enthält im Anhang eine Liste der für eine Verwertung auf Flächen grundsätzlich geeigneten Bioabfälle sowie grundsätzlich geeigneter mineralischer Zuschlagstoffe.

### **Voraussetzungen für das Aufbringen**

Bioabfälle dürfen nur in hygienisch unbedenklichem Zustand eingesetzt werden. Dies gilt auch bei Befall mit Schadorganismen wie Nematoden oder die Kartoffelschleimkrankheit. Für einige Bioabfälle sind bestimmte Hygienisierungsverfahren vorgeschrieben, nur wenige Bioabfälle dürfen unbehandelt ausgebracht werden (z. B. Strauchschnitt, naturbelassene Rinden, Landschaftspflegematerial). Die einzelnen Bestimmungen dazu sind in der BioAbfV zu finden.

Der Bioabfallbehandler hat je angefangene 2000 t Frischmasse, mindestens jedoch alle drei Monate, Untersuchungen der behandelten Bioabfälle durchzuführen zu lassen auf

- die Gehalte der Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink sowie
- den pH-Wert, den Salzgehalt, den Gehalt an organischer Substanz (Glühverlust), den Trockenrückstand und den Gehalt an Fremdstoffen.

Bei der erstmaligen Aufbringung von Bioabfällen ist eine Bodenuntersuchung auf die Gehalte der Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink sowie den pH-Wert durchzuführen.

Das Untersuchungsergebnis ist bis spätestens drei Monate nach der Ausbringung bei der zuständigen Behörde vorzulegen. Ausgenommen davon sind Bioabfälle aus einer Gütegemeinschaft und solche, die auf Grünland zugelassen sind.

### **Schadstoffgrenzwerte, maximale Aufbringungsmengen**

In der Bioabfallverordnung sind sowohl Grenzwerte für Schadstoffe in den Bioabfällen als auch für Böden festgelegt. Zugleich werden maximale Aufbringungsmengen vorgegeben. Diese sind in Abhängigkeit vom Schadstoffgehalt in den Bioabfällen auf 20 bzw. 30 t Trockensubstanz (TS) pro Hektar in drei Jahren be-

grenzt. Innerhalb dieses Zeitraumes dürfen entweder nur Bioabfälle oder nur Klärschlamm aufgebracht werden. Das Aufbringen von Bioabfällen und Gemischen<sup>17</sup>, die andere als im Anhang der BioAbfV genannte Bioabfälle enthalten, bedarf der Zustimmung der zuständigen Behörde.

### **Gehalt an Fremdstoffen und Steinen**

Bei der Aufbringung auf Dauergrünland<sup>8</sup> oder Feldfutterbauflächen dürfen keine Gegenstände enthalten sein, die bei der Aufnahme durch Haus- oder Nutztiere zu Verletzungen führen könnten. Der Anteil an Glas, Kunststoff, Metall über 2 mm Größe darf nach der BioAbfV nicht mehr als 0,5 % in der Trockensubstanz, der von Steinen über 5 mm Größe nicht mehr als 5 % betragen.

### **Aufbringungsverbote**

Aufbringungsverbote bestehen für

- klärschlammgedüngte Flächen für 3 Jahre und
- Forstflächen.

### **Nachweispflichten/Lieferschein**

Der Betreiber einer Bioabfallbehandlungsanlage hat dem Landwirt bei jeder Abgabe einen Lieferschein auszustellen. Der Bewirtschafter hat in seiner Ausfertigung die konkreten Flächendaten der Ausbringung einzutragen. Abgeber und Bewirtschafter haben die bei ihnen verbleibenden Ausfertigungen der Lieferscheine 30 Jahre aufzubewahren. In den »Hinweisen zum Vollzug der BioAbfV« ist ein Lieferscheinmuster enthalten, dessen Verwendung empfohlen wird.

## **2.5 Tierseuchenrechtliche Bestimmungen**

Bei der Anwendung von tierischen Nebenprodukten sind nachstehende gesetzliche Grundlagen zu beachten: Mit der **Verordnung (EG) Nr. 1774/2002** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Oktober 2002 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte wird die Tierkörperbeseitigung auf europäischer Ebene grundlegend geregelt. Dieses sehr umfangreiche Regelwerk enthält tierseuchen- und hygienerechtliche Vorschriften für die Abholung und Sammlung, Beförderung, Lagerung, Behandlung, Verarbeitung und Verwendung oder Beseitigung sämtlicher tierischer Nebenprodukte.

Die EG-Verordnung Nr. 1774/2002 unterteilt die Materialien tierischer Herkunft in drei Risikokategorien:

**Material der Kategorie 1** (Artikel 4 Abs. 1 der EG-Verordnung)

Tiermaterialien mit einem hohen Risiko, wie z. B. TSE-verdächtige Tiere, spezifiziertes Risikomaterial, Küchen- und Speiseabfälle aus grenzüberschreitenden Transportmitteln. Als Reaktion auf die BSE- und MKS-Krise ist Risikomaterial der Kategorie 1 generell von einer Verwertung ausgeschlossen.

**Material der Kategorie 2** (Artikel 5 Abs. 1 der EG-Verordnung)

Tiermaterial mit einem Risiko (nicht TSE-relevant), wie z. B. Erzeugnisse mit Rückständen bestimmter Tierarzneimittel oder Umweltkontaminanten sowie Ausscheidungen aus landwirtschaftlicher Nutztierhaltung (Gülle), Magen- und Darminhalte und Kolostrum.

**Material der Kategorie 3** (Artikel 6 Abs. 1 der EG-Verordnung)

Tiermaterial mit einem geringen Risiko, wie z. B. Schlachtkörperteile von genusstauglichen Tieren (z. B. Knochenmehl, Fleischknochenmehl, Fleischmehl), überlagerte Lebensmittel (auch Milch) sowie Küchen- und Speiseabfälle aus privaten Haushalten, Großküchen, Kantinen, Catering-Einrichtungen (nicht aus grenzüberschreitenden Transportmitteln).

Die EG-Verordnung definiert die tierischen Nebenprodukte, die in einer Biogas- oder Kompostierungsanlage verwendet werden dürfen. In Biogasanlagen dürfen grundsätzlich alle tierischen Nebenprodukte der Kategorie 2 und 3 eingesetzt werden. Je nach Kategorie sind jedoch die Zulassung der Anlagen und eine Vorbehandlung vor dem Einbringen in die Anlagen erforderlich. Beim ausschließlichen Einsatz hinsichtlich tierischer Nebenprodukte von Küchen- und Speiseabfällen, Gülle und vom Magen- und Darmtrakt getrennten Magen- und Darminhalt kann die zuständige Veterinärbehörde Abweichungen zulassen.

Das **Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetz** vom 25. Januar 2004 (TierNebG) dient der Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 auf nationaler Ebene. Mit dem TierNebG wurden insbesondere Zuständigkeiten, Verpflichtungen zur Beseitigung tierischer Nebenprodukte, Einzugsbereiche, Melde-, Anlieferungs-, Abholungs- und Aufzeichnungspflichten sowie die Überwachung geregelt.

Die **Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung (TierNebV)** vom 27. Juli 2006 dient der Durchführung von Bestimmungen des Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetzes und regelt die Abgrenzung der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 zum Abfallrecht.

### Hinweis

**Das Düngemittelrecht und die Bioabfallverordnung sind nicht auf die VO (EG) Nr. 1774/2002 abgestimmt. So müssen Gärrückstände aus tierischen Stoffen, die nach der VO (EG) Nr. 1774/2002 eingesetzt werden dürfen, nicht notwendigerweise auch als Düngemittel<sup>12</sup> zugelassen sein. Insbesondere beim Aufbringen von Gärresten sind gegebenenfalls stärkere Reglementierungen durch die Bioabfallverordnung vorgegeben.**

## 2.6 Düngeverordnung

### 2.6.1 Einleitung

Mit der Düngeverordnung (DüV) werden auf Grundlage des Düngemittelgesetzes die Grundsätze der guten fachliche Praxis bei der Anwendung von Düngemitteln<sup>12</sup>, Bodenhilfsstoffen<sup>8</sup>, Kultursubstraten<sup>25</sup> und Pflanzenhilfsmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen<sup>26</sup> sowie Vorschriften zur Verminderung von stofflichen Risiken durch die Anwendung dieser Stoffe näher bestimmt (Anhang A 25). Diese Vorschriften dienen auch der Umsetzung der EG-Nitratrichtlinie (91/676/EWG) zum Schutz der Gewässer in nationales Recht. Gemäß dem Düngemittelgesetz werden Stoffe dann zur Düngung<sup>13</sup> aufgebracht, wenn damit entsprechend den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis die Pflanzen mit den erforderlichen Nährstoffen versorgt werden sollen sowie wenn es der Erhaltung und Förderung der Bodenfruchtbarkeit dient. Die Anwendung der Düngemittel ist nach Art, Menge und Zeit auf den Nährstoffbedarf<sup>27</sup> der Pflanzen in Abhängigkeit von der standort- und anbaubedingten Ertragsfähigkeit sowie den Qualitätsanforderungen auszurichten. Bei der Ermittlung des Nährstoffbedarfs sind u. a. auch die im Boden verfügbaren und verfügbar werdenden Nährstoffe sowie die Standort- und Anbaubedingungen entsprechend zu beachten.

Spezifische Anwendungsvorgaben und Aufzeichnungspflichten gelten vor allem für die Stickstoff- und Phosphordüngung, da diese Pflanzennährstoffe insbesondere für den Gewässerschutz eine große Bedeutung besitzen.

### 2.6.2 Grundsätze für die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln

Bei der Anwendung von Düngemitteln<sup>12</sup>, Bodenhilfsstoffen<sup>8</sup>, Kultursubstraten<sup>25</sup> und Pflanzenhilfsmitteln<sup>29</sup> sind Aufbringungszeitpunkt und -menge so zu wählen, dass verfügbare oder verfügbar werdende Nährstoffe von den Pflanzen weitestmöglich zeitgerecht in einer dem Nährstoffbedarf<sup>27</sup> der Pflanzen entsprechenden Menge zur Verfügung stehen.

#### Düngebedarfsermittlung

Vor der Aufbringung von wesentlichen Nährstoffmengen<sup>35</sup> an Stickstoff- und Phosphor ist der Düngebedarf<sup>10</sup> der Kultur sachgerecht festzustellen. Dabei sind die Erfordernisse für die Erhaltung der standortbezogenen Bodenfruchtbarkeit zusätzlich zu berücksichtigen.

Die Düngebedarfsermittlung bezieht sich vorerst auf den Nährstoffbedarf – nicht auf die zum Einsatz kommenden Düngemittel – und hat so zu erfolgen, dass ein Gleichgewicht zwischen dem voraussichtlichen Nährstoffbedarf und der Nährstoffversorgung gewährleistet wird. Die Ermittlung des Düngebedarfs hat für jeden Schlag<sup>30</sup> oder jede Bewirtschaftungseinheit<sup>4</sup> unter Berücksichtigung folgender Faktoren zu erfolgen:

→ des Nährstoffbedarfes des Pflanzenbestandes für die unter den jeweiligen Standort- und Anbaubedingungen zu erwartenden Erträge und Qualitäten; Dabei sind für Stickstoff die Werte der Anlage 1 der DüV – Stickstoffgehalt pflanzlicher Erzeugnisse – (Anhang A 1 – Anhang A 4) heranzuziehen.

→ der im Boden verfügbaren und voraussichtlich zusätzlich pflanzenverfügbar werdenden Nährstoffmengen (während des Wachstums des jeweiligen Pflanzenbestandes als Ergebnis der Standortbedingungen, wie Klima und Boden) sowie der Nährstofffestlegung;

Richtwerte für die pflanzennutzbare Stickstoff-Lieferung aus

→ der jeweiligen Vorkultur,

→ Zwischenfrüchten sowie

→ aus Stickstoffgaben nach der Ernte des Vorjahres sind der Anlage 2, Tabelle 1 und 2 der DüV (Tabelle 3.1.1.3/2 und 3.1.1.3/3) zu entnehmen.

Für die Ausnutzung des Stickstoffs aus Wirtschaftsdüngern<sup>37</sup> sind Mindestwerte für die Stickstoffwirksamkeit im Jahr der Aufbringung in der Anlage 3 der DüV aufgeführt. Diese Werte gelten für Flächen, auf denen regelmäßig eine organische Düngung erfolgt (Tabelle 3.6/2).

- des Kalkgehaltes oder der Bodenreaktion (pH-Wert) sowie des Humusgehaltes des Bodens;
- der durch Bewirtschaftung – ausgenommen Düngung<sup>13</sup> – einschließlich Bewässerung zugeführten und während des Wachstums des Pflanzenbestandes nutzbaren Nährstoffmengen;
- der Anbaubedingungen, welche die Nährstoffverfügbarkeit beeinflussen, besonders Kulturart, Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Bewässerung.

Weiterführende Hinweise zur Düngebedarfsermittlung werden im Abschnitt 3 dargestellt.

### Ermittlung der im Boden verfügbaren Nährstoffmengen

Zu den Ergebnissen der Ermittlung der im Boden verfügbaren Nährstoffmengen (N und  $P_2O_5/P$ ) sowie der angewandten Verfahren besteht **Aufzeichnungspflicht**. Diese Unterlagen sind für Kontrollen bereitzuhalten. Bei Bodenuntersuchungen sind die Probenahmen (Anhang 21) und Untersuchungen sachgerecht durchzuführen. Zur Untersuchung soll ein in Sachsen empfohlenes Labor beauftragt werden.

#### ■ Stickstoff (N)

Für jeden Schlag oder jede Bewirtschaftungseinheit ist vor dem Aufbringen wesentlicher Stickstoff-Mengen der im Boden verfügbare Stickstoffvorrat für den Zeitpunkt der Düngung, mindestens aber jährlich, zu ermitteln. Diese Ermittlung kann erfolgen durch:

- Untersuchung repräsentativer Proben (z. B.  $N_{min}$ -Bodenuntersuchung) oder
- **Verwendung von Empfehlungen** der nach Landesrecht für die landwirtschaftliche Beratung zuständigen Stelle oder einer von dieser empfohlenen Beratungseinrichtung
  - durch Übernahme der Ergebnisse der Untersuchungen vergleichbarer Standorte oder
  - durch Anwendung von Berechnungs- und Schätzverfahren (aktuelle Veröffentlichungen zu  $N_{min}$ -Ergebnissen in der Region, Beratungsmaterial usw.)

Im Interesse einer bedarfsgerechten N-Düngung werden jedem Landwirt schlagbezogene  $N_{min}$ -Untersuchungen geraten. Sie spiegeln die konkreten schlagbezogenen Bedingungen am besten wider. Für Dauergrünlandflächen<sup>9</sup> ist die Ermittlung des Stickstoff-Bodenvorrates nicht erforderlich.

#### ■ Phosphor ( $P_2O_5/P$ )

Vor dem Aufbringen wesentlicher Phosphor-Mengen sind die im Boden verfügbaren  $P_2O_5/P$ -Gehalte für

jeden Schlag ab 1 Hektar anhand von Untersuchungen repräsentativer Bodenproben zu ermitteln. Die Bodenuntersuchungen sollen im Rahmen einer Fruchtfolge, mindestens aber alle sechs Jahre durchgeführt werden. Diese Bodenuntersuchungspflicht für den Phosphatgehalt entfällt für Flächen mit ausschließlich Weideweidhaltung, wenn der jährliche N-Anfall (N-Ausscheidungen der Weidetiere gemäß Anlage 5 DüV – Broschüre Anhang A 10) an Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft nicht mehr als 100 kg N/ha beträgt und keine zusätzliche N-Düngung erfolgt.

### Ausbringeverbotszeiten und -beschränkungen

#### ■ Aufnahmefähigkeit des Bodens

Die Aufbringung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln mit wesentlichen Nährstoffgehalten (N oder  $P_2O_5/P$ ) darf nicht erfolgen, wenn der Boden überschwemmt, wassergesättigt<sup>34</sup>, gefroren<sup>16</sup> oder durchgängig höher als 5 cm mit Schnee bedeckt ist. Kalkdünger dürfen abweichend auch auf tagsüber gefrorenem Boden aufgebracht werden, wenn deren Phosphatgehalte unter 2 Prozent liegen. Insbesondere bei Konverterkalken (z. B. Thomaskalk), einigen Kohlensäuren Kalken (z. B. kohlen-saurer Magnesiumkalk mit Phosphat) und Carbokalk sind Phosphatgehalte von über 2 Prozent festzustellen, so dass diese Ausnahme für diese Kalke nicht gilt. Gegebenenfalls sind Einzelfallprüfungen erforderlich.

#### ■ Sperrzeiten

Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff<sup>36</sup>, ausgenommen Festmist ohne Geflügelkot, dürfen zu den nachfolgend genannten Zeiten (Sperrzeiten) nicht aufgebracht werden:

- auf Ackerland vom 1. November bis 31. Januar
- auf Grünland vom 15. November bis 31. Januar

Unabhängig von diesen Verbotszeiträumen sind die Anforderungen, die sich aus den Vorgaben zu den Anwendungsgrundsätzen ergeben (z. B. Aufnahmefähigkeit des Bodens, Ausbringung nach Düngebedarf), zu beachten.

Behördliche Ausnahmen zur Ausbringung innerhalb von Sperrzeiten sind grundsätzlich nicht möglich. Düngegerechtlich ist lediglich eine Verschiebung der Sperrzeiten (vor Beginn der Sperrzeiten) unter Beachtung regionaltypischer Gegebenheiten (Witterung, Vegetationsruhe und dgl.) eingeräumt. Einer solchen Sperrzeitverschiebung stehen in Sachsen grundsätzlich die im langjährigen Mittel vorherrschenden Vegetationsabläufe (Vegetationsruhe, Vegetationsbeginn) entgegen.

## ■ Herbstdüngung

Nach der Ernte der letzten Hauptfrucht vor dem Winter dürfen auf Ackerland Gülle, Jauche und sonstige flüssige organische sowie flüssige organisch-mineralische Düngemittel<sup>15</sup> mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff oder Geflügelkot

- nur zu im gleichen Jahr angebauten Folgekulturen einschließlich Zwischenfrüchten bis in Höhe des aktuellen Stickstoff-Düngebedarfes der Kultur oder
- nur als Ausgleichsdüngung bei auf dem Feld verbliebenem Getreidestroh

aufgebracht werden, jedoch nur bis zu **maximal 80 kg Gesamt-N oder 40 kg Ammonium-N/ha**. Die Berechnung dieser Obergrenzen erfolgt auf der Grundlage der Stickstoffgehalte der Düngemittel vor der Aufbringung. Ausbringungsverluste können nicht abgezogen werden.

Zusätzlich zur N-Obergrenze ist bei der Aufbringung zu im gleichen Jahr angebauten Folgekulturen einschließlich Zwischenfrüchten die N-Düngergabe durch die Höhe des aktuellen Düngebedarfs begrenzt. Zur Ermittlung des aktuellen Düngebedarfs im Herbst siehe Abschnitt 3.1.1.4. Bei der Anwendung von Gülle, Jauche oder Festmist kann die pflanzenbauliche N-Wirksamkeit entsprechend der Mindestwerte nach Anlage 3 DüV (Tabelle 3.6/2) berücksichtigt werden, wenn die Aufbringungsmenge die Höchstmengen nach § 4 Abs. 6 DüV (40 kg/ha Ammonium-N bzw. 80 kg/ha Gesamt-N) nicht überschreitet (siehe Beispiele).

## Vorgaben zur Aufbringung an Gewässern

Abschwemmungen und direkte Einträge in oberirdische Gewässer sind zu vermeiden. Dazu ist ein **Mindestabstand von 3 Metern zwischen dem Rand der durch die Streubreite bestimmten Ausbringungsfläche bis zur Böschungsoberkante des Oberflächengewässers** beim Aufbringen von Düngemitteln einzuhalten (Abbildung 2.6.2/1). Dieser Mindestabstand kann bis auf 1 Meter reduziert werden, wenn für die Ausbringung Geräte verwendet werden, bei denen gewährleistet ist, dass die Streubreite genau der Arbeitsbreite entspricht oder die über eine Grenzstreueinrichtung verfügen.

**Im Freistaat Sachsen besteht auf der Grundlage des Sächsischen Wassergesetzes (§ 50 Abs. 3) auf dem Gewässerrandstreifen ein Düngeverbot von 5 Metern! Geringere Mindestabstände nach Düngeverordnung gelten somit in Sachsen nur, wenn eine Ausnahmegenehmigung von der zuständigen Wasserbehörde vorliegt.**

In Tabelle 2.6.2/1 sind Geräte aufgeführt, die den Anforderungen im Sinne des § 3 Abs. 6 Satz 2 DüV entsprechen, die eine Reduzierung des geforderten Mindestabstandes auf 1 m ermöglichen.

Bei **stark geneigten Ackerflächen an Gewässern** sind besondere Vorgaben für die Aufbringung von Düngemitteln mit wesentlichem Stickstoff- oder Phosphatgehalt innerhalb eines Abstandes von 20 m zur Böschungsoberkante des Gewässers einzuhalten. Flächen

---

## Beispiele

**N-Düngung zu Wintergerste;** aktueller N-Bedarf 25 kg/ha

Anwendung von Rindergülle (3,8 kg N/m<sup>3</sup>, davon 1,9 kg NH<sub>4</sub>-N/m<sup>3</sup>)

pflanzenbauliche N-Wirksamkeit nach Anlage 3 DüV: 50 Prozent

$$\frac{25 \text{ kg N/ha}}{3,8 \text{ kg N/m}^3 \cdot 0,5}$$



Anwendung von **13 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle zulässig**  
(50 kg N/ha, davon 25 kg NH<sub>4</sub>-N/ha)

**N-Düngung zu Winterraps;** aktueller N-Bedarf 60 kg/ha

Anwendung von Rindergülle (3,8 kg N/m<sup>3</sup>, davon 1,9 kg NH<sub>4</sub>-N/m<sup>3</sup>)

pflanzenbauliche N-Wirksamkeit nach Anlage 3 DüV: 50 Prozent

$$\frac{60 \text{ kg N/ha}}{3,8 \text{ kg N/m}^3 \cdot 0,5}$$



Bedarf wäre mit 31,5 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle gedeckt, aber die N-Menge (120 kg N/ha, davon 60 kg NH<sub>4</sub>-N/ha) ist unzulässig.



Anwendung **bis zu 21 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle zulässig**  
(80 kg N/ha, davon 40 kg NH<sub>4</sub>-N/ha)

Abbildung 2.6.2/1:  
Abstandsregelungen zu Gewässern bei der Ausbringung von Düngemitteln mit wesentlichen Nährstoffgehalten an Stickstoff oder Phosphor

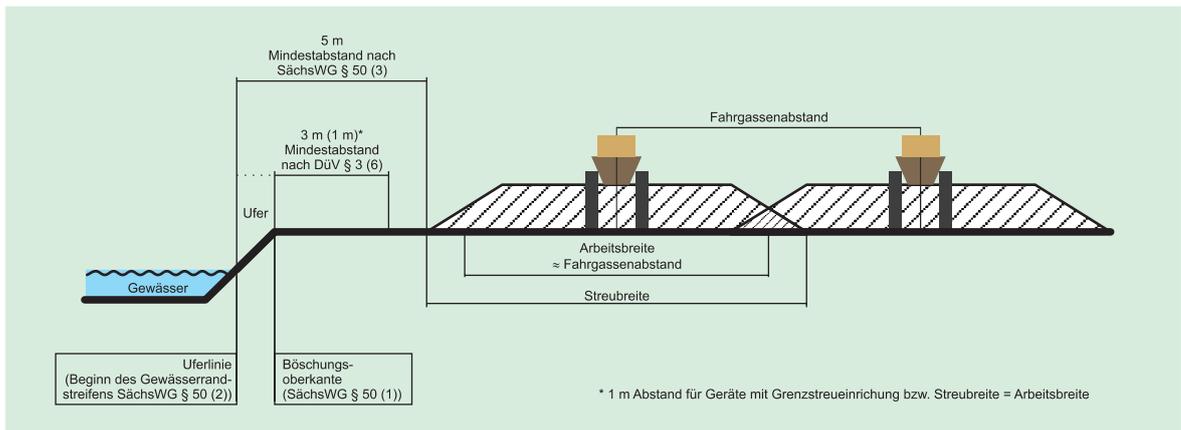
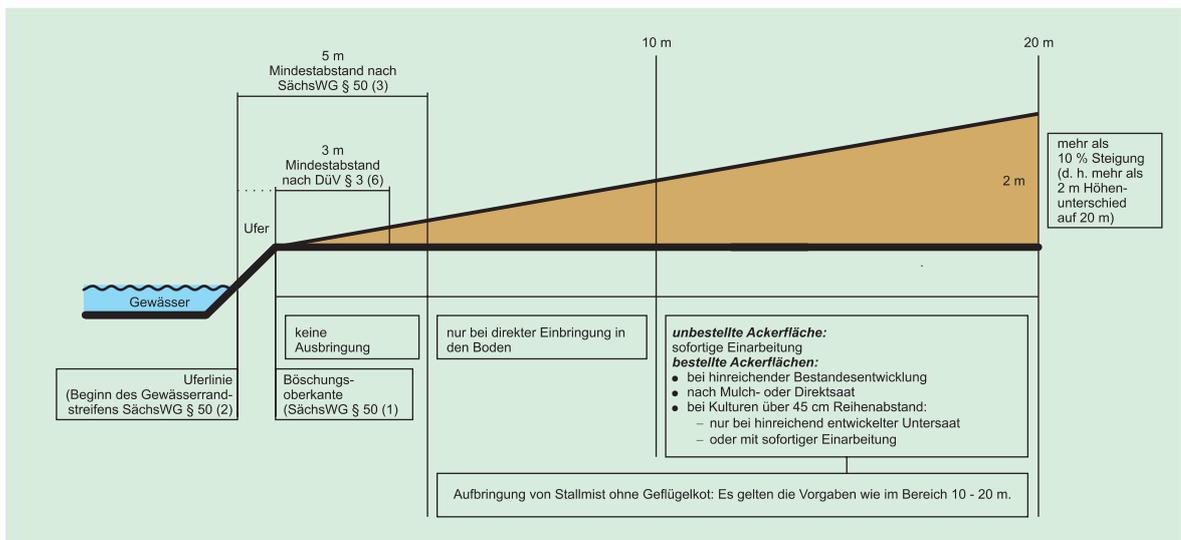


Abbildung 2.6.2/2:  
Anwendungsvorgaben und Abstandsregelungen beim Düngen auf stark geneigten Ackerflächen an Gewässern



sind im Sinne der Düngeverordnung dann stark geneigt, wenn sie in diesem Bereich eine durchschnittliche Hangneigung von mehr als 10 % aufweisen (siehe Anhang A 23 – Empfehlungen zur Ermittlung stark geneigter Ackerflächen). Hier gelten für diese stark geneigten Ackerflächen folgende Anwendungsvorgaben (Abbildung 2.6.2/2):

- Im Abstand von **3 m** bis zur Böschungsoberkante des Gewässers besteht Düngeverbot.
- Im Bereich von **3 m bis 10 m** am Gewässer ist die Aufbringung nur zulässig, wenn die Düngemittel **direkt in den Boden eingebracht** werden. Die direkte Einbringung wird nur durch Injektionstechniken oder mit Verfahren, bei denen Ausbringung und Einarbeitung im selben Arbeitsgang erfolgen (z. B. Gerätekombination wie Güllegrubber), gewährleistet. Die oberflächige Ausbringung mit anschließender Einarbeitung erfüllt diese Vorgabe nicht. Diese Anwendungsvorgabe gilt nicht für die Aufbringung von Festmist, ausgenommen Geflügelkot.

- Im Bereich **ab 10 m bis zu 20 m** (für die Festmistaufbringung [ohne Geflügelkot] im Bereich von 3 m bis zu 20 m) ist eine Aufbringung nur dann zulässig:
  - a) wenn bei unbestellten Ackerflächen eine sofortige Einarbeitung<sup>32</sup> erfolgt,
  - b) wenn bei bestellten Ackerflächen:
    - die Aufbringung nach Mulch- oder Direktsaatverfahren erfolgt;
    - bei Reihenkultur (Reihenabstand > 45 cm) entwickelte Untersaaten vorhanden sind oder eine sofortige Einarbeitung erfolgt;
    - ohne Reihenkultur eine hinreichende Bestandesentwicklung vorliegt.

#### Anforderungen an die Ausbringtechnik

Ausbringungsgeräte müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Ab dem 1. Januar 2010 ist die Aufbringung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln mit Geräten lt. Tabelle 2.6.2/2 verboten.

<b>Mineraldüngerstreuer</b>	→ Kastenstreuer → Reihenstreuer → Pneumatikstreuer mit Grenzstreueinrichtung <sup>1)</sup> → Pendelrohrstreuer mit Grenzstreueinrichtung <sup>1)</sup> → Scheibenstreuer mit Grenzstreueinrichtung <sup>1)</sup>
<b>Flüssigdüngertechnik</b>	→ Pflanzenschutzspritze → Schleppschlauch → Injektionstechnik
<b>Güllewagen</b>	→ Schleppschlauch → Schleppschuh → Injektionstechnik → Schlitztechnik
<b>Miststreuer</b>	→ liegende Walzen → stehende Walzen mit Grenzstreueinrichtung <sup>1)</sup>
1) Grenzstreueinrichtungen:	bei Miststreuern = Leitblech bei Pendelrohrstreuern = Grenzstreubock, Grenzstreurohr, Randstreuplatte bei Scheibenstreuern = Streuschirm, Leitbleche, Streufächer, Randstreuscheiben, 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!	

Tabelle 2.6.2/1: Geräte, die eine Reduzierung des geforderten Mindestabstandes auf 1 Meter ermöglichen

→ 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
→ Drehstrahlregner zur Verregnung von unverdünnter Gülle

Tabelle 2.6.2/2: Geräte zum Ausbringen von Düngemitteln, die nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen

### 2.6.3 Zusätzliche Vorgaben für die Anwendung von bestimmten Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln

Für organische Düngemittel<sup>12</sup> oder organisch-mineralische Düngemittel, Bodenhilfsstoffe<sup>8</sup>, Kultursubstrate<sup>25</sup> oder Pflanzenhilfsmittel<sup>29</sup> mit jeweils überwiegend organischen Bestandteilen einschließlich Wirtschaftsdünger<sup>37</sup> gelten folgende weitere Bestimmungen:

#### Gehaltsbestimmung

Die Anwendung dieser Stoffe darf nur erfolgen, wenn vor der Aufbringung ihre Gehalte an Gesamtstickstoff und Phosphor, im Fall von Gülle, Jauche, sonstigen flüssigen organischen Düngemitteln<sup>15</sup> oder Geflügelkot zusätzlich der Ammoniumstickstoff

- auf Grund vorgeschriebener Kennzeichnung dem Betrieb bekannt sind oder
- auf der Grundlage von Daten der nach Landesrecht zuständigen Stelle von dem Betrieb ermittelt worden sind oder
- auf der Grundlage wissenschaftlich anerkannter Messmethoden vom Betrieb oder in dessen Auftrag festgestellt worden sind.

Zu diesen Werten der Nährstoffgehalte sowie der angewandten Verfahren besteht **Aufzeichnungspflicht**. Für Kontrollen sind diese Unterlagen bereitzuhalten. Auf der Grundlage dieser Nährstoffgehalte kann dann die Ausbringungsmenge entsprechend der sachgerecht durchgeführten Düngebedarfsermittlung festgelegt werden.

#### Beachte:

Die so ermittelten oder bekannten tatsächlichen Gehalte sind jedoch für die Bewertung des Stickstoffs aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft für → die Stickstoff-Obergrenze für den Dungeinsatz im Betriebsdurchschnitt und → die Erstellung der Nährstoffvergleiche nicht heranzuziehen. Hier sind die Nährstoffausscheidungen des Tierbestandes zu Grunde zu legen.

#### Einarbeitungspflicht

Werden Gülle, Jauche und sonstige flüssige organische oder flüssige organisch-mineralische Düngemittel mit wesentlichen Gehalten<sup>36</sup> an verfügbarem Stickstoff oder Geflügelkot aufgebracht, sind diese Düngemittel **auf unbestelltem Ackerland unverzüglich einzuarbeiten**<sup>33</sup>. Die unverzügliche Einarbeitung dieser Dünger

ist für die Minimierung von Ammoniakemissionen und die Verminderung der Gefahr von Abschwemmungen schnellstmöglich, noch am Tag der Ausbringung, vorzunehmen.

Bei aus fachlicher Sicht ungünstiger – weil emissions- und damit verlustträchtigen – Witterung, ist die Einarbeitung mittels Gülle- oder parallelem Arbeitsverfahren anzustreben, um die Nährstoffverluste im Sinne der Verordnung so gering wie möglich zu halten. Bei Aufbringung am Abend kann bei emissionsarmer Witterung (regnerisches, kühles Wetter) die Einarbeitung am folgenden Morgen noch zulässig sein.

Zur Einarbeitung können alle Bodenbearbeitungsgeräte eingesetzt werden, mit denen eine ausreichende Einmischung in den Boden gewährleistet ist.

### N-Obergrenze für Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft

Mit **Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft**, auch in Mischungen, dürfen **nur bis zu 170 kg Gesamt-Stickstoff je Hektar und Jahr im Betriebsdurchschnitt** (landwirtschaftlich genutzten Flächen des Betriebes<sup>26</sup>) aufgebracht werden.

Die Berechnung der im Betrieb anfallenden Stickstoffmenge erfolgt grundsätzlich auf Grundlage der Ausscheidungswerte gemäß Anlage 5 DüV. Bei den vom Freistaat Sachsen hierzu herausgegebenen Richtwerten (siehe Anhang A 10) erfolgte die Zuordnung (Tiergruppen) unter Berücksichtigung der Struktur des Antrages Agrarförderung.

Für diese Berechnung sind für die Ermittlung der mit Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft aufgetragenen Stickstoffmengen die folgenden Mindestwerte bezogen auf die N-Ausscheidungen der Tiere (aus Anlage 6 der DüV – Tabelle 2.6.3/1) zu verwenden.

Der Stickstoffanfall während der Weidehaltung ist auch auf Grundlage der Ausscheidungen mit der Mindestanrechnung nach den oben aufgeführten Werten zu bewerten. Bei der Haltung anderer Tierarten oder bei besonderen Haltungs- oder Fütterungsverfahren können im Einzelfall andere Werte Verwendung finden, wenn der Betrieb der zuständigen Behörde nachweist, dass die aufgebrauchte N-Menge tatsächlich abweicht. Im Betrieb ausgebrachte Stickstoffmengen aus betriebsfremden Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft (z. B. durch Zukauf) sind einzubeziehen. Stickstoffmengen, die nachweislich mit Dung an andere Betriebe abgegeben werden, sind nicht in die Berechnung einzubeziehen. Bei Mischungen (z. B. Biogasreststoffe) sind für die Berechnung dieser N-Obergrenze nur die darin enthaltenen Stickstoffanteile aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft zu bewerten.

Um in besonders viehstarken Regionen den betrieblichen Verhältnissen Rechnung zu tragen, wurde dem Antrag von Deutschland auf eine Ausnahmegenehmigung zur N-Obergrenze von der EG-Kommission zugestimmt. Somit besteht für Rinderhaltungsbetriebe mit sehr intensiver Futtererzeugung auf Grünland die Möglichkeit, eine behördliche Ausnahmegenehmigung jährlich zu beantragen, wenn die N-Obergrenze von 170 kg/ha und Jahr nicht eingehalten werden kann.

Wenn alle Voraussetzungen vorliegen, kann genehmigt werden, dass für intensiv genutzte Grünlandflächen oder für Feldgras (mindestens 4 Nutzungen im Jahr, davon 3 Schnitte) im Durchschnitt dieser Flächen bis zu 230 kg N/ha und Jahr mit Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft ausgebracht werden dürfen, wenn der spezifische Nährstoffbedarf<sup>27</sup> vorliegt.

Eine solche Genehmigung kann nur im Ergebnis von Einzelfallprüfungen auf der Grundlage betriebspezifischer Angaben, wie z. B.

- Viehbestand, Haltungs- und Fütterungsverfahren, Dunglagerung, Nährstoffanfall
- Anbauplanung/Fruchtfolge
- Bodenhumusgehalte, Nährstoffgehalte der Böden, Mineralisation usw.
- Düngebedarf<sup>10</sup> der Kulturen und Flächen; schlagbezogener Düngeplan für den gesamten Betrieb usw. erteilt werden.

Die antragstellenden Betriebe müssen die notwendigen Unterlagen spätestens ab dem 1. Februar des jeweiligen Kalenderjahres vorweisen können. Des Weiteren sind mit der Genehmigung weitere Auflagen für die Landwirte wie z. B. Durchführung von N- und P-Bodenanalysen alle 4 Jahre und der Einsatz verlustmindernder Ausbringungstechnik verbunden.

Tabelle 2.6.3/1:  
Anzurechnende  
N-Mindestwerte  
gemäß Anlage 6  
DüV

Tierart	Anzurechnende Mindestwerte der N-Ausscheidungen der Tiere	
	Gülle	Festmist, Jauche, Tiefstall
Rinder	85 %	70 %
Schweine	70 %	65 %
Geflügel		60 %
andere (Pferde, Schafe)		55 %

## 2.6.4 Nährstoffvergleiche

Spätestens bis zum 31. März ist ein **jährlicher betrieblicher Nährstoffvergleich** gemäß der Anlage 7 der DüV (Anhang A 17 a, b, c) für Stickstoff und für Phosphor für das abgelaufene Düngejahr<sup>11</sup> als

- Flächenbilanz oder
- aggregierte Schlagbilanz auf der Grundlage von Nährstoffvergleichen für jeden Schlag<sup>30</sup> oder jede Bewirtschaftungseinheit<sup>4</sup>

zu erstellen und zu einem **jährlich fortgeschriebenen mehrjährigen Nährstoffvergleich** nach Anlage 8 der DüV (Anhang A 17 d, e) zusammenzufassen. Der mehrjährig zusammengefasste Vergleich umfasst bei Stickstoff mindestens die letzten drei und bei Phosphor mindestens die letzten sechs zurückliegenden Jahre.

Bei der Nährstoffbilanzierung kann es insbesondere bei Stickstoff unter bestimmten Voraussetzungen fachlich notwendig sein, unvermeidliche Überschüsse bzw. erforderliche Zuschläge (Abfuhr) zuzulassen. Deshalb dürfen beim Anbau von bestimmten Kulturen des Gemüse- und Gartenbaus für die Ermittlung der Ergebnisse des Stickstoffvergleichs die Werte nach Anlage 6 Zeile 12 bis 14 der DüV (Tabelle 4.1/2) **bezogen auf die letzte Kultur vor dem Winter** beim Anbau der dort genannten Kulturen berücksichtigt werden. Dies gilt jedoch nicht beim einmaligen Anbau einer Gemüsekultur innerhalb einer Fruchtfolge. Wenn zum Beispiel ein Ackerbaubetrieb innerhalb der Fruchtfolge einmalig Gemüse anbaut (z. B. Weißkohl), können diese Überschüsse nicht angesetzt werden.

Um weiteren Besonderheiten Rechnung zu tragen, wie

- bestimmten Betriebstypen
- Anwendung bestimmter Düngemittel<sup>12</sup>
- Anbau bestimmter Kulturen
- Erzeugung bestimmter Qualitäten
- Haltung bestimmter Tierarten, Nutzung bestimmter Haltungsformen
- nicht zu vertretende Ernteauffälle

können **im Einzelfall nach Vorgabe oder in Abstimmung** mit der zuständigen Stelle weitere unvermeidliche Überschüsse oder erforderliche Zuschläge berücksichtigt werden. Beim betrieblichen Nährstoffvergleich sind grundsätzlich alle landwirtschaftlich genutzten Flächen<sup>26</sup> des Betriebes, die im jeweiligen Düngejahr vom Betrieb bewirtschaftet worden sind, einzubeziehen (Ackerland, Grünland, obst-, garten- und weinbaulich genutzte Flächen, Hopfen- und Baumschulflächen).

Die Nährstoffbilanzierung kann für folgende **Flächen** entfallen:

- aus der Produktion genommene Flächen (z. B. Stilllegung), wenn im gesamten Düngejahr keine Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate oder Pflanzenhilfsstoffe zugeführt werden
- Flächen, auf denen im Düngejahr nur Zierpflanzen angebaut werden
- Baumschul-, Rebschul- und Baumobstflächen
- Dauerkulturflächen des Wein- und Obstbaus, die im Düngejahr nicht im Ertrag stehen
- Flächen mit ausschließlicher Weidehaltung bei einem jährlichen N-Anfall (N-Ausscheidungen der Weidetiere gemäß Anlage 5 der DüV – siehe Anhang A 10) aus Wirtschaftsdüngern<sup>37</sup> tierischer Herkunft von bis zu 100 kg N je Hektar und Jahr, **wenn keine zusätzliche N-Düngung erfolgt.**

Eine Befreiung von der Pflicht zur Erstellung von Nährstoffvergleichen besteht weiterhin für **Betriebe,**

- die auf keinem Schlag wesentliche Nährstoffmengen<sup>35</sup> an N oder P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/P mit Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen<sup>8</sup>, Kultursubstraten<sup>25</sup>, Pflanzenhilfsmitteln<sup>29</sup> und auch keine Abfälle zur Beseitigung nach § 27 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes aufbringen,

oder für **Betriebe,**

- die abzüglich der oben genannten Flächen weniger als 10 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche bewirtschaften und
  - höchstens bis zu 1 ha Gemüse, Hopfen oder Erdbeeren anbauen und
  - einen jährlichen Nährstoffanfall aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft von nicht mehr als 500 kg Stickstoff (N-Ausscheidungen gemäß Anlage 5 DüV – Anhang A 10) je Betrieb aufweisen.

Unabhängig von diesen eingeräumten Befreiungen ist jedoch allen landwirtschaftlichen Betrieben zu empfehlen, jährlich eine sachgerechte Nährstoffbilanzierung vorzunehmen. Zu den Ausgangsdaten und Ergebnissen der Nährstoffvergleiche besteht **Aufzeichnungspflicht.** Für Kontrollen sind diese Unterlagen bereitzuhalten. Auf Anforderung müssen die Nährstoffvergleiche einschließlich der mehrjährigen Zusammenfassung der Kontrollbehörde vorgelegt werden.

### 2.6.5 Bewertung des betrieblichen Nährstoffvergleiches

Mit der novellierten Düngeverordnung wurde erstmalig eine Bewertung der betrieblichen Nährstoffsalden eingeführt. Anhand der Bewertung der Mittelwerte aus den 3- bzw. 6-jährigen betrieblichen Salden für N bzw.  $P_2O_5/P$  ist abzuleiten, ob bei den Düngemaßnahmen der Aufbringungszeitpunkt und die Aufbringemenge so gewählt wurde, dass verfügbare oder verfügbar werdende Nährstoffe den Pflanzen weitestmöglich zeitgerecht in einer dem Nährstoffbedarf<sup>27</sup> der Pflanzen entsprechenden Menge zur Verfügung standen. Die Ergebnisse der fortgeschriebenen, mittelfristigen Nährstoffbilanzierung stellen somit eine »Erfolgskontrolle« des Düngemiteleinsatzes, insbesondere der Düngedarfsermittlung dar.

Bei Stickstoff soll der betriebliche Nährstoffüberschuss im Durchschnitt der letzten drei Düngejahre<sup>11</sup> folgende Werte nicht überschreiten:

- bis 2008 90 kg N/ha und Jahr
- 2009 80 kg N/ha und Jahr
- 2010 70 kg N/ha und Jahr
- ab 2011 60 kg N/ha und Jahr

Bei Phosphor gilt ein Überschuss von bis zu 20 kg/ha  $P_2O_5$  (8,8 kg/ha P) und Jahr im Durchschnitt der letzten sechs Düngejahre als zulässig. Dieser  $P_2O_5/P$ -Überschuss kann auch überschritten werden, wenn sich im Durchschnitt aller Schläge des Betriebes über 1 ha (gewogenes Mittel) aus den Bodenuntersuchungsergebnissen weniger als

- 20 mg  $P_2O_5$  bzw. 8,8 mg P/100 g Boden (Calcium-Acetat-Lactat-Extraktionsverfahren – CAL) oder
- 25 mg  $P_2O_5$  bzw. 11 mg P/100 g Boden (Doppel-Lactat-Verfahren – DL) oder
- 3,6 mg P/100 g Boden (Elektro-Ultrafiltrationsverfahren – EUF)

ergibt. Damit ist gewährleistet, dass Böden mit geringem Phosphorgehalt (Unterversorgung) entsprechend aufgedüngt werden können mit dem Ziel der Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit.

### 2.6.6 Aufzeichnungen

Bis spätestens zum 31. März sind für das jeweils abgelaufene Düngjahr<sup>11</sup> aufzuzeichnen:

- die ermittelten, im Boden verfügbaren Nährstoffmengen (N und  $P_2O_5/P$ ) und die zu ihrer Ermittlung angewendeten Verfahren

- die Werte der Nährstoffgehalte von organischen oder organisch-mineralischen Stoffen einschließlich Wirtschaftsdünger<sup>37</sup> und die zu ihrer Ermittlung angewendeten Verfahren (siehe Abschnitt 2.6.3)
- die Ausgangsdaten und Ergebnisse der Nährstoffvergleiche in einer den Anlagen 7 und 8 der DüV (Anhang A 17) entsprechenden Form

Betriebe und Flächen, die nicht der Verpflichtung zur Erstellung von Nährstoffvergleichen unterliegen (siehe Abschnitt 2.6.4), sind von diesen Aufzeichnungspflichten befreit.

Wenn im Betrieb Düngemittel<sup>12</sup>, Bodenhilfsstoffe<sup>8</sup>, Kultursubstrate<sup>25</sup> oder Pflanzenhilfsmittel<sup>29</sup>, die unter Verwendung von **Fleischmehlen, Knochenmehlen oder Fleischknochenmehlen** hergestellt wurden, landwirtschaftlich genutzten Flächen<sup>26</sup> zugeführt werden, sind ferner **innerhalb eines Monats nach der jeweiligen Düngungsmaßnahme aufzuzeichnen:**

- der Schlag<sup>30</sup>, 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
- bei Düngemitteln die Typenbezeichnung gemäß der Kennzeichnung nach der Düngemittelverordnung

Alle nach Düngeverordnung vorgeschriebenen Aufzeichnungen sind sieben Jahre nach Ablauf des Düngjahres aufzubewahren. Die nach der (alten) Düngeverordnung bis 2005 zu erstellenden Aufzeichnungen sind weiterhin für mindestens neun Jahre aufzubewahren. Die Aufzeichnungen sind bei Kontrollen bzw. nach Aufforderung vorzulegen.

Diese aufgeführten Aufzeichnungs- und Aufbewahrungspflichten stellen Mindestanforderungen nach der Düngeverordnung dar. Es ist jedoch allen Betrieben zu empfehlen, für alle Flächen schlagbezogene Aufzeichnungen zu allen acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen (z. B. Schlagkartei) zu führen, da diese unentbehrlich für die optimale Gestaltung der Verfahren der pflanzlichen Erzeugung und Bodenbewirtschaftung und damit auch für ein sachgerechtes Düngemanagement sind.

### 2.6.7 Weitere Anwendungsbeschränkungen und Anwendungsverbote

Zur Vermeidung von stofflichen Risiken, die bei der Anwendung von bestimmten Stoffen entstehen können, wurden weitere Beschränkungen und Verbote in die Düngeverordnung aufgenommen:

- Düngemittel<sup>12</sup> außer Wirtschaftsdünger<sup>37</sup> dürfen nur angewendet werden, wenn sie einem durch die Düngemittelverordnung oder durch die VO (EG) 2003/2004 zugelassenen Typ (EG-Düngemittel) entsprechen.
- Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoffe<sup>8</sup>, Kultursubstrate<sup>25</sup> und Pflanzenhilfsmittel<sup>29</sup> dürfen nur angewendet werden, wenn sie den Bestimmungen der Düngemittelverordnung hinsichtlich der Zusammensetzung und sachgerechter Angabe der Inhaltsstoffe entsprechen. Ausgenommen hiervon sind Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel, die ausschließlich aus im eigenen Betrieb angefallenen Stoffen erzeugt wurden.
- Wenn zur Herstellung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln **Knochenmehl, Fleischknochenmehl oder Fleischmehl** verwendet wurde,
  - ist deren Anwendung auf landwirtschaftlich genutztem Grünland und zur Kopfdüngung im Gemüse- oder Feldfutterbau verboten,
  - sind bei Aufbringung auf sonstigen landwirtschaftlich genutzten Flächen<sup>26</sup> diese **sofort** einzuarbeiten.
- Wenn zur Herstellung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln **Kieselgur** verwendet wurde,
  - ist die Anwendung außerhalb landwirtschaftlich genutzter Flächen verboten,
  - ist die Anwendung verboten, wenn diese Stoffe trocken (TS > 15 %) sind,
  - ist deren Anwendung auf bestellttem Ackerland, Grünland, im Feldfutterbau sowie auf Flächen, die für den Gemüse- oder bodennahen Obstbau vorgesehen sind, verboten,
  - sind bei Aufbringung auf sonstigen landwirtschaftlich genutzten Flächen diese **sofort** einzuarbeiten.
- Düngemittel mit der Kennzeichnung »zur Düngung<sup>13</sup> von Rasen« oder »zur Düngung von Zierpflanzen« dürfen nur zur Düngung dieser Kulturen verwendet werden.

→ Ab dem 4. Dezember 2007 ist die Anwendung von Düngemitteln (Ausnahme: »EG-Düngemittel«), Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln, welche die Schadstoff-Grenzwerte der Düngemittelverordnung überschreiten, verboten. Ausgenommen sind hiervon Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel, die ausschließlich aus Stoffen, die im eigenen Betrieb angefallen sind, erzeugt wurden.

### 2.6.8 Genehmigungen durch die Behörden

Um besonderen spezifischen Bedingungen Rechnung zu tragen, ist bei einigen Bestimmungen die Möglichkeit eingeräumt, dass von den zuständigen Behörden unter bestimmten Voraussetzungen Ausnahmen zugelassen werden können. Dies betrifft z. B. die Bestimmungen

- zur Verwendung von Werten bei der Mindestanrechnung des Stickstoffs aus Wirtschaftsdüngern<sup>37</sup> tierischer Herkunft,
  - zur Anrechnung unvermeidlicher Nährstoffüberschüsse bei den Nährstoffvergleichen und
  - zu Anwendungsbeschränkungen und -verboten.
- Ausnahmen sind jedoch grundsätzlich nur in ausreichend begründeten Einzelfällen möglich und können nur unter Beachtung der Einhaltung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen erteilt werden. Die Behörden haben dabei zu berücksichtigen, dass
- die Fruchtbarkeit des Bodens,
  - die Gesundheit von Menschen und Tieren,
  - der Naturhaushalt, insbesondere die Gewässerqualität
- nicht gefährdet wird und andere öffentlich-rechtliche Vorschriften nicht entgegenstehen.

### 2.6.9 Ordnungswidrigkeiten

Wenn vorsätzlich oder fahrlässig bestimmten Vorgaben der Düngeverordnung zuwider gehandelt wird, liegt eine Ordnungswidrigkeit vor (§ 10 DüV – Anhang A 25).

# 3 Düngedbedarfsermittlung und Düngung

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 dann gewährleistet, wenn

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

durch Düngung<sup>18</sup> ersetzt werden. Wichtige physiologische Wirkungen der Pflanzennährstoffe sowie entsprechende Nährstoffmangelsymptome sind dem Anhang A 18 zu entnehmen.

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.« An Hand der Minimumtonne (Abbildung 3/1) lässt sich das Gesetz eindrucksvoll illustrieren.

Nährstoffe fördern Wachstum und Qualität der Pflanzen bis zu einem biologischen Optimum, dann fällt der Ertrag auf Grund eines unharmonischen Nährstoffverhältnisses oder auf Grund zunehmender Lagerneigung bei Getreide bzw. eines zunehmenden Befalls von Krankheiten ab. Der biologisch mögliche Höchstertrag ist nicht identisch mit dem wirtschaftlichen Optimum, da der optimale Aufwand für den Landwirt durch die Kosten für die Düngung begrenzt wird. Diese wirtschaftliche Begrenzung wird dann erreicht, wenn die Kosten für die letzte Einheit des Düngeraufwandes durch den Zuwachs gerade noch abgedeckt sind.

Die Düngung hat wie andere ackerbauliche Maßnahmen auch eine Umweltwirkung. So können im Sickerwasser gelöste Nährstoffe in tiefere Bodenschichten oder in Oberflächengewässer verlagert werden. 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 mineralisiertem 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.

## 3.1 Stickstoff

### 3.1.1 Ackerkulturen

#### 3.1.1.1 Grundprinzip der N-Bedarfsermittlung

Stickstoff gilt als wichtigster Nährstoff, da er wesentlicher Baustein für die Eiweißstoffe der Pflanze ist. Deshalb ist die exakte Ermittlung des optimalen Düngedbedarfes<sup>10</sup> besonders wichtig. Während bei zu niedrigem N-Einsatz das mögliche Ertragspotenzial nicht ausgeschöpft wird, kann zu hohe N-Düngung nicht nur zu Mindererträgen, Qualitätseinbußen und ökonomischen Verlusten, sondern auch zu Umweltbelastungen führen (Abbildung 3.1.1.1/1).

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 Höchstertrages zwar noch einen leichten Ertragsan-

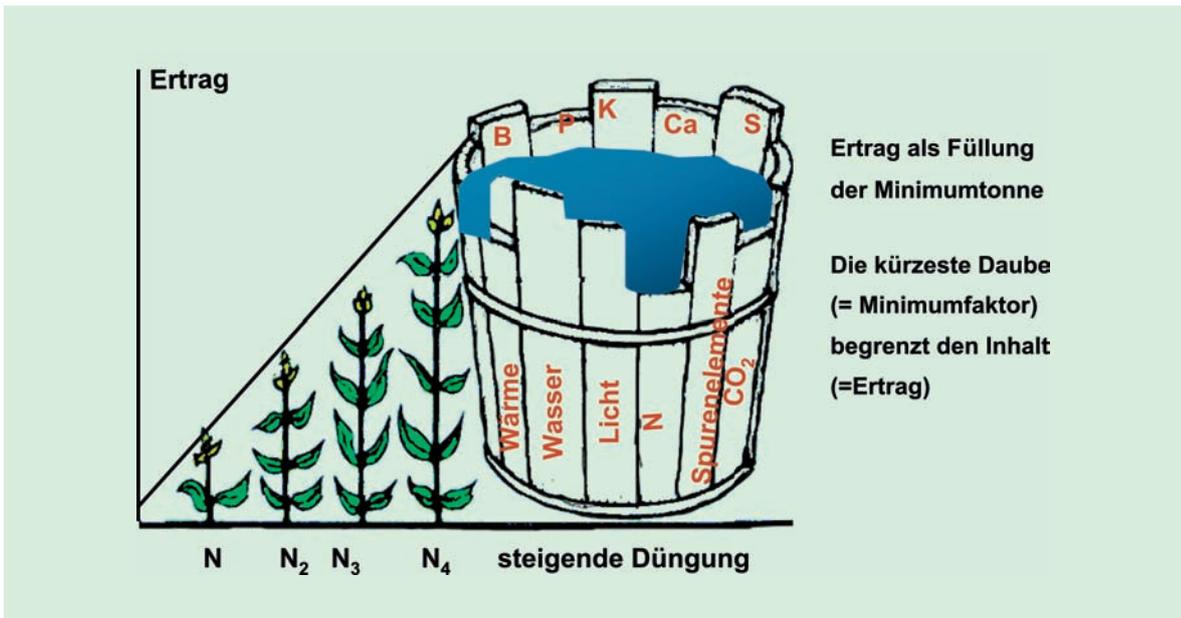


Abbildung 3/1: Gesetz vom Minimum (nach Justus von Liebig)

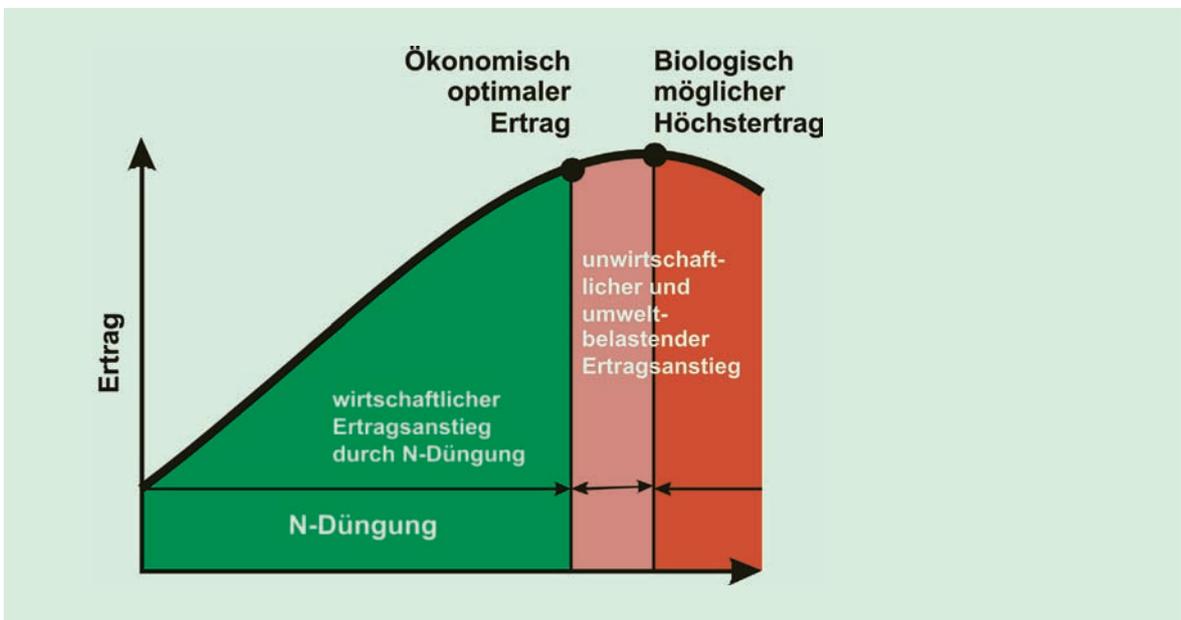


Abbildung 3.1.1.1/1: Zusammenhang zwischen N-Düngung und Ertrag

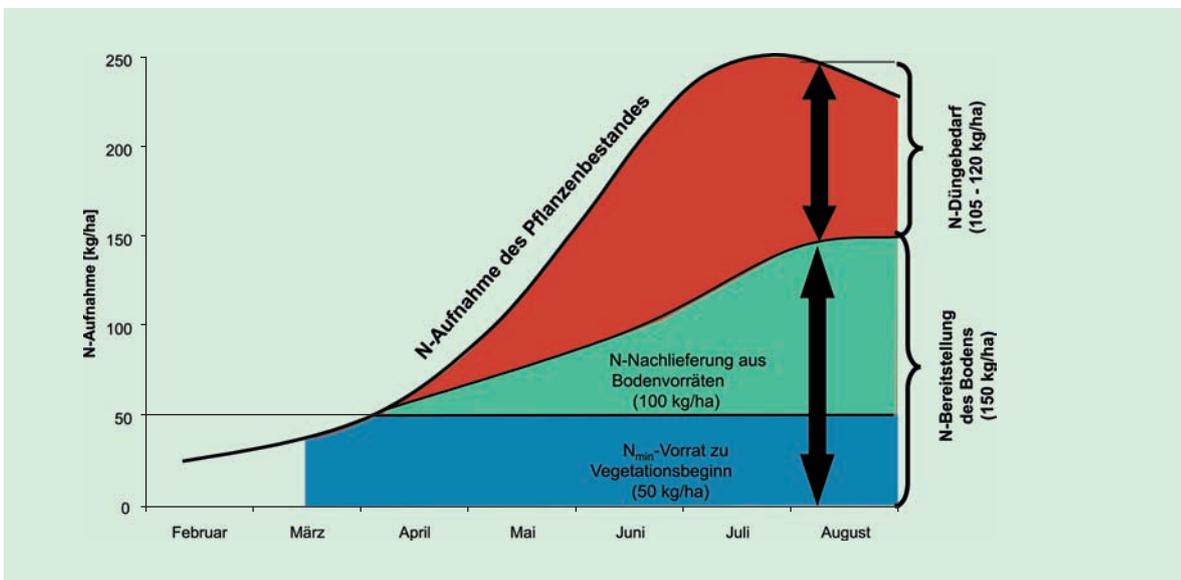


Abbildung 3.1.1.1/2: Modell der N-Aufnahme, der N-Bereitstellung des Bodens und des N-Düngebedarfes bei Winterweizen (Ertrag: 80 bis 100 dt/ha Weizen)

Tabelle 3.1.1.1/1:  
Wichtige Einflussfaktoren auf den  $N_{\min}$ -Gehalt im Frühjahr

Witterung	Boden	Bewirtschaftung
→ Niederschlag	→ Bodenart	→ Fruchtfolge
→ Sickerwasser	→ Speichervermögen	→ organische Düngung
→ Temperatur	→ Tiefgründigkeit	→ Bodenbearbeitung
	→ Gesamter N-Vorrat	→ angebaute Fruchtart

↓ ↓ ↓  
 **$N_{\min}$ -Gehalt im Frühjahr**

stieg, dieser ist aber nicht wirtschaftlich, da der Mehrertrag die Düngungskosten nicht abdeckt.

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. Das Modell in Abbildung 3.1.1.1/2 illustriert diese Zusammenhänge.

**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<sup>12</sup>.

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 (Tabelle 3.1.1.1/1). 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.

Auf Grund 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.

Abbildung 3.1.1.1/3:  
Berechnung des N-Düngebedarfes

<b>N-Düngebedarf der Fruchtart</b>	
	ergibt sich aus
	<b>Nährstoffbedarf der Fruchtart in Abhängigkeit von der zu erwartenden Ertragshöhe und Qualität</b>
<b>minus</b>	<b><math>N_{\min}</math>-Vorrat zu Vegetationsbeginn</b>
<b>minus</b>	<b>N-Nachlieferung während der Vegetationszeit in Abhängigkeit von Standortbedingungen, Vorfrucht und Bewirtschaftung</b>
<b>minus</b>	<b>anrechenbare N-Bereitstellung aus organischen Düngergaben zur Fruchtart</b>
<b>plus/minus</b>	<b>Bestandessituation und Bewässerung</b>

Fruchtarten mit einer langen Vegetationsdauer in den warmen Sommermonaten, wie Mais und Zuckerrüben, können 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 ist in reinen Marktfruchtbetrieben die Wirkung der mineralischen Düngung deutlich höher.

Das Grundprinzip der N-Düngebedarfsermittlung besteht darin, dass vom Nährstoffbedarf<sup>27</sup> der angebauten Fruchtart das Angebot aus dem Boden abgezogen wird. Mit Zu- und Abschlägen können darüber hinaus die Standortbedingungen, die Vorfrucht, die Bewässerung und die Bestandessituation berücksichtigt werden (Abbildung 3.1.1.1/3). Das Ergebnis stellt den N-Düngungsbedarf dar.

### 3.1.1.2 Methoden der N-Bedarfsermittlung

Zur Ermittlung des N-Düngebedarfes<sup>10</sup> wurden in den letzten Jahrzehnten verschiedene Verfahren entwickelt, mit denen auch regionale Besonderheiten berücksichtigt werden können. Dabei sind Düngungsversuche zur Eichung der Empfehlungen von zentraler Bedeutung. Im Einzelnen besitzen nachstehende Methoden praktische Relevanz:

- langjährige Erfahrungswerte, Empfehlungstabellen und Schätzverfahren
- Bodenuntersuchungsverfahren
- Computerprogramme unter Nutzung von Bodenuntersuchungen
- Pflanzenanalysen
- Simulationsprogramme

Empfehlungstabellen, Erfahrungswerte und Faustzahlen beruhen auf langjährigen Versuchsergebnissen. Sie stellen durchaus eine solide Basis der Düngungsberatung dar. Nachteilig sind die »starr« Empfehlungen, da eine Anpassung an aktuelle Bedingungen mit verändertem Düngebedarf nicht erfolgt.

Eine wesentliche Verbesserung der N-Bedarfsprognose ermöglicht die  $N_{\min}$ -Methode. Im gemessenen  $N_{\min}$ -Gehalt (Summe aus Nitrat-N und Ammonium-N) zu Vegetationsbeginn widerspiegeln sich die Einflüsse der vorangegangenen Bewirtschaftung und der Witterungsbedingungen auf den N-Haushalt des Bodens. Die Höhe der N-Düngung nach dem  $N_{\min}$ -Verfahren ergibt sich durch Abzug des  $N_{\min}$ -Gehaltes vom fruchtartabhängigen N-Sollwert.

In den letzten Jahrzehnten wurden in mehreren Bundesländern von den zuständigen Einrichtungen Computerprogramme zur Düngeberatung entwickelt. Trotz gewisser Unterschiede im Aufbau und der berücksichtigten Einflussfaktoren spielt in den meisten Programmen die Bewertung des  $N_{\min}$ -Gehaltes eine zentrale Rolle.

Eine weitere Methode zur Abschätzung des N-Düngebedarfes, insbesondere von Wintergetreide in der Zeit vom Schossen bis zur Blüte, sind Pflanzenanalyseverfahren. Ihre Anwendung ermöglicht eine Anpassung der N-Düngung an die jeweilig herrschenden Bedingungen während der Vegetation. Dadurch wird die  $N_{\min}$ -Methode sinnvoll ergänzt. Die Pflanzenanalyse informiert exakt über den aktuellen N-Versorgungszustand des Pflanzenbestandes.

Durch mehrmalige Analysen wird die Verwertung des  $N_{\min}$ -Vorrates, der bisherigen N-Gaben und der schwer abschätzbaren N-Nachlieferung bis zum Messtermin erfasst. Auch unterschiedliche Wachstumsbedingungen wirken sich auf das Ergebnis der Pflanzenanalyse aus und können so bei der N-Düngung berücksichtigt werden. Allerdings ersetzen Pflanzenanalyseverfahren nicht die Bestimmung des verfügbaren Stickstoffs im Boden. 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.

#### → Nitrat-Schnelltest mit Teststäbchen oder Nitra-check

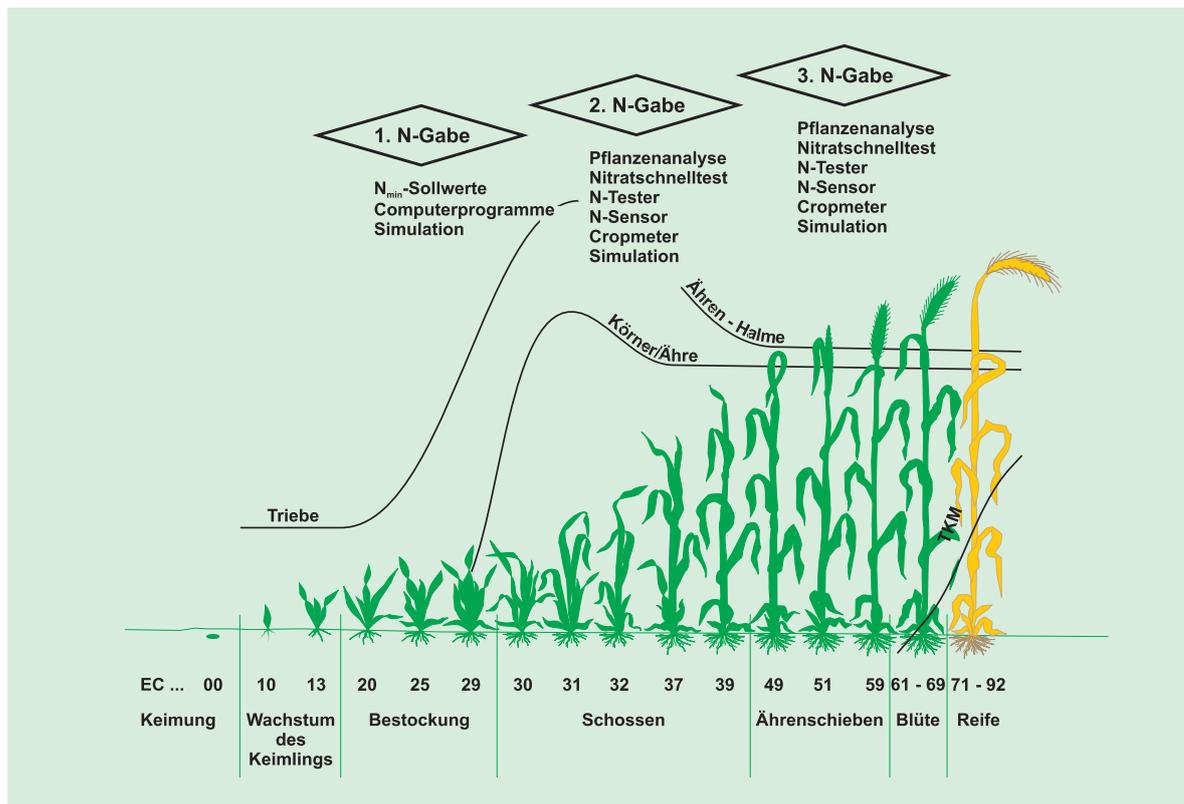
Dieser einfach zu handhabende und preiswerte Test kann unmittelbar vor der geplanten Düngung<sup>13</sup> im Zeitraum Schossen bis Blüte des Getreides vom Landwirt in eigener Regie durchgeführt werden (Anhang A 20).

#### → N-Tester

Mit dem N-Tester 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

Abbildung 3.1.1.2/1:  
Verfahren der  
N-Düngebedarfs-  
ermittlung bei  
Wintergetreide



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 3.1.1.2/1.

**Auf Grund der vielfältigen Faktoren, die Einfluss auf die bedarfsgerechte Düngermenge nehmen, wurde von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft ein entsprechendes Beratungsprogramm (BEFU) entwickelt. Für die wichtigsten Fruchtarten einschließlich Gemüse wird unter Berücksichtigung der erforderlichen Daten der Landwirt umfassend im Hinblick auf Zeitpunkt und Menge der zu verabreichenden Dünger beraten. Darüber hinaus ermöglicht BEFU die Ermittlung der Nährstoffvergleiche gemäß Düngeverordnung (Flächenbilanz Betrieb und Schlagbilanz).**

**BEFU kann von allen sächsischen Betrieben genutzt werden, wobei die jeweils aktuelle Version aus dem Internet unter folgendem Link [www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/befu](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/befu) heruntergeladen werden kann. Darüber hinaus bieten Berater und Labore die Düngebedarfsermittlung nach BEFU als Dienstleistung an.**

### 3.1.1.3 Richtwerte für die N-Düngung im Frühjahr

Neben der Nutzung von BEFU können auch Richtwerte zur Düngebedarfsermittlung herangezogen werden. Die nachfolgenden Ausführungen richten sich vor allem an Betriebe mit einer geringen Flächenausstattung, die eine einfache N-Düngebedarfsermittlung ohne  $N_{\min}$ -Untersuchung und ohne Anwendung des computergestützten Beratungsprogrammes BEFU bevorzugen. Die in der Tabelle 3.1.1.3/1 aufgelisteten Richtwerte stellen eine Hilfestellung für eine einfache Düngebedarfsermittlung der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturen dar. Darüber hinaus kann das zuständige Amt für Landwirtschaft bzw. Amt für Landwirtschaft und Gartenbau zu allen Fragen der Düngung<sup>19</sup> konsultiert werden.

Es ist zu beachten, dass diese Richtwerte ausschließlich für eine mittlere Bodengüte, einen mittleren  $N_{\min}$ -Vorrat im Boden und das angegebene Ertragsniveau gelten. Unter Beachtung des Aktuellen Pflanzenbauates für Sachsen (siehe Bauernzeitung oder Internet) sind jahresbedingte Abweichungen von den

Tabelle 3.1.1.3/1:  
Richtwerte für die  
N-Düngung wich-  
tiger Fruchtarten  
(bei mittlerer Boden-  
güte und mittlerem  
N<sub>min</sub>-Vorrat<sup>2)</sup> im  
Boden)

Fruchtart <sup>1)</sup>	Ertragsniveau [dt/ha]	N-Menge [kg/ha]		
		1. N-Gabe	2. N-Gabe	3. N-Gabe
für die Bedarfsermittlung der 2. und 3. N-Gabe sollten Schnelltestverfahren genutzt werden				
Winterweizen	70	40 – 70	30 – 70	30 – 70
Wintergerste	65	30 – 70	30 – 70	
Winterroggen	55	40 – 70	30 – 70	
Triticale	65	40 – 70	30 – 70	

Fruchtart <sup>1)</sup>	Ertragsniveau [dt/ha]	N-Gesamtmenge [kg/ha]	empfohlene Teilung in 1. und 2. bzw. 3. N-Gabe [%]
Braugerste	50	30 – 60	–
Sommerfuttergerste	50	60 – 100	60   40 %
Hafer	55	60 – 100	60   40 %
Winterraps	35	120 – 180	60   40 %
Sommerraps	25	100 – 140	60   40 %
Sonnenblumen	20	40 – 80	–
Öllein	20	40 – 80	–
Zuckerrüben	550	60 – 120	
Kartoffeln früh	250	100 – 140	bei Gaben über 100 kg/ha ist eine Teilung der N-Gaben zweckmäßig
Kartoffeln spät	350	80 – 120	
Silomais	450	80 – 140	
Körnermais	90	80 – 140	
Ackerbohnen	35	0 – 40	–
Erbsen	35	0	–
Lupinen	25	0	–
Rotklee	450	0	–
Luzerne	450	0	–
Feldgras	550	200 – 250	40   30   30 %
Kleegras	500	100 – 150	40   30   30 % bei etwa 50 % Kleeanteil
Luzernegras	500	50 – 100	50   30   20 % bei etwa 50 % Luzerneanteil
Wiesen	350	60 – 120	40   30   30 % je nach Nutzungshäufigkeit
Weiden	350	40 – 100	je nach Weidesystem

1) Zur N-Düngung von hier nicht aufgeführten Fruchtarten gibt das zuständige Amt für Landwirtschaft Auskunft.

2) mittlerer N<sub>min</sub>-Vorrat in der Schicht 0 bis 60 cm: S, SI, IS: 30 – 45 kg/ha

SL, sL: 40 – 55 kg/ha

L, IT, T: 55 – 70 kg/ha

Tabelle 3.1.1.3/2:  
Pflanzennutzbare  
Stickstoff-Nachlie-  
ferung aus Ernte-  
resten der Vor-  
frucht (Hauptfrucht  
des Vorjahres)

Vorfrucht	N-Nachlieferung [kg/ha]
Getreide, Kartoffeln, Lein, Sonnenblumen, Silomais	0
Körnermais, Raps, einjähriges Weidelgras, Rotationsbrache ohne Leguminosen	10
Rübsen, Senf, Futterrübe (Blatt verblieben), Feldgras und mehrjähriges Weidelgras	20
Körnerleguminosen, Zuckerrübe (Blatt verblieben), Luzerne, Klee, Klee gras, Rotationsbrache mit Leguminosen, Gemüse	30
mehrfährig begrünzte Flächen (Wechselgrünland, Dauerbrache)	40

Tabelle 3.1.1.3/3:  
Pflanzennutzbare  
Stickstoff-Nach-  
lieferung aus  
Zwischenfrüchten  
sowie aus organi-  
schen oder minera-  
lischen Stickstoff-  
gaben nach der  
Hauptfruchternte  
des Vorjahres

Bewirtschaftung	Stickstoff-Nachlieferung [kg N/ha]		
	keine N-Düngung	Mineral- oder Gülldüngung	Festmist, sonstiger organischer Dünger
<b>ohne Zwischenfrucht</b>			
Herbstdüngung zur Winterung	0	20	30
Stickstoffgabe zur Strohhotte	0	20	20
<b>mit Zwischenfrucht Nichtleguminosen</b>			
abgefahren	0	10	20
Einarbeitung im Herbst	10	20	30
Einarbeitung im Frühjahr	20	30	40
<b>mit Zwischenfrucht Leguminosen</b>			
abgefahren	20	(20)	(20)
Einarbeitung im Herbst	30	(30)	(30)
Einarbeitung im Frühjahr	40	(40)	(40)

mittleren  $N_{\min}$ -Gehalten entsprechend zu berücksichtigen. So ist die N-Düngung in Jahren mit hohen  $N_{\min}$ -Werten zu reduzieren und bei geringem N-Vorrat des Bodens zu erhöhen.

Weiterhin ist zu beachten, dass die empfohlenen N-Düngemengen dem angegebenen Ertragsniveau entsprechen und bei Abweichungen zu korrigieren sind. Bei höheren Erträgen sind Zuschläge und bei geringeren Abschläge sinnvoll.

Darüber hinaus sind die in den Tabellen 3.1.1.3/2 und 3.1.1.3/3 aufgeführten Werte für die N-Nachlieferung während der Vegetationszeit bei der N-Düngebedarfsermittlung als Abschläge heranzuziehen. Sie erfassen die N-Nachlieferung in Abhängigkeit von der Vorfrucht und der Bewirtschaftung. Durch die Berücksichtigung dieser Werte für die N-Nachlieferung ist eine bessere Anpassung der N-Düngung an die konkreten Bedingungen des jeweiligen Schlages<sup>30</sup> möglich.

Für die N-Nachlieferung aus Ernteresten der Vorfrucht (Tabelle 3.1.1.3/2) und aus Zwischenfrüchten sowie aus organischer und mineralischer Düngung nach der Hauptfruchternte des Vorjahres (Tabelle 3.1.1.3/3) werden in der Summe höchstens 40 kg N/ha angerechnet.

### 3.1.1.4 Hinweise zur N-Herbstdüngung

Entsprechend der Düngeverordnung hat der Einsatz von Düngemitteln<sup>12</sup> 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 zum Teil vollständig aus dem Wurzelraum der Pflanzen ausgetragen wird. Das kommt besonders häufig nach dem Einsatz von flüssigen organischen Düngemitteln<sup>15</sup> mit einem erheblichen Anteil an löslichem Ammonium-Stickstoff vor. Bei der Ausbringung der Düngemittel sind der aktuelle Stickstoffbedarf der zu düngenden Kultur und die Düngewirksamkeit der aufgeführten Stoffe zu berücksichtigen.

Allgemein gültige Aussagen zum aktuellen Düngebedarf<sup>10</sup> an Stickstoff im Herbst sind nicht möglich, da dieser von den jeweiligen Standort- und Witterungsbedingungen bestimmt wird und demzufolge beträchtlich schwanken kann. Einen Anhaltspunkt für den

Düngebedarf 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 – 50 kg N/ha
- Winterroggen, Triticale 30 – 50 kg N/ha
- Winterweizen 10 – 30 kg N/ha
- Winterraps 50 – 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-Düngebedarfes sind neben den 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)
- intensiver, die N-Mineralisierung fördernder 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 Mangelerscheinungen 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 Strohmenen (1 dt Stroh bindet etwa 0,5 bis 1 kg N für die Strohrotte)
- 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 Düngebedarf. Eine Ausgleichsdüngung zu auf dem Feld verbliebenem Getreidestroh mit mineralischen N-Düngemitteln oder mit Gülle, Jauche und sonstigen flüssigen organisch sowie flüssigen organisch-mineralischen Düngemitteln oder Geflügelkot sollte nur dann erfolgen, wenn Fruchtarten mit N-Düngebedarf wie Winterraps, Wintergerste oder Winterzwischenfrüchte oder Feldgras angebaut werden. Die genannten organischen Düngemittel sind auf unbestelltem Ackerland zur Verminderung von Ammoniakverlusten unverzüglich in den Boden einzuarbeiten<sup>83</sup>.

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.

### 3.1.2 Grünland

Die Grünlanddüngung sollte nicht auf Höchsterträge, sondern auf einen an den Standort- und die Nutzung angepassten Ertrag und Futterqualität ausgerichtet sein. Die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium sind für leistungsfähige Pflanzenbestände und eine angemessene Futterqualität von großer Bedeutung. Sie fördern die Narbendichte, die gewünschte Bestandszusammensetzung sowie den Ertrag und bestimmen den Gehalt an Mineralstoffen in den Aufwüchsen.

Für eine fachgerecht durchgeführte Grünlanddüngung sind

- die Anpassung von Düngung<sup>13</sup> und Nutzungshäufigkeit an die jeweiligen Standortverhältnisse sowie
- die Abstimmung von Düngung und Nutzungshäufigkeit aufeinander

unbedingt erforderlich. Nur dadurch stellt sich zwischen den Pflanzenarten im Bestand ein Gleichgewicht ein. Unerwünschte Bestandsentwicklungen, Nährstoffver-

Tabelle 3.1.2/1:  
Prinzip der N-  
Düngebedarfs-  
ermittlung  
für Grünland

<b>N-Düngebedarf auf Grünland</b>
ergibt sich aus
<b>N-Entzug in Abhängigkeit vom zu erwartenden Ertrag</b> (Anhang A 3a, b)
<b>minus N-Nachlieferung während der Vegetationszeit durch den Standort (Boden und Leguminosen)</b> (Tab. 3.1.2./2)
<b>minus mit organischen Düngern ausgebrachte</b> (Anhang A 11 oder A 12, Tab. 3.1.2/3) <b>und durch Beweidung anrechenbare</b> (Anhang A 10, Tab. 3.1.2/3) <b>N-Mengen</b>

armung der Böden und Umweltbelastungen durch Überdüngung werden so vermieden.

Über die wirtschaftseigenen Dünger, insbesondere Gülle, ist jährlich ein mehrmaliger Nährstoffrückfluss auf die Grasnarbe möglich. Über Milch und Fleisch

verlassen, mit Ausnahme von Stickstoff, nur etwa 10 % der von den Tieren aufgenommenen Nährstoffmengen den Betrieb, 90 % verbleiben im innerbetrieblichen Kreislauf. Für die Düngebedarfsermittlung werden aus Versuchen ermittelte Durchschnittswerte der Nährstoffabfuhr bei unterschiedlichen Nutzungsintensitäten sowie mittlere anrechenbare Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern<sup>37</sup> verwendet.

Im Grünland stellt der durch die Leguminosen symbiotisch gebundene Stickstoff die wichtigste natürliche Quelle bei der Stickstofflieferung des Standortes dar. Organische und mineralische Stickstoffdünger müssen gezielt eingesetzt werden, denn ihr Einfluss auf Ertrag, Qualität, Gesundheit, Umwelt und Betriebserfolg ist erheblich.

Das Grundprinzip der N-Düngebedarfsermittlung auf Grünland besteht darin, dass vom ertragsabhängigen Stickstoffbedarf die standortabhängige Stickstoffnachlieferung (Angebot aus dem Boden und N-Bindung durch die Leguminosen) abgezogen wird. Das Ergebnis stellt den N-Düngungsbedarf dar (Tabelle 3.1.2/1). Die

Tabelle 3.1.2/2:  
N-Nachlieferung  
durch Standort und  
Leguminosen auf  
Grünland

Nutzungs- häufigkeit	Nettoertrag <sup>1)</sup>		Stickstoffnachlieferung Mineralböden <sup>2)</sup> und Leguminosen <sup>3)</sup>	
	[dt TM/ha]	[dt FM/ha]	< 10 % Leguminosen <sup>4)</sup>	> 10 % Leguminosen
			[kg N/ha]	[kg N/ha]
eine Nutzung	40	200	15	15
zwei Nutzungen	55	275	25	30
drei Nutzungen	75	375	30	40
vier Nutzungen	90	450	35	50
fünf Nutzungen	110	550	40	60
> fünf Nutzungen	120	600	40	60

1) Nettoertrag = Bruttoertrag abzüglich auf der Fläche verbleibender Werbungsverluste  
2) weniger als 8 % Humus bzw. 0,5 % Gesamt-N (in 0 – 10 cm)  
3) bei anmoorigen bzw. moorigen Böden ist eine Standortlieferung von zusätzlich 30 bzw. 50 kg N/ha anzusetzen  
4) Regelfall bei konventioneller Bewirtschaftung

Tabelle 3.1.2/3:  
Mittlere pflanzen-  
bauliche N-Wirk-  
samkeit von Wirt-  
schaftsdüngern  
(Rinder) und beim  
Weidegang

Nährstoffzufuhr <sup>28)</sup> durch	Mittlere pflanzenbauliche N-Wirksamkeit für N bei einer Anwendung [%]	
	bis 5 Jahre <sup>1)</sup>	regelmäßig > 5 Jahre
Gülle (Trockensubstanz > 8 %)	30	60
Gülle (6 – 8 % Trockensubstanz)	40	65
Gülle (< 6 % Trockensubstanz); bei viel Wasserzusatz	50	70
Jauche	80	90
Stallmist	15	35 – 50 <sup>2)</sup>
Weidegang	20	20

1) Auf Flächen, die bislang keine regelmäßige organische Düngung erhalten haben, sollte in den ersten fünf Jahren nur der schnell wirksame verfügbare N angerechnet werden.  
2) Für Stallmist gilt die niedrigere Zahl bei einer 5- bis 10-jährigen Anwendung, die höhere bei einer Anwendung > 10 Jahren.

Tabelle 3.1.2/4:  
Beispiele für die  
N-Düngebedarfs-  
ermittlung  
für Grünland

<b>1. ausschließliche Schnittnutzung</b>	
<b>N-Düngebedarf Grünland</b>	<b>111 kg N/ha</b>
ergibt sich aus	
<b>N-Entzug in Abhängigkeit vom zu erwartenden Ertrag</b> (Anhang A 3a, b)	<b>245 kg N/ha für 90 dt TM/ha</b>
<b>minus N-Nachlieferung während der Vegetationszeit durch den Standort (Boden und Leguminosen)</b> (Tabelle 3.1.2/2)	<b>35 kg N/ha (&lt; 10% Leguminosen)</b>
<b>minus mit organischen Düngern ausgebrachte anrechenbare N-Mengen</b> (Anhang A 11, Tabelle 3.1.2/3)	<b>Rindergülle normal (8 % Trockensubstanz)</b> <b>2 * 20 m<sup>3</sup>/ha</b> <b>2 * 20 m<sup>3</sup>/ha * 3,8 kg N/m<sup>3</sup> * 0,65</b> <b>= 99 kg N/ha</b>
<b>2. Mähweidenutzung</b>	
<b>N-Düngebedarf Grünland</b>	<b>148 kg N/ha</b>
ergibt sich aus	
<b>N-Entzug in Abhängigkeit vom zu erwartenden Ertrag</b> (Anhang A 3a, b)	<b>245 kg N/ha für 90 dt TM/ha</b>
<b>minus N-Nachlieferung während der Vegetationszeit durch den Standort (Boden und Leguminosen)</b> (Tabelle 3.1.2/2)	<b>35 kg N/ha (&lt; 10% Leguminosen)</b>
<b>minus mit organischen Düngern ausgebrachte</b> (Anhang A 11, Tab. 3.1.2/3) <b>und durch Beweidung anrechenbare N-Mengen</b> (Anhang A 10, Tab. 3.1.2/3)	<b>a) Rindergülle normal (8 % Trockensubstanz)</b> <b>1 * 20 m<sup>3</sup>/ha</b> <b>1 * 20 m<sup>3</sup>/ha * 3,8 kg N/m<sup>3</sup> * 0,65 = 49 kg N/ha</b> <b>b) 2 mal Beweidung mit 10 Milchkühen/ha</b> (8000 kg ECM Stalldurchschnitt; Ackerfutterbau, d. h. nicht ausschließlich Silage vom Grünland in der Ration) <b>für insgesamt 20 Tage</b> <b>10 * 20 Tage : 365 Tage * 118 kg N/Stallplatz * 20 : 100 (20 % Anrechnung) = 13 kg N</b>

Höhe der Stickstoffnachlieferung durch den Standort und die N-Bindung durch Leguminosen sind in Tabelle 3.1.2/2 aufgeführt.

N-Einträge aus der Luft durch Niederschläge und Deposition sowie N-Austräge durch Denitrifikation oder Sickerwasser gehen in die Berechnung der N-Nachlieferung des Standortes nicht ein. Vereinfachend, aber für eine praktische Düngebedarfsermittlung hinreichend genau, wird angenommen, dass sich diese Prozesse in ihrer Summenwirkung ausgleichen.

Im Gegensatz zum Ackerbau ist die Untersuchung des Gehalts an mineralischem Stickstoff ( $N_{\min}$ ) für die Düngung des Grünlandes keine geeignete Bemessungsgrundlage, da dieser kurzfristig in weiten Bereichen schwankt und zudem keine Aussagen über das

Ertragsverhalten der einzelnen Ernten bzw. Nutzungen im Jahresverlauf zulässt.

Aus grünlandfachlicher Sicht wird die in der Tabelle 3.1.2/3 angegebene mittlere pflanzenbauliche N-Wirksamkeit (»Mineraldüngeräquivalent«) von mit Wirtschaftsdüngern (Rinder) ausgebrachtem Stickstoff für die Stickstoff-Düngebedarfsermittlung auf Grünland empfohlen. Angaben für weitere organische Dünger sind in Tabelle 3.6/2 enthalten. In Tabelle 3.1.2/4 ist ein Beispiel für die Stickstoff-Düngebedarfsermittlung für Grünland aufgeführt.

Für die Düngebedarfsermittlung ist es meist hinreichend genau, auch für Weiden das gleiche Schema wie für Wiesen und Mähweiden (Tabelle 3.1.2/4) anzuwenden. Weidesysteme, bei denen im Gegensatz

zu Mähweiden und Umtriebsweiden die Anzahl der Nutzungen unbekannt ist (z. B. Standweiden), können bzgl. der Nettoerträge anhand Anhang A 3 a, b folgendermaßen zugeordnet werden:

- Extensive Standweiden = Bestand mit 2 Nutzungen,
- Mittelintensive bzw. intensive Standweiden = Bestand mit 3 bzw. 4 Nutzungen.

### 3.1.3 Freilandgemüse, Obst, Wein

#### Freilandgemüse, Erdbeeren

Die N-Düngebedarfsermittlung bei Freilandgemüse erfolgt auf der Grundlage der  $N_{min}$ -Methode in Verbindung mit N-Sollwerten. Bei den dabei verwendeten Sollwerten handelt es sich um kalkulierte Werte, in die insbesondere die je nach Gemüseart und Produktionsziel sehr unterschiedliche N-Aufnahme (N im Aufwuchs) der Kulturen einfließt:

N im Aufwuchs	[kg N/ha]
+ $N_{min}$ -Mindestvorrat	[kg N/ha]
– Netto-N-Mineralisierung	[kg N/ha]
<b>= <math>N_{min}</math>-Sollwert</b>	<b>[kg N/ha]</b>

Viele Gemüsearten werden im Zustand stärkeren Wachstums und damit höherer täglicher N-Aufnahmen geerntet, so dass der Boden zu diesem Zeitpunkt noch gewisse  $N_{min}$ -Reste enthalten muss. Bei ihnen würde sich ein N-Mangel zum Kulturende sehr negativ auf die Qualität des Produktes auswirken. Hier gilt es, auch zu diesem Zeitpunkt die N-Versorgung der Kultur zu sichern, was nur durch ein über den Entzug hinausgehendes N-Angebot zu gewährleisten ist. Dieser  **$N_{min}$ -Mindestvorrat** am Kulturende liegt in der Größenordnung von rund 40 kg N/ha (Anhang A 5).

Von der Summe aus N im Aufwuchs und dem ggf. notwendigen  $N_{min}$ -Mindestvorrat wird die zu erwartende N-Nachlieferung des Bodens abgezogen, die mit 5 kg N/ha je Kulturwoche angesetzt wird. Gleichzeitig geht in die sogenannte **Netto-N-Mineralisierung** aber auch die »Wiederfindungsrate« von nur 80 % des N-

Angebots ein. Bei Kulturen mit einer langen Kulturzeit, aber nur relativ geringem N-Bedarf kann so die Netto-N-Mineralisierung z. T. über 100 kg N/ha betragen. Bei Kulturen mit relativ kurzer Kulturzeit, aber hohem N-Bedarf liegen die eingerechneten »Verluste« von 20 % z. T. in Höhe der zu erwartenden N-Nachlieferung des Bodens, so dass hier kaum mit einer nennenswerten Netto-N-Mineralisierung gerechnet wird.

Bei der Berechnung des N-Düngebedarfs<sup>10</sup> ist vom  $N_{min}$ -Sollwert der bereits im Boden vorhandene pflanzenverfügbare Nitrat- und Ammonium-Stickstoff ( **$N_{min}$ -Vorrat**) abzuziehen. Aufschluss über den  $N_{min}$ -Vorrat liefert die Bodenuntersuchung ( $N_{min}$ -Probe). Dabei werden nur die Bodenschichten untersucht, die von der nachfolgenden Kultur auch durchwurzelt werden können (Anhang A 5, Durchwurzelungstiefe). Die Probenahme (Anhang A 21) ist so festzulegen, dass der Zeitraum zwischen Probenahme und daraus abgeleiteter Düngung<sup>13</sup> möglichst kurz ist.

$N_{min}$ -Sollwert	[kg N/ha]
– $N_{min}$ -Vorrat	[kg N/ha]
– N-Freisetzung	[kg N/ha]
<b>= N-Düngebedarf</b>	<b>[kg N/ha]</b>

Neben dem  $N_{min}$ -Vorrat des Bodens und dem  $N_{min}$ -Sollwert der jeweiligen Gemüseart ist bei der Kalkulation des N-Düngebedarfs die N-Mineralisierung (**N-Freisetzung**) aus den Ernterückständen der Vorkultur, der organischen Düngung bzw. Gründüngung zu berücksichtigen. Die in Anhang A 6 aufgeführten Ernterückstände und die anrechenbaren N-Mengen (50 % der eingearbeiteten N-Menge) gelten für Kulturen, die eingefräst wurden, und für den Zeitraum von Mai bis September. Die angesetzten Ernterückstände sind Richtwerte von gut entwickelten Beständen.

Für die N-Freisetzung aus der organischen Düngung und Gründüngung wurden Mittelwerte herangezogen. Wird Gülle verwendet, so ist davon auszugehen, dass der in ihr enthaltene Ammonium-Stickstoff unmittelbar für die Pflanzen anrechenbar ist.

Tabelle 3.1.3/1:  
 $N_{min}$ -Sollwerte für  
Säzwiebeln und  
Säporree bei einer  
 $N_{min}$ -Beprobung  
zum Kopfdüngungs-  
termin

Kultur	$N_{min}$ -Probenahme		$N_{min}$ -Sollwert	
	Termin <sup>1)</sup>	Kulturwoche	[kg N/ha]	Tiefe [cm]
Porree, gesät	Ende Juni	12	220	0–60
Zwiebeln, Trocken				
sehr frühe, frühe Sorten			160	
mittelfrühe Sorten	Ende Mai	8	150	0–60
mittelspäte, späte Sorten			130	
1) bei praxisüblichen Aussaatterminen				

Generell sollten nach Gemüsekulturen mit größeren Mengen an Ernterückständen nur solche Kulturen nachgebaut werden, die einen höheren N-Bedarf haben, so dass die (nur ungenau kalkulierbare) N-Menge aus den Ernterückständen nur einen Teil des notwendigen N-Bedarfs deckt. Dieses gilt umso mehr für Kulturen, bei denen eine relativ genaue Bemessung der N-Düngung aus Qualitätsgründen von größerer Bedeutung ist.

Vorteilhaft ist es, wenn zwischen der Einarbeitung größerer Mengen an Ernterückständen bzw. Gründüngungen und der Neubestellung insbesondere bei Säukulturen mindestens 1 bis 2 Wochen liegen, damit erste, oft keimhemmend wirkende Umsetzungsprozesse beendet sind. Die Mineralisierung der Ernterückstände sollte zu Kulturrende der Nachkultur abgeschlossen sein (Wahl einer Nachkultur mit entsprechender Kulturzeit), damit etwaige »Mineralisationsschübe« nicht mehr zum Ende der Kulturzeit die Qualität negativ beeinträchtigen können. Als Anhaltspunkt dient hier die in Anhang A 6 angegebene Mineralisierungsdauer.

Die notwendige mineralische N-Gabe sollte, mit Ausnahme einiger sehr schnell wachsender Kulturen, auf eine N-Grunddüngung zur Pflanzung/Saat und 1 bis 2 N-Kopfdüngungen aufgeteilt werden (siehe hierzu Anhang A 5). Dabei sollte die Höhe einer Einzelgabe im Allgemeinen 100 bis 150 kg N/ha nicht überschreiten. Größere N-Mengen bzw. der Verzicht auf Kopfdüngungstermine sind mit der Anwendung ammoniumstabilisierter N-Dünger möglich.

Bei den **Pflanzkulturen** erfolgt die Aufteilung in N-Grund- und N-Kopfdüngung, so dass mit der Grunddüngung eine pflanzenverfügbare N-Menge ( $N_{\min}$ -Vorrat + Dünger-N) von 100 kg N/ha in der Schicht 0 bis 30 cm vorhanden ist. Bei Blumenkohl, Brokkoli und Chinakohl liegt dieser Wert bei 130 kg N/ha, im Früh-anbau bei 160 kg N/ha (besondere Bedeutung eines optimalen Wachstumsstarts).

Bei **Säukulturen** sollte bei einer Aufteilung der Düngergabe mit der N-Grunddüngung eine pflanzenverfügbare N-Menge ( $N_{\min}$ -Vorrat + Dünger-N) von 50 kg N/ha in der Schicht 0 – 30 cm vorhanden sein. Bei entsprechenden  $N_{\min}$ -Vorräten erübrigt sich somit hier häufig eine N-Grunddüngung.

Bei Säukulturen mit sehr langsamer Jugendentwicklung wie Zwiebeln und Porree kann zur Aussaat zunächst auch gänzlich auf eine N-Grunddüngung verzichtet werden. Damit ist zu diesem Zeitpunkt auch keine  $N_{\min}$ -Beprobung notwendig. Erst mit Beginn eines stärkeren Wachstums sollte nach einer aktuellen  $N_{\min}$ -Beprobung auf die in Tabelle 3.1.3/1 angegebenen  $N_{\min}$ -Sollwerte aufgedüngt werden.

### Baum- und Strauchbeerenobst

Ausgangspunkt für die Stickstoffdüngung ist der Bedarf, der sich bei Baumobst am zu erwartenden Ertrag orientiert (Tabelle 3.1.3/2).

Die Stickstoffdüngung ergibt sich, wenn vom Bedarf das N-Angebot des Bodens abgezogen wird. Das Angebot des Bodens setzt sich aus dem mineralisierten Stickstoff im Frühjahr ( $N_{\min}$ -Vorrat) und der N-Nachlieferung durch Umsetzung von Humus über die Vegetationszeit hinweg zusammen.

<b>N-Bedarf</b>	<b>[kg N/ha]</b>
– $N_{\min}$ -Vorrat	<b>[kg N/ha]</b>
– N-Nachlieferung	<b>[kg N/ha]</b>
<b>= N-Düngebedarf</b>	<b>[kg N/ha]</b>

Der  $N_{\min}$ -Vorrat kann durch Bodenproben bestimmt oder anhand der mittleren Gehalte (Tabelle 3.1.3/3) ermittelt werden. Für Kernobstanlagen im langjährigen entzugsorientierten integrierten Obstbau ist als Mindestdüngergabe 30 kg N/ha auszubringen, bei Steinobst 50 kg N/ha. Von diesen Düngermengen ist abzuweichen, wenn der aktuelle  $N_{\min}$ -Wert den mittleren

<b>Obstart</b>		<b>[kg N/ha]</b>
Apfel	Erwartungsertrag 20 t/ha	50
	Erwartungsertrag 30 t/ha	60
	Erwartungsertrag 40 t/ha	70
	Erwartungsertrag 50 t/ha	75
Birne	Erwartungsertrag 10 t/ha	60
	Erwartungsertrag 20 t/ha	70
	Erwartungsertrag 30 t/ha	80
Süßkirsche	Erwartungsertrag 10 t/ha	50
	Erwartungsertrag 20 t/ha	60
Sauerkirsche	mittlerer Ertrag	90
Pflaume	mittlerer Ertrag	80
Himbeere	mittlerer Ertrag	70
Brombeere	mittlerer Ertrag	70
Johannisbeere	mittlerer Ertrag	80
Stachelbeere	mittlerer Ertrag	70

Tabelle 3.1.3/2: Jährlicher N-Bedarf von Baumobstkulturen bei gut entwickeltem Mulchrasen

<b>Bodenart</b>	<b><math>N_{\min}</math>-Vorrat [kg/ha]</b>
S, SI, IS (Sand, anlehmiger Sand, lehmiger Sand)	35
SL, sL (stark lehmiger Sand, sandiger Lehm)	45
L, IT, T (Lehm, lehmiger Ton, Ton)	55

Tabelle 3.1.3/3: Mittlerer  $N_{\min}$ -Vorrat verschiedener Böden zu Beginn der Vegetationsperiode in 0 bis 60 cm Bodentiefe

Tabelle 3.1.3/4:  
Abschätzung der  
Stickstoffnach-  
lieferung während  
der Vegetationszeit

Humusgehalt	Mineralisierungsbedingungen	Mindestnachlieferung [kg/ha/Jahr]
< 2 %	sandiger Boden, trocken	5
< 2 %	günstige Mineralisierungsbedingungen	10
2–4 %	ungünstige Mineralisierungsbedingungen (Kälte, Staunässe, Verdichtung)	10
2–4 %	günstige Mineralisierungsbedingungen	50

Tabelle 3.1.3/5:  
Ausreichende  
Mineralstoff-  
gehalte der Blätter  
fruchtender Obst-  
gehölze (nach Berg-  
mann 1988)

Obst- art	Probenahme	N	P	K	Mg	Ca
		[% in der Trockenmasse]				
Apfel	Ende Juli/Anfang August	2,20–2,80	0,18–0,30	1,10–1,50	0,20–0,35	1,30–2,20
Birne	Ende Juli/Anfang August	2,20–2,80	0,15–0,30	1,20–2,00	0,20–0,35	1,20–1,80

Obst- art	Probenahme	B	Mo	Cu	Mn	Zn
		[mg/kg Trockenmasse]				
Apfel	Ende Juli/Anfang August	25–50	0,10–0,30	5–12	35–100	15–50
Birne	Ende Juli/Anfang August	20–50	0,10–0,30	5–12	30–100	15–50

$N_{\min}$ -Vorrat überschreitet. Danach wird mit dem aktuellen  $N_{\min}$ -Wert gerechnet.

Die Stickstoffnachlieferung aus dem Boden während der Vegetationszeit wird maßgeblich durch den Humusgehalt des Bodens und die Witterungsbedingungen bestimmt (Tabelle 3.1.3/4).

Liegt keine Angabe über den Humusgehalt vor, ist mit 5 kg N/ha zu rechnen. Das entspricht langjährigen Erfahrungen über den Humusgehalt in Obstanlagen.

In Abhängigkeit von der Anbauintensität ergeben sich zusätzlich folgende Zuschläge, die bei der Düngerbemessung zu berücksichtigen sind:

Anbauintensität mehr als 1200 Bäume/ha	+ 10 %
Anbauintensität mehr als 3000 Bäume/ha	+ 20 %
Anbauintensität mehr als 5000 Bäume/ha	+ 30 %

Die Aufnahme über das Jahr kann durch ungünstige Witterungsverhältnisse gestört sein. Eine akute Stickstoffmangelsituation kann durch **Blattanalysen** belegt und durch Blattdüngung beseitigt werden. Ab Mitte August sind Stickstoffspritzungen ohne Kalkanteil besonders dann zu unterlassen, wenn starker Wuchs und Ausfärbungsprobleme in der Anlage auftreten. Ausreichende Mineralstoffgehalte in Obstblättern sind für die wichtigsten Mineralstoffe in Tabelle 3.1.3/5 angegeben.

#### ■ Blattspritzungen

Treten im Verlaufe der Vegetationsperiode Mangelsymptome an Blättern oder Früchten auf, kann mit Blattdüngung (Tabelle 3.1.3/6) der akute Mangel behoben werden. Als Grundlage dafür dienen die Ergebnisse der Blattanalysen nach Tabelle 3.1.3/5.

Tabelle 3.1.3/6:  
Mindestaufwand-  
mengen einzelner  
Nährstoffe für  
wiederholte Blatt-  
spritzungen

Nährstoff	Mindestaufwand je ha pro Spritzung bei mehrmaliger Spritzung
Stickstoff	4 kg N
Phosphor	8 kg $P_2O_5$ (1,8 kg P)
Kalium	8 kg $K_2O$ (6,6 kg K)
Magnesium	3 kg MgO (1,8 kg Mg)
Calcium (bei Fruchtgehalt < 5 mg Ca je 100 g Fruchtfleisch)	3 kg CaO (2,1 kg Ca)
Mangan	100–200 g Mn
Zink	20–50 g Zn
Bor	100–200 g B (= höchste zulässige Menge)
Kupfer	10–20 g Cu

(nach Quast, 1986)

## Weinbau

Die Stickstoffdüngung erfolgt auf Grundlage der Bestimmung des mineralisierten Stickstoffs ( $N_{\min}$ ) des Bodens. Der günstigste Untersuchungszeitraum zur Bestimmung von  $N_{\min}$  ist im Mai. Bis zum Entwicklungsstadium »Gescheine sind voll entwickelt« nimmt die Rebe nur wenig Stickstoff aus dem Boden auf, sondern versorgt sich aus den Stickstoffreserven des Holzkörpers. Während der Blüte bis zum Entwicklungsstadium »Erbsengröße der Beeren« ist der Stickstoffbedarf am höchsten.

Die erforderliche mineralische Stickstoffdüngung orientiert sich an dem **Sollwert von 70 kg N/ha**. Davon sind der im Boden befindliche  $N_{\min}$ -Gehalt sowie die geschätzte Stickstoffnachlieferung des Bodens abzuziehen.

Für die Höhe der Stickstoffdüngung im Weinbau sind noch insbesondere zu berücksichtigen:

- der Humusgehalt des Bodens
- das Ertragspotential der Rebsorte
- der Witterungsverlauf im Winter
- der Witterungsverlauf des Vorjahres

Die Stickstoffnachlieferung wird vor allem durch den Humusgehalt des Bodens und den Witterungsverlauf beeinflusst. Sie kann zwischen 10 und 30 kg N/ha, nach erfolgter Bodenbearbeitung bis 60 kg N/ha und mehr betragen.

### Beispiel:

$N_{\min}$ -Sollwert	70 kg N/ha
– $N_{\min}$ -Vorrat	30 kg N/ha
– geschätzte Nachlieferung	20 kg N/ha
<b>= N-Düngebedarf</b>	<b>20 kg N/ha</b>

Je nach Humusgehalt des Bodens, Wüchsigkeit der Reben oder bei Bodenbegrünung sind weiterhin Zu- oder Abschläge bei der Düngerbemessung zu berücksichtigen (Tabelle 3.1.3/7).

## 3.2 Schwefel

### Ackerland

Schwefel brauchte in der Vergangenheit auch bei intensiver landwirtschaftlicher Produktion kaum bei der Düngung<sup>13</sup> 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<sup>37</sup> 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<sup>10</sup> zeigte, verzögerte sich das Auftreten eines visuellen S-Mangels in Ostdeutschland. Ab Ende der 1990er Jahre sind auch in Sachsen deutliche S-Mangelercheinungen aufgetreten, insbesondere an Winterraps auf leichten sandigen Standorten sowie auf skelettreichen Böden. Einer bedarfsgerechten S-Düngung kommt daher große Bedeutung zu.

Die Pflanzen nehmen Schwefel vorwiegend als Sulfat-Ion ( $SO_4^{2+}$ ) aus dem Boden auf. Sulfat ist sehr gut wasserlöslich und wird mit dem Wasser im Boden leicht verlagert. Mit dem Sickerwasser wird Sulfat schnell in tiefere Bodenschichten transportiert 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

<b>Humusgehalt</b>	hoch (> 2,5 %)	– 20 bis – 100 % N
	mittel (1,5 – 2,5 %)	± 0 % N
	niedrig (< 1,5 %)	+ 10 bis 20 % N
<b>Rebenwachstum</b>	stark bis sehr stark	– 20 bis – 100 % N
	schwach bis sehr schwach	+ 10 bis 20 % N
<b>Alter der Bodenbegrünung</b>	1. bis 3. Jahr	+ 20 bis 40 % N
	4. bis 6. Jahr	+ 10 bis 20 % N
	über 6 Jahre	± 0 % N
<b>Es sollten jedoch nicht mehr als 50 kg N/ha/Jahr als mineralischer Stickstoff ausgebracht werden.</b>		

Tabelle 3.1.3/7:  
Zu- und Abschläge  
für die Bemessung  
der Stickstoff-  
düngung

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 (Tabelle 3.2/1).

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 Düngebedarfes**

Da die Schwefeleinträge aus der Atmosphäre den Pflanzenbedarf nicht mehr abdecken, wird die bedarfsgerechte S-Düngung immer wichtiger.

**Mehrerträge durch die S-Düngung sind vor allem unter folgenden Bedingungen zu erwarten:**

- leichte, sorptionsschwache, flachgründige und grundwasserferne Böden
- hohe Niederschläge in Herbst und Winter mit starker Sickerwasserbildung und Schwefel-Auswaschung
- Fruchtarten mit hohem S-Bedarf, besonders Raps
- schlechte Bestandesentwicklung im Herbst mit schwachem, nicht tiefgreifendem Wurzelsystem
- verzögerte Frühjahrsentwicklung
- Bodenverdichtung vor allem im unteren Krumenbereich
- nasser März und April mit eingeschränktem kapillarem Aufstieg von schwefelhaltigem Boden- und Grundwasser in den Wurzelraum
- langjährig viehlose Bewirtschaftung
- Schläge mit bereits aufgetretenem Schwefelmangel

Um Ertragsverluste zu vermeiden, ist es wichtig, den S-Düngebedarf sachgerecht abzuschätzen. Das prophylaktische Vorhalten eines hohen S-Angebotes hingegen ist nicht zweckmäßig. Es verursacht nicht nur vermeidbare Düngungskosten, sondern fördert zudem Bodenversauerung und Sulfat-Auswaschung.

Der S-Düngebedarf an sächsischen Standorten ist wie folgt einzuschätzen:

Leichte und flachgründige Diluvial- und Verwitterungsstandorte 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.

Tiefgründige Lössböden 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. Das trifft vor allem für Jahre mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen im Frühjahr zu.

Für alle anderen Standortbedingungen lässt sich eine solche Aussage nicht treffen, es sollte der S-Düngebedarf bevorzugt mit Hilfe der  $S_{\min}$ -Bodenanalyse im Frühjahr ermittelt werden.

### **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 cm und 30 bis 60 cm vorgenommen. 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 gegenwärtigem Kenntnisstand wird eine S-Düngung empfohlen, wenn der  $S_{\min}$ -Gehalt des Bodens 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 die in Tabelle 3.2/2 aufgeführte S-Düngung empfohlen.

### Pflanzenanalyse zur Ermittlung des S-Bedarfes

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

Untersucht werden als Probenahmeorgane:

- bei Raps gerade vollentwickelte Blätter im Knospens stadium (bis Blühbeginn),
- bei Getreide die gesamte oberirdische Pflanze zu Schossbeginn.

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

des S-Ernährungszustandes gibt Anhang A 19 Auskunft. 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

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 Zuckerrüben	Luzerne, Rotklee, Mais, Kartoffeln

Tabelle 3.2/1: S-Bedarf landwirtschaftlicher Ackerkulturen

Fruchtart	Düngemenge [kg S/ha]	Düngezeitpunkt
Getreide	10–20	Vegetationsbeginn bis 1-Knoten-Stadium
Winterraps	20–40	Vegetationsbeginn
Zuckerrüben	10–20	zur Aussaat
Kartoffeln	10–20	zur Pflanzung
Mais	10–20	zur Aussaat
Grünland	20–40	Vegetationsbeginn
Kohl	20–40	Vegetationsbeginn
sonstiges Gemüse	20–40	Vegetationsbeginn

Tabelle 3.2/2: Empfohlene S-Düngemenge und Düngezeitpunkt (nach VDLUFA-Standpunkt)

Verfahren	Vorteile	Nachteile
S <sub>min</sub> -Bodenuntersuchung	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ mit N<sub>min</sub>-Analysen kombinierbar</li> <li>→ zeitige Entscheidung vor Vegetationsbeginn möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ unsichere Bedarfsermittlung bei niedrigen S<sub>min</sub>-Werten</li> <li>→ Bewertung der S<sub>min</sub>-Werte problematisch</li> <li>→ Untersuchungskosten</li> </ul>
Pflanzenanalyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ exakte Diagnose des S-Ernährungszustandes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Untersuchungstermin oft zu spät für optimale S-Düngung, besonders bei akutem Mangel</li> <li>→ Untersuchungskosten</li> </ul>
Schätzrahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ einfaches Verfahren</li> <li>→ Nutzung vor der Düngungsmaßnahme möglich</li> <li>→ keine Kosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ subjektive Einflüsse</li> </ul>

Tabelle 3.2/3: Vor- und Nachteile von Verfahren der Schwefel-Düngebedarfsermittlung

sind Bittersalz (8- bis 10%ige Lösung) oder spezielle S-haltige Präparate geeignet. Diese können zweckmäßigerweise als Tankmischung mit Pflanzenschutzmitteln ausgebracht werden.

### Schätzrahmen

Zur Vorhersage des S-Versorgungszustandes wurde ein Schätzrahmen entwickelt. Mit diesem werden eine Reihe wichtiger, die S-Dynamik beeinflussender Faktoren berücksichtigt und bewertet, wie Standorteigenschaften, Witterung, Bewirtschaftung und Düngung. Der Vorteil dieser Bedarfsprognose besteht darin, dass der Praktiker schnell, einfach und ohne zusätzliche Kosten die Notwendigkeit einer S-Düngung schlagbezogen und unmittelbar vor der Applikation abschätzen kann. Dieses einfache Verfahren hat sich in der Praxis bewährt und wird daher zur Nutzung empfohlen. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Bestimmungsverfahren sind in der Tabelle 3.2/3 zusammengefasst.

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 organische Dünger 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 den Pflanzen zur Aufnahme zur Verfügung steht. Von diesen Düngemitteln geht eher eine überwiegend mittelfristige S-Düngewirkung aus.

### Grünland

Der mittlere Nettoentzug von Schwefel schwankt im Dauergrünland<sup>9</sup> zwischen 15 und 35 kg/ha und Jahr bzw. zwischen 6 und 10 kg/ha und Aufwuchs.

Mit 10 m<sup>3</sup> Rindergülle fließen etwa 2 – 6 kg und je 100 dt Stallmist etwa 8 – 15 kg Schwefel zurück. Davon ist im Vergleich zum Mineraldünger jedoch nur ein

geringer Teil (unter 20 %) sofort pflanzenverfügbar. Rinderjauche enthält pro 10 m<sup>3</sup> nur 2 – 3 kg Schwefel, wovon jedoch über 70 % schnell verfügbar sind.

Die Gefahr von Schwefelmangel ist in der Regel nur auf leichten, flachgründigen Böden oder humusarmen Standorten sowie bei geringem Einsatz an Wirtschaftsdüngern gegeben.

Visuell lässt sich Schwefelmangel in den Pflanzenbeständen des Grünlandes meist nur sehr schwer diagnostizieren. Mit einer Futtermitteluntersuchung lässt sich die Schwefelversorgung hingegen sicherer beurteilen. Ein guter Indikator für den S-Versorgungszustand ist das N/S-Verhältnis (Rohproteingehalt : 6,26 / Schwefelgehalt) in der Futter-TS. Liegt ein N/S-Verhältnis von 12 zu 1 und weniger vor, ist eine gute Schwefelversorgung gegeben. Ein Verhältnis von 15 zu 1 und darüber weist auf einen Schwefelmangel des Bestandes hin.

### Freilandgemüse

Unter den gemüsebaulichen Kulturen zeigen die Kohl- und Zwiebelgewächse den höchsten Schwefelbedarf, der bei den massewüchsigen Kohlarten bei 50 – 70 kg S/ha, bei Zwiebeln bei 20 – 25 kg S/ha liegt. Neben Ertragseffekten spielt die S-Versorgung in qualitativer Hinsicht eine größere Rolle. So fördert eine optimale S-Versorgung den geschmacks- und gesundheitsbeeinflussenden Gehalt an Glucosinolaten beim Kohl. Bei Zwiebeln nimmt die Schärfe, die durch den Gehalt an Pyruvat bestimmt wird, sowie die Lagerfähigkeit mit steigendem S-Angebot zu.

Trotz des z. T. hohen S-Bedarfs konnte in der Praxis bisher nur vereinzelt S-Mangel festgestellt werden. Gründe hierfür sind die intensive Beregnung mit sulfathaltigem Beregnungswasser sowie die vergleichsweise hohe organische Düngung beim Gemüseanbau. Darüber hinaus erfolgt die K- und Mg-Düngung häufig in der Sulfatform und auch die Anwendung S-haltiger N-Düngemittel<sup>12</sup> (z. B. Ammonsulfatsalpeter mit Nitrifikationshemmer) ist verbreitet. Die S-Nachlieferung aus der organischen Substanz des Bodens ist dagegen nur von untergeordneter Bedeutung.

Die S-Versorgung des Bodens (S<sub>min</sub>-Gehalt) kann analog einer N<sub>min</sub>-Bestimmung anhand einer Bodenuntersuchung ermittelt werden. Da praktisch keine S-Nachlieferung auftritt, entspricht der oben genannte S-Bedarf einem S<sub>min</sub>-Sollwert, auf dem ggf. aufzudüngen ist. Hierbei sind allerdings die je nach SO<sub>4</sub>-Gehalt des Beregnungswassers beachtlichen S-Zufuhren durch die Beregnung einzurechnen (Tabelle 3.2/4).

Tabelle 3.2/4:  
Schwefelzufuhr  
durch das Beregnungswasser  
[in kg S/ha]

SO <sub>4</sub> -Gehalt [mg SO <sub>4</sub> /l]	Beregnungsmenge [mm]			
	50	100	150	200
50	8	17	25	33
100	17	33	50	67
200	33	67	100	133
300	50	100	150	200

### 3.3 Phosphor, Kalium und Magnesium

#### Ackerland

Eine ausreichende Ernährung der Kulturen mit den Nährstoffen Phosphor, Kalium und Magnesium ist eine wichtige Voraussetzung für das Ausschöpfen des Ertragspotentials 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 Betriebe 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 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<sup>10</sup> 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

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

Tabelle 3.3/1: Definition der P-, K- und Mg-Gehaltsklassen für den leichtlöslichen (pflanzenverfügbaren) Nährstoffgehalt im Boden und Düngungsempfehlungen (VDLUFARahmenschema)

Messergebnisse in Gehaltsklassen, die einen gewissen Bereich umfassen. Sie beinhalten gleichzeitig eine Bewertung hinsichtlich des Düngebedarfs.

Die Definition der Nährstoffgehaltsklassen und die Einstufung in Gehaltsklassen für Phosphor, Kalium und Magnesium werden in Tabelle 3.3/1 und Anhang A 15 a und A 15 b 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.

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<sup>13</sup> benötigen (hohe K-Gehalte z. B. in Schwarzerden, hohe Mg-Gehalte in Schiefer- und Lössböden). Andererseits existieren Böden mit von Natur aus sehr geringen K- bzw. Mg-Gehalten (insbesondere leichte Sandböden des Diluviums, des Alluviums sowie der kreidezeitlichen Verwitterungsstandorte). 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.

Die Höhe der erforderlichen Grunddüngung hängt vor allem von der aktuellen Bodenversorgung, dem Ertragsniveau und dem Nährstoffrückfluss über organische Dünger und Nebenprodukte ab. Die Strategie der Grunddüngung sollte darauf gerichtet sein, die anzustrebenden optimalen Nährstoffgehalte im Boden zu erreichen und zu erhalten (Abbildung 3.3/1). Diese sichern auch unter ungünstigen Witterungs- und Standortbedingungen eine stabile Pflanzenernährung.

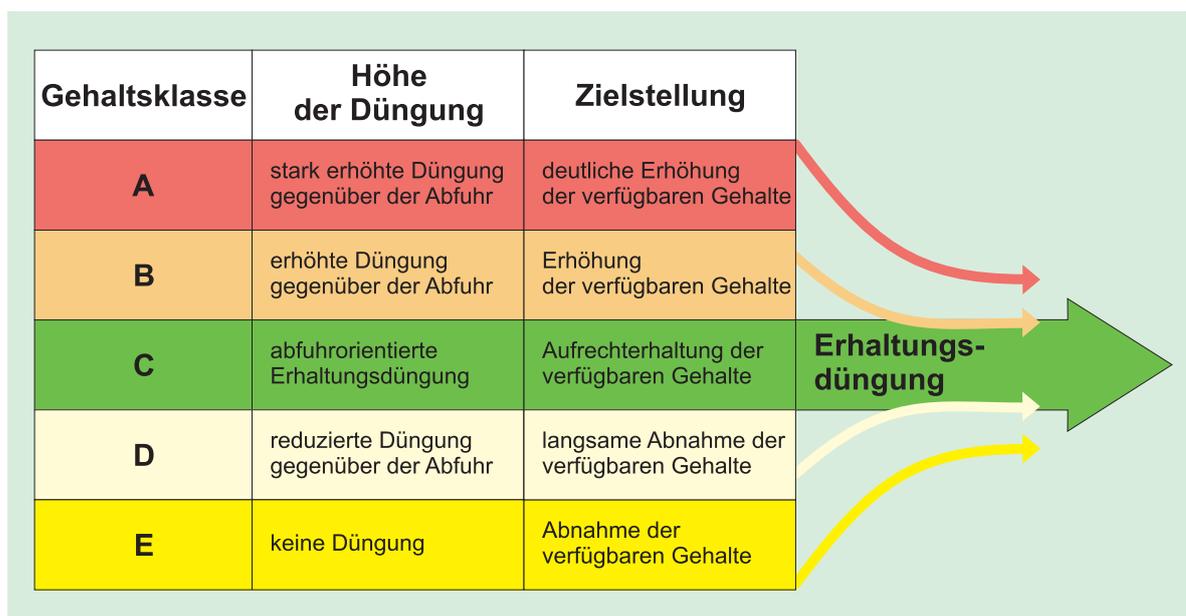
Das bedeutet, dass bei niedrigen und sehr niedrigen Bodengehalten die Nährstoffzufuhr<sup>28</sup> über der Nährstoffabfuhr liegen sollte. Bei hohen und sehr hohen Bodengehalten hingegen können die verfügbaren Nährstoffreserven des Bodens durch eine verminderte bzw. unterlassene Düngung zeitlich begrenzt abgeschöpft werden. Im Bereich der anzustrebenden Bodengehalte reicht im Rahmen der Fruchtfolge eine abfuhrorientierte Düngung zum Erhalt der verfügbaren Nährstoffvorräte meist aus. Orientierungswerte für die jährliche P-, K- und Mg-Düngung bei mittleren Nährstoffentzügen sind in Tabelle 3.3/2 wiedergegeben.

Werden Wirtschaftsdünger<sup>37</sup> eingesetzt, so sind die Nährstoffe Phosphor und Kalium entsprechend den Gehaltsangaben in Anhang A 11 zu 100 % bei der Mineraldüngung anzurechnen.

Magnesium-Düngebedarf ist vor allem unter folgenden Bedingungen zu erwarten:

→ humusarme, leichte Böden mit starker Nährstoffauswaschung

Abbildung 3.3/1:  
Allgemeines  
Schema für die  
Düngungsempfehlungen für P, K und  
Mg in Abhängigkeit  
von der Nährstoff-  
versorgung des  
Bodens



Gehaltsklasse	Düngungsempfehlung [kg/ha] für					
	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>1)</sup>	K	K <sub>2</sub> O <sup>1)</sup>	Mg	MgO <sup>1)</sup>
<b>E</b> sehr hoch	0	0	0	0	0	0
<b>D</b> hoch	0 – 15	0 – 35	0 – 25	0 – 40	0	0
<b>C</b> anzustreben, optimal	20 – 30	45 – 70	40 – 60	50 – 70	15 – 25	25 – 45
<b>B</b> niedrig	30 – 45	70 – 100	50 – 75	60 – 90	25 – 35	40 – 60
<b>A</b> sehr niedrig	45 – 60	100 – 135	75 – 100	90 – 120	35 – 45	60 – 75

1) gerundete Werte

Tabelle 3.3/2: PKMg-Düngungsempfehlungen für eine Fruchtfolge mit einer mittleren jährlichen Nährstoffabfuhr von 25 kg P/ha, 50 kg K/ha und 20 kg Mg/ha in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung des Bodens

- Böden mit sehr hoher Kaliumversorgung
- Böden mit zu niedrigem pH-Wert (unter 4,5)
- Betriebe ohne organische Düngung

Zur Deckung des Mg-Bedarfes bieten sich alle üblichen Mg- und Mg-haltigen Dünger an. Besonders zu empfehlen sind bei gleichzeitigem Kalkbedarf die kostengünstigen Mg-Kalke. Akuter Mg-Mangel lässt sich schnell durch Spritzung mit Bittersalz (10–20 kg/ha) beseitigen.

**Im Hinblick auf einen effizienten Grunddüngereinsatz sollten folgende Hinweise beachtet werden:**

- Auf guten, sorptionsstarken, nicht verarmten Böden können P und K durchaus als zweijährige Vorratsdüngung, am besten auf die Getreidestoppeln, verabreicht werden. Auf schlecht versorgten Standorten jedoch ist grundsätzlich eine jährliche Düngung anzuraten.
- Auf Verwitterungsböden (geologische Herkünfte: Gneis, Diabas, Granit, Keuper, Muschelkalk) ist eine jährliche P-Düngung möglichst erst im Frühjahr oder im Herbst zu Winterungen sinnvoll. Dadurch steht der Phosphor der Pflanze zur Deckung des hohen Bedarfes während der Jugendentwicklung besser zur Verfügung.
- Auf leichten Böden sollte Kali zur Vermeidung der Auswaschung erst im Frühjahr gedüngt werden. Zu anspruchsvollen Fruchtarten (Kartoffeln, Rüben, Mais, Gerste, Raps) ist die Grunddüngung bevorzugt auszubringen.
- Organische Düngung verbessert die chemische Löslichkeit von Phosphor und Kalium im Boden (Humateffekt). Dieser Effekt sollte gezielt zur Verbesserung der Nährstoffversorgung bei niedrigen verfügbaren Bodengehalten genutzt werden.
- Bodenuntersuchung in kurzen Intervallen (3 bis 5 Jahre) durchführen, um Auswirkungen der Düngung, Abschöpfung, Nachlieferung und Fixierung zu erkennen.

- Nährstoffgehalte des Unterbodens im Hinblick auf Ertragsstabilisierung bei Trockenstress stärker beachten.
- Bei starker räumlicher Variabilität im Hinblick auf Bodengüte und Ertragsniveau teilschlagspezifisch düngen.

### Grünland

Leistungsfähige und vielseitig zusammengesetzte Grünlandbestände brauchen eine ausreichende Versorgung mit den Grundnährstoffen Phosphor, Kalium und Magnesium. Diese fördern die Narbendichte, die Bestandszusammensetzung sowie den Ertrag und gewährleisten den Gehalt an Mineralstoffen im Futteraufwuchs. Eine vernachlässigte Grunddüngung führt nach Ausschöpfung der verfügbaren Bodennährstoffvorräte zu einer Minderung der Futterqualität und Ertragsverlusten, verursacht durch eine Nährstoffverarmung des Bodens und damit verbundenen Verschlechterung der Pflanzenbestände. Das Grundprinzip der Düngebedarfsermittlung für P, K und Mg auf Grünland besteht darin,

Düngebedarf an P, K und Mg auf Grünland	
	ergibt sich aus
	Entzug an P, K und Mg in Abhängigkeit vom zu erwartenden Ertrag (Anhang A 3a, b)
plus/ minus  minus	Bedarf an P, K und Mg unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bodenuntersuchung (Tabelle 3.3/4) mit organischen Düngern ausgebrachte Mengen an P, K und Mg (Anhang A 11 oder A 12)

Tabelle 3.3/3: Prinzip der Düngebedarfsermittlung für P, K und Mg auf Grünland

Tabelle 3.3/4:  
Gehaltsklassen und  
Düngebedarf für  
Phosphat, Kali und  
Magnesium auf  
Grünland

Nährstoff	Düngebedarf [kg/ha] bei Gehaltsklasse				
	A sehr niedrig	B niedrig	C anzustreben, optimal	D hoch	E sehr hoch
<b>P</b>	Entzug * 2	Entzug * 1,5	Entzug	Entzug * 0,5	0
<b>K</b>	Entzug * 0,7 * 2	Entzug * 0,7 * 1,5	Entzug * 0,7	Entzug * 0,7 * 0,5	0
<b>Mg</b>	Entzug * 2	Entzug * 1,5	Entzug	0	0

dass für den ertragsabhängigen zurückzuführenden Nährstoffbedarf<sup>27</sup> die Ergebnisse der Bodenuntersuchung (Nährstoffgehalt des Bodens) berücksichtigt werden. Das Ergebnis stellt den jeweiligen Düngebedarf dar (Tabelle 3.3/3).

Im Unterschied zum Stickstoff ist es für die Nährstoffe P, K und Mg fachlich sinnvoll, eine Bodenuntersuchung durchzuführen und das Ergebnis in die Düngebedarfsermittlung mit einzubeziehen. Für die Grundnährstoffe ist bei konventioneller Bewirtschaftung jeweils die Gehaltsklasse C anzustreben. Im ökologischen Landbau wird für die Nährstoffe P, K und Mg die Gehaltsklasse B zur Erreichung eines im Ökolandbau üblichen Ertragsniveaus als ausreichend angesehen.

Um den Düngebedarf für die Nährstoffe P, K und Mg zu bestimmen, müssen in Abhängigkeit vom Ergebnis der Bodenuntersuchung ggf. Zu- oder Abschläge zum Nettonährstoffentzug gemacht werden (Tabelle 3.3/4). Der K-Nettoentzug der Aufwüchse kann auf vielen Grünlandstandorten (außer auf Sand- und Niedermoorböden) mit dem Faktor 0,7 multipliziert werden, um einen Luxuskonsum der Gräser sowie einer verminderten Wirksamkeit anderer wichtiger Nährstoffe (Ca, Mg, Na) vorzubeugen.

Die Höhe der mineralischen Ergänzungsdüngung ergibt sich, indem vom Düngebedarf die mit Wirtschaftsdüngern ausgebrachten Nährstoffmengen an P, K und Mg abgezogen werden. Die in den Wirtschaftsdüngern enthaltenen Phosphor-, Kalium und Magnesiummengen zeigen langfristig die gleiche Wirkung wie die entsprechenden Nährstoffe in Mineraldüngern, deshalb erfolgt eine Anrechnung zu 100 %.

### **Freilandgemüse, Erdbeeren**

Die Gehaltsklasse C (Anhang A 15 a) ist auch für gemüsebaulich genutzte Böden anzustreben. Entsprechen die Resultate der Bodenuntersuchung dem Nährstoffgehalt der Gehaltsklasse C, wird die Phosphor-, Kalium- und Magnesium-Düngung entsprechend der

mit der Ernte vom Feld abgefahrenen Nährstoffmenge empfohlen. Die in Anhang A 4 (Erdbeere: Anhang A 7) aufgeführten mittleren Nährstoffabfuhr bezieht sich jeweils auf einen Marktertrag von 1 dt (jeweils erste Zeile) und müssen demzufolge an die im Betrieb geplanten Markterträge angepasst werden. Erzielt man z. B. einen Marktertrag von 400 dt Blumenkohl je Hektar, so wird die in Anhang A 4 angegebene Nährstoffabfuhr für P, K und Mg mit dem Faktor 400 multipliziert, so dass sich z. B. ein  $P_2O_5$ -Entzug von 41 kg/ha ( $400 * 0,103$ ) errechnet.

Entsprechen die Resultate der Bodenuntersuchung nicht der Gehaltsklasse C, so sind die zu verabreichenden Düngermengen an diese Gehaltsklasse anzupassen. Liegt die Nährstoffversorgung unter der Gehaltsklasse C, ist von einer Unterversorgung des Bodens mit dem jeweiligen Nährstoff auszugehen, und die Düngermengen werden erhöht. Für die Klassen »sehr niedrig« (A) oder »niedrig« (B) wird dementsprechend die für die Gehaltsklasse C geltende Feldabfuhr mit dem Faktor 2,0 bzw. 1,5 multipliziert. Wird ein Nährstoffgehalt des Bodens über dem Gehalt der Klasse C ermittelt, so unterbleibt bei »sehr hoher« Versorgung (E) die Düngung gänzlich (Faktor 0), oder sie wird bei »hoher« Versorgung (D) um die Hälfte reduziert (Faktor 0,5).

Werden neben mineralischen Düngern auch organische Düngestoffe ausgebracht, so sind die in ihnen enthaltenen Nährstoffe (Anhang A 11 oder A 12) bei der Berechnung der mineralischen Grunddüngung anzurechnen, d. h. vom berechneten Düngerbedarf ist die in den organischen Düngestoffen enthaltene Nährstoffmenge abzuziehen.

In der Regel kann die P-, K- und Mg-Düngung für eine ganze Kulturfolge berechnet werden. Die Düngung sollte schwerpunktmäßig zu der Kultur erfolgen, die auf den jeweiligen Nährstoff am stärksten reagiert (Tabelle 3.3/5). Bei P ist darüber hinaus gerade im Früh-anbau dieser Kulturen (verminderte Wurzelaktivität) eine »frische« P-Düngung vorteilhaft.

Reaktion auf P-Düngung	Reaktion auf K-Düngung
→ Buschbohne	→ Buschbohne
→ Salat +	→ Sellerie +
→ Spinat (+)	→ Spinat +
→ Zwiebel	
+: sehr deutliche Ertragsreaktion	

### Baum- und Strauchbeerenobst

Die Höhe der P-, K- und Mg-Düngung hängt vor allem von der aktuellen Bodenversorgung, dem Ertragsniveau und den Aufnahmebedingungen ab. Die Böden werden nach ihrem Nährstoffgehalt (Anhang A 15 a) in fünf Gehaltsklassen unterteilt. Als anzustrebender Versorgungsbereich wird für Phosphor, Kalium und Magnesium die Gehaltsklasse C angesehen. Entsprechen die Resultate der Bodenuntersuchung dem Nährstoffgehalt der Gehaltsklasse C, so erfolgt die P-, K- und Mg-Düngung entsprechend dem Nährstoffentzug durch den Ertrag bei der jeweiligen Obstart (Anhang 7), mindestens jedoch nach den in Tabelle 3.3/6 vorgegebenen Nährstoffmengen. Liegt Überversorgung vor, ist bis zur nächsten Bodenprobenahme (Anhang A 21) keine Düngung erforderlich. Liegt dagegen Unterversorgung vor, sind die in Tabelle 3.3/6 angegebenen Düngemengen auszubringen. Sie ermöglichen ein ausgewogenes Aufdüngen der Anlagen unter Berücksichtigung des Entzuges bis zur nächsten Probenahme.

Die in Anhang A 7 aufgeführten mittleren Nährstoffabfuhrer beziehen sich jeweils auf einen Marktertrag von 1 dt und müssen demzufolge an die im Betrieb geplanten Markterträge angepasst werden. Erzielt man z. B. einen Marktertrag von 300 dt Äpfel je Hektar, so

wird die in Anhang A 7 angegebene Nährstoffabfuhr für P, K und Mg mit dem Faktor 300 multipliziert, so dass sich z. B. ein  $P_2O_5$ -Entzug von 9 kg/ha ( $300 \cdot 0,03$ ) errechnet. Auf sorptionsstarken Böden kann eine Kaliumdüngung bei Gehaltsklasse C (im Baumstreifenbereich) zu vermehrter Stippigkeit im Apfelanbau führen. Deshalb ist standortspezifisch anhand von Blattanalysen nach Tabelle 3.3/6 zu entscheiden, ob auf die Kaliumdüngung auch bei dieser Gehaltsklasse verzichtet werden kann. Bei Phosphor ist es günstig, den Bedarf für die Lebenszeit der Anlage vor der Pflanzung zu bevorraten. Die zusammengefasste Düngung aller zwei bis drei Jahre ist der jährlichen Düngung mit Phosphor vorzuziehen.

Werden neben mineralischen Düngern auch organische Düngestoffe ausgebracht, so sind die in ihnen enthaltenen Nährstoffe (Anhang A 11) bei der Berechnung der mineralischen Grunddüngung anzurechnen, d. h. vom berechneten Düngerbedarf ist die in den organischen Düngestoffen enthaltene Nährstoffmenge abzuziehen. Generell ist auch die Nährstoffzufuhr durch die Anwendung von Mehrnährstoffdünger zu beachten.

### Weinbau

Für Phosphor, Kalium und Magnesium ist ein Versorgungsbereich der Klasse C (Anhang A 15 a) im gesamten Rigolhorizont anzustreben. Entsprechen die Ergebnisse der Bodenuntersuchung der Gehaltsklasse C, so erfolgt die Phosphor-, Kalium- und Magnesiumdüngung in Höhe des mittleren jährlichen Entzuges (Anhang A 7).

Tabelle 3.3/5: Gemüsearten mit deutlich positiver Ertragsreaktion auf eine P- bzw. K-Düngung

Nährstoff	Bodenart	Gehaltsklasse									
		E		D		C		B		A	
		P	$P_2O_5$	P	$P_2O_5$	P	$P_2O_5$	P	$P_2O_5$	P	$P_2O_5$
Phosphor	alle	0	0	0	0	10	23	30	69	50	115
Kalium		K	$K_2O$	K	$K_2O$	K	$K_2O$	K	$K_2O$	K	$K_2O$
	S, SI, IS	0	0	0	0	60	72	90	108	120	144
	übrige	0	0	0	0	80	96	120	144	150	180
Magnesium		Mg	MgO	Mg	MgO	Mg	MgO	Mg	MgO	Mg	MgO
	alle	0	0	0	0	20	34	40	68	60	102

S = Sand SI = anlehmiger Sand IS = lehmiger Sand

Tabelle 3.3/6: Richtwerte für die Höhe der P-, K- und Mg-Düngung bei Baumobst (Angaben in kg/ha pro Jahr)

### 3.4. Kalk

#### Ackerland

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 entsprechend 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 för-

dern die Bildung von Ton-Humus-Komplexen sowie einer guten Bodenstruktur. Daraus resultieren 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  $Al^{3+}$  und  $Mn^{2+}$  aus der festen Phase des Bodens. Gleichzeitig unterbleibt die im stark sauren Boden anzutreffende Verminderung der Pflanzenverfügbarkeit von Magnesium, Phosphor und Molybdän. Darüber hinaus reduziert die Kalkung die Löslichkeit toxischer Schwermetalle und deren Aufnahme durch die Pflanzen. Die Kalkung fördert die

Tabelle 3.4/1:  
Definition der  
pH-Klassen für die  
Kalkversorgung  
des Bodens sowie  
des Kalkdüngungs-  
bedarfs auf der  
landwirtschaftlich  
genutzten Fläche

pH-Klasse/ Kalkversorgung	Beschreibung von Zustand und Maßnahme	Kalkbedarf
<b>A</b> sehr niedrig	Zustand: 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. Maßnahme: Kalkung hat weitgehend unabhängig von der anzubauenden Kultur Vorrang vor anderen Düngungsmaßnahmen.	Gesundungskalkung
<b>B</b> niedrig	Zustand: Noch keine optimalen Bedingungen für Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit, hoher Kalkbedarf, meist noch signifikante Ertragsverluste bei kalkanspruchsvollen Kulturen, erhöhte Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen im Boden. Maßnahme: Kalkung erfolgt innerhalb der Fruchtfolge, bevorzugt zu den kalkanspruchsvollen Kulturen.	Aufkalkung
<b>C</b> anzustreben, optimal	Zustand: Optimale Bedingungen für Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit sind gegeben, geringer Kalkbedarf, kaum bzw. keine Mehrerträge durch Kalkung. Maßnahme: Kalkung innerhalb der Fruchtfolge zu kalkanspruchsvollen Kulturen.	Erhaltungskalkung
<b>D</b> hoch	Zustand: Der pH-Wert ist höher als anzustreben, kein Kalkbedarf. Maßnahme: Unterlassung einer Kalkung.	keine Kalkung
<b>E</b> sehr hoch	Zustand: Der pH-Wert ist wesentlich höher als anzustreben und kann die Nährstoffverfügbarkeit sowie den Pflanzenertrag und die Qualität negativ beeinflussen. Maßnahme: 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

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 Calciumchloridlösung (pH-CaCl<sub>2</sub>). 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 berücksichtigt. Die vom Humusgehalt abhängige Einstufung der Bodenarten bezüglich der Kalkversorgung in pH-Klassen für Acker- bzw. Grünland geht aus dem Anhang A 15 a bzw. A 15 b hervor.

### 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 (Tabelle 3.4/1). Die pH-Klasse C gilt als optimale Bodenreaktion.

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<sup>12</sup> mit »Kalkmehrung« die empfohlene Kalkdüngung unter Umständen vollständig ersetzen. Werden jedoch vorwiegend Düngemitteltypen mit »Kalkzehrung« eingesetzt, erhöht sich der Kalkdüngbedarf<sup>10</sup>.

Umrechnungsfaktoren für die Nährstoffgehalte von Elementwerten in verschiedene Bindungsformen und umgekehrt enthält der Anhang A 14. Die für die Kalkung erforderlichen Kalkmengen der fünf Bodenartengruppen in Abhängigkeit von pH-Wert und Humusgehalt des Bodens sind im Anhang A 16 a und A 16 b aufgeführt. Bei hohem Kalkbedarf ist die jährliche Kalkdüngermenge nach Tabelle 3.4/2 zu begrenzen und die Differenzmengen in den folgenden Jahren auszubringen.

### Grünland

Die Bedeutung einer ausreichenden Kalkversorgung des Grünlandes wird oftmals unterschätzt, obwohl diese zur Erhaltung standortgerecht zusammengesetzter und leistungsfähiger Pflanzenbestände sowie zur Erzeugung hochwertigen Grundfutters unerlässlich ist. Der pH-Wert ist Gradmesser für die Kalkversorgung eines Standortes. Seine Bestimmung erfolgt im Rah-

Bodenart	Kalkmengen [dt/ha]			
	Ackerland		Grünland	
	CaO	Ca	CaO	Ca
S	28	20	21	15
SI – IS	42	30	21	15
SL – sL	56	40	28	20
L	70	50	35	25
IT – T	84	60	42	30
Mo	28	20	28	20

Bodenarten:  
**S** = Sand    **SI** = anlehmiger Sand    **IS** = lehmiger Sand  
**SL** = stark lehmiger Sand    **sL** = sandiger Lehm  
**L** = Lehm    **IT** = lehmiger Ton    **T** = Ton  
**Mo** = anmoorig, Moor

Tabelle 3.4/2: Kalkdüngermengen, die bei einmaliger Kalkausbringung als Höchstmenge einzusetzen sind

men der Bodenuntersuchung. Auch die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes kann Hinweise auf die Kalkversorgung des Bodens geben. Besonders in extensiven Grünlandnutzungssystemen kommt der Aufrechterhaltung des optimalen pH-Wertes eine große Bedeutung zu, da damit die Stickstofffixierung durch Leguminosen und natürliche Nährstoffnachlieferung aus dem Boden unterstützt werden kann.

Die sowohl für die konventionelle Bewirtschaftung als auch den ökologischen Landbau anzustrebenden pH-Werte der pH-Klasse C (Anhang A 15 b) liegen für Grünland deutlich unter den für Ackerland gültigen Werten. Auf Grünland ist die bodenstrukturfördernde Wirkung des Kalkes weitestgehend entbehrlich, da die Bodenbearbeitung entfällt und der Boden einen höheren Humusgehalt und eine größere biologische Aktivität aufweist. Zudem bevorzugen die wertvollen Gräserarten des Dauergrünlandes<sup>9</sup> eine schwach saure Bodenreaktion. Die Empfehlung der Kalkmengen bis 15 % Humusgehalt sind aus Anhang A 16 b und die maximalen Kalkdüngemengen in einer Gabe aus Tabelle 3.4/2 ersichtlich. Über 15 % Humusgehalt wird keine Kalkung empfohlen.

### Freilandgemüse, Erdbeeren

Die Kalkdüngung in Freilandgemüsebau unterscheidet sich nicht von der des landwirtschaftlichen Ackerbaus. Zweckmäßigerweise erfolgt die Ausbringung des Kalkes innerhalb der Fruchtfolge zu den Kulturen mit den höheren Ansprüchen an den Kalkversorgungszustand (z. B. Kohlgemüse) des Bodens. Das gilt insbesondere im Rahmen der Erhaltungskalkung. Die Gesundungskalkung oder die Aufkalkung kann unabhängig von der Kalkbedürftigkeit der Kulturpflanzen erfolgen.

### 3.5 Mikronährstoffe

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 essentielle Mikronährstoffe haben Bor (B), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Molybdän (Mo) und Zink (Zn) in der Pflanzenernährung 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<sup>13</sup> 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. Unter diesen sind auch auf anderen Standorten infolge jährlich hoher Erträge, d. h. entsprechender Entzüge an diesen Nährstoffen, die Reserven im Boden beansprucht worden und 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 op-

timale 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<sup>37</sup>,

→ 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 (Tabelle 3.5/1). Im Anhang A 15 c sind die Grenzwerte der Gehaltsklassen für Mikronährstoffe von Acker- und Grünlandböden aufgeführt.

Die Mikronährstoffuntersuchung der Böden erfolgt seit wenigen Jahren überwiegend mit Hilfe der CAT-Methode. Dieses Multielementextraktionsverfahren ermöglicht relativ kostengünstig die Ermittlung der

Tabelle 3.5/1:  
Definition der Gehaltsklassen pflanzenverfügbarer Mikronährstoffgehalte (Bor, Kupfer, Mangan, Molybdän, Zink)

Gehaltsklasse	Düngungsempfehlung
<b>A</b> 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.
<b>C</b> 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).
<b>E</b> hoher/sehr hoher Gehalt im Boden	Für alle Kulturen reichen die Mikronährstoffgehalte im Boden für hohe Erträge aus. Düngung ist nicht erforderlich.

verfügbaren Gehalte des Bodens an Bor, Kupfer, Mangan und Zink. An der Anwendung der CAT-Methode zur Molybdänbestimmung wird derzeit noch wissenschaftlich gearbeitet. Deshalb ist für die Mo-Analytik die klassische Methode nach GRIGG einzusetzen.

Als gleichwertig gelten die nachfolgend aufgeführten klassischen Einelementmethoden, die jedoch kostenintensiver als die CAT-Methode sind:

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

### Mikronährstoffbedarf der Kulturen

Der Mikronährstoffdüngbedarf<sup>10</sup> wird durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst. Dazu gehören neben dem Mikronährstoffgehalt des Bodens die Humusversorgung und der pH-Wert des Bodens, die Witterungs- und Standortbedingungen, eventuelle Ionenantagonismen im Boden, insbesondere die aktuelle Wasserversorgung des Bodens und besonders die 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. Dabei gilt die in Tabelle 3.5/2 vorgenommene Gruppierung bezüglich der Mikronährstoffbedürftigkeit der Kulturen.

**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

	B	Cu	Mn	Mo	Zn
<b>Getreide und Mais</b>					
Winter-, Sommerweizen	0	2	2	0	0
Winter-, Sommerroggen	0	1	1	0	0
Winter-, 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
<b>Öl- und Faserpflanzen</b>					
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
<b>Freilandgemüse</b>					
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>Hackfrüchte</b>					
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
<b>Futterpflanzen</b>					
Rotklee, Rotklee gras	1	1	1	2	1
Luzerne gras, Futtergräser, Wiese, Weide	0	1	1	0	0
Luzerne	2	2	1	2	1
Futter-, Markstammkohl	2	0	1	2	0
<b>0</b> = Kultur mit niedrigem Bedarf <b>1</b> = Kultur mit mittlerem Bedarf <b>2</b> = Kultur mit hohem Bedarf					

Tabelle 3.5/2: Mikronährstoffbedürftigkeit der Kulturen in Bedarfsklassen

Tabelle 3.5/3:  
Mittlere Mikro-  
nährstoffentzüge  
von Ackerkulturen  
bei GE-Erträgen  
von 50 bis 70 dt/ha

Mikronährstoff	Entzug [g/ha]
Bor	150 bis 200
Kupfer	70 bis 120
Mangan	400 bis 800
Molybdän	5 bis 12
Zink	250 bis 350
Eisen	500 bis 1500

Getreide besitzt einen niedrigen Borbedarf und erfordert nach gegenwärtigen Erkenntnissen keine Bordüngung. Die Tabelle 3.5/3 informiert über mittlere Mikro-nährstoffentzüge von Ackerkulturen bei mittlerem Ertragsniveau.

Wirtschafts- und Sekundärrohstoffdünger<sup>31</sup> verfügen über nicht zu vernachlässigende Gehalte an Mikro-nährstoffen. Einen Überblick gibt Tabelle 3.5/4. Die aufgeführten Mikro-nährstoffe sind im Anwendungsjahr nicht voll pflanzenverfügbar. Sie tragen jedoch mittel- bis lang-fristig zur Mikro-nährstoffernährung der Kulturen bei.

### Pflanzenanalyse und Anwendung von Mikro-nährstoffdüngern

Die Pflanzenanalyse gestattet Aussagen über den aktuellen Ernährungszustand der Kulturen. Die Bewertung der Ergebnisse (siehe Anhang A 19 – ausreichende Nährstoffgehalte) erfolgt durch Einstufung in folgende Bereiche für den Ernährungszustand:

- niedrig bis mangelhaft
- ausreichend
- hoch

Stellt die Pflanzenanalyse eine niedrige bis mangelhafte Ernährung mit einem Mikro-nährstoff fest, ist eine kurzfristige Blattdüngung mit dem unzureichend aufgenommenen Mikro-nährstoff angezeigt. Einen Überblick über die Empfehlungen zur Boden- oder Blattdüngung bei Vorliegen eines Mikro-nährstoffdüngedarfes gibt Tabelle 3.5/5.

Die Mikro-nährstoffzufuhr kann als Boden- oder als Blattdüngung erfolgen. Die Bodendüngung sollte in der Regel vor der Saat vorgenommen werden, wobei die in Tabelle 3.5/5 angegebene Wirkungsdauer der Dün-

Tabelle 3.5/4:  
Mittlere Mikro-  
nährstoffgehalte  
organischer Dünges-  
stoffe

Element	Rindergülle 4 bis 8 % TS [g/m <sup>3</sup> ]	Schweinegülle 4 bis 8 % TS [g/m <sup>3</sup> ]	Hühnergülle 8 bis 12 % TS [g/m <sup>3</sup> ]	Stalldüngung FM [g/t]	Klärschlamm TS [g/t]
<b>B</b>	1 bis 3	2 bis 4	2 bis 4	3 bis 6	10 bis 100
<b>Cu</b>	2 bis 6	4 bis 20	2 bis 5	2 bis 5	12 bis 6800
<b>Mn</b>	8 bis 25	10 bis 30	30 bis 50	30 bis 60	60 bis 4300
<b>Mo</b> <sup>1)</sup>	50 bis 120	130 bis 200	60 bis 150	400	10 bis 100
<b>Zn</b>	10 bis 20	15 bis 70	15 bis 50	50 bis 300	180 bis 2000

1) Angaben in mg/m<sup>3</sup> bzw. mg/t TS = Trockensubstanz FM = Frischmasse

Tabelle 3.5/5:  
Empfehlungen zur  
Blatt- und Boden-  
düngung mit Mikro-  
nährstoffen

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

Fruchtart	Zeitpunkt
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	etwa 20 cm Wuchshöhe
Gräser	10 bis 15 cm Wuchshöhe
Kohlarten	Ausbildung 4. bis 7. Blatt

Tabelle 3.5/6:  
Optimaler Zeitpunkt für die Blattapplikation von Mikronährstoffen

gung zu erwarten ist. Eine Manganbodendüngung wird aufgrund der geringen Wirksamkeit infolge Festlegung im Boden nicht empfohlen. Im Vergleich zur 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 von formulierten Produkten 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 (Tabelle 3.5/6).

### **Grünland**

Wirtschaftsdünger sind die wichtigsten Mikronährstoffdünger in viehhaltenden Betrieben. Erfolgt eine regelmäßige Rückführung von Wirtschaftsdüngern auf Grünland, kann davon ausgegangen werden, dass mindestens die gleiche Menge an Mikronährstoffen wieder ausgebracht wird, wie durch die Ernte abgefahren wurde, da über 90 % der mit den Futtermitteln (einschließlich Mineralfutter) aufgenommenen Nährstoffmengen wieder ausgeschieden werden. Bei einem regelmäßigen Einsatz von Wirtschaftsdüngern auf Grünland ist daher eine mineralische Ergänzungsdüngung in

der Regel nicht erforderlich. Aus Sicht der Tierernährung ist die Absicherung der Mikronährstoffversorgung der Tiere über gezielte Mineralfuttermittelgaben vorzuziehen.

Legen jedoch mehrjährige Futteranalysen einen Verdacht auf eine deutliche Mangelsituation nahe, so kann es sinnvoll sein, auf einigen repräsentativen Grünlandflächen vor einer gezielten Mikronährstoffdüngung die Gehalte im Boden zu bestimmen. Aus pflanzenbaulicher Sicht sollte lediglich auf stark unterversorgten Flächen eine mineralische Ergänzungsdüngung mit Mikronährstoffen erfolgen. Die Düngungshöhe orientiert sich an den Werten des Ackerbaus.

### **Baum- und Strauchbeerenobst, Weinbau**

Treten im Verlauf der Vegetationsperiode Mangelsymptome an Blättern oder Früchten auf, kann mit einer Blattdüngung der akute Mangel behoben werden (vgl. Tabelle 3.1.3/6). Als Grundlage dafür dienen die Ergebnisse einer Blattanalyse nach Tabelle 3.1.3/5.

## **3.6 Organische Düngemittel**

Organische Dünger besitzen sowohl eine Humus- als auch eine Nährstoffwirkung (Abbildung 3.6/1). Sie verbessern die physikalischen, chemischen und biologischen Bodeneigenschaften. Durch Reproduktion der durch 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.

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

Abbildung 3.6/1:  
Wirkung organischer Dünger auf den Boden

Organische Dünger	
<p><b>Humuswirkung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Verbesserung physikalischer, chemischer und biologischer Bodeneigenschaften</li> <li>→ Erhöhung des Porenvolumens der Puffer- und Wasserkapazität</li> <li>→ Stabilisierung der Bodenkrümel</li> <li>→ Verbesserung der Befahrbarkeit</li> <li>→ Erhöhung der Bodendrucktoleranz</li> <li>→ Verminderung der Bodenerosion</li> </ul>	<p><b>Nährstoffwirkung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Lieferung von Makro- und Mikronährstoffen</li> </ul>

zur Verfügung. Bei Rottemist hingegen ist der Ammonium-Anteil mit 10 % gering, so dass die N-Wirkung nur sehr verhalten einsetzt.

In der Abbildung 3.6/2 ist die Zusammensetzung wichtiger organischer Dünger 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
- angebaute Fruchtart

Auf Grund 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 3.6/2 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 – 60 kg N eines mineralischen N-Düngers. Komposte hingegen erreichen mit 0–20 kg N nur eine geringe N-Wirkung.

Bei organischen Düngern mit einem hohen löslichen N-Anteil wie bei Gülle wird die N-Wirkung darüber hinaus stark vom Ausbringungszeitpunkt bestimmt. Eine gute Stickstoffverwertung ist dann gegeben, wenn die

Abbildung 3.6/2:  
N-Charakteristik verschiedener Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft

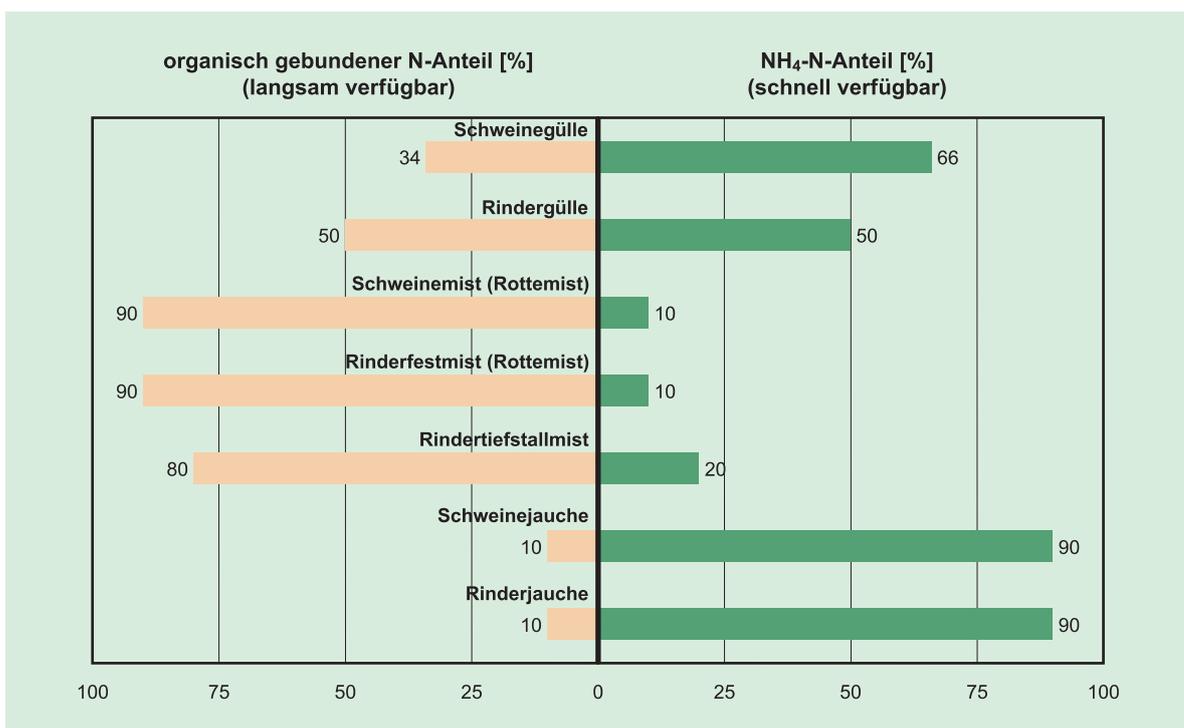


Tabelle 3.6/1:  
Aus pflanzen-  
baulicher Sicht  
empfohlene Aus-  
bringungszeiten  
von Gülle zu aus-  
gewählten Frucht-  
arten bei Standort-  
verhältnissen mit  
aufnahmefähigen  
Böden

Fruchtart	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun		
Silomais					Aus- bringungs- verbot					3)				
Futter-/Zuckerrüben											3)			
Kartoffeln											3)			
Winterraps			1)											
Winterweizen				1)										
Wintergerste				1)										
Winterroggen Triticale				1)										
Sommerweizen														
Sommergerste (Futternutzung)														
Hafer														
Kleegrass/Luzernegras (50 % Grasanteil)			1)											
Feldgras				2)										
Zwischenfrucht			1)											
Grünland				2)										

**Ausbringungstermine in Abhängigkeit von den jeweiligen Standort- und Witterungsbedingungen**

möglich günstig möglich

1) nur bei N-Bedarf, max. 40 kg NH<sub>4</sub>-N/ha bzw. 80 kg Gesamt-N/ha ohne Anrechnung von Ausbringungsverlusten

2) nur bei N-Bedarf

3) bei sehr frühem Einsatz ist die Anwendung von Nitrifikationshemmern zu empfehlen

N-Bereitstellung aus der Gülle mit der N-Aufnahme durch Pflanzen zeitlich übereinstimmt. Das ist in der Regel im Frühjahr der Fall, wenn ein intensives Wachstum der Fruchtarten bei gleichzeitig starker N-Aufnahme einsetzt. In Zeiten mit geringem N-Bedarf sinkt die N-Verwertung und die Verluste steigen an. Tabelle 3.6/3 gibt für wichtige Fruchtarten die entsprechenden MDÄ für Gülle wieder. Empfehlungen zu pflanzenbaulich günstigen Ausbringzeiten von Gülle sind der Tabelle 3.6/1 zu entnehmen.

Gülle wird bevorzugt zu Mais, Raps, Feldgras, Grünland und Getreide ausgebracht. Dabei sollte der N-Düngebedarf<sup>10</sup> der angebauten Fruchtart nur bis zu 70 % mit Gülle-Stickstoff 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. Bei Kombination von mineralischer und organischer Düngung werden die besten Ertragseffekte bei guter Verwertung des gedüngten Stickstoffs erreicht.

Besonders auf Flächen, die bereits im Herbst eine organische Düngung erhielten, ist eine N<sub>min</sub>-Untersuchung im Frühjahr vor der mineralischen N-Düngung anzuraten. Dadurch können die verfügbaren N-Mengen bei der Bedarfsermittlung berücksichtigt werden.

Neben Gülle ist Stallmist ein wichtiger Wirtschaftsdünger<sup>37</sup>. 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 Mikronährstoffe zugeführt. Zahlreiche Feldversuche bewie-

Tabelle 3.6/2:  
Mittlere pflanzen-  
bauliche N-Wirk-  
samkeit (MDÄ)  
von ausgewählten  
Düngern bei  
ordnungsgemäßigem  
Einsatz

Düngerart	N-Wirksamkeit [MDÄ in %]	
	bis 5 Jahre	regelmäßig > 5 Jahre
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	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

Tabelle 3.6/3:  
Mittlere pflanzen-  
bauliche N-Wirk-  
samkeit (MDÄ)  
von Gülle im  
Ausbringungsjahr  
(Angaben in %)

Fruchtart	pflanzenbaulich wirksamer N-Anteil [%] im Ausbringungsjahr												
	Monat												
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
Silomais, Körnermais					Aus- bringungs- verbot			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	
Kleegras/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 <sup>1)</sup>			50	50	50	40	35

1) bis 15. 11. Ausbringung möglich

sen 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 Bodensenken eingespült werden.

Empfehlungen zu Einsatzmengen und Ausbringungszeiten von Stallmist zu ausgewählten Fruchtarten beinhaltet Tabelle 3.6/4.

### Gärsubstrate

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 Wirt-

Fruchtart	empfohlene Stallmistmenge [t/ha] <sup>1)</sup>				
	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			
Grünland					15 – 20
Blumen-, Weiß-, Rot- und Wirsing- kohl, Sellerie, Porree, Gurken	30 – 40			30 – 40	

1) Bei Geflügelmist sind die Stallmistmengen zu halbieren.

Tabelle 3.6/4:  
Empfohlene Stallmistmengen [t/ha] und Ausbringungszeiten

Basissubstrate		(Ko-) Substrate		
Wirtschaftsdünger	Nachwachsende Rohstoffe	Pflanzliche Reststoffe (BioAbfv)	Tierische Reststoffe (EG-Hygiene-VO)	Sonstige organische Reststoffe
→ Rindergülle	→ Silomais	→ Bioabfall	→ Schlachtabfälle	→ Glycerin
→ Schweinegülle	→ Grassilage	→ pflanzliche Rückstände aus der	→ Fette und Fett- rückstände	→ Alkohol
→ Geflügelkot	→ Maissilage	Lebens-, Genuss- und Futtermittel- industrie	→ Speisereste	
→ Festmist	→ Rübenblattsilage		→ Knochenmehl	
	→ Getreide-Ganzpflanzsilage	→ Ölsaatenrückstände	→ Fleischknochenmehl	
	→ Sonnenblumen	→ Melasse	→ Fleischmehl	
	→ Hirse	→ Biertreber		
	→ Sudangras			

Tabelle 3.6/5:  
Ausgangssubstrate für Biogasanlagen

Tabelle 3.6/6:  
Eigenschaften von  
Biogasgülle

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

Tabelle 3.6/7:  
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, Tabelle 11 u. 12)	BioAbfV, DüV	BioAbfV, DüV, DüMV
Abfälle tierischer Herkunft	TierNebG, DüV	TierNebG, DüV, DüMV
Abfälle tierischer Herkunft und Bioabfall (Anhang 1 BioAbfV)	TierNebG, BioAbfV, DüV	TierNebG, BioAbfV, DüV, DüMV

**DüV** = Düngeverordnung    **DüMV** = Düngemittelverordnung    **BioAbfV** = Bioabfallverordnung  
**TierNebG** = Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetz

schaftsdüngern zunehmend nachwachsende Rohstoffe sowie pflanzliche und tierische Reststoffe zum Einsatz (Tabelle 3.6/5). Im Vergleich zu »normaler« Gülle führt der Vergärungsprozess zu einer Veränderung wichtiger Eigenschaften des Substrates (Tabelle 3.6/6). Vor allem der pH-Wert und der Gehalt an Ammonium-Stickstoff werden erhöht. Des Weiteren kommt es infolge von Kohlenstoffabbau zur Reduktion des Trockensubstanzgehaltes sowie zur Verengung des C:N-Verhältnisses.

Auf Grund 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 Folge der stark schwankenden Gehalte sind regelmäßig Nährstoffuntersuchungen durchzuführen.

In Abhängigkeit von den Einsatzstoffen sind verschiedene rechtliche Vorschriften (Tabelle 3.6/7) zu beachten.

### **Fleischknochenmehl**

Seit dem Verfütterungsverbot von Tiermehl in der Europäischen Union 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 Fleischknochenmehl verarbeitet. Fleischknochenmehl ist als organischer NP-Dünger düngemittelrechtlich zugelassen, wenn die Voraussetzungen nach der EG-Hygieneverordnung 1774/2002 und nach der Düngemittelverordnung erfüllt werden.

Die Düngeverordnung sieht für die Ausbringung von Fleischknochenmehl Beschränkungen vor. So ist auf Grünland oder zur Kopfdüngung im Gemüse- und Feldfutterbau der Einsatz verboten. Auf sonstigem Ackerland darf Fleischknochenmehl nur ausgebracht werden, wenn eine sofortige Einarbeitung<sup>32</sup> in den Boden erfolgt. Das ausgebrachte Mehl muss dabei nach der

Einarbeitung mit Bodenmaterial vollständig abgedeckt sein. Unbedingt sind die Aufzeichnungspflichten bei Einsatz von Fleischknochenmehl zu beachten. Innerhalb eines Monats sind nachstehende Angaben wie Schlag<sup>30</sup>, Flurstück, Kultur, Art und Menge sowie Nährstoffgehalte, Termin der Ausbringung, Inverkehrbringer sowie Düngemitteltyp aufzuzeichnen.

Aus pflanzenbaulicher Sicht sollte dieser organische Dünger grundsätzlich so eingesetzt werden, 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 Wintertraps an. Dieser vermag den zügig mineralisierten Stickstoff im Herbst optimal in Biomasse zu binden. Winterzwischenfrüchte verwerten den verabreichten Stickstoff ebenfalls gut. Auf Grund des relativ geringen herbstlichen N-Bedarfs der Wintergetreidearten sollte zu diesen eine Düngung mit Fleischknochenmehl auf berechnete Ausnahmen beschränkt bleiben (siehe auch Hinweise zur N-Herbstdüngung 3.1.1.4).

Im Frühjahr ist eine Anwendung vor allem zu Mais, Kartoffeln und auch zu Sommergetreide empfehlenswert. Wegen der verzögerten P-Wirkung von Fleischknochenmehl 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 würden. Auf Standorten mit hohen pH-Werten sollte Fleischknochenmehl wegen der hier verminderten P-Verfügbarkeit nicht eingesetzt werden. Auf sauren und leicht sauren Böden dagegen ist eine bessere Löslichkeit des Fleischknochenmehlphosphates gegeben. Hier sollte daher der Anwendungsschwerpunkt liegen.

### **Strategien zur Verlustvermeidung**

Im Interesse einer effizienten und umweltgerechten Nährstoffverwertung sind Verluste zu minimieren. Wirtschaftsdünger sind dadurch charakterisiert, dass sie einen Teil des Stickstoffs in organisch gebundener Form und einen weiteren Teil in löslicher, schnell wirksamer Form (Ammonium-Stickstoff) enthalten. Vor allem bei Jauche, Gülle und Gärsubstraten aus Biogasanlagen sind die Ammonium-Anteile hoch (Abbildung

3.6/2). 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.

**Nachstehende Faktoren beeinflussen die Ammoniakverluste:**

- **Ammonium-Anteil:** Zunehmende  $\text{NH}_4$ -Anteile (Jauche und Gülle) lassen die  $\text{NH}_3$ -Verluste von Wirtschaftsdüngern ansteigen.
- **Temperatur:** Steigende Temperaturen bei der Ausbringung erhöhen die Verlustrate stark.
- **Bodenart:** Auf leichten Böden sind die  $\text{NH}_3$ -Verluste auf Grund des geringen Sorptionsvermögens höher als auf schweren Standorten.
- **pH-Wert:** Bei hohem pH-Wert, insbesondere bei Gärsubstraten, treten höhere Ammoniakverluste auf.
- **Trockensubstanzgehalt:** Trockensubstanzreiche Gülle, die schwer in den Boden einsickert, erleidet höhere  $\text{NH}_3$ -Verluste als dünnflüssige Gülle. Bedingungen, die das Einsickern in den Boden beeinträchtigen, wie z.B. Mulchschichten aus Stroh, erhöhen die  $\text{NH}_3$ -Verluste.
- **Witterung:** Kühles, regnerisches Wetter reduziert deutlich die  $\text{NH}_3$ -Verluste.

**Die wirksamste Maßnahme zur Reduzierung der  $\text{NH}_3$ -Verluste stellt die schnellstmögliche 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 Gesamt-Stickstoff zu 50 – 70 % als  $\text{NH}_4$ -N vorliegt, beträgt der Anteil des  $\text{NH}_4$ -N im Stallmist lediglich etwa 10 %, in der Jauche jedoch über 90 %. Jauchebehälter sind daher unbedingt abzudecken.

Bei der Stallmistlagerung können in Abhängigkeit von der Tierart, den Temperaturen, dem C:N-Verhältnis, der Stapelung und der Lagerdauer zwischen 10 und 60 % Stickstoff (im Mittel etwa 20 %) verloren gehen. Die Stickstoffverluste aus Stallmist werden weiterhin beeinflusst von der Art des Festmistes (Rottemist, Tiefstallmist). Die Tiefstallwirtschaft ist während der Gewinnung und Lagerung günstiger als Rotte- und Flüssigmistsysteme einzustufen, was sich allerdings durch höhere Verluste bei der Ausbringung wieder aufheben kann.

Tabelle 3.6/8:  
Substratverluste  
in Abhängigkeit  
von der Stallmist-  
lagerung

Lagerungsart	Substratverlust [%]
Stapelmist, mind. 4 m hoch	30
Kegelmist, mind. 4 m hoch	40
Mietenmist, mind. 2 m hoch	45
breitflächig gelagerter Mist	60
Tiefstallmist	20

Bei der Lagerung von Rottemist treten die niedrigsten N-Verluste durch Ammoniakemissionen (etwa 5 %) bei verdichteten Dungstapeln auf. Durch Belüftung und/oder Durchfeuchtung des Stallmistes können die Verluste durch Ammoniakausgasung bis auf 40 % ansteigen. Die ständig mit der Außenluft in Kontakt stehende freie Stapeloberfläche ist daher zu minimieren. Eine hohe Stapelung sichert geringe Verluste. Substratverluste in Abhängigkeit von der Stapelhöhe sind der Tabelle 3.6/8 zu entnehmen.

Zur Verminderung von N-Verlusten sollten Dunglager eine wasserdichte Grundplatte und drei feste Seitenwände, die den Windeinfall beschränken, aufweisen. Eine relativ kleine Lagerfläche im Verhältnis zum Lager volumen wirkt sich vorteilhaft aus, da sich weniger Niederschlagswasser auf der Fläche sammelt und sich der Jaucheanfall verringert. Um einen unkontrollierten Nährstofftransport in die Umwelt zu vermeiden, sind Sickersäfte aufzufangen und in die Jauchegrube abzuleiten.

Zur Vermeidung von Verlusten sollte Stallmist so lange wie möglich am Anfallort gelagert werden. Ist eine Zwischenlagerung notwendig, sollte der Festmist in Feldrandmieten bis zu einer Höhe von über 2 m gestapelt werden. Eine Zwischenlagerung kann nochmals N-Verluste in Höhe von etwa 15 % verursachen.

### 3.7 Teilflächenspezifische Düngung

Das Ziel der teilflächenspezifischen Düngung<sup>13</sup> besteht darin, kleinräumig eine optimale Nährstoffversorgung der angebauten Fruchtarten zu gewährleisten.

Sowohl der Nährstoffbedarf<sup>27</sup> als auch das Angebot können innerhalb eines Schläges<sup>30</sup> eine beträchtliche Variabilität aufweisen. Dabei nimmt die Heterogenität mit der Größe der Schläge zu. Besonders eiszeitlich geprägte Standorte 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
- 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.

#### 3.7.1 Stickstoffdüngung mit Sensortechnik

Die N-Düngung spielt im Hinblick auf Ertrag, Qualität und Umwelt eine herausragende Rolle. Bei einheitlicher N-Düngung heterogener Schläge werden ertragschwache Bereiche bzw. Bereiche mit hohem bodenbürtigen N-Angebot meist zu hoch, ertragsstarke Teilflächen bzw. Teilflächen 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, andererseits kommt es zu einer lokalen N-Übersorgung, die das Entstehen von umweltbelastenden N-Verlusten begünstigt. Eine wissenschaftlich fundierte, ortsspezifische Düngung<sup>13</sup> 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.

Zur teilschlagspezifischen N-Düngung während des Schossens und Ährenschiebens bis zur Blüte von Wintergetreide wird von immer mehr Betrieben der N-Sensor eingesetzt. 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 und N-Nachlieferung und unterschiedlichen Vorfrüchten und 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<sup>10</sup> 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 Nitrat-Schnelltestes 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-Mangelflächen
- 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 PK-Düngung weniger aufwändig realisieren.

### **3.7.2 Grunddüngung**

Neben den verfügbaren Bodengehalten, die in regelmäßigen Intervallen durch die Bodenuntersuchung zu analysieren sind, ist die Ertragshöhe für die Bemessung der P- und K-Düngung<sup>13</sup> von ausschlaggebender Bedeutung. Auf der Basis von Ertragskarten der Vorjahre kann die Abfuhr der Nährstoffe hinreichend genau berechnet werden. Durch Nährstoffbilanzierung unter Berücksichtigung der analysierten Bodengehalte, die möglichst als Bodenkarte des Schlages<sup>20</sup> (georeferenziert) vorliegen sollten, lässt sich die erforderliche PK-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 Abfuhrungen zu einer Nährstoffanreicherung, während sich in Hochertragsbereichen infolge der starken Nährstoffanspruchnahme allmählich niedrigere verfügbare 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, verrechneten 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 Nährstoffabfuhr orientiert. Die Bemessung der Grunddüngung wird in diesem Fall entweder über Ertragskarten der Vorjahre oder über eine Ertragserkartung gesteuert.

Insgesamt ist einzuschätzen, dass aus der Sicht der Pflanzenernährung das Prinzip der teilflächenbezogenen Düngung heterogener Schläge unter Berücksichtigung des Nährstoffangebotes und der Ertragserkartung 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. Am ehesten sind diese Voraussetzungen auf eiszeitlich geprägten sowie flachgründigen, trockenen Standorten gegeben.

### 3.8 Besonderheiten des ökologischen Landbaus

Im ökologischen Landbau steht die effektive Ausnutzung der im betrieblichen Kreislauf vorhandenen und anfallenden Pflanzennährstoffe sowie die gezielte Nutzung der legumen N-Bindung im Vordergrund. Dies wird in der Hauptsache mit komplexen Maßnahmen des Acker- und Pflanzenbaus, die insbesondere in der entsprechenden Fruchtfolgegestaltung ihre Grundlage finden, erreicht.

Der Schwerpunkt von Düngemaßnahmen liegt, soweit vorhanden, in den betriebseigenen Wirtschaftsdüngern<sup>37</sup> aus der Tierhaltung. Der Einsatz von Handelsdüngern oder betriebsfremden Wirtschaftsdüngern ist nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich.

Für die Anwendung von Düngemitteln<sup>12</sup> im Ökolandbau gelten die Bestimmungen der DüV grundsätzlich uneingeschränkt. Für die Düngung<sup>13</sup> im ÖL gelten besondere Bedingungen und Anforderungen, diese werden im Folgenden vorgestellt und erklärt.

#### 3.8.1 Rechtliche Grundlagen

Neben der DüV und weiteren gesetzlichen Regelungen (siehe Abschnitt 2) gelten für den ökologischen Landbau die Erzeugervorschriften der Verordnung (EWG)

Nr. 2092/91 bzw. des Nachfolgerechts mit der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 (Öko-V). So ist hier u. a. vorgeschrieben, dass als Düngemittel<sup>12</sup>, Bodenhilfsstoffe<sup>8</sup>, Kultursubstraten<sup>25</sup> und Pflanzenhilfsmittel<sup>29</sup> nur die dort erwähnten bzw. 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.

**Außerdem ist festgelegt, dass die Fruchtbarkeit und biologische Aktivität des Bodens zu erhalten bzw. in geeigneten Fällen zu steigern sind durch**

- Anbau von Leguminosen, Gründüngungspflanzen bzw. Tiefwurzlern in einer geeigneten weit gestellten Fruchtfolge,
- Einarbeitung von Wirtschaftsdüngern<sup>37</sup> 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.

Andere organische oder mineralische Düngemittel dürfen ausnahmsweise nur dann ergänzend zum Einsatz kommen, wenn der Nährstoffbedarf<sup>27</sup> der Pflanzen nicht allein im Rahmen der Fruchtfolge bzw. mit den Maßnahmen sichergestellt werden kann. Neben der sowohl nach DüV als auch der Öko-V bestehenden N-Obergrenze für Stickstoff aus der Tierhaltung im Betriebsdurchschnitt (170 kg/ha) sind darüber hinaus in Deutschland je nach Mitgliedschaft des Betriebes schärfere Bestimmungen der Anbauverbände einzuhalten, die die Zufuhr auf 1,4 Dungeinheiten (etwa 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).

#### 3.8.2 Düngebedarfsermittlung

Auch im ökologischen Landbau ist die Düngebedarfsermittlung entsprechend der DüV durchzuführen, wenn über die Düngung<sup>13</sup> eine wesentliche Nährstoffmenge<sup>35</sup> im Jahr ausgebracht wird. Gemüsebauern können sich an dem im Integrierten Anbau üblichen Rahmenschema zur Düngung halten, weil für die relativ kurzlebigen Kulturen eine ähnliche Vorgehensweise üblich ist (siehe Abschnitt 3.1.3).

## Stickstoff

Im ökologischen Ackerbau wird beim Anbau der Kulturen nach folgenden Grundsätzen vorgegangen:

- Ermittlung des N-Düngebedarfes der Fruchtarten in Abhängigkeit vom Ertragspotenzial  
Dabei ist zu berücksichtigen:
  - $N_{min}$ -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
  - Zu- bzw. Abschläge entsprechend den Standort- und Klimabedingungen und durch Bewässerung

■  $N_{min}$ -Vorrat zu Vegetationsbeginn  
Der  $N_{min}$ -Vorrat zu Vegetationsbeginn (mindestens 0 – 60 cm Bodentiefe) wird durch Untersuchung von Bodenproben vorgenommen. Stehen keine aktuellen flächenbezogenen Untersuchungsergebnisse zur Verfügung, können  $N_{min}$ -Richtwerte nach Tabelle 3.8.2/1 entsprechend der Fruchtfolgeposition und in Abhängigkeit von der Bodenart verwendet werden. Darüber hinaus können auch  $N_{min}$ -Werte von Ökotestflächen herangezogen werden.

■ N-Nettobereitstellung während der Vegetationszeit entsprechend der Fruchtfolge  
Wie aus Tabelle 3.8.2/1 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

abhängig ist, ist eine genaue Abschätzung der Nährstofffreisetzung nicht einfach. Hierbei spielt die Fruchtfolgeposition eine dominierende Rolle.

Bei der Auswahl der Fruchtarten sind nachfolgend genannte drei Phasen zu unterscheiden und entsprechend einzuplanen (Tabelle 3.8.2/2):

- Phase I:** Humus und Bodenfruchtbarkeit aufbauende N-zuführende Fruchtarten (Futter- und Körnerleguminosen)
- Phase II:** Starkzehrende Nichtleguminosen
- Phase III:** Schwachzehrende Nichtleguminosen

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 Luft-Stickstoff 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. Die Freisetzung an Stickstoff bzw. die Höhe der  $N_{min}$ -Werte und das Ertragspotenzial der nachfolgenden Nichtleguminosen in Phase II und III (Tabelle 3.8.2/2) ist nach zweijährigem Futterbau höher ausgeprägt als nach einjährigem Anbau oder in Folge des Anbaus 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

Bodenart		ABJ [kg N/ha]	1. NBJ [kg N/ha]	2. NBJ [kg N/ha]	ab 3. NBJ [kg N/ha]
leicht	S, SI	15	50	30	20
mittel	IS, SL, sL	20	70	65	35
schwer	L, IT	20	80	85	50

ABJ = Anbaujahr(e) Leguminosen bzw. Leguminosengras    NBJ = Nachbaujahr Nichtleguminosen

Tabelle 3.8.2/1:  
Durchschnittliche  
 $N_{min}$ -Richtwerte  
(Frühjahr) im Öko-  
landbau

Tabelle 3.8.2/2:  
Fruchtfolge-  
grundgerüst und  
Anbaurangfolge  
der Fruchtarten im  
Ökolandbau

Fruchtfolge- Phase	Wirkung	Anbau- jahre	geeignete Fruchtarten	
			leichte Böden	mittlere – schwere Böden
la Feldfutter-, Gründüngungs- leguminosen  oder:	Stickstoff-Zufuhr durch symbiotische N-Bindung, Humusmehrer, Boden- struktur aufbauende Kulturen, Unkrautregu- lierung	(1) – 2 – (3)	Kleearten (Rotklee), Luzerne Serradella Leguminosen-Gemenge Leguminosengras- Gemenge	Luzerne Rotklee (andere Kleearten) Leguminosen-Gemenge Leguminosengras- Gemenge
lb Körner- leguminosen		1	Erbsen Lupinen	Ackerbohnen Erbsen
II Anspruchsvolle Nichtleguminosen	Stickstoff zehrende, Bodenstruktur und Humus abbauende Kulturen (Halm- oder Hackfrüchte)	1 – (2)	Kartoffeln (+) Mais (+) Futtermülsen (+) Winterraps (+) Triticale (+) Winterroggen (+) Wintergerste (+) Hafer, Dinkel (+) Ackergräser (+)	Winterweizen (+) Sommerweizen (+) Mais (+) Winterraps (+) Kartoffeln (+) Futtermülsen (+) Triticale, Wintergerste Winterroggen Ackergräser
III Anspruchslösere Nichtleguminosen	Humus zehrende, Bodenstruktur abbauende, abtragende 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				

Tabelle 3.8.2/3:  
Empfehlungen  
zum Einsatz von  
organischen Dünge-  
mitteln im Öko-  
landbau

	Geflügel- mist	Frischmist		Rottemist		Kompost	Gülle	Jauche
		Schwein	Rind	Schwein	Rind			
<b>Ackerland</b>								
Körnerleguminosen	–	+	+	++	++	++	–	–
Kleegras, Luzernegras	–	–	–	++	++	++	+	–
Ackergras	++	++	++	++	++	+	+++	++
Mais	++	++	++	+++	+++	++	+++	++
Kartoffeln, Rüben	–	+	++	+++	+++	++	++	+
Kohl	–	–	–	+	++	++	+	+
Wintergetreide	++	+	+	++	++	++	+++	++
Sommergetreide	++	++	++	++	++	+	+	+
Braugerste	–	–	–	+	+	++	–	–
<b>Grünland</b>								
Weide	+	–	–	+	++	+++	+	+
Wiese und Mähweide	+	–	–	+	++	+++	++	++
Quelle: stark verändert nach REDELBERGER (1996) Eignung: +++ = sehr gut; ++ = gut; + = weniger gut; – = nicht geeignet								

Vegetation übernommen werden (siehe Tabelle 3.6/2 und 3.6/3). Zur Berechnung der Nettobereitstellung an Stickstoff können von den erhaltenen Werten noch die Rest-N<sub>min</sub>-Werte nach der Ernte abgezogen werden. Je nach den Bedingungen werden hierzu Beträge zwischen 10 – 40 kg N/ha angesetzt.

■ N-Bereitstellung aus der organischen Düngung  
Zunächst richtet sich der Einsatz organischer Düngemittel<sup>12</sup> nach der geplanten Eingliederung der Fruchtart in die Fruchtfolge (siehe Tabelle 3.8.2/2). Die Auswahl der Düngemittel sollte weiterhin in Abhängigkeit von der anzubauenden Fruchtart vorgenommen werden (Tabelle 3.8.2/3).

Die Höhe der N-Bereitstellung von Flüssigdüngern ist vom NH<sub>4</sub>-N-Gehalt abhängig. Untersuchungen haben ergeben, dass der NH<sub>4</sub>-N-Anteil der organischen Düngemittel aus Ökoanbau z. T. deutlich (50 %) niedriger liegt als im Integrierten Anbau. Zur Orientierung sollten die Werte aus Tabelle Anhang A 12 übernommen werden. Es wird empfohlen, die einzusetzenden Düngemittel in einem Labor auf Gesamt-N und NH<sub>4</sub>-N zu untersuchen.

**Die anzurechnende N-Menge aus der Nährstoffzufuhr<sup>28</sup> mit Düngemitteln wird folgendermaßen ermittelt:**

**Ausbringungsmenge des organischen Düngers \* N-Gehalt des Düngers (Anhang A 12) \* pflanzenbauliche Wirksamkeit (Tabelle 3.6/2) = N-Bereitstellung aus organischer Düngung [kg N/ha]**

### 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 (Tabelle 3.8.2/4). Nur in begründeten Fällen (z. B. intensiver Gemüsebau) kann auch die Gehaltsklasse C angestrebt werden. Die Gehaltsklassen für Grundnährstoffe von Ackerland und Grünland können aus Anhang A 15 a und A 15 b entnommen werden.

Bei der Kalkversorgung gibt es kaum Unterschiede zwischen den Anbauverfahren. Anzustreben ist der Versorgungsbereich C (Anhang A 15 a und A 15 b). Die Auswahl der Düngemittel für die Grunddüngung und Kalkung muss aus den im ökologischen Landbau zugelassenen Düngemitteln erfolgen.

Gehaltsklasse	Bewertung für den ökologischen Landbau
<b>A</b>	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen in der Regel notwendig
<b>B</b>	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen ggf. langfristig notwendig
<b>C</b>	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen begründungsbedürftig
<b>D</b>	keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen
<b>E</b>	keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen (Vorsorge- und Sanierungsmaßnahmen erwägen)

Tabelle 3.8.2/4: Gehaltsklassen für lösliche Bodennährstoffe (P, K, Mg) von Ackerland und Grünland sowie Bewertung für den ökologischen Landbau

### 3.8.3 Nährstoffvergleiche

Soweit in den Betrieben des ökologischen Landbaus auf mindestens einem Schlag<sup>30</sup> wesentliche Nährstoffmengen<sup>35</sup> zugeführt werden und keine andere Ausnahme Anwendung findet (siehe Abschnitt 2.6.4), sind auch im ökologischen Landbau die Nährstoffvergleiche für N und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/P nach der Düngeverordnung zu erstellen und zu bewerten.

Besonderheiten ergeben sich hierbei bei der Bewertung des zugeführten Stickstoffs aus Wirtschaftsdüngern<sup>37</sup> tierischer Herkunft, die anhand der Ausscheidungen der Tiere zugrunde zu legen sind (Anhang A 10). Da im Ökolandbau in der Regel ein etwas niedrigeres Leistungsniveau anzutreffen ist, sind entsprechende Leistungskategorien aus den Richtwerten zu verwenden. Spezielle Untersuchungen zu Nährstoffausscheidungen aus ökologischer Tierhaltung liegen derzeit nicht vor (Mindestanrechnung bei Stickstoff siehe Tabelle 4.1/1).

Bei der Kalkulation der Abfuhrer bestehen Unterschiede zwischen ökologischen und integrierten An-

Kulturart	N-Bindung [kg/ha]
Ackerbohne	255
Erbse	145
Lupine	175
Soja	130
Linse	80
Ackerbohnen-Gemenge	220
Erbsen-Gemenge	140
Linsen-Gemenge	100
Grünspeiseerbse	95

Tabelle 3.8.3/1: Mittlere Werte für die N-Bindung für Körnerleguminosen im Ökolandbau

Tabelle 3.8.3/2:  
Gleichungen zur  
Berechnung der  
N-Bindung von  
Futter- und Körner-  
leguminosen im  
Ökolandbau

Nut- zungs- varian- ten	Fruchtarten	FM- Ertrag [dt/ha]	N- Gehalt [kg N/ dt FM]	N- Entzug [kg/ha]	N-Bindungsberechnung		
					Gleichung	N-Bindung [kg N/ha]	
<b>Futterpflanzen: SCHNITT</b>	Gemenge	Klee gras 30:70	400	0,43	172	$1,19 * N\text{-Entzug} - 50$	155
		Klee gras 50:50	400	0,47	188	$1,19 * N\text{-Entzug} - 50$	174
		Klee gras 70:30	400	0,50	200	$1,19 * N\text{-Entzug} - 50$	188
		Luzernegras 30:70	400	0,45	180	$1,35 * N\text{-Entzug} - 110$	133
		Luzernegras 50:50	400	0,50	200	$1,35 * N\text{-Entzug} - 110$	160
		Luzernegras 70:30	400	0,55	220	$1,35 * N\text{-Entzug} - 110$	187
		Weißklee gras 50:50	400	0,47	188	$1,4 * N\text{-Entzug} - 10$	253
		Klee-, Luzernegemenge	400	0,57	228	$1,24 * N\text{-Entzug} - 60$	223
	Reinsaat	Kleearten (außer Weißklee)	400	0,55	220	$1,24 * N\text{-Entzug} - 60$	213
		Weißklee	400	0,55	220	$1,45 * N\text{-Entzug} - 10$	309
		Luzerne, Serradella und Esparsette	400	0,62	248	$1,4 * N\text{-Entzug} - 120$	227
	Ganzpflanzen-Silage	Leguminosen-(grob-körnig) / Getreide-Gemenge 30:70	220	0,46	101	$0,4 * N\text{-Entzug} + 65$	105
		Leguminosen-(grob-körnig) / Getreide-Gemenge 50:50	220	0,52	114	$0,4 * N\text{-Entzug} + 65$	111
		Leguminosen-(grob-körnig) / Getreide-Gemenge 70:30	220	0,59	130	$0,4 * N\text{-Entzug} + 65$	117
		Leguminosen-Gemenge (grobkörnig)	220	0,65	143	$0,4 * N\text{-Entzug} + 65$	122
	<b>Futterpflanzen: MULCHEN</b>	Gemenge	Klee gras 30:70	400	0,43	172	$(1,19 * N\text{-Entzug} - 50) * 0,95$
Klee gras 50:50			400	0,47	188	$(1,19 * N\text{-Entzug} - 50) * 0,95$	165
Klee gras 70:30			400	0,50	200	$(1,19 * N\text{-Entzug} - 50) * 0,95$	179
Luzernegras 30:70			400	0,45	180	$(1,35 * N\text{-Entzug} - 110) * 0,95$	126
Luzernegras 50:50			400	0,50	200	$(1,35 * N\text{-Entzug} - 110) * 0,95$	152
Luzernegras 70:30			400	0,55	220	$(1,35 * N\text{-Entzug} - 110) * 0,95$	178
Weißklee gras 50:50			400	0,47	188	$(1,40 * N\text{-Entzug} - 10) * 0,95$	241
Klee-, Luzernegemenge			400	0,57	228	$(1,24 * N\text{-Entzug} - 60) * 0,95$	212
Reinsaat		Kleearten (außer Weißklee)	400	0,55	220	$(1,24 * N\text{-Entzug} - 60) * 0,95$	202
		Weißklee	400	0,55	220	$(1,45 * N\text{-Entzug} - 10) * 0,95$	294
<b>Körnerleguminosen</b>		Erbse	30	3,50	105	$(N\text{-Entzug} * (0,4 - 0,005 * N_{\min}))$ + N-Entzug	126
		Ackerbohne	30	4,20	126	$(N\text{-Entzug} * (0,5 - 0,0025 * N_{\min}))$ + N-Entzug	176
		Lupine blau	25	4,80	120	$1,25 * N\text{-Entzug}$	150
		Lupine gelb	25	6,10	153	$1,25 * N\text{-Entzug}$	191
		Lupine weiß	25	5,20	130	$1,25 * N\text{-Entzug}$	163
		Wicke	15	3,80	57	$1,05 * N\text{-Entzug}$	60
		Linse	15	3,90	59	$1,30 * N\text{-Entzug}$	77
		Sojabohne	20	5,50	110	$0,86 * N\text{-Entzug}$	95
		Hülsenfruchtgemenge	30	4,60	138	$1,224 * N\text{-Entzug}$	169
		Hülsenfrucht-/Nicht- leguminosengemenge	40	3,03	121	$1,15 * N\text{-Entzug}$	139

FM = Frischmasse N-Entzug = FM-Ertrag \* N-Gehalt N<sub>min</sub> siehe Tabelle 3.8.2/1

bauverfahren 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 Strohanteile festgestellt. Daher sollten zur genaueren Anrechnung der Nährstoffentzüge die Nährstoffgehalte aus Anhang A 2 entnommen werden. Gleiche Zusammenhänge bestehen auch für die Nährstoffgehalte aus den organischen Düngemitteln<sup>12</sup> (Anhang A 12).

Ein 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 müssen außer den Erträgen und den Leguminosenanteilen in den Gemengen je nach Leguminosen- und Nutzungsart noch weitere Merkmale berücksichtigt werden, die mit bestimmten Verfahren im Programm BEFU zur Verfügung stehen. Für die Bewertung der legumen N-Bindung im Nährstoffvergleich sollten für den ökologischen Landbau die Gleichungen aus der Tabelle 3.8.3/2 angewendet werden. Für die Zufuhr durch die legume N-Bindung der Körnerleguminosen können auch die in Tabelle 3.8.3/1 empfohlenen Richtwerte übernommen werden.

Für eine umfassende fachliche Bewertung der Nährstoffversorgung der Kulturen und Fruchtfolgen sowie für die optimale Gestaltung der Anbauverfahren und betrieblichen Kreisläufe ist es auch im ökologischen Landbau dringend zu empfehlen, zusätzlich zielgerichtet andere Bilanzierungsmethoden (z. B. Schlagbilanzen) anzuwenden. Gerade im ökologischen Landbau sollte zusätzlich zu den Anforderungen der Düngeverordnung die Nährstoffbilanzierung (für N, P und K) bezogen auf das gesamte Fruchtfolgesystem und unter Berücksichtigung aller wichtigen Zufuhrkategorien in Betracht gezogen werden. Diese Nährstoffbilanzierung steht im Programm BEFU zur Verfügung.

# 4 Nährstoffvergleiche – Erstellung und Beispiele

## 4.1 Hinweise zur Erstellung und Bewertung

Nährstoffvergleiche, wie sie die neue Düngeverordnung – Flächen und Betriebe laut § 5 Abs. 4 DüV ausgenommen – vorschreibt, informieren über die Effizienz und Umweltverträglichkeit der Düngung<sup>13</sup>. Vor allem über einen längeren Zeitraum hinweg ermöglichen sie Aussagen zum grundsätzlichen Entwicklungstrend von Bilanzsalden, zur Nährstoffsituation und zur Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung. Nährstoffüberschüsse bzw. -defizite sowie Gefährdungspotenziale können erkannt und bei Düngungsmaßnahmen entsprechend beachtet werden.

Im Freistaat Sachsen wird empfohlen, zu allen acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen schlagbezogene Aufzeichnungen (z. B. Schlagkartei) zu führen. Diese Dokumentationen sind unentbehrlich für die optimale Gestaltung der Verfahren der pflanzlichen Erzeugung und Bodenbewirtschaftung und damit auch für ein sachgerechtes Düngemanagement.

Nach den Bestimmungen der Düngeverordnung zur Erstellung und Bewertung der Nährstoffvergleiche sowie zu den Aufzeichnungspflichten ergeben sich jedoch formgebundene Anforderungen an die Erstellung der Nährstoffvergleiche auf Betriebsebene. Diese

Dokumentationen nach DüV sind aufzubewahren, sollen und können aber die empfohlenen schlagbezogenen Aufzeichnungen nicht ersetzen. Wenn für die Erstellung der jährlichen betriebsbezogenen Nährstoffvergleiche (Flächenbilanz) Ausgangsdaten aus schlagbezogenen Aufzeichnungen oder schlagbezogenen Bilanzen herangezogen werden (aggregierte Schlagbilanz), sind folgende Hinweise zu beachten:

Bei der Zusammenfassung von schlagbezogenen Ausgangsdaten (Zufuhr, Abfuhr) sollten die absoluten Nährstoffmengen (z. B. in kg) übernommen werden. Hektarbezogene Angaben (kg/ha, dt/ha) können nur dann sachgerecht im betrieblichen Nährstoffvergleich zur Anwendung kommen, wenn über eine Berechnung des gewogenen Mittels die unterschiedlichen Schlaggrößen ordnungsgemäß berücksichtigt sind. Der Nährstoffanfall aus Wirtschaftsdüngern<sup>37</sup> tierischer Herkunft ist auf der Grundlage der Ausscheidungen der Tiere (Tierbestand) im betrieblichen Nährstoffvergleich zu berücksichtigen. Ausgangsdaten der Schläge/Bewirtschaftungseinheiten<sup>4</sup>, die auf der Basis der ausgebrachten Mengen (m<sup>3</sup>, dt) an Wirtschaftsdüngern und deren tatsächlichen Gehalte beruhen, können davon abweichen. Eine Übernahme von schlagbezogenen Ausgangsdaten zur Zufuhr von Nährstoffen aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft in die betrieblichen Nährstoffvergleiche sollte deshalb unterbleiben.

Unabhängig davon besitzt die schlagbezogene Bilanz neben der betrieblichen Flächenbilanz ohne Zweifel einen hohen Informationsgehalt für den jeweils betrachteten Schlag<sup>30</sup>. Mangel oder Überschuss werden lokal erkennbar, so dass Schlussfolgerungen für eine bedarfsorientierte und umweltgerechte Düngung abgeleitet werden können. Hinzu kommt, dass für Phosphor die aktuelle Nährstoffversorgung des Bodens in die Bilanzierung einbezogen werden sollte. So sind für diesen Nährstoff positive Bilanzsalden bei niedrigen Bodengehalten und negative Salden bei hoher Bodenversorgung pflanzenbaulich und wirtschaftlich sinnvoll. Im Bereich anzustrebender optimaler Bodengehalte ist

Tabelle 4.1/1:  
Anzurechnende  
Mindestwerte in %  
der Ausscheidungen  
an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern  
tierischer Herkunft

Tierart	Zufuhr nach Abzug der Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste	
	Gülle	Festmist, Jauche, Tiefstall
Rinder	70	60
Schweine	60	55
Geflügel		50
andere (Pferde, Schafe)		50
Weidegang, alle Tierarten	25	

Tabelle 4.1/2:  
Unvermeidbare  
Überschüsse/erfor-  
derliche Zuschläge  
für Stickstoff  
(Anlage 6 Zeile 12  
bis 15 DüV)

Unvermeidliche Überschüsse/erforderliche Zuschläge für Stickstoff	
<b>Gemüsebau I</b> (Anlage 6 Zeile 12 DüV)	Für die letzte Kultur vor Winter, je nach Kultur, Kulturverfahren oder Produkten bis zu <b>50 kg N/ha</b> und Jahr: <b>Rettich, Radies, Feldsalat, Grünkohl, Dill, Möhren, Rote Rüben, Schnittlauch, Markerbse, Zwiebel, Kürbis, Petersilie, Salate, Spinat, Chicoree.</b> Weitere Differenzierung oder nicht genannte Kulturen nach Angabe oder in Abstimmung mit der nach Landesrecht zuständigen Stelle.
<b>Gemüsebau II</b> (Anlage 6 Zeile 13 DüV)	Für die letzte Kultur vor Winter, je nach Kultur, Kulturverfahren oder Produkten bis zu <b>80 kg N/ha</b> und Jahr: <b>Sellerie, Chinakohl, Buschbohnen, Kohlrabi, Rosenkohl, Rotkohl, Gurke, Porree, Knollenfenchel.</b> Weitere Differenzierung oder nicht genannte Kulturen nach Angabe oder in Abstimmung mit der nach Landesrecht zuständigen Stelle.
<b>Gemüsebau III</b> (Anlage 6 Zeile 14 DüV)	Für die letzte Kultur vor Winter, je nach Kultur, Kulturverfahren oder Produkten bis zu <b>120 kg N/ha</b> und Jahr. Bis zu 160 kg N/ha und Jahr, wenn, soweit möglich, geeignete Maßnahmen zur Reduktion des Stickstoffaustrags vorgenommen werden, insbesondere Begrünung oder Anbau von Ackerwinterkulturen: <b>Brokkoli, Blumenkohl, Wirsing, Zucchini, Stangenbohnen, Weißkohl, Zuckermais.</b> Weitere Differenzierung oder nicht genannte Kulturen nach Angabe oder in Abstimmung mit der nach Landesrecht zuständigen Stelle.
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 vertretende Ernteauffälle. (Anlage 6 Zeile 15 DüV)	Nach Vorgabe oder in Abstimmung mit der nach Landesrecht zuständigen Stelle.

eine ausgeglichene Bilanz durch entzugsorientierte Düngung empfehlenswert.

Obwohl bei der neuen Düngeverordnung nicht gefordert, wird aus fachlicher Sicht empfohlen, Kalium auch weiterhin insbesondere in den Schlagbilanzen zu berücksichtigen.

Der jährliche betriebliche Nährstoffvergleich stellt eine Bilanzierung der Nährstoffzufuhr<sup>28</sup> und Nährstoffabfuhr auf der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche<sup>26</sup> des Betriebes dar und bezieht sich auf das abgelaufene Düngejahr<sup>11</sup>. Das Düngejahr muss in jedem Fall 12 Monate umfassen. Es wird im Freistaat Sachsen empfohlen, für die Erstellung der Nährstoffvergleiche das Kalenderjahr als Düngejahr heranzuziehen. Damit sind in der Regel alle Nährstoffabfuhr von der Betriebsfläche (Ernteprodukte) und auch die wesentlichen Nährstoffzufuhren während der Vegetationszeit erfasst. Der einmal gewählte Berechnungszeitraum sollte möglichst beibehalten werden.

Für die betrieblichen Flächenbilanzen sind die Ausscheidungen des Tierbestandes (Anhang A 10) zu Grunde zu legen. Bei Stickstoff sind für die Anrechnung Mindestwerte zu verwenden (siehe Tabelle 4.1/1).

Für die Bewertung des Stickstoffes aus Weidehaltung werden anteilig mindestens 25 % des Gesamt-

stickstoffes der Ausscheidungen der Weidetiere angerechnet. Dabei ist die tatsächliche Weidedauer (Weidetage, Weidezeit) zu Grunde zu legen. Der während der Stallhaltung der Weidetiere anfallende Stickstoff ist entsprechend der Tierhaltungsform (anfallende Wirtschaftsdüngerart) anteilig zu berücksichtigen.

Werden Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft aus anderen Betrieben zugekauft (Zufuhr), können in der Flächenbilanz unter Berücksichtigung der tatsächlichen Stickstoffgehalte (Stall- und Lagerungsverluste bereits enthalten) Ausbringungsverluste laut Tabelle in Anhang A 13 angerechnet werden. Bei Abgabe (Abfuhr) von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft an andere Betriebe sind für Stickstoff die Ausbringungsverluste jedoch nicht anzurechnen.

Die Zufuhr und die Abfuhr von Phosphor sind im Nährstoffvergleich grundsätzlich auf der Grundlage der tatsächlichen Gehalte sowohl der Ernteprodukte als auch der zugeführten Stoffe anzugeben. Bei Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft werden analog zur Stickstoffbewertung die Richtwerte zu den Phosphor-Ausscheidungen der Tiere zugrunde gelegt (Anhang A 10). Hier erfolgt aber eine vollständige Anrechnung, da bei Phosphor keine Stall-, Lager- und Ausbringungsverluste auftreten.

Tabelle 4.2/1:  
Fiktiver Beispiel-  
betrieb für die  
Nährstoff-  
vergleiche

Die Berechnungen der Nährstoffzufuhr aus der Tierhaltung (Stallhaltung, Weidehaltung), und die Bewertung zugekaufter oder abgegebener Wirtschaftsdünger sowie die komplette Erstellung der betrieblichen Nährstoffvergleiche kann mit dem sächsischen Beratungsprogramm BEFU ([www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/befu](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/befu)) durchgeführt werden.

Für die jährliche betriebliche Flächenbilanz kann es bei Stickstoff unter bestimmten Voraussetzungen gemäß Tabelle 4.1./2 notwendig sein, unvermeidliche Überschüsse bzw. erforderliche Zuschläge zuzulassen. Dabei sind die detaillierten Angaben zu dokumentieren.

Zur Bewertung der Salden (siehe Abschnitt 2.6.5) sind die Ergebnisse der jährlichen Betriebsvergleiche für das abgelaufene Düngejahr und für die entsprechenden Vorjahre, aufzuführen. Daraus wird ein Mittelwert berechnet, der das durchschnittliche Bilanzsaldo bezogen auf 3 Jahre bei Stickstoff und 6 Jahre bei Phosphor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oder P) darstellt.

## 4.2 Beispiele für Nährstoffvergleiche

Die nachstehend aufgeführten Beispiele der Nährstoffvergleiche sind als Hilfestellung für den Landwirt gedacht. Sie zeigen exemplarisch die einzelnen Schritte zur Erstellung einer Flächenbilanz für den Betrieb und der Nährstoffbilanz für die einzelnen Schläge. Um falsche Ergebnisse zu vermeiden, sollte man sich von vornherein für eine Angabeform der Nährstoffe (Oxid oder Element) entscheiden. Im Freistaat Sachsen wird aus fachlicher Sicht die Elementform bevorzugt.

Für die Berechnung der Nährstoffvergleiche wird der in Tabelle 4.2/1 dargestellte fiktive Beispielbetrieb verwendet. Bei dem Beispiel zur schlagbezogenen Nährstoffbilanz wird jedoch nur ein Schlag<sup>30</sup> über 3 Jahre betrachtet.

### 4.2.1 Flächenbilanz Betrieb

Die Erstellung einer Flächenbilanz Betrieb ist in Abbildung 4.2.1/1 dargestellt. Im betrachteten Zeitraum (12 Monate) ist die Bilanzfläche als Summe der Flächen mit Nährstoffbewegungen im Sinne der Zufuhr (einschließlich legume N-Bindung) und/oder Abfuhr von Nährstoffen zu berücksichtigen.

Bei der Flächenbilanz Betrieb wird die Nährstoffzufuhr<sup>28</sup> durch die Tierhaltung, Aufnahme von Wirtschaftsdüngern<sup>37</sup> tierischer Herkunft, organischen Düngemitteln<sup>12</sup>, sonstige Stoffe, Handelsdünger sowie legume

Der Beispielbetrieb verfügt über folgenden **mittleren Tierbestand**

- 13 Kälber über 3 bis 6 Monate (ohne Mastkälber); allgemein
- 15 männliche Rinder über 2 Jahre (einschließlich Zuchtbullen); allgemein
- 62 Milchkühe; allgemein
- 10 weibliche Zuchtrinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; allgemein

Während die 15 männlichen Rinder 365 Tage im Stall auf Güllebasis stehen, sind die anderen Tierbestände 200 Tage auf der Weide und 165 Tage im Stall auf Stallmistbasis.

Im Laufe des Kalenderjahres werden 1000 m<sup>3</sup> betriebsfremde Wirtschaftsdünger<sup>37</sup> tierischer Herkunft in Form von Gülle normal/Rind zusätzlich aufgenommen. Darüber hinaus werden betriebseigene Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft in Form von Stallmist/Rind (400 t) abgegeben.

Der Betrieb verfügt über eine **landwirtschaftlich genutzte Fläche<sup>26</sup> von über 107 ha Acker- und Grünland**. Angebaut wurden:

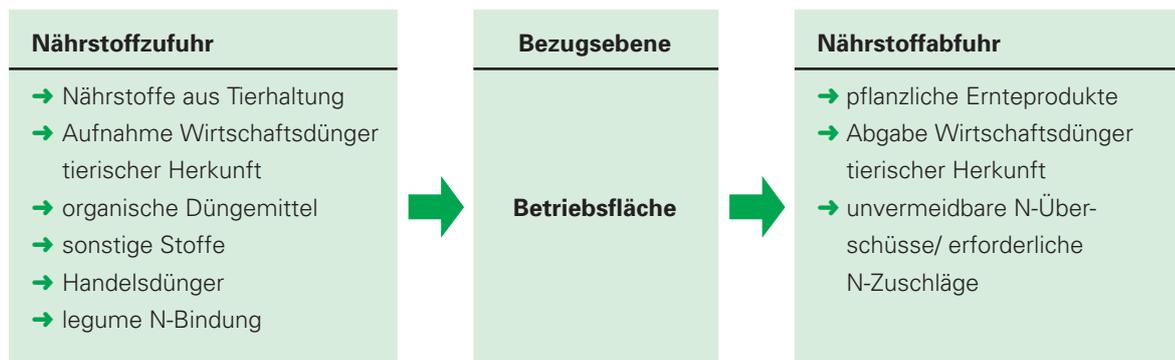
20 ha	Wintergerste	(62 dt/ha)
10 ha	Winterweizen	(75 dt/ha)
10 ha	Qualitätsweizen	(78 dt/ha)
15 ha	Kleegras (50:50)	(320 dt/ha)
10 ha	Silomais	(485 dt/ha)
15 ha	Ackerbohnen	(40 dt/ha)
2 ha	Kopfsalat früh (1. Frucht)	(500 dt/ha)
	Weißkohl Frischmarkt	
	mittelfrüh (2. Frucht)	(750 dt/ha)
15 ha	Grünland/Wiese	(380 dt/ha)
10 ha	Grünland/Weide	(400 dt/ha)

107 ha

N-Bindung mit der Nährstoffabfuhr durch pflanzliche Ernteprodukte, Abgabe von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft sowie unvermeidbare N-Überschüsse/erforderliche N-Zuschläge verglichen.

Für die Berechnung der Nährstoffvergleiche sind die Tabellen der Richtwerte im Anhang A 1 bis A 4 sowie A 7 bis A 13 zu verwenden. Liegen jedoch Untersuchungsergebnisse vor, sind diese zu nutzen. Darüber hinaus können für die Erstellung der Nährstoffvergleiche die Formulare im Anhang A 17 a, b, c, d, e verwendet werden.

Abbildung 4.2.1/1  
Schema zur Erstellung einer Flächenbilanz



Alle Angaben beziehen sich auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche<sup>26</sup> des Betriebes. Unter Berücksichtigung des fiktiven Beispielbetriebes in Tabelle 4.2/1 ist die Erstellung der betrieblichen Flächenbilanz in den Tabellen 4.2.1/1 bis 3 anschaulich dargestellt. Bei der Durchführung der Flächenbilanz wird wie folgt vorgegangen:

**Formular »Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft für den Nährstoffvergleich« (siehe Tabelle 4.2.1/1 bzw. Anhang A 17 a)**

**Nährstoffanfall aus Tierhaltung**

Anzugeben sind zunächst die Tierarten mit den entsprechenden Gehalten der Ausscheidungen gemäß Anhang A 10. Dabei sind entweder die allgemeinen Tierkategorien nach Anlage Tierbestand (TB) Agrarförderung oder die Tierkategorien detailliert nach Fütterungsverfahren auszuwählen. Für die mindestens anzurechnenden Anteile unter Einbeziehung der Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste sind die aufgeführten Werte in der Tabelle 4.1/1 zu berücksichtigen.

■ Berechnungsbeispiel (Tabelle 4.2.1/1):  
13 Kälber über 3 bis 6 Monate (ohne Mastkälber); allgemein mit 165 Stalltagen auf Mist und 200 Tage auf Weidegang

**N: Stalltage**  
13 \* 165 Tage : 365 Tage \* 32,6 kg N/Stallplatz \* 60 : 100  
(60 % Mindestanrechnung) = **115 kg N**

**N: Weidetage**  
13 \* 200 Tage : 365 Tage \* 32,6 kg N/Platz \* 25 : 100  
(25 % Mindestanrechnung) = **58 kg N**

**P: Stalltage**  
13 \* 165 Tage : 365 Tage \* 3,2 kg P/Stallplatz = **19 kg P**

**P: Weidetage**  
13 \* 200 Tage : 365 Tage \* 3,2 kg P/Platz = **23 kg P**

**Aufnahme betriebsfremder Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft**

Die Angaben dazu sind der Tabelle im Anhang A 11 bzw. A 12 zu entnehmen. Liegen die Angaben (Kennzeichnung) oder Untersuchungsergebnisse vor, sind diese zu nutzen. Die anrechenbaren maximalen Ausbringungsverluste sind im Anhang A 13 aufgeführt.

■ Berechnungsbeispiel (Tabelle 4.2.1/1):  
Aufnahme von 1000 m<sup>3</sup> Gülle normal/Rind  
**N:** 1000 m<sup>3</sup> \* 3,8 kg N/m<sup>3</sup> \* 82 : 100  
(82 % Mindestanrechnung) = **3116 kg N**  
**P:** 1000 m<sup>3</sup> \* 0,66 kg P/m<sup>3</sup> = **660 kg P**

**Abgabe betriebseigener Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft**

Da diese Düngemittel nicht im Betrieb ausgebracht werden, erfolgt bei der Abgabe eigener Wirtschaftsdünger keine Anrechnung von N-Ausbringungsverlusten. Ansonsten sind die Richtwerte im Anhang A 11 bzw. A 12 oder eigene Untersuchungsergebnisse (Erläuterungen der Probenahme siehe Anhang A 22) zu nutzen.

■ Berechnungsbeispiel (Tabelle 4.2.1/1):  
Abgabe von 400 t Stallmist/Rind  
**N:** 400 t \* 6,1 kg N/t = **2440 kg N**  
**P:** 400 t \* 1,41 kg P/t = **564 kg P**

**Summe Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft**

Summe Nährstoffanfall aus Tierhaltung  
+ Summe Aufnahme Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft  
– Summe Abgabe Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft  
= Summe Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft

■ Berechnungsbeispiel (Tabelle 4.2.1/1):  
**N:** 4602 kg N + 3116 kg N – 2440 kg N = **5278 kg N**  
**P:** 1525 kg P + 660 kg P – 564 kg P = **1621 kg P**

Tabelle 4.2.1/1:  
 Nährstoffe auf-  
 gebrachter Wirt-  
 schaftsdünger tieri-  
 scher Herkunft für  
 den Nährstoff-  
 vergleich (Flächen-  
 bilanz Betrieb)

Betrieb: Beispielbetrieb						P <input checked="" type="checkbox"/> oder P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <input type="checkbox"/> *		
Datum der Erstellung: 31.03.2007								
Jahr: 2006			von: 01.01.2006			bis: 31.12.2006		
Nährstoffanfall aus Tierhaltung								
Tierart/Produktionsverfahren	Anzahl belegte Stallplätze	Anzahl Stalltage oder Weidertage	Gülle (G), Mist (M), Weidengang (W)	Mindestanrechnung bei N (Stall-, Lager- und Ausbringungsverluste) %	Ausscheidung in kg/Stallplatz und Jahr		kg gesamt	
					N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Kälber 3 – 6 Monate (ohne Mastkälber); allgemein	13	165	M	60	32,6	3,24	115	19
Kälber 3 – 6 Monate (ohne Mastkälber); allgemein	13	200	W	25	32,6	3,24	58	23
Männliche Rinder über 2 Jahre (einschl. Z.-Bullen); allgemein	15	365	G	70	60,0	9,12	630	137
Milchkühe; allgemein	62	165	M	60	138,0	20,04	2321	561
Milchkühe; allgemein	62	200	W	25	138,0	20,04	1172	681
Weibliche Zuchtrinder 1 – 2 Jahre; allgemein	10	165	M	60	75,0	10,44	203	47
Weibliche Zuchtrinder 1 – 2 Jahre; allgemein	10	200	W	25	75,0	10,44	103	57
<b>Summe Nährstoffanfall aus Tierhaltung</b>							<b>4602</b>	<b>1525</b>
Aufnahme betriebsfremder Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft								
Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft	t bzw. m <sup>3</sup>		Mindestanrechnung bei N (Ausbringungsverluste) %	kg/t bzw. m <sup>3</sup>		kg gesamt		
				N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Gülle normal/Rind	1000		82	3,8	0,66	3116	660	
<b>Summe Aufnahme Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft</b>							<b>3116</b>	<b>660</b>
Abgabe betriebseigener Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft								
Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft	t bzw. m <sup>3</sup>			kg/t bzw. m <sup>3</sup>		kg gesamt		
				N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Stallmist/Rind	400			6,1	1,41	2440	564	
<b>Summe Abgabe Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft</b>							<b>2440</b>	<b>564</b>
<b>Summe Nährstoffe aufgebrauchter Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft (Summe Nährstoffanfall aus Tierhaltung + Summe Aufnahme Wirtschaftsdünger - Summe Abgabe Wirtschaftsdünger)</b>							<b>5278</b>	<b>1621</b>

\* Bitte ankreuzen, die gewählte Einheit ist durchgängig einzuhalten

Tabelle 4.2.1/2:  
Nährstoffvergleich  
(Flächenbilanz  
Betrieb)

<b>Betrieb:</b> Beispielbetrieb		<b>P</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>oder P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> <input type="checkbox"/> *
<b>Datum der Erstellung:</b> 31.03.2007		
<b>Jahr:</b> 2006	<b>von:</b> 01.01.2006	<b>bis:</b> 31.12.2006
<b>Betriebsgröße (Bilanzfläche<sup>1)</sup>):</b> <input type="text" value="107"/> ha = <input type="text" value="82"/> ha Ackerland + <input type="text" value="25"/> ha Grünland		
<sup>1)</sup> Flächen mit Nährstoffzufuhr und/oder -abfuhr		

Komponenten	dt, t, m <sup>3</sup>	kg pro dt, t, m <sup>3</sup>		kg gesamt	
		N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>Zufuhr</b>					
<b>Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft</b>					
Übertrag aus Formular Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft				<b>5278</b>	<b>1621</b>
<b>Mineraldünger [dt]</b>					
Kalkammonsalpeter (27)	203	27	0	5481	0
NP (22 + 22)	82	22	9,68	1804	794
NPKMgS (20 + 8 + 8 + 3 + 4 S)	40	20	3,52	800	141
50er Kali (50)	23	0	0	0	0
Kieserit fein (27)	16,5	0	0	0	0
<b>Summe Mineraldünger</b>				<b>8085</b>	<b>935</b>
<b>Organische Düngemittel und sonstige Stoffe [t bzw. m<sup>3</sup>]<sup>1)</sup></b>					
<b>Summe organische Düngemittel und sonstige Stoffe</b>					
<b>Stickstoffbindung Leguminosen [dt]</b>					
Ackerbohnen Korn	600	5,00		3000	
Klee gras (50 : 50)	4800	0,27		1296	
Grünland/Wiese < 10 % Leguminosen (15 ha)	-	-		225	
Grünland/Weide < 10 % Leguminosen (10 ha)	-	-		150	
<b>Summe Stickstoffbindung Leguminosen</b>				<b>4671</b>	
<b>Summe Zufuhr</b>				<b>18034</b>	<b>2556</b>

<b>Abfuhr</b>					
<b>Pflanzliche Produkte [dt]</b>					
Qualitätsweizen Korn	780	2,11	0,35	1646	273
Wintergerste Korn	1240	1,65	0,35	2046	434
Winterweizen Korn	750	1,81	0,35	1358	263
Ackerbohnen Korn	600	4,10	0,52	2460	312
Klee gras (50 : 50)	4800	0,52	0,06	2496	288
Silomais	4850	0,38	0,07	1843	340
Grünland/Wiese < 10 % Leguminosen	5700	0,44	0,08	2508	456
Grünland/Weide < 10 % Leguminosen	4000	0,44	0,08	1760	320
Kopfsalat früh	1000	0,18	0,03	180	30
Weißkohl Frischmarkt mittelfrüh	1500	0,20	0,032	300	48
<b>Summe Pflanzliche Produkte</b>				<b>16597</b>	<b>2764</b>
<b>Unvermeidbare N-Überschüsse/erforderliche N-Zuschläge</b> (Zusammenstellung beifügen)				240	
				2 ha Weißkohl	
<b>Summe Abfuhr</b>				<b>16837</b>	<b>2764</b>

<b>Saldo in kg</b> (Summe Zufuhr minus Summe Abfuhr)	<b>1197</b>	<b>- 208</b>
<b>Saldo in kg/ha</b> (Saldo in kg geteilt durch ha)	<b>11</b>	<b>- 2</b>

\* Bitte ankreuzen, die gewählte Einheit ist durchgängig einzuhalten

<sup>1)</sup> Ausbringungsverluste können nach Anhang A 13 berücksichtigt werden

## Formular »Nährstoffvergleich (Flächenbilanz)« (siehe Tabelle 4.2.1/2 bzw. Anhang A 17 b, c)

Grundsätzlich wird die Gesamtmenge kg Nährstoff (N, P oder  $P_2O_5$ ) aus der Menge (dt, t bzw.  $m^3$ ) multipliziert mit den jeweiligen Nährstoffgehalten in kg pro dt, t bzw.  $m^3$  berechnet. Ein ausgefülltes Formular an Hand der Daten des fiktiven Beispielbetriebes veranschaulicht in Tabelle 4.2.1/2 die weitere Vorgehensweise zur Erstellung der Flächenbilanz Betrieb sehr deutlich.

Im Anhang A 17 c ist das Formular für den jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleich aus Anlage 7 der DüV dargestellt.

### Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft

Übertrag der »Summe Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft« aus dem gleichnamigen Formular für N und P (siehe Tabelle 4.2.1/1).

### Mineraldünger

Eintragung der eingesetzten Mineraldünger mit den entsprechenden Gehaltsangaben.

### Organische Düngemittel und sonstige Stoffe

Berücksichtigung der Richtwerte der jeweiligen Mittel und Stoffe in Anhang A 11 bzw. A 12, wobei jedoch für die meisten organischen Düngemittel und sonstige Stoffe Untersuchungsergebnisse (Erläuterungen der Probenahme siehe Anhang A 22) erforderlich sind.

### Stickstoffbindung Leguminosen

**Ackerland:** Nutzung der Richtwerte für die symbiotische N-Bindung in kg N/dt in Anhang A 9 unter Berücksichtigung des Gesamtertrages in dt der jeweils angebauten Leguminosen.

**Grünland:** Nutzung der Richtwerte für die symbiotische N-Bindung in kg N/ha in Anhang A 9 unter Berücksichtigung der Nutzungshäufigkeit bzw. des Gesamtertrages in dt sowie des Leguminosenertragsanteils im Bestand.

### Abfuhr pflanzlicher Produkte

Eintragung der geernteten pflanzlichen Produkte von Ackerkulturen und Grünland, Freilandgemüse usw. sowie dem jeweiligen Gesamtertrag in dt. Die Richtwerte der Nährstoffgehalte sind aus den Tabellen im Anhang A 1 bis A 4 und A 7 bis A 8 zu entnehmen.

### Unvermeidbare N-Überschüsse/erforderliche N-Zuschläge

Gemäß Tabelle 4.1/2 können unvermeidbare N-Überschüsse oder N-Zuschläge (Gemüsebau) berücksichtigt werden. Zu- oder Abschläge bei besonderen betrieblichen Bedingungen (Anlage 6, Zeile 15 DüV) sind nach Abstimmung mit der zuständigen Stelle oder nach deren Vorgabe möglich. Entsprechende Dokumentationen/Nachweise sind den Nährstoffvergleichen beizufügen.

### Saldo in kg und in kg/ha für N, $P_2O_5$ oder P

Saldo in kg = Summe Zufuhr minus Summe Abfuhr  
Saldo in kg/ha = Saldo in kg geteilt durch die Bilanzfläche ha

## Formular »Übersicht langjährige betriebliche Nährstoffvergleiche« (siehe Tabelle 4.2.1/3 bzw. Anhang A 17 d, e)

Für den mehrjährigen betrieblichen Nährstoffvergleich (Anhang A 17 d) kann dieses Formular ergänzend verwendet werden. Dabei sind aus den einzelnen Jahren die Salden in kg/ha für N und  $P_2O_5$  oder P in dieses Formular zu übertragen (siehe auch Tabelle 4.2.1/3). Jeweils nach Ablauf von drei Jahren für N und von sechs Jahren für  $P_2O_5$  oder P sind jährlich die gleitenden Mittelwerte zu berechnen und einzutragen. Die Vorgehensweise wurde an Hand fiktiver Daten von 2006 bis 2013 für den Beispielbetrieb in Tabelle 4.2.1/3 dargestellt.

■ Berechnungsbeispiel (Tabelle 4.2.1/3):

Gleitender Mittelwert für N von 2006 bis 2008  
(3 Jahre)

$(11 \text{ kg N/ha} + 10 \text{ kg N/ha} + 15 \text{ kg N/ha}) : 3 = 12 \text{ kg N/ha}$

Gleitender Mittelwert für N von 2007 bis 2009  
(3 Jahre)

$(10 \text{ kg N/ha} + 15 \text{ kg N/ha} - 5 \text{ kg N/ha}) : 3 = 7 \text{ kg N/ha}$   
usw.

Das Formular »Übersicht langjährige betriebliche Nährstoffvergleiche« (Anhang A 17 e) stellt eine Erweiterung zum Formular »Mehrjähriger betrieblicher Nährstoffvergleich« im Anhang A 17 d dar.

Tabelle 4.2.1/3:  
Übersicht lang-  
jährige betriebliche  
Nährstoffver-  
gleiche

**Betrieb:** Beispielbetrieb **P  oder P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  \***  
**Beginn und Ende der Düngejahre:** Beginn 01.01.                      Ende 31.12.  
**Art der Bilanzierung der Ausgangsdaten:** Flächenbilanz  
**Für N sind das gleitende Mittel von zurückliegenden 3 Jahren und für P/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> von 6 Jahren jährlich zu ermitteln.**

Düngejahr	Datum der Erstellung	landw. genutzte Fläche ha	N	gleitende Mittel (3 Jahre)		P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	gleitende Mittel (6 Jahre)	
			kg/ha	für	kg/ha	kg/ha	für	kg/ha
2006	31.03.07	107	11	-	-	- 2	-	-
2007	20.03.08	107	10	-	-	3	-	-
2008	25.03.09	107	15	2006 bis 2008	12	5	-	-
2009	30.03.10	107	- 5	2007 bis 2009	7	- 8	-	-
2010	15.03.11	107	20	2008 bis 2010	10	6	-	-
2011	20.03.12	107	5	2009 bis 2011	7	2	2006 bis 2011	1
2012	25.03.13	107	30	2010 bis 2012	18	7	2007 bis 2012	3
2013	31.03.14	107	25	2011 bis 2013	20	4	2008 bis 2013	3

\* Bitte ankreuzen, die gewählte Einheit ist durchgängig einzuhalten

2007 - 2013 sind Annahmen, um die Vorgehensweise zu demonstrieren.

#### 4.2.2 Schlagbezogene Nährstoffbilanz

In Abbildung 4.2.2/1 ist das Schema der schlagbezogenen Nährstoffbilanz vereinfacht dargestellt.

Bei der schlagbezogenen Nährstoffbilanzierung wird für den jeweiligen Schlag<sup>30</sup> die Nährstoffzufuhr<sup>28</sup> durch Handelsdünger, Wirtschaftsdünger<sup>37</sup>, Kompost, Klärschlamm<sup>22</sup> und die legume N-Bindung mit der Nährstoffabfuhr durch pflanzliche Ernteprodukte verglichen. Dabei wird das Berechnungsprinzip entsprechend Tabelle 4.2.2/1 zu Grunde gelegt.

Auch für die Durchführung der schlagbezogenen Nährstoffbilanz steht ein Formular zur Verfügung (siehe Anhang A 17 f). In Tabelle 4.2.2/2 sind die Ergebnisse der schlagbezogenen Bilanz auf der Grundlage eines Schlages des fiktiven Beispielbetriebes dargestellt.

Bei der Erstellung der Schlagbilanz ist nach folgenden Grundsätzen vorzugehen (siehe dazu auch das Beispiel in Tabelle 4.2.2/2).

Die Zufuhr aus der organischen Düngung (Anhang A 11 bzw. A 12) und der mineralischen Düngung ist zu ermitteln. Für Stickstoff sind bei eingesetzten Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft die Ausbringungsverluste entsprechend Tabelle in Anhang A 13 einzubeziehen.

Zu beachten ist, dass die Werte der Nährstoffzufuhr aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft aus der schlagbezogenen Bilanz nicht in die Flächenbilanz nach Düngeverordnung übernommen werden können (siehe Abschnitt 4.1).

Die Zufuhr durch legume N-Bindung auf Ackerland ergibt sich aus dem Ertrag in dt der jeweiligen Leguminosen multipliziert mit dem Richtwert der symbiotischen N-Bindung in kg N/dt (siehe Anhang A 9). Die Zufuhr durch legume N-Bindung auf Grünland ergibt sich aus der Zuordnung zur Nutzungshäufigkeit bzw. des Gesamtertrages in dt sowie zum Leguminosen-ertragsanteil im Bestand (siehe Anhang A 9).

Die Nährstoffabfuhr ist über das jeweilige Ernteprodukt gemäß Angaben der Tabellen im Anhang A 1 bis A 4 sowie A 7 bis A 8 (Nährstoffgehalte pflanzlicher Produkte) zu ermitteln. Schließlich ergibt sich die Nährstoffbilanz (Saldo) aus der Differenz der Nährstoffzufuhr und der Nährstoffabfuhr.

Bleibt das Nebenprodukt auf dem Schlag, so ist der Entzug lediglich für das Hauptprodukt zu berücksichtigen (siehe auch Tabelle 4.2.2/2). Für das Folgejahr kann zur Vollständigkeit das Nebenprodukt als Zufuhr bei der organischen Düngung ohne Angabe der Nährstoffe N, P und K (Null) eingetragen werden.

Abbildung 4.2.2/1:  
Schema zur  
Erstellung einer  
schlagbezogenen  
Nährstoffbilanz



Tabelle 4.2.2/1:  
Berechnungsprinzip  
für die schlag-  
bezogene Nähr-  
stoffbilanz

<b>+</b>	<b>Zufuhr von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft</b>
N	Menge [t bzw. m <sup>3</sup> /ha] * Gehalt [kg/t bzw. m <sup>3</sup> ] * N-Anrechnung [%] : 100
P/K	Menge [t bzw. m <sup>3</sup> /ha] * Gehalt [kg/t bzw. m <sup>3</sup> ]
<b>+</b>	<b>Zufuhr organischer Dünger und sonstige Stoffe</b>
	Menge [t/ha] * Gehalt [kg/t]
<b>0</b>	<b>Zufuhr von Nebenprodukt (Stroh, Blatt)</b>
	Nebenprodukte, die auf dem Schlag verbleiben, werden nicht angerechnet
<b>+</b>	<b>Zufuhr mineralische Düngung</b>
	Menge [dt/ha] * Gehalt [%]
<b>+</b>	<b>Zufuhr legume N-Bindung</b>
	Ertrag Hauptprodukt [dt/ha] * N-Bindung [kg/dt]
<b>-</b>	<b>Nährstoffentzug durch Ernteprodukt</b>
	Ertrag Hauptprodukt [dt/ha] * Gehalt Ernteprodukt [kg/dt]

Tabelle 4.2.2/2:  
Schlagbezogene  
Nährstoffbilanz

Schlagbezogene Nährstoffbilanz					Betrieb: Beispielbetrieb		
<b>Betriebsnummer: 999999999</b>							
Feldstück-Schlag: <u>1</u> - <u>1</u>		Fläche (ha): <u>20</u>		Gehaltsklasse P: <u>C</u>		K: <u>C</u>	
<b>Zufuhr organische Düngung *)</b>				<b>Nährstoffe (kg/ha)</b>			
Datum	Düngerart/Tier	Menge (t bzw. m³/ha)		<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	
16.10.03	Blatt Zuckerrüben	33,60		0	0	0	
<b>Zufuhr mineralische Düngung</b>							
Datum	Düngerart	Menge (dt/ha)					
02.03.04	Kohlensaurer Kalk (45)	48,40		0	0	0	
20.03.04	Superphosphat (18)	0,70		0	6	0	
<b>Zufuhr legume N-Bindung</b>				198	—	—	
<b>Summe Nährstoffzufuhr</b>				198	6	0	
<b>Nährstoffentzug durch Ernteprodukte</b>							
Erntedatum	Fruchtart	Hauptprodukt Ertrag (dt/ha)	Nebenprodukt Abfuhr (j/n)				
20.07.04	Erbsen	45	n	162	22	52	
<b>Bilanzsaldo (Summe Zufuhr minus Entzug) für Erntejahr 2004</b>				36	- 16	- 52	
<b>Zufuhr organische Düngung *)</b>				<b>Nährstoffe (kg/ha)</b>			
Datum	Düngerart/Tier	Menge (t bzw. m³/ha)		<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	
20.07.04	Stroh Erbsen	4,50		0	0	0	
04.10.04	Stallmist/Rind	25,00		131	35	259	
<b>Zufuhr mineralische Düngung</b>							
Datum	Düngerart	Menge (dt/ha)					
01.04.05	Kalkammonsalpeter (27)	1,25		34	0	0	
05.05.05	Kalkammonsalpeter (27)	1,10		30	0	0	
<b>Zufuhr legume N-Bindung</b>					—	—	
<b>Summe Nährstoffzufuhr</b>				195	35	259	
<b>Nährstoffentzug durch Ernteprodukte</b>							
Erntedatum	Fruchtart	Hauptprodukt Ertrag (dt/ha)	Nebenprodukt Abfuhr (j/n)				
25.07.05	Qualitätsweizen	80	j	201	36	114	
<b>Bilanzsaldo (Summe Zufuhr minus Entzug) für Erntejahr 2005</b>				- 6	- 1	145	
<b>Zufuhr organische Düngung *)</b>				<b>Nährstoffe (kg/ha)</b>			
Datum	Düngerart/Tier	Menge (t bzw. m³/ha)		<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	
<b>Zufuhr mineralische Düngung</b>							
Datum	Düngerart	Menge (dt/ha)					
10.04.06	Kalkammonsalpeter (27)	1,85		50	0	0	
05.05.06	Kalkammonsalpeter (27)	1,50		40	0	0	
<b>Zufuhr legume N-Bindung</b>					—	—	
<b>Summe Nährstoffzufuhr</b>				90	0	0	
<b>Nährstoffentzug durch Ernteprodukte</b>							
Erntedatum	Fruchtart	Hauptprodukt Ertrag (dt/ha)	Nebenprodukt Abfuhr (j/n)				
15.07.06	Wintergerste	62	j	124	27	92	
<b>Bilanzsaldo (Summe Zufuhr minus Entzug) für Erntejahr 2006</b>				- 34	- 27	- 92	
<b>Summe der Bilanzsalden über 3 Jahre</b>				- 4	- 44	1	
<b>Durchschnittlicher Bilanzsaldo/Jahr</b>				- 1	- 15	0	

\*) Ausbringungsverluste können nach Anhang A 13 berücksichtigt werden



# Anhang

## Anhang A 1: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM [%]	HNV 1:	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
				N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
<b>Körnerfrüchte</b>										
Qualitätsweizen	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 <sup>1)</sup>	–	0,8	2,51	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 <sup>1)</sup>	–	0,8	2,81	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
Winterweizen	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 <sup>1)</sup>	–	0,8	2,21	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
Winterweizen Brau	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 <sup>1)</sup>	–	0,8	2,21	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	0,7	2,14	0,44	1,01	1,49	1,79	0,20	0,34
Wintergerste Brau	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 <sup>1)</sup>	–	0,7	2,00	0,44	1,01	1,49	1,79	0,20	0,34
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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	0,8	2,51	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
Dinkel	Korn (15 % RP)	86	–	2,06	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 <sup>1)</sup>	–	1,0	2,56	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	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,50	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	0,8	2,51	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 <sup>1)</sup>	–	0,8	2,81	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36
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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	0,8	2,19	0,45	1,04	1,63	1,96	0,22	0,36
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 <sup>1)</sup>	–	0,9	1,96	0,47	1,07	1,99	2,40	0,23	0,38

## Fortsetzung Anhang A 1: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM [%]	HNW 1:	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
				N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	0,7	1,86	0,44	1,01	1,49	1,79	0,21	0,34
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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	1,0	2,41	0,44	1,01	2,08	2,51	0,27	0,45
Buchweizen	Korn (12 % RP)	86	–	1,65	0,31	0,71	0,43	0,52	0,18	0,30
	Stroh	86	–	0,60	0,32	0,73	2,00	2,41	0,23	0,38
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	2,3	3,03	1,05	2,41	5,03	6,06	0,71	1,18
<b>Einjährige Körnerleguminosen</b>										
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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	1,0	7,70	0,71	1,63	1,72	2,07	0,24	0,39
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 <sup>1)</sup>	–	1,0	5,35	0,61	1,40	3,32	4,00	0,42	0,70
Linse	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	1,0	5,90	0,80	1,83	2,47	2,97	0,57	0,94
<b>Ölfrüchte</b>										
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 <sup>1)</sup>	–	1,7	4,54	1,07	2,48	4,37	5,25	0,45	0,76
Sommerraps	Korn (23 % RP)	91	–	3,30	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 <sup>1)</sup>	–	1,6	4,42	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 <sup>1)</sup>	–	2,0	4,91	1,48	3,58	10,29	12,40	0,78	1,30

Fortsetzung Anhang A 1: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM [%]	HNW 1:	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
				N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	1,4	5,40	0,86	1,98	2,62	3,16	0,25	0,41
<b>Faserpflanzen</b>										
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	40	–	0,40	0,18	0,30	0,88	1,06	0,28	0,46
Miscanthus (150–200 dt/ha TM)	Ganzpflanze	80	–	0,15	0,05	0,12	0,50	0,60	0,15	0,25
<b>Hackfrüchte</b>										
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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	0,4	0,30	0,05	0,12	0,58	0,70	0,05	0,08
Masserüben	Rüben	12	–	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 <sup>1)</sup>	–	0,4	0,24	0,04	0,09	0,51	0,61	0,06	0,10
<b>Futterpflanzen (Nichtleguminosen)</b>										
Silomais	Ganzpflanze	28	–	0,38	0,07	0,16	0,37	0,45	0,07	0,11
Corn-Cob-Mix (CCM)	Kolben + (Lieschblätter)	60	–	1,00	0,22	0,50	0,33	0,40	0,12	0,20
	Stroh	60	–	0,90	0,09	0,21	1,66	2,00	0,15	0,25
	Kolben + (Lieschblätter) + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	1,90	0,31	0,71	1,99	2,40	0,27	0,45
Deutsches Weidelgras	Ganzpflanze	20	–	0,48	0,07	0,16	0,54	0,65	0,05	0,08
Welsches Weidelgras	Ganzpflanze	20	–	0,48	0,07	0,16	0,54	0,65	0,05	0,08
Einjähriges Weidelgras	Ganzpflanze	20	–	0,48	0,07	0,16	0,54	0,65	0,05	0,08
Knaulgras	Ganzpflanze	20	–	0,48	0,07	0,16	0,54	0,65	0,05	0,08
Wiesenfuchsschwanz	Ganzpflanze	20	–	0,48	0,07	0,16	0,54	0,65	0,05	0,08
Wiesenschwanz	Ganzpflanze	20	–	0,48	0,07	0,16	0,54	0,65	0,05	0,08
Wiesenschwanz	Ganzpflanze	20	–	0,48	0,07	0,16	0,54	0,65	0,05	0,08
Feldgras	Ganzpflanze	20	–	0,48	0,07	0,16	0,54	0,65	0,05	0,08
Futterraps	Ganzpflanze	20	–	0,45	0,06	0,14	0,39	0,47	0,03	0,05
Futterrüben	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
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
Zuckerhirse	Ganzpflanze	20	–	0,31	0,05	0,11	0,36	0,43	0,06	0,10
Sudangras	Ganzpflanze	20	–	0,30	0,04	0,09	0,32	0,38	0,05	0,08

## Fortsetzung Anhang A 1: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM [%]	HNV 1:	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
				N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
<b>Futterpflanzen (Leguminosen-/Nichtleguminosen-Gemenge)</b>										
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
<b>Futterpflanzen (Leguminosen)</b>										
Rotklee	Ganzpflanze	20	–	0,55	0,06	0,13	0,50	0,60	0,04	0,07
Weißklee	Ganzpflanze	20	–	0,55	0,06	0,13	0,50	0,60	0,04	0,07
Alexandrinerklee	Ganzpflanze	20	–	0,55	0,06	0,13	0,50	0,60	0,04	0,07
Inkarnatklee	Ganzpflanze	20	–	0,55	0,06	0,13	0,50	0,60	0,04	0,07
Persischer Klee	Ganzpflanze	20	–	0,55	0,06	0,13	0,50	0,60	0,04	0,07
Gelbklee	Ganzpflanze	20	–	0,55	0,06	0,13	0,50	0,60	0,04	0,07
Hornklee	Ganzpflanze	20	–	0,55	0,06	0,13	0,50	0,60	0,04	0,07
Erdklee	Ganzpflanze	20	–	0,55	0,06	0,13	0,50	0,60	0,04	0,07
Luzerne	Ganzpflanze	20	–	0,60	0,06	0,14	0,54	0,65	0,03	0,05
Esparsette	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
<b>Vermehrungspflanzen</b>										
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 <sup>1)</sup>	–	8,0	14,20	1,35	3,09	17,78	21,42	2,05	3,38
Klee-, Luzerne- vermehrung	Samen	91	–	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 <sup>1)</sup>	–	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 <sup>1)</sup>	–	3,0	8,00	1,03	2,36	7,52	9,05	0,88	1,47
Rübensamen	Samen	86	–	1,53	0,52	1,19	1,16	1,40	0,18	0,30
	Stroh	30	–	0,60	0,17	0,39	0,83	1,00	0,09	0,15
	Samen + Stroh <sup>1)</sup>	–	6,0	5,13	1,54	3,53	6,14	7,40	0,72	1,19
<b>Futterpflanzen Zwischenfrucht</b>										
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
<b>Sonstige Kulturen</b>										
Tabak (lufttrocken)	Blätter	–	–	3,00	0,17	0,39	4,52	5,45	0,15	0,25
	Restpflanze	–	–	2,00	0,13	0,30	3,74	4,51	0,12	0,20
	Blätter + Restpflanze <sup>1)</sup>	–	1,0	5,00	0,30	0,69	8,26	9,96	0,27	0,45
Hopfen (lufttrocken)	Zapfen	–	–	3,00	0,44	1,01	2,49	3,00	0,29	0,48
	Restpflanze	–	–	2,37	0,30	0,68	2,18	2,63	0,62	1,03
	Zapfen + Restpflanze <sup>1)</sup>	–	1,9	7,50	1,01	2,30	6,63	8,00	1,47	2,44
Topinambur	Knolle	22	–	0,26	0,06	0,14	0,51	0,61	0,01	0,02
	Kraut	25	–	0,19	0,02	0,05	0,51	0,61	0,07	0,12
	Knolle + Kraut <sup>1)</sup>	–	0,8	0,41	0,08	0,18	0,92	1,10	0,07	0,12

**TS** = Trockensubstanz **FM** = Frischmasse **RP** = Rohproteingehalt in der Trockenmasse **HNV** = Verhältnis Haupternte-  
 produkt (marktfähige Ware) zu Nebenernte-  
 produkt (Ernterückstand) **1)** Nährstoffgehalt Haupternte-  
 produkt (marktfähige Ware) und Nebenernte-  
 produkt (Ernterückstand) bezogen auf das Haupternte-  
 produkt (marktfähige Ware)

## Anhang A 2: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen im ökologischen Landbau

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM [%]	HNV 1:	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
				N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
<b>Körnerfrüchte</b>										
Qualitätsweizen	Korn (12 % RP)	86	–	1,81	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,1	2,29	0,49	1,12	1,78	2,14	0,25	0,41
Winterweizen	Korn (11 % RP)	86	–	1,66	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,1	2,14	0,49	1,12	1,78	2,14	0,25	0,41
Winterweizen Brau	Korn (11 % RP)	86	–	1,66	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,1	2,14	0,49	1,12	1,78	2,14	0,25	0,41
Wintergerste	Korn (10 % RP)	86	–	1,38	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,1	1,86	0,49	1,12	2,05	2,47	0,25	0,41
Wintergerste Brau	Korn (10 % RP)	86	–	1,38	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,1	1,86	0,49	1,12	2,05	2,47	0,25	0,41
Winterroggen	Korn (10 % RP)	86	–	1,38	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,66	2,00	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,3	1,95	0,52	1,19	2,66	3,21	0,28	0,46
Triticale	Korn (10 % RP)	86	–	1,38	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,2	1,91	0,51	1,17	2,19	2,64	0,26	0,43
Sommerweizen	Korn (12 % RP)	86	–	1,81	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,1	2,29	0,49	1,12	1,78	2,14	0,25	0,41
Dinkel	Korn (15 % RP)	86	–	2,06	0,35	0,80	0,75	0,90	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,1	2,54	0,49	1,12	2,30	2,77	0,25	0,41
Durumweizen	Korn (14 % RP)	86	–	2,11	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,16	1,40	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	2,55	0,48	1,10	1,66	2,00	0,24	0,40
Sommerfuttergerste	Korn (10 % RP)	86	–	1,38	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	1,82	0,48	1,10	1,91	2,30	0,24	0,40
Braugerste	Korn (10 % RP)	86	–	1,38	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	1,82	0,48	1,10	1,91	2,30	0,24	0,40
Sommerroggen	Korn (9 % RP)	86	–	1,24	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,66	2,00	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,3	1,81	0,52	1,19	2,66	3,21	0,28	0,46
Hafer	Korn (11 % RP)	86	–	1,51	0,35	0,80	0,47	0,57	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,40	0,13	0,30	1,41	1,70	0,06	0,10
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,1	1,95	0,49	1,12	2,02	2,43	0,19	0,32
Körnermais	Korn (10 % RP)	86	–	1,38	0,33	0,76	0,40	0,48	0,20	0,33
	Stroh	86	–	0,78	0,09	0,21	1,65	1,99	0,14	0,23
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	0,8	2,00	0,40	0,92	1,72	2,07	0,31	0,51
Getreidegemenge	Korn (10 % RP)	86	–	1,38	0,35	0,80	0,50	0,60	0,12	0,20
	Stroh	86	–	0,44	0,13	0,30	1,41	1,70	0,12	0,20
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,1	1,86	0,49	1,12	2,05	2,47	0,25	0,41
Buchweizen	Korn (12 % RP)	86	–	1,65	0,31	0,71	0,43	0,52	0,18	0,30
	Stroh	86	–	0,60	0,32	0,73	2,00	2,41	0,23	0,38
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	2,3	3,03	1,05	2,41	5,03	6,06	0,71	1,18

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM [%]	HNV 1:	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
				N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
<b>Einjährige Körnerleguminosen</b>										
Ackerbohne	Korn (30 % RP)	86	–	4,10	0,47	1,08	1,13	1,36	0,16	0,27
	Stroh	86	–	1,20	0,15	0,34	1,52	1,83	0,16	0,27
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	5,30	0,62	1,42	2,65	3,19	0,32	0,53
Erbse	Korn (26 % RP)	86	–	3,60	0,43	0,99	1,06	1,28	0,13	0,22
	Stroh	86	–	1,40	0,14	0,32	1,20	1,45	0,21	0,35
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	5,00	0,57	1,31	2,26	2,72	0,34	0,56
Lupine blau	Korn (33 % RP)	86	–	4,48	0,42	0,96	0,90	1,08	0,16	0,27
	Stroh	86	–	1,10	0,10	0,23	0,96	1,16	0,16	0,27
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	5,58	0,52	1,19	1,86	2,24	0,32	0,53
Lupine weiß	Korn (35 % RP)	86	–	5,80	0,42	0,96	0,90	1,08	0,16	0,27
	Stroh	86	–	1,10	0,10	0,23	0,96	1,16	0,16	0,27
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	5,90	0,52	1,19	1,86	2,24	0,32	0,53
Lupine gelb	Korn (45 % RP)	86	–	6,20	0,42	0,96	0,90	1,08	0,16	0,27
	Stroh	86	–	1,10	0,10	0,23	0,96	1,16	0,16	0,27
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	7,30	0,52	1,19	1,86	2,24	0,32	0,53
Wicke	Korn (28 % RP)	86	–	3,85	0,40	0,92	0,92	1,11	0,17	0,28
	Stroh	86	–	1,50	0,14	0,32	1,20	1,45	0,21	0,35
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	5,35	0,54	1,24	2,12	2,55	0,38	0,63
Linse	Korn (28 % RP)	86	–	3,85	0,39	0,89	0,76	0,92	0,12	0,20
	Stroh	86	–	1,50	0,14	0,32	1,20	1,45	0,21	0,35
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	5,35	0,53	1,21	1,96	2,36	0,33	0,55
Sojabohne	Korn (32 % RP)	86	–	4,40	0,57	1,31	1,29	1,55	0,22	0,36
	Stroh	86	–	0,90	0,15	0,34	0,90	1,08	0,26	0,43
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	5,30	0,72	1,65	2,19	2,64	0,48	0,80
Hülsenfruchtgemenge	Korn (33 % RP)	86	–	4,54	0,44	1,01	0,99	1,19	0,16	0,27
	Stroh	86	–	1,20	0,13	0,30	1,11	1,34	0,19	0,32
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	5,74	0,57	1,31	2,10	2,53	0,35	0,58
Hülsenfrucht-/Nicht- leguminosen-Gemenge	Korn (22 % RP)	86	–	3,03	0,40	0,92	0,75	0,90	0,11	0,18
	Stroh	86	–	0,82	0,13	0,30	1,26	1,52	0,17	0,28
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,0	3,85	0,53	1,21	2,01	2,42	0,28	0,46
<b>Ölfrüchte</b>										
Winterraps	Korn (19 % RP)	91	–	2,80	0,78	1,79	0,80	0,96	0,24	0,40
	Stroh	86	–	0,50	0,13	0,30	1,66	2,00	0,09	0,15
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	2,0	3,80	1,04	2,38	4,12	4,96	0,42	0,70
Sommerraps	Korn (21 % RP)	91	–	3,00	0,78	1,79	0,80	0,96	0,24	0,40
	Stroh	86	–	0,50	0,14	0,32	1,66	2,00	0,09	0,15
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	2,0	4,00	1,06	2,43	4,12	4,96	0,42	0,70
Sonnenblume	Korn (17 % RP)	91	–	2,40	0,71	1,63	1,70	2,05	0,42	0,70
	Stroh	86	–	1,15	0,35	0,80	3,74	4,51	0,18	0,30
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	2,0	4,70	1,41	3,23	9,18	11,06	0,78	1,29
Öllein	Korn (21 % RP)	91	–	3,11	0,53	1,21	0,80	0,96	0,35	0,58
	Stroh	86	–	0,45	0,09	0,21	1,16	1,40	0,10	0,17
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,5	3,78	0,66	1,51	2,54	3,06	0,50	0,83
Senf	Korn (27 % RP)	91	–	3,87	0,53	1,21	0,80	0,96	0,30	0,50
	Stroh	86	–	0,45	0,09	0,21	1,16	1,40	0,10	0,17
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,5	4,54	0,66	1,51	2,54	3,06	0,45	0,75
Leindotter	Korn (25 % RP)	91	–	3,70	0,68	1,56	0,80	0,96	0,16	0,27
	Stroh	86	–	0,68	0,13	0,30	1,25	1,51	0,06	0,10
	Korn + Stroh <sup>1)</sup>	–	1,4	4,65	0,86	1,97	2,55	3,07	0,24	0,40

Fortsetzung Anhang A 2: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen im ökologischen Landbau

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM [%]	HNV 1:	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
				N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
<b>Faserpflanzen</b>										
Flachs (Faserlein)	Ganzpflanze	86	–	0,90	0,26	0,60	1,33	1,60	0,25	0,41
Hanf	Ganzpflanze	40	–	0,36	0,18	0,30	0,88	1,06	0,28	0,46
Miscanthus	Ganzpflanze	80	–	0,14	0,05	0,12	0,50	0,60	0,15	0,25
<b>Hackfrüchte</b>										
Frühkartoffeln	Knollen	22	–	0,39	0,07	0,16	0,60	0,72	0,02	0,03
	Kraut	15	–	0,34	0,07	0,16	0,50	0,60	0,13	0,22
	Knollen + Kraut <sup>1)</sup>	–	0,2	0,46	0,08	0,18	0,70	0,84	0,05	0,08
Spätkartoffeln	Knollen	22	–	0,31	0,06	0,14	0,50	0,60	0,02	0,03
	Kraut	15	–	0,34	0,07	0,16	0,50	0,60	0,13	0,22
	Knollen + Kraut <sup>1)</sup>	–	0,3	0,41	0,08	0,18	0,65	0,78	0,06	0,10
Zuckerrüben	Rüben	23	–	0,16	0,04	0,09	0,21	0,25	0,05	0,08
	Blatt	18	–	0,30	0,05	0,11	0,59	0,71	0,06	0,10
	Rüben + Blatt <sup>1)</sup>	–	0,7	0,37	0,08	0,18	0,62	0,75	0,09	0,15
Gehaltsrüben	Rüben	15	–	0,16	0,03	0,07	0,41	0,49	0,03	0,05
	Blatt	16	–	0,26	0,04	0,09	0,52	0,63	0,05	0,08
	Rüben + Blatt <sup>1)</sup>	–	0,4	0,26	0,05	0,11	0,62	0,75	0,05	0,08
Masserüben	Rüben	12	–	0,14	0,03	0,07	0,37	0,45	0,03	0,05
	Blatt	16	–	0,25	0,02	0,05	0,32	0,39	0,08	0,13
	Rüben + Blatt <sup>1)</sup>	–	0,4	0,24	0,04	0,09	0,50	0,60	0,06	0,10
<b>Futterpflanzen (Nichtleguminosen)</b>										
Silomais	Ganzpflanze	30	–	0,34	0,07	0,16	0,37	0,45	0,05	0,08
Silomais (Zweitfrucht)	Ganzpflanze	25	–	0,28	0,06	0,14	0,37	0,45	0,05	0,08
Grünmais	Ganzpflanze	17	–	0,25	0,05	0,11	0,35	0,42	0,04	0,07
Corn-Cob-Mix (CCM)	Kolben + (Lieschblätter)	60	–	0,83	0,20	0,46	0,32	0,39	0,14	0,23
	Stroh	60	–	0,56	0,06	0,14	1,16	1,40	0,11	0,18
	Kolben +	–	0,8	1,28	0,25	0,57	1,25	1,51	0,23	0,38
	(Lieschblätter) + Stroh <sup>1)</sup>									
Deutsches Weidelgras	Ganzpflanze	20	–	0,38	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
Welsches Weidelgras	Ganzpflanze	20	–	0,38	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
Einjähriges Weidelgras	Ganzpflanze	20	–	0,38	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
Knaulgras	Ganzpflanze	20	–	0,38	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
Wiesenfuchsschwanz	Ganzpflanze	20	–	0,38	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
Wiesenschnegras	Ganzpflanze	20	–	0,38	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
Wiesenschwingel	Ganzpflanze	20	–	0,38	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
Feldgras	Ganzpflanze	20	–	0,38	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
Futterraps	Ganzpflanze	13	–	0,35	0,06	0,14	0,52	0,63	0,06	0,10
Futterrübsen	Ganzpflanze	13	–	0,35	0,06	0,14	0,52	0,63	0,06	0,10
Senf Futter	Ganzpflanze	15	–	0,34	0,06	0,14	0,52	0,63	0,06	0,10
Sonnenblume Futter	Ganzpflanze	13	–	0,27	0,05	0,11	0,52	0,63	0,06	0,10
Getreide	Ganzpflanze	20	–	0,36	0,07	0,16	0,52	0,63	0,04	0,07
Nichtleguminosengem. (Kreuzblütler)	Ganzpflanze	15	–	0,35	0,06	0,14	0,50	0,60	0,05	0,08
Nichtleguminosengem.	Ganzpflanze	20	–	0,33	0,06	0,14	0,49	0,59	0,05	0,08
Getreide GPSilage	Ganzpflanze	30	–	0,39	0,07	0,16	0,52	0,63	0,04	0,07
Nichtleguminosengem. GPSilage	Ganzpflanze	20	–	0,44	0,07	0,16	0,50	0,60	0,05	0,08

## Fortsetzung Anhang A 2: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen im ökologischen Landbau

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM [%]	HNV 1:	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
				N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
<b>Futterpflanzen (Leguminosen-/Nichtleguminosen-Gemenge)</b>										
Kleegras 30:70	Ganzpflanze	20	–	0,43	0,06	0,14	0,52	0,63	0,06	0,10
Kleegras 50:50	Ganzpflanze	20	–	0,47	0,06	0,14	0,52	0,63	0,06	0,10
Kleegras 70:30	Ganzpflanze	20	–	0,50	0,06	0,14	0,52	0,63	0,06	0,10
Luzernegras 30:70	Ganzpflanze	20	–	0,45	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
Luzernegras 50:50	Ganzpflanze	20	–	0,50	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
Luzernegras 70:30	Ganzpflanze	20	–	0,55	0,07	0,16	0,54	0,65	0,04	0,07
Landsberger Gemenge	Ganzpflanze	17	–	0,40	0,06	0,14	0,52	0,63	0,06	0,10
Leguminosen- (feink.)/ Nichtlegum.-Gemenge	Ganzpflanze	18	–	0,49	0,07	0,16	0,53	0,64	0,05	0,08
Leguminosen- (grobk.)/ Nichtleguminosen-Gem.	Ganzpflanze	20	–	0,44	0,07	0,16	0,50	0,60	0,05	0,08
Leguminosen- (grobk.)/ Getreide-Gemenge GPSilage 30:70	Ganzpflanze	30	–	0,46	0,07	0,16	0,50	0,60	0,05	0,08
Leguminosen- (grobk.)/ Getreide-Gemenge GPSilage 50:50	Ganzpflanze	28	–	0,52	0,07	0,16	0,50	0,60	0,05	0,08
Leguminosen- (grobk.)/ Getreide-Gemenge GPSilage 70:30	Ganzpflanze	25	–	0,59	0,07	0,16	0,50	0,60	0,05	0,08
<b>Futterpflanzen (Leguminosen)</b>										
Rotklee	Ganzpflanze	18	–	0,55	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Weißklee	Ganzpflanze	18	–	0,55	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Alexandrinerklee	Ganzpflanze	18	–	0,55	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Inkarnatklee	Ganzpflanze	18	–	0,55	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Persischer Klee	Ganzpflanze	18	–	0,55	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Gelbklee	Ganzpflanze	18	–	0,55	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Hornklee	Ganzpflanze	18	–	0,55	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Erdklee	Ganzpflanze	18	–	0,55	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Luzerne	Ganzpflanze	18	–	0,62	0,06	0,14	0,50	0,60	0,05	0,08
Esparsette	Ganzpflanze	18	–	0,55	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Serradella	Ganzpflanze	18	–	0,55	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Ackerbohne Futter	Ganzpflanze	18	–	0,52	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Futtererbse	Ganzpflanze	18	–	0,52	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Lupine Futter	Ganzpflanze	18	–	0,52	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Wicke Futter	Ganzpflanze	18	–	0,52	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Klee-, Luzernegemenge	Ganzpflanze	18	–	0,57	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Leguminosengemenge (fein- u. grobkörnig)	Ganzpflanze	20	–	0,54	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Legum.-Gem. (grobk.)	Ganzpflanze	18	–	0,52	0,06	0,14	0,50	0,60	0,06	0,10
Legum.-Gem. (grobk.) GPSilage	Ganzpflanze	25	–	0,65	0,07	0,16	0,50	0,60	0,05	0,08

Fortsetzung Anhang A 2: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen im ökologischen Landbau

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM [%]	HNV 1:	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
				N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
<b>Vermehrungspflanzen</b>										
Grassamen	Samen	86	–	1,84	0,30	0,69	0,46	0,55	0,10	0,17
	Stroh	86	–	1,10	0,15	0,34	1,80	2,17	0,24	0,40
	Samen + Stroh <sup>1)</sup>	–	7,5	10,09	1,43	3,28	13,96	16,82	1,90	3,15
Klee-, Luzernesamen	Samen	91	–	5,50	0,64	1,47	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 <sup>1)</sup>	–	8,0	17,50	1,68	3,85	18,30	22,05	2,10	3,48
Serradellasamen	Samen	91	–	3,50	0,64	1,47	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 <sup>1)</sup>	–	3,0	8,00	1,03	2,36	7,52	9,06	0,88	1,46
Rübensamen	Samen	86	–	1,53	0,52	1,19	1,16	1,40	0,18	0,30
	Stroh	30	–	0,60	0,17	0,39	0,83	1,00	0,09	0,15
	Samen + Stroh <sup>1)</sup>	–	6,0	5,13	1,54	3,53	6,14	7,40	0,72	1,19
<b>Futterpflanzen Zwischenfrucht (Nichtleguminosen)</b>										
Senf	Ganzpflanze	15	–	0,37	0,053	0,12	0,38	0,46	0,033	0,05
Futtermispel	Ganzpflanze	15	–	0,37	0,053	0,12	0,38	0,46	0,033	0,05
Rübsen	Ganzpflanze	15	–	0,37	0,053	0,12	0,38	0,46	0,033	0,05
Ölrettich	Ganzpflanze	15	–	0,37	0,053	0,12	0,38	0,46	0,033	0,05
Phacelia	Ganzpflanze	15	–	0,37	0,053	0,12	0,38	0,46	0,033	0,05
Buchweizen	Ganzpflanze	15	–	0,30	0,048	0,11	0,36	0,43	0,059	0,10
Deutsches Weidelgras	Ganzpflanze	15	–	0,43	0,060	0,14	0,47	0,57	0,041	0,07
Welsches Weidelgras	Ganzpflanze	15	–	0,43	0,060	0,14	0,47	0,57	0,041	0,07
Einjähriges Weidelgras	Ganzpflanze	15	–	0,43	0,060	0,14	0,47	0,57	0,041	0,07
Knautgras	Ganzpflanze	15	–	0,43	0,060	0,14	0,47	0,57	0,041	0,07
Wiesenfuchsschwanz	Ganzpflanze	15	–	0,43	0,060	0,14	0,47	0,57	0,041	0,07
Wiesenschnegelschnecke	Ganzpflanze	15	–	0,43	0,060	0,14	0,47	0,57	0,041	0,07
Wiesenschwingel	Ganzpflanze	15	–	0,43	0,060	0,14	0,47	0,57	0,041	0,07
Feldgras	Ganzpflanze	15	–	0,43	0,060	0,14	0,47	0,57	0,041	0,07
Gerste	Ganzpflanze	15	–	0,38	0,057	0,13	0,45	0,54	0,039	0,06
Hafer	Ganzpflanze	15	–	0,38	0,057	0,13	0,45	0,54	0,039	0,06
Roggen	Ganzpflanze	15	–	0,38	0,057	0,13	0,45	0,54	0,039	0,06
Weizen	Ganzpflanze	15	–	0,38	0,057	0,13	0,45	0,54	0,039	0,06
Getreide	Ganzpflanze	15	–	0,38	0,057	0,13	0,45	0,54	0,039	0,06
Markstammkohl	Ganzpflanze	15	–	0,35	0,050	0,11	0,42	0,51	0,040	0,07
Futtermöhre	Ganzpflanze	15	–	0,35	0,050	0,11	0,42	0,51	0,040	0,07
Sonnenblume Futter	Ganzpflanze	15	–	0,30	0,048	0,11	0,36	0,43	0,059	0,10
Stoppelrübe	Ganzpflanze	15	–	0,35	0,050	0,11	0,42	0,51	0,040	0,07
Grünmais	Ganzpflanze	15	–	0,25	0,056	0,13	0,45	0,54	0,038	0,06
Steckrübe (Kohlrübe)	Ganzpflanze	15	–	0,35	0,050	0,11	0,42	0,51	0,040	0,07
Nichtleguminosengem.	Ganzpflanze	15	–	0,35	0,050	0,11	0,42	0,51	0,040	0,07

Fortsetzung Anhang A 2: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse von Ackerkulturen im ökologischen Landbau

Kultur	Ernteprodukt (Rohproteingehalt)	TS in FM [%]	HNV 1:	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
				N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
<b>Futterpflanzen Zwischenfrucht (Leguminosen-/Nichtleguminosen-Gemenge)</b>										
Kleegras 30:70	Ganzpflanze	15	–	0,46	0,057	0,13	0,47	0,57	0,045	0,07
Kleegras 50:50	Ganzpflanze	15	–	0,48	0,058	0,13	0,46	0,55	0,048	0,08
Kleegras 70:30	Ganzpflanze	15	–	0,50	0,059	0,14	0,45	0,54	0,051	0,08
Luzernegras 30:70	Ganzpflanze	15	–	0,46	0,057	0,13	0,47	0,57	0,045	0,07
Luzernegras 50:50	Ganzpflanze	15	–	0,48	0,058	0,13	0,46	0,55	0,048	0,08
Luzernegras 70:30	Ganzpflanze	15	–	0,50	0,059	0,14	0,45	0,54	0,051	0,08
Landsberger Gemenge	Ganzpflanze	15	–	0,46	0,050	0,11	0,50	0,60	0,040	0,07
Wickroggen	Ganzpflanze	15	–	0,45	0,050	0,11	0,50	0,60	0,045	0,07
Leguminosen-/Nicht- leguminosen-Gemenge	Ganzpflanze	15	–	0,46	0,050	0,11	0,50	0,60	0,040	0,07
<b>Futterpflanzen Zwischenfrucht (Leguminosen)</b>										
Rotklee	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Persischer Klee	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Alexandrinerklee	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Inkarnatklee	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Gelbklee	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Hornklee	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Erdklee	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Weißklee	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Esparssette	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Serradella	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Klee-, Luzernegemenge	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Luzerne	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,057	0,13	0,45	0,54	0,055	0,09
Leguminosengemenge (fein- + grobkörnig)	Ganzpflanze	15	–	0,53	0,060	0,14	0,43	0,52	0,050	0,08
Ackerbohne Futter	Ganzpflanze	15	–	0,52	0,055	0,13	0,40	0,48	0,045	0,07
Futtererbse	Ganzpflanze	15	–	0,52	0,055	0,13	0,40	0,48	0,045	0,07
Lupine Futter	Ganzpflanze	15	–	0,52	0,055	0,13	0,40	0,48	0,045	0,07
Wicke Futter	Ganzpflanze	15	–	0,52	0,055	0,13	0,40	0,48	0,045	0,07
Leguminosengemenge (grobkörnig)	Ganzpflanze	15	–	0,52	0,060	0,14	0,43	0,52	0,050	0,08
<b>Sonstige Kulturen</b>										
Tabak (lufttrocken)	Blätter	–	–	3,00	0,17	0,39	4,52	5,45	0,15	0,25
	Restpflanze	–	–	2,00	0,13	0,30	3,74	4,51	0,12	0,20
	Blätter + Restpflanze <sup>1)</sup>	–	1,0	5,00	0,30	0,69	8,26	9,96	0,27	0,45
Hopfen (lufttrocken)	Zapfen	–	–	2,80	0,44	1,01	2,49	3,00	0,29	0,48
	Restpflanze	–	–	2,20	0,30	0,68	2,18	2,63	0,62	1,03
	Zapfen + Restpflanze <sup>1)</sup>	–	1,9	6,98	1,01	2,30	6,63	8,00	1,47	2,44
Topinambur	Knolle	22	–	0,23	0,06	0,14	0,51	0,61	0,01	0,02
	Kraut	25	–	0,19	0,02	0,05	0,51	0,61	0,07	0,12
	Knolle + Kraut <sup>1)</sup>	–	0,8	0,38	0,08	0,18	0,92	1,10	0,07	0,12

TS = Trockensubstanz FM = Frischmasse RP = Rohproteingehalt in der Trockenmasse GPSilage = Ganzpflanzensilage  
 HNV = Verhältnis Haupternteprodukt (marktfähige Ware) zu Nebenernteprodukt (Ernterückstand) 1) Nährstoffgehalt Haupternteprodukt  
 (marktfähige Ware) und Nebenernteprodukt (Ernterückstand) bezogen auf das Haupternteprodukt (marktfähige Ware)

### Anhang A 3a: Nettoerträge und Nährstoffgehalte in der Trockenmasse von Grünland

Kultur	Nettoertrag Trockenmasse [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Trockenmasse						
		N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
eine Nutzung	40	1,30	0,26	0,60	1,25	1,50	0,15	0,25
zwei Nutzungen	55	1,80	0,31	0,70	2,08	2,50	0,17	0,23
drei Nutzungen	75	2,20	0,41	0,95	2,42	2,90	0,29	0,48
vier Nutzungen	90	2,70	0,44	1,00	2,50	3,00	0,31	0,51
fünf Nutzungen	110	2,80	0,44	1,00	2,50	3,00	0,32	0,53
mehr als fünf Nutzungen	120	2,90	0,44	1,00	2,50	3,00	0,32	0,53

**Nettoertrag** = Bruttoertrag abzüglich auf der Fläche verbleibender Werbungsverluste

### Anhang A 3b: Nettoerträge und Nährstoffgehalte in der Frischmasse von Grünland (20 % Trockensubstanz)

Kultur	Nettoertrag Frischmasse [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
		N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
eine Nutzung	200	0,26	0,05	0,11	0,25	0,30	0,03	0,05
zwei Nutzungen	275	0,36	0,06	0,14	0,42	0,50	0,03	0,05
drei Nutzungen	375	0,44	0,08	0,18	0,48	0,58	0,06	0,10
vier Nutzungen	450	0,54	0,09	0,21	0,50	0,60	0,06	0,10
fünf Nutzungen	550	0,56	0,09	0,21	0,50	0,60	0,06	0,10
mehr als fünf Nutzungen	600	0,58	0,09	0,21	0,50	0,60	0,06	0,10

**Nettoertrag** = Bruttoertrag abzüglich auf der Fläche verbleibender Werbungsverluste

## Anhang A 4: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse im Freiland- gemüseanbau

Kultur	Anbau- und Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	Trocken- substanz [%]	HNV 1:	Mittlerer Ertrag FM [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
						N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
Aubergine		Frucht	10	–	500	0,20	0,024	0,055	0,25	0,30	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,40	0,080	0,183	0,75	0,90	0,070	0,116
		Frucht + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,70		0,48	0,080	0,183	0,78	0,94	0,064	0,106
Batavia (Salat)		Kopf	8	–	500	0,19	0,025	0,057	0,37	0,45	0,016	0,027
		Ernterückstand	15	–		0,19	0,090	0,206	0,76	0,92	0,070	0,116
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,4		0,27	0,061	0,140	0,67	0,81	0,044	0,073
Blumen- kohl	früh, Sommer/ Herbst	Kopf	9	–	350	0,28	0,045	0,103	0,30	0,36	0,012	0,020
		Ernterückstand	15	–		0,34	0,090	0,206	0,54	0,65	0,050	0,083
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,3		0,72	0,162	0,371	1,00	1,21	0,077	0,128
	starker Aufwuchs	Kopf	9	–	400	0,28	0,045	0,103	0,30	0,36	0,012	0,020
Ernterückstand		15	–		0,30	0,090	0,206	0,54	0,65	0,050	0,083	
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,5		0,73	0,180	0,412	1,11	1,34	0,087	0,144
Bohnen- kraut		Kraut	15	–	430	0,32	0,055	0,126	0,42	0,51	0,043	0,071
		Ernterückstand	15	–		0,32	0,060	0,137	0,47	0,57	0,050	0,083
		Kraut + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,05		0,34	0,058	0,133	0,44	0,53	0,046	0,076
Brokkoli	früh, Sommer/ Herbst	Kopf	11	–	150	0,45	0,065	0,149	0,38	0,46	0,020	0,033
		Ernterückstand	15	–		0,35	0,100	0,229	0,53	0,64	0,050	0,083
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	3,7		1,75	0,435	0,997	2,34	2,82	0,205	0,340
	starker Aufwuchs	Kopf	11	–	200	0,45	0,065	0,149	0,38	0,46	0,020	0,033
Ernterückstand		15	–		0,30	0,100	0,229	0,53	0,64	0,050	0,083	
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	3,5		1,50	0,415	0,951	2,24	2,70	0,195	0,323
Busch- bohnen	Handernte Industrie	Hülse + Korn	12	–	120	0,25	0,040	0,092	0,25	0,30	0,025	0,041
		Ernterückstand	15	–		0,40	0,020	0,046	0,41	0,49	0,110	0,182
		Hülse + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,85		0,99	0,077	0,176	1,01	1,22	0,229	0,380
Chicoree	frühe Treiberei	Wurzel	10	–	350	0,25	0,053	0,121	0,45	0,54	0,040	0,066
		Ernterückstand	15	–		0,25	0,100	0,229	0,56	0,67	0,040	0,066
		Wurzel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,86		0,47	0,139	0,319	0,93	1,12	0,074	0,123
Chicoree		Wurzel	10	–	450	0,25	0,053	0,121	0,45	0,54	0,040	0,066
		Ernterückstand	15	–		0,25	0,100	0,229	0,56	0,67	0,040	0,066
		Wurzel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,67		0,42	0,120	0,275	0,83	1,00	0,067	0,111
Chinakohl	gepflanzt, früh, Sommer, Herbst; gesät; gesät Herbst	Kopf	8	–	700	0,15	0,040	0,092	0,25	0,30	0,010	0,017
		Ernterückstand	15	–		0,18	0,070	0,160	0,54	0,65	0,040	0,066
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,7		0,28	0,089	0,204	0,63	0,76	0,038	0,063
Dill		Kraut	10	–	300	0,30	0,040	0,092	0,50	0,60	0,025	0,041
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,47	0,57	0,090	0,149
		Kraut + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,1		0,33	0,046	0,105	0,55	0,66	0,034	0,056
Feldsalat	früh, Sommer, Herbst	Blatt	9	–	80	0,45	0,043	0,099	0,54	0,65	0,043	0,071
		Ernterückstand	15	–		0,45	0,070	0,160	0,38	0,46	0,090	0,149
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,59	0,064	0,147	0,65	0,78	0,070	0,116
Grünkohl	Handernte, Blatt	Blatt	15	–	200	0,60	0,080	0,183	0,45	0,54	0,025	0,041
		Ernterückstand	15	–		0,35	0,060	0,137	0,44	0,53	0,050	0,083
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,25		1,04	0,155	0,355	1,00	1,21	0,088	0,146
	maschinelle Ernte	Blatt	15	–	400	0,49	0,071	0,163	0,49	0,59	0,025	0,04
Ernterückstand		15	–		0,35	0,060	0,137	0,44	0,53	0,050	0,083	
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,25		0,58	0,086	0,197	0,60	0,72	0,038	0,063
Gurke	Einleger, gepflanzt, gesät	Frucht	6	–	700	0,15	0,030	0,069	0,20	0,24	0,012	0,020
		Ernterückstand	15	–		0,20	0,070	0,160	0,60	0,72	0,110	0,182
		Frucht + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,7		0,29	0,079	0,181	0,62	0,75	0,089	0,148
	starker Aufwuchs	Frucht	6	–	900	0,15	0,030	0,069	0,20	0,24	0,012	0,020
Ernterückstand		15	–		0,20	0,070	0,160	0,60	0,72	0,110	0,182	
		Frucht + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,6		0,27	0,072	0,165	0,56	0,67	0,078	0,129
Knoblauch trocken		Zehe	12	–	80	0,45	0,073	0,167	0,29	0,35	0,008	0,013
		Ernterückstand	15	–		0,58	0,070	0,160	0,16	0,19	0,070	0,116
		Zehe + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,25		0,60	0,091	0,209	0,33	0,40	0,026	0,043

## Fortsetzung Anhang A 4: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse im Freilandgemüseanbau

Kultur	Anbau- und Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	Trocken- substanz [%]	HNV 1: [dt/ha]	Mittlerer Ertrag FM [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
						N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
Knollen- fenchel	gepflanzt	Knolle	15	–	400	0,20	0,030	0,069	0,40	0,48	0,020	0,033
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,050	0,115	0,47	0,57	0,050	0,083
		Knolle + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,75		0,43	0,068	0,156	0,75	0,90	0,058	0,096
	gesät; gesät Herbst	Knolle	15	–	300	0,20	0,030	0,069	0,40	0,48	0,020	0,033
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,050	0,115	0,47	0,57	0,050	0,083
		Knolle + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,8		0,44	0,070	0,160	0,78	0,94	0,060	0,099
Kohlrabi	früh, Sommer, Herbst,	Knolle	8	–	450	0,28	0,045	0,103	0,35	0,42	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,35	0,070	0,160	0,56	0,67	0,060	0,099
		Knolle + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,39	0,066	0,151	0,52	0,63	0,033	0,055
	Ø > 12 cm	Knolle	8	–	700	0,23	0,045	0,103	0,35	0,42	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,28	0,070	0,160	0,56	0,67	0,060	0,099
		Knolle + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,31	0,066	0,151	0,52	0,63	0,033	0,055
Kohlrübe	Rübe	Rübe	20	–	700	0,25	0,050	0,115	0,30	0,36	0,020	0,033
		Ernterückstand	15	–		0,35	0,070	0,160	0,54	0,65	0,050	0,083
		Rübe + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,4		0,39	0,078	0,179	0,52	0,63	0,040	0,066
Kürbis	Frucht	Frucht	10	–	400	0,25	0,090	0,206	0,46	0,55	0,048	0,080
		Ernterückstand	15	–		0,25	0,070	0,160	0,66	0,80	0,090	0,149
		Frucht + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,0		0,50	0,160	0,367	1,12	1,35	0,138	0,229
Mangold	Blatt	Blatt	10	–	400	0,25	0,040	0,092	0,50	0,60	0,070	0,116
		Ernterückstand	15	–		0,25	0,070	0,160	0,62	0,75	0,100	0,166
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,1		0,28	0,047	0,108	0,56	0,67	0,080	0,133
Mark- erbse	frühe Sorten	Korn	15	–	60	1,00	0,100	0,229	0,30	0,36	0,035	0,058
		Ernterückstand	15	–		0,40	0,050	0,115	0,47	0,57	0,050	0,083
		Korn + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	5,3		3,12	0,365	0,836	2,79	3,36	0,300	0,497
	späte Sorten	Korn	15	–	80	1,00	0,100	0,229	0,30	0,36	0,035	0,058
		Ernterückstand	15	–		0,40	0,050	0,115	0,47	0,57	0,050	0,083
		Korn + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	4,0		2,60	0,300	0,687	2,18	2,63	0,235	0,390
Meer- rettich	Wurzel	Wurzel	10	–	200	0,68	0,095	0,218	0,60	0,72	0,040	0,066
		Ernterückstand	15	–		0,37	0,050	0,115	0,62	0,75	0,050	0,083
		Wurzel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,3		1,16	0,160	0,367	1,41	1,70	0,105	0,174
Möhren	Bund-, früh	Wurzel	15	–	500	0,17	0,036	0,082	0,44	0,53	0,027	0,045
		Ernterückstand	15	–		0,17	0,070	0,160	0,55	0,66	0,080	0,133
		Wurzel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,2		0,20	0,050	0,115	0,55	0,66	0,043	0,071
	Bund-, Sommer, Herbst	Wurzel	15	–	600	0,17	0,036	0,082	0,44	0,53	0,027	0,045
		Ernterückstand	15	–		0,17	0,070	0,160	0,55	0,66	0,080	0,133
		Wurzel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,17		0,20	0,048	0,110	0,53	0,64	0,041	0,068
	Wasch-, früh	Wurzel	13	–	600	0,13	0,035	0,080	0,35	0,42	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,090	0,149
		Wurzel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,33		0,23	0,055	0,126	0,52	0,63	0,045	0,075
	Wasch-, Sommer, Herbst	Wurzel	13	–	700	0,13	0,035	0,080	0,35	0,42	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,090	0,149
		Wurzel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,22	0,053	0,121	0,50	0,60	0,042	0,070
	Industrie	Wurzel	13	–	900	0,13	0,035	0,080	0,35	0,42	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,090	0,149
		Wurzel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,33		0,23	0,055	0,126	0,52	0,63	0,045	0,075
Paprika	Schote	Schote	10	–	500	0,23	0,025	0,057	0,22	0,27	0,012	0,020
		Ernterückstand	15	–		0,40	0,070	0,160	0,69	0,83	0,080	0,133
		Schote + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,43	0,060	0,137	0,57	0,69	0,052	0,086
Pastinake	Wurzel	Wurzel	10	–	400	0,25	0,103	0,236	0,60	0,72	0,053	0,088
		Ernterückstand	15	–		0,50	0,050	0,115	0,46	0,55	0,050	0,083
		Wurzel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,50	0,128	0,293	0,83	1,00	0,078	0,129

## Fortsetzung Anhang A 4: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse im Freilandgemüseanbau

Kultur	Anbau- und Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	Trocken- substanz [%]	HNV 1: [dt/ha]	Mittlerer Ertrag FM [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
						N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
Petersilie	Blatt-, bis 1. Schnitt; gepflanzt, früh	Blatt	15	–	240	0,45	0,050	0,115	0,55	0,66	0,022	0,036
		Blatt	15	–	160	0,45	0,050	0,115	0,55	0,66	0,022	0,036
		Blatt letzter Schnitt	Blatt	15	–	160	0,45	0,050	0,115	0,55	0,66	0,022
	Überwinterung März	Ernterückstand	15	–		0,40	0,070	0,160	0,48	0,58	0,040	0,066
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,4		0,61	0,078	0,179	0,74	0,89	0,038	0,063
		Blatt	15	–	240	0,45	0,050	0,115	0,55	0,66	0,022	0,036
	Wurzel-	Wurzel	15	–	400	0,42	0,060	0,137	0,70	0,84	0,055	0,091
		Ernterückstand	15	–		0,42	0,070	0,160	0,66	0,80	0,030	0,050
		Wurzel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,63	0,095	0,218	1,03	1,24	0,070	0,116
	Porree	gepflanzt, früh	Stange	11	–	400	0,25	0,035	0,080	0,30	0,36	0,020
Ernterückstand			15	–		0,30	0,040	0,092	0,52	0,63	0,030	0,050
Stange + Ernterückstand <sup>1)</sup>			–	0,85		0,51	0,069	0,158	0,74	0,89	0,046	0,076
gepflanzt, Sommer		Stange	11	–	500	0,25	0,035	0,080	0,30	0,36	0,020	0,033
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,040	0,092	0,52	0,63	0,030	0,050
		Stange + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,7		0,46	0,063	0,144	0,66	0,80	0,041	0,068
gepflanzt, Herbst/Winter; gesät		Stange	11	–	550	0,25	0,035	0,080	0,30	0,36	0,020	0,033
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,040	0,092	0,52	0,63	0,030	0,050
		Stange + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,6		0,43	0,059	0,135	0,61	0,74	0,038	0,063
Radies		früh, Sommer, Herbst	Knolle mit Laub	6	–	300	0,20	0,030	0,069	0,28	0,34	0,020
	Ernterückstand		15	–		0,20	0,060	0,137	0,62	0,75	0,080	0,133
	Knolle + Ernterückstand <sup>1)</sup>		–	0,2		0,24	0,042	0,096	0,40	0,48	0,036	0,060
Rettich	Bund früh; Bund; Bund Herbst	Rübe mit Blatt	10	–	500	0,17	0,033	0,076	0,30	0,36	0,016	0,027
		Ernterückstand	15	–		0,17	0,050	0,115	0,62	0,75	0,040	0,066
		Rübe + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,2		0,20	0,043	0,099	0,42	0,51	0,024	0,040
	deutsch früh; deutsch; deut. Herbst	Rübe mit Blatt	10	–	550	0,14	0,035	0,080	0,33	0,40	0,010	0,017
		Ernterückstand	15	–		0,24	0,050	0,115	0,62	0,75	0,040	0,066
		Rübe + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,45		0,25	0,058	0,133	0,61	0,74	0,028	0,046
	japanisch früh	Rübe mit Blatt	10	–	900	0,10	0,026	0,060	0,28	0,34	0,012	0,020
		Ernterückstand	15	–		0,21	0,050	0,115	0,62	0,75	0,040	0,066
		Rübe + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,33		0,17	0,043	0,099	0,48	0,58	0,025	0,041
	japanisch; japanisch Herbst	Rübe mit Blatt	10	–	1000	0,10	0,026	0,060	0,28	0,34	0,012	0,020
Ernterückstand		15	–		0,21	0,050	0,115	0,62	0,75	0,040	0,066	
Rübe + Ernterückstand <sup>1)</sup>		–	0,4		0,18	0,046	0,105	0,53	0,64	0,028	0,046	
Rhabar- ber	1. Standjahr	Stiel	10	–	0	0,18	0,021	0,048	0,40	0,48	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,50	0,060	0,137	0,50	0,60	0,050	0,083
	2. Standjahr	Stiel	10	–	200	0,18	0,021	0,048	0,40	0,48	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,50	0,060	0,137	0,50	0,60	0,050	0,083
		Stiel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,2		0,28	0,033	0,076	0,50	0,60	0,025	0,041
	3. Standjahr	Stiel	10	–	300	0,18	0,021	0,048	0,40	0,48	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,50	0,060	0,137	0,50	0,60	0,050	0,083
		Stiel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,2		0,28	0,033	0,076	0,50	0,60	0,025	0,041
	ab 4. Standjahr	Stiel	10	–	350	0,18	0,021	0,048	0,40	0,48	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,50	0,060	0,137	0,50	0,60	0,050	0,083
		Stiel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,2		0,28	0,033	0,076	0,50	0,60	0,025	0,041
	Rosen- kohl	frühe, mittelfrühe, späte Sorten	Röschen	20	–	250	0,65	0,085	0,195	0,55	0,66	0,025
Ernterückstand			15	–		0,40	0,060	0,137	0,46	0,55	0,060	0,099
Röschen + Ernterückstand <sup>1)</sup>			–	2,6		1,69	0,241	0,552	1,75	2,11	0,181	0,300

## Fortsetzung Anhang A 4: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse im Freilandgemüseanbau

Kultur	Anbau- und Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	Trocken- substanz [%]	HNV 1:	Mittlerer Ertrag FM [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse							
						N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO	
Rote Rüben	Bund	Rübe mit Blatt	15	–	600	0,28	0,050	0,115	0,40	0,48	0,030	0,050	
		Ernterückstand	15	–		0,25	0,030	0,069	0,59	0,71	0,050	0,083	
		Rübe + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,67		0,45	0,070	0,160	0,80	0,96	0,064	0,106	
	Baby Beet	Rübe mit Blatt	15	–	400	0,28	0,050	0,115	0,40	0,48	0,030	0,050	
		Ernterückstand	15	–		0,25	0,030	0,069	0,59	0,71	0,050	0,083	
		Rübe + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,41	0,065	0,149	0,70	0,84	0,055	0,091	
Rotkohl	frühe Sorten	Kopf	13	–	400	0,22	0,035	0,080	0,30	0,36	0,015	0,025	
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,050	0,083	
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,9		0,49	0,089	0,204	0,75	0,90	0,060	0,099	
	mittelfrühe Sorten	Kopf	13	–	500	0,22	0,035	0,080	0,30	0,36	0,015	0,025	
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,050	0,083	
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,8		0,46	0,083	0,190	0,70	0,84	0,055	0,091	
	späte Sorten	Kopf	13	–	600	0,22	0,035	0,080	0,30	0,36	0,015	0,025	
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,050	0,083	
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,83		0,47	0,085	0,195	0,72	0,87	0,057	0,095	
	Rucola	Feinware	Blatt	8	–	175	0,40	0,045	0,103	0,44	0,53	0,030	0,050
			Ernterückstand	15	–		0,30	0,070	0,160	0,38	0,46	0,090	0,149
			Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,7		0,61	0,094	0,215	0,71	0,86	0,093	0,154
Grobware		Blatt	8	–	300	0,40	0,045	0,103	0,44	0,53	0,030	0,050	
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,070	0,160	0,38	0,46	0,090	0,149	
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,55	0,080	0,183	0,63	0,76	0,075	0,124	
Salate, Baby Leaf Lettuce	früh, Sommer, Herbst	Blatt	8	–	140	0,35	0,035	0,080	0,50	0,60	0,027	0,045	
		Ernterückstand	15	–		0,35	0,070	0,160	0,38	0,46	0,090	0,149	
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,1		0,39	0,042	0,096	0,54	0,65	0,036	0,060	
Salate, Blatt-, grün	früh, Sommer, Herbst	Blatt	8	–	350	0,19	0,030	0,069	0,37	0,45	0,012	0,020	
		Ernterückstand	15	–		0,19	0,070	0,160	0,38	0,46	0,090	0,149	
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,25	0,051	0,117	0,48	0,58	0,039	0,065	
Salate, Blatt-, rot	früh, Sommer, Herbst	Blatt	8	–	300	0,19	0,030	0,069	0,37	0,45	0,012	0,020	
		Ernterückstand	15	–		0,19	0,070	0,160	0,38	0,46	0,090	0,149	
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,25	0,051	0,117	0,48	0,58	0,039	0,065	
Salate, Eissalat	früh	Blatt	8	–	450	0,13	0,025	0,057	0,25	0,30	0,010	0,017	
		Ernterückstand	15	–		0,13	0,070	0,160	0,38	0,46	0,090	0,149	
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,17	0,046	0,105	0,36	0,43	0,037	0,061	
	Sommer, Herbst	Blatt	8	–	600	0,13	0,025	0,057	0,25	0,30	0,010	0,017	
		Ernterückstand	15	–		0,13	0,070	0,160	0,38	0,46	0,090	0,149	
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,17	0,046	0,105	0,36	0,43	0,037	0,061	
Salate, Endivien	Frisée	Rosette	10	–	350	0,25	0,026	0,060	0,46	0,55	0,018	0,030	
		Ernterückstand	15	–		0,25	0,100	0,229	0,62	0,75	0,070	0,116	
		Rosette + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,33	0,056	0,128	0,65	0,78	0,039	0,065	
Salate, Endivien	glattblättrig	Rosette	10	–	600	0,20	0,026	0,060	0,46	0,55	0,018	0,030	
		Ernterückstand	15	–		0,20	0,100	0,229	0,62	0,75	0,070	0,116	
		Rosette + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,26	0,056	0,128	0,65	0,78	0,039	0,065	
Salate, Kopfsalat	früh, Sommer, Herbst	Kopf	6	–	500	0,18	0,030	0,069	0,30	0,36	0,015	0,025	
		Ernterückstand	15	–		0,18	0,090	0,206	0,76	0,92	0,070	0,116	
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,2		0,22	0,048	0,110	0,45	0,54	0,029	0,048	
Salate, Radicchio	früh, Sommer, Herbst	Blatt	10	–	280	0,25	0,040	0,092	0,40	0,48	0,020	0,033	
		Ernterückstand	15	–		0,25	0,070	0,160	0,38	0,46	0,070	0,116	
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,8		0,45	0,096	0,220	0,70	0,84	0,076	0,126	
Salate, Romana	früh, Sommer, Herbst	Blatt	10	–	450	0,20	0,040	0,092	0,33	0,40	0,013	0,022	
		Ernterückstand	15	–		0,20	0,090	0,206	0,76	0,92	0,070	0,116	
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,2		0,24	0,058	0,133	0,48	0,58	0,027	0,045	
	Herzen früh, Sommer, Herbst	Blatt	10	–	300	0,24	0,040	0,092	0,33	0,40	0,013	0,022	
		Ernterückstand	15	–		0,35	0,070	0,160	0,38	0,46	0,090	0,149	
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,35	0,061	0,140	0,44	0,53	0,040	0,066	

## Fortsetzung Anhang A 4: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse im Freilandgemüseanbau

Kultur	Anbau- und Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	Trocken- substanz [%]	HNV 1:	Mittlerer Ertrag FM [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse							
						N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO	
Salate, Zuckerhut	früh, Sommer, Herbst	Blatt	8	–	600	0,20	0,050	0,115	0,25	0,30	0,010	0,017	
		Ernterückstand	15	–		0,20	0,070	0,160	0,38	0,46	0,090	0,149	
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,26	0,071	0,163	0,36	0,43	0,037	0,061	
Schnittlauch	gesät, gepflanzt, bis 1. Schnitt	Lauch	10	–	300	0,50	0,060	0,137	0,45	0,54	0,035	0,058	
		nach 1 Schnitt	Lauch	10	–	200	0,50	0,060	0,137	0,45	0,54	0,035	0,058
		letzter Schnitt	Lauch	10	–	200	0,50	0,060	0,137	0,45	0,54	0,035	0,058
	Anbau für Treiberei	Ernterückstand	15	–		0,50	0,040	0,092	0,25	0,30	0,040	0,066	
		Lauch + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,75	0,080	0,183	0,58	0,70	0,055	0,091	
		Lauch	10	–	280	0,50	0,060	0,137	0,45	0,54	0,035	0,058	
	Schwarz- wurzel	Wurzel	Ernterückstand	15	–		0,25	0,040	0,092	0,52	0,63	0,050	0,083
Wurzel + Ernterückstand <sup>1)</sup>			–	1,0		0,48	0,110	0,252	0,84	1,01	0,075	0,124	
Lauch + Ernterückstand <sup>1)</sup>			–	0,8		0,90	0,092	0,211	0,65	0,78	0,067	0,111	
Sellerie	Bund-, früh	Knolle mit Laub	15	–	500	0,27	0,055	0,126	0,47	0,57	0,020	0,033	
		Ernterückstand	15	–		0,27	0,090	0,206	0,50	0,60	0,020	0,033	
		Knolle + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,1		0,30	0,064	0,147	0,52	0,63	0,022	0,036	
	Bund-	Knolle mit Laub	15	–	600	0,27	0,055	0,126	0,47	0,57	0,020	0,033	
		Ernterückstand	15	–		0,27	0,090	0,206	0,50	0,60	0,020	0,033	
		Knolle + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,08		0,29	0,062	0,142	0,51	0,61	0,022	0,036	
	Knollen-	Knolle mit Laub	15	–	500	0,25	0,065	0,149	0,45	0,54	0,015	0,025	
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,050	0,115	0,62	0,75	0,050	0,083	
		Knolle + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,40	0,090	0,206	0,76	0,92	0,040	0,066	
	Stangen-	Knolle mit Laub	15	–	500	0,25	0,050	0,115	0,45	0,54	0,020	0,033	
		Ernterückstand	15	–		0,25	0,050	0,115	0,62	0,75	0,050	0,083	
		Knolle + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,6		0,40	0,080	0,183	0,82	0,99	0,050	0,083	
Spargel	Pflanzjahr 15 000 Pfl./ha	Stange	10	–	0	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	
		Ernterückstand	15	–		0,46	0,060	0,137	0,38	0,46	0,040	0,066	
	Pflanzjahr 20 000 Pfl./ha	Stange	10	–	0	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	
		Ernterückstand	15	–		0,46	0,060	0,137	0,38	0,46	0,040	0,066	
	2. Standjahr 15 000 Pfl./ha	Stange	10	–	20	0,26	0,036	0,082	0,20	0,24	0,010	0,017	
		Ernterückstand	15	–		0,46	0,060	0,137	0,38	0,46	0,040	0,066	
		Stange + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	10		4,86	0,636	1,457	4,00	4,82	0,410	0,680	
	2. Standjahr 20 000 Pfl./ha	Stange	10	–	25	0,26	0,036	0,082	0,20	0,24	0,010	0,017	
		Ernterückstand	15	–		0,46	0,060	0,137	0,38	0,46	0,040	0,066	
		Stange + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	10		4,86	0,636	1,457	4,00	4,82	0,410	0,680	
	3. Standjahr 15 000 Pfl./ha	Stange	10	–	80	0,26	0,036	0,082	0,20	0,24	0,010	0,017	
		Ernterückstand	15	–		0,46	0,060	0,137	0,38	0,46	0,040	0,066	
		Stange + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,6		1,00	0,132	0,302	0,81	0,98	0,074	0,123	
	3. Standjahr 20 000 Pfl./ha	Stange	10	–	105	0,26	0,036	0,082	0,20	0,24	0,010	0,017	
		Ernterückstand	15	–		0,46	0,060	0,137	0,38	0,46	0,040	0,066	
		Stange + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,6		1,00	0,132	0,302	0,81	0,98	0,074	0,123	
	ab 4. Standjahr 15 000 Pfl./ha	Stange	10	–	100	0,26	0,036	0,082	0,20	0,24	0,010	0,017	
		Ernterückstand	15	–		0,46	0,060	0,137	0,38	0,46	0,040	0,066	
Stange + Ernterückstand <sup>1)</sup>		–	0,7		0,58	0,078	0,179	0,47	0,57	0,038	0,063		
ab 4. Standjahr 20 000 Pfl./ha	Stange	10	–	130	0,26	0,036	0,082	0,20	0,24	0,010	0,017		
	Ernterückstand	15	–		0,46	0,060	0,137	0,38	0,46	0,040	0,066		
	Stange + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,49	0,066	0,151	0,39	0,47	0,030	0,050		
Speise- rübe	Mairüben	Rübe mit Blatt	20	–	650	0,17	0,045	0,103	0,35	0,42	0,022	0,036	
		Ernterückstand	15	–		0,17	0,070	0,160	0,54	0,65	0,050	0,083	
		Rübe + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,23		0,21	0,061	0,140	0,47	0,57	0,034	0,056	
	Teltower	Rübe mit Blatt	20	–	150	0,45	0,105	0,241	0,55	0,66	0,050	0,083	
	Rübchen	Ernterückstand	15	–		0,25	0,070	0,160	0,54	0,65	0,050	0,083	
		Rübe + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,7		0,88	0,224	0,513	1,47	1,77	0,135	0,224	

## Fortsetzung Anhang A 4: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse im Freilandgemüseanbau

Kultur	Anbau- und Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	Trocken- substanz [%]	HNV 1:	Mittlerer Ertrag FM [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
						N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
Spinat	Frischmarkt	Blatt	10	–	200	0,40	0,050	0,115	0,55	0,66	0,050	0,083
		Ernterückstand	15	–		0,40	0,080	0,183	0,78	0,94	0,110	0,182
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,3		0,52	0,074	0,170	0,78	0,94	0,083	0,138
	Frischmarkt, Baby	Blatt	10	–	100	0,45	0,050	0,115	0,55	0,66	0,050	0,083
		Ernterückstand	15	–		0,45	0,080	0,183	0,78	0,94	0,110	0,182
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,68	0,090	0,206	0,94	1,13	0,105	0,174
	Blatt, früh	Blatt	10	–	200	0,36	0,050	0,115	0,55	0,66	0,050	0,083
		Ernterückstand	15	–		0,36	0,080	0,183	0,78	0,94	0,110	0,182
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,8		0,65	0,114	0,261	1,17	1,41	0,138	0,229
	Blatt; Blatt Herbst	Blatt	10	–	250	0,36	0,050	0,115	0,55	0,66	0,050	0,083
		Ernterückstand	15	–		0,36	0,080	0,183	0,78	0,94	0,110	0,182
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,6		0,58	0,098	0,225	1,02	1,23	0,116	0,192
	Hack, früh	Blatt	10	–	250	0,36	0,050	0,115	0,55	0,66	0,050	0,083
		Ernterückstand	15	–		0,36	0,080	0,183	0,78	0,94	0,110	0,182
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,6		0,58	0,098	0,225	1,02	1,23	0,116	0,192
	Hack; Hack Herbst	Blatt	10	–	300	0,36	0,050	0,115	0,55	0,66	0,050	0,083
		Ernterückstand	15	–		0,36	0,080	0,183	0,78	0,94	0,110	0,182
		Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,54	0,090	0,206	0,94	1,13	0,105	0,174
Überwinterung (März)	Blatt	10	–	250	0,36	0,050	0,115	0,55	0,66	0,050	0,083	
	Ernterückstand	15	–		0,36	0,080	0,183	0,78	0,94	0,110	0,182	
	Blatt + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,6		0,58	0,098	0,225	1,02	1,23	0,116	0,192	
Stangenbohne	Hülse + Korn	12	–	250	0,25	0,040	0,092	0,25	0,30	0,025	0,041	
	Ernterückstand	15	–		0,32	0,060	0,137	0,46	0,55	0,050	0,083	
	Hülse + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,8		0,83	0,148	0,339	1,08	1,30	0,115	0,191	
Tomate	Frucht	8	–	450	0,16	0,020	0,046	0,32	0,39	0,012	0,020	
	Ernterückstand	15	–		0,27	0,070	0,160	0,66	0,80	0,080	0,133	
	Frucht + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,1		0,46	0,097	0,222	1,05	1,27	0,100	0,166	
Weißkohl (Frischmarkt)	frühe Sorten	Kopf	12	–	400	0,22	0,032	0,073	0,26	0,31	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,060	0,099
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,0		0,52	0,092	0,211	0,76	0,92	0,075	0,124
	mittelfrühe Sorten	Kopf	12	–	600	0,20	0,032	0,073	0,26	0,31	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,060	0,099
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,83		0,45	0,082	0,188	0,68	0,82	0,065	0,108
	mittelspäte, späte Sorten	Kopf	12	–	700	0,20	0,032	0,073	0,26	0,31	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,060	0,099
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,7		0,41	0,074	0,170	0,61	0,74	0,057	0,095
Weißkohl (Industrie)	frühe Sorten	Kopf	12	–	800	0,20	0,032	0,073	0,26	0,31	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,060	0,099
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,63		0,39	0,070	0,160	0,58	0,70	0,053	0,088
	mittelfrühe Sorten	Kopf	12	–	1000	0,20	0,032	0,073	0,26	0,31	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,060	0,099
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,35	0,062	0,142	0,51	0,61	0,045	0,075
	mittelspäte, späte Sorten	Kopf	12	–	1000	0,20	0,032	0,073	0,26	0,31	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,060	0,137	0,50	0,60	0,060	0,099
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,35	0,062	0,142	0,51	0,61	0,045	0,075
Wirsing	frühe Sorten	Kopf	12	–	300	0,35	0,050	0,115	0,32	0,39	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,40	0,070	0,160	0,56	0,67	0,050	0,083
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,0		0,75	0,120	0,275	0,88	1,06	0,065	0,108
	mittelfrühe Sorten	Kopf	12	–	350	0,35	0,050	0,115	0,32	0,39	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,40	0,070	0,160	0,56	0,67	0,050	0,083
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,0		0,75	0,120	0,275	0,88	1,06	0,065	0,108
	mittelspäte, späte Sorten	Kopf	12	–	400	0,35	0,050	0,115	0,32	0,39	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,40	0,070	0,160	0,56	0,67	0,050	0,083
		Kopf + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,0		0,75	0,120	0,275	0,88	1,06	0,065	0,108

## Fortsetzung Anhang A 4: Nährstoffgehalte pflanzlicher Erzeugnisse im Freilandgemüseanbau

Kultur	Anbau- und Ernteverfahren, Verwendung	Ernteprodukt	Trocken- substanz [%]	HNV 1: Ertrag FM [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse							
					N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO	
Zucchini	gepflanzt	Frucht	10	–	650	0,16	0,026	0,060	0,17	0,20	0,016	0,027
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,040	0,092	0,56	0,67	0,100	0,166
		Frucht + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,85		0,42	0,060	0,137	0,65	0,78	0,101	0,167
	gesät	Frucht	10	–	500	0,16	0,026	0,060	0,17	0,20	0,016	0,027
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,040	0,092	0,56	0,67	0,100	0,166
		Frucht + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,0		0,46	0,066	0,151	0,73	0,88	0,116	0,192
Zucker- mais	frühe Sorten	Kolben	15	–	170	0,35	0,070	0,160	0,22	0,26	0,035	0,058
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,050	0,115	0,36	0,43	0,100	0,166
		Kolben + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,9		0,92	0,165	0,378	0,90	1,08	0,225	0,373
	mittelfrühe, späte Sorten	Kolben	15	–	200	0,35	0,070	0,160	0,22	0,26	0,035	0,058
		Ernterückstand	15	–		0,30	0,050	0,115	0,36	0,43	0,100	0,166
		Kolben + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	2,0		0,95	0,170	0,390	0,94	1,12	0,235	0,390
Zucker- melone	Frucht	Ernterückstand	10	–	300	0,15	0,040	0,092	0,35	0,42	0,030	0,050
		Ernterückstand	15	–		0,25	0,060	0,137	0,62	0,75	0,100	0,166
		Frucht + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	1,3		0,48	0,118	0,270	1,16	1,40	0,160	0,265
Zwiebeln	Bund-, früh, Sommer	Zwiebel mit Laub	10	–	680	0,20	0,026	0,060	0,20	0,24	0,018	0,030
		Ernterückstand	15	–		0,20	0,070	0,160	0,43	0,52	0,070	0,116
		Zwiebel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,2		0,24	0,040	0,092	0,29	0,35	0,032	0,053
	Bund, Überwinterung (März)	Zwiebel mit Laub	10	–	400	0,20	0,026	0,060	0,20	0,24	0,018	0,030
		Ernterückstand	15	–		0,20	0,070	0,160	0,43	0,52	0,070	0,116
		Zwiebel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,5		0,30	0,061	0,140	0,42	0,51	0,053	0,088
	Trocken-, sehr frühe, frühe, mittelfrühe, mittelspäte, späte Sorten	Zwiebel	12	–	600	0,18	0,035	0,080	0,20	0,24	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,40	0,070	0,160	0,43	0,52	0,070	0,116
		Zwiebel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,25		0,28	0,053	0,121	0,31	0,37	0,033	0,055
	Trocken, Überwinterung (März)	Zwiebel	12	–	450	0,18	0,035	0,080	0,20	0,24	0,015	0,025
		Ernterückstand	15	–		0,40	0,070	0,160	0,43	0,52	0,070	0,116
		Zwiebel + Ernterückstand <sup>1)</sup>	–	0,6		0,42	0,077	0,176	0,46	0,55	0,057	0,095

**FM** = Frischmasse **HNV** = Verhältnis Haupternteprodukt (marktfähige Ware) zu Nebenernteprodukt (Ernterückstand)

**1)** Nährstoffgehalt Haupternteprodukt (marktfähige Ware) und Nebenernteprodukt (Ernterückstand) bezogen auf das Haupternteprodukt (marktfähige Ware)

## Anhang A 5: N<sub>min</sub>-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur im Freilandgemüseanbau

Gemüseart	Durchwurzelungstiefe [cm]	N im Aufwuchs [kg N/ha]	N-Mindestvorrat [kg N/ha]	N <sub>min</sub> -Sollwert [kg N/ha]	Kopfdüngung (Kulturwoche)	
					1. KD	2. KD
Blumenkohl, früh	60	251	40	310	5	–
Blumenkohl, Sommer/Herbst	60	251	40	300	3	–
Blumenkohl, starker Aufwuchs	60	292	40	350	3	–
Brokkoli, früh	60	260	40	310	5	–
Brokkoli, Sommer/Herbst	60	260	40	310	3	–
Brokkoli, starker Aufwuchs	60	300	40	360	3	–
Buschbohnen, Handernte	60	121	20	100	–	–
Buschbohnen, Industrie	60	121	20	110	–	–
Chicorée, frühe Treiberei	90	163	0	80	–	–
Chicorée	90	188	0	90	–	–
Chinakohl, gepflanzt, früh	60	195	40	250	5	–
Chinakohl, gepflanzt, Sommer	60	195	20	210	3	–
Chinakohl, gepflanzt, Herbst	60	195	20	190	3	–
Chinakohl, gesät	60	195	20	200	4	–
Chinakohl, gesät, Herbst	60	195	20	180	4	–
Dill	30	96	40	120	–	–
Erdbeeren, Pflanzjahr	30	–	–	60	–	–
Erdbeeren, Ertragsjahr	60	–	–	80	–	–
Feldsalat, früh	15	45	40	100	–	–
Feldsalat, Sommer	15	45	40	80	–	–
Feldsalat, Herbst	15	45	40	80	5	–
Grünkohl, Handernte, Blatt	60	208	20	160	4	9
Grünkohl, maschinelle Ernte	60	231	20	200	4	9
Gurke, Einleger, gepflanzt	30	205	40	190	6	–
Gurke, Einleger, gesät	30	205	40	190	6	–
Gurke, starker Aufwuchs	30	245	40	230	6	–
Knollenfenchel, gepflanzt	60	170	40	200	4	–
Knollenfenchel, gesät	60	135	40	140	7	–
Knollenfenchel, gesät, Herbst	60	135	40	130	7	–
Kohlrabi, früh	30	179	40	230	5	–
Kohlrabi, Sommer	30	179	40	230	3	–
Kohlrabi, Herbst	30	179	40	220	3	–
Kohlrabi, Ø > 12 cm	30	217	40	270	3	–
Kürbis	60	200	0	120	8	–
Markerbse, frühe Sorten	60	188	0	100	–	–
Markerbse, späte Sorten	60	208	0	110	–	–
Möhren, Bund-, früh	60	102	20	90	7	–
Möhren, Bund-, Sommer	60	119	20	90	6	–
Möhren, Bund-, Herbst	60	119	20	90	6	–
Möhren, Wasch-, früh	60	138	0	90	9	–
Möhren, Wasch-, Sommer	60	151	0	100	6	–
Möhren, Wasch-, Herbst	60	151	0	100	6	–
Möhren, Industrie	90	207	0	80	7	–
Pastinake	60	200	0	60	7	–
Petersilie, Blatt-, bis 1. Schnitt	60	132	40	140	7	–
Petersilie, Blatt-, bis 1. Schnitt, gepflanzt, früh	60	132	60	210	–	–
Petersilie, Blatt-, nach 1 Schnitt	60	72	40	100	–	–
Petersilie, Blatt-, Überwinterung (Herbst)	30	34	20	0	–	–
Petersilie, Blatt-, Überwinterung (März)	60	98	60	150	–	–
Petersilie, Wurzel-	60	168	0	90	9	–

Fortsetzung Anhang A 5: N<sub>min</sub>-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur im Freilandgemüseanbau

Gemüseart	Durchwurzelungstiefe [cm]	N im Aufwuchs [kg N/ha]	N-Mindestvorrat [kg N/ha]	N <sub>min</sub> -Sollwert [kg N/ha]	Kopfdüngung (Kulturwoche)	
					1. KD	2. KD
Porree, gepflanzt, früh	60	202	40	230	7	–
Porree, gepflanzt, Sommer	60	227	40	240	7	–
Porree, gepflanzt, Herbst/Winter	60	240	40	240	7	–
Porree, gesät	60	240	40	190	12	–
Radies, früh	15	70	50	120	–	–
Radies, Sommer	15	70	40	110	–	–
Radies, Herbst	15	70	40	100	–	–
Rettich, Bund-, früh	30	102	40	140	4	–
Rettich, Bund-	30	102	40	140	–	–
Rettich, Bund-, Herbst	30	102	40	120	3	–
Rettich, deutsch, früh	60	137	40	180	5	–
Rettich, deutsch	60	137	40	170	3	–
Rettich, deutsch, Herbst	60	137	40	160	4	–
Rettich, japanisch, früh	60	153	40	200	5	–
Rettich, japanisch	60	184	40	230	4	–
Rettich, japanisch, Herbst	60	184	40	210	4	–
Rhabarber, 1. Standjahr, zur Pflanzung	30	181	30	130	–	–
Rhabarber, 2. Standjahr, Austrieb	30	101	40	100	–	–
Rhabarber, 2. Standjahr, nach Ernte	60	239	0	150	–	–
Rhabarber, 3. Standjahr, Austrieb	60	151	20	120	–	–
Rhabarber, 3. Standjahr, nach Ernte	90	254	0	170	–	–
Rhabarber, ab 4. Standjahr, Austrieb	60	176	20	140	–	–
Rhabarber, ab 4. Standjahr, nach Ernte	90	225	0	140	–	–
Rosenkohl, frühe Sorten	90	423	0	310	3	9
Rosenkohl, mittelfrühe Sorten	90	423	0	300	4	10
Rosenkohl, späte Sorten	90	423	0	260	4	10
Rote Rüben	60	268	20	230	5	9
Rote Rüben, Bund-	60	162	20	140	5	–
Rote Rüben, Baby Beet	60	162	20	150	5	–
Rotkohl, frühe Sorten	60	193	40	220	5	–
Rotkohl, mittelfrühe Sorten	60	230	20	220	3	9
Rotkohl, späte Sorten	90	282	20	260	4	10
Rucola, Feinware	30	108	40	150	–	–
Rucola, Grobware	30	162	40	210	–	–
Salat, Baby Leaf Lettuce, früh	30	53	50	100	4	–
Salat, Baby Leaf Lettuce, Sommer	30	53	50	90	–	–
Salat, Baby Leaf Lettuce, Herbst	30	53	50	90	–	–
Salat, Blatt-, grün, früh	30	86	40	140	4	–
Salat, Blatt-, grün, Sommer	30	86	40	130	–	–
Salat, Blatt-, grün, Herbst	30	86	40	120	3	–
Salat, Blatt-, rot, früh	30	76	40	120	4	–
Salat, Blatt-, rot, Sommer	30	76	40	110	–	–
Salat, Blatt-, rot, Herbst	30	76	40	100	3	–
Salat, Eissalat, früh	30	78	40	110	5	–
Salat, Eissalat, Sommer	30	104	40	140	3	–
Salat, Eissalat, Herbst	30	104	40	130	3	–
Salat, Endivien, Frisée	60	113	40	150	4	–
Salat, Endivien, glattblättrig	60	160	40	190	4	–
Salat, Kopfsalat, früh	30	108	40	150	5	–
Salat, Kopfsalat, Sommer	30	108	40	150	3	–
Salat, Kopfsalat, Herbst	30	108	40	140	3	–

Fortsetzung Anhang A 5: N<sub>min</sub>-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur im Freilandgemüseanbau

Gemüseart	Durchwurze- lungstiefe [cm]	N im Aufwuchs [kg N/ha]	N-Mindest- vorrat [kg N/ha]	N <sub>min</sub> - Sollwert [kg N/ha]	Kopfdüngung (Kulturwoche)	
					1. KD	2. KD
Salat, Radicchio, früh	60	125	40	150	5	–
Salat, Radicchio, Sommer	60	125	40	140	3	–
Salat, Radicchio, Herbst	60	125	40	130	4	–
Salat, Romana, früh	60	110	40	140	5	–
Salat, Romana, Sommer	60	110	40	140	3	–
Salat, Romana, Herbst	60	110	40	130	3	–
Salat, Romana-Herzen, früh	30	107	40	150	3	–
Salat, Romana-Herzen, Sommer	30	107	40	150	–	–
Salat, Romana-Herzen, Herbst	30	107	40	140	3	–
Salat, Zuckerhut, früh	60	160	40	200	5	–
Salat, Zuckerhut, Sommer	60	160	40	190	3	–
Salat, Zuckerhut, Herbst	60	160	30	160	5	–
Schnittlauch, gesät, bis 1. Schnitt	60	180	50	170	9	–
Schnittlauch, gepflanzt, bis 1. Schnitt	60	180	50	210	6	–
Schnittlauch, nach Schnitt	60	120	50	180	–	–
Schnittlauch, für Treiberei	60	250	20	170	9	17
Schwarzwurzel	90	96	0	0	–	–
Sellerie, Bund-, früh	30	147	40	180	5	–
Sellerie, Bund-	30	173	40	200	4	–
Sellerie, Knollen-	60	200	40	180	8	–
Sellerie, Stangen-	30	200	50	230	4	–
Spargel, Pflanzjahr 15000 Pflanzen/ha	60	82 <sup>1)</sup>		Austrieb 110	Mitte bis	–
Spargel, Pflanzjahr ≥ 20000 Pflanzen/ha	60	108 <sup>1)</sup>		140	Ende Juni	–
Spargel, 2. Standjahr 15000 Pflanzen/ha	90	99 <sup>1)</sup>		Stechende 130		–
Spargel, 2. Standjahr ≥ 20000 Pflanzen/ha	90	129 <sup>1)</sup>		160		–
Spargel, 3. Standjahr 15000 Pflanzen/ha	90	98 <sup>1)</sup>		Stechende 140	6 Wochen nach	–
Spargel, 3. Standjahr ≥ 20000 Pflanzen/ha	90	124 <sup>1)</sup>		160	Stechende	–
Spargel, ab 4. Standjahr 15000/20000 Pflanzen/ha	90	55 <sup>1)</sup>		Stechende 80		–
Speiserübe, Mairüben	30	136	40	170	4	–
Speiserübe, Teltower Rübchen	60	130	0	110	4	–
Spinat, Frischmarkt	30	100	40	140	–	–
Spinat, Frischmarkt, Baby	30	68	40	100	–	–
Spinat, Blatt, früh	30	126	40	170	4	–
Spinat, Blatt	30	144	40	190	3	–
Spinat, Blatt, Herbst	30	144	40	180	3	–
Spinat, Hack, früh	30	144	40	180	4	–
Spinat, Hack	30	162	40	200	3	–
Spinat, Hack, Herbst	30	162	40	200	3	–
Spinat, Überwinterung (Herbst)	30	22	20	0	–	–
Spinat, Überwinterung (März)	30	122	40	160	–	–
Stangenbohne	60	207	0	100	5	–
Weißkohl, Frischmarkt, frühe Sorten	60	208	40	240	4	–
Weißkohl, Frischmarkt, mittelfrühe Sorten	60	270	20	270	3	8
Weißkohl, Frischmarkt, mittelspäte, späte Sorten	90	290	20	260	4	10
Weißkohl, Industrie, frühe Sorten	60	310	20	310	4	9
Weißkohl, Industrie, mittelfrühe Sorten	90	350	20	340	4	9
Weißkohl, Industrie, mittelspäte, späte Sorten	90	350	20	320	4	10
Wirsing, frühe Sorten	60	225	40	260	4	–
Wirsing, mittelfrühe Sorten	60	263	20	250	3	9
Wirsing, mittelspäte, späte Sorten	90	300	20	280	4	10

Fortsetzung Anhang A 5: N<sub>min</sub>-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur im Freilandgemüseanbau

Gemüseart	Durchwurzelungstiefe [cm]	N im Aufwuchs [kg N/ha]	N-Mindestvorrat [kg N/ha]	N <sub>min</sub> -Sollwert [kg N/ha]	Kopfdüngung (Kulturwoche)	
					1. KD	2. KD
Zucchini, gepflanzt	60	269	20	250	4	–
Zucchini, gesät	60	230	20	200	5	–
Zuckermais, frühe Sorten	90	159	40	170	4	–
Zuckermais, mittelfrühe Sorten	90	190	20	160	4	–
Zuckermais, späte Sorten	90	190	20	150	4	–
Zwiebeln, Bund-, früh	30	160	50	170	6	–
Zwiebeln, Bund-, Sommer	30	160	50	190	4	–
Zwiebeln, Bund-, Überwinterung (Herbst)	30	40	20	0	–	–
Zwiebeln, Bund-, Überwinterung (März)	60	80	50	120	–	–
Zwiebeln, Trocken, sehr frühe, frühe Sorten	60	168	30	130	8	–
Zwiebeln, Trocken, mittelfrühe Sorten	60	168	30	120	8	–
Zwiebeln, Trocken, mittelspäte, späte Sorten	60	168	30	100	8	–
Zwiebeln, Trocken, Überwinterung (Herbst)	30	36	20	0	–	–
Zwiebeln, Trocken, Überwinterung (März)	60	146	30	140	–	–

Nach Fink et al. (2007)

1) Einlagerung (in Rhizom + Wurzeln) + Entzug (mit Erntegut)

## Anhang A 6: N-Freisetzung aus Ernterückständen im Freilandgemüseanbau

Gemüseart	Ernte- rückstände	N-Menge	anrechenbare N-Menge	Mineralisierungs- dauer
	[dt/ha]	[kg N/ha]	[kg N/ha]	[Wochen]
Blumenkohl	450	153	77	10
Blumenkohl, starker Aufwuchs	600	180	90	10
Brokkoli	550	193	96	10
Brokkoli, starker Aufwuchs	700	210	105	10
Buschbohnen	220	88	44	8
Chicorée	300	75	38	6
Chinakohl	500	90	45	6
Dill	20	6	3	4
Feldsalat	20	9	4	4
Grünkohl, Handernte, Blatt	250	88	44	12
Grünkohl, maschinelle Ernte	100	35	18	12
Gurke, Einleger	500	100	50	8
Gurke, Einleger, starker Aufwuchs	550	110	55	8
Knollenfenchel, gepflanzt	300	90	45	4
Knollenfenchel, gesät	250	75	38	4
Kohlrabi	150	53	26	8
Kohlrabi, Ø > 12 cm	200	56	28	8
Kürbis	400	100	50	8
Markerbse	320	128	64	8
Möhren, Bund-	100	17	8	4
Möhren, Wasch-	200	60	30	5
Möhren, Industrie-	300	90	45	7
Pastinake	200	100	50	7
Petersilie, Blatt-, letzter Schnitt	60	24	12	4
Petersilie, Wurzel-	200	84	42	7
Porree	340	102	51	8
Radies	50	10	5	6
Rettich, Bund-	100	17	8	6
Rettich, deutsch	250	60	30	6
Rettich, japanisch, früh	300	63	32	6
Rettich, japanisch	400	84	42	6
Rosenkohl	650	260	130	15
Rote Rüben	400	100	50	6
Rote Rüben, Bund-	100	27	14	6
Rote Rüben, Baby Beet	200	50	25	6
Rotkohl, frühe Sorten	350	105	53	12
Rotkohl, mittelfrühe Sorten	400	120	60	12
Rotkohl, späte Sorten	500	150	75	12
Rucola, Feinware	125	38	19	5
Rucola, Grobware	150	45	23	6
Salat, Baby Leaf Lettuce	10	4	2	4
Salat, Blatt-, grün/rot	100	19	10	4
Salat, Eissalat, früh	150	20	10	4
Salat, Eissalat	200	26	13	4
Salat, Endivien, Frisée	100	25	13	4
Salat, Endivien, glattblättrig	200	40	20	4
Salat, Kopfsalat	100	18	9	4
Salat, Radicchio	220	55	28	4
Salat, Romana	100	20	10	4
Salat, Romana, Herzen	100	35	18	4
Salat, Zuckerhut	200	40	20	4

Fortsetzung Anhang A 6: N-Freisetzung aus Ernterückständen im Freilandgemüseanbau

Gemüseart	Ernte- rückstände	N-Menge	anrechenbare N-Menge	Mineralisierungs- dauer
	[dt/ha]	[kg N/ha]	[kg N/ha]	[Wochen]
Schnittlauch, letzter Schnitt	100	50	25	6
Schnittlauch, für Treiberei	220	110	55	6
Schwarzwurzel	200	50	25	7
Sellerie, Bund-	50	14	7	4
Sellerie, Knollen-	250	75	38	6
Sellerie, Stangen-	300	75	38	6
Speiserübe, Mairüben	150	26	13	6
Speiserübe, Teltower Rübchen	250	63	31	6
Spinat, Frischmarkt	50	21	10	4
Spinat, Blatt-/Hack-	150	54	27	4
Stangenbohne	450	144	72	8
Weißkohl, (außer früh)	500	150	75	12
Weißkohl, Frischmarkt, früh	400	120	60	12
Wirsing, frühe Sorten	300	120	60	12
Wirsing, mittelfrühe Sorten	350	140	70	12
Wirsing, mittelspäte, späte Sorten	400	160	80	12
Zucchini, außer gepflanzt	500	150	75	6
Zucchini, gepflanzt	550	165	83	6
Zuckermais, früh	330	99	50	14
Zuckermais, mittelfrüh, spät	400	120	60	14
Zwiebeln, Bund-	120	24	12	4
Zwiebeln, Trocken	150	60	30	4
Zwiebeln, Trocken, Überwinterung	250	100	50	4

Nach Fink et al. (2007), ergänzt

## Anhang A 7: Nährstoffgehalte von Obst, Wein und Beerenobst

Kultur	Ernteprodukt	Trocken- substanz [%]	Mittlerer Ertrag FM [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
				N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
Apfel	Frucht	17	200 bis 400	0,11	0,01	0,03	0,15	0,18	0,01	0,01
Birne	Frucht	17	200 bis 400	0,10	0,01	0,02	0,14	0,17	0,01	0,01
Quitte	Frucht	20	50 bis 130	0,10	0,01	0,03	0,15	0,18	0,01	0,01
Süßkirsche	Frucht	18	100 bis 250	0,19	0,02	0,05	0,21	0,25	0,01	0,02
Sauerkirsche	Frucht	18	100 bis 200	0,21	0,03	0,06	0,20	0,24	0,02	0,03
Pflaume	Frucht	18	100 bis 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	10	100	0,22	0,04	0,10	0,37	0,45	0,02	0,03
	Most/Wein	–	–	0,02	0,01	0,02	0,06	0,07	–	–
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

## Anhang A 8: Nährstoffgehalte von Arznei-, Duft- und Gewürzpflanzen

Kultur	Ernteprodukt	Mittlerer Ertrag FM [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
			N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
Ackerschachtelhalm	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	0,09	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	Blütenkorb	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
Bergbohnenkraut	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	0,45	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	0,04
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

Fortsetzung Anhang A 8: Nährstoffgehalte von Arznei-, Duft- und Gewürzpflanzen

Kultur	Ernteprodukt	Mittlerer Ertrag FM [dt/ha]	Nährstoffgehalt in kg/dt Frischmasse						
			N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
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 (Ech. angustifolid)	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 (Ech. pallida)	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 (Ech. purpurea)	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

## Anhang A 9: Richtwerte der symbiotischen N-Bindung auf Acker- und Grünland

Kultur	Haupternte- produkt	Trocken- substanz [%]	mittlerer Ertrag Frischmasse [dt/ha]	symbiotische N-Bindung bezogen auf Haupternteprodukt	
				[kg N/ha]	[kg N/dt]
<b>Einjährige Körnerleguminosen zur Körnergewinnung</b>					
Ackerbohne	Korn (30 % RP <sup>1)</sup> )	86	35	175	5,00
Erbse	Korn (26 % RP <sup>1)</sup> )	86	35	154	4,40
Trockenspeiseerbse	Korn (26 % RP <sup>1)</sup> )	86	35	152	4,35
Trockenspeisebohne	Korn (30 % RP <sup>1)</sup> )	86	20	98	4,90
Lupine, blau	Korn (33 % RP <sup>1)</sup> )	86	30	150	5,00
Lupine, weiß	Korn (35 % RP <sup>1)</sup> )	86	30	162	5,39
Lupine, gelb	Korn (45 % RP <sup>1)</sup> )	86	15	101	6,74
Wicke	Korn (26 % RP <sup>1)</sup> )	86	15	66	4,39
Linse	Korn (26 % RP <sup>1)</sup> )	86	15	65	4,35
Sojabohne	Korn (32 % RP <sup>1)</sup> )	86	25	133	5,30
Sonstige einjährige Körnerleguminosen	Korn	86	20	98	4,90
<b>Ein- und mehrjährige Leguminosenfutterpflanzen als Hauptfrucht</b>					
Kleegras 30:70	Ganzpflanze	20	450	72	0,16
Kleegras 50:50	Ganzpflanze	20	450	122	0,27
Kleegras 70:30	Ganzpflanze	20	450	171	0,38
Luzernegras 30:70	Ganzpflanze	20	400	76	0,19
Luzernegras 50:50	Ganzpflanze	20	400	124	0,31
Luzernegras 70:30	Ganzpflanze	20	400	172	0,43
Klee	Ganzpflanze	20	450	212	0,47
Luzerne	Ganzpflanze	20	400	228	0,57
Esparssette	Ganzpflanze	20	200	94	0,47
Seradella	Ganzpflanze	20	150	54	0,36
Ackerbohne	Ganzpflanze	20	250	95	0,38
Futtererbse	Ganzpflanze	20	250	95	0,38
Lupine, Futter	Ganzpflanze	20	250	100	0,40
Wicke, Futter	Ganzpflanze	20	200	76	0,38
Sonstige einjährige Leguminosenfutterpfl.	Ganzpflanze	20	250	95	0,38
<b>Vermehrung kleinkörniger Leguminosen</b>					
Klee	Samen	86	6	165	27,50
Luzerne	Samen	91	6	171	28,50
Serradella	Samen	91	10	54	5,40
<b>Freilandgemüse</b>					
Buschbohne	Hülse + Korn	12	120	36	0,30
Stangenbohne	Hülse + Korn	12	250	75	0,30
Markerbse	Korn	15	70	105	1,50
<b>Ein- und mehrjährige Leguminosenfutterpflanzen als Zwischenfrucht</b>					
Kleegras 50:50	Ganzpflanze	15	150	20	0,13
Luzernegras 50:50	Ganzpflanze	15	150	21	0,14
Klee	Ganzpflanze	15	150	38	0,25
Luzerne	Ganzpflanze	15	150	41	0,27
Serradella	Ganzpflanze	15	150	32	0,21
Ackerbohne	Ganzpflanze	15	150	38	0,25
Futtererbse	Ganzpflanze	15	150	38	0,25
Lupine, Futter	Ganzpflanze	15	150	32	0,21
Wicke, Futter	Ganzpflanze	15	150	38	0,25
Sonstige einjährige Leguminosenfutterpfl.	Ganzpflanze	15	150	32	0,21

Fortsetzung Anhang A9: Richtwerte der symbiotischen N-Bindung auf Acker- und Grünland

Kultur	Haupternteprodukt	Trocken- substanz [%]	mittl. Netto- ertrag <sup>2)</sup> FM [dt/ha]	< 10 % Leguminosen <sup>3)</sup> [kg N/ha]	> 10 % Leguminosen [kg N/ha]
<b>Grünland</b>					
Grünland, eine Nutzung	Ganzpflanze	20	200	3	3
Grünland, zwei Nutzungen	Ganzpflanze	20	275	10	15
Grünland, drei Nutzungen	Ganzpflanze	20	375	15	25
Grünland, vier Nutzungen	Ganzpflanze	20	450	20	35
Grünland, fünf Nutzungen	Ganzpflanze	20	550	25	45
Grünland, mehr als fünf Nutzungen	Ganzpflanze	20	600	25	45

1) Rohproteingehalt in der Trockenmasse

2) Nettoertrag = Bruttoertrag abzüglich auf der Fläche verbleibender Werbungsverluste

3) Regelfall bei konventioneller Bewirtschaftung

## Anhang A 10: Nährstoffausscheidungen bei landwirtschaftlichen Nutztieren

Tierart / Produktionsverfahren	Nährstoffausscheidung je belegtem Stallplatz und Jahr [kg]				
	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> 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, Stallhaltung	61,0	11,4	26,1	84,2	101,5
Milchkühe; allgemein	138,0	20,0	45,9	127,4	153,6
Milchkühe; Grünland, 6000 kg ECM	119,0	16,9	38,8	128,4	154,7
Milchkühe; Grünland, 8000 kg ECM	132,0	18,1	41,5	136,8	164,8
Milchkühe; Grünland, 10000 kg ECM	149,0	20,4	46,7	147,1	177,3
Milchkühe; Ackerfutterbau, 6000 kg ECM	104,0	15,5	35,5	103,4	124,6
Milchkühe; Ackerfutterbau, 8000 kg ECM	118,0	18,0	41,2	114,0	137,4
Milchkühe; Ackerfutterbau, 10000 kg ECM	138,0	20,0	45,9	127,4	153,6
Milchkühe; Ackerfutterbau ohne Weide mit Heu, 6000 kg ECM	100,0	15,4	35,2	100,0	120,5
Milchkühe; Ackerfutterbau ohne Weide mit Heu, 8000 kg ECM	115,0	17,2	39,3	110,3	132,9
Milchkühe; Ackerfutterbau ohne Weide mit Heu, 10000 kg ECM	135,0	19,9	45,6	124,1	149,5
Mastkälber bis 3 Monate; allgemein	14,4	2,2	4,9	11,0	13,3
Mastkälber bis 3 Monate; bis 625 kg Lebendmasse, 18 Monate	14,4	2,2	4,9	11,0	13,3
Mastkälber bis 3 Monate; bis 700 kg Lebendmasse, 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 Lebendmasse, 18 Monate	24,6	3,8	8,8	19,0	22,8
Mastkälber über 3 bis 6 Monate; bis 700 kg Lebendmasse, 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 Lebendmasse, 18 Monate	36,0	7,0	15,9	31,0	37,3
Männliche Rinder über 6 Monate bis 1 Jahr; bis 700 kg Lebendmasse, 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 Lebendmasse, 18 Monate	49,0	9,0	20,6	42,0	50,6
Männliche Rinder über 1 Jahr bis 2 Jahre; bis 700 kg Lebendmasse, 18 Monate	59,0	9,0	20,6	42,0	50,6
Männliche Rinder über 2 Jahre (einschließlich Zuchtbullen); allgemein	60,0	9,1	20,9	42,7	51,5
Männliche Rinder über 2 Jahre (einschließlich Zuchtbullen); 700 kg Lebendmasse	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

Fortsetzung Anhang A 10: Nährstoffausscheidungen bei landwirtschaftlichen Nutztieren

Tierart / Produktionsverfahren	Nährstoffausscheidung je belegtem Stallplatz und Jahr [kg]				
	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O
Mutter- und Ammenkühe; allgemein	89,2	12,2	28,0	100,3	120,9
Mutter- und Ammenkühe; 500 kg Lebendmasse	71,3	10,0	22,8	79,6	95,9
Mutter- und Ammenkühe; 700 kg Lebendmasse	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, 500–600 kg Lebendmasse, Stallhaltung	51,1	10,2	23,4	47,8	57,6
Reitpferde, 500–600 kg Lebendmasse, Stall-/Weidehaltung	53,6	10,2	23,4	55,6	66,9
Zuchtstuten einschließlich Fohlen bis 6 Monate, 500–600 kg Lebendmasse, Stall-/Weidehaltung	63,5	12,2	28,0	61,2	73,7
Großpferd-Aufzuchtperde, 6 bis 36 Monate, 365 kg Zuwachs, Stall-/Weidehaltung	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 Lebendmasse, Stallhaltung	34,9	7,2	16,5	39,0	47,0
Reitpony, 300 kg Lebendmasse, Stall-/Weidehaltung	33,4	6,7	15,4	42,4	51,0
Pony-Zuchtstuten einschließlich Fohlen bis 6 Monate, 350 kg Lebendmasse, Stall-/Weidehaltung	42,4	8,0	18,4	46,7	56,2
Pony-Aufzuchtperde, 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 aufgezogene Ferkel, Standardfutter	22,1	4,9	11,3	8,0	9,7
Zuchtsauen ab 1. Belegung, 22 aufgezogene Ferkel, N-/P-reduziert	20,9	4,1	9,3	7,6	9,1
Zuchtsauen mit Ferkel bis 8 kg, 22 aufgezogene Ferkel, Standardfutter	42,1	9,6	22,0	15,0	18,1
Zuchtsauen mit Ferkel bis 8 kg, 22 aufgezogene 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
Andere Zuchtschweine ab 50 kg; allgemein	13,0	2,8	6,3	4,7	5,6
Andere Zuchtschweine ab 50 kg; 50 – 135 kg Lebendmasse, 210 kg Zuwachs/Platz, Standardfutter	13,0	2,8	6,3	4,7	5,6
Ferkel unter 20 kg; allgemein	3,2	0,7	1,6	1,7	2,0
Ferkel unter 20 kg; 125 kg Zuwachs je Platz, Standardfutter	3,2	0,7	1,6	1,7	2,0
Ferkel 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, Standardfutter	7,9	1,8	4,1	3,1	3,8
Läufer 20 bis 50 kg; 156 kg Zuwachs, N-/P-reduziert	6,7	1,6	3,6	2,8	3,3
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

## Fortsetzung Anhang A 10: Nährstoffausscheidungen bei landwirtschaftlichen Nutztieren

Tierart / Produktionsverfahren	Nährstoffausscheidung je belegtem Stallplatz und Jahr [kg]				
	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O
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-Phasen-Fütterung	0,286	0,088	0,201	0,106	0,127
Junghennenaufzucht; 3,3 kg Zuwachs, N-/P-reduziert, 5-Phasen-Fütterung	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
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
Puten; Hähne, 22 Wochen Mast, 2,2 Umtriebe, 20,4 kg Zuwachs, Standardfutter	2,136	0,624	1,430	0,912	1,099
Puten; Hähne, 22 Wochen Mast, 2,2 Umtriebe, 20,4 kg Zuwachs, N-/P-reduziert	2,004	0,336	0,770	0,912	1,099
Puten; Hähne, 22 Wochen Mast, 2,2 Umtriebe, 20,4 kg Zuwachs, teilw. P-reduziert	2,136	0,492	1,127	0,912	1,099
Puten; Hennen, 17 Wochen Mast, 2,8 Umtriebe, 10,9 kg Zuwachs, Standardfutter	1,584	0,408	0,935	0,624	0,752
Puten; Hennen, 17 Wochen Mast, 2,8 Umtriebe, 10,9 kg Zuwachs, N-/P-reduziert	1,488	0,240	0,550	0,624	0,752
Puten; 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, 0,6–3 kg Lebendmasse, 14 kg Zuwachs/Platz	0,7	0,2	0,4	0,8	0,9
Aufzucht 52 aufgezogene Jungtiere/Häsin/Jahr, Aufzucht bis 0,6 kg Lebendmasse	2,6	0,6	1,5	1,7	2,1
Aufzucht 52 aufgezogene Jungtiere/Häsin/Jahr, Aufzucht bis 3 kg Lebendmasse	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
Sonstige Wildtierarten; allgemein	21,6	3,0	6,9	21,4	25,7

Die grün unterlegten Kategorien entsprechen den Angaben zum Tierbestand des Sammelantrages Agrarförderung (Anlage TB)

ECM = energiekorrigierte Milchmenge

## Anhang A 11: Richtwerte für Nährstoffgehalte in Wirtschafts- und anderen organischen Düngern

Gruppe	Tierart / Düngertyp	Trocken- substanz [%]	Nährstoffgehalte in der Frischmasse [kg/t bzw. kg/m <sup>3</sup> ]							
			N <sup>1)</sup>	NH <sub>4</sub> -N <sup>1)</sup>	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
Stallmist	Rind	25	6,1	1,2	1,41	3,24	10,34	12,47	0,80	1,33
	Schwein	25	7,1	1,8	2,35	5,39	5,39	6,49	1,30	2,16
	Rind, Schwein	25	6,6	1,5	1,88	4,31	7,87	9,48	1,05	1,75
	Schaf	30	9,0	2,7	2,35	5,39	16,15	19,46	1,10	1,83
	Ziege	30	7,3	2,2	2,33	5,35	14,63	17,63	1,10	1,83
	Pferd	25	4,5	1,4	1,66	3,81	4,99	6,01	1,10	1,83
	Geflügel	45	16,9	5,9	6,61	15,15	14,40	17,35	2,30	3,82
Jauche	Rind	2	2,2	1,9	0,10	0,23	6,50	7,83	0,06	0,10
	Schwein	2	2,5	2,2	0,40	0,92	3,00	3,61	0,08	0,13
	Rind, Schwein	2	2,4	2,1	0,25	0,58	4,75	5,72	0,07	0,12
Gülle dünn	Rind	4	1,9	0,9	0,33	0,76	2,21	2,66	0,25	0,41
	Schwein	4	3,8	2,5	1,13	2,58	2,10	2,53	0,30	0,50
Gülle normal	Rind	8	3,8	1,9	0,66	1,52	4,42	5,32	0,50	0,83
	Schwein	8	7,5	4,9	2,25	5,16	4,20	5,06	0,60	0,83
	Rind, Schwein	8	5,7	3,4	1,46	3,34	4,31	5,19	0,55	0,83
Gülle dick	Rind	12	5,7	2,8	0,99	2,27	6,61	7,96	0,75	1,24
	Schwein	12	11,3	7,4	3,38	7,74	6,30	7,59	0,90	1,49
Geflügelkot	Hühnerfrischkot	12	9,1	5,0	4,70	10,77	5,70	6,87	0,90	1,49
	Hühnerfrischkot	28	17,1	3,0	4,76	10,90	6,89	8,30	2,40	4,00
	Hühnertrockenkot	45	25,7	9,8	9,04	20,70	15,00	18,00	2,82	6,93
	getrockneter Hühnerkot	70	32,1	11,0	13,48	30,90	18,09	21,80	4,74	7,90
Weidegang <sup>3)</sup>	Rind	25	9,9	2,0	1,45	3,32	9,90	11,93	0,80	1,33
	Schaf	30	18,4	5,5	2,51	5,75	16,60	20,00	1,40	2,82
	Pferd	25	9,1	2,7	1,75	4,02	3,33	4,02	1,10	1,83
Organischer Dünger	Silagesickersaft	4	1,4	0,7	0,30	0,69	3,40	4,10	0,30	0,50
	Klärschlamm						Untersuchung erforderlich			
	Klärschlammkompost						Untersuchung erforderlich			
	Stallmistkompost <sup>2)</sup>	35	6,8	0,4	2,00	4,58	7,90	9,52	1,70	2,82
	Bioabfallkompost <sup>2)</sup>	60	7,7	0,4	1,90	4,35	6,20	7,47	3,40	5,64
	Grüngutkompost <sup>2)</sup>	60	6,4	0,4	1,50	3,44	4,40	5,30	2,60	4,31
	Gärrest						Untersuchung erforderlich			
	Knochenmehl	95	50,0	4,0	90,00	206,00	3,00	3,62	2,60	4,31
	Fleischknochenmehl	95	70,0	4,5	65,00	149,00	3,00	3,62	2,60	4,31
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	3,0	0,0	0,50	1,15	5,00	6,03	1,00	1,66

1) Stall- und Lagerungsverluste sind bei Stallmist, Jauche und Gülle berücksichtigt

2) Untersuchung dringend anzuraten, soweit nicht nach anderen Vorschriften ohnehin erforderlich

3) nur zur Nutzung für die Berechnung von Düngungsempfehlungen

## Anhang A 12: Richtwerte für Nährstoffgehalte in Wirtschafts- und anderen organischen Düngern für den ökologischen Landbau

Gruppe	Tierart / Düngertyp	Trocken- substanz [%]	Nährstoffgehalte in der Frischmasse [kg/t bzw. kg/m <sup>3</sup> ]							
			N <sup>1)</sup>	NH <sub>4</sub> -N <sup>1)</sup>	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO
Stallmist	Rind	25	5,0	1,0	1,20	2,75	6,60	7,95	0,80	1,33
	Schwein	25	6,1	1,5	2,50	5,73	5,00	6,03	1,20	1,99
	Rind, Schwein	25	5,5	1,3	1,80	4,12	5,80	6,99	1,00	1,66
	Schaf	30	8,0	2,4	2,20	5,04	11,50	13,86	1,10	1,82
	Ziege	30	7,3	2,2	2,20	5,04	11,50	13,86	1,10	1,82
	Pferd	25	3,6	1,1	1,80	4,12	4,00	4,82	1,10	1,82
	Geflügel	45	16,9	5,9	6,61	15,15	14,40	17,35	2,3	3,82
Jauche	Rind	2	1,7	1,4	0,10	0,23	4,60	5,54	0,10	0,17
	Schwein	2	2,3	2,1	0,40	0,92	3,00	3,62	0,10	0,17
	Rind, Schwein	2	2,0	1,8	0,25	0,57	3,80	4,58	0,10	0,17
Gülle dünn	Rind	4	1,5	0,8	0,40	0,92	1,60	1,93	0,20	0,33
	Schwein	4	2,3	1,5	1,00	2,29	1,20	1,45	0,20	0,33
Gülle normal	Rind	8	3,0	1,5	0,50	1,15	3,10	3,74	0,40	0,66
	Schwein	8	4,6	3,0	1,20	2,75	1,60	1,93	0,50	0,83
	Rind, Schwein	8	3,8	2,2	0,80	1,83	2,40	2,89	0,45	0,75
Gülle dick	Rind	12	4,6	2,3	1,30	2,98	4,60	5,54	0,60	0,99
	Schwein	12	7,0	4,6	3,00	6,87	2,80	3,37	0,70	1,16
Geflügelkot	Hühnerfrischkot	12	7,4	4,1	4,30	9,85	3,40	4,10	0,70	1,16
	Hühnertrockenkot	45	20,9	7,9	8,64	19,80	13,23	15,94	3,42	5,68
Weidegang <sup>3)</sup>	Rind	25	9,9	2,0	1,45	3,32	9,90	11,93	0,80	1,33
	Schaf	30	18,4	5,5	2,51	5,75	16,60	20,00	1,40	2,32
	Pferd	25	9,1	2,7	1,75	4,02	3,33	4,02	1,10	1,83
Organischer Dünger	Silagesickersaft	4	1,4	0,7	0,30	0,69	3,40	4,10	0,30	0,50
	Stallmistkompost <sup>2)</sup>	35	6,8	0,3	2,00	4,58	7,90	9,52	1,70	2,82
	Bioabfallkompost <sup>2)</sup>	60	7,7	0,4	1,90	4,35	6,20	7,47	3,40	5,64
	Grüngutkompost <sup>2)</sup>	60	6,4	0,3	1,50	3,44	4,40	5,30	2,60	4,31
	Gärrest	Untersuchung erforderlich								
	Knochenmehl	95	50,0	4,0	90,00	206,00	3,00	3,62	2,60	4,31
	Fleischknochenmehl	95	70,0	4,2	65,00	149,00	3,00	3,62	2,60	4,31
	Ackerbohenschrot	86	42,0	0,0	4,70	10,77	11,30	13,62	1,60	2,65
	Erbsenschrot	86	35,0	0,0	4,30	9,85	10,60	12,77	1,30	2,16
	Lupinenschrot	86	54,0	0,0	4,20	9,62	9,00	10,85	1,60	2,65
	Rapsschrot	90	56,0	0,0	9,00	20,62	12,50	15,06	4,40	7,30
	Rizinusschrot	92	54,0	0,0	9,00	20,62	10,00	12,05	0,00	0,00
	Vinasse	69	40,0	0,0	2,20	5,04	61,00	73,51	1,70	2,82
	Malzkeime	90	40,0	0,0	4,40	10,08	41,50	50,01	0,00	0,00
	Maisrückstände	95	65,0	0,0	22,00	50,41	8,30	10,00	3,60	5,97
	Pilzbiomasse	99	70,0	0,0	4,40	10,08	8,30	10,00	0,00	0,00
	Pilzkultursubstrate	39	6,9	0,0	3,30	7,56	9,20	11,09	0,80	1,33
	Kartoffelfruchtwasser	4	3,0	0,0	0,50	1,15	5,00	6,03	0,20	0,33
	Hornmehl, -gries, -späne	98	130,0	0,0	4,70	10,77	4,20	5,06	2,60	4,31
	Haar- und Federmehl	98	135,0	0,0	4,00	9,17	1,60	1,93	1,00	1,66
	Haarmehl-Pellets	95	140,0	0,0	4,40	10,08	2,50	3,01	0,00	0,00
	Gründüngung	Stroh	86	4,4	0,0	1,30	2,98	14,10	16,99	1,20
Blatt/Kraut		15	3,1	0,0	0,50	1,15	5,00	6,03	1,00	1,66
Zwischenfrucht/Frucht		15	4,6	0,0	0,60	1,37	4,00	4,82	0,30	0,50
Ernterückstände Gemüse		15	3,0	0,0	0,50	1,15	5,00	6,03	1,00	1,66

1) Stall- und Lagerungsverluste sind bei Stallmist, Jauche und Gülle berücksichtigt

2) Untersuchung dringend anzuraten, soweit nicht nach anderen Vorschriften ohnehin erforderlich

3) nur zur Nutzung für die Berechnung von Düngungsempfehlungen

**Anhang A 13: Mindestanrechnung von Stickstoff bei Aufnahme betriebsfremder Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft und sonstiger organischer Dünger im Nährstoffvergleich (Basis: N-Gehalt)**

<b>Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft und sonstiger organischer Dünger</b>		<b>Ausbringungsverlust</b>	<b>Mindestanrechnung unter Beachtung der Ausbringungsverluste</b>
		<b>[%]</b>	<b>[%]</b>
Gülle	Rind	18	82
	Schwein	14	86
	Rind, Schwein	16	84
Jauche	Rind	14	86
	Schwein	15	85
	Rind, Schwein	15	85
Stallmist	Rind	14	86
	Schwein	15	85
	Rind, Schwein	15	85
	Schaf	9	91
	Ziege	9	91
	Pferd	9	91
	Geflügel	17	83
Geflügelkot		17	83
Organischer Dünger	Klärschlamm	10	90
	Klärschlammkompost	10	90
	Frischkomposte	10	90
	Frischkomposte (ab Rottegrad IV)	0	100
	Biogasgärreste	15	85

Mit diesen Werten können Ausbringungsverluste beim Erstellen der Nährstoffvergleiche in Ansatz gebracht werden, wenn die genannten Düngemittel im Betrieb aufgenommen werden.

## Anhang A 14: Umrechnungsfaktoren einzelner Nährstoffe in verschiedene Düngerformen

gegeben	gesucht	Faktor (gerundet)	gegeben	gesucht	Faktor (gerundet)
N	NO <sub>3</sub>	4,4270	NO <sub>3</sub>	N	0,2260
N	NH <sub>3</sub>	1,2160	NH <sub>3</sub>	N	0,8200
N	NH <sub>4</sub>	1,2880	NH <sub>4</sub>	N	0,7760
N	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4,7160	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	N	0,2120
N	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	2,8570	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	N	0,3500
N	CaCN <sub>2</sub>	2,8590	CaCN <sub>2</sub>	N	0,3500
P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,2914 (2,29)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P	0,4364 (0,44)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	2,1820	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,4580
K	K <sub>2</sub> O	1,2050 (1,2)	K <sub>2</sub> O	K	0,8300 (0,83)
K <sub>2</sub> O	KCl	1,5830	KCl	K <sub>2</sub> O	0,6317
K <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,8500	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> O	0,5410
Mg	MgO	1,6580 (1,66)	MgO	Mg	0,6030 (0,6)
Mg	MgSO <sub>4</sub>	4,9470	MgSO <sub>4</sub>	Mg	0,2020
Mg	MgCO <sub>3</sub>	3,4670	MgCO <sub>3</sub>	Mg	0,2884
MgO	MgSO <sub>4</sub>	2,9860	MgSO <sub>4</sub>	MgO	0,3349
MgO	MgCO <sub>3</sub>	2,0910	MgCO <sub>3</sub>	MgO	0,4780
MgO	MgCl <sub>2</sub>	2,3620	MgCl <sub>2</sub>	MgO	0,4230
Ca	CaO	1,4000 (1,4)	CaO	Ca	0,7147 (0,71)
Ca	CaCO <sub>3</sub>	2,4970	CaCO <sub>3</sub>	Ca	0,4000
Ca	Ca(OH) <sub>2</sub>	1,8500	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca	0,5400
CaO	CaCO <sub>3</sub>	1,7830	CaCO <sub>3</sub>	CaO	0,5600
CaO	Ca(OH) <sub>2</sub>	1,3210	Ca(OH) <sub>2</sub>	CaO	0,7570
CaO	CaSO <sub>4</sub>	2,4280	CaSO <sub>4</sub>	CaO	0,4120
CaO	CaCl <sub>2</sub>	1,9790	CaCl <sub>2</sub>	CaO	0,5050
Na	Na <sub>2</sub> O	1,3500	Na <sub>2</sub> O	Na	0,7419
Na	NaCl	2,5490	NaCl	Na	0,3934
Na <sub>2</sub> O	NaCl	1,8840	NaCl	Na <sub>2</sub> O	0,5300
S	SO <sub>2</sub>	1,9970	SO <sub>2</sub>	S	0,5000
S	SO <sub>3</sub>	2,4960	SO <sub>3</sub>	S	0,4000
S	SO <sub>4</sub>	2,9950	SO <sub>4</sub>	S	0,3330
S	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,1690	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	S	0,1400
S	MgSO <sub>4</sub> * H <sub>2</sub> O	4,3100	MgSO <sub>4</sub> * H <sub>2</sub> O	S	0,2300
S	MgSO <sub>4</sub> * 7 H <sub>2</sub> O	7,6800	MgSO <sub>4</sub> * 7 H <sub>2</sub> O	S	0,1300
S	CaSO <sub>4</sub>	4,2450	CaSO <sub>4</sub>	S	0,2350
S	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3,9950	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	S	0,2500

### Bezeichnung der Düngerformen

Ca(OH) <sub>2</sub>	Calciumhydroxid	MgSO <sub>4</sub> * 7 H <sub>2</sub> O	Magnesiumsulfat-Heptahydrat (Bittersalz)
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Calciumphosphat	MgSO <sub>4</sub> * H <sub>2</sub> O	Magnesiumsulfat-Hydrat (Kieserit)
CaCl <sub>2</sub>	Calciumchlorid	Na <sub>2</sub> O	Natriumoxid
CaCN <sub>2</sub>	Calciumcyanamid	NaCl	Natriumchlorid
CaCO <sub>3</sub>	Calciumkarbonat	NH <sub>3</sub>	Ammoniak
CaO	Calciumoxid (»Kalk«)	NH <sub>4</sub>	Ammonium
CaSO <sub>4</sub>	Calciumsulfat	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ammoniumsulfat (Schwefelsaures Ammoniak)
K <sub>2</sub> O	Kaliumoxid (»Kali«)	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Ammoniumnitrat
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kaliumsulfat	NO <sub>3</sub>	Nitrat
KCl	Kaliumchlorid	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Phosphorpentoxid (»Phosphat«)
MgCl <sub>2</sub>	Magnesiumchlorid	SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
MgCO <sub>3</sub>	Magnesiumkarbonat	SO <sub>3</sub>	Schwefeltrioxid
MgO	Magnesiumoxid	SO <sub>4</sub>	Sulfat
MgSO <sub>4</sub>	Magnesiumsulfat		

## Anhang A 15a: Gehaltsklassen für Makronährstoffe und pH-Klassen des Bodens Nutzungsart Ackerland

Bodenart	Gehaltsklassen	pH-Wert bei Humusgehalt [%] <sup>1)</sup>					P <sup>2)</sup>	K <sup>2)</sup>	Mg <sup>3)</sup>
		≤ 4	4,1 – 8,0	8,1 – 15,0	15,1 – 30,0	> 30,0			
S	A	≤ 4,5	≤ 4,2	≤ 3,9	≤ 3,6		≤ 2,4	≤ 2,9	≤ 2,0
	B	4,6–5,3	4,3–4,9	4,0–4,6	3,7–4,2		2,5–4,8	3,0–6,9	2,1–3,5
	C	5,4–5,8	5,0–5,4	4,7–5,1	4,3–4,7		4,9–7,2	7,0–10,9	3,6–5,0
	D	5,9–6,2	5,5–5,8	5,2–5,4	4,8–5,1		7,3–10,4	11,0–15,9	5,1–6,5
	E	≥ 6,3	≥ 5,9	≥ 5,5	≥ 5,2		≥ 10,5	≥ 16,0	≥ 6,6
SI, IS	A	≤ 4,8	≤ 4,5	≤ 4,1	≤ 3,7		≤ 2,4	≤ 3,9	≤ 2,5
	B	4,9–5,7	4,6–5,3	4,2–4,9	3,8–4,5		2,5–4,8	4,0–7,9	2,6–4,5
	C	5,8–6,3	5,4–5,9	5,0–5,5	4,6–5,1		4,9–7,2	8,0–11,9	4,6–6,0
	D	6,4–6,7	6,0–6,3	5,6–5,9	5,2–5,5		7,3–10,4	12,0–18,9	6,1–7,5
	E	≥ 6,8	≥ 6,4	≥ 6,0	≥ 5,6		≥ 10,5	≥ 19,0	≥ 7,6
SL, sL	A	≤ 5,0	≤ 4,7	≤ 4,3	≤ 3,8		≤ 2,4	≤ 4,9	≤ 3,0
	B	5,1–6,0	4,8–5,5	4,4–5,1	3,9–4,7		2,5–4,8	5,0–9,9	3,1–5,5
	C	6,1–6,7	5,6–6,2	5,2–5,8	4,8–5,4		4,9–7,2	10,0–14,9	5,6–7,5
	D	6,8–7,1	6,3–6,7	5,9–6,2	5,5–5,8		7,3–10,4	15,0–22,9	7,6–10,1
	E	≥ 7,2	≥ 6,8	≥ 6,3	≥ 5,9		≥ 10,5	≥ 3,0	≥ 10,2
L	A	≤ 5,2	≤ 4,9	≤ 4,5	≤ 4,0		≤ 2,4	≤ 5,9	≤ 6,0
	B	5,3–6,2	5,0–5,7	4,6–5,3	4,1–4,9		2,5–4,8	6,0–10,9	6,1–10,0
	C	6,3–7,0	5,8–6,5	5,4–6,1	5,0–5,7		4,9–7,2	11,0–16,9	10,1–12,0
	D	7,1–7,4	6,6–7,0	6,2–6,5	5,8–6,1		7,3–10,4	17,0–25,9	12,1–20,0
	E	≥ 7,5	≥ 7,1	≥ 6,6	≥ 6,2		≥ 10,5	≥ 26,0	≥ 20,1
IT, T	A	≤ 5,3	≤ 4,9	≤ 4,5	≤ 4,0		≤ 2,4	≤ 7,9	≤ 6,0
	B	5,4–6,3	5,0–5,8	4,6–5,4	4,1–5,0		2,5–4,8	8,0–14,9	6,1–10,0
	C	6,4–7,2	5,9–6,7	5,5–6,3	5,1–5,9		4,9–7,2	15,0–23,9	10,1–12,0
	D	7,3–7,7	6,8–7,2	6,4–6,7	6,0–6,3		7,3–10,4	24,0–36,9	12,1–20,0
	E	≥ 7,8	≥ 7,3	≥ 6,8	≥ 6,4		≥ 10,5	≥ 37,0	≥ 20,1
Mo	A						≤ 2,4	≤ 4,9	≤ 2,0
	B					≤ 4,2	2,5–4,8	5,0–9,9	2,1–3,5
	C					4,3	4,9–7,2	10,0–16,9	3,6–5,0
	D					≥ 4,4	7,3–10,4	17,0–24,9	5,1–6,5
	E						≥ 10,5	≥ 25,0	≥ 6,6

1) Bestimmt in Calciumchloridlösung (0,01 mol)

2) Bestimmung im Calcium-Acetat-Lactat (CAL)-Auszug

3) Untersucht nach der Methode von Schachtschabel

Bodenarten: **S**=Sand **SI**=anlehmiger Sand **IS**=lehmiger Sand **SL**=stark lehmiger Sand  
**sL**=sandiger Lehm **L**=Lehm **IT**=lehmiger Ton **T**=Ton **Mo**=anmoorig, Moor

Gehaltsklassen: **A**=sehr niedrig **B**=niedrig **C**=anzustreben, optimal **D**=hoch **E**=sehr hoch

## Anhang A 15b: Gehaltsklassen für Makronährstoffe und pH-Klassen des Bodens Nutzungsart Grünland

Bodenart	Gehaltsklassen	pH-Wert bei Humusgehalt [%] <sup>1)</sup>			P <sup>2)</sup>	K <sup>2)</sup>	Mg <sup>3)</sup>
		≤ 15	15,1 – 30,0	> 30,0			
S	A	≤ 4,0	≤ 3,6		≤ 2,4	≤ 2,9	≤ 2,0
	B	4,1–4,6	3,7–4,2		2,5–4,8	3,0–6,9	2,1–3,5
	C	4,7–5,0	4,3–4,7		4,9–7,2	7,0–11,9	3,6–5,0
	D	5,1–5,6	4,8–5,1		7,3–10,4	12,0–18,9	5,1–6,5
	E	≥ 5,7	≥ 5,2		≥ 10,5	≥ 19,0	≥ 6,6
SI, IS	A	≤ 4,3	≤ 3,7		≤ 2,4	≤ 3,9	≤ 2,5
	B	4,4–5,1	3,8–4,5		2,5–4,8	4,0–7,9	2,6–4,5
	C	5,2–5,5	4,6–5,1		4,9–7,2	8,0–12,9	4,6–6,0
	D	5,6–6,1	5,2–5,5		7,3–10,4	13,0–21,9	6,1–7,5
	E	≥ 6,2	≥ 5,6		≥ 10,5	≥ 22,0	≥ 7,6
SL, sL	A	≤ 4,5	≤ 3,9		≤ 2,4	≤ 3,9	≤ 3,0
	B	4,6–5,3	4,0–4,7		2,5–4,8	4,0–8,9	3,1–5,5
	C	5,4–5,7	4,8–5,4		4,9–7,2	9,0–14,9	5,6–7,5
	D	5,8–6,5	5,5–5,8		7,3–10,4	15,0–24,9	7,6–10,1
	E	≥ 6,6	≥ 5,9		≥ 10,5	≥ 25,0	≥ 10,2
L	A	≤ 4,7	≤ 4,1		≤ 2,4	≤ 4,9	≤ 6,0
	B	4,8–5,5	4,2–4,9		2,5–4,8	5,0–9,9	6,1–10,0
	C	5,6–5,9	5,0–5,7		4,9–7,2	10,0–16,9	10,1–12,0
	D	6,0–6,8	5,8–6,1		7,3–10,4	17,0–26,9	12,1–20,0
	E	≥ 6,9	≥ 6,2		≥ 10,5	≥ 27,0	≥ 20,1
IT, T	A	≤ 4,7	≤ 4,1		≤ 2,4	≤ 4,9	≤ 6,0
	B	4,8–5,6	4,2–5,0		2,5–4,8	5,0–10,9	6,1–10,0
	C	5,7–6,1	5,1–5,9		4,9–7,2	11,0–17,9	10,1–12,0
	D	6,2–7,0	6,0–6,4		7,3–10,4	18,0–27,9	12,1–20,0
	E	≥ 7,1	≥ 6,5		≥ 10,5	≥ 28,0	≥ 20,1
Mo	A				≤ 2,4	≤ 5,9	≤ 2,0
	B			≤ 4,2	2,5–4,8	6,0–10,9	2,1–3,5
	C			4,3	4,9–7,2	11,0–16,9	3,6–5,0
	D			≥ 4,4	7,3–10,4	17,0–24,9	5,1–6,5
	E				≥ 10,5	≥ 25,0	≥ 6,6

1) Bestimmt in Calciumchloridlösung (0,01 mol)

2) Bestimmung im Calcium-Acetat-Lactat (CAL)-Auszug

3) Untersucht nach der Methode von Schachtschabel

Bodenarten: **S**=Sand **SI**=anlehmiger Sand **IS**=lehmiger Sand **SL**=stark lehmiger Sand  
**sL**=sandiger Lehm **L**=Lehm **IT**=lehmiger Ton **T**=Ton **Mo**=anmoorig, Moor

Gehaltsklassen: **A**=sehr niedrig **B**=niedrig **C**=anzustreben, optimal **D**=hoch **E**=sehr hoch

## Anhang A 15c: Gehaltsklassen für Mikronährstoffe von Acker- und Grünlandböden

### **Bor- und Kupfergehalte von Ackerböden (klassische Methoden)**

Gehaltsklassen zur Einstufung der Bodenuntersuchungsergebnisse für <b>Ackerland, Gemüse, Obst, Hopfen</b> Angaben für Mineralböden in mg/kg Boden, für Mo in mg/l Boden in natürlicher Lagerung					
<b>Bor</b>					
Gehaltsklasse	S	SI, IS	SL	sL, L, IT, T	Mo
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
<b>Kupfer, abhängig vom Humusgehalt</b>					
Gehaltsklasse	< 4 % Humus	≥ 4 % Humus	Humusgehalt wird nicht berücksichtigt		
	S, SI, IS	S, SI, IS	SI	SI, L, IT, T	Mo
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:  
 Bor: Heißwasserextraktion nach BERGER und TRUOG  
 Kupfer: HNO<sub>3</sub>-Methode nach WESTERHOFF

### **Mangan-, Molybdän- und Zinkgehalte von Ackerböden (klassische Methoden)**

Gehaltsklassen zur Einstufung der Bodenuntersuchungsergebnisse für <b>Ackerland, Gemüse, Obst, Hopfen</b> Angaben für Mineralböden in mg/kg Boden, für Mo in mg/l Boden in natürlicher Lagerung									
<b>Mangan, abhängig vom pH-Wert</b>									
Gehalts- klasse	S, SI, IS			SL			sL, L, IT, T	Mo	
	pH-Werte								
	< 5,0	5,0 – 5,8	> 5,8	< 5,5	5,5 – 6,4	> 6,4	nicht begrenzt	≤ 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
<b>Molybdän:</b> als Molybdän-Bodenzahl = pH-Wert + (10 * mg Molybdän/kg Boden)					<b>Zink</b>				
Gehalts- klasse	S, SI, IS	SL	sL, L, IT, T	Mo	S, SL, IS	SL, sL, L, IT, T	Mo		
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:  
 Mangan: Sulfit-pH 8-Methode nach SCHACHTSCHABEL  
 Molybdän: Methode nach GRIGG  
 Zink: EDTA-Methode nach TRIERWEILER und LINDSAY

**Kupfer- und Mangangehalte von Grünlandböden (klassische Methoden)**

Gehaltsklassen zur Einstufung der Bodenuntersuchungsergebnisse für <b>Grünland</b> Angaben für Mineralböden in mg/kg Boden, für Mo in mg/l Boden in natürlicher Lagerung										
<b>Kupfer</b> , abhängig vom Humusgehalt										
Gehalts- klasse	< 4 % Humus			≥ 4 % Humus			Humusgehalt wird nicht berücksichtigt			
	S, SI, IS			S, SL, IS			SL	SL, L	IT, T	Mo
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
<b>Mangan</b> , abhängig vom pH-Wert										
Gehalts- klasse	S, SI, IS			SL			sL, L, IT, T		Mo	
	pH-Werte									
	< 5,0	5,0 - 5,8	> 5,8	≤ 5,5	5,6 - 6,4	> 6,4	nicht begrenzt		≤ 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: Kupfer: HNO <sub>3</sub> -Methode nach WESTERHOFF Mangan: Sulfit-pH 8-Methode nach SCHACHTSCHABEL  Für Bor, Molybdän und Zink existieren keine Richtwerte für Grünland!										

Bodenarten: **S**=Sand **SI**=anlehmiger Sand **IS**=lehmiger Sand **SL**=stark lehmiger Sand  
**sL**=sandiger Lehm **L**=Lehm **IT**=lehmiger Ton **T**=Ton **Mo**=anmoorig, Moor

Gehaltsklassen: **A**=sehr niedrig/niedrig **C**=optimal **E**=hoch/sehr hoch

**Bor-, Kupfer-, Mangan- und Zinkgehalte von Ackerböden (CAT-Methode <sup>1)</sup>)**

**Bor** [mg/kg Boden]

Gehaltsklasse	S	sL, IS	SL	sL, L, IT, T
	pH-Wert ≤ 6,0 <sup>2)</sup>			
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** (Boden < 4 % Humus) [mg/kg Boden]

Gehaltsklasse	S, SI, IS	SL	sL, L, IT, T	
	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, SI, IS				SL			sL, L, IT, T	
	pH-Wert								ohne pH-Begrenzung
	< 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, SI, IS	SL, sL, L, IT, T
A	< 1,0	< 1,5
C	1,0 – 2,5	1,5 – 3,0
E	> 2,5	> 3,0

1) Der Name leitet sich von dem verwendeten Extraktionsmittel ab, das aus einer Lösung aus Calciumchlorid und DIPA (Diethylentriaminpentaessigsäure) besteht.

2) 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.

Bodenarten: **S**=Sand **SI**=anlehmiger Sand **IS**=lehmiger Sand **SL**=stark lehmiger Sand  
**sL**=sandiger Lehm **L**=Lehm **IT**=lehmiger Ton **T**=Ton **Mo**=anmoorig, Moor

Gehaltsklassen: **A**=sehr niedrig/niedrig **C**=optimal **E**=hoch/sehr hoch

## Anhang A 16a: Kalkdüngungsbedarf für 4 Jahre zur Erreichung und Erhaltung eines optimalen pH-Bereiches auf Ackerland

pH-Wert	Humusgehalt ≤ 4,0 %					Humusgehalt 4,1 % bis 8,0 %					Humusgehalt 8,1 % bis 15,0 %				
	Bodenart														
	S	SI	SL	L	IT	S	SI	SL	L	IT	S	SI	SL	L	IT
		IS	sL		T		IS	sL		T		IS	sL		T
Kalkmenge in dt CaO/ha															
3,3	45	77	87	117	160	50	82	89	115	137	50	83	90	109	121
3,4	45	77	87	117	160	50	82	89	115	137	50	78	90	109	121
3,5	45	77	87	117	160	50	82	89	115	137	47	74	90	109	121
3,6	45	77	87	117	160	50	82	89	115	137	43	69	90	109	121
3,7	45	77	87	117	160	50	82	89	115	137	39	64	90	109	121
3,8	45	77	87	117	160	46	78	89	115	137	35	60	90	109	121
3,9	45	77	87	117	160	43	73	89	115	137	31	55	84	103	115
4,0	45	77	87	117	160	39	69	89	115	137	28	51	78	97	108
4,1	42	73	87	117	160	35	64	89	115	137	24	46	72	90	102
4,2	39	69	87	117	160	32	60	89	115	137	20	41	66	84	95
4,3	36	65	87	117	160	28	55	83	108	130	16	37	60	78	89
4,4	33	61	87	117	160	24	51	77	102	123	13	32	54	71	82
4,5	30	57	87	117	160	21	46	71	95	115	9	27	48	65	76
4,6	27	53	82	111	152	17	42	66	89	108	5	23	42	59	69
4,7	24	49	77	105	144	13	37	60	82	100	4	18	35	52	63
4,8	22	46	73	100	136	10	33	54	75	93	4	13	29	46	56
4,9	19	42	68	94	128	6	28	48	69	86	4	9	23	40	50
5,0	16	38	63	88	121	5	24	42	62	78	4	8	17	33	43
5,1	13	34	58	82	113	5	19	36	55	71	4	8	11	27	37
5,2	10	30	53	75	105	5	15	31	49	69	0	8	10	21	30
5,3	7	26	49	70	98	5	10	25	42	56	0	8	10	14	24
5,4	6	22	44	65	90	5	9	19	36	49	0	8	10	13	17
5,5	6	19	39	59	82	0	9	13	29	41	0	8	10	13	16
5,6	6	15	34	53	75	0	9	12	22	34	0	0	10	13	16
5,7	6	11	29	47	67	0	9	12	16	27	0	0	10	13	16
5,8	6	10	25	41	59	0	9	12	15	19	0	0	10	13	16
5,9	0	10	20	36	52	0	9	12	15	18	0	0	0	13	16
6,0	0	10	15	30	44	0	0	12	15	18	0	0	0	13	16
6,1	0	10	14	24	36	0	0	12	15	18	0	0	0	13	16
6,2	0	10	14	18	29	0	0	12	15	18	0	0	0	0	16
6,3	0	10	14	17	21	0	0	0	15	18	0	0	0	0	16
6,4	0	0	14	17	20	0	0	0	15	18	0	0	0	0	0
6,5	0	0	14	17	20	0	0	0	15	18	0	0	0	0	0
6,6	0	0	14	17	20	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0
6,7	0	0	14	17	20	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0
6,8	0	0	0	17	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6,9	0	0	0	17	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7,0	0	0	0	17	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7,1	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7,2	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

pH-Klassen:

A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

Bodenarten: **S** = Sand    **SI** = anlehmiger Sand    **IS** = lehmiger Sand    **SL** = stark lehmiger Sand  
**sL** = sandiger Lehm    **L** = Lehm    **IT** = lehmiger Ton    **T** = Ton

## Anhang A 16b: Kalkdüngungsbedarf für 4 Jahre zur Erreichung und Erhaltung eines optimalen pH-Bereiches auf Grünland

pH-Wert	Humusgehalt <= 15,0 %				
	Bodenart				
	S	SI	SL	L	IT
		IS	sL		T
	Kalkmenge in dt CaO/ha				
3,5	30	40	50	57	68
3,6	28	40	50	57	68
3,7	25	40	50	57	68
3,8	23	40	50	57	68
3,9	21	37	50	57	68
4,0	19	35	50	57	68
4,1	16	32	47	57	68
4,2	14	29	43	57	68
4,3	12	27	40	54	63
4,4	9	24	37	50	59
4,5	7	22	33	46	55
4,6	5	19	30	42	51
4,7	4	16	27	38	47
4,8	4	14	24	35	43
4,9	4	11	20	31	38
5,0	4	9	17	27	34
5,1	0	6	14	23	30
5,2	0	5	10	19	28
5,3	0	5	7	16	22
5,4	0	5	6	12	17
5,5	0	5	6	8	13
5,6	0	0	6	7	9
5,7	0	0	6	7	8
5,8	0	0	0	7	8
5,9	0	0	0	7	8
6,0	0	0	0	0	8
6,1	0	0	0	0	8
6,2	0	0	0	0	0
6,3	0	0	0	0	0
6,4	0	0	0	0	0
6,5	0	0	0	0	0
6,6	0	0	0	0	0
6,7	0	0	0	0	0
6,8	0	0	0	0	0
6,9	0	0	0	0	0
7,0	0	0	0	0	0
7,1	0	0	0	0	0

pH-Klassen:

A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

Bodenarten: **S** = Sand    **SI** = anlehmiger Sand    **IS** = lehmiger Sand    **SL** = stark lehmiger Sand  
**sL** = sandiger Lehm    **L** = Lehm    **IT** = lehmiger Ton    **T** = Ton

**Anhang A 17 a: Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft für den Nährstoffvergleich**

Betrieb:		P <input type="checkbox"/> oder P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <input type="checkbox"/> *
Datum der Erstellung:		
Jahr:	von:	bis:

Nährstoffanfall aus Tierhaltung									
Tierart/Produktionsverfahren	Anzahl belegte Stallplätze	Anzahl Stalltage oder Weideta	Gülle (G), Mist (M), Weidegang (W)	Mindestanrechnung bei N (Stall-, Lager- und Ausbringungsverluste) %	Ausscheidung in kg/Stallplatz und Jahr		kg gesamt		
					N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
<b>Summe Nährstoffanfall aus Tierhaltung</b>									
Aufnahme betriebsfremder Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft									
Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft	t bzw. m <sup>3</sup>		Mindestanrechnung bei N (Ausbringungsverluste) %	kg/t bzw. m <sup>3</sup>		kg gesamt			
				N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
<b>Summe Aufnahme Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft</b>									
Abgabe betriebseigener Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft									
Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft	t bzw. m <sup>3</sup>			kg/t bzw. m <sup>3</sup>		kg gesamt			
				N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
<b>Summe Abgabe Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft</b>									
<b>Summe Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft</b> (Summe Nährstoffanfall aus Tierhaltung + Summe Aufnahme Wirtschaftsdünger - Summe Abgabe Wirtschaftsdünger)									

\* Bitte ankreuzen, die gewählte Einheit ist durchgängig einzuhalten

## Anhang A 17 b: Nährstoffvergleich (Flächenbilanz Betrieb)

<b>Betrieb:</b>		P <input type="checkbox"/> oder P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <input type="checkbox"/> *
<b>Datum der Erstellung:</b>		
<b>Jahr:</b>	<b>von:</b>	<b>bis:</b>
<b>Betriebsgröße (Bilanzfläche<sup>1)</sup>):</b> <input type="text"/> ha = <input type="text"/> ha Ackerland + <input type="text"/> ha Grünland		
<small><sup>1)</sup> Flächen mit Nährstoffzufuhr und/oder -abfuhr</small>		

Komponenten	dt, t, m <sup>3</sup>	kg pro dt, t, m <sup>3</sup>		kg gesamt	
		N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>Zufuhr</b>					
<b>Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft</b>					
Übertrag aus Formular Nährstoffe aufgebracht Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft					
<b>Mineraldünger [dt]</b>					
<b>Summe Mineraldünger</b>					
<b>Organische Düngemittel und sonstige Stoffe [t bzw. m<sup>3</sup>]<sup>1)</sup></b>					
<b>Summe organische Düngemittel und sonstige Stoffe</b>					
<b>Stickstoffbindung Leguminosen [dt]</b>					
<b>Summe Stickstoffbindung Leguminosen</b>					
<b>Summe Zufuhr</b>					

<b>Abfuhr</b>					
<b>Pflanzliche Produkte [dt]</b>					
<b>Summe Pflanzliche Produkte</b>					
<b>Unvermeidbare N-Überschüsse/erforderliche N-Zuschläge</b> (Zusammenstellung beifügen)					
<b>Summe Abfuhr</b>					

<b>Saldo in kg</b> (Summe Zufuhr minus Summe Abfuhr)		
<b>Saldo in kg/ha</b> (Saldo in kg geteilt durch ha)		

\* Bitte ankreuzen, die gewählte Einheit ist durchgängig einzuhalten  
<sup>1)</sup> Ausbringungsverluste können nach Anhang A 13 berücksichtigt werden

für N  oder P  oder P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  (bitte ankreuzen) für das Düngjahr .....

**1. Erfassung der Daten für den betrieblichen Nährstoffvergleich**

- Der betriebliche Nährstoffvergleich erfolgt durch
- 1.1 Zusammenfassung der Ergebnisse von Vergleichen für Schläge oder Bewirtschaftungseinheiten
  - 1.2 Vergleich von Zufuhr und Abfuhr für die landwirtschaftlich genutzte Fläche insgesamt

Eindeutige Bezeichnung des Betriebes: .....

Größe des Betriebes in Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche: .....

Beginn und Ende des Düngjahres: .....

Datum der Erstellung: .....

**2. Erfassung von Daten für auf den Schlag oder auf die Bewirtschaftungseinheit bezogene Nährstoffvergleiche** (für die spätere Zusammenfassung von Schlagbilanzen nach Nr. 1.1):

Eindeutige Bezeichnung des Schlages, der Bewirtschaftungseinheit: .....

Größe des Schlages, der Bewirtschaftungseinheit: .....

Bei Grünland: .....

Anzahl der Schnittnutzungen: .....

Zahl der Weidetage auf dem Schlag: .....

Anzahl und Art der auf der Weide gehaltenen Tiere: .....

Zufuhr (auf die Gesamtfläche, Bewirtschaftungseinheit, Einzelschlag)	Nährstoff in kg	Abfuhr (von der Gesamtfläche, Bewirtschaftungseinheit, Einzelschlag)	Nährstoff in kg
Mineralische Düngemittel		Ernteprodukte <sup>2)</sup>	
Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft <sup>1)</sup>		Nebenprodukte	
Sonstige organische Düngemittel			
Bodenhilfsstoffe			
Kultursubstrate			
Pflanzenhilfsmittel			
Abfälle zur Beseitigung (§ 27 Abs. 2 oder 3 KrW-/AbfG)			
Stickstoffbindung durch Leguminosen			
<b>Summe der Zufuhr</b>		<b>Summe der Abfuhr</b>	
Ggf. Summe der Zu/Abschläge nach Anlage 6 Zeilen 12 bis 15 <sup>3)</sup> der DüV			
<b>Differenz zwischen Zufuhr und Abfuhr</b>			
<b>Differenz je Hektar (nicht für Schlagbilanzen)</b>			

<sup>1)</sup> Bei Weidegang anteilige Nährstoffzufuhr in Abhängigkeit von der Zahl der Weidetage nach § 4 Abs. 1.

<sup>2)</sup> Bei Grünland in Abhängigkeit der standortabhängigen Nutzungshäufigkeit und der Standortgüte.

<sup>3)</sup> Detaillierte Aufschlüsselung erforderlich.

## Anhang A 17 d: Mehrjähriger betrieblicher Nährstoffvergleich

<b>Betrieb:</b>	P <input type="checkbox"/> oder P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <input type="checkbox"/> *
Letztes berücksichtigtes Dünge- bzw. Wirtschaftsjahr:	
Beginn und Ende des Düngjahres:	
Größe des Betriebes in Hektar landwirtschaftlich genutzter Flächen:	
Art der Bilanzierung der Ausgangsdaten:	
Datum der Erstellung:	
Für N sind das gleitende Mittel von 3 Jahren und für P/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> von 6 Jahren zusammenzufassen.	

<b>Betrieblicher Nährstoffvergleich im Durchschnitt mehrerer aufeinander folgender Jahre</b>		
	Differenz im Dünge- bzw. Wirtschaftsjahr Kilogramm/Hektar	
	N Düngjahr und zwei Vorjahre	P/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Düngjahr und fünf Vorjahre
Vorjahr:	-	
Vorjahr:	-	
Vorjahr:	-	
Vorjahr:		
Vorjahr:		
Düngjahr:		
Durchschnittlicher betrieblicher Überschuss je ha und Jahr:		

\* Bitte ankreuzen, die gewählte Einheit ist durchgängig einzuhalten

## Anhang A 17 e: Übersicht langjährige betriebliche Nährstoffvergleiche

<b>Betrieb:</b> Beginn und Ende der Düngejahre: <b>Beginn</b> <span style="margin-left: 150px;"><b>Ende</b></span>	P <input type="checkbox"/> oder P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <input type="checkbox"/> *
<b>Art der Bilanzierung der Ausgangsdaten:</b>	
Für N sind das gleitende Mittel von 3 Jahren und für P/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> von 6 Jahren zusammenzufassen.	

Düngjahr	Datum der Erstellung	landw. genutzte Fläche ha	N	gleitende Mittel (3 Jahre)		P / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	gleitende Mittel (6 Jahre)	
			kg/ha	für	kg/ha	kg/ha	für	kg/ha
2006				-	-		-	-
2007				-	-		-	-
2008				2006 bis 2008			-	-
2009				2007 bis 2009			-	-
2010				2008 bis 2010			-	-
2011				2009 bis 2011			2006 bis 2011	
2012				2010 bis 2012			2007 bis 2012	
2013				2011 bis 2013			2008 bis 2013	

\* Bitte ankreuzen, die gewählte Einheit ist durchgängig einzuhalten

## Anhang A 17 f: Schlagbezogene Nährstoffbilanz

<b>Schlagbezogene Nährstoffbilanz</b>				<b>Betrieb:</b> _____		
				<b>Betriebsnummer:</b> _____		
Feldstück-Schlag: _____ - _____		Fläche (ha): _____		Gehaltsklasse P: _____		K: _____
<b>Zufuhr organische Düngung<sup>1)</sup></b>				<b>Nährstoffe (kg/ha)</b>		
Datum	Düngerart/Tier	Menge (t bzw. m³/ha)		N	P	K
<b>Zufuhr mineralische Düngung</b>						
Datum	Düngerart	Menge (dt/ha)				
<b>Zufuhr legume N-Bindung</b>				—      —		
<b>Summe Nährstoffzufuhr</b>						
<b>Nährstoffentzug durch Ernteprodukte</b>						
Erntedatum	Fruchtart	Hauptprodukt Ertrag (dt/ha)	Nebenprodukt Abfuhr (j/n)			
<b>Bilanzsaldo (Summe Zufuhr minus Entzug) für Erntejahr _____</b>						
<b>Zufuhr organische Düngung<sup>1)</sup></b>				<b>Nährstoffe (kg/ha)</b>		
Datum	Düngerart/Tier	Menge (t bzw. m³/ha)		N	P	K
<b>Zufuhr mineralische Düngung</b>						
Datum	Düngerart	Menge (dt/ha)				
<b>Zufuhr legume N-Bindung</b>				—      —		
<b>Summe Nährstoffzufuhr</b>						
<b>Nährstoffentzug durch Ernteprodukte</b>						
Erntedatum	Fruchtart	Hauptprodukt Ertrag (dt/ha)	Nebenprodukt Abfuhr (j/n)			
<b>Bilanzsaldo (Summe Zufuhr minus Entzug) für Erntejahr _____</b>						
<b>Zufuhr organische Düngung<sup>1)</sup></b>				<b>Nährstoffe (kg/ha)</b>		
Datum	Düngerart/Tier	Menge (t bzw. m³/ha)		N	P	K
<b>Zufuhr mineralische Düngung</b>						
Datum	Düngerart	Menge (dt/ha)				
<b>Zufuhr legume N-Bindung</b>				—      —		
<b>Summe Nährstoffzufuhr</b>						
<b>Nährstoffentzug durch Ernteprodukte</b>						
Erntedatum	Fruchtart	Hauptprodukt Ertrag (dt/ha)	Nebenprodukt Abfuhr (j/n)			
<b>Bilanzsaldo (Summe Zufuhr minus Entzug) für Erntejahr _____</b>						
<b>Summe der Bilanzsalden über 3 Jahre</b>						
<b>Durchschnittlicher Bilanzsaldo/Jahr</b>						

<sup>1)</sup> Ausbringungsverluste können nach Anhang A 13 berücksichtigt werden

### A 18.1 Wirkung der Pflanzennährstoffe

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 ( $\text{CO}_2$ ) und Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ) benötigt werden.

#### ■ Makro- bzw. Hauptnährstoffe

Von den Pflanzennährstoffen beeinflusst **Stickstoff** (N) die Ertrags- und Qualitätsbildung am stärksten. Die Aufnahme aus dem Boden erfolgt in Form von Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) oder Ammonium ( $\text{NH}_4$ ). Stickstoff ist 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. Auf Grund der vielfältigen Funktion gilt Stickstoff als Motor des Pflanzenwachstums.

**Phosphor** (P) wird von den Pflanzen vorwiegend in anorganischer Form als Orthophosphat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  und  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) aufgenommen. An allen Prozessen des Energiehaushaltes nimmt P eine Schlüsselstellung ein. Des Weiteren ist Phosphor ein wichtiges Bauelement der Zellmembran und Nucleinsäuren. Er ist weiterhin in Zuckerphosphaten, Phosphatlipiden und Coenzymen enthalten und aktiviert verschiedene organische Verbindungen.

**Kalium** (K) nimmt die Pflanzen als Kation ( $\text{K}^+$ ) 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 ( $\text{Ca}^{2+}$ ) 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 ( $\text{Ca}^{2+}$  zu  $\text{K}^+$  und  $\text{Mg}^{2+}$ ) 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 ( $\text{Mg}^{2+}$ ) 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 ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) aus der Bodenlösung auf. Eine Aufnahme in gasförmiger Form als  $\text{SO}_2$  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.

#### ■ Mikronährstoffe

**Bor** (B) wird in Form von Bor-Säure oder als Borat-Ion ( $\text{BO}_3^{3-}$ ) 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 Kupfer verbessert. Des Weiteren aktiviert Kupfer verschiedene Enzyme.

**Zink** (Zn) nimmt die Pflanze als zweiwertiges Kation ( $Zn^{++}$ ) auf. Zink 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.

## A 18.2 Nährstoffmangelsymptome

**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.

**P-Mangel:** Wachstumshemmung, schwache Bestockung, dunkel- bis blaugrüne Verfärbung, durch Anthozyanidanreicherung zusätzlich unnatürliche Rot- bzw. Violetttonung, 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 perlschnurartiger 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.

**S-Mangel:** Jüngste Blätter von Raps einschließlich Hauptadern hellgrün bis gelb, später gesamter Blattapparat chlorotisch mit Anthozyanidverfärbung. Blätter löffelförmig missgebildet, Adern oft heller als Spreite, starre Blätter, reduzierte Blütenanzahl, Blütenblätter blassgelb. Getreide: jüngste Blätter chlorotisch, Wachstumshemmung ähnlich dem N-Mangel.

**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.

**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 symbiotische N-Bindung). Rüben und Kohllarten: Absterben des Blattendes (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»).

**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.

**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 abzusterben.

Weitere Informationen:

Internet: [Diagnosesystem VISUPLANT](http://Diagnosesystem.VISUPLANT)  
[www.tll.de/visuplant](http://www.tll.de/visuplant)

## Anhang A 19: Richtwerte für den Ernährungszustand ausgewählter Pflanzenarten

### **Ausreichende Nährstoffgehalte für Winterweizen (gesamte oberirdische Pflanze)**

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	Cu/N-Q. <sup>1)</sup>
	[% in der Trockenmasse]					[mg/kg in der Trockenmasse]				
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

1) Bei Vorliegen des Cu/N-Quotienten (mg Cu \* kg<sup>-1</sup> / % N) wird dieser zur Bewertung des Cu-Ernährungszustandes verwendet.

### **Ausreichende Nährstoffgehalte für Sommerweizen (gesamte oberirdische Pflanze)**

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	Cu	Mn	Zn
	[% in der Trockenmasse]			[mg/kg in der Trockenmasse]			
28	3,70–5,60	0,34–0,69	3,60–5,10	0,10–0,25	5,5–17,0	40–160	28–80
29	3,20–5,10	0,29–0,64	3,60–5,20	0,09–0,24	5,2–16,5	35–155	25–80
31	2,80–4,60	0,25–0,59	3,50–5,20	0,08–0,24	5,0–16,0	30–150	22–70
32–36	2,30–4,00	0,22–0,54	3,30–5,10	0,08–0,23	4,6–15,0	28–150	19–70
37–38	2,20–3,50	0,20–0,50	3,10–4,80	0,07–0,22	4,3–14,0	25–150	18–65
39–41	1,80–3,10	0,20–0,46	2,80–4,40	0,07–0,20	4,0–13,5	20–140	17–65
42–45	1,60–2,80	0,20–0,43	2,50–3,90	0,06–0,18	3,8–13,0	20–140	16–65

### **Ausreichende Nährstoffgehalte für Wintergerste (gesamte oberirdische Pflanze)**

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	[% in der Trockenmasse]					[mg/kg in der Trockenmasse]		
28	3,20–5,70	0,37–0,59	3,40–5,20	0,08–0,16		4,1–10,6	27–84	26–43
29	2,80–5,40	0,36–0,61	3,30–5,60	0,08–0,18	> 0,30	3,8–11,6	22–88	24–49
31	2,50–5,00	0,34–0,60	3,20–5,70	0,08–0,18	> 0,30	3,6–12,0	19–88	23–52
32–36	2,30–4,60	0,33–0,58	3,00–5,60	0,07–0,19		3,6–11,9	16–82	22–51
37–38	2,00–4,10	0,31–0,53	2,90–5,20	0,07–0,17		3,6–11,1	15–71	21–47
39–41	1,90–3,50	0,29–0,46	2,60–4,60	0,07–0,15		3,6–9,8	15–55	20–40
42–45	1,70–2,90	0,26–0,38	2,40–3,80	0,07–0,13		3,3–7,8	16–34	19–29

### **Ausreichende Nährstoffgehalte für Sommergerste (gesamte oberirdische Pflanze)**

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	Cu	Mn	Zn
	[% in der Trockenmasse]			[mg/kg in der Trockenmasse]			
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

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Winterroggen (gesamte oberirdische Pflanze)**

Entwicklungs- stadium (BBCH)	N	P	K	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	[% in der Trockenmasse]					[mg/kg in der Trockenmasse]		
28	3,30–6,10	0,47–0,79	3,20–4,80	0,10–0,20		6,4–10,4	33–107	28–40
29	2,90–5,60	0,45–0,77	3,00–4,90	0,09–0,20	> 0,30	5,6–10,0	24–102	28–40
31	2,60–5,00	0,42–0,73	2,90–4,80	0,08–0,19	> 0,30	5,1–9,6	19–98	25–39
32–36	2,30–4,50	0,40–0,69	2,80–4,70	0,08–0,18		4,8–9,2	14–92	23–38
37–38	2,10–4,00	0,37–0,62	2,60–4,40	0,07–0,18		4,7–8,8	14–86	22–38
39–41	1,90–3,50	0,33–0,55	2,50–4,00	0,08–0,17		4,8–8,2	17–80	22–37
42–45	1,80–3,00	0,30–0,45	2,30–3,60	0,08–0,16		5,1–7,7	24–74	23–36

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Wintertriticale (gesamte oberirdische Pflanze)**

Entwicklungs- stadium (BBCH)	N	P	K	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	[% in der Trockenmasse]					[mg/kg in der Trockenmasse]		
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

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Hafer (gesamte oberirdische Pflanze)**

Entwicklungs- stadium (BBCH)	N	P	K	Mg		Cu	Mn	Zn
	[% in der Trockenmasse]					[mg/kg in der Trockenmasse]		
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

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Silomais**

*(bis zum Fahnenschieben – mittlere Blätter; zur Blüte – Kolbenblätter)*

Entwicklungs- stadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Zn
	[% in der Trockenmasse]					[mg/kg in der Trockenmasse]		
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

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Erbse (gesamte oberirdische Pflanze)**

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Zn
	[% in der Trockenmasse]				[mg/kg in der Trockenmasse]			
30–40 cm	3,20–4,70	0,27–0,44	2,30–4,10	0,18–0,36	18–37	6,0–10,0	32–82	28–65
Blühbeginn	2,60–4,20	0,20–0,39	1,60–3,40	0,15–0,30	16–30	4,6–9,0	24–72	22–55

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Ackerbohne (gesamte oberirdische Pflanze)**

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Zn
	[% in der Trockenmasse]				[mg/kg in der Trockenmasse]			
Blühbeginn	2,80–4,50	0,20–0,45	2,10–3,60	0,20–0,50	30–80	7,0–15,0	40–100	30–70

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Winterraps (gerade vollentwickelte Blätter)**

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	Ca	S	B	Mn	Mo
	[% in der Trockenmasse]						[mg/kg in der Trockenmasse]		
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

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Lein (gesamtes oberes Sprossdrittel)**

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Zn
	[% in der Trockenmasse]				[mg/kg in der Trockenmasse]			
Knospenbildung bis Blühbeginn	2,60–4,00	0,35–0,50	2,50–3,50	0,20–0,50	30–60	10–15	30–100	30–80

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Sonnenblume (obere vollentwickelte Blätter)**

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Zn
	[% in der Trockenmasse]				[mg/kg in der Trockenmasse]			
Blühbeginn	3,00–5,00	0,25–0,50	3,0–4,5	0,3–0,8	35–100	10–20	25–100	30–80

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Kartoffel (gerade vollentwickelte Blätter)**

Entwicklungsstadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Mn	Mo
	[% in der Trockenmasse]				[mg/kg in der Trockenmasse]		
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

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Zuckerrübe (gerade vollentwickelte Blätter)**

Entwicklungs- stadium (BBCH)	N	P	K	Mg	S	B	Cu	Mn	Mo	Zn
	[% in der Trockenmasse]					[mg/kg in der Trockenmasse]				
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

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Futterrübe (Blattspreiten von gerade vollentwickelte Blätter)**

Entwicklungs- stadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Mo	Zn
	[% in der Trockenmasse]				[mg/kg in der Trockenmasse]				
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

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Luzerne (Spross vom 1. Aufwuchs)**

Entwicklungs- stadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Mo	Zn
	[% in der Trockenmasse]				[mg/kg in der Trockenmasse]				
Knospen- stadium	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

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Rotklee (Spross etwa 10 bis 15 cm über der Erde)**

Entwicklungs- stadium (BBCH)	N	P	K	Mg	B	Cu	Mn	Mo	Zn
	[% in der Trockenmasse]				[mg/kg in der Trockenmasse]				
Knospen- stadium	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

**Ausreichende Nährstoffgehalte für Wiesen- und Weidegräser (Spross vom 1. Aufwuchs)**

Entwicklungs- stadium (BBCH)	N	P	K	Mg	Cu	Mn
	[% in der Trockenmasse]				[mg/kg in der Trockenmasse]	
Blühbeginn	2,40–4,00	0,25–0,60	2,00–4,00	0,10–0,60	5,0–15,0	28–140

### A 20.1 Zielstellung

Eine zu empfehlende Methode zur Abschätzung des N-Düngebedarfes insbesondere von Wintergetreide in der Zeit vom Schossen bis zur Blüte ist die Pflanzenanalyse. Ihre Anwendung ermöglicht eine Anpassung der N-Düngung an die jeweilig herrschenden Bedingungen während der Vegetation. Dadurch wird die  $N_{\min}$ -Methode sinnvoll ergänzt. Die **Pflanzenanalyse** informiert exakt über den aktuellen N-Versorgungszustand des Pflanzenbestandes. Richtwerte für den Ernährungszustand ausgewählter Pflanzenarten sind im Anhang A 19 enthalten.

Durch mehrmalige Analysen wird die Verwertung des  $N_{\min}$ -Vorrates, der bisherigen N-Gaben und der schwer abschätzbaren N-Nachlieferung bis zum Messtermin erfasst. Auch unterschiedliche Wachstumsbedingungen wirken sich auf das Ergebnis der Pflanzenanalyse aus und können so bei der N-Düngung berücksichtigt werden.

Präzise Informationen über den N-Düngebedarf liefern objektive und geeichte Methoden der Pflanzenanalyse wie der Nitrat-Schnelltest, das Nitratecheck-Gerät oder der N-Tester. Allen Methoden gemeinsam ist die Ableitung der optimalen N-Düngermenge auf Basis der aktuellen N-Versorgung des Pflanzenbestandes. Mehrere N-Teilgaben in Verbindung mit diesen Methoden der Pflanzenanalyse stellen derzeit die beste fachliche Praxis der N-Düngung bei schlageinheitlicher Bewirtschaftung dar.

Die Vorteile des in Sachsen weit verbreiteten Nitrat-Schnelltests sind folgende:

- schnelle und einfache Ermittlung des N-Düngebedarfes unmittelbar vor der geplanten Düngung direkt auf dem Feld
- Analyse des aktuellen Nitratgehaltes in der Pflanze ohne zeitlichen Verzug zur N-Düngung
- einfache Zuordnung der Probenahme zu Flächenteilen bei Aufwuchsunterschieden
- keine aufwändigen Proben Transporte
- geringe Kosten im Vergleich zu Laboruntersuchungen

### A 20.2 Durchführung des Nitrat-Schnelltests

Zur Durchführung des Tests wird folgende Ausrüstung benötigt:

- Nitratsteststäbchen (Merckoquant 1.10020. oder 1.1050.)
- Probenahmehandzange zur Gewinnung des Pflanzensaftes
  - Mit dieser Zange werden die Arbeitsgänge
    - Entnahme der Pflanzenproben,
    - Zurechtschneiden und Sammeln der Halmstückchen,
    - Gewinnen des Presssaftes als Durchschnittsprobe,
    - Ergebnisermittlung und Entleeren des Presssaftes vereinigt.
- Uhr mit Sekundenanzeige

Weiterhin ist zu beachten:

- Der Nitrat-Schnelltest ist in den Entwicklungsstadien 30/31 (Beginn Schossen/1-Knoten-Stadium) bis spätestens 37 (Erscheinen des Fahnenblattes) für die Schossergabe (2. N-Gabe) und in den Entwicklungsstadien 37 (Erscheinen des Fahnenblattes) bis 55 (Mitte des Ährenschiebens) für die Ährgabe (3. N-Gabe) durchzuführen.
- Zur Ableitung treffsicherer Düngungsempfehlungen ist die Entnahme repräsentativer Pflanzenproben entscheidend. Untypische Probenahme Flächen wie z. B. Vorgewende oder Kuppen sind auszuschließen. Beim Gang über den Schlag entlang einer Diagonale oder in Form eines Zick-Zack-Weges werden 10 bis 15 starke Halmstücke etwa 1 cm über dem Boden mit der Zange abgeschnitten.
- Große heterogene Schläge bzw. Schläge mit unterschiedlicher Vorfrucht, Bewirtschaftung und organischer Düngung sollten als Teilschläge gesondert beprobt werden.
- In den mit der Zange gewonnenen Presssaft wird das Reaktionsfeld des Nitratsteststäbchens eingetaucht und der Überstand abgeschüttelt. Nach 15 bzw. 30 Sekunden sowie nach einer Minute wird die Verfärbung mit der Farbskala auf der Verpackung verglichen.

→ Die Herstellerhinweise zur Verwendung, Lagerung und Haltbarkeit der Teststäbchen sind zu beachten. Überlagerte Teststäbchen sind zu verwerfen. Besonders wichtig ist, dass die Teststäbchen kühl und trocken gelagert werden.

### A 20.3 Ableitung des N-Düngebedarfs aus den Ergebnissen des Nitrat-Schnelltests

#### A 20.3.1 N-Düngung während des Schossens mit konventionellen N-Düngern

Die Intensität der Violettfärbung der Reaktionszone des Teststäbchens kennzeichnet den N-Ernährungszustand der Pflanzen. Diesem sind Düngungsempfehlungen in Tabelle A 20.3.1/1 zugeordnet. So zeigt der Farbwert 5 an, dass die Pflanzen sehr gut mit Stickstoff versorgt sind. Ein N-Düngebedarf besteht vorerst nicht. Eine Wiederholung des Tests ist je nach Witterungsverlauf nach 10 bis 14 Tagen anzuraten. Die Farbwerte 4, 3, 2, 1 und 0 entsprechen einem zunehmenden N-Bedarf.

Die N-Empfehlungen in Tabelle A 20.3.1/1 gelten für mittlere Bestandesdichten. Weichen die vor Ort ausgezählten Bestandesdichten gravierend von den in Tabelle A 20.3.1/2 aufgeführten ab, können leichte Korrekturen ( $\pm 5 \text{ kg N/ha}$ ) der N-Düngung im Rahmen der empfohlenen Spannen sinnvoll sein. So sollte die 2. N-Gabe in dünnen Beständen zur Förderung der Triebentwicklung etwas erhöht werden. Das trifft vor allem dann zu, wenn sehr verhalten angedüngt wurde.

Bei dichten Beständen hingegen sollten durch eine etwas verminderte N-Gabe die überzähligen Triebe reduziert und so die Ausbildung optimaler Ährendichten gefördert werden.

**Die maximale Schossergabe beträgt 60 kg N/ha und bei sehr hohen Erträgen maximal 70 kg N/ha.**

Es wird empfohlen, den Test mehrfach zur Kontrolle des N-Ernährungszustandes in der Schossphase zu nutzen, wodurch die N-Bedarfsabschätzung sicherer wird. Zu Beginn der Schossphase (EC 30) wird der Farbwert 4 normalerweise nicht unterschritten, da mit

Testzeit	Färbung	NO <sub>3</sub> -Konzentration im Pflanzensaft <sup>1)</sup> [mg/l]	Empfohlene N-Düngung <sup>2)</sup> [kg/ha]	Farbwert
15 s	tiefviolett	> etwa 2000	0	5
30 s	tiefviolett	> 500	20 bis 30	4
1 min	tiefviolett	500	30 bis 40	3
1 min	violett	100 bis 250	40 bis 50	2
1 min	hellviolett	25 bis 50	50 bis 60	1
1 min	ohne Violetton	0 bis 10	60 bis 70	0

1) in Anlehnung an die Farbskala auf der Verpackung  
2) die jeweils höheren Werte gelten bei hoher Ertragsersparung

Tabelle A 20.3.1/1: Einstufung des N-Bedarfes von Wintergetreide mit dem Nitrat-Schnelltest während der Schossphase (EC 30/31 bis 37) bei mittlerer Bestandesdichte

Fruchtart	Triebe/m <sup>2</sup> EC 30/31	starke <sup>2)</sup> Halme/m <sup>2</sup> EC 32 bis 37
Winterweizen	700 bis 1200	500 bis 700
Wintergerste	900 bis 1500	550 bis 800 <sup>3)</sup>
Winterroggen und Triticale	700 bis 1200	450 bis 650

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 für zweizeilige Sorten.

Tabelle A 20.3.1/2: Orientierungswerte für mittlere Bestandesdichten <sup>1)</sup>

der 1. N-Gabe in Verbindung mit den  $N_{min}$ -Gehalten ein ausreichender N-Vorrat für die Anfangsentwicklung gegeben ist. Sinkt der Farbwert hier bereits deutlich unter 4 ab, liegt meist eine Hemmung der N-Aufnahme durch langanhaltende Frühjahrstrockenheit und Kälte vor, so dass sich die im Boden vorhandenen N-Vorräte ( $N_{min}$  und 1. N-Gabe) nicht in angemessener Weise im N-Ernährungszustand widerspiegeln. Eine N-Düngung ruft unter den geschilderten Umständen jedoch kaum eine Wirkung hervor, sondern erhöht nur den Boden-N-Vorrat.

Damit kann sich u.U. eine Überdosierung nach Einsetzen von Niederschlägen und Ansteigen der Temperaturen ergeben. Sicherer ist es, das Eintreten von Niederschlägen und eine Erwärmung abzuwarten und mit einem erneuten Test den Düngebedarf festzustellen.

Ein echtes N-Defizit kann am Beginn der Schossphase allerdings auftreten, wenn auf leichten Böden durch starke Niederschläge die zu Vegetationsbeginn

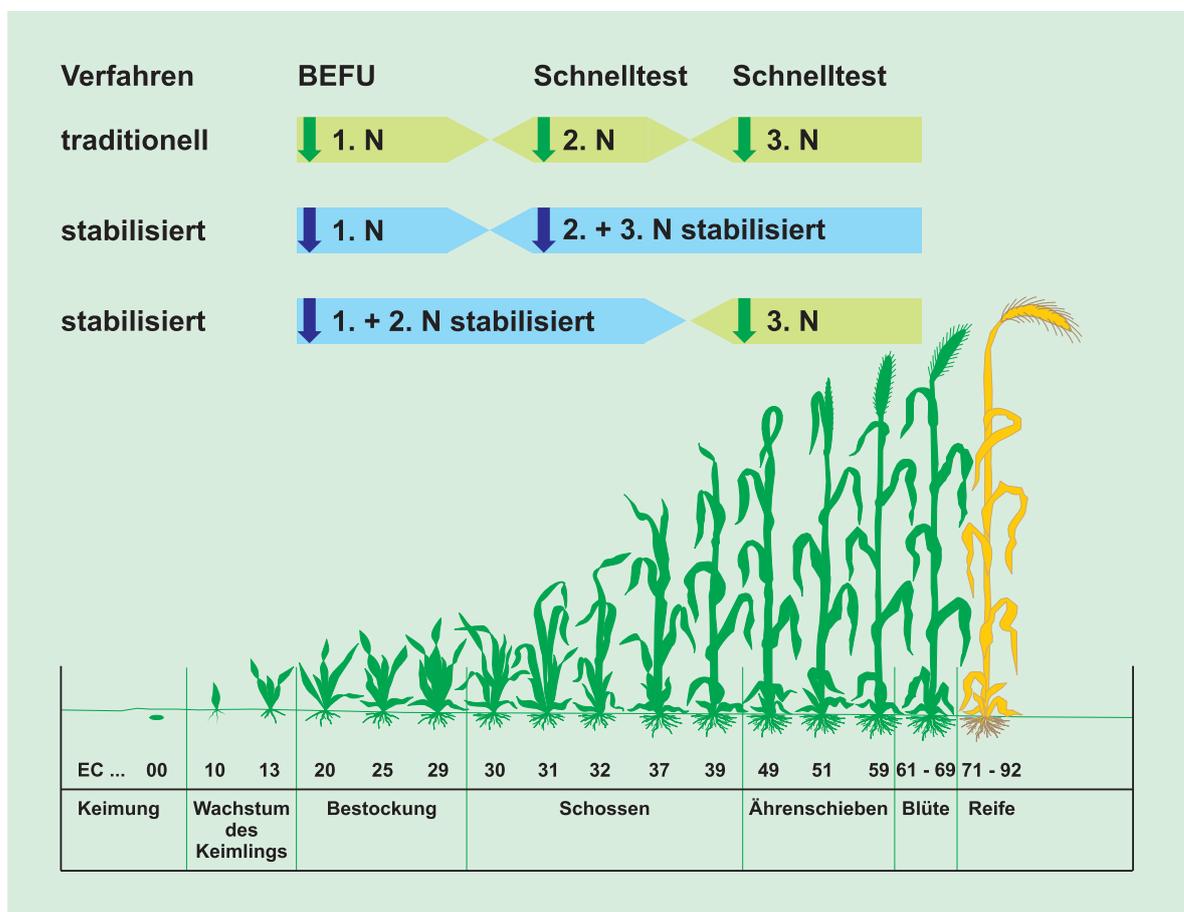
gegebenen N-Mengen aus dem Wurzelbereich verlagert wurden. Auch bei Unterlassung der 1. N-Gabe (z. B. infolge festgestellter hoher  $N_{min}$ -Mengen) oder zu gering bemessener 1. N Gabe kann sich ein früher N-Düngebedarf ergeben. Normalerweise wird ein N-Bedarf erst in der Mitte der Schossphase (EC 31–37) angezeigt. Hier liegt auch der optimale Anwendungszeitpunkt für die 2. N-Gabe.

### A 20.3.2 N-Düngung während des Schossens mit stabilisierten N-Düngern

Stabilisierte N-Dünger ermöglichen ein vereinfachtes Düngungsregime durch Zusammenfassen von zwei Teilgaben. Neben diesen arbeitswirtschaftlichen Vorteilen besitzen stabilisierte N-Dünger auch pflanzenbauliche und ökologische Vorzüge wie z. B.

- Reduzierung der N-Verluste in Form von Auswaschung und Emission klimarelevanter Gase
- Verbleib des Stickstoffs in der Krume selbst bei wassergesättigten Böden

Abbildung A 20.3.2/1:  
Traditionelles und stabilisiertes Düngungssystem bei Wintergetreide



→ Förderung des Wurzelwachstums durch ammoniumbetonte Ernährung

→ effizientere N-Verwertung vorgezogener Spätgaben bei Vorsommertrockenheit

Stabilisierte N-Dünger enthalten einen Nitrifikationsinhibitor, der selektiv die Umwandlung von Ammonium-N in Nitrat-N über einen längeren Zeitraum hemmt. In dieser Zeit dominiert eine Ammonium-Ernährung der Pflanze, was ein Zusammenfassen von N-Teilgaben ermöglicht. Stabilisierte N-Dünger können zu Wintergetreide wie in Abbildung A 20.3.2/1 dargestellt eingesetzt werden.

→ Das Zusammenfassen der 1. N-Gabe (Vegetationsbeginn) und der 2. N-Gabe (Schossergabe) zu einer Gesamtgabe ist bei Wintergetreide und allen anderen Kulturen wie z.B. Raps möglich. Diese Gabe wird zu Vegetationsbeginn ausgebracht. Die Berechnung der Dünghöhe erfolgt mit dem BEFU-Programm. Wichtig ist jedoch, dass auf dem BEFU-Datenerfassungsbeleg der Einsatz stabilisierter N-Dünger an der vorgesehenen Stelle unbedingt angegeben wird. Dadurch wird programmintern das Zusammenfassen der 1. und 2. N-Gabe sichergestellt. Diese N-Empfehlung gilt aber nur für stabilisierte N-Dünger und ist nicht auf konventionelle Produkte übertragbar.

→ Eine weitere Möglichkeit der Nutzung von stabilisierten N-Düngern besteht im Zusammenfassen der 2. N-Gabe (Schossen) und der 3. N-Gabe (Ährenschieben). In Abbildung A 20.3.2/1 wird das dabei anzuwendende Prinzip der N-Düngebedarfsermittlung erläutert.

Dabei wird zunächst der N-Düngebedarf mit Hilfe des Nitrat-Schnelltests auch bei Anwendung stabilisierter N-Dünger hergeleitet.

Im nächsten Schritt wird mit Hilfe der Tabelle A 20.3.2/1 der voraussichtliche N-Düngebedarf zum Ährenschieben über die jeweilige Ertragsersparnis abgeleitet. Dabei nimmt der N-Bedarf mit steigenden Erträgen zu. Der auf diese Weise ermittelte Wert wird mit dem Ergebnis des Nitrat-Schnelltests zusammengefasst. Die Summe stellt die N-Empfehlung dar. Zwei Beispiele verdeutlichen diese Vorgehensweise.

**Beispiel 1**

**Qualitätsweizen, hohe Ertragsersparnis**

→ Ergebnis des Nitrat-Schnelltests für die 2. N-Gabe (1 min/violett; Tabelle A 20.3.1/1) 50 kg N/ha

→ Herleitung des N-Zuschlags zum Ährenschieben über Ertragsabschätzung (Tabelle A 20.3.2/1) 70 kg N/ha

**Zusammengefasste N-Empfehlung 120 kg N/ha**

**Beispiel 2**

**Wintergerste, mittlere Ertragsersparnis**

→ Ergebnis des Nitrat-Schnelltests für die 2. N-Gabe (1 min/tiefviolett; Tabelle A 20.3.1/1) 30 kg N/ha

→ Herleitung des N-Zuschlags zum Ährenschieben über Ertragsabschätzung (Tabelle A 20.3.2/1) 40 kg N/ha

**Zusammengefasste N-Empfehlung 70 kg N/ha**

Getreideart	Ertragsersparnis [dt/ha]		
	niedrig	mittel	hoch
Qualitätsweizen	< 55	55 – 70	> 70
Winterweizen	< 60	60 – 75	> 75
Winterroggen	< 55	55 – 70	> 70
Wintergerste	< 55	55 – 70	> 70
Triticale	< 50	50 – 65	> 65
<b>N-Empfehlung als Zuschlag (N-Bedarf zum Ährenschieben)</b>	<b>0 – 30</b>	<b>30 – 50</b>	<b>50 – 60 (70)</b>
( ) nur bei Qualitätsweizen			

Tabelle A 20.3.2/1: Höhe des Zuschlages (N-Bedarf zum Ährenschieben) in Abhängigkeit von der Ertragsersparnis

Zu beachten ist, dass der Einsatz von stabilisierten N-Düngern nur dann sinnvoll ist und empfohlen wird, wenn der ordnungsgemäß ermittelte Düngerbedarf mindestens 60 kg N/ha beträgt. Bei zu geringen N-Gaben reicht die mit dem Dünger applizierte Nitrifikationsinhibitor-Menge für eine nachhaltige Hemmung der Nitrifikation nicht aus.

Ergibt sich nach dem oben beschriebenen Berechnungsprinzip für die Summe aus 2. und 3. N-Gabe ein kleinerer Wert als 60 kg N/ha, dann ist die Anwendung stabilisierter N-Dünger aus Gründen der Wirkungssicherheit nicht sinnvoll. In diesen Fällen sind traditionelle N-Dünger zum Schossen und Ährenschieben nach der Düngedarfsermittlung anhand des Schnelltests (Tabelle A 20.3.1/1 und A 20.3.3/1) auszubringen.

**A 20.3.3 N-Düngung zum Ährenschieben (EC 37 bis 55)**

Zur Erzeugung von Qualitätsweizen mit ausreichend hohen Rohproteingehalten ist eine gezielte N-Spätgabe meist unverzichtbar. Aber auch bei den anderen Wintergetreidearten erweist sich eine N-Düngung bei vorhandenem N-Bedarf als sinnvoll.

Der N-Ernährungszustand der Pflanzen in diesem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium ist das Ergebnis der vorangegangenen Wachstumsbedingungen und der Verwertung der bereits realisierten N-Düngung sowie des bodenbürtigen N-Angebotes.

Der Grad der Violettfärbung des Teststäbchens charakterisiert den aktuellen N-Versorgungsgrad des Pflanzenbestandes. Bei Farbwert 5 ist eine ausreichende N-Ernährung während der Kornfüllungsphase zu erwarten, so dass eine N-Gabe nicht erforderlich ist. Niedrigere Farbwerte hingegen signalisieren einen zunehmenden N-Bedarf (Tabelle A 20.3.3/1).

Bei der Ermittlung des N-Bedarfes ist neben dem Farbwert der jeweilige Erwartungsertrag von Bedeutung. Die jeweils höheren N-Empfehlungen in Tabelle A 20.3.3/1 gelten daher für ein hohes Ertragsniveau (siehe auch Tabelle A 20.3.2/1).

Eine positive Wirkung der N-Spätgabe auf Ertrag und Qualität ist jedoch nicht immer gegeben. So können einerseits Trockenheit, geringes Ertragspotenzial, ungünstiger Bestandesaufbau, Krankheiten, Lager und andererseits zu hohe 1. und 2. N-Gaben, ein großer N<sub>min</sub>-Vorrat in tieferen Bodenschichten sowie eine starke N-Nachlieferung den gewünschten Effekt der Spätdüngung einschränken oder ihn völlig ausbleiben lassen. Zu beachten ist, dass eine langjährig geregelte organische Düngung das N-Nachlieferungspotenzial erhöht und somit den Düngedarf während der Kornfüllung senkt. In diesem Falle ist die N-Düngung entsprechend zu reduzieren.

Des Weiteren wirkt sich die Gesunderhaltung der Bestände bis zur Reife durch gezielten Fungizideinsatz günstig auf die Verwertung des gedüngten Stickstoffs aus. Gesunde Bestände nehmen den verfügbaren

Tabelle A 20.3.3/1: Einstufung des N-Bedarfes von Wintergetreide während des Ährenschiebens zu EC 37 bis 55 mit dem Nitrat-Schnelltest

Testzeit	Färbung	NO <sub>3</sub> -Konzentration im Pflanzensaft <sup>1)</sup> [mg/l]	Empfohlene N-Düngung <sup>2)</sup> [kg/ha]	Farbwert
15 s	tiefviolett	> etwa 2000	0	5
30 s	tiefviolett	> 500	10 bis 30	4
1 min	tiefviolett	500	20 bis 40	3
1 min	violett	100 bis 250	30 bis 50	2
1 min	hellviolett	25 bis 50	40 bis 60 (70) <sup>3)</sup>	1
1 min	ohne Violetton	0 bis 10	<sup>4)</sup>	0

1) in Anlehnung an die Farbskala auf der Verpackung  
 2) höhere Werte bei hoher Ertragserwartung  
 3) höherer Wert bei hoher Ertragserwartung zur Erzeugung von Qualitätsweizen  
 4) Es besteht eine deutliche, nicht praxisübliche N-Unterversorgung. Es ist zu prüfen, ob Bestandesaufbau und Ertragsaussichten eine hohe N-Qualitätsgabe noch rechtfertigen

Stickstoff im Boden stärker für die Ertragsbildung in Anspruch, was sich in geringen  $N_{\min}$ -Resten zur Ernte widerspiegelt.

Spät gedüngter Stickstoff kann nur dann gut zur Wirkung kommen, wenn das Bodenfeuchteangebot ausreichend hoch ist (möglichst mehr als 40 % nFK – nutzbare Feldkapazität). Bei Trockenheit und erschöpftem Bodenwasservorrat ist eine späte N-Düngung nicht zweckmäßig.

Der optimale Zeitpunkt der 3. N-Gabe richtet sich nach der aktuellen Pflanzenversorgung. Grundsätzlich sollten Bestände mit hohem Bedarf und Standorte mit regelmäßiger Vorsommertrockenheit und schneller Abreife zeitig, das heißt möglichst im EC-Stadium 37 (Erscheinen des Fahnenblattes) bis spätestens zu Beginn des Ährenschiebens (EC 51) gedüngt werden. Bei geringem bis mittlerem N-Bedarf und ausreichender Wasserversorgung sind Gaben bis zu Beginn der Blüte möglich. Frühe N-Gaben erhöhen eher den Ertrag und spätere mehr den Rohproteingehalt.

#### Hinweise

- Neben dem Nitrat-Schnelltest lässt sich der Ernährungszustand auch mit dem N-Tester bestimmen. Die sortenabhängigen Unterschiede in den Farbausprägungen sind über jährlich aktualisierte Korrekturwerte zu berücksichtigen.
- Die Durchführung des aufwändigen Blautests mit Diphenylamin-Schwefelsäure wird noch von einigen Betrieben praktiziert. Die Einstufung der Farbreaktion und die Zuordnung der N-Empfehlungen erfolgen in analoger Weise wie bei Verwendung von Teststäbchen.

Abbildung A 20.3.3/1 (nächste Seite) zeigt eine Zusammenfassung der Hinweise aus Abschnitt A 20.3.

Abbildung A 20.3.3/1:  
Übersicht zur  
Ermittlung der 2.  
und 3. N-Gabe ein-  
schließlich des Ein-  
satzes stabilisierter  
N-Dünger

<b>Nitratschnelltest</b>						
<b>Einstufung des N-Bedarfes von Wintergetreide mit dem Nitratschnelltest</b>						
Testzeit	Färbung	Farb- skala	NO <sub>3</sub> -Konzentration im Pflanzensaft <sup>1)</sup> [mg/l]	Empfohlene 2. N-Gabe <sup>2)</sup> [kg/ha]	Empfohlene 3. N-Gabe <sup>3)</sup> [kg/ha]	Farb- wert
15 s	tiefviolett		> ca. 2000	0	0	5
30 s	tiefviolett		> 500	20 bis 30	10 bis 30	4
1 min	tiefviolett		500	30 bis 40	20 bis 40	3
1 min	violett		100 bis 250	40 bis 50	30 bis 50	2
1 min	hellviolett		25 bis 50	50 bis 60	40 bis 60 (70) <sup>4)</sup>	1
1 min	ohne Violetton		0 bis 10	60 bis 70	<sup>5)</sup>	0

<sup>1)</sup> in Anlehnung an die Farbskala auf der Verpackung  
<sup>2)</sup> höhere Werte bei hoher Ertragsersparung; max. 60 kg N/ha, bei sehr hoher Ertragsersparung max. 70 kg N/ha  
<sup>3)</sup> höhere Werte bei hoher Ertragsersparung; max. 60 kg N/ha  
<sup>4)</sup> höherer Wert bei hoher Ertragsersparung; zur Erzeugung von Qualitätsweizen max. 70 kg N/ha  
<sup>5)</sup> Es besteht eine deutliche, nicht praxisübliche N-Unterversorgung. Es ist zu prüfen, ob Bestandesaufbau und Ertragsersparung eine hohe N-Qualitätsgabe noch rechtfertigen.

**Orientierungswerte für mittlere Bestandesdichten**

Fruchtart	Triebe/m <sup>2</sup> EC 30/31	starke <sup>6)</sup> Halme/m <sup>2</sup> EC 32 bis 37	Korrektur 2. N-Gabe <sup>8)</sup>
Winterweizen	700 bis 1200	500 bis 700	± 5 kg N/ha bei Bestandesdichten außerhalb angegebener Spanne
Wintergerste	900 bis 1500	550 bis 800 <sup>7)</sup>	
Winterroggen und Triticale	700 bis 1200	450 bis 650	

<sup>6)</sup> entspricht weitgehend der Anzahl ährentragender Halme  
<sup>7)</sup> höherer Wert gilt für zweizeilige Sorten  
<sup>8)</sup> Korrektur nur im Rahmen der empfohlenen Spannen

**Einsatz stabilisierter N-Dünger während des Schossens (2. + 3. N-Gabe)**  
Bestimmung der 2. N-Gabe mit Nitratschnelltest gemäß obiger Tabelle.

**Bestimmung des Zuschlages (N-Bedarf zum Ährenschieben)  
in Abhängigkeit von der Ertragsersparung**

Getreideart	Ertragsersparung [dt/ha]		
	niedrig	mittel	hoch
Qualitätsweizen	< 55	55 – 70	> 70
Winterweizen	< 60	60 – 75	> 75
Winterroggen	< 55	55 – 70	> 70
Wintergerste	< 55	55 – 70	> 70
Triticale	< 50	50 – 65	> 65
	↓	↓	↓
<b>N-Zuschlag zum Ährenschieben</b>	<b>0 – 30</b>	<b>30 – 50</b>	<b>50 – 60 (70)</b>

( ) nur bei Qualitätsweizen

<b>Beispiel 1</b>	<b>Beispiel 2</b>
<b>Qualitätsweizen, hohe Ertragsersparung</b>	<b>Wintergerste, mittlere Ertragsersparung</b>
• 2. N-Gabe Nitratschnelltest (1 min/violett) 50 kg N/ha	• 2. N-Gabe Nitratschnelltest (1 min/tiefviolett) 30 kg N/ha
• N-Zuschlag zum Ährenschieben 70 kg N/ha	• N-Zuschlag zum Ährenschieben 40 kg N/ha
<b>Zusammengefasste N-Empfehlung 120 kg N/ha</b>	<b>Zusammengefasste N-Empfehlung 70 kg N/ha</b>

**Mindestmenge der zusammengefassten N-Empfehlung 60 kg N/ha**

### A 21.1 Hinweise zur Entnahme der Bodenproben zur Bestimmung des $N_{min}/S_{min}$ -Gehaltes

#### A 21.1.1 Ziel und Zweck

Die Entnahme der Bodenproben dient der Bestimmung von  $N_{min}/S_{min}$  mit dem Ziel, den zur Ergänzung notwendigen Düngerbedarf zu ermitteln bzw. auswaschungsgefährdete Nährstoffpotenziale festzustellen.

#### A 21.1.2 Probenehmer

Die Bodenproben sind von sachkundigen Personen, die mit der schlagspezifischen Heterogenität des Bodens vertraut sind, zu nehmen. Dabei ist auf das gewissenhafte Einhalten der hier dargestellten Vorschrift zu achten.

#### A 21.1.3 Begriffe und Abkürzungen

##### ■ $N_{min}$ -Bestimmung:

Ermittlung des pflanzenverfügbaren Bodenstickstoffs, bestehend aus der Summe von Ammonium- ( $NH_4$ -N) und Nitratstickstoff ( $NO_3$ -N)

##### ■ $S_{min}$ -Bestimmung:

Ermittlung des Gehaltes an mineralischen Schwefel im Boden

##### ■ Beprobungsstelle:

Ort der unmittelbaren Probenahme im Zuge des Beprobungsganges oder der Beprobungsfahrt über die ausgewählte Fläche

##### ■ Sammelprobe:

aus allen Einstichen der jeweiligen Tiefe/Flächeneinheit durch intensives Vermischen gebildete Probe in der festgelegten Menge

##### ■ Probenahmefläche:

die durch die Sammelprobe repräsentierte Gesamt- oder Teilfläche eines Schlages

#### A 21.1.4 Vorkartierung

Die Probenahmeflächen sind anhand der Flurkarte festzulegen. Die GPS-gestützte (GPS = Global Positioning System) Suche der Probenahmefläche nach vorgegebenen Gauß-Krüger-Koordinaten und/oder die GPS-gestützte Bestätigung der Lage der Probenahmefläche sind besonders für die juristische Auftragsprobe-

nahme und bei Vorliegen kartografischer Dokumentationen von Bodenunterschieden des Schlages anzuwenden.

#### A 21.1.5 Geräte zur Probenahme

- handbetätigter Rillenbohrstock mehrteilig für die zu beprobenden Tiefenbereiche, mit sich absätzig verjüngenden Durchmesser (Göttinger Prinzip) zum Eindrücken bzw. leichten Einschlagen oder
- handbetätigter Rillenbohrstock einteilig (bis 60 cm Beprobungstiefe), der mit 5 kg Vorschlaghammer eingeschlagen wird oder
- maschinenbetätigter Rillenbohrstock, der mit etwa 2000 Schlägen/min eingeschlagen wird
- Auswerfer
- ein Probensammelbehälter je Tiefenbereich (verschiedenfarbig)
- Probentransporttüten mit Schriftfeld für Proben-Nr., Angabe zur Beprobungstiefe, Schlagbezeichnung (Feldstück-/Schlag-Nr.) und Teilschlagbezeichnung (wasserfeste Beschriftung)
- Thermotransportbehälter mit funktionstüchtigen Kühlakkus
- Transportfahrzeug
- Kühlmöglichkeit (ggf. Tiefkühlung) bei Zwischenlagerung

#### A 21.1.6 Probenahmezeit

Die Probenahme zur Bestimmung des  $N_{min}/S_{min}$ -Gehaltes ist 5 bis 8 Tage vor der geplanten N-Düngung, im Frühjahr um den Vegetationsbeginn bzw. vor der Frühjahrsbestellung durchzuführen. Zur Feststellung des auswaschungsgefährdeten N-Anteils im Spätherbst ist die Bodenprobenahme ab einer Bodentemperatur von  $\leq 5$  °C möglich.

Die zu beprobende Fläche muss abgetrocknet, begehbar und nahezu schneefrei sein. Der Boden soll nicht schmieren und nicht tief ausgetrocknet oder gefroren sein, damit der Rillenbohrstock bis zur erforderlichen Entnahmetiefe eindringen kann und die Bohrstocknut sich dem Bodenprofil entsprechend vollständig mit Boden füllt.

Kann die Probenahme nicht vor der vorgesehenen Düngemaßnahme erfolgen, ist zwischen der Düngung und Entnahme eine Karenzzeit von 2 Monaten einzuhalten. Der Dünger muss bei der Applikation bzw.

unmittelbar danach eingearbeitet worden sein, und zwischenzeitlich müssen mindestens 30 mm Niederschlag gefallen sein.

#### A 21.1.7 Probenahmetiefe

Zur Bestimmung des  $N_{\min}$ - bzw.  $S_{\min}$ -Gehaltes sind je Einstich zwei Bodenproben getrennt nach Entnahmetiefe zu gewinnen. Die Entnahme erfolgt bei Ackerland profilgetreu in den Bodentiefen 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm und bei Grünland in den Bodentiefen 0 bis 15 cm, 15 bis 30 cm und 30 bis 60 cm. Bei Freilandgemüse ist die Probenahmetiefe abhängig von der Gemüseart (0 bis 15 cm oder 0 bis 30 cm oder 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm). Bei Gebirgsverwitterungsböden oder erhöhtem Steinanteil kann die 2. Entnahmetiefe geringer ausfallen. In diesem Fall ist durch eine Erhöhung der Anzahl der Einstiche die entsprechende Sammelprobe (als Unterbodenprobe) zu gewinnen.

Die Probenahme muss sorgfältig erfolgen. Ein Verschleppen von Bodenmaterial in die einzelnen Tiefen ist zu vermeiden.

#### A 21.1.8 Probenahmeraster

- Das Probenahmeraster richtet sich grundsätzlich nach der Heterogenität des Bodens und sollte 10 ha nicht überschreiten.
- Zum Zwecke der Düngebedarfsermittlung ist auf homogenen und einheitlich bewirtschafteten Flächen die Beprobung auf einer repräsentativen Teilfläche (z. B. 100 mal 100 m) zulässig. Diese Besonderheit ist auf dem Probenbegleitschein zu vermerken.
- Bei starken Bodenunterschieden und/oder unterschiedlichen Bewirtschaftungen auf einer Fläche sind die zugehörigen Flächen auszuweisen, getrennt zu beproben und der Untersuchung zuzuführen.
- Randstreifen (in der Regel 10 m), Vorgewende (in der Regel 20 m) und ehemalige Kurzzeitlagerstätten sind von der Probenahme auszuschließen.
- Die GPS-gestützte Suche der Probenahmefläche nach vorgegebenen Gauß-Krüger-Koordinaten und/oder die GPS-gestützte Bestätigung der Lage der Probenahmefläche sind besonders für die juristisch relevante Auftragsprobenahme und bei Vorliegen kartografischer Dokumentationen von Bodenunterschieden des Schlages anzuwenden.

#### A 21.1.9 Probenahmegang, Probenmenge und Transport

- Die Beprobung der gemäß Raster festgelegten Fläche kann entweder nach einer errechneten Zufallsverteilung entlang einer gedachten Diagonalen oder im Zick-Zack-Gang (z. B. in Form eines N) erfolgen.
- Der Abstand zwischen den Beprobungsstellen ist gleichzuhalten.
- Für die Anzahl der Einstiche für die jeweilige Probenahmetiefe gilt:
  - Ackerland, mind. 15 – 20
  - Grünland, mind. 35 – 40
- Die Zahl der Einstiche bei Ackerland erhöht sich auf 35 bis 40, wenn die Fläche nach der Ernte mit organischen Düngern versehen wurde. Die genannte Karenzzeit ist dabei unbedingt einzuhalten.
- Der Bohrstock ist bis zur vorgesehenen Entnahmetiefe senkrecht einzustecken, zu drehen bzw. nach rechts oder links zu schwenken, vorsichtig herauszuziehen und nach jedem Einstich vollständig in ein geeignetes Gefäß zu entleeren. Diese Entleerung der Bohrstocknut muss getrennt nach der Einstichtiefe erfolgen. Bei rauer Ackerfurche ist der Boden vor dem Bohrlocheinstich festzutreten.
- Die entsprechend aus der geforderten Anzahl der Einstiche erhaltene Menge ergibt die Mischprobe. Nach guter manueller Homogenisierung werden 300 g als Sammelprobe in eine Plastiktüte abgefüllt und mit folgenden Angaben versehen:
  - Betriebsbezeichnung
  - Probennummer
  - Bezeichnung der durch die Probe repräsentierten Fläche
- Nach dichtem Verschluss sind die Proben in einer geschlossenen Kühlkette ( $\leq 5$  °C) beginnend auf dem Feld bis zur Probenannahme im Prüflabor zu transportieren, wobei Kühlboxen mit Akkus ausreichend sind.
- Müssen die Proben aus objektiven Gründen zwischengelagert werden, muss das bis zu 3 Tagen im Kühlschrank bei möglichst tiefer Temperatur erfolgen. Eine längere Zwischenlagerung macht eine Tiefkühlung erforderlich.

**A 21.1.10 Aufzeichnungen**

Der zugehörige Probenbegleitschein ist vollständig auszufüllen, abzuzeichnen und gemeinsam mit der Probe der Untersuchungsstelle zu übergeben.

**A 21.2 Hinweise zur Entnahme von Bodenproben zur Bestimmung von Grund- und Mikronährstoffen, pH-Wert, C<sub>v</sub>, Feinanteil und Schadstoffen**

**A 21.2.1 Ziel und Zweck**

Die Entnahme dient der Bestimmung des Gehalts an P, K und Mg sowie des pH-Wertes, gegebenenfalls der Mikronährstoffe (B, Cu, Mn, Mo, Zn) zur Ermittlung der Gehaltsklasse zwecks Ableitung entsprechender Düngungsempfehlungen, weiterhin zur Ermittlung des C<sub>t</sub>-Anteils (Humusgehalt), des Feinerdeanteils bzw. Tongehaltes sowie des Gehalts an Schwermetallen und organischen Schadstoffen mit dem Ziel der Bodenzuordnung, der Beurteilung der Nutzungseignung des Bodens, der Belastbarkeit mit Inputstoffen und der Ableitung von Sanierungsmaßnahmen. Sie ist nicht Bestandteil der »Precision-Farming«-Technologie.

**A 21.2.2 Probenehmer**

Die Bodenproben sind von sachkundigen Personen, die mit der schlagspezifischen Heterogenität des Bodens vertraut sind, zu nehmen. Dabei ist auf das gewissenhafte Einhalten der hier dargestellten Vorschrift zu achten.

**A 21.2.3 Begriffe und Abkürzungen**

■ P-, K-, Mg- und Mikronährstoff-Bestimmung: Ermittlung des pflanzenverfügbaren Nährstoffgehaltes im Boden mittels standardisierter Bestimmungsmethoden lt. VDLUFA

■ Turnusmäßige Bodenuntersuchung: Ermittlung des Gehaltes an Grundnährstoffen und pH-Wert in einem Zeitabstand von wenigstens 6 Jahren auf Ackerland und 9 Jahren auf Grünland

■ Beprobungsstelle: Ort der unmittelbaren Probenahme im Zuge des Beprobungsganges oder der Beprobungsfahrt über die ausgewählte Fläche

■ **Sammelprobe:**  
aus allen Einstichen der jeweiligen Tiefe/Flächeneinheit durch intensives Vermischen gebildete Probe in der festgelegten Menge

**A 21.2.4 Vorkartierung**

Die Probenahmeflächen sind anhand der Flurkarte und vergangener Bodenuntersuchungen festzulegen. Die GPS-gestützte Suche der Probenahmefläche nach vorgegebenen Gauß-Krüger-Koordinaten und/oder die GPS-gestützte Bestätigung der Lage der Probenahmefläche sind besonders für die juristische Auftragsprobenahme und bei Vorliegen kartografischer Dokumentationen von Bodenunterschieden des Schlages anzuwenden.

**A 21.2.5 Geräte zur Probenahme**

- einteiliger Rillenbohrstock mit Handgriff und seitlicher Fußraste zum Eindrücken bzw. leichten Einschlagen oder
- maschinell eingedrückter oder mit 2000 Schlägen/min eingeschlagener Rillenbohrstock mit Tiefenbegrenzung
- Wiesenteller: Zusatzvorrichtung für Rillenbohrstock zur Begrenzung der Probenahmetiefe
- Auswerfer mit Pappkästchen- oder Tütenhalterung, gegebenenfalls Sammeleimer
- Verpackung: fortlaufend nummerierte Pappkästchen oder Plastetüten
- Transportfahrzeug

**A 21.2.6 Probenahmezeit und Flächenbeschaffenheit**

- Die Bodenuntersuchung sollte je nach Nutzungsintensität alle 3 bis 6 bzw. 9 Jahre durchgeführt werden.
- Die Probenahme ist während der gesamten frostfreien Zeit möglich, soweit der Boden begeh- bzw. befahrbar ist. Eine erneute Bodenuntersuchung sollte etwa zur gleichen Zeit durchgeführt werden.
- Die Probenahme sollte möglichst vor Düngungsmaßnahmen (Kalkung, Grunddüngung, organische Düngung) erfolgen. Ist das nicht möglich, ist zwischen Düngung und Probenahme eine Karenzzeit von zwei Monaten einzuhalten (Bedingung: Dünger ist eingearbeitet worden, und es sind mindestens 30 mm Niederschlag gefallen).

#### **A 21.2.7 Probenahmetiefe**

- Ackerland, Gemüse und Dauerkulturen: 0–20 cm
- Grünland: 0–10 cm (Hauptwurzelzone)  
Die Probenahme bei Grünland hat mit Wiesenteller zu erfolgen.

#### **A 21.2.8 Probenahmefläche (-raster)**

- Auf Flächen mit einheitlicher Bodenherkunft und -art sowie Bewirtschaftung sollte die Fläche je Probe 10 ha nicht überschreiten.
- Bei verschiedenen Bodenarten und Fruchtarten je Schlag ist eine getrennte Beprobung der Teilstücke vorzunehmen.
- Der Schlag sollte in fixe (feststehende) Probenahmeflächen eingeteilt und kartiert werden. Im nächsten Turnus sind die gleichen Probenahmeflächen erneut zu beproben, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.
- Die Lage der Probenahmeflächen (Hauptbearbeitungsrichtung usw.) sollte u. U. eine Teilschlagdüngung ermöglichen.
- Um eine repräsentative Probenahme zu sichern, sind untypische Stellen, wie
  - Vorgewende, Ränder
  - Mieten-, Silo- und Dungplätze
  - Geilstellen (Grünland)von der Probenahme auszuschließen und im Bedarfsfall getrennt zu beproben.

Das GPS-gestützte Suchen der Probenahmefläche nach vorgegebenen Gauß-Krüger-Koordinaten und/oder die GPS-gestützte Bestätigung der Lage der Probenahmefläche ist besonders für die juristisch relevante Auftragsprobenahme notwendig.

#### **A 21.2.9 Probenbegang, Probenmenge und Transport**

- Die Bodenentnahme auf der Probenahmefläche ist im Zick-Zack-Gang in Form eines liegenden N oder entlang einer Diagonalen vorzunehmen.
- Die Einstiche sind entlang der Begangstrecke gleichmäßig zu verteilen. Zum nächsten Turnus ist der gleiche Begang zu wählen.
- Zahl der Einstiche:
  - bei Ackerland, Gemüse und Dauerkulturen: 20 Einstiche/Probe
  - bei 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 Probenmenge der Einzelproben intensiv zu durchmischen. Die Probenmenge soll mindestens 250 g frischen Boden erreichen. Wird die Untersuchung von mehr als 2 Mikronährstoffen gewünscht, werden mindestens 500 g Boden benötigt.
- Nach erfolgter Probenahme sind die Proben wischfest zu kennzeichnen.
- Der Transport der Proben in einer geschlossenen Kühlkette ist nicht erforderlich.

#### **A 21.2.10 Aufzeichnungen**

Der Probenbegleitschein ist auszufüllen und gemeinsam mit den Proben an die Untersuchungsstelle zu versenden.

### A 22.1 Hinweise zur Probenahme von Wirtschaftsdüngern

#### A 22.1.1 Anwendungsbereich

Die Hinweise beziehen sich auf die Probenahme von festen und flüssigen Wirtschaftsdüngern.

#### A 22.1.2 Probenehmer

Die Proben entnimmt der Bewirtschafter oder ein durch ihn Beauftragter.

#### A 22.1.3 Begriffsbestimmungen

##### ■ Partie:

Eine Partie/Grundgesamtheit ist die Menge eines Prüf-gutes, das sich nach der Beschaffenheit, Kennzeichnung und räumlichen Zuordnung als Einheit darstellt.

##### ■ Einzelprobe:

Eine Einzelprobe ist die Teilmenge einer Partie, die durch einen Entnahmevergange gebildet wird.

##### ■ Sammelprobe:

Eine Sammelprobe ist die Gesamtmenge der einer Partie entnommenen Einzelproben.

##### ■ Reduzierte Sammelprobe:

Eine reduzierte Sammelprobe ist eine Teilmenge der Sammelprobe.

##### ■ Endprobe:

Die Endprobe ist die für die Untersuchung bestimmte Teilmenge einer Sammelprobe oder einer reduzierten Sammelprobe.

#### A 22.1.4 Probenahmeausrüstung

- Stechlanze
- Schöpfbecher, Schöpfkelle (mit verlängerbaren Stangen)
- Tauchflasche, Tauchbombe
- Schaufel mit ebenem Boden und hochgezogenem Rand
- Löffelbohrer
- Sammelgefäß für die zur Sammelprobe zu vereinigenden Einzelproben (z. B. Kunststoffwanne, Kunststoffeimer)
- verschleißbare Weithalsgefäße aus Glas oder Kunststoff

→ Probenahmeprotokoll zur Kennzeichnung der Proben

→ Beschriftungsmaterial

→ Kühlbehälter: Kühltaschen, Kühlakkus

→ Reinigungs- und Hygienisierungsmaterial: Pinsel, Einwegtücher, Desinfektionslösung, destilliertes Wasser

Sind mikrobiologische Untersuchungen vorgesehen, müssen die Behälter zusätzlich vor Gebrauch desinfiziert oder im Bedarfsfall sterilisiert werden.

#### A 22.1.5 Durchführung

##### A 22.1.5.1 Homogenisierung

■ Flüssige Wirtschaftsdünger: In Güllelagerbehältern bilden sich stets Schwimm- und Sinkschichten, die sich in ihren Trockensubstanz- und Nährstoffgehalten zum Teil erheblich unterscheiden. Deshalb ist es notwendig, dass Gülle vor der Probenahme mit einem Rührwerk oder durch längeres Umpumpen homogenisiert wird.

■ Feste Wirtschaftsdünger: Um eine sachgerechte repräsentative Probe zu erhalten, müssen mehrere Teilproben aus unteren Tiefen des Misthaufens genommen werden. Hierzu werden die äußeren Schichten freigelegt, so dass dann an verschiedenen Stellen und Schichten des Haufens Einzelproben entnommen werden können.

##### A 22.1.5.2 Entnahme der Einzelproben

Die Einzelproben sind nach dem Zufallsprinzip über die gesamte Partie verteilt zu entnehmen, ihr Gewicht oder Volumen muss ungefähr gleich sein. Ist eine Partie so groß oder so gelagert, dass ihr nicht an jeder Stelle Einzelproben entnommen werden können, so gilt für die Probenahme nur der Teil als Partie, dem die Einzelproben entnommen worden sind.

Bei der Entnahme der Einzelproben ist wie folgt zu verfahren:

→ Bei losen Stoffen ist die Partie gedanklich in ungefähr gleiche Teile entsprechend der erforderlichen Anzahl der Einzelproben aufzuteilen und jedem dieser Teile mindestens eine Probe zu entnehmen. Die Einzelproben können auch aus einer bewegten Partie entnommen werden.

→ Bei flüssigen Stoffen ist jedem für die Probenahme bestimmten Teil mindestens eine Einzelprobe zu entnehmen. Die Entnahme von Einzelproben aus einem Lagerbehälter muss an verschiedenen Stellen und Tiefen erfolgen.

Für die Wirtschaftsdünger ist die Anzahl von Einzelproben aus Tabelle A 22.1.5.2/1 zu entnehmen.

Tabelle A 22.1.5.2/1:  
Anzahl von Einzelproben für Wirtschaftsdünger

Wirtschaftsdünger	Mindestzahl der Einzelproben/Partie
Stalldung	15 bei Stapeln über 1000 m <sup>3</sup> 10 bei Stapeln unter 1000 m <sup>3</sup>
Jauche	10
Gülle	15 bei Behältern über 1000 m <sup>3</sup> 10 bei Behältern unter 1000 m <sup>3</sup>

#### A 22.1.5.3 Bildung der Sammel- und Endprobe

Aus den Einzelproben ist jeweils eine Sammelprobe zu bilden, deren Umfang mindestens 10 Kilogramm bei Stalldung und mindestens 10 Liter bei Gülle/Jauche betragen sollte. Die Sammelprobe wird solange durchmischt, bis sie homogen ist. Klumpen oder größere Brocken sind getrennt vom übrigen Material zu zerdrücken und anschließend wieder unterzumischen.

Um eine repräsentative Endprobe für die Untersuchung im Labor zu erhalten, wird die Sammelprobe bis auf 4 bis 5 kg Stalldung bzw. 4 bis 5 Liter Gülle/Jauche reduziert.

#### A 22.1.5.4 Behandlung der Endproben

Die Endprobe ist in ein sauberes, trockenes, feuchtigkeitsundurchlässiges und weitgehend luftdicht verschließbares Behältnis abzufüllen. Diese sind zu verschließen und mit folgenden Angaben zu versehen:

- Name und Anschrift des Betriebes
- Probenbezeichnung
- Probenherkunft (Stall/Lager u. a.)

#### A 22.1.5.5 Probenahmeprotokoll und Untersuchungsauftrag

Das Probenahmeprotokoll muss folgende Angaben enthalten:

- Auftraggeber der Untersuchung
- Herkunft der Probe (Landwirtschaftsbetrieb)

- Probennummer
- Probenahmedatum, Probenehmer (Name/Firma)
- Probenbezeichnung (Gülle, Jauche, Stallmist, Tierart)
- beprobtes Volumen (Partiegröße, gesamte Partie (t/m<sup>3</sup>), reduziert auf (t/m<sup>3</sup>))
- Probenahmegerät
- vorherige Homogenisierung: ja/nein
- wenn ja Rührgerät/Rührdauer
- Probenahmepunkte (Skizze)
- Bemerkungen zur Probenahme (soweit erforderlich)
- Datum des Probenversandes an das Untersuchungslabor
- Unterschrift des Probenehmers und ggf. weiterer bei der Probenahme anwesender Personen

Zu jeder Probe ist ein Auftrag zur Untersuchung zu erteilen. Eine Kopie der Auftragserteilung soll beim Landwirt verbleiben.

#### A 22.1.5.6 Arbeitsschutz

Bei Gülle- oder Jaucheproben sind die Probenbehälter nur zu drei Viertel zu füllen, damit die sich bildenden Gärgase genügend Ausdehnungsmöglichkeit finden. Es darf niemals in ein Güllelager eingestiegen werden, da Erstickungsgefahr besteht.

### A 22.2 Hinweise zur Probenahme von Bioabfällen

#### A 22.2.1 Anwendungsbereich

Die Hinweise beziehen sich auf die Probenahme von Bioabfällen (insbesondere Komposte) nach Bioabfallverordnung vom 21. September 1998, d. h. unbehandelte und behandelte Bioabfälle und Gemische, die zur Verwertung auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Böden aufgebracht oder zum Zweck der Aufbringung abgegeben werden.

#### A 22.2.2 Probenehmer

Die Probenahme von Bioabfällen ist Teil der Untersuchung und darf nur vom notifizierten Labor oder anerkannten Probenehmern vorgenommen werden. Beauftragte Probenehmer sollten vom Hersteller der Ware, welche beprobt wird, unabhängig sein.

**A 22.2.3 Begriffsbestimmungen**■ **Partie:**

Eine Partie/Grundgesamtheit ist die Menge eines Prüf-gutes, das sich nach der Beschaffenheit, Kennzeich-nung und räumlichen Zuordnung als Einheit darstellt.

■ **Einzelprobe:**

Eine Einzelprobe ist die Teilmenge einer Partie, die durch einen Entnahmevorgang gebildet wird.

■ **Sammelprobe:**

Eine Sammelprobe ist die Gesamtmenge der einer Partie entnommenen Einzelproben.

■ **Reduzierte Sammelprobe:**

Eine reduzierte Sammelprobe ist eine Teilmenge der Sammelprobe.

■ **Endprobe:**

Die Endprobe ist die für die Untersuchung bestimmte Teilmenge einer Sammelprobe oder einer reduzierten Sammelprobe.

**A 22.2.4 Probenahmeausrüstung**

- Radlader
- Schraubenbohrer mit mindestens 100 mm Durch-messer
- Schaufel, Spaten
- Sammelgefäß für die zur Sammelprobe zu vereini-genden Einzelproben (z. B. Kunststoffwanne, Kunst-stoffeimer)
- stabile PE-Kunststoffolie
- verschleißbare Weithalskunststoffgefäße bzw. reiß-feste PE-Säcke
- Probenahmeprotokolle zur Kennzeichnung der Pro-ben
- Beschriftungsmaterial
- Kühlbehälter: Kühltaschen, Kühlakkus
- Reinigungs- und Hygienisierungsmaterial: Pinsel, Einwegtücher, Desinfektionslösung, destilliertes Wasser

Sind mikrobiologische Untersuchungen vorgesehen, müssen die Behälter zusätzlich vor Gebrauch desinfi-ziert oder im Bedarfsfall sterilisiert werden.

**A 22.2.5 Durchführung****A 22.2.5.1 Homogenitätsprüfung**

Zu Beginn der Probenahme ist das Prüfgut auf Homo-genität zu prüfen. Dabei ist auf folgende Eigenschaften u. a. zu achten: Farbe, Korngrößenverteilung, Konsis-tenz, Fremdstoffe (Glas, Kunststoffe, Metall), Steine und Geruch.

Ist eine Partie so gelagert, dass sie nicht an jeder Stelle beprobt werden kann, gilt für die Probenahme nur der Teil als Partie, aus dem die Einzelproben ent-nommen wurden.

**A 22.2.5.2 Anzahl und Umfang der Einzelproben**

Die Proben sind so zu entnehmen und zu bilden, dass sie sich gegenüber der beprobten Partie nicht verän-dern oder verunreinigt werden. Die Einzelproben sind gleichmäßig über die gesamte Partie verteilt zu ent-nehmen. Das Gewicht oder Volumen der Einzelproben muss ungefähr gleich sein.

Die Mindestanzahl der erforderlichen Einzelproben hängt von der mittleren Korngröße des Kompostes bzw. Abfalls und von der zu beurteilenden Menge ab.

Nach dem Methodenbuch der Bundesgütegemein-schaft Kompost (BGK) sind zu ziehen:

- bei Korngrößen < 20 mm, Einzelprobe 2 l, minde-stens 10 Einzelproben
- bei Korngrößen > 20 mm, Einzelprobe 3 l, minde-stens 10 Einzelproben

Nach Vorgabe der Düngemittel-Probenahme- und Ana-lyseverordnung sind maximal 40 Einzelproben bei Partien größer 80 t oder 80 m<sup>3</sup> vorgesehen.

Die Menge der Einzelprobe sollte die Menge von 2 l oder 2 kg nicht unterschreiten. Bei Schraubenboh-rern sind folgende Einzelproben mit einem entspre-chenenden Volumen zu entnehmen.

- Partie < 500 m<sup>3</sup> 10 Bohrungen á 6 l
- Partie ≥ 500 m<sup>3</sup> 15 Bohrungen á 6 l

Das Volumen der Einzelprobe erhöht sich mit zuneh-mender Komponentengröße/Maximalkorngröße.

#### A 22.2.5.3 Gewinnung der Einzelproben

- Probenahme aus einem Profil gilt für Mieten, Haufwerke bei denen mit dem Schraubenbohrer nicht bis zur Mietenmitte beprobt werden kann.
  - das Profil mit einem Radlader ausheben
  - Partien < 500 m<sup>3</sup>: mindestens 2 Profile
  - Partien > 500 m<sup>3</sup>: mindestens 4 Profile
  - die gesamte Profilhöhe ist gleichmäßig zu beproben
  - die Mindestmenge je Profilwand soll betragen: 20 l
- Probenahme aus einem ruhenden Lager
  - Bohrungen mit dem Schraubenbohrer über die gesamte Partie verteilt durchführen
  - Bohren im jeweiligen Mietenabstand bis zur Mietenmitte (vertikal oder im Winkel von 45°)
  - Anzahl der Einzelproben (Bohrungen) je nach Partiegröße: 10 bis 15
- Probenahme aus bewegtem Kompost
  - Entnahme der Proben an Abwurfstellen der Transportbänder (Siebmaschine, Verladung)
  - Probenahmegefäß (z. B. Schaufel) durch den fallenden Kompoststrom führen (ohne Kegelbildung)
  - Vorgang in zeitlichen Abständen mindestens 10-mal wiederholen
  - Mindestmenge der Sammelproben soll 60 l betragen.

#### A 22.2.5.4 Herstellen und Reduzierung der Sammelprobe

Die Einzelproben werden in einem Sammelgefäß bzw. auf einer Kunststoffolie zur Sammelprobe vereinigt und intensiv gemischt. Klumpen sind getrennt vom übrigen Material zu zerdrücken und anschließend wieder unterzumischen. Der Mischvorgang ist mehrfach zu wiederholen, bis nach Augenschein eine homogene Sammelprobe vorliegt. Danach wird die Sammelprobe auf der Kunststoffolie flach ausgebreitet und geviertelt (Vierteilungsverfahren).

Zur Reduzierung der Sammelprobe sind zwei der gegenüberliegenden Viertel zu entfernen und zu verwerfen. Die beiden verbleibenden Viertel sind wieder zusammenzuführen. Der Vorgang des Mischens und Vierteilens ist solange zu wiederholen, bis die für die erforderliche Anzahl und Größe der Endproben von 10 l

erreicht ist. Wird vom Auftraggeber eine Rückstellprobe verlangt, sind aus der Sammelprobe zwei identische Endproben zu bilden.

#### A 22.2.5.5 Verpackung, Kennzeichnung und Transport der Proben

Die Endprobe von 10 kg wird in saubere, trockene, erforderlichenfalls desinfizierte bzw. sterilisierte Behälter abgefüllt und verschlossen. Die Probenbehälter sind außen (Gefäßaußenwand, nicht auf dem Deckel) mit einem Etikett und wasserfester Aufschrift mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- Probenummer
- Auftraggeber und
- Untersuchungsstelle.

Der Transport und die Lagerung der Endproben sollen in einem Temperaturbereich zwischen + 4° bis + 10° Celsius erfolgen.

#### A 22.2.5.6 Probenahmeprotokoll und Untersuchungsauftrag

Probenahmeprotokolle müssen folgende Angaben enthalten:

- Auftraggeber der Untersuchung
- Herkunft der Probe (Kompostierbetrieb/Landwirtschaftsbetrieb)
- Probenummer
- Probenahmedatum und Probenehmer (Name, Firma)
- Produktbezeichnung (Frisch- oder Fertigkompost, Körnung)
- Typenbezeichnung nach Düngemittelverordnung, Hauptausgangsstoffe
- beprobtes Volumen (Partiegröße, gesamte Partie (t/m<sup>3</sup>), reduziert auf (t/m<sup>3</sup>))
- Bemerkungen zur Probenahme (soweit erforderlich)
- Datum des Probenversandes an das Untersuchungslabor
- Unterschrift des Probenehmers und ggf. weiterer bei der Probenahme anwesender Personen

Abweichungen von der Probenahmenvorschrift und Besonderheiten sind auf dem Probenahmeprotokoll unter »Bemerkungen« aufzuführen. Bei Probenahmen ist ein unterschriebener Untersuchungsauftrag des Auftraggebers mit konkreten Angaben zu den Untersuchungsparametern beizufügen.

**A 22.2.5.7 Arbeitsschutz**

Bei der Beprobung von Bioabfällen ist grundsätzlich von einer Infektionsgefahr auszugehen, so dass Arbeitsschutzvorkehrungen zu treffen sind. Dazu gehören das Tragen von Stiefeln, eines Arbeitsschutzkittels, von Handschuhen und Mundschutz bei sehr trockenen Bioabfällen.

**A 22.3 Hinweise zur Probenahme von Klärschlamm****A 22.3.1 Anwendungsbereich**

Die Hinweise beziehen sich auf die Probenahme von Klärschlamm, Klärschlammkomposten und Klärschlammgemischen nach Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 15. April 1992, die zur Verwertung auf landwirtschaftlich genutzten Böden aufgebracht oder zum Zweck der Aufbringung abgegeben werden.

**A 22.3.2 Probenehmer**

Die Probenahme von Klärschlämmen ist Teil der Untersuchung und darf nur vom notifizierten Labor oder anerkannten Probenehmern vorgenommen werden. Beauftragte Probenehmer sollten vom Hersteller der Ware, welche beprobt wird, unabhängig sein.

**A 22.3.3 Begriffsbestimmungen**■ **Partie:**

Eine Partie/Grundgesamtheit ist die Menge eines Prüf-gutes, das sich nach der Beschaffenheit, Kennzeichnung und räumlichen Zuordnung als Einheit darstellt.

■ **Einzelprobe:**

Eine Einzelprobe ist die Teilmenge einer Partie, die durch einen Entnahmevorgang gebildet wird.

■ **Sammelprobe:**

Eine Sammelprobe ist die Gesamtmenge der einer Partie entnommenen Einzelproben.

■ **Reduzierte Sammelprobe:**

Eine reduzierte Sammelprobe ist eine Teilmenge der Sammelprobe.

■ **Endprobe:**

Die Endprobe ist die für die Untersuchung bestimmte Teilmenge einer Sammelprobe oder einer reduzierten Sammelprobe.

**A 22.3.4 Probenahmeausrüstung**■ **Klärschlamm – flüssig**

- Schöpfbecher aus Edelstahl oder Kunststoff, an Stangen oder Leinen befestigt
- durch Klappen oder Ventile verschließbare Gefäße
- Stechheber aus Edelstahl oder aus Kunststoff mit Schließmechanismus
- Sammelgefäß für die zur Sammelprobe zu vereinigen Einzelproben (z. B. Kunststoffwanne, Kunststoffeimer)

- verschließbare Weithalsgefäße aus Glas oder Kunststoff

■ **Klärschlamm – entwässert**

- Radlader
- Schraubenbohrer Schaufel mit ebenem Boden und hochgezogenem Rand
- Sammelgefäß für die zur Sammelprobe zu vereinigen Einzelproben (z. B. Kunststoffwanne, Kunststoffeimer)
- stabile PE-Kunststoffolie
- verschließbare Weithalsgefäße aus Glas oder Kunststoff

■ **Klärschlamm – getrocknet**

- Schaufel mit ebenem Boden und hochgezogenem Rand
- Mehrkammerprobenstecher
- Sammelgefäß für die zur Sammelprobe zu vereinigen Einzelproben (z. B. Kunststoffwanne, Kunststoffeimer)
- verschließbare Weithalsgefäße aus Glas oder Kunststoff

■ **Hilfsmittel**

- Probenahmeprotokolle zur Kennzeichnung der Proben
- Beschriftungsmaterial
- Kühlbehälter: Kühlflaschen, Kühlakkus
- Reinigungs- und Hygienisierungsmaterial: Pinsel, Einwegtücher, Desinfektionslösung, destilliertes Wasser

Sind mikrobiologische Untersuchungen vorgesehen, müssen die Behälter zusätzlich vor Gebrauch desinfiziert oder im Bedarfsfall sterilisiert werden.

### **A 22.3.5 Durchführung**

#### **A 22.3.5.1 Homogenitätsprüfung**

Zu Beginn der Probenahme ist das Prüfgut auf Homogenität zu prüfen. Dabei ist auf folgende Eigenschaften u. a. zu achten: Farbe, Korngrößenverteilung, Konsistenz, Fremdstoffe (Glas, Kunststoffe, Metall), Steine und Geruch.

Ist eine Partie so gelagert, dass sie nicht an jeder Stelle beprobt werden kann, gilt für die Probenahme nur der Teil als Partie, aus dem die Einzelproben entnommen wurden.

#### **A 22.3.5.2 Anzahl und Umfang der Einzelproben**

Die Proben sind so zu entnehmen und zu bilden, dass sie sich gegenüber der beprobten Partie nicht verändern oder verunreinigt werden. Mindestens 5 Einzelproben zu jeweils 5 l/kg Schlamm werden zu einer Sammelprobe vereinigt. Gemäß AbfKlärV sollten die Probenahmen nach Möglichkeit mehrere Tage auseinander liegen.

#### **A 22.3.5.3 Gewinnung der Einzelproben**

Nach Abgrenzung der Partie ist die als homogen beurteilte Klärschlammcharge gedanklich in mindestens 5 Teilmengen zu unterteilen. Von jeder Teilmenge wird eine Einzelprobe entnommen. Bei der Entnahme von entwässertem Klärschlamm sind die obersten 5 bis 10 cm zu verwerfen, da sie durch Austrocknung oder Verschlammung die Untersuchungsergebnisse verfälschen können. Die entnommene Einzelprobe muss in der Schichtung die gesamte Teilmenge repräsentieren. Deshalb ist die Gewinnung eines Bohrkernes, der in einer Linie zum Inneren des Haufwerkes gezogen wird, vorteilhaft. Bei der Probenahme aus dem fließenden Gutstrom, z. B. beim Befüllen eines Containers oder bei Umschlagprozessen, sind die Einzelproben im zeitlichen Abstand bezogen auf die Gesamtdauer des Umschlagprozesses zu entnehmen.

Ist die zu beprobende Klärschlammcharge in mehreren größeren Behältnissen (z. B. Big Bags) verpackt, wird mittels eines Mehrkammerprobenstecher je Behälter eine Einzelprobe quer durch das Behältnis entnommen. Gehören mehrere Containerfüllungen zu einer Charge, so ist je Container eine Einzelprobe zu

entnehmen. Günstig ist die zeitlich gestaffelte Probenahme während des Befüllens des Behälters aus dem fließenden Gutstrom.

#### **A 22.3.5.4 Herstellen und Reduzierung der Sammelprobe**

Die Einzelproben werden in einem Sammelgefäß bzw. auf einer Kunststoffolie zur Sammelprobe vereinigt und intensiv gemischt. Klumpen sind getrennt vom übrigen Material zu zerdrücken und anschließend wieder unterzumischen. Der Mischvorgang ist mehrfach zu wiederholen bis nach Augenschein eine homogene Sammelprobe vorliegt. Danach wird die Sammelprobe auf der Kunststoffolie flach ausgebreitet und geviertelt (Vierteilungsverfahren).

Zur Reduzierung der Sammelprobe sind zwei der gegenüberliegenden Viertel zu entfernen und zu verwerfen. Die beiden verbleibenden Viertel sind wieder zusammenzuführen. Der Vorgang des Mischens und Vierteilens ist solange zu wiederholen, bis die für die erforderliche Menge der Endproben zwischen 5 und 10 kg bzw. Liter Frischmasse erreicht ist. Bei entwässertem bzw. getrocknetem Klärschlamm beträgt die Menge der Endprobe 3 kg.

Wird vom Auftraggeber eine Rückstellprobe verlangt, sind aus der Sammelprobe zwei identische Endproben zu bilden.

#### **A 22.3.5.5 Verpackung, Kennzeichnung und Transport der Proben**

Die Endprobe wird in saubere, trockene, erforderlichenfalls desinfizierte bzw. sterilisierte Behälter abgefüllt und verschlossen. Die Probenbehälter sind außen (Gefäßaußenwand, nicht auf dem Deckel) und innen mit einem Etikett und wasserfester Aufschrift mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- Probenummer
- Auftraggeber und
- Untersuchungsstelle.

Der Transport und die Lagerung der Endproben sollen in einem Temperaturbereich zwischen + 4 bis + 10 ° Celsius erfolgen.

#### **A 22.3.5.6 Probenahmeprotokoll und Untersuchungsauftrag**

Probenahmeprotokolle müssen folgende Angaben enthalten:

- Auftraggeber der Untersuchung
- Herkunft der Probe (Kläranlage, Kompostanlage, Landwirtschaftsbetrieb)
- Probenummer
- Probenahmedatum und Probenehmer (Name, Firma)
- Produktbezeichnung (Klärschlamm, Klärschlammkompost)
- Typenbezeichnung nach Düngemittelverordnung, Hauptausgangsstoffe
- beprobtes Volumen (Partiegröße, gesamte Partie ( $t/m^3$ ), reduziert auf ( $t/m^3$ ))
- Bemerkungen zur Probenahme (soweit erforderlich)
- Datum des Probenversandes an das Untersuchungslabor
- Unterschrift des Probenehmers und ggf. weiterer bei der Probenahme anwesender Personen

Abweichungen von der Probenahmenvorschrift und Besonderheiten sind auf dem Probenahmeprotokoll unter »Bemerkungen« aufzuführen. Bei Probenahmen ist ein unterschriebener Untersuchungsauftrag des Auftraggebers mit konkreten Angaben zu den Untersuchungsparametern beizufügen.

#### **A 22.3.5.7 Arbeitsschutz**

Bei der Beprobung von Klärschlamm ist grundsätzlich von einer Infektionsgefahr auszugehen, so dass Arbeitsschutzvorkehrungen zu treffen sind. Dazu gehören das Tragen von Stiefeln, eines Arbeitsschutzkittels, von Handschuhen und Mundschutz bei sehr trockenem Klärschlamm.

Beim Transport von Klärschlammproben (flüssig, entwässert) muss eine mögliche Gasbildung und Explosionsgefahr bedacht werden. Glasflaschen sind mit einem Plastiknetz zu umhüllen.

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 Sachsen 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 [www.lfl.bayern.de/iab/bodenschutz/07882/](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.

- Düngemittelgesetz (DüMg bzw. DüngMG) vom 15. November 1977 (BGBl. I S. 2134), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 9. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2819)
- Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über Düngemittel (ABl. L 304/1 vom 21.11.2003)
- Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung – DüMV) vom 26. November 2003 (BGBl. I S. 2373), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. Juli 2006 (BGBl. I S. 1818)
- Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) vom 27. September 1994, zuletzt geändert durch Artikel 71 des Gesetzes über die Öffentlichkeitsbeteiligung vom 9. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2819)
- Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 15. April 1992 (BGBl. I S. 912), zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2298)
- Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung – BioAbfV) vom 21. September 1998, geändert durch Artikel 5 Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnisses vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), durch Artikel 3 Verordnung zur Änderung abfallrechtlicher Nachweisbestimmungen vom 25. April 2002 BGBl. I S.1488) und durch § 11 Düngemittelverordnung vom 26. November 2003 (BGBl. I S. 2373)
- Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Oktober 2002 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte (ABl. L 273 vom 10.10.2002, S. 1)
- Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetz (TierNebG) vom 25. Januar 2004 (BGBl. I Nr. 4 vom 28.1.2004)
- Verordnung zur Durchführung des Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetzes (Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung – TierNebV) vom 27. Juli 2006 (BGBl. I S. 1735)
- Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12.12.1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen Amtsblatt L 375 vom 31.12.1991 Bekanntmachung der Neufassung der Düngeverordnung (DüV) vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 221)
- Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) i. d. F. d. Bekanntmachung vom 18.10.2004 (SächsGVBl. S. 482), zuletzt geändert am 10. April 2007 (SächsGVBl. S. 102)

**Gesetze und Verordnungen sind im Internet unter den Adressen**

**[www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de) und [www.revosax-sachsen.de](http://www.revosax-sachsen.de) abrufbar.**

**Verordnung  
über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und  
Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen  
(Düngeverordnung – DüV)<sup>1)</sup>**

§ 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 genomme 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:

<sup>1)</sup> Diese 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. des Nährstoffbedarfs des Pflanzenbestandes für die unter den jeweiligen Standort- und Anbaubedingun- gen zu erwartenden Erträge und Qualitäten; dabei sind für Stickstoff die Werte nach Anlage 1 heranzu- ziehen,
2. der im Boden verfügbaren und voraussichtlich wäh- rend des Wachstums des jeweiligen Pflanzenbestan- des als Ergebnis der Standortbedingungen, beson- ders des Klimas, der Bodenart und des Bodentyps, zusätzlich pflanzenverfügbar werdenden Nährstoff- mengen sowie der Nährstofffestlegung; dabei sind
  - a) für die Nachlieferung von Stickstoff aus der Vor- kultur während des Wachstums die Werte nach Anlage 2 und
  - b) für die Ausnutzung des Stickstoffs aus organi- schen 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 Dün- gung – einschließlich Bewässerung zugeführten und während des Wachstums des Pflanzenbestan- des nutzbaren Nährstoffmengen,
5. der Anbaubedingungen, welche die Nährstoffverfü- gbarkeit beeinflussen, besonders Kulturart, Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Bewässerung.

Zusätzlich sollen Ergebnisse regionaler Feldversuche herangezogen werden.

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

1. für Stickstoff auf jedem Schlag oder jeder Bewirtschaftungseinheit – außer auf Dauergrünland- flächen – für den Zeitpunkt der Düngung, mindes- tens 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 Beratungsein- richtung
    - aa) durch Übernahme der Ergebnisse der Unter- suchungen vergleichbarer Standorte oder
    - bb) durch Anwendung von Berechnungs- und Schätzverfahren, die auf fachspezifischen Er- kenntnissen beruhen.

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

2. für Phosphat auf Grundlage der Untersuchung re- präsentativer Bodenproben, die für jeden Schlag ab ein Hektar, in der Regel im Rahmen einer Fruchtfol- ge, 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 zugelasse- nen Labor durchzuführen.

(4) Aufbringungszeitpunkt und -menge sind bei Dün- gemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln 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.

(5) Das Aufbringen von Düngemitteln, Bodenhilfs- stoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln mit wesentlichen Nährstoffgehalten an Stickstoff oder Phosphat darf nicht erfolgen, wenn der Boden über- schwemmt, wassergesättigt, gefroren oder durchgän- gig höher als fünf Zentimeter mit Schnee bedeckt ist. Abweichend von Satz 1 dürfen Kalkdünger nach An- lage 1 Abschnitt 1 der Düngemittelverordnung mit ei- nem Gehalt von weniger als 2 vom Hundert Phosphat ( $P_2O_5$ ) auf gefrorenen Boden aufgebracht werden.

(6) Beim Aufbringen von Düngemitteln, Bodenhilfs- stoffen, 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 Ausbringungsflä- che und der Böschungsoberkante des jeweiligen oberirdischen Gewässers zu vermeiden,
2. dafür zu sorgen, dass kein Abschwemmen in ober- irdische Gewässer erfolgt.

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

(7) Auf Ackerflächen, die innerhalb eines Abstandes von 20 Metern zur Böschungsoberkante eines Gewäs- sers nach Absatz 6 eine Hangneigung von durch- schnittlich mehr als 10 vom Hundert zu diesem Gewäs- ser aufweisen (stark geneigte Flächen), dürfen inner- halb dieses Bereichs Düngemittel mit wesentlichen Nährstoffgehalten an Stickstoff oder Phosphat inner- halb eines Abstandes von drei Metern zur Böschungs- oberkante nicht und im Übrigen nur wie folgt aufge- bracht werden:

1. innerhalb des Bereichs zwischen drei und zehn Me- tern 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 Zen- timetern und mehr) nur bei entwickelter Un- tersaat oder bei sofortiger Einarbeitung,
    - bb) ohne Reihenkultur nur bei hinreichender Be- standsentwicklung oder
    - cc) nach Anwendung von Mulch- oder Direkt- saatverfahren.

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 Entfer- nung zur Böschungsoberkante. Absatz 6 bleibt unbe- rührt.

(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 Bestandteilen 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. auf Grund 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 aufgebrachte Stickstoffmenge – insbesondere durch besondere Haltings- 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 aufgebrachte 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 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 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 Ge-

wässerschutzes 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 über-

schreitet. 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 Düngejahr 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 an-

gefallen 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)

**Anlagen:**

Die Anlagen sind in ergänzter Form in der Broschüre enthalten.

<b>Anlagen in Düngeverordnung</b>	<b>Stelle in Broschüre</b>
Anlage 1: Stickstoffgehalt pflanzlicher Erzeugnisse Tabelle 1: Ackerland Tabelle 2: Gemüse Tabelle 3: Grünland	Anhang A 1, A 2 Anhang A 4 <sup>1)</sup> Anhang A 3 a, b
Anlage 2: Voraussichtliche Stickstofflieferung während des Pflanzenwachstums aus der Vorkultur Tabelle 1: Pflanzennutzbare Stickstofflieferung aus Ernteresten der Vorfrucht (Hauptfrucht des Vorjahres) Tabelle 2: Pflanzennutzbare Stickstofflieferung aus Zwischenfrüchten sowie aus organischen oder mineralischen Stickstoffgaben nach der Hauptfruchternte des Vorjahres	Tabelle 3.1.1.3/2  Tabelle 3.1.1.3/3
Anlage 3: Mindestwerte für pflanzenbauliche Stickstoffwirksamkeit zugeführter Wirtschaftsdünger im Jahr der Aufbringung in Prozent des aufgebrauchten Gesamtstickstoffs bei langjähriger Anwendung	Tabelle 3.6/2
Anlage 4: Geräte zum Ausbringen von Düngemitteln, die nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen	Tabelle 2.6.2/2
Anlage 5: Nährstoffanfall bei landwirtschaftlichen Nutztieren	Anhang A 10
Anlage 6: Kennzahlen für die sachgerechte Bewertung zugeführter Stickstoffdünger	Tabelle 2.6.3/1 Tabelle 4.1/1 Tabelle 4.1/2
Anlage 7: Jährlicher betrieblicher Nährstoffvergleich	Anhang A 17 a, b, c
Anlage 8: Mehrjähriger betrieblicher Nährstoffvergleich	Anhang A 17 d, e

1) In der DüV sind die N-Gehalte von Freilandgemüse für den gesamten Aufwuchs dargestellt. In Anhang A 4 beziehen sich die N-, P-, K- und Mg-Gehalte auf das Haupternteprodukt und den Ernterückstand.

### 1 Angaben für Nährstoffgehalte

als Gesamtnährstoffgehalt ausgedrückte Angaben, soweit keine anderen Bezugsgrößen genannt sind

### 2 Aufbereitungshilfsmittel

Mittel zur Fällung, Konditionierung, Hygienisierung, Granulierung oder Staubbindung sowie Trägersubstanzen, Hüllsubstanzen, Formulierungshilfsstoffe, Farbstoffe

### 3 Behandlung

gesteuerter Abbau von Bioabfällen unter aeroben Bedingungen (Kompostierung) oder anaeroben Bedingungen (Vergärung) oder andere Maßnahmen zur Hygienisierung

### 4 Bewirtschaftungseinheit

Eine Bewirtschaftungseinheit sind 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.

### 5 Bioabfälle

Abfälle tierischer oder pflanzlicher Herkunft zur Verwertung, die durch Mikroorganismen, bodenbürtige Lebewesen oder Enzyme abgebaut werden können

### 6 Bioabfälle behandelt

- aerob behandelte Bioabfälle (Komposte)
- anaerob behandelte Bioabfälle (Gärrückstände)
- andersweitig hygienisierte Bioabfälle

### 7 Bioabfälle unbehandelt

Bioabfälle, die keiner Behandlung unterzogen wurden

### 8 Bodenhilfsstoffe

Stoffe ohne wesentlichen Nährstoffgehalt, die den Boden biotisch, chemisch oder physikalisch beeinflussen, um seinen Zustand oder die Wirksamkeit von Düngemitteln zu verbessern, insbesondere Bodenimpfmittel, Bodenkrümler, Bodenstabilisatoren, Gesteinsmehle sowie Stoffe mit wesentlichen Nährstoffgehalt, die dazu bestimmt sind, in geringen Mengen zur Aufbereitung organischen Materials zugesetzt zu werden.

### 9 Dauergrünland

Dauergrünlandflächen im Sinne dieser Verordnung sind Flächen, die durch Einsaat oder auf natürliche Weise (Selbstaussaat) zum Anbau von Gras oder anderen Grünfütterpflanzen genutzt werden und mindestens 5 Jahre lang nicht Bestandteil der Fruchtfolge des Betriebes sind (5-Jahres-Regelung). Hierzu zählt auch der ununterbrochene Anbau von Klee, Klee gras, Luzerne, Gras und Klee-Luzerne-Gemischen bzw. das Wechselgrünland. Bezüglich der Regelungen in der Düngeverordnung zählen hierzu auch Wiesen und Weiden, die gemäß der 5-Jahres-Regelung noch kein Dauergrünland sind.

### 10 Düngebedarf

Der Düngebedarf ist die Nährstoffmenge, die den Nährstoffbedarf einer Kultur nach Abzug sonstiger verfügbarer Nährstoffmengen und unter Berücksichtigung der Nährstoffversorgung des Bodens abdeckt.

### 11 Düngejahr

Die Festlegung des Düngejahres erfolgt durch den Landwirt. Es kann sowohl dem Kalenderjahr als auch dem Wirtschaftsjahr (1.7. bis 30.6.) oder einem anderen 12-monatigen Zeitraum entsprechen. Die Düngung muss bei der Bilanzierung nicht zwingend in Bezug zur Ernte der gedüngten Kultur stehen, da die Definition in § 2 Nr. 4 eine flächen- und nicht kulturbezogene Betrachtung der Bewirtschaftung vorgibt. Das einmal gewählte Düngejahr ist möglichst beizubehalten. Sollte dennoch ein Wechsel des gewählten Betrachtungszeitraums erfolgen, ist zu gewährleisten, dass die mehrjährigen Nährstoffvergleiche nach § 5 Abs. 1 in Verbindung mit Anlage 8 DüV angefertigt werden können.

### 12 Düngemittel

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 beeinflussen sowie Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenhilfsmittel, Kohlendioxid, Torf und Wasser.

### **13 Düngung**

Unter Düngung versteht man die Zufuhr von Pflanzennährstoffen über Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate oder Pflanzenhilfsmittel zur Erzeugung von Nutzpflanzen sowie zur Erhaltung der Fruchtbarkeit der Böden. Beim Weidegang auf die Flächen gelangende Ausscheidungen stellen keine Aufbringung von Düngemitteln im Sinne der DüV dar.

### **14 Eigenverwertung**

wird definiert als ein Aufbringen der auf betriebseigenen Böden angefallenen pflanzlichen Bioabfälle. Als Eigenverwertung gilt auch die anteilige Rücknahme von unbehandelten pflanzlichen Bioabfällen aus gemeinschaftlicher Verwertung landwirtschaftlicher Erzeugerzusammenschlüsse durch den Erzeuger zur Aufbringung auf betriebseigene Böden.

### **15 Flüssige Düngemittel**

Düngemittel mit einem Trockenmassegehalt bis zu 15 Prozent, es sei denn, durch eine wissenschaftlich anerkannte Methode wird der Aggregatzustand »flüssig« festgestellt

### **16 Gefrorener Boden**

Im Sinne der DüV ist der Boden dann gefroren, wenn er durchgängig gefroren ist und im Verlauf des Tages nicht oberflächlich auftaut.

### **17 Gemische**

Mischung von behandelten Bioabfällen miteinander oder mit Wirtschaftsdüngern sowie weiteren zugelassenen Stoffen, die Vermischung im Rahmen der Behandlung gilt nicht als Gemisch.

### **18 Herstellen**

das Gewinnen, Bearbeiten, Verarbeiten, Mischen und sonstige Aufbereiten von Stoffen

### **19 Hinweise zur sachgerechten Anwendung**

Angaben zum Anwendungszeitpunkt, zur Aufwandmenge, zu notwendigen Anwendungsbeschränkungen und zur Anwendungstechnik

### **20 Hinweise zur sachgerechten Lagerung**

Angaben zur zweckmäßigen Art der Lagerung, zur möglichen Entmischung bei Stoffumschlag und Lagerung, zur Temperatur, zur Feuchtigkeit und zur Verhütung von Unfällen einschließlich einer Gewässergefährdung

### **21 Inverkehrbringen**

das Anbieten, Vorrätighalten zur Abgabe, Feilhalten und jedes Abgeben an andere. Dem Inverkehrbringen steht das Verbringen in den Geltungsbereich dieses Gesetzes zur Abgabe an andere, dem gewerbsmäßigen Inverkehrbringen, die Abgabe in Genossenschaften oder sonstigen Personenvereinigungen an ihre Mitglieder gleich. Auch wenn die Stoffe kostenlos oder mit einem »Aufgeld« abgegeben werden, liegt ein Inverkehrbringen in diesem Sinne vor.

### **22 Klärschlamm**

ist der bei der Behandlung von Abwasser in Abwasserbehandlungsanlagen einschließlich zugehöriger Anlagen zur weitergehenden Abwasserreinigung anfallende Schlamm, auch entwässert oder getrocknet oder in sonstiger Form behandelt. Als Klärschlamm im Sinne dieser Verordnung gelten auch Klärschlammkomposte und Klärschlammgemische.

### **23 Klärschlammgemische**

sind Mischungen aus Klärschlamm mit anderen geeigneten Stoffen der Düngemittelverordnung in der jeweils gültigen Fassung.

### **24 Klärschlammkomposte**

sind kompostierte Klärschlammgemische.

### **25 Kultursubstrate**

Pflanzenerden, Mischungen auf der Grundlage von Torf und andere Substrate, die den Pflanzen als Wurzelraum dienen, auch in flüssiger Form

### **26 Landwirtschaftlich genutzte Fläche**

Zur landwirtschaftlich genutzten Fläche zählen alle pflanzenbaulich genutzten Flächen, auch wenn die Düngung eingeschränkt ist. Dazu zählen Ackerland, Grünland, gartenbaulich genutzte Flächen, Obstflächen,

weinbaulich genutzte Flächen, Hopfenflächen und Baumschulflächen.

Hingegen zählen Flächen, die entweder nach der Direktzahlungen-Verpflichtungen-Verordnung oder im Rahmen der obligatorischen Flächenstilllegung aus der landwirtschaftlichen Erzeugung genommen wurden und denen im betreffenden Jahr keine Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate oder Pflanzenhilfsmittel zugeführt werden, nicht zur landwirtschaftlich genutzten Fläche im Sinne der DüV. Sobald diese Flächen aber (wieder) genutzt und/oder gedüngt werden, unterliegen sie den Bestimmungen der Düngeverordnung. Zur landwirtschaftlich genutzten Fläche gehören nicht in geschlossenen oder bodenunabhängigen Kulturverfahren genutzte Flächen. Bodenunabhängige Kulturverfahren sind Systeme, bei denen gewährleistet ist, dass es nicht zu einem Eintrag von Nährstoffen in tiefere Bodenschichten kommt, z. B.

- Anbau auf Tisch/Rinnen,
- Anbau auf undurchlässigen Abdichtungen,
- Containerstellflächen.

Gewächshäuser mit gesteuerter Wasserzufuhr und stationäre Folientunnel gehören auch zu bodenunabhängigen Kulturverfahren. Die Wasserzufuhr muss so gesteuert sein, dass eine Auswaschung zuverlässig verhindert wird.

### **27 Nährstoffbedarf**

Die Nährstoffmenge, die zur Erzielung eines bestimmten Ertrages oder einer bestimmten Qualität benötigt wird, ist der Nährstoffbedarf.

### **28 Nährstoffzufuhr**

Die Nährstoffzufuhr ist die Summe der über Düngung und den Nährstoffeintrag außerhalb einer Düngung zugeführten Nährstoffmengen. Dazu zählen z. B. auch beim Weidegang anfallende Exkremente, die N-Bindung durch Leguminosen und dergleichen.

### **29 Pflanzenhilfsmittel**

Stoffe ohne wesentlichen Nährstoffgehalt, die dazu bestimmt sind, auf Pflanzen zu wirken

### **30 Schlag**

Ein Schlag ist eine einheitlich bewirtschaftete, räumlich zusammenhängende und mit der gleichen Pflanzenart oder mit Pflanzenarten mit vergleichbaren Nährstoffansprüchen bewachsene oder zur Bestellung vorgesehene Fläche.

### **31 Sekundärrohstoffdünger**

Abwasser, Fäkalien, Klärschlamm und ähnliche Stoffe aus Siedlungsabfällen und vergleichbare Stoffe aus anderen Quellen, jeweils auch weiterbehandelt und in Mischungen untereinander oder mit Düngemitteln, Wirtschaftsdüngern, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten, Pflanzenhilfsmitteln, 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.

### **32 Sofortige Einarbeitung**

Sofortige Einarbeitung bedeutet, dass die Einarbeitung in den Boden möglichst parallel zur Aufbringung erfolgen sollte, aber grundsätzlich spätestens drei Stunden nach Aufbringungsbeginn abgeschlossen sein muss.

### **33 Unverzögliche Einarbeitung**

Unverzöglich bedeutet »ohne schuldhaftes Verzögern«. Um die Verluste so gering wie möglich zu halten, ist eine Einarbeitung am Tag der Aufbringung erforderlich. Bei der Aufbringung am Abend muss die Einarbeitung spätestens am folgenden Vormittag abgeschlossen sein.

### **34 Wassergesättigter Boden**

Ein Boden gilt als wassergesättigt, wenn der gesamte Porenraum wassergefüllt ist. Dies ist z. B. daran erkennbar, dass sich auf freier, ebener Fläche (nicht Fahrspuren) Wasserlachen bilden.

### **35 Wesentliche Nährstoffmenge**

Unter wesentlicher Nährstoffmenge versteht man eine zugeführte Nährstoffmenge je Hektar und Jahr von mehr als 50 kg Stickstoff (Gesamt-N) oder 30 kg Phosphat ( $P_2O_5$ ) bzw. 13,2 kg Phosphor (P).

### **36 Wesentlicher Nährstoffgehalt**

Ein wesentlicher Nährstoffgehalt liegt vor, wenn der Nährstoffgehalt von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsstoffen in der Trockenmasse mehr als 1,5 % Stickstoff (Gesamt-N) oder 0,5 % Phosphat ( $P_2O_5$ ) bzw. 0,22 % Phosphor (P) beträgt. Sind die Angaben des Düngemittels in der Originalsubstanz bekannt, kann der Gehalt in der Trockenmasse folgendermaßen berechnet werden:

Gehalt in der Originalsubstanz (%) \* 100 % : Trockenmassegehalt (%)

Aufgrund entsprechender Kennzeichnungen und Erfahrungswerte ist bei den meisten Düngemitteln das Vorhandensein wesentlicher Stickstoff- und Phosphorgehalte bekannt. Bei einigen Düngemitteln sollte infolge der relativ stark schwankenden Gehalte der wesentliche Nährstoffgehalt anhand einer Analyse bestimmt werden.

### **37 Wirtschaftsdünger**

sind tierische Ausscheidungen, Gülle, Jauche, Stallmist, Stroh sowie ähnliche Nebenerzeugnisse aus der landwirtschaftlichen Produktion, auch weiterbehandelte, 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. Beim Weidegang auf die Flächen gelangende Ausscheidungen stellen keine Wirtschaftsdünger im Sinne des Düngemittelrechtes dar.



### Herausgeber

#### Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden  
Internet: [www.Landwirtschaft.Sachsen.de/LFL](http://www.Landwirtschaft.Sachsen.de/LFL)

### Redaktion

#### Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

##### *Fachbereich Pflanzliche Erzeugung*

Dr. habil. Erhard Albert  
Telefon: (03 41) 91 74-182; Telefax: (03 41) 91 74-189  
E-Mail: [Erhard.Albert@smul.sachsen.de](mailto:Erhard.Albert@smul.sachsen.de)

Frank Förster  
Telefon: (03 41) 91 74-117; Telefax: (03 41) 91 74-189  
E-Mail: [Frank.Foerster@smul.sachsen.de](mailto:Frank.Foerster@smul.sachsen.de)

Dr. Hartmut Ernst  
Telefon: (03 41) 91 74-180; Telefax: (03 41) 91 74-189  
E-Mail: [Hartmut.Ernst@smul.sachsen.de](mailto:Hartmut.Ernst@smul.sachsen.de)

Dr. Hartmut Kolbe  
Telefon: (03 41) 91 74-149; Telefax: (03 41) 91 74-189  
E-Mail: [Hartmut.Kolbe@smul.sachsen.de](mailto:Hartmut.Kolbe@smul.sachsen.de)

##### *Fachbereich Landwirtschaftliches Untersuchungswesen*

Dr. Barbara Dittrich  
Telefon: (03 41) 91 74-210; Telefax: (03 41) 91 74-211  
E-Mail: [Barbara.Dittrich@smul.sachsen.de](mailto:Barbara.Dittrich@smul.sachsen.de)

##### *Fachbereich Gartenbau*

Dr. Hermann Laber  
Telefon: (03 51) 26 12-768; Telefax: (03 51) 26 12-704  
E-Mail: [Hermann.Laber@smul.sachsen.de](mailto:Hermann.Laber@smul.sachsen.de)

Dr. Margita Handschack  
Telefon: (03 51) 26 12-731; Telefax: (03 51) 26 12-704  
E-Mail: [Margita.Handschack@smul.sachsen.de](mailto:Margita.Handschack@smul.sachsen.de)

Dr. Gabriele Krieghoff  
Telefon: (03 51) 26 12-768; Telefax: (03 51) 26 12-704  
E-Mail: [Gabriele.Krieghoff@smul.sachsen.de](mailto:Gabriele.Krieghoff@smul.sachsen.de)

##### *Fachbereich Agrarökonomie, Ländlicher Raum*

Thomas Heidenreich  
Telefon: (03 41) 44 72-251; Telefax: (03 41) 44 72-314  
E-Mail: [Thomas.Heidenreich@smul.sachsen.de](mailto:Thomas.Heidenreich@smul.sachsen.de)

##### *Fachbereich Tierische Erzeugung*

Dr. Gerhard Riehl  
Telefon: (03 74 39) 742 21; Telefax: (03 74 39) 742 20  
E-Mail: [Gerhard.Riehl@smul.sachsen.de](mailto:Gerhard.Riehl@smul.sachsen.de)

#### Regierungspräsidium Chemnitz

##### *Abteilung Landwirtschaft*

Stefan Heinrich  
Telefon: (03 71) 532-18 43; Telefax: (03 71) 532-18 43  
E-Mail: [Stefan.Heinrich@smul.sachsen.de](mailto:Stefan.Heinrich@smul.sachsen.de)

#### Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

##### *Referat Ackerbau und Düngung*

Dr. Wilfried Zorn  
Telefon: (036 41) 683-417; Telefax: (036 41) 683-390  
E-Mail: [Wilfried.Zorn@tll.thueringen.de](mailto:Wilfried.Zorn@tll.thueringen.de)

### Redaktionsschluss

September 2007

### Auflagenhöhe

11 000

### Bestelladresse

siehe Herausgeber  
Ramona Scheinert  
Telefon: (03 51) 26 12-103; Telefax: (03 51) 26 12-151  
E-Mail: [Ramona.Scheinert@smul.sachsen.de](mailto:Ramona.Scheinert@smul.sachsen.de)

### Herstellung

Michel Sandstein GmbH  
Goetheallee 6, 01309 Dresden, [www.sandstein.de](http://www.sandstein.de)

### Druck

Grafisches Centrum Cuno GmbH & Co. KG  
Gewerbering West 27, 39240 Calbe

### Hinweis

Für alle E-Mail-Adressen gilt: Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente.

### Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.