

# Rahmenempfehlungen zur Düngung 2000 im Land Brandenburg

- Herausgeber: Ministerium für Landwirtschaft  
Umweltschutz und Raumordnung  
des Landes Brandenburg
- Redaktion: Landesamt für Ernährung und Landwirtschaft  
Frankfurt (Oder)
- Bearbeiter: Landesamt für Ernährung und Landwirtschaft  
Frankfurt (Oder)  
Dr. M. Roschke  
Dipl.-Gartenbau-Ing.  
L. Böhm
- Dipl.-Agrar.-Ing S. Kohlmüller  
Frau Dr. K. Krüger  
Dr. J. Pickert Landesanstalt für Landwirtschaft
- Frau Dr. A. Wurbs Landesanstalt für Landwirtschaft  
Dr. W. Hierold ZALF Müncheberg
- Prof. Dr. Dr. Humboldt-Universität zu Berlin  
H. Peschke
- Frau Dr. Feller Institut für Gemüse und Zierpflanzen  
Dr. Fink Großbeeren
- sowie weitere Mitglieder des Arbeitskreises Düngung im  
Land Brandenburg
- Titelfoto: Fa. Rauch Landmaschinenfabrik GmbH,  
Sinzheim
- Herstellung: Landesamt für Ernährung und Landwirtschaft  
Frankfurt (Oder)  
Technische Zentrale (AT127)
- Redaktionsschluss: 30.9.2000

## **Vorwort**

Seit 1996 ist die Verordnung über die gute fachliche Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) in Kraft. Zur Umsetzung sind 1997 erstmalig die Rahmenempfehlungen zur Düngung im Land Brandenburg einem breiten Nutzerkreis zur Verfügung gestellt worden. Nun liegt die zweite vom Landesarbeitskreis "Düngung" überarbeitete Auflage vor. Die ordnungsgemäße Düngung ist Bestandteil einer nachhaltigen Landwirtschaft. Die Anwendung der landesspezifischen Richtwerte und regelmäßige Bodenuntersuchungen ermöglichen eine am Nährstoffbedarf des Pflanzenbestandes orientierte Düngung. Damit werden Beeinträchtigungen anderer schützenswerter Umweltmedien ausgeschlossen.

Die geringen Tierkonzentrationen im Land Brandenburg erfordern besondere Anstrengungen, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten. Hierzu sind die Gestaltung der Fruchtfolge und der gezielte standortspezifische Einsatz mineralischer Düngemittel besonders zu beachten, um auch die Wirtschaftlichkeit der pflanzlichen Produktion unter den gegebenen Rahmenbedingungen der Europäischen Union zu erhalten.

Die vorgelegten Rahmenempfehlungen dienen auch dazu, diffuse Nährstoffeinträge in die Gewässer und andere Ökosysteme zu verringern, um damit den Anforderungen der EU-Nitratrichtlinie weiterhin gerecht zu werden.

Wolfgang Birthler

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	
1. Grundlagen der Düngung	3
1.1. Standortbedingungen im Land Brandenburg	4
1.2. Wesentliche Nährstoffe und deren Wirkung auf das Pflanzenwachstum	7
1.3. Versorgung der Böden mit Nährstoffen	9
1.3.1 Bodenuntersuchung	9
1.3.2 Makronährstoffe und Kalk	10
1.3.3 Mikronährstoffe	13
1.3.4 Stickstoff	15
1.3.5 Schwefel	16
1.4. Nährstoffbedarf der Fruchtarten	17
1.5. Pflanzenanalyse	19
2. Düngebedarfsermittlung und Anwendung von Düngemitteln	21
2.1. Grundsätze	21
3. Organische Düngung	23
3.1. Anfall und Zusammensetzung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft	23
3.2. Düngewirkung der Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft	26
3.3. Düngewirkung von Stroh, Zwischenfrüchten und Leguminosen	28
3.4. Sekundärrohstoffdünger	30
4. Mineralische Düngung	32
4.1. Grunddüngung	32
4.2. Kalkdüngung	33
4.3. Magnesiumdüngung	35
4.4. Phosphor- und Kalium-Düngung des Ackerlandes	35
4.5. Phosphor- und Kalium-Düngung des Grünlandes	37
4.6. Stickstoffdüngung	37
4.6.1 Stickstoffdüngung des Ackerlandes	37
4.6.2 Stickstoffdüngung des Grünlandes	42
4.7. Schwefeldüngung	44
4.8. Mikronährstoffdüngung	46
Bor	47
Kupfer	47
Molybdän	47
5. Besonderheiten der Düngung im Rahmen von Förderprogrammen	48
6. Nährstoffvergleiche	49
6.1. Grundsätze	49
6.2. Durchführung	50
6.3. Wertung erster Ergebnisse	53
Anlagen	

## 1. Grundlagen der Düngung

Mit der Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen, der Düngeverordnung (DVO), sind einheitliche Regelungen für die Düngebedarfsermittlung, die Düngemittelanwendung, die besonderen Grundsätze für die Anwendung von Wirtschaftsdüngern und für Nährstoffvergleiche auf gesetzlicher Grundlage geschaffen worden.

Damit sind bundeseinheitliche Grundregeln für die landwirtschaftliche Düngung vorgegeben, die in den Ländern so umgesetzt werden müssen, dass die Landwirte sachgerechte Vorschriften erhalten, die unter Berücksichtigung der Standort- und Anbaubedingungen Rechtssicherheit für Düngungsmaßnahmen geben und Wettbewerbsverzerrungen vermeiden.

Für die Umsetzung der Düngeverordnung im Land Brandenburg wurde eine Verwaltungsvorschrift erarbeitet, die die unbestimmten Rechtsbegriffe aus der Düngeverordnung klärt und die besonderen Standort- und Anbaubedingungen berücksichtigt.

Die vorgelegten Empfehlungen zur Düngung basieren auf der Düngeverordnung und dem Düngemittelgesetz sowie den Verordnungen zur Änderung düngemittelrechtlicher Vorschriften, die der Umsetzung der Nitratrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft dienen.

Auf Regelungen zum Einsatz von Abfällen zur Verwertung in der Landwirtschaft nach dem Kreislaufwirtschafts-Abfallgesetz und den untergesetzlichen Regelwerken Klärschlammverordnung und Bioabfallverordnung wird nur Bezug genommen, soweit es für die Düngung notwendig ist.

In Präzisierung der Grundsätze der Düngebedarfsermittlung nach § 4, Abs. 1 der DVO sind für die Bemessung des Düngebedarfes eines Schrages alle wesentlichen, die Pflanzenernährung bestimmenden Einflussfaktoren einzubeziehen. Im Einzelnen sind das:

- Standortbedingungen
- Versorgungszustand des Bodens
- Nährstoffansprüche der Fruchtarten
- Nachlieferung von Nährstoffen aus dem Bodenvorrat, aus Ernterückständen und vorausgegangenen Düngungsmaßnahmen
- Nährstoffentzüge während der Vegetationsperiode
- Nährstoffabfuhr mit Ernteprodukten.

Die Berücksichtigung der natürlichen Standortfaktoren ist wesentliche Voraussetzung, um einen ökonomisch optimalen Ertrag mit geringsten Verlusten an Nährstoffen unter Beibehaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Anforderungen des Umweltschutzes zu erreichen. Ein ökonomisch optimaler Ertrag ist nicht zwingend mit einem Höchstertrag gleichzusetzen, sondern orientiert sich an den Aufwendungen, die zur Produktion von einer Dezitonne Ernteprodukt notwendig sind.

## 1.1. Standortbedingungen im Land Brandenburg

Die Standortbedingungen im Land Brandenburg sind sehr differenziert. Neben den überwiegend sandigen Böden sind es auch klimatische Einflüsse, die die landwirtschaftliche Produktion maßgeblich bestimmen. Das Klima Brandenburgs wird als subkontinentales Übergangsklima bezeichnet. Die jährlichen Niederschlagssummen schwanken im langjährigen Mittel regional zwischen 480 und 670 mm, die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 8,3 °C.

Durch die insgesamt geringen Niederschläge kommt es örtlich häufig zu ausgeprägten Trockenperioden im Vorsommer, so dass in Verbindung mit den sandigen Böden die durchschnittlichen Ertragsersparungen bei den Fruchtarten unter denen anderer Bundesländer liegen.

Entscheidende Grundlage für eine optimale und stabile Pflanzenproduktion ist der Boden. Er hat dabei gemäß Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) neben seiner Funktion als Standort für die Nutzpflanzen (Produktionsfunktion)

- die natürlichen Funktionen als Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen (Lebensraumfunktion),
- Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen (Haushaltfunktion),
- Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen (Regelungsfunktion)

zu erfüllen. Diese Funktionen sind nachhaltig zu sichern.

Die landwirtschaftlich genutzten Böden des Landes Brandenburg sind überwiegend diluvialen (pleistozänen) Ursprungs. Nur in den Flussauen, besonders von Oder und Elbe, gibt es größere zusammenhängende Gebiete alluvialer (holozäner) Bodenbildungen (Tabelle 1).

Die diluvialen Standortgruppen setzen sich zusammen aus sickerwasserbestimmten Sandstandorten (21 %), grundwasserbeeinflussten Sandstandorten (24 %) sowie sickerwasserbestimmten Tieflehm- und Lehmstandorten (32 %). Etwa 7 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche sind Auenböden.

Die Auenstandorte von Oder und Elbe bestehen vornehmlich aus tonigen Ausgangsmaterial. Insbesondere im Oderbruch, wie auch in Auengebieten kleinerer Flüsse (Spree, Havel, Schwarze Elster), ist eine hohe Substratheterogenität typisch. Etwa 14 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche sind Niedermoorstandorte wie Rhinluch, Havelländisches Luch, Spreewald sowie viele kleinere Niedermoorgebiete. Bedingt durch eine teilweise Degradierung können diese nicht immer ihre Funktion im Naturhaushalt erfüllen.

Die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche des Landes Brandenburg beträgt ca. 1.350 Tausend ha. Davon werden 1.040 Tausend ha als Ackerland und ca. 290 Tausend ha als Grünland genutzt. Die Grünlandnutzung ist schwerpunktmäßig auf den Niedermoorstandorten sowie auf den grundwasserbeeinflussten und -bestimmten Sandstandorten angesiedelt.

**Tabelle 1: Wichtige Standortgruppen landwirtschaftlicher Nutzflächen im Land Brandenburg**

Standortgruppe	wichtige Bodenformen	NStE <sup>1)</sup>	StG <sup>2)</sup>	überwiegende Bodenart		typische Bodenwertzahl
				Oberboden	Unterboden	
StG 1	Grundwasserferne Sandstandorte	D1, D2	D1a, D2a,	S	S ... Sl	< 26
StG 2	Sand- u. Tieflehmstandorte	D3	D3a, D3c	Sl ... IS	Sl ... IS	22 ... 43
StG 3	Tieflehm- und Lehmstandorte	D4, D5	D4a, D5a, D6a, D4c, D5c	IS ... sL	IS ... L	37 ... 67
StG 4	Staubasse Tieflehm- und Lehmstandorte	D6	D4b, D5b, D6b	IS ... sL	sL ... L	37 ... 67
StG 5	Auenlehmstandorte	Al3	Al3a, Al3b, Al3c	IS ... L	S ... L	24 ... 70
StG 6	Auentonstandorte	Al1, Al2	Al1b, Al2b, Al1c, Al2c	sL ... LT	sL ... T	40 ... 73
StG 7	Niedermoorstandorte		Mo1c, Mo2b, Mo2c	Anmoor, Moor	Torf/Mudde, teilweise Sand	22 ... 45
StG 8	Grundwasserstandorte	D2 ... D3	D2b, D3b	S ... IS	S ... IS	21 ... 42

<sup>1)</sup> Natürliche Standorteinheit <sup>2)</sup> Standorttyp

## Einteilung der Böden in Bodengruppen

Die Böden der landwirtschaftlichen Nutzfläche lassen sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften, Wasser, Nähr- und Schadstoffe zu binden in, 5 mineralische Bodengruppen und die organischen Böden unterteilen.

Tabelle2: Zuordnung von Bodenartengruppen (BG) der Düngung nach VDLUFA zu den Bodenartenuntergruppen nach KA 4<sup>1)</sup>

VDLUFA			KA 4				
BG	Bezeichnung	Sym- bol	Bodenarten- untergruppe	Sym- bol	Ton %	Schluff %	Sand %
1	Sand	S	reiner Sand	Ss	0-5	0-10	85-100
			schwach schluffiger Sand	Su 2	0-5	10-25	70-90
2	schwach lehmiger Sand	l'S	mittel schluffiger Sand	Su 3	0-8	25-40	52-75
			stark schluffiger Sand	Su 4	0-8	40-50	42-60
			schwach lehmiger Sand	Sl 2	5-8	10-25	67-85
			mittel lehmiger Sand	Sl 3	8-12	10-40	48-82
			schwach toniger Sand	St 2	5-17	0-10	73-95
3	stark lehmiger Sand	IS	schluffig-lehmiger Sand	Slu	8-17	40-50	33-52
			stark lehmiger Sand	Sl 4	12-17	10-40	43-78
			mittel toniger Sand	St 3	17-25	0-15	60-83
4	sandiger/ schluffiger Lehm	sL/ uL	schwach sandiger Lehm	Ls 2	17-25	40-50	25-43
			mittel sandiger Lehm	Ls 3	17-25	30-40	35-53
			stark sandiger Lehm	Ls 4	17-25	15-30	45-68
			stark sandiger Lehm	Ts 4	25-35	0-15	50-75
			reiner Schluff	Uu	0-8	80-100	0-20
			sandiger Schluff	Us	0-8	50-80	12-50
			sandig-lehmiger Schluff	Uls	8-17	50-65	18-42
			schwach toniger Schluff	Ut 2	8-12	65-92	0-27
			mittel toniger Schluff	Ut 3	12-17	65-88	0-23
			stark toniger Schluff	Ut 4	17-25	65-83	0-18
			schluffiger Lehm	Lu	17-30	50-65	5-23
5	toniger Lehm bis Ton	tL/T	schwach toniger Lehm	Lt 2	25-35	30-50	15-45
			mittel toniger Lehm	Lt 3	35-45	30-50	5-35
			sandig-toniger Lehm	Lts	25-45	15-30	25-60
			mittel sandiger Lehm	Ts 3	35-45	0-15	40-65
			schwach sandiger Ton	Ts 2	45-65	0-15	20-55
			lehmiger Ton	Tl	45-65	15-30	5-40
			schwach schluffiger Ton	Tu 2	45-65	30-50	0-25
			mittel schluffiger Ton	Tu 3	30-45	50-65	0-20
			stark schluffiger Ton	Tu 4	25-35	65-75	0-10
		reiner Ton	Tt	65-100	0-35	0-35	
6	Anmoor Niedermoor	Mo	15-30 % org. Substanz > 30 % org. Substanz				

<sup>1)</sup>Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage, 1994

Die Einteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche nach Bodengruppen dient vorrangig dem Ziel, die landwirtschaftlich genutzten Böden im Hinblick auf Ihre Eigenschaften und Anbaueignungen rationell und hinreichend genau zu unterscheiden und Gehaltsklassen für die Nährstoffversorgung festlegen zu können (Tabelle 2).

Die Einstufung von Bodenart und Humusanteil basiert auf der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA4). Die Bodenarten geben die Anteile der Feinbodenfraktionen Sand (0,063...2,0 mm), Schluff (0,002...0,063 mm) und Ton (< 0,002 mm) wieder. Als Lehm wird die Bodenart mit einem ausgeglichenen Dreikornngemenge aus den drei Feinbodenfraktionen bezeichnet.

Während sich die Mineralböden im Wesentlichen durch die Korngrößenzusammensetzung unterscheiden, weisen anmoorige Böden zwischen 15 und 30 % und Niedermoore über 30 % organische Substanz auf. Das Volumengewicht der Niedermoore beträgt zwischen 0,3 und 0,5 kg/dm<sup>3</sup>, wogegen die mineralischen Böden ein Volumengewicht zwischen 1,3 und 1,6 kg/dm<sup>3</sup> aufweisen.

## 1.2. Wesentliche Nährstoffe und deren Wirkung auf das Pflanzenwachstum

Der Boden ist Grundlage und Standort für die Pflanzenproduktion. Er stellt als Hauptlieferant neben Wasser auch die Makronährstoffe und die Mikronährstoffe, die für die Pflanzenernährung von essentieller Bedeutung sind, bereit.

Die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen hängt neben dem Vorrat und ihrer Bindungsform im Boden im Wesentlichen auch von der Wasserversorgung und der direkten Zufuhr mit Düngemitteln ab. Die Fruchtarten und ihr anzustrebendes Ertragsniveau stellen teilweise unterschiedliche Ansprüche an die Nährstoffversorgung. Auf die Vielzahl aller Einflussfaktoren kann hier nicht näher eingegangen werden, diese sind ausführlich in den Standardwerken zur Pflanzenernährung von BERGMANN, SCHILLING und MENGEL enthalten.

**Stickstoff** liegt zu mehr als 95 % in der organischen Substanz des Bodens gebunden vor. Etwa 1...2 % des organisch gebundenen Stickstoffes werden jährlich durch mikrobielle Prozesse in mineralischen Stickstoff (N<sub>min</sub>) umgesetzt. Von den Pflanzen wird Stickstoff nur in mineralischer Form als NH<sub>4</sub><sup>+</sup>- oder NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Ion überwiegend durch die Wurzeln aufgenommen. Da die Nachlieferung aus der organischen Substanz den Stickstoffbedarf nur bedingt deckt, und der elementare Stickstoff aus der Luft in nennenswertem Umfang nur über Symbiose mit Knöllchenbakterien von den Leguminosen ausgenutzt werden kann, ist eine Zuführung mit Düngemitteln notwendig.

Der Stickstoff beeinflusst vor allem das Massenwachstum der Pflanzen und ist wesentlicher Bestandteil der Eiweißstoffe, des Chlorophylls, der Wachstumsstoffe, der Alkaloide u.a.m..

**Schwefel** liegt im Boden sowohl in mineralischer Form (Gips, Anhydrit) als auch in der organischen Substanz gebunden vor. Er wird von den Pflanzen über den Boden als Sulfat, aber auch in großen Mengen aus der Luft in Form von  $\text{SO}_2$ -Emission aufgenommen.

Viele stoffaufbauende und stoffwechselaktive Verbindungen der Pflanze sind an eine ausreichende Schwefelversorgung gebunden. In der Pflanze ist der reduzierte Schwefel zu einem großen Teil in den S-haltigen Aminosäuren Methionin, Cystein und Cystin, u.a. auch im Coenzym A gebunden. Er nimmt weiterhin eine Schlüsselstellung im Atmungsstoffwechsel ein.

**Phosphor** liegt im Boden sowohl mineralisch gebunden ( $\text{Ca-}$ ,  $\text{Mg-}$ ,  $\text{Fe-}$ ,  $\text{Al-Phosphate}$ ), in Komplexbildungen als auch in organisch gebundener Form vor. Die P-Verbindungen sind in der Regel schwer löslich. Damit ist der Phosphor des Bodens einerseits nur zu einem geringen Teil pflanzenverfügbar und andererseits vor einer Verlagerung in tiefere Schichten weitestgehend geschützt. Von den Pflanzen wird Phosphor vor allem in anorganischer Form als  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  und  $\text{HPO}_4^{2-}$  aufgenommen. Phosphor ist, wie Stickstoff, wesentlicher Baustein für die Pflanzensubstanz und für den Zellaufbau notwendig.

**Kalium** ist in Abhängigkeit vom Ausgangsgestein in unterschiedlichen Mengen in den Böden enthalten. Insbesondere in Tonmineralen können erhebliche K-Mengen gebunden sein. Die Sandböden, besonders die diluvialen Böden der Urstromtäler, im Land Brandenburg sind überwiegend kaliumarm.

Das einwertige Kaliumion ist wasserlöslich und kann demzufolge in verstärktem Maße der Auswaschung unterliegen.

Das Kaliumion beeinflusst den Wasserhaushalt der Pflanze und hat struktur-stabilisierende sowie -aktivierende Wirkung. Die Enzymreaktionen werden durch K aktiviert sowie die Synthese von Proteinen und der höheren Kohlenhydrate (Stärke, Zellulose, Lignin) gefördert.

**Calcium** ist wie Kalium in Abhängigkeit von dem Ausgangsgestein in unterschiedlichen Mengen in Böden enthalten. Die diluvialen Böden des Landes Brandenburg sind größtenteils auch kalziumarm. Eine Ausnahme bilden hier die jungpleistozänen Böden in der Uckermark, die z.T. von Geschiebemergel unterlagert sind.

Neben der Funktion als Pflanzennährstoff wird  $\text{CaO}$  vorrangig für die Herstellung eines optimalen Reaktionszustandes des Bodens benötigt.

Die Pflanzen nehmen Calcium ausschließlich in Ionenform als  $\text{Ca}^{2+}$ -Kation auf. In der Pflanze werden die Stabilität des Pflanzengewebes und spezielle Wirkungen des Stoffwechsels durch Calcium beeinflusst.

**Magnesium** wirkt im Boden in Form von  $\text{Mg-Carbonaten}$  und -Oxiden wie Calcium neutralisierend. Von den Pflanzen wird Magnesium überwiegend als  $\text{Mg}^{2+}$ -Kation

aus dem Boden aufgenommen. Die besondere Bedeutung des Magnesiums für die Pflanzenernährung besteht in seiner Stellung als Zentralatom des Chlorophylls sowie als integrierter Baustein in Ribosomen und des Zellkerns.

**Bor** wird, wie alle anderen Mikronährstoffe, im Verhältnis zu den o.g. Makronährstoffen nur in geringeren Mengen von den Pflanzen benötigt. In der Pflanze ist Bor an vielen Stoffwechselprozessen, insbesondere bei der Zellteilung, beteiligt. Darüber hinaus wird durch Bor die Samenbildung begünstigt und die Winterfestigkeit der Pflanzen erhöht.

**Kupfer, Eisen, Mangan, Zink und Molybdän** werden überwiegend aus dem Boden als Metallionen aufgenommen. In der Pflanze sind diese Elemente integrierter Bestandteil von Wirkungsgruppen verschiedener Enzyme, Vitamine und Wachstumsstoffe.

Weiterhin haben Elemente wie Selen, Natrium, Chlor, Silicium, Aluminium, Cobalt, Nickel, Vanadium, Fluor u.a. - ähnlich den o. g. Mikronährstoffen - Bedeutung für die Ernährung von Pflanzen und/oder Tieren. Da diese Elemente in der Regel in ausreichenden Mengen im Boden vorhanden sind, wird darauf nicht näher eingegangen.

### **1.3. Versorgung der Böden mit Nährstoffen**

#### **1.3.1. Bodenuntersuchung**

Die turnusmäßige Entnahme von Bodenproben für die Bestimmung der Kalk-, Phosphor- und Kaliumversorgung hat nach der Düngeverordnung § 4 mindestens alle 6 Jahre (auf extensivem Dauergrünland mindestens alle 9 Jahre) zu erfolgen. Für die Böden des Landes Brandenburg hat es sich als notwendig erwiesen, auch Magnesium in diese regelmäßige Bodenuntersuchung einzubeziehen. Darüber hinaus können aus den entnommenen Proben die Gehalte weiterer Inhaltsstoffe und physikalische Parameter routinemäßig bestimmt werden.

Voraussetzung für die Gewinnung repräsentativer Ergebnisse einer definierten Fläche ist die sachgerechte Probenentnahme (Anhang). Für die Größe einer zu beprobenden Einheit bei gleicher Bewirtschaftung und homogenen Standortbedingungen wird eine Probenahmefläche bis zu 5 .. 8 ha empfohlen. Bei stark wechselnden Bodenverhältnissen innerhalb großer Schläge ist eine teilflächen-spezifische Beprobung vorzunehmen.

Kleine Bewirtschaftungseinheiten mit vergleichbaren Standortbedingungen und einheitlicher Bewirtschaftung können nach der Düngeverordnung zu maximal 5 ha großen Probeflächen zusammengefasst werden.

Zur Untersuchung der Bodenproben liegen vom Verband der landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) für die verschiedenen Inhaltsstoffe verbindliche Analysenmethoden vor. Die Auswahl der anzuwendenden

Untersuchungsmethoden wird dann von den Ländern unter Berücksichtigung der standörtlichen, insbesondere der geologischen Verhältnisse und langjähriger Untersuchungen in Feldversuchen festgelegt. Dadurch bedingt, lassen sich die Ergebnisse von Bodenuntersuchungen verschiedener Einrichtungen nicht in jedem Fall miteinander vergleichen.

Im Land Brandenburg erfolgt die Untersuchung landwirtschaftlich genutzter Böden nach Methoden, die durch langjährige Feld- und Eichversuche geprüft wurden und in ihrer Aussage die Standortbedingungen am deutlichsten berücksichtigen. Für die Bestimmung von Phosphor und Kalium wird im Land Brandenburg, mit vorwiegend diluvialen Böden, die Doppellactat-(DL)-Methode - wie in den nördlichen Bundesländern allgemein üblich - empfohlen. Weitere Inhaltsstoffe sollten nach den im Anhang (Tab. A 1) angegebenen Methoden des Verbandes der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) bestimmt werden.

In Übereinstimmung mit den Empfehlungen des VDLUFA an das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten werden die pflanzenverfügbaren Nährstoffe des Bodens als Elementwert in mg/100g lufttrockener Boden oder mg/kg TS angegeben. Eine entsprechende Umrechnungstabelle von Element- in Oxidwerte ist im Anhang (Tab. A 2) enthalten.

Für gärtnerische Erden, Kultursubstrate, Komposte u.a. sind gesonderte Methoden nach dem Methodenbuch des VDLUFA anzuwenden.

### **1.3.2 Makronährstoffe und Kalk**

In Abhängigkeit von Bodenart, Humusgehalt und pH-Wert werden die Kalkversorgung des Bodens und die Gehalte an löslichen Nährstoffen in die Gehaltsklassen A-E eingeteilt (Tab. 3). Voraussetzung für die Zuordnung ist, dass neben den vorgegebenen Untersuchungsmethoden die Bodengruppe (nach Tab. 2) eindeutig benannt werden kann. Im Zweifelsfall sollten die Ton- oder Feinanteile durch eine Untersuchung exakt bestimmt werden.

In Abhängigkeit der Gehaltsklasse werden die Reaktionsstufen bzw. die Nährstoffgehalte sowie die zu erwartende Düngewirkung definiert (Tab. 4 u. 5).

Im Rahmen des VDLUFA wurde sowohl für die pflanzenverfügbaren Nährstoffe die Gehaltsklasse C als optimale, anzustrebende Gehaltsklasse als auch für den Reaktionszustand bundesweit die pH-Klasse C angegeben.

Tabelle 3: Gehaltsklasseneinteilung für die Beurteilung des Reaktionszustandes und der Nährstoffversorgung von Böden

Bodenarten- gruppe	BG	Gehalts- klasse	pH-Wert bei Humusgehalten		P <sub>BL</sub>	mg/100 g lufttrockner Boden <sup>1)</sup>			Mg <sub>CAS12</sub>
			< 4 %	> 4 %		K <sub>OL</sub>	Ackerlarid	K <sub>NL</sub> Grünland	
Sand	1	A	< 4,5	≤ 4,2	≤ 3,1	< 3	< 3	< 3	< 2,1
		B	4,6 - 5,3	4,3 - 4,9	3,2 - 5,5	3 - 5	3 - 5	2,2 - 3,5	
		C	<b>5,4 - 5,8</b>	<b>5,0 - 5,4</b>	<b>5,6 - 8,0</b>	<b>6 - 9</b>	<b>6 - 9</b>	<b>3,6 - 5,0</b>	
		D	5,9 - 6,2	5,5 - 5,8	8,1 - 12,0	10 - 15	10 - 18	5,1 - 6,5	
		E	≥ 6,3	≥ 5,9	≥ 12,1	> 15	> 18	≥ 6,6	
schwach lehmniger Sand	2	A	< 4,8	≤ 4,5	≤ 3,1	< 4	< 4	< 2,6	
		B	4,9 - 5,7	4,6 - 5,3	3,2 - 5,5	4 - 7	4 - 6	2,7 - 4,5	
		C	<b>5,8 - 6,3</b>	<b>5,4 - 5,9</b>	<b>5,6 - 8,0</b>	<b>8 - 11</b>	<b>7 - 11</b>	<b>4,6 - 6,5</b>	
		D	6,4 - 6,7	6,0 - 6,3	8,1 - 12,0	12 - 19	12 - 22	6,6 - 8,5	
		E	≥ 6,8	≥ 6,4	≥ 12,1	> 19	> 22	≥ 8,6	
stark lehmniger Sand	3	A	< 5,0	≤ 4,7	≤ 3,1	< 5	< 4	< 3,1	
		B	5,1 - 6,0	4,8 - 5,5	3,2 - 5,5	5 - 8	4 - 7	3,2 - 5,5	
		C	<b>6,1 - 6,7</b>	<b>5,6 - 6,2</b>	<b>5,6 - 8,0</b>	<b>9 - 13</b>	<b>8 - 12</b>	<b>5,6 - 8,0</b>	
		D	6,8 - 7,1	6,3 - 6,7	8,1 - 12,0	14 - 22	13 - 25	8,1 - 10,5	
		E	≥ 7,2	≥ 6,8	≥ 12,1	> 22	> 25	≥ 10,6	
sandiger/ schluffiger Lehm	4	A	< 5,2	≤ 4,9	≤ 3,1	< 6	< 5	≤ 4,1	
		B	5,3 - 6,2	5,0 - 5,7	3,2 - 5,5	6 - 10	5 - 8	4,2 - 7,5	
		C	<b>6,3 - 7,0</b>	<b>5,8 - 6,5</b>	<b>5,6 - 8,0</b>	<b>11 - 15</b>	<b>9 - 15</b>	<b>7,6 - 11,0</b>	
		D	7,1 - 7,4	6,6 - 7,0	8,1 - 12,0	16 - 26	16 - 28	11,1 - 14,5	
		E	≥ 7,5	≥ 7,1	≥ 12,1	> 26	> 28	≥ 14,6	
toniger Lehm bis Ton	5	A	< 5,3	≤ 4,9	≤ 3,1	< 10	< 5	≤ 5,1	
		B	5,4 - 6,3	5,0 - 5,8	3,2 - 5,5	10 - 15	5 - 8	5,2 - 9,5	
		C	<b>6,4 - 7,2</b>	<b>5,9 - 6,7</b>	<b>5,6 - 8,0</b>	<b>16 - 22</b>	<b>9 - 15</b>	<b>9,6 - 14,0</b>	
		D	7,3 - 7,7	6,8 - 7,2	8,1 - 12,0	23 - 39	16 - 29	14,1 - 18,5	
		E	≥ 7,8	≥ 7,3	≥ 12,1	> 39	> 29	≥ 18,6	
Anmoor/ Niedermoor (Humusgehalt > 15%)	6	A	< 3,6		≤ 3,1	< 7	< 7	< 2,1	
		B	3,7 - 4,2		3,2 - 5,5	7 - 12	7 - 10	2,2 - 3,5	
		C	<b>4,3 - 4,7</b>		<b>5,6 - 8,0</b>	<b>13 - 16</b>	<b>11 - 15</b>	<b>3,6 - 5,0</b>	
		D	4,8 - 5,1		8,1 - 12,0	17 - 24	16 - 24	5,1 - 6,5	
		E	> 5,2		≥ 12,1	> 24	> 24	≥ 6,6	

<sup>1)</sup> bei Anmoor und Moor Originalboden

Tabelle 4: **Beschreibung der Reaktionsstufen von Ackerböden und Mineralbodengrünland**

<b>pH-Klasse</b>	<b>Definition</b>	<b>Düngebedarf</b>
<b>A</b>	<b>sehr niedriger pH-Wert</b> sehr hoher Kalkbedarf, erhebliche Beeinträchtigung von Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit, stark erhöhte Verfügbarkeit von Schwermetallen im Boden, signifikante Ertragsverluste. Kalkung hat Vorrang vor anderen Düngungsmaßnahmen	<b>Gesundungskalkung</b>
<b>B</b>	<b>niedriger pH-Wert</b> hoher Kalkbedarf, keine optimalen Bedingungen für Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit, meist noch signifikante Ertragsverluste bei kalkanspruchsvollen Kulturen. Kalkung innerhalb der Fruchtfolge	<b>Aufkalkung</b>
<b>C</b>	<b>optimale, anzustrebende Bodenreaktion</b> geringer Kalkbedarf, optimale Bedingungen, kaum Mehrerträge durch Kalkung. Erhaltung des Versorgungszustandes durch Kalkzufuhr zu kalkanspruchsvollen Kulturen	<b>Erhaltungskalkung</b>
<b>D</b>	<b>hoher pH-Wert</b> kein Kalkbedarf, Erniedrigung der Bodenreaktion durch Unterlassung der Kalkzufuhr	<b>keine Kalkung</b>
<b>E</b>	<b>sehr hoher pH-Wert</b> zu hohe Bodenreaktion, Verfügbarkeit einzelner Nährstoffe kann beeinträchtigt sein. Unterlassung jeglicher Kalkzufuhr, Einsatz physiologisch sauer wirkender Düngemittel zur Erniedrigung des Reaktionszustandes	<b>keine Kalkung</b>

Tabelle 5: **Beschreibung der Gehaltsklassen pflanzenverfügbarer P-, K- und Mg-Gehalte von Ackerböden und Grünland**

<b>Gehaltsklasse</b>	<b>Definition</b>
<b>A</b>	<b>sehr niedriger Gehalt des Bodens</b> Düngung nach Entzug des Pflanzenbestandes und hoher Zuschlag für die Anhebung des Nährstoffgehaltes des Bodens, sehr hoher Düngungseffekt.
<b>B</b>	<b>niedriger Gehalt des Bodens</b> Düngung nach Entzug des Pflanzenbestandes und Zuschlag für die Anhebung des Nährstoffgehaltes in die Gehaltsklasse C, hoher Düngungseffekt.
<b>C</b>	<b>anzustrebender Gehalt des Bodens</b> Am Entzug des Pflanzenbestandes orientierte Düngung = Erhaltungsdüngung, niedriger Düngungseffekt.
<b>D</b>	<b>hoher Gehalt des Bodens</b> Im Verhältnis zum Entzug des Pflanzenbestandes reduzierte Düngung, allgemein kein Düngungseffekt, meistens kein Mehrertrag; Ziel: allmähliche Abnahme des Nährstoffgehaltes bis zur Gehaltsklasse C.
<b>E</b>	<b>sehr hoher Gehalt des Bodens</b> Düngung vorübergehend aussparen, kein Düngungseffekt; Ziel: eine wirksame Nährstoffabschöpfung, regelmäßige Bodenuntersuchung zur Kontrolle erforderlich.

### 1.3.3 Mikronährstoffe

Für die bedarfsgerechte Versorgung der Pflanzen müssen neben den Makronährstoffen auch verschiedene Mikronährstoffe zur Verfügung stehen. Um Mikronährstoffmängeln vorzubeugen, sollten im Rahmen jeder zweiten bis dritten Untersuchung der Hauptnährstoffe auch die Mikronährstoffe in den Böden bestimmt werden.

Die für die Makronährstoffe dargestellte Klassifizierung in Gehaltsklassen und deren Definition gilt sinngemäß auch für die Mikronährstoffe. Bei diesen wird nach der Versorgung allerdings nur in die Gehaltsklassen

A = niedriger,

C = mittlerer, anzustrebender und

E = hoher Bodengehalt

unterschieden (Tab. 6 und 7).

Zu beachten sind unter den Standortbedingungen des Landes Brandenburg bei Ackerböden besonders die Mikronährstoffe Bor und Kupfer. Auf Grünlandböden hingegen ist bei hohen pH-Werten besonders auf die Mangan-Versorgung zu achten. Für Bor, Molybdän und Zink liegen für Grünlandböden keine gesonderten Richtwerte vor. Prinzipiell kann aber davon ausgegangen werden, dass hier auch die Richtwerte von Ackerböden angewendet werden können. Eisen wird als Mikronährstoff im Boden nicht gesondert bestimmt.

Die Mikronährstoffe werden teilweise mit unterschiedlichen Methoden analysiert, die auch andere Ergebnisse liefern, worauf besonders zu achten ist. Im VDLUFA ist in diesem Zusammenhang die Einführung einer einheitlichen Analysenmethodik für alle Mikronährstoffe, der CAT-Methode, geplant. Bei Einführung im Land Brandenburg ist dann ein neues Klassifizierungsschema zu erarbeiten.

Tabelle 6: **Einstufung in Gehaltsklassen für die Versorgung von Ackerböden mit Mikronährstoffen**

Bodenarten- gruppe	BG	Gehalts- klasse	B (heißwasser- löslich)	Cu (EDTA) Humusgehalt		Zn (EDTA)	Mo n. GRIGG
				< 4%	≥ 4%		
			mg/kg lufttrockener Boden <sup>1</sup>				
Sand	1	A	< 0,15	< 1,5	< 2,0	< 1,0	< 6,4
		C	<b>0,15 - 0,25</b>	<b>1,5 - 3,5</b>	<b>2,0 - 4,5</b>	<b>1,0 - 2,5</b>	<b>6,4 - 7,0</b>
		E	> 0,25	> 3,5	> 4,5	> 2,5	> 7,0
schwach lehmiger Sand	2	A	< 0,20	< 1,5	< 2,0	< 1,0	< 6,4
		C	<b>0,20 - 0,30</b>	<b>1,5 - 3,5</b>	<b>2,0 - 4,5</b>	<b>1,0 - 2,5</b>	<b>6,4 - 7,0</b>
		E	> 0,30	> 3,5	> 4,5	> 2,5	> 7,0
stark lehmiger Sand/ sandiger/ schluffiger toniger Lehm	3	A	< 0,25		< 2,0	< 1,5	< 6,8
		C	<b>0,25 - 0,40</b>		<b>2,0 - 4,5</b>	<b>1,5 - 3,0</b>	<b>6,8 - 7,8</b>
		E	> 0,40		> 4,5	> 3,0	> 7,8
Anmoor/ Niedermoor	4	A	< 0,35		< 4,0	< 1,5	< 7,2
		C	<b>0,35 - 0,60</b>		<b>4,0 - 8,0</b>	<b>1,5 - 3,0</b>	<b>7,2 - 8,2</b>
		E	> 0,60		> 8,0	> 3,0	> 8,2
Anmoor/ Niedermoor	6	A	< 0,15		< 2,0	< 0,6	< 5,0
		C	<b>0,15 - 0,25</b>		<b>2,0 - 4,0</b>	<b>0,6 - 1,5</b>	<b>5,0 - 6,0</b>
		E	> 0,25		> 4,0	> 1,5	> 6,0

<sup>1)</sup> bei Anmoor und Moor mg/l Originalboden

<sup>2)</sup> Mo-BZ Molybdän-Bodenzahl = pH-Wert + (10 x mg Mo/kg lutro. Boden)

Tabelle 7: **Einstufung der Manganversorgung in Gehaltsklassen**

Bodenart	BG	Gehalts- klasse	Mn (mg/kg lutro. Boden <sup>1</sup> )						
			pH-Wert	Sulfit-pH 8 Methode			EDTA-Methode		
				< 5,0	5,0 - 5,8	> 5,8	< 5,0	5,0 - 5,8	> 5,8
Sand	1	A	< 2	< 5	< 10	< 10	< 30	< 50	
		C	<b>2 - 4</b>	<b>5 - 10</b>	<b>10 - 20</b>	<b>10 - 30</b>	<b>30 - 50</b>	<b>50 - 70</b>	
		E	> 4	> 10	> 20	> 30	> 50	> 70	
schwach lehmiger Sand	2	A	< 2	< 5	< 10	< 10	< 30	< 50	
		C	<b>2 - 4</b>	<b>5 - 10</b>	<b>10 - 20</b>	<b>10 - 30</b>	<b>30 - 50</b>	<b>50 - 70</b>	
		E	> 4	> 10	> 20	> 30	> 50	> 70	
		pH-Wert	< 5,5	5,5 - 6,4	> 6,4	< 5,5	5,5 - 6,4	> 6,4	
stark lehmiger Sand	3	A	< 5	< 10	< 15	< 15	< 35	< 55	
		C	<b>5 - 10</b>	<b>10 - 15</b>	<b>15 - 25</b>	<b>15 - 35</b>	<b>35 - 55</b>	<b>55 - 75</b>	
		E	> 10	> 15	> 25	> 35	> 55	> 75	
		pH-Wert	unbegrenzt						
sandiger/ schluffiger toniger Lehm bis Ton	4 und 5	A		< 20			< 60		
		C		<b>20 - 30</b>			<b>60 - 100</b>		
		E		> 30			> 100		
		pH-Wert	< 5,5		≥ 5,6	< 5,5		≥ 5,6	
Anmoor/ Niedermoor	6	A	< 5		< 10	< 30		< 50	
		C	<b>5 - 15</b>		<b>10 - 20</b>	<b>30 - 50</b>		<b>50 - 70</b>	
		E	> 15		> 20	> 50		> 70	

<sup>1)</sup> bei Anmoor und Moor mg/l Originalboden

### 1.3.4. Stickstoff

Von den Pflanzennährstoffen ist die Erfassung und Einschätzung der Versorgung mit pflanzenverfügbarem Stickstoff am schwierigsten, hat aber unter dem Aspekt einer umweltverträglichen Landbewirtschaftung eine ganz entscheidende Bedeutung.

Auf Grund der Dynamik bei der Umsetzung der organischen Substanz sowie der Mobilität des gelösten Stickstoffs im Boden sind Aussagen zum Gehalt und dessen Entwicklung für einen längeren Zeitraum nur bedingt möglich. Wesentlich beeinflusst durch die Witterung und in Abhängigkeit von Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen unterliegen die Gehalte im Boden jährlich starken Schwankungen.

Für die Bemessung der Düngung ist der aktuelle N<sub>min</sub>-Gehalt im Boden zu berücksichtigen. Dafür sollte der Landwirt Bodenanalysen von ausgewählten Schlägen, unmittelbar vor dem geplanten Düngungstermin, durchführen lassen. Er kann aber auch auf die jährlich herausgegebenen aktuellen Empfehlungen der zuständigen Behörde zurückgreifen.

Bei einer Laboranalyse der Bodenprobe erfolgt die Untersuchung nach der CaCl<sub>2</sub>-Methode, wobei der Anteil des löslichen Nitratstickstoffes und der leicht verfügbare, sorptiv gebundene Ammoniumstickstoff bestimmt werden. Die Summe der Gehalte an N<sub>min</sub> wird in kg/ha angegeben. Die Probenahme muss mindestens für 2 Schichten (0-30 und 31-60 cm Bodentiefe) erfolgen.

In Auswertung von Versuchsergebnissen und Untersuchungen der Testflächen im Land Brandenburg sind Normalwertbereiche ermittelt worden, die für den Zeitpunkt -Vegetationsbeginn - den langjährigen durchschnittlichen N<sub>min</sub>- Gehalt charakterisieren (Tab.8). Diese Gehalte können als Orientierungswerte zur Beurteilung eigener Untersuchungsergebnisse herangezogen werden.

Tabelle 8: **Durchschnittliche N<sub>min</sub>-Gehalte der Ackerböden in Brandenburg zu Vegetationsbeginn in 0 - 60 cm Tiefe [kg/ha]**

<b>Bodengruppe</b>	<b>Vorfrucht Getreide</b>	<b>sonstige Vorfrüchte (außer Leguminosen)</b>
1	25 - 45	30 - 50
2	30 - 55	40 - 60
3	35 - 70	45 - 80
4 - 5	50 - 100	60 - 110

Die grundwasserbeeinflussten, humosen Sandböden und die als Grünland genutzten Standorte in Brandenburg weisen im Unterschied zu den grundwasserfernen Ackerböden oftmals hohe Ammoniumgehalte auf, die aber kaum ertragswirksam werden. Für diese Standorte reicht deshalb in der Regel die Bestimmung des Nitratstickstoffes aus.

### 1.3.5. Schwefel

Umfangreiche Maßnahmen der letzten Jahre zur Reduzierung von Schadstoffen in der Luft haben dazu beigetragen, dass die Schwefeleinträge in den Boden über diesen Pfad stark zurückgegangen sind. Hinzu kommt, dass bei einem Anfall nur geringer Mengen organischer Dünger, einem veränderten Düngersortiment und zunehmendem Anbau von Fruchtfolgen mit hohem Bedarf die Schwefelversorgung aus dem Bodenvorrat nicht mehr gedeckt werden kann. Damit muss Schwefel, wie die anderen Makronährstoffe auch, gezielt zugeführt werden, um eine ausreichende Versorgung zur Ertrags- und Qualitätssicherung der Pflanzen zu gewährleisten.

S-Mangel kann besonders auftreten:

- in humusarmen, sandigen Ackerböden,
- auf strukturgeschädigten Böden,
- in ländlich geprägten Regionen ohne S-Emissionen,
- auf Flächen ohne organische Düngung (viehlose Betriebe),
- in Fruchtfolgen mit hohem S-Bedarf (Raps, Getreide).

Die Bodenuntersuchung erfolgt gleichzeitig mit der Nmin- Bestimmung und gibt den Gehalt an pflanzenverfügbarem mineralischen Schwefel (Smin) in Form von Sulfat-S an. Dieser gelöste Schwefel unterliegt, wie Nmin, im Boden einer ständigen Dynamik und Verlagerung, die insbesondere von der Witterung abhängig ist.

Somit spiegelt das Ergebnis der Bodenuntersuchung nur einen Anhaltspunkt für Düngungsmaßnahmen wider, da die Verfügbarkeit im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode nicht erfasst wird. In Auswertung bisheriger Erkenntnisse sind unter den hiesigen Bedingungen ca. 40 - 60 kg Smin/ha in der Bodenschicht 0 - 60 cm für alle Fruchtarten ausreichend.

Im Ergebnis der Testflächenuntersuchungen in den Jahren 1995-1999 konnten nur geringe Smin-Gehalte in den Böden ermittelt werden (Tab. 9).

Tabelle 9: **Smin-Gehalte [kg/ha] von Ackerböden in Brandenburg zu Vegetationsbeginn** in 0 - 60 cm Tiefe

Jahr	Standort		
	leicht BG1 (2) Ackerzahl < 30	mittel BG 2 und 3 Ackerzahl 31-50	schwer BG 4 und 5 Ackerzahl > 50
1997	30	49	78
1998	20	28	40
1999	16	24	31

Die notwendigen Düngermengen sollten auf der Grundlage aktueller Smin- Gehalte für die Fruchtarten, insbesondere Winterraps und Qualitätsgetreide, bemessen werden. Dafür sind vom Landwirt selbst Bodenproben von ausgewählten Schlägen, kurz vor dem geplanten Düngungstermin, zu entnehmen oder Pflanzenanalysen (Tab. 31 u. 32) durchführen zu lassen.

#### 1.4. Nährstoffbedarf der Fruchtarten

Für die Ermittlung des Düngebedarfs sind die Erträge und darauf basierende Nährstoffentzüge der Fruchtarten eine entscheidende Größe. Die Fruchtarten stellen teilweise sehr unterschiedliche Ansprüche an Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen. Insbesondere bestimmen Klima, Bodenart und Bodentyp sowie die Bodenreaktion und der Vorrat des Bodens an pflanzenverfügbaren Nährstoffen das Pflanzenwachstum.

Zur Ausbildung der Wurzelmasse sowie der oberirdischen Pflanzenteile werden zur Pflanzenernährung oft wesentlich höhere Nährstoffmengen benötigt, als tatsächlich mit der Ernte von der Fläche abgefahren werden. Außer einer Verlagerung einzelner Nährstoffe während der Vegetationsperiode innerhalb der Pflanze sowie in und auf den Boden verbleiben aber auch Wurzel- und Stoppelrückstände, Ernteverluste oder Nebenprodukte (z.B. Stroh) auf dem Feld. Die in den Ernteprodukten enthaltenen Nährstoffe (Tab. 10) stellen damit nur einen Teil des während der Vegetationsperiode notwendigen Nährstoffbedarfes der Fruchtarten dar. Für die Berechnung des Düngebedarfs sind neben den Nährstoffabfuhrungen mit Ernteprodukten die o.g. Einflussgrößen durch Zu- und Abschläge zu berücksichtigen.

Eine Übersicht über die Nährstoffgehalte weiterer landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzter Fruchtarten ist im Anhang (Tab. A 3) enthalten.

Tabelle 10: Nährstoffgehalte ausgewählter Fruchtarten [kg/dt Ernteprodukt]

Kultur	Erntegut	RP <sup>1)</sup> %	TS <sup>2)</sup> %	N	P	K	Mg
Winterweizen 1:0,9 <sup>3)</sup>	Korn	12	86	1,80	0,35	0,50	0,12
	Stroh		86	0,50	0,13	1,10	0,12
	Korn + Stroh			2,25	0,47	1,50	0,23
Winterweizen 1:0,9	Korn	14	86	2,10	0,35	0,50	0,12
	Stroh		86	0,50	0,13	1,10	0,12
	Korn + Stroh			2,45	0,47	1,50	0,23
Wintergerste 1:0,9	Korn	12	86	1,70	0,35	0,50	0,12
	Stroh		86	0,50	0,13	1,40	0,12
	Korn + Stroh			2,15	0,47	1,76	0,23
Winterroggen 1:0,9	Korn	11	86	1,50	0,35	0,50	0,08
	Stroh		86	0,50	0,10	1,00	0,04
	Korn + Stroh			1,95	0,44	1,40	0,12
Triticale 1:0,9	Korn	12	86	1,80	0,35	0,50	0,12
	Stroh		86	0,50	0,13	1,40	0,12
	Korn + Stroh			2,25	0,47	1,76	0,23
Braugerste 1:0,7	Korn	10,5	86	1,40	0,35	0,50	0,12
	Stroh		86	0,50	0,13	1,40	0,12
	Korn + Stroh			1,75	0,44	1,50	0,20
Hafer 1:1	Korn	11	86	1,50	0,35	0,50	0,12
	Stroh		86	0,40	0,13	1,41	0,06
	Korn + Stroh			1,98	0,52	2,19	0,19

Fortsetzung Tabelle 10							
Kultur	Erntegut	RP <sup>1)</sup> %	TS <sup>2)</sup> %	N	P	K	Mg
Buchweizen 1:2	Korn	12	86	1,90	0,44	0,60	0,20
	Stroh		86	0,60	0,25	2,0	0,20
	Korn+Stroh			3,10	0,94	4,60	0,60
Winterraps 1:2	Korn	23	91	3,30	0,80	0,83	0,30
	Stroh		86	0,55	0,13	1,66	0,09
	Korn + Stroh			4,40	1,06	4,15	0,48
Körnermais 1:0,8	Korn	11	86	1,50	0,35	0,30	0,36
	Stroh		86	1,13	0,11	2,08	0,15
	Korn + Stroh			2,40	0,44	1,96	0,48
Erbsen 1:1	Korn	26	86	3,60	0,48	1,16	0,12
	Stroh		86	1,50	0,13	2,16	0,30
	Korn + Stroh			5,10	0,61	3,32	0,42
Lupinen 1:1	Korn		86	5,00	0,62	1,15	0,22
	Stroh		86	0,48	0,06	1,70	0,13
	Korn + Stroh			5,48	0,68	2,85	0,35
Sonnen- blumen 1:1,5	Korn	20	91	2,80	0,70	2,00	0,40
	Stroh		86	1,50	0,40	4,15	0,30
	Korn + Stroh			5,05	1,30	8,22	0,85
Öllein 1:1,5	Korn		91	3,50	0,52	0,83	0,48
	Stroh		86	0,53	0,09	1,16	0,04
	Korn + Stroh			4,30	0,65	2,57	0,54
Hanf	Ganzpflanze		100	1,37	0,23	1,20	0,24
Kartoffeln 1:0,2	Knollen		FM <sup>4)</sup>	0,35	0,06	0,50	0,02
	Kraut		10	0,20	0,02	0,30	0,05
	Knollen+			0,39	0,06	0,56	0,03
	Kraut						
Zuckerrüben 1:0,7	Rüben		FM	0,18	0,04	0,21	0,05
	Blatt		10	0,40	0,05	0,59	0,06
	Rüben + Blatt			0,46	0,08	0,62	0,09
Silomais	Ganzpflanze		100	1,20	0,26	1,29	0,12
Silomais			30	0,36	0,08	0,39	0,04
CCM Mais	Ganzpflanze		100	1,68	0,32	0,48	
Luzerne	Ganzpflanze		100	3,50	0,35	2,70	0,31
Ackergras	Ganzpflanze		100	2,00	0,26	2,60	0,14
Grassamen 1:8	Samen		86	2,46	0,40	0,50	0,13
	Stroh		86	1,50	0,13	2,16	0,24
	Samen+Stroh			14,4	1,44	17,8	2,05

<sup>1)</sup> RP = Rohprotein in der TS

<sup>2)</sup> TS = Trockensubstanz

<sup>3)</sup> Verhältnis Hauptprodukt zu Nebenprodukt

<sup>4)</sup> FM = Frischmasse

Die Bemessung der Nährstoffzüge auf Dauergrünland ist von der Nutzungsart und der Nutzungsintensität abhängig (Tab.11).

Tabelle 11: **Mittlerer Entzug an Nährstoffen auf dem Grünland** [kg/ha]

Nutzung	Ertrag	N	P	K	Mg
<b>Schnittnutzung<sup>1)</sup></b>	30 dt TS/ha	75	9	60	6
	45 dt TS/ha	112	14	90	12
	100 dt TS/ha	250	30	200	28
<b>Weide<sup>2)</sup></b>	500 kg Fleisch	12	3	1	1
	10000 l Milch	56	10	16	1

<sup>1)</sup>Bruttoentzug

<sup>2)</sup>Nettoentzug = Bruttoentzug - Rücklieferung über Kot und Harn

## 1.5. Pflanzenanalyse

Neben der Bestimmung pflanzenverfügbarer Nährstoffe und der Mikronährstoffe im Boden zur Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen bietet die Pflanzenanalyse die Möglichkeit, den unmittelbaren Ernährungszustand der Pflanzen mit Makro- und Mikronährstoffen zu bestimmen. Neben dem allgemeinen Versorgungszustand der Pflanzen können damit recht zuverlässig auch Mangel- oder Fehlernährungen, oder auch Überangebote an Hauptnährstoffen und Spurenelementen ermittelt werden. Dabei kommt der sachgerechten Probenahme und der Vorbereitung der Probe zur Analyse besondere Bedeutung zu, weil die Nährstoffgehalte innerhalb der Pflanze, zwischen den Entwicklungsstadien und den verschiedenen Teilen variieren.

Für ausgewählte Fruchtarten werden nachfolgende Probenahmeterminale und zu entnehmende Pflanzenorgane für die Nährstoffuntersuchung empfohlen (Tab. 12).

Tabelle 12: **Probenahmezeitraum und Pflanzenteile für eine Nährstoffuntersuchung von ausgewählten Fruchtarten**

Fruchtart	BBCH-Code Zeitraum der Probenahme	Probenahmeorgan
<b>Getreide</b>	BBCH 28-41, Ende der Bestockung bis Ende der Schossphase	gesamte oberirdische Pflanze
<b>Wi-Raps</b>	BBCH 55-65 Knospenstadium bis Vollblüte	gerade vollentwickelte Blätter
<b>Silomais</b>	BBCH 51-65 Beginn Rispenstadium bis Blüte	mittlere Blätter Kolbenblätter
<b>Gräser</b>	BBCH 61, Blühbeginn	ges. oberirdische Pflanze
<b>Kartoffeln</b>	BBCH 51-59, Knospenstadium bis Knollenbildung	voll entwickelte Blätter

Für eine große Anzahl von landwirtschaftlichen Kulturen liegen aus mehrjährigen Untersuchungen Richtwerte über Nährstoffgehalte von Bergmann und der TLL Jena vor (Tab. 13).

Tabelle 13: Ausreichende Nährstoffgehalte in ausgewählten Fruchtarten (gerundete Werte)

Fruchtart	Probenahmeorgan	Entwicklungsstadium	% in TS <sup>1)</sup>							mg/kg TS			
			N	P	K	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn		
Winterroggen	gesamte oberirdische Pflanze	BBCH 28-29, Ende Bestockung BBCH 39-41, Schossende	2,7-5,5	0,35-0,80	3,0-4,5	0,08-0,20				30-140	20-75		
			1,7-3,1	0,20-0,50	2,8-4,1	0,07-0,20				20-130	15-60		
sonst. Wintergetreide	gesamte oberirdische Pfl.	BBCH 28-29 BBCH 39-41	2,7-5,5	0,30-0,70	3,4-5,0	0,08-0,24	0,2-			6-17	30-140		
			1,5-3,3	0,20-0,45	2,8-4,3	0,07-0,20	0,3			4-13	25-140		
Sommergerste	gesamte oberirdische Pfl.	BBCH 28-29 BBCH 39-41	2,9-6,0	0,35-0,70	3,2-5,5	0,10-0,20				5-16	30-140		
			1,8-3,5	0,30-0,55	2,1-4,6	0,08-0,15				4-14	25-130		
Hafer	gesamte oberirdische Pfl.	BBCH 28-29 BBCH 39-41	2,6-5,0	0,35-0,70	3,6-6,7	0,10-0,25				5-16	35-150		
			1,7-3,0	0,20-0,50	2,8-5,6	0,09-0,17				4-14	20-130		
Winterraps	gerade vollentw. Blätter	BBCH 55, Knospenstadium BBCH 65, Vollblüte	4,1-5,5	0,40-0,73	2,3-4,8	0,18-0,36	0,5-0,7			16-60	28-150		
			3,9-5,3	0,27-0,60	2,3-4,6	0,21-0,42				20-50	20-150		
Silomais	mittlere Blätter Kolbenblätter	BBCH 32-34, 40-60 cm BBCH 65, Blüte	3,5-5,0	0,30-0,50	3,1-5,0	0,16-0,50			7-30	5-17	40-160		
			2,8-3,5	0,16-0,35	2,0-4,0	0,16-0,50				6-60	8-16		
Kartoffeln	gerade vollentw. Blätter	BBCH 51-59 Knospenstadium BBCH 40-48 Knollenbildung	5,1-6,8	0,35-0,70	4,5-7,0	0,22-0,50			20-60		40-200		
			3,2-4,6	0,25-0,55	3,5-5,7	0,30-0,72				20-50	30-200		
Zuckerrüben	spreiten von vollentw. Blättern	BBCH 15-19, E VI BBCH 39-43, E VIII	4,3-5,9	0,32-0,62	3,5-6,6	0,30-1,10			31-100	5-17	40-200		
			3,4-4,9	0,28-0,50	2,4-5,4	0,30-1,10				31-100	5-16		
Luzerne	gesamte oberirdische Pfl.	BBCH 51-59 BBCH 60-69, Blüte	3,2-4,5	0,30-0,65	2,0-4,0	0,25-0,90			30-80	7-20	35-150		
			2,3-3,3	0,20-0,50	1,5-3,0	0,17-0,70				30-80	6-18		
Rotklee	gesamte oberirdische Pfl.	BBCH 51-59 Knospenstadium BBCH 60-69, Blüte	2,5-4,0	0,26-0,55	2,0-3,5	0,25-0,70			20-60	7-20	35-150		
			1,9-3,0	0,18-0,45	1,8-3,0	0,18-0,50				20-60	6-18		
Gräser	gesamte oberirdische Pfl.	BBCH 61 Blühbeginn	2,4-4,0	0,25-0,60	2,0-4,0	0,10-0,60			5-15	28-140			

1) TS = Trockensubstanz

## 2. Düngebedarfsermittlung und Anwendung von Düngemitteln

### 2.1. Grundsätze

Die Düngung nach guter fachlicher Praxis ist nach Art, Menge und Zeit auf den Bedarf der Pflanzen und des Bodens unter Berücksichtigung der im Boden verfügbaren Nährstoffe und der organischen Substanz sowie der Standort- und Anbaubedingungen auszurichten (§ 1a DMG). In Umsetzung des Düngemittelgesetzes (DMG) sind nach der Düngeverordnung (DVO, § 2, Abs. 1) die Düngemittel im Rahmen guter fachlicher Praxis zeitlich und mengenmäßig so auszubringen, dass:

- die Nährstoffe von den Pflanzen weitestgehend ausgenutzt werden können und
- Nährstoffverluste bei der Bewirtschaftung sowie damit verbundene Einträge in die Gewässer weitestgehend vermieden werden.

Im Einzelnen sind:

- stickstoffhaltige Düngemittel so auszubringen, dass die Nährstoffe während des Wachstums in einer am Bedarf orientierten Menge verfügbar werden,
- für die Ausbringung nur solche Geräte einzusetzen, die eine sachgerechte Mengenebemessung und Verteilung sowie verlustarme Ausbringung gewährleisten,
- ausreichende Abstände zu benachbarten Flächen und Oberflächengewässern einzuhalten,
- stickstoffhaltige Dünger nicht auf wassergesättigten, tiefgefrorenen oder stark schneebedeckten Böden auszubringen.

Nach der Düngeverordnung gilt der Boden als **wassergesättigt**, wenn die Wasserkapazität, bezogen auf die Ackerkrume, überschritten wird. Dies ist unter anderem daran erkennbar, dass auf ebener Fläche Wasserlachen sichtbar sind oder die Befahrbarkeit bei frostfreiem Boden, ohne Schäden zu verursachen, nicht möglich ist.

Ein Boden gilt als **tiefgefroren**, wenn der Frost tiefer als 15 cm (gemessen von der Oberfläche) in den Boden eingedrungen ist. Eine Aufnahmefähigkeit für stickstoffhaltige Düngemittel kann allerdings unter Berücksichtigung der Standort- und Witterungsbedingungen auch dann schon gegeben sein, wenn die Bodenoberfläche aufgetaut ist, obgleich der Boden darunter noch gefroren ist. Eine Düngung zu diesem Zeitpunkt ist zulässig, wenn Abschwemmungen und Strukturschäden der Böden verringert werden können.

**Stark schneebedeckt** sind Flächen, wenn die Schneehöhe mehr als 15 cm beträgt. Bei einer Schneehöhe zwischen 5 und 15 cm sind für die Düngergaben die Schneekonsistenz, die zu erwartende Witterung und der Bodenzustand zu berücksichtigen.

Die Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft dürfen nach § 3 der DVO nur bis in Höhe von 170 kg N/ha auf den Ackerflächen und bis 210 kg N/ha auf dem Grünland, bezogen

auf den Betriebsdurchschnitt, ausgebracht werden. Das bedeutet aber nicht, dass bei einer einmaligen Gabe auf der Fläche nicht höhere Mengen angewandt werden dürfen.

Gülle, Jauche, Geflügelkot und flüssige Sekundärrohstoffdünger sind mit geeigneter Technik und möglichst bodennah auszubringen.

Um die Verluste an Stickstoff durch Ammoniakemissionen gering zu halten, ist auf unbestellten Ackerflächen eine möglichst unverzügliche Einarbeitung in den Boden vorzunehmen. Bei der Ausbringung am Abend hat die Einarbeitung spätestens am folgenden Vormittag zu erfolgen. Die Ausbringung der Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft sollte möglichst bei kühler und feuchter Witterung erfolgen, da unter diesen Bedingungen geringere Stickstoffverluste zu erwarten sind. Auf Grund einer erhöhten Auswaschungsgefahr dürfen im Herbst die mit diesen Düngemitteln ausgebrachten Nährstoffe eine Zufuhr von 80 kg Gesamt-N/ha bzw. 40 kg Ammonium-N/ha nicht überschreiten. Ein generelles Ausbringeverbot für diese Düngemittel besteht zwischen dem 15. November und 15. Januar des folgenden Jahres.

Auf Ackerland bildet die Bestimmung des mineralischen Stickstoffes (N<sub>min</sub>) im Boden in Verbindung mit der Ertragerwartung eine wesentliche Grundlage für die Ermittlung des Stickstoffbedarfes der Fruchtarten. Dagegen hat sich auf Niedermoor- und Mineralbodengrünland die Düngung nach Entzug bewährt.

Im Vergleich mit den ausreichenden Makronährstoff- und Mikronährstoffgehalten kann dann entschieden werden, ob unverzüglich Düngungsmaßnahmen zur Korrektur der Nährstoffversorgung erforderlich und sinnvoll sind. Problematisch dabei ist allerdings, dass die bei späten Probenahmeterminen festgestellten Mängel mit Düngungsmaßnahmen nicht mehr in jedem Fall beseitigt werden können.

Neben der allgemeinen Pflanzenanalyse, bei der überwiegend die wesentlichen Nährstoffe im Labor bestimmt werden, hat in den letzten Jahren die N-Pflanzenanalyse im Getreideanbau zur ertrags- und qualitätsorientierten N-Düngung innerhalb der Vegetationsperiode besondere Bedeutung erlangt.

Neben der Bestimmung des Gesamtgehaltes an Stickstoff durch Laboranalysen werden für die Bemessung der N-Düngung zunehmend andere Bestimmungsverfahren wie der Nitrat-Schnelltest, die Messung der Farbintensität mittels Chlorophyllmeter u. a. angewandt.

Diese Verfahren haben den Vorteil, dass auf dem Feld bzw. am Feldrand gewonnene Messdaten sofort in den N-Bedarf der Pflanze umgerechnet werden und unmittelbar die Düngung erfolgen kann. Grundvoraussetzung für die Anwendung dieser Düngeverfahren ist allerdings, dass das Ertragspotential des Bodens bekannt ist und alle anderen Nährstoffe, insbesondere S und Mg, nicht zum limitierenden Faktor für den Ertrag werden.

Bei Anwendung modernster Technik, dem Hydro-N-Tester, gekoppelt mit digitaler, satellitengestützter Standortbestimmung (DGPS-Messung), kann, wenn entsprechende Bodenkarten und notwendige schlagspezifische Daten unterlegt sind, auch teilflächenspezifisch im Online-Verfahren die Messung und Düngung durchgeführt werden.

### **3. Organische Düngung**

Die Zufuhr organischer Dünger ist wesentlicher Bestandteil des landwirtschaftlichen Stoffkreislaufes Boden - Pflanze - Tier - Boden und dient der Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit sowie der Substitution der mit den Fruchtarten entzogenen Nährstoffe. Nur durch eine regelmäßige Zufuhr an organischer Substanz in Form von Stalldung, Gülle, Stroh, Ernterückständen und/oder den Anbau von Leguminosen oder mehrjährigen Futterpflanzen kann ein ausreichender Humusgehalt im Boden und damit die Reproduktion der organischen Substanz gesichert werden. Die in diesen organischen Düngern enthaltenen Nährstoffe sind bei der Bemessung der Düngung zu berücksichtigen.

Nur die darüber hinaus benötigten Nährstoffe sind durch Mineraldünger zu ergänzen.

#### **3.1. Anfall und Zusammensetzung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft**

Die Mengen und die Zusammensetzung der Nährstoffe in den organischen Düngern aus der Tierhaltung werden im Wesentlichen durch die Fütterung, die Tierart und die Ausnutzung des Futters durch die Tiere bestimmt.

In Abhängigkeit von der Bewirtschaftung der Stallanlage, der Haltungsform und dem Einsatz von Einstreustoffen, überwiegend Stroh, wird die Art und Menge der Wirtschaftsdünger, ob Gülle oder Stallmist und Jauche bestimmt.

Bei einstreuloser Tierhaltung werden die Tiere in der Regel auf Spaltenböden gehalten und es fällt Gülle an. Das ist ein Kot-Harn-Gemisch mit mehr oder weniger Wasser, in dem Futterreste enthalten sein können.

Im Unterschied dazu entstehen bei Haltungsverfahren mit Einstreu Stallmist und Jauche. Deren Mengen werden im Wesentlichen durch den Einstreubedarf und die Haltungsformen bestimmt. Während bei geringen Einstreumengen und täglicher Entmistung der Stallanlage wenig Stallmist mit geringen Trockensubstanzgehalten und viel Jauche anfällt, ist bei hohen Einstreumengen und langer Lagerdauer im Stall (Tiefstall) mit mehr Stallmist und weniger Jauche zu rechnen.

Die Art der Wirtschaftsdünger, ob Gülle oder Stallmist und Jauche, hat entscheidenden Einfluss auf deren Verwertung und die Ausnutzung der darin enthaltenen Nährstoffe.

Bei der Bemessung der Düngergabe und der Erstellung von Nährstoffvergleichen ist nach der Düngeverordnung der Gehalt der auszubringenden Wirtschaftsdünger

an Gesamtstickstoff, Phosphor und Kalium, im Fall von Gülle zusätzlich Ammoniumstickstoff

- auf der Grundlage von Untersuchungen oder
- durch Anwendung geeigneter Berechnungs- und Schätzverfahren oder
- durch Richtwerte, die auf fachspezifischen Erkenntnissen beruhen und die Verhältnisse des Einzelbetriebes berücksichtigen,

zu ermitteln (DVO § 4, Abs. 5).

Um den Nährstoffanfall der Tierarten und Haltungsformen vergleichen zu können, sind diese in Großvieheinheiten (GV) berechnet worden. Eine GV entspricht dabei etwa 500 kg Lebendmasse (LM) (Tab. 14).

Tabelle 14: **Umrechnungsschlüssel für den GV-Besatz**

<b>Tiere</b>	<b>mittl. Lebendmasse [kg]</b>	<b>Alter/Gewicht</b>	<b>GV</b>
<b>Rinder</b>			
Kälber	70	bis 3 Monate	0,15
Jungvieh	140	3 bis 6 Monate	0,30
Bulle	310	125 ... 600 kg, 1,3 Jahre	0,60
weibl. Jungvieh	250	6 bis 12 Monate	0,50
Färse	310	5 ... 27 Monate	0,60
Rinder	500	mehr als 2 Jahre	1,00
<b>Schweine</b>			
Ferkel	18	8 bis 25 kg	0,04
Vormast	30	bis 50 kg LM	0,06
Mastschweine	65	25 ... 110 kg LM	0,13
Mast und Zucht	80	>50 kg LM	0,16
Sau	175	güste und niedertragende	0,35
Sau, 18 aufg. Ferkel	215	ferkelführende Sauen (Ferkel ≤ 8 kg)	0,43
<b>weitere Tierarten</b>			
Pferd, Aufzucht	250	6 ...36 Monate	0,50
Reitpferde	500	ab 3 Jahre	1,00
Schafe und Ziegen	50	über 1 Jahr	0,10
Mutterschafe und -ziegen	80	mit Nachzucht	0,16
100 Legehennen	160	1800 kg Eier	0,32

Der Futtereinsatz in der Tierhaltung stellt eine verlässliche Grundlage für die Ermittlung des Nährstoffanfalls mit den Exkrementen Kot und Harn dar. Unter Berücksichtigung der Tierart, der Haltings- und Leistungsgruppen sowie der Fütterung ist mit dem im Anhang, Tabelle A4, dargestellten Nährstoffanfall zu rechnen.

Zur Orientierung kann von mittleren Anfallmengen und Gehalten je GV ausgegangen werden (Tab. 15 und 16).

**Tabelle 15: Anfall und Zusammensetzung von Stallmist und Jauche**  
[kg/t Frischmasse]

Dungart	Menge je GV <sup>1)</sup> [t/a]	TS [%]	N	NH <sub>4</sub> -N	P	K	Mg
Rindermist, Milchvieh	11	25	5,9	1,2	1,5	4,7	0,8
Rindermist, Mast	10	20	6,5	1,8	1,6	6,5	0,9
Rinderjauche, Milchv.	8	1,6	2,4	1,6	0,1	3,5	0,1
Schweinemist	5	25	11	5,1	3,6	6,6	1,3
Schweinejauche	4	1,1	2,5	1,6	0,1	2,5	0,2
Geflügelmist	10	45	17		5,6	8,5	2,3
Geflügeltrockenkot	8	45	20		7,0	10	2,9
Schafmist, Tiefstall	12	25	9,5	4,1	2,2	13,2	1,1
Pferdemist	10	25	4,0	1,2	1,4	4,8	1,0

<sup>1)</sup>GV = Großvieheinheit nach Tabelle 14

**Tabelle 16: Anfall und Zusammensetzung von Gülle** [kg/t Frischmasse]

Tierart	Menge je GV [t/a]	TS [%]	N	NH <sub>4</sub> -N	P	K	Mg
Milchvieh	23	10	3,8	1,7	1,0	4,7	0,6
	29	8	3,0	1,3	0,8	3,8	0,5
	38	6	2,3	1,0	0,6	2,8	0,4
Mastbulle	18	10	4,7	2,0	1,2	4,1	0,7
	23	8	3,8	1,6	1,0	3,3	0,6
	30	6	2,8	1,2	0,7	2,5	0,4
Schweine	11	10	6,7	3,2	1,6	2,9	1,1
	14	8	5,4	2,6	1,3	2,3	0,9
	21	6	4,0	2,0	1,0	1,7	0,7
Geflügel	22	15	9,0	5,4	2,4	3,7	1,0
	33	10	6,0	3,6	1,6	2,5	0,7
	41	8	4,8	2,9	1,3	2,0	0,5

Güllen mit TS-Gehalten  $\leq 6$  % neigt stark zur Entmischung, so dass deren tatsächliche Nährstoffgehalte in sehr weiten Grenzen schwanken können. Die festen Stoffe enthalten mehr Phosphor und die Flüssigkeit höhere Anteile an

mineralischem Stickstoff und Kalium. Deshalb ist vor der Ausbringung dieser Güllen eine Homogenisierung Voraussetzung für eine gleichmäßige Nährstoffverteilung.

### **3.2. Düngewirkung der Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft**

Die in den Wirtschaftsdüngern enthaltenen Nährstoffe und die organische Substanz haben Bedeutung sowohl für die Nährstoffversorgung der Pflanzen als auch für die Reproduktion der organischen Substanz des Bodens. Daher sind diese organischen Düngemittel bevorzugt auf dem Ackerland anzuwenden. Nähere Hinweise dazu sind der Broschüre „Effektive und umweltverträgliche organische Düngung“ (MELF, 1999) zu entnehmen.

Die in diesen Düngern enthaltenen Nährstoffe können nur ausgenutzt werden, wenn abgesichert ist, dass sie entsprechend den Vorschriften der Düngerverordnung (vgl. 2.1.) möglichst verlustarm ausgebracht und unmittelbar in den Boden eingearbeitet werden. Bei Ausbringung unter ungünstigen Witterungsbedingungen (Sonnenschein, warm) können innerhalb weniger Stunden Verluste an Stickstoff in Größenordnungen von weit über 25 % auftreten. Der im Wirtschaftsdünger als  $\text{NH}_4\text{-N}$  vorliegende Stickstoff kann dabei nahezu vollständig verloren gehen und zudem die Atmosphäre mit klimarelevanten Gasen belasten.

Die Nährstoffe aus den Wirtschaftsdüngern, die dann tatsächlich in den Boden eingetragen werden, sind auf Grund ihrer Bindungsform im Unterschied zu den Mineraldüngern nicht vollständig pflanzenverfügbar. Deshalb werden für die Quantifizierung der Nährstoffwirkung aus organischen Düngern Mineraldüngeräquivalente (MDÄ) zugrunde gelegt. Das MDÄ gibt an, wieviel kg Mineraldünger, der zum optimalen Zeitpunkt ausgebracht wurde, die gleiche Ertragswirkung hat wie 100 kg des betreffenden Nährstoffes aus organischen Düngern. Das MDÄ wird vor allem beeinflusst von Bodenart, Anwendungstermin, Witterung und Fruchtart.

Phosphor aus Wirtschaftsdüngern kann langfristig von den Pflanzen ähnlich dem Mineraldünger ausgenutzt werden und weist demzufolge ein MDÄ von 100 auf. Kalium kann insbesondere auf grundwasserbestimmten Standorten sowie in Sandböden und in Niedermoor in Abhängigkeit vom Ausbringungszeitpunkt der Auswaschung bzw. Verlagerung unterliegen. Das ist besonders bei Gülleanwendung im Herbst auf Sandböden zu beachten.

Die Wirkung des Stickstoffs aus organischen Düngern hängt wesentlich von dem Anteil an Ammonium-N ab. In Stallmist und anderen Festmistern sind das zwischen 10 und 25 %. Da von dem organisch gebundenen Stickstoff innerhalb der ersten Vegetationsperiode auch nur ein Teil pflanzenwirksam wird, ist bei der Stallmistanwendung, unabhängig davon, ob die Ausbringung im Herbst oder Frühjahr erfolgt, mit einem MDÄ von 30 zu rechnen.

In Rindergülle beträgt der Ammoniumanteil am Gesamtstickstoff 40...50 % und in Schweine- und Geflügelgülle zwischen 50 und 70 %.

In Jauche sind teilweise sehr hohe Anteile an Ammonium-N am Gesamt-N sowie beachtliche Mengen an Kalium enthalten, die weitgehend pflanzenverfügbar sind. Bei einem kontinuierlichen Gülleanfall sowie begrenzter Lager- und Ausbringe-kapazitäten kann die Gülle nicht immer zum pflanzenbaulich optimalen Termin ausgebracht werden. Dabei ergeben sich für Güllestickstoff die in Tabelle 17 ausgewiesenen MDÄ.

**Tabelle 17: Mineraldüngeräquivalente für Güllestickstoff in Abhängigkeit von Ausbringungszeit, Bodengruppe und Fruchtart**

Fruchtartengruppen	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jan.	Feb. April	Mai-Aug.
BG <sup>1)</sup>	1 ... 5	1 ... 5	1 ... 5	1 ... 5	1 ... 5	1... 5	1 ... 5
Wintergetreide, Winterraps	20...40	25...40	30...50	35...50	50...60	60	
Sommer-Getreide, einj. Futterpflanzen	15...30	20...40	25...50	35...50	50...60	60	40
Winterzwischenfrüchte	15...40	20...40	30...50	40...50	50	40	
Hackfrüchte	15...40	20...40	30...50	40...50	50	60	60
Acker-, Klee-gras	20...40	30...50	40...50	40...55	50	50	35

<sup>1)</sup> Die niedrigeren Werte sind für sandige Böden, die höheren für Lehm- und Tonböden anzuwenden.

Der höchste N-Düngungseffekt wird bei Verwertung der Gülle im Frühjahr, unabhängig von der Bodenart erzielt. Bei späterer Gülleausbringung, im Zeitraum Ende April bis Ende Mai ist eine Ausbringung nur noch zu Kulturen sinnvoll, die nach dem Ausbringungszeitpunkt noch einen nennenswerten N-Entzug realisieren. Die Gülleausbringung im Herbst darf nur auf Flächen erfolgen, auf denen Winterkulturen oder Zwischenfrüchte angebaut werden. Von diesen Pflanzen kann im Herbst nur eine begrenzte Menge Stickstoff aufgenommen werden, so dass die Ausbringemenge auch auf 40 kg NH<sub>4</sub>-N oder 80 kg Gesamt-N je ha zu beschränken ist. In Kombination mit einer Strohdüngung kann der Ammoniumstickstoff der Gülle im Boden weitgehend konserviert und vor Auswaschung geschützt werden. Der Einsatz von sogenannten Stickstoffinhibitoren (z. B. Dicyandiamid), die eine Nitrifizierung von Ammonium-N im Boden zeitlich verzögern, kann dazu beitragen, die Wirksamkeit des Stickstoffs aus Gölledüngung zu erhöhen.

Wenn im Ackerbau keine andere Möglichkeit besteht, können Gülle oder Jauche auf dem Grünland oder auf Mähflächen ausgebracht werden. Die Höhe der Einzelgabe sollte dabei max. 25 m<sup>3</sup>/ha betragen, wobei Neuansaat im ersten Jahr nicht mit Gülle gedüngt werden sollten. Auf Mähweiden sind organische Dünger vorzugsweise auf den zunächst zu mähenden und erst später zu beweidenden Flächen einzusetzen.

### 3.3. Düngewirkung von Stroh, Zwischenfrüchten und Leguminosen

Zur Erhaltung der Fruchtbarkeit der Böden sind alle Möglichkeiten zur Reproduktion der organischen Substanz auszuschöpfen. Das gilt insbesondere für viehlose Betriebe und solche mit einem geringen Tierbesatz unter 0,5 GV/ha. Neben der Strohdüngung kommt dabei dem Zwischenfruchtanbau, der Gründüngung und dem mehrjährigen Feldfutteranbau sowie dem Anbau von Leguminosen erhebliche Bedeutung zu.

Gegenwärtig werden über 60 % der Ackerfläche des Landes mit Halmfrüchten bestellt, so dass mit der **Verwertung des** dabei anfallenden **Strohes** auf den Flächen der entscheidende Beitrag zur Reproduktion der organischen Substanz geleistet werden kann. Da Stroh ein sehr weites C:N-Verhältnis von 50-80:1 aufweist, kann zu dessen Umsetzung im Boden ein N-Ausgleich bis zu 0,75 kg N/dt Stroh erforderlich sein. Ob und wann der N-Ausgleich verabreicht werden muss, hängt von dem N-Düngungsniveau, dem Gehalt an mineralischen Stickstoff im Boden, dem Zeitpunkt der Strohverwertung und dem N-Bedarf der nachfolgenden Fruchtart ab. So kann bei einem hohen N-Düngungsniveau oder einer witterungsbedingt schlechten Ausnutzung des Stickstoffs durch die Vorfrucht davon ausgegangen werden, dass bei Strohdüngung ohne N-Ausgleich im Herbst der im Boden vorliegende mineralische Stickstoff gebunden wird. Im Frühjahr kann dann die N-Düngergabe für die Fruchtart unter Berücksichtigung der Nmin-Gehalte des Bodens berechnet werden.

Beim Anbau von **Zwischenfrüchten und** ein- oder mehrjährigen **Feldfutterpflanzen** werden erhebliche Mengen an organischer Substanz in Form von Ernte- und Wurzelrückständen gebildet, die nach Einarbeitung in den Boden wesentlich zur Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit beitragen.

Näherungsweise kann davon ausgegangen werden, dass nach dem Umbruch der Zwischenfrüchte mit Umsetzung der organischen Substanz **10...20 kg N/ha** für die nachfolgende Fruchtart im Boden freigesetzt werden. Beim Anbau mehrjähriger Futterpflanzen sind das etwa **30...50 kg N/ha**.

Beim Anbau von Pflanzen zur **Gründüngung** werden die im Boden vorhandenen pflanzenverfügbaren Nährstoffe von diesen Fruchtarten aufgenommen und vor Verlagerung bzw. Auswaschung geschützt. Nach Einarbeitung der organischen Substanz in den Boden können dann von der nachfolgenden Fruchtart die Nährstoffe ausgenutzt werden.

Der Anbau von Zwischenfrüchten ist dabei gleichzeitig mit der Vermeidung von Schwarzbrache und somit einem aktiven Schutz des Bodens vor Wind- und Wassererosion verbunden.

Der Anbau von **Leguminosen** kann als wesentliche Stickstoffquelle zur Ausnutzung von Luftstickstoff für die Ernährung dieser Pflanzen und der nachfolgenden Fruchtarten genutzt werden. Die Angaben für die N-Bindung der Leguminosen sind

teilweise widersprüchlich. Das resultiert daraus, dass nicht der gesamte, in legumen Pflanzen eingebaute Stickstoff aus der N-Bindung resultiert, sondern Stickstoff teilweise aus dem Boden aufgenommen wird. Gleichzeitig kann aber der in den Wurzelmassen symbiotisch gebundene Stickstoff nicht eindeutig quantifiziert werden.

Die Höhe der N-Bindung der legumen Pflanzen wird somit bestimmt durch:

- die Höhe des Ernteertrages,
- den Anteil der symbiotischen N-Bindung am Gesamt-N-Entzug der Pflanzen,
- die Menge der Wurzelmasse im Verhältnis zum Ertrag und
- den Anteil der symbiotischen N-Bindung des in der Wurzelmasse enthaltenen Stickstoffs.

In Abhängigkeit vom Ertrag kann nach Untersuchungen der Landesanstalt für Landwirtschaft in Sachsen von einem teilweise beachtlichen N-Entzug und einer unterschiedlich hohen legumen N-Bindung verschiedener Kulturen ausgegangen werden (Tab. 18).

**Tabelle 18: N-Entzüge und N-Bindung ausgewählter Leguminosen**

Fruchtart	Ertrag		N-Gehalt	N-Entzug	legume N-Bindung <sup>1)</sup>	
		dt/ha	kg/dt FM	kg/ha	kg/dt FM	kg/ha
Körnerleguminosen,						
Lupinen	Korn	25	3,50	88	4,00	100
Erbsen	Korn	40	3,60	144	4,40	175
Ackerbohnen	Korn	40	4,10	164	5,00	200
Futterleguminosen,						
Luzerne	FM	500	0,60	300	0,80	400
Luzernegras (50:50)	FM	500	0,54	270	0,40	200
Klee	FM	400	0,55	220	0,70	280
Kleegras (50:50)	FM	400	0,52	210	0,35	140
Futterzwischenfrüchte, Leguminosengemenge	mittlerer Ertrag	150	0,55	85	0,35	55

<sup>1)</sup>legume N-Bindung beinhaltet die N-Menge im Ernteertrag und in den Ernte- und Wurzelrückständen

Die Differenz aus N-Entzug und legumer N-Bindung ist dann die Menge an Stickstoff, die nach Einarbeitung und Umsetzung der Ernte- und Wurzelrückstände im Boden von den nachfolgenden Kulturen zusätzlich aufgenommen werden kann. Bei Leguminosengemengen ist zu berücksichtigen, dass sich die legume N-Bindung nur auf den Anteil der Leguminosen beschränkt, der zusätzlich zur organischen Substanz zur Verfügung gestellt wird.

### 3.4. Sekundärrohstoffdünger

Im Unterschied zu Wirtschaftsdüngern und tierischen und pflanzlichen Stoffen, die im landwirtschaftlichen Stoffkreislauf anfallen, müssen bei der Anwendung von Abfällen aus Kommunen, Dienstleistung, Handel und Gewerbe zusätzlich abfallrechtliche Regelungen nach Klärschlammverordnung (AbfKlärV) bzw. Bioabfallverordnung (BioAbfV) eingehalten werden. Voraussetzung für deren Anwendung als Sekundärrohstoffdünger oder Bodenhilfsstoff ist weiterhin, dass zum Schutz der Nahrungskette sowie der natürlichen Ressourcen, insbesondere der Böden, folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Beitrag zur Förderung des Pflanzenwachstums (Wertstoffaspekt),
- stoffliche Unbedenklichkeit der Abfälle (Schadstoffaspekt),
- weitgehende Absicherung gegen nachteilige Folgen (Risikoaspekt).

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

In der Düngemittelverordnung sind für die verschiedenen Düngemitteltypen die Zusammensetzung, Art der Herstellung (Spalte 5), die besonderen Bestimmungen (Spalte 6) sowie die Mindestgehalte und typbestimmende Bestandteile festgelegt.

Wesentliche, als Sekundärrohstoffdünger in Verkehr gebrachte Abfallstoffe sind:

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

Als Bodenhilfsstoffe und/oder Sekundärrohstoffdünger werden in Verkehr gebracht:

- Gesteinsmehl,
- abgetragene gärtnerische Erden,
- Torf- und Rindensubstrate,
- Gewässersedimente (Baggergut).

Darüber hinaus können Bodensubstrate als Gemische aus Bioabfällen und Erden hergestellt und nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) verwertet werden, die nicht düngemittelrechtlichen Regelungen unterliegen.

Um den düngewirtschaftlichen Nutzen der Sekundärrohstoffe beurteilen zu können, ist neben der Gesamtmenge an Inhaltsstoffen auch die Löslichkeit der Nährstoffe, die Schadstofffracht bei Ausbringung üblicher Mengen sowie die Reproduktionswirksamkeit der enthaltenen organischen Substanz zu berücksichtigen.

Auf Grund der unterschiedlichen Zusammensetzung dieser Stoffe sind allgemeingültige Angaben zu Nähr- und Schadstoffgehalten kaum möglich, so dass diese Angaben aus der Kennzeichnung dieser Dünger zu entnehmen sind.

Für die Anwendung von **Klärschlamm** und -gemischen ist die AbfklärV vom 15. April 1992 sowie die Verwaltungsvorschrift zur AbfklärV für das Land Brandenburg zu beachten. Darüber hinaus sind in der Broschüre "Klärschlammeinsatz in der Landwirtschaft des Landes Brandenburg" wesentliche Grundsätze und Hinweise zur Anwendung von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Nutzflächen dargestellt.

Die nach AbfklärV aus schadstoffseitiger Sicht festgelegte maximale Aufwandmenge von 5 t TS/ha innerhalb von 3 Jahren ist nur dann anwendbar, wenn nach Düngeverordnung keine weitere Begrenzung des Nährstoffeintrages in Höhe des Nährstoffezuges besteht. Diese kann durch den Reaktionszustand des Bodens (pH-Wert), durch den Versorgungszustand des Bodens mit  $P_{DL}$  und durch den P-Gehalt des Klärschlammes verursacht werden.

Die **Bioabfallkomposte** enthalten oft wesentlich geringere Nährstoffgehalte und dürfen in Mengen bis zu **30 t** TS/ha innerhalb von 3 Jahren eingesetzt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass sich innerhalb dieses Zeitraumes Klärschlamm- und Bioabfallverwertung auf derselben Fläche ausschließen. In Komposten aus Grüngut bzw. Holzabfällen kann ein C/N-Verhältnis  $> 30 : 1$  vorliegen, so dass es bei deren Anwendung zu einer zeitweiligen Immobilisierung des mineralischen Stickstoffes des Bodens kommen kann. Bei der Anwendung im Herbst kann das zur Verringerung einer N-Verlagerung beitragen. Für die Anwendung im Frühjahr ist durch eine  $N_{min}$ -Bestimmung des Bodens zu prüfen, ob zur Anregung der Mineralisation der organischen Substanz eine N-Ausgleichsdüngung notwendig ist. Die N-Nachlieferung und damit die Düngewirkung von Bioabfallkomposten ist bei niedrigen Gehalten an mineralischem Stickstoff nur gering. Vom darin enthaltenen Stickstoff werden zur angebauten Fruchtart nur etwa 5...10% pflanzenwirksam. Die Verfügbarkeit von Phosphor, Kalium und Magnesium wird allgemein mit ca. 30 %, 80 % und 10 % angegeben.

Flüssige Sekundärrohstoffdünger wie Kieselgur oder Kartoffelfruchtwasser enthalten oft hohe Mengen an Nährstoffen, insbesondere Ammonium-N und/oder Kalium, die überwiegend in pflanzenverfügbarer Form vorliegen. Die Aufwandmenge solcher Dünger ist auf Grund des Nährstoffgehaltes nach Düngeverord-

nung daher oft weiter als nach abfallrechtlichen bzw. schadstoffseitigen Regelungen zu begrenzen.

## 4. Mineralische Düngung

### 4.1. Grunddüngung

Die Grunddüngung des Bodens dient in erster Linie der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der bedarfsgerechten Versorgung der Pflanzen. Es ist ein optimaler Reaktionszustand des Bodens (pH-Wert) einzustellen und die Versorgung der Pflanzen mit Makro- und Mikronährstoffen zu sichern.

Unter besonderen Standortbedingungen, die nicht mit den Bodenartengruppen charakterisiert sind, wie:

- flache oder tiefe Ackerkrume,
- hoher Steinanteil,
- gute oder schlechte Durchwurzelbarkeit des Unterbodens,
- Schadverdichtungen, Pflugsohle sowie
- Abweichungen in Wasser- und Lufthaushalt des Ober- und/oder Unterbodens

kann die Nährstoffversorgung der Pflanzen positiv bzw. negativ beeinflusst werden.

Bei günstigen Standortfaktoren sind die unteren, bei ungünstigen die oberen Werte der Gehaltsklasse C für eine ausreichende Versorgung anzustreben.

Bei gleichzeitig mehreren ungünstigen Faktoren, wie beispielsweise Mächtigkeit der Ackerkrume kleiner 20 cm und Schadverdichtung, können zeitweilig noch höhere Nährstoffgehalte als die oberen Werte der Gehaltsklasse C für eine ausreichende Pflanzenversorgung erforderlich sein.

Weichen die Bodengehalte von der anzustrebenden Nährstoffversorgung ab, sind bei der Düngung Zu- und Abschläge zum kalkulierten Pflanzenentzug zu verabreichen (Tab. 19).

Tabelle 19: **Zu- und Abschläge zum Pflanzenentzug für die Düngung in Abhängigkeit der Bodenversorgung [% zum Pflanzenentzug]**

Gehaltsklasse	Mineralböden	Moorböden
A	+50....100	+30....50
B	+30.... 50	+20
C	0	0
D <sup>1)</sup>	-50	-50
E <sup>1)</sup>	keine Düngung	keine Düngung

<sup>1)</sup> nach § 3, Abs. 6 der Düngeverordnung sind beim Einsatz von Wirtschaftsdünger Abweichungen bei P und K zulässig

Die Nährstoffnachlieferung ist abhängig vom Bodenvorrat, dem Gehalt an Gesamtnährstoffen, dem Sorptionsvermögen für Wasser und Nährstoffe, den

Bodenwasserverhältnissen, der biologischen Aktivität des Bodens sowie den angebauten Fruchtarten.

Zur Bemessung des Düngedarfes sind darüber hinaus die aus Ernterückständen und vorheriger organischer Düngung freisetzbaren Nährstoffe zu berücksichtigen.

#### 4.2. Kalkdüngung

Die Kalkversorgung der Böden ist eine entscheidende Grundlage, um die Nährstoffe dem Bedarf der Pflanzen angepasst und in richtigen Verhältnissen zueinander für die Ernährung bereitzustellen. Daher ist der Kalk als Bodendünger gerade auf den kalkarmen, sandigen Böden besonders zu beachten. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass ca. 50 % aller düngungsbedingten Schadensfälle in Brandenburg in erster Linie auf eine unzureichende Kalkversorgung zurückzuführen sind.

In landwirtschaftlich genutzten Böden ist unabhängig vom Pflanzenentzug jährlich mit einer Calciumauswaschung von 100...250 kg/ha zu rechnen. Hinzu kommt, dass saurer Regen und der Einsatz physiologisch sauer wirkender Düngemittel die Versauerung des Bodens verstärken, was durch geeignete Düngungsmaßnahmen ausgeglichen werden muss. Dafür und zum Ersatz der durch die Pflanzen entzogenen Kalkmengen von 40...100 kg CaO/ha, ist auch bei ausreichender Versorgung (pH-Klasse C) auf kalkarmen Böden eine Erhaltungskalkung erforderlich. Zweckmäßigerweise wird die **Kalkdüngung** für einen Zeitraum von 3 bis 4 Jahren in einer Gabe verabreicht (Tab. 20).

Tabelle 20: **Kalkmengen für die Erhaltungskalkung auf Acker- und Grünland**  
[dt CaO/ha]

<b>Bodengruppe</b>	<b>Ackerland</b> (Humusgehalt < 4 %)	<b>Grünland</b> (Humusgehalt < 15 %)
1	6	4
2	10	5
3	14	6
4	17	7
5	20	8

Ist infolge unterlassener Kalkdüngung der pH-Wert soweit abgesunken, dass eine Aufkalkung notwendig ist, sind höhere Kalkmengen erforderlich (Tab. 21), bzw. die Kalkdüngung im kürzeren Abstand zu wiederholen.

**Tabelle 21: Zu verabreichende Kalkmengen auf dem Ackerland in Abhängigkeit von Gehaltsklassen und Bodengruppen [dt CaO/ha]**

Bodengruppe	A <sup>1)</sup>	B	C	D	E <sup>2)</sup>
1	45...30	27...7	6	0	-
2	77...46	42...11	10	0	-
3	87...63	58...15	14	0	-
4	117...76	70...18	17	0	-
5	160...98	90...21	20	0	-

<sup>1)</sup> höchste Werte für pH-Werte ab 4,0 (BG 1-2) und ab 4,5 (BG 3-5)

<sup>2)</sup> es sind physiologisch saure Düngemittel einzusetzen

Eine weitere Differenzierung der Kalkgaben für Acker- und für Grünland nach den ermittelten pH-Werten ist in den Anlagen A 7 und A 8 enthalten.

Liegt ein sehr hoher Kalkbedarf im Boden vor, sind die Aufwandmengen für eine einmalige Gabe in Abhängigkeit der Bodengruppe zu begrenzen (Tab. 22) und die Kalkdüngung in kürzeren Abständen zu wiederholen.

**Tabelle 22: Kalkmengen, die bei einmaliger Kalkausbringung als Höchstgaben einzusetzen sind [dt CaO/ha]**

Bodengruppe	Ackerland	Grünland
1	25	20
2	40	28
3	55	35
4	70	35
5	100	40

Sollten höhere Gaben zur Einstellung des optimalen Reaktionszustandes notwendig sein, ist die Gesamtmenge auf mehrere Gaben aufzuteilen. Die Überschreitung dieser Höchstmengen kann zu einem zu schnellen und starken Anstieg des pH-Wertes, der Festlegung von Phosphor und Mikronährstoffen sowie verstärkter Mineralisation organischer Substanz führen.

Auf den diluvialen Sandböden sollten zur Vermeidung von zu starken Bodenreaktionen bei sehr niedrigen pH-Werten Löschkalke und kohlen-saure Magnesiumkalke eingesetzt werden. Zur Erhaltungskalkung mit langsamer und anhaltender Wirkung sind natürliche Rückstandskalke und Magnesiummergel zu bevorzugen.

Hüttenkalke und Thomaskalk sollten zum Einsatz kommen, wenn mit der Kalkung gleichzeitig eine Mikronährstoffdüngung erfolgen soll.

Eine Kalkdüngung auf Niedermooren ist in der Regel nicht erforderlich, da der anzustrebende pH-Wert von 5,0 nur selten unterschritten wird. Sollte eine Kalk-

düngung erforderlich sein, ist eine Höchstgabe von 20 dt CaO/ha nicht zu überschreiten.

### 4.3. Magnesiumdüngung

Ein großer Anteil der Böden des Landes Brandenburg ist aufgrund seiner geologischen Herkunft neben Ca- auch Mg-arm. Darüber hinaus ist auf den sorptionsschwachen Sandböden mit einer erheblichen Auswaschung des basisch wirksamen Magnesiums zu rechnen. Zusammen mit unzureichender organischer Düngung und hohen Mg-Ernteentzügen sind wiederholt Flächen mit niedriger Mg-Versorgung festzustellen.

Die Magnesiumdüngung sollte sich in erster Linie an den Ergebnissen der Bodenuntersuchung orientieren (Tab. 3) und wird auf Vorrat eingesetzt. Wenngleich Getreide, Kartoffeln und Rüben sowie Leguminosen hohe Mg-Ansprüche haben, kann die Düngung im Rahmen einer Fruchtfolge eingeordnet werden. Auf kalkbedürftigen Schlägen ist die Anwendung von magnesiumhaltigen Kalken (Mg-Mergel) zweckmäßig (Tab. 22). Mit einer derartigen Überschussgabe wird eine Depotwirkung erreicht; im übrigen enthalten einige andere Mineraldünger Magnesium als Nebenbestandteil (z. B. Kainit, Kamex, Patentkali, NPK-Dünger mit Mg).

Tabelle 23: **Empfehlung zur Magnesiumdüngung im Rahmen der Kalkung auf Acker- und Grünland in den Gehaltsklassen A bis C** [kg Mg/ha]

Bodengruppe	Gehaltsklasse		
	A	B	C
1	190	120	70
2	190	120	70
3	170	110	60
4	140	100	50
5	140	100	50

Außerhalb der Kalkdüngung liegt der Bedarf an Mg in der Gehaltsklasse C in Abhängigkeit von Fruchtart und Ertragserwartung zwischen 10 und 60 kg Mg/ha.

Bei akutem Mg-Mangel im wachsenden Pflanzenbestand sind wasserlösliche, schnellwirkende Magnesiumsulfate (Kieserit, Bittersalz) zu bevorzugen, die in Form einer Blattspritzung einen größeren Ertragsausfall vermeiden helfen.

### 4.4. Phosphor- und Kalium-Düngung des Ackerlandes

Entscheidende Voraussetzungen für eine sachgerechte Bemessung der mineralischen Grunddüngung für jede Fruchtart sind die im landwirtschaftlichen Betrieb zu erfassenden Daten,

wie:

- Angaben über Standortbedingungen, Bodenart, Ackerzahl,
- aktuelle Untersuchungsergebnisse des Bodens auf Makronährstoffe,
- Anfall und Einsatz von Wirtschaftsdünger,
- Angaben über Anbau und Düngungsmaßnahmen der letzten Jahre,
- anzubauende Fruchtart mit realistischer, den Standortbedingungen angepaßter Ertragerwartung.

Auf Grundlage dieser Daten kann der Düngbedarf nach den vorgegebenen Richtwerten oder über PC-Programme ermittelt werden.

Unter Berücksichtigung der Standort- und Anbauverhältnisse kann es sinnvoll sein, die Grunddüngung für eine Fruchtfolge in einer Gabe zu verabreichen. Da Phosphor im Boden weitgehend gebunden vorliegt, kann mit diesem Nährstoff auch eine Vorratsdüngung für 2...3 Jahre erfolgen.

Bei der K-Düngung sind dabei aber die Bodenart und die Wasserverhältnisse zu berücksichtigen. So ist auf Sandböden (BG1) und anderen, grundwasserbeeinflussten diluvialen sandigen Böden wegen der Gefahr der Nährstoffverlagerung eine Vorratsdüngung nicht zu empfehlen.

Der Mineraldüngerbedarf für eine oder mehrere Fruchtarten kann danach wie folgt kalkuliert werden:

#### **Nährstoffbedarf der Fruchtarten:**

<p>+ Ertrag in dt/ha x Gesamtnährstoffgehalt der Fruchtart in kg/dt</p> <p>- anrechenbare Nährstoffe aus Ernte- und Wurzelrückständen der Vorfrucht</p> <p>- verfügbare Nährstoffe aus organischer Düngung</p> <p>± Zu- bzw. Abschläge entsprechend der Gehaltsklasse der Nährstoffversorgung</p> <hr/> <p>= <b>Mineraldüngerbedarf in kg/ha</b></p>
--

Der so errechnete Nährstoffbedarf kann gegenüber dem mit PC-Programmen berechneten Bedarf in geringem Maße abweichen.

Aus den Ergebnissen der letzten Jahre ist nachzuvollziehen, dass ca. 50 % des Phosphors in Form von Superphosphat und PK-Dünger als Vorratsdünger und die übrigen 50 % in Form von NPK oder NP-Dünger eingesetzt werden.

Kalium wird dagegen zu ca. 60 % als Kaliumchlorid verabreicht, nur ca. 20 % der K-Düngung erfolgt mit PK-Düngern als Vorratsdüngung.

## **4.5. Phosphor- und Kalium-Düngung des Grünlandes**

Die Bewirtschaftung von Weide, Mähweide oder Schnittnutzung hat wesentlichen Einfluss auf das Maß der Phosphor- und Kaliumdüngung des Grünlandes. Bei Weidenutzung ist die unmittelbare Nährstoffrücklieferung über Kot und Harn, bei einer Schnittnutzung die unterschiedliche Intensität zu berücksichtigen.

Die Phosphordüngung muss nicht jährlich, sondern kann als 2- bis 3-jährige Vorratsdüngung erfolgen. Auf dem Grünland sind Rohphosphate wirksam einsetzbar. P-Düngemittel mit Spurenelementen (Cu, Mn) sind zu bevorzugen. Langjährig gedüngtes Grünland kann beachtliche Mengen an Phosphor enthalten, deren Verfügbarkeit über die DL-Methode nicht sicher nachgewiesen wird. Daher sind bei Vorliegen der Gehaltsklasse B eine Düngung nach Entzug und bei Vorliegen der Gehaltsklasse A ein Zuschlag von 50 % ausreichend. Auf Niedermoor ist die Düngung nach Entzug zu bemessen, sofern die Mineralstoffuntersuchung des Futters einen Gehalt von mindestens 3 g P/kg TS ausweist.

Kalium ist im Unterschied zu Phosphor nur in geringen Mengen im Niedermoorboden vorhanden und kann bei hohem Grundwasserstand sehr stark der Auswaschung unterliegen. Darum ist Kaliumdüngung auf dem Grünland in Höhe des Entzuges jährlich erforderlich.

Auf Mineralbodengrünland ist die Gehaltsklasse C anzustreben, die entsprechenden Zu- bzw. Abschläge sind einzuplanen.

Die Berücksichtigung der Gehaltsklassen des Bodens führt auf Niedermoorgrünland nicht zu einer präziseren Düngeempfehlung und kann daher dort unterbleiben. Auf Niedermoor ist die jährliche Düngung nach Entzug ausreichend, sofern die Mineralstoffuntersuchung des Futters einen Gehalt von ca. 20 g K/kg TS ausweist. Kalidüngemittel mit Gehalten an Spurenelementen (Cu, Mn) sind zu bevorzugen.

Das Grünland hat neben einem hohen Kalium- auch einen Natriumbedarf von 20...30 kg Na/ha. Dieser ist insbesondere bei der Fütterung wichtig, da aus ernährungsphysiologischen Gründen ein ausgewogenes K:Na-Verhältnis einzuhalten ist. Mit dem Einsatz von bestimmten Kalisalzen (z.B. Magnesia-Kainit) kann dieser Natriumbedarf abgedeckt werden.

## **4.6. Stickstoffdüngung**

### **4.6.1 Stickstoffdüngung des Ackerlandes**

Die Düngung mit Stickstoff entscheidet mehr als jede andere Düngungsmaßnahme über Ertrag und Qualität der angebauten Fruchtart. Die Höhe der Stickstoffdüngung sowie geringe Mengendifferenzen oder ein falscher Zeitpunkt der N-Düngung können N-Mangel oder N-Überschuss verursachen. Während der Mangel zu Ertragseinbußen führt, kann ein Überschuss auch Qualitätsminderungen im

Erntegut verursachen und das Risiko der N-Verlagerung aus der Bodenkrume bzw. der Nährstoffabschwemmung infolge Erosion erhöhen.

**Im Herbst** weisen Getreide- und Winterrapsbestände schon nach der Aussaat einen N-Bedarf auf. Unter ungünstigen Bedingungen kann die N-Restmenge aus der Vorfrucht und der N-Nachlieferung aus dem Boden, besonders nach einer Strohdüngung, allein die Pflanzenversorgung nicht immer abdecken. Für diesen Fall sollte durch eine Bodenuntersuchung geprüft werden, wie hoch im Herbst der Nmin-Bodengehalt tatsächlich ist. Werden bei optimaler Bestandesetablierung die in Tabelle 24 im Rahmen der Testflächenbeprobung ermittelten langjährigen Nmin-Bodengehalte nicht erreicht, sollte für die N-Versorgung des Aufwuchses eine Düngung mit den in Tabelle 25 ausgewiesenen Einsatzmengen erfolgen.

Tabelle 24: **Durchschnittliche Nmin-Bodengehalte zum Zeitpunkt der Aussaat von Getreide und Winterraps im Herbst [kg/ha]**

Bodengruppe	Vorfrucht Getreide
1	30 ... 50
2	40 ... 60
3	50 ... 70
4	60 ... 80
5	70 ... 90

Tabelle 25: **N-Bedarf verschiedener Fruchtarten im Herbst**

Fruchtart	kg N/ha	spätester Düngungszeitpunkt
Wintergerste, -roggen	20...40	BBCH13
Winterraps	40...60	BBCH13
Futterroggen	20...30	Ende September
Winterzwischenfrüchte (ohne Leguminosenanteil)	20...30	September

**Im Frühjahr**, mit Beginn der Vegetation bzw. nach der Aussaat, weisen die Kulturen einen weitaus höheren N-Bedarf als im Herbst auf. Nach § 4, Abs. 2 der DVO ist die Düngemenge unter Berücksichtigung des im Boden pflanzenverfügbaren Stickstoffs zu berechnen. Grundlage hierfür sind eigene Nmin-Untersuchungen, auch die Anwendung von aktuellen Bodenrichtwerten sowie die Übernahme von Untersuchungsergebnissen vergleichbarer Standorte des Betriebes sind möglich.

Die Höhe und Verfügbarkeit des mineralischen Stickstoffs wird von einer Vielzahl von Standort- und Anbaufaktoren bestimmt und kann über PC-Programme, wie die

Stickstoff-Bedarfs-Analyse (SBA-Programm) sowie durch eigene Berechnungen ermittelt werden.

Da eine umfassende Berücksichtigung dieser Einflussgrößen ohne Anwendung von PC-Programmen sehr aufwendig ist, wird für die Bemessung der ersten Stickstoffgabe im Land Brandenburg die Anwendung des PC-Programmes „Stickstoff-Bedarfs-Analyse“ (SBA) empfohlen und den Landwirten die Ergebnisberechnung angeboten. Dabei bildet neben dem Stickstoffbedarf der Pflanze der für den betreffenden Standort analytisch nachgewiesene aktuelle Nmin-Gehalt des Bodens eine wesentliche Berechnungsgrundlage. Über den vom Ertragsziel und der angebauten Sorte abhängigen Bedarf der Kultur und festgelegten Zu- und Abschlägen entsprechend den vom Landwirt vorgegebenen Standort- bzw. Schlagangaben wird so eine weitestgehend bedarfsangepasste N-Menge für die erste Gabe berechnet (Muster Berechnungsbeispiel Anlage A ).

Ohne Anwendung von PC-Programmen kann der N-Bedarf auch über Berechnungs- und Schätzverfahren ermittelt werden. Grundlage dieser Verfahren ist einerseits die Nutzung von aktuellen Nmin-Werten, die nach repräsentativen Untersuchungen im Rahmen des Testflächenprogramms herausgegeben werden, sowie andererseits fruchtartenspezifischen N-Bedarf. Dieser Richtwert bezeichnet dabei die Menge an Stickstoff, die zu Vegetationsbeginn oder zur Aussaat den Fruchtarten in pflanzenverfügbarer Form zur Verfügung stehen muss. Er gibt somit die Menge an pflanzenverfügbarem Stickstoff an, die über Düngungsmaßnahmen abzüglich des im Boden vorliegenden Nmin-Gehaltes zu verabreichen ist. Je höher die Nmin-Werte des Bodens, desto geringer ist demzufolge die mit Düngemitteln zuzuführende Stickstoffmenge. Nach dargestellter Vorgehensweise kann dann der N-Bedarf mittels nachfolgender Gleichung berechnet werden.

	<b>N-Bedarf der Kultur = Richtwert</b>
minus	bodenspezifischer Nmin-Gehalt in 0-60 cm Tiefe nach Bodenuntersuchung oder aktuellem Bodenichtwert
plus/minus	Zu- oder Abschlag nach Tabelle 27
=	noch zu düngende N-Menge (organisch oder mineralisch)

Der Bedarf für die erste N-Gabe im Getreideanbau ergibt sich in Abhängigkeit der Fruchtart und dem Ertragsziel (Tabelle 26). Die nachfolgend aufgeführten Ertragsziele entsprechen dabei den mehrjährigen Durchschnittserträgen im Land Brandenburg.

Tabelle 26: Richtwerte für den N-Bedarf [kg/ha] zur 1. Gabe im Getreideanbau

Fruchtart	Ertragsziel [dt/ha]	Richtwert	Höhe der 1. Teilgabe
Winterweizen	55	120	80
Wintergerste	50	100	60
Winterroggen	45	100	60
Triticale	45	100	60
Sommergerst	40	80	60
Braugerste	40	60	60
Hafer	40	80	60

Neben dem Bedarf der Fruchtart sind standortbedingte und pflanzenbauliche Einflüsse auf die Höhe der Düngung zu berücksichtigen. Unter Anwendung der in Tabelle 27 vorgegebenen Zu- oder Abschläge ist der Bedarf, wie oben ausgewiesener Gleichung, zu präzisieren.

Tabelle 27: Zu- oder Abschläge zur ersten N-Gabe [kg/ha]

Standort- und Anbaufaktoren		Zuschlag (+) / Abschlag (-) zum Richtwert	
hoher Steingehalt (> 25 Vol.%)		+	20
org. Düngung im Herbst		-	20 - 40 (je nach Einsatzmenge)
Vorfrucht - Hackfrüchte		-	20
Bestandesentwicklung	- wüchsig	-	20
	- schwach	+	20
schlechte Bodenstruktur		+	20
Frühjahrwitterung kalt/naß		+	10

Sollten mehrere begünstigende oder ungünstige Standortfaktoren zutreffen, ist die maximale Höhe der Zu- oder Abschläge auf 40 kg N/ha zu beschränken. Die berechnete Düngungshöhe ist grundsätzlich auf Plausibilität zu prüfen, z.B. über Vergleiche mit langjährigen Erfahrungswerten oder mit nach Bodenuntersuchung berechneten Empfehlungen von ähnlichen Flächen.

In Abhängigkeit von Ertragsziel, Sorte und Qualität weisen die Getreidearten einen über den Richtwert der ersten Gabe hinausgehenden N-Bedarf auf. Dieser ist unter Berücksichtigung der N-Nachlieferung des Bodens und der Bestandesentwicklung anhand von Pflanzenanalysen bzw. den unter 2.1. dargestellten Verfahren oder nach Empfehlungen der zuständigen Behörde zu ermitteln. Die Höhe einer 2. Gabe sollte dabei in der Regel mit 20-60 kg N/ha bemessen werden. Zur Erzeugung von Qualitätsgetreide kann in Abhängigkeit der Bestandesversorgung und dem Ertragspotential des Bodens eine dritte Düngergabe in Höhe von 20-40 kg N/ha erforderlich sein. Werden flüssige oder feste N-Depotdüngern oder mit

Nitrifikationshemmern (Didin, Entec) stabilisierte N-Dünger eingesetzt, kann die dargestellte Verteilung der Einzelgaben unterbleiben und der gesamte N-Bedarf als eine Gabe der Kultur verabreicht werden.

Beim Anbau von Hackfrüchten und Futterkulturen ist bei der Ermittlung des N-Düngebedarfs prinzipiell in gleicher Weise vorzugehen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Zeitpunkt der N-Düngung nach dem Bestelltermin auszurichten ist und sich die Ertragsziele deutlicher als bei Getreide unterscheiden können.

**Tabelle 28: Richtwerte für den Gesamt N-Bedarf [kg N/ha] ausgewählter Kulturen**

<b>Kultur</b>	<b>Ertragsziel [dt/ha]</b>	<b>Richtwert</b>	<b>1. Teilgabe</b>
Winterraps	35	180	120
Sommerraps	20	90	90
Zuckerrüben	400	180	120
Kartoffeln	250	120	120
Silomais	400	150	
Körnermais	60	150	
Öllein	10	50	
Sonneblumen	20	100	

Wie bei Getreide, sind auch bei Hackfrüchten die aus Tabelle 27 zutreffenden Zu- und Abschläge zur N-Düngung zu berücksichtigen. Im Unterschied zum Getreideanbau sind hier aber die langjährige Humusbilanz und die organische Düngung im Herbst wesentlich stärker zu beachten. Infolge einer unausgeglichene Humusbilanz ist mit einer geringeren N-Nachlieferung aus dem Bodenvorrat und damit einem Zuschlag von ca. 20 kg N/ha zu rechnen. Werden auf der Fläche im Herbst schon feste oder flüssige organische Dünger eingesetzt, ist die deren N-Wirkung, wie unter Punkt 3.2 dargestellt, zu berücksichtigen.

Unter Berücksichtigung der aktuellen Entwicklung bei den Düngemitteln, den Witterungsbedingungen und der Bestandesentwicklung sind die jährlich aktuellen Empfehlungen zur Präzisierung der Düngung zu beachten.

Für Freiland-Gemüse kann eine betriebsspezifische Anpassung der Nmin-Richtwerte (Anhang, Tabelle A 4) z.B. an unterschiedliche Ertrags-erwartung oder N-Mineralisierungspotenziale, mit Hilfe des dafür entwickelten Computerprogramms 'N-Expert' erfolgen. Weitere Informationen und eine kostenlose Demo-Version des Programms stellt das Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V. im Internet zur Verfügung.

Gegenwärtig werden als N-Düngemittel über 70 % Kalkammonsalpeter und Harnstoff eingesetzt. In den letzten Jahren hat der Anteil schwefelhaltiger Dünger, wie schwefelsaures Ammoniak (SSA) und Ammonsulfatsalpeter (ASS) zugenommen, während der N-Einsatz über NPK-Dünger nur gering geblieben ist (ca. 7 %).

#### **4.6.2 Stickstoffdüngung des Grünlandes**

Die Stickstoffdüngung ist von der Ertragserwartung abhängig. N-Gaben müssen auch für das letzte kg Stickstoff einen Erzeugungswert von 10 kg TS realisieren. Im Unterschied zum Ackerland braucht der im Boden verfügbare Stickstoff auf dem Grünland nicht ermittelt zu werden. Vielmehr kommt bei der Stickstoffdüngung des Grünlandes der Berücksichtigung:

- der Stickstofffreisetzung auf dem Niedermoor,
  - der N-Bindung der Leguminosen im Grünlandbestand und
  - den Exkrementen der weidenden Tiere
- eine besondere Bedeutung zu.

#### **N-Freisetzung auf Niedermoor**

Niedermoor verfügt über einen großen Vorrat an organisch gebundenem Stickstoff. Je nach Verlauf der Bodenfeuchte und Bodentemperatur wird alljährlich ein Teil davon freigesetzt. Dessen Entzug und Verwertung in Pflanzenmasse ist landwirtschaftliches wie ökologisches Ziel der Niedermoorbewirtschaftung. Etwa 100 bis 120 kg N/ha davon können von den Grünlandaufwüchsen genutzt werden. Grünland auf Niedermoor benötigt demzufolge weit weniger Düngestickstoff als Mineralbodengrünland. Eine hohe Wassersättigung und niedrige Temperaturen verringern die N-Bereitstellung im Frühjahr und verursachen deshalb besonders für den ersten und auch für den zweiten Aufwuchs einen Bedarf an Düngestickstoff. Im Gegensatz zu Grünland auf Mineralböden ist eine Stickstoffdüngung zum 3. und 4. Aufwuchs auf Niedermoor dagegen nur bei ungünstigen Witterungsbedingungen oder bei Futtermangel angebracht.

#### **Berücksichtigung des Exkrementstickstoffs auf der Weide**

Die düngungswirksame Stickstoffmenge (kg N/ha und Jahr) bei Weidegang der Rinder ist von Besatzstärke, der Anzahl der Weidetage, der täglichen Aufenthaltsdauer auf der Weide, der leistungs-, rations- und futterabhängigen N-Ausscheidung der Weidetiere sowie der Wirksamkeit des ausgeschiedenen Stickstoffs im Vergleich zur Mineraldüngung abhängig.

Eine vereinfachte Schätzung der N-Ausscheidungen bei einer mittleren Tierleistung der laktierenden und der wachsenden Rinder bei verschiedenem Rohproteingehalt des Weidefutters ist in Tabelle 29 dargestellt. Sie betragen im Mittel 0,3 kg N je Tier und Tag.

Tabelle 29: **Schätzung der N-Ausscheidungen für laktierende und wachsende Rinder auf der Weide aus dem Rohproteingehalt des Weidefutters**

Rohproteingehalt [% der TS]	N-Ausscheidungen [kg N/GV•Tag]	
	laktierende Rinder	wachsende Rinder
16	0,24	0,22
18	0,28	0,26
20	0,32	0,29

Die Wirksamkeit der Exkremente im Vergleich zur Mineraldüngung hängt davon ab, wie gleichmäßig die Ausscheidungen auf der Weidefläche abgelegt sind. Dies wird vom Weideverfahren bestimmt. Für eine intensiv bewirtschaftete Milchkuhweide ist ein MDÄ von 60 anzusetzen, für extensiv bewirtschaftete Mutterkuhweiden ein MDÄ von 20 bis 30.

### Stickstoffbindung der Leguminosen im Grünlandbestand

Leguminosen liefern aus der N-Fixierung rund 3-4 kg N je Prozent Ertragsanteil am Grünlandaufwuchs. Je nach Standort, Wasserverhältnissen, Weißkleeanteil und Nutzungsintensität kann die legume N-Bindung zwischen 20 und 50 kg/ha im Jahr betragen.

Unter Berücksichtigung o.g. Faktoren sind für einen Grünlandertrag von 80 bis 100 dt TS/ha die in Tabelle 30 dargestellten Mengen zur N-Düngung zu empfehlen.

Tabelle 30: **Empfehlungen zur Stickstoffdüngung auf dem Grünland (Angaben in kg/ha)**

	Aufwuchs/Nutzung				Gesamtgabe N
	1.	2.	3.	4.	
<b>Mineralboden</b>					
Mähnutzung	100	80	80	-	260
Mähweide	70	60	60	40	230
<b>Moorboden</b>					
Mähnutzung	80	40	(40)	-	120
Mähweide	60	40	(20)	(20)	100

Bei der Auswahl der Düngemittel sollte beachtet werden:

- Kalkammonsalpeter kann für alle Aufwüchse universell eingesetzt werden.
- Vor allem auf Niedermoor ist Schwefelsaures Ammoniak sehr gut geeignet.
- Harnstoff kann nur zum 1. Aufwuchs verabreicht werden und sollte auf ausgetrocknetem Grünland mit einem hohen pH-Wert wegen zu hoher Verluste nicht zum Einsatz kommen.
- Ammonitrat-Harnstoff-Lösung (AHL) darf wegen Verätzungsgefahr und negativem Einfluss auf den Wiederaustrieb nur nach dem Schnitt auf trockene Stopplern und bei Temperaturen unter 20°C angewendet werden.

#### 4.7. Schwefeldüngung

Die Notwendigkeit einer Düngung mit Schwefel stellte sich nach Rückgang der S-Emissionen in den letzten Jahren zuerst bei Winterraps mit einem S-Düngebedarf von 20 bis 40 kg/ha heraus. Desweiteren haben aber auch Kohlarten, Hackfrüchte, Grünland und Wintergetreide einen S-Bedarf zwischen 10 und 40 kg/ha.

Die Wirksamkeit einer Düngung mit Schwefel hängt stark

- vom Anspruch der Fruchtart,
- dem Zeitpunkt des S-Bedarfs,
- dem Bodenvorrat und
- den Standortbedingungen ab.

Besonders Winterraps und Wintergetreide sind zu einem sehr frühen Zeitpunkt auf eine ausreichende S-Versorgung angewiesen. Bei einem aus der Smin-Untersuchung im zeitigen Frühjahr abgeleiteten Schwefelmangel kann eine Düngung noch rechtzeitig den Beständen zugute kommen. Am günstigsten erweist sich die Kombination mit der 1. oder 2. Stickstoffdüngung durch Einsatz eines S-haltigen N-Düngers. Je größer der S-Bedarf, desto früher ist der Düngungstermin zu setzen.

Parallel zur Berechnung des N-Düngebedarfs kann auch die S-Düngung auf der Grundlage von vorläufigen Smin-Gehalten und Richtwerten erfolgen (Tab.31). Liegen die Smin-Gehalte in Höhe der Richtwerte, kann auf eine S-Düngung verzichtet werden.

Tabelle 31: **Richtwerte zur S-Düngung für verschiedene Fruchtarten**

Fruchtart	S-Richtwert kg/ha
Winterraps	40 - 60
Getreide	20 - 40
Zuckerrüben, Kartoffeln, Mais	20 - 40
Kohl und sonst Gemüse	20 - 40
Grünland	20 - 40

Als einfaches und kostengünstigstes Verfahren lässt sich schon rechtzeitig im Frühjahr die Schwefelversorgung mittels Schätzrahmen überschlägig bestimmen (Anlage). Unter Berücksichtigung von Standort- und Anbaudaten wird im Ergebnis der Abfrage ein Orientierungswert zu einem möglicherweise vorhandenem S-Mangel ausgewiesen. Zeigt sich in der Schätzung ein Mangel, kann rechtzeitig durch gezielte Düngung der Versorgungszustand aufgebessert werden.

Neben der Bodenuntersuchung und der Anwendung des Schätzrahmens kann die S-Versorgung über eine Pflanzenanalyse geprüft werden. Mit der Bestimmung von Gesamtschwefel in der oberirdischen Biomasse lassen sich exaktere Aussagen zum Düngebedarf der Pflanzen treffen, da deren aktueller Ernährungszustand ausgewiesen wird.

Für Raps und Getreide können zur Bewertung von Pflanzenuntersuchungen die in Tabelle 32 angegebenen Gehaltsbereiche herangezogen werden. Für weitere Kulturen sind derzeit Gehaltsangaben in der Erarbeitung.

**Tabelle 32: Versorgung von Raps und Getreide mit Schwefel [%TS]**

Pflanzengehalt	Raps (obere Blätter)	Getreide (Ganzpflanze)
sehr niedrig	< 0,35	< 0,21
niedrig	0,35 - 0,55	0,21 - 0,25
ausreichend	0,56 - 0,65	0,26 - 0,30
hoch	> 0,65	> 0,30
Entwicklungsstadium	BBCH 55-61 Ende Knospe - Blühbeginn	BBCH 30 Beginn des Schossens

Wird der Schwefelmangel erst durch eine Pflanzenanalyse festgestellt, muss eine sofortige Verbesserung des Versorgungszustandes durch den Einsatz einer Blattdüngung erfolgen. In einer Düngertlösung mit 40 kg Kieserit werden ca. 8 kg S/ha und in einer Lösung aus 20-30 kg Bittersalz ca. 2,5-4,0 kg Schwefel ausgebracht.

Neben den Mineraldüngern enthalten auch organische Dünger Schwefel, der hauptsächlich an die organische Substanz gebunden vorliegt (Tab. 33).

**Tabelle 33: Durchschnittliche Schwefelgehalte in ausgewählten organischen Düngemitteln**

Organischer Dünger	S- Gehalt in % TS
Stallmist	0,10
Gülle (5 % TS)	0,05
Hühnermist (60 % TS)	0,40
Kompost	0,1 - 0,5
Klärschlamm	0,3 - 1,8

Der pflanzenverfügbare Anteil an S in den organischen Düngern ist nur begrenzt (ca. 10 % des Gesamtschwefels). Damit eignen sie sich nicht für eine gezielte Düngung. Vielmehr tragen sie über die kontinuierliche S-Nachlieferung dazu bei, dass die Bodenvorräte bei einer regelmäßigen organischen Düngung nicht zu stark absinken. Für die als nicht besonders S-bedürftig eingestuft Kulturen reichen diese S-Anteile zusammen mit den Einträgen aus der Luft bisher für eine ausgeglichene Schwefelversorgung aus.

#### 4.8. Mikronährstoffdüngung

Die Notwendigkeit der Düngung mit Mikronährstoffen hat in den letzten Jahrzehnten stetig zugenommen. Die Verwendung hochkonzentrierter Mineraldünger, verminderte organische Düngung, die Ansprüche von Hochleistungssorten und immer größere Ernteentzüge durch steigende Erträge sind Ursachen für eine solche Entwicklung. Hinzu kommt, dass durch bestimmte Bewirtschaftungsmaßnahmen und Bodenzustände die Verfügbarkeit vorhandener Mikronährstoffe eingeschränkt werden kann.

Gleichwohl ist in der Regel eine jährliche Düngung mit einem oder mehreren Mikronährstoffen nicht erforderlich. Eine Düngung ist immer dann zu empfehlen, wenn die Bodenuntersuchung die Gehaltsklassen A oder C ausweist (Tab. 6 und 7) und mikronährstoffintensive Fruchtarten (Tab. 34) angebaut werden.

Tabelle 34: Mikronährstoffbedarf ausgewählter Fruchtarten

Fruchtart	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Winter- und Sommerweizen		xx	xx		
Winter- und Sommerroggen		x	x		
Winter- und Sommergerste		xx	x		
Hafer		xx	xx	x	
Körner-, Silo-, Grünmais	x	x	x		xx
Ackerbohnen	x	x		x	
Raps, Rübsen	xx		x	x	
Sonnenblumen	xx	xx	x		
Kartoffeln	x		x		x
Rüben	xx	x	xx	x	x
Luzerne	xx	xx	x	xx	x
Ackergras		x	x		
Grünland		x	x		

xx = hoher Bedarf, hohe Düngewirkung    x = mittlerer Bedarf, mittlere Düngewirkung

In Brandenburg ist auf den sandigen Standorten vornehmlich mit Bor- und Kupfermangel und auf den Anmoor- und Niedermoorböden mit Manganmangel zu rechnen.

Ausgehend von einer Fruchtfolge mit Getreide, Hackfrüchten und Ölfrüchten kann mit folgendem jährlichen Entzug pro Hektar gerechnet werden:

150-300 g Bor	70-120 g Kupfer	400-1000 g Mangan
250-350 g Zink	und	5-20 g Molybdän.

Bei Bedarf wird Bor, Kupfer, Molybdän und Zink vorrangig als Bodendünger in Vorratsgabe verabreicht (Tab. 35). Der tatsächliche Aufwand zur Ernährung der Pflanze liegt aber teilweise weit über den vorgenannten Entzügen. Zu berücksichtigen ist auch die Bodenfruchtbarkeit.

sichtigen ist, dass auch in Gehaltsklasse C bereits ein latenter Mangel auftreten kann und eine Düngungsnotwendigkeit besteht.

Tabelle 35: **Empfehlungen für die Bodendüngung mit Mikronährstoffen** [kg/ha]

Boden- gruppe	Gehalts- Klasse	Bor		Kupfer	
		Anspruch der Fruchtart		Anspruch der Fruchtart	
		hoch	mittel	hoch	mittel
1 ... 2	A	2	1	3	2
	C	1	1	3	0
3 ... 5	A	2	2	5	3
	C	2	1	5	0
1 ... 5	A u. C	<b>Molybdän</b>		0,5	
1 ... 5	A u. C	<b>Zink</b>		5	

Die Mikronährstoffe können, Mangan muss ausschliesslich über die Blattdüngung appliziert werden (Tab. 36). In akuten Mangelsituationen, die über spezifische Mangelsymptome erkennbar sind, bzw. mit einer Pflanzenanalyse bestätigt werden können, ist eine unverzügliche Blattspritzung, unabhängig von optimalen Düngungszeitspannen, gefordert.

Tabelle 36: **Empfehlung zur Blattdüngung mit Mikronährstoffen** [kg/ha]

Fruchtart	Düngungszeitpunkt		Aufwandmenge				
	optimal	spät	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Getreide	BBCH 30 - 31	BBCH 37		0,5	1,0		
Raps, Rübsen	BBCH 50-59 Knospenstad.	BBCH 61 Blühbeginn	0,4		1,0	0,3	
Rüben	BBCH 16-18 6. – 8. Blatt	BBCH 39-43 Ende August	0,4	0,5	1,0	0,3	0,5
Kartoffeln	BBCH 61 Blühbeginn	BBCH 69 Blühende	0,4				0,5
Klee, Luzerne	BBCH 21-30 10 – 20 cm	BBCH 49-59 Knospenstad.	0,4	0,5	1,0	0,3	0,5
Gräser	BBCH 21-30 10 – 20 cm	BBCH 61 Blühbeginn			1,0		

## 5. Besonderheiten der Düngung im Rahmen von Förderprogrammen

Für die Düngung im Rahmen von Förderprogrammen gelten, soweit dort keine anderen Festlegungen getroffen worden sind, die in den Rahmenempfehlungen vorgegebenen Richtwerte und Festlegungen. Bei deren Anwendung ist davon auszugehen, dass die gute fachliche Praxis beim Düngen unter den speziellen Bedingungen im Land Brandenburg eingehalten wird.

In einzelnen Förderprogrammen ist auf Grund der standörtlichen Gegebenheiten, des Förderziels und zum besonderen Schutz der natürlichen Ressourcen der Einsatz chemisch-synthetischer Düngemittel eingeschränkt bzw. verboten. Diese, über die Düngeverordnung hinaus gehenden Einschränkungen zur Düngung werden im Rahmen dieser Förderprogramme ausgeglichen.

Einen besonderen Schwerpunkt im Rahmen der Förderprogramme nimmt der ökologische Landbau ein. Unter Berücksichtigung der bisher dargestellten Richtlinien unterliegt dieser zusätzlich Einschränkungen, die in den Verordnungen EWG 2092/91 sowie EG 2381/94 festgelegt sind. Neben den Rahmenrichtlinien der Arbeitsgemeinschaft der Verbände des ökologischen Landbaus (AGÖL) haben die einzelnen Verbände z.B. "Biopark", "Demeter", "Naturland", „Bioland“, "Gää" eigene Richtlinien herausgegeben.

Ohne auf alle Bestimmungen eingehen zu können, sind im ökologischen Landbau folgende Grundsätze zu beachten:

- die Düngung hat auf Grundlage wirtschaftseigener Substanzen zu erfolgen,
- Verbot des Einsatzes von chemisch-synthetischen Stickstoffverbindungen, löslicher Phosphate und technisch angereicherten Kalidüngersalzen,
- Einsatzbeschränkungen bzw. Verbote zum Einsatz von Sekundärrohstoffdünger,
- Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel,
- besondere Kennzeichnung der Produkte bei der Vermarktung.

Durch den Verzicht auf chemisch-synthetische Düngemittel, insbesondere Stickstoffdünger ist eine direkte Zufuhr von Nährstoffen während des höchsten Nährstoffbedarfes der Pflanzen nur begrenzt möglich.

Daher stellt der ökologische Anbau auch besondere Anforderungen an eine hohe Ackerkultur und eine langfristige Dünge- und Anbauplanung. Mehr noch als beim konventionellen Ackerbau ist hier die Grundversorgung mit pflanzenverfügbaren Nährstoffen (P, K und Mg) und die Einhaltung eines optimalen Reaktionszustandes (pH-Wert) zu beachten.

Während in Betrieben mit Tierproduktion die Versorgung der Pflanzen mit den Grundnährstoffen Phosphor, Kalium und Magnesium zumindest teilweise abgesichert werden kann, ist das bei Betrieben mit Marktfruchtanbau nur über die

dafür zugelassenen mineralischen Dünger möglich. Diese sind in der Liste der Düngemittel (Anhang) besonders gekennzeichnet. Ebenso muss die Einhaltung eines optimalen Reaktionszustandes in jedem Fall vollständig durch Einsatz natürlicher Kalkdünger erfolgen. Daher ist eine langfristige, exakte Düngerplanung zur bedarfsgerechten Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen im ökologischen Landbau besonders wichtig.

Um auch im ökologischem Anbau ein befriedigendes Betriebsergebnis und stabile Erträge zu erzielen, ist ein erhöhter Einsatz organischer Substanz mit der Gründüngung, dem mehrjährigen Feldfutteranbau und dem Anbau von Leguminosen über die einfache Reproduktion hinaus notwendig. Dieser kann auch dazu führen, dass während der Herbstperiode noch erhebliche Nährstoffmengen in pflanzenverfügbarer Form im Boden vorliegen. Zur Konservierung des mineralisierten Stickstoffs im Boden und zur Vermeidung von Schwarzbrache kommt dem Zwischenfruchtanbau auf den sandigen Böden des Landes Brandenburg unter diesen Bedingungen besondere Bedeutung zu.

## **6. Nährstoffvergleiche**

### **6.1. Grundsätze**

In Umsetzung der Düngeverordnung sind Betriebe mit mehr als 10 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche oder mehr als 1 ha gartenbaulich genutzter Fläche verpflichtet, für Stickstoff jährlich und für Phosphor und Kalium mindestens alle 3 Jahre für den zurückliegenden Zeitraum Nährstoffvergleiche zu erstellen.

Hiervon befreit sind Betriebe nur, wenn

- aus der betriebseigenen Viehhaltung höchstens 80 kg Gesamt-N/ha genutzter landwirtschaftlicher Fläche anfallen und
- im Betriebsdurchschnitt weniger als 40 kg N/ha aus sonstigen stickstoffhaltigen Düngemitteln, einschließlich Sekundärrohstoffdüngern, eingesetzt werden.

Ziel der Nährstoffvergleiche ist es, Hinweise für die künftigen Düngungsmaßnahmen zu erarbeiten, Reserven in Form von vermeidbaren Nährstoffverlusten aufzuzeigen, aber auch zu geringe Nährstoffzufuhr und die damit verbundenen Beeinträchtigungen der Bodenfruchtbarkeit aufzudecken.

Der Landwirt kann aber nur im langfristigen Überblick erkennen, ob die in diesem Zeitraum durchgeführten Düngungsmaßnahmen auf Dauer ökonomisch und auch ökologisch sachgerecht waren.

Durch Übernahme der für Brandenburg geltenden Richtwerte, den vorhandenen betrieblichen Aufzeichnungen über die Nährstoffzufuhr in Form von Düngemitteln, Futtermitteln, Tierzukauf, Saat- und Pflanzgut und der N-Bindung durch Leguminosen sowie der Nährstoffabfuhr mit tierischen und pflanzlichen Produkten

sowie Wirtschaftsdüngern können nach den im Anhang dargestellten Mustervorlagen die Anforderungen der Düngeverordnung an die Nährstoffvergleiche umgesetzt werden. Welche Form der Landwirt dabei wählt, ist ihm selbst überlassen. Neben der Berechnung nach Mustervorlagen werden zahlreiche PC-Programme angeboten, mit deren Hilfe sowohl die Feld-Stall-Bilanz als auch eine Hoftor- oder Schlagbilanz ohne großen Aufwand erstellt werden kann. Einige PC-Programme bieten darüber hinaus die Möglichkeit, auch die Reproduktion der organischen Substanz gleichzeitig mit zu berechnen. Egal, ob ein Nährstoffvergleich nach Mustervorlage oder mit Hilfe von PC-Programmen berechnet wird, in jedem Fall ist die exakte Erfassung und Eingabe der Daten die entscheidende Grundlage zur Erzielung treffsicherer und für den Betrieb verwertbarer Ergebnisse.

## 6.2. Durchführung

Neben der Form, ob Hoftor-, Feld-Stall- oder Schlagbilanz, kann der Landwirt auch entscheiden, ob das Kalenderjahr oder das Wirtschaftsjahr als Basis genommen wird. Bei allen Nährstoffvergleichen ist darauf zu achten, dass nur die tatsächlich bestellte Fläche für die Bilanzierung angesetzt wird. Stillgelegte Flächen sind einzubeziehen, wenn auf diesen ein gezielter Anbau von nachwachsenden Rohstoffen erfolgt.

Die **Hoftorbilanz** besteht im Wesentlichen aus dem Vergleich, der dem Betrieb mit Düngemitteln, Futtermitteln, Tieren, Saat- und Pflanzgut zugeführten Nährstoffe und den über tierische und pflanzliche Produkten, aber auch mit Wirtschaftsdüngern, abgeführten. Der innerbetriebliche Stoffumsatz, wie der Einsatz von wirtschaftseigenen Futtermitteln und der Einsatz der Wirtschaftsdünger, bleibt dabei unberücksichtigt. Auftretende Stickstoffverluste durch Lagerung und Ausbringung bei Wirtschaftsdüngern können bei Güllewirtschaft mit ca. 30 % und bei Stallmistwirtschaft mit ca. 40 % abgerechnet werden. Die N-Zufuhr beim Anbau von Leguminosen ist anzurechnen (Anlage, Hoftorbilanz).

Diese Form des Nährstoffvergleiches ist für viehhaltende Betriebe die einfachste, da die dafür notwendigen Daten größtenteils in der Buchführung des Betriebes schon erfaßt werden. Konkrete Informationen über einzelne Betriebszweige werden dabei aber nicht gewonnen, so dass Vergleiche zwischen Tier- und Pflanzenproduktion oder auch über die Versorgung einzelner Flächen nicht möglich sind.

Über die bei der Hoftorbilanz zu erfassenden Daten hinaus weist die **Feld-Stall-Bilanz** dagegen detailliert aus, welche Nährstoffbewegungen im viehhaltenden Betrieb stattfinden. So können die anfallenden Wirtschaftsdünger exakt für jede Tierart, unter Nutzung der Richtwerte (Anlage) oder im Betrieb vorhandener Ergebnisse, gesondert ermittelt werden. Die bei Stallmistlagerung auftretenden N-Verluste sind mit maximal 25 und bei der Ausbringung mit max. 20 % sowie bei

Gülle mit 10 und 20 % anrechenbar. Unter Berücksichtigung der im Betrieb vorhandenen Lagerbedingungen und der sachgerechten Ausbringung mit geeigneter Technik können die Verluste wesentlich genauer berechnet werden.

Mit dieser Form des Nährstoffvergleiches sind Aussagen über wesentliche Kennwerte, unter anderem dem Nährstoffanfall aus den Zweigen der Tierhaltung, der Nährstoffzufuhr über organische Dünger auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen, der Nährstoffabfuhr mit verschiedenen Pflanzenarten von den Flächen und der Nährstoffbilanz einzelner Betriebszweige, möglich.

Die **Schlagbilanz** erweist sich besonders in großen Betrieben mit vielen Schlägeinheiten als vorteilhaft. Durch die Erfassung der auf die konkrete landwirtschaftliche Fläche aufgebrachten Nährstoffe (organisch + mineralisch) und dem Entzug über das abgefahrene Ernteprodukt sind genauere Aussagen zu Nährstoffüberschüssen und -mängeln auf den verschiedenen Schlägeinheiten eines Betriebes zu gewinnen. Neben der Wertung einzelner Kulturen können hier auch die Ergebnisse der gleichen Fruchtarten auf den unterschiedlichen Schlägen beurteilt und analysiert werden. Darüber hinaus ist erkennbar, wie unterschiedlich die Schläge mit Düngemitteln versorgt werden und unter Berücksichtigung der Bodenuntersuchungen Nährstoffüberhänge oder -fehlmengen zu verzeichnen sind. Mit mehrjährigen Nährstoffvergleichen auf den Schlägen sind dann konkrete Aussagen und Vergleiche zur Ertragsfähigkeit und Wirksamkeit der Düngung auf verschiedenen Standorten möglich.

Im Ergebnis der einzelnen Schlagbilanzen des gesamten Betriebes ist die Nährstoffversorgung im Gesamtbetrieb damit relativ genau zu beurteilen. Diese Art der Bilanzierung ist immer dann zu empfehlen, wenn bei einer Hoftorbilanz oder einer Feld-Stall-Bilanz erhebliche Nährstoffüberhänge oder -fehlmengen ermittelt worden sind.

### **6.3. Wertung erster Ergebnisse**

Bei einer Wertung der Nährstoffvergleiche sind die Wahl des Vergleichsverfahrens und die standörtlichen Besonderheiten, insbesondere Boden- und Klimaverhältnisse, wie auch die Bewirtschaftungsbedingungen sowie die Auswahl und der Einsatz verschiedener Düngemittel zu berücksichtigen.

In den zurückliegenden Jahren sind von den Landwirten allein, oder in Zusammenarbeit mit Beratungsunternehmen, die ersten Nährstoffvergleiche vorgenommen worden. Dabei handelt es sich überwiegend um Feld-Stall-Bilanzen und nur wenige Schlag- und Hoftorbilanzen.

In kritischer Durchsicht dieser Nährstoffvergleiche sind bisher noch folgende Fehler bzw. Unsicherheiten aufgetreten:

- *Düngungsempfehlungen sind keine Nährstoffvergleiche*  
Mit der Vorlage von Düngungsempfehlungen wird den Anforderungen der Düngeverordnung an die Nährstoffvergleiche nicht entsprochen. In diesen ist größtenteils nicht die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche des Betriebes einbezogen, und darüber hinaus fehlen die Nachweise, welche Düngermengen tatsächlich eingesetzt und welche tatsächlichen Erträge auf den Flächen erzielt worden sind.
- *Anrechnung der Nährstoffgehalte in Düngemitteln*  
Bei dem Einsatz von organischen Düngern werden z.B. die Gesamtgehalte an Stickstoff, Phosphor und Kalium in der Bilanz vollständig angerechnet, obwohl bei der Düngung nur ein Teil der darin enthaltenen Nährstoffe im Anwendungsjahr tatsächlich pflanzenverfügbar wird. Diese Tatsache kann zu erheblichen scheinbaren Überschüssen führen, obwohl beim Nährstoffbedarf ein Mangel vorhanden sein kann.
- *Erntemengen werden nicht genau erfasst*  
Als Erntemengen sind nur die tatsächlich von der Fläche abgefahrenen Produkte anzugeben. Nebenprodukte, wie z.B. Stroh sind, sofern sie im landwirtschaftlichen Betrieb zur Strohdüngung oder als Bestandteil von Stallmist eingesetzt werden, bei einer Feld-Stall-Bilanz nicht als Abfuhr zu berechnen.
- *Berechnung des Nährstoffentzuges auf Grünland*  
Die genauen Erntemengen auf dem Grünland können, insbesondere bei Weide- oder Mähweidenutzung, nur geschätzt werden. Bei der Berechnung des Aufwuchses ist zu berücksichtigen, wieviel Futter tatsächlich von den Tieren aufgenommen wurde, und dass mit den Exkrementen ein Teil der Nährstoffe wieder auf dem Grünland verbleibt. Dadurch bedingt liegen die Nährstoffabfuhr bei Grünlandnutzung oft deutlich unter denen bei Ackernutzung.
- *Berechnung des Wirtschaftsdüngeranfalls und der Lagerverluste*  
Berechnung des Nährstoffanfalls kann auf der Grundlage der vorgegebenen Richtwerte tierischer Ausscheidungen je Stallplatz und Jahr (Anlage A) vorgenommen werden. Eine Umrechnung auf den tatsächlichen Gülle- bzw. Stallmistanfall ist dann nicht notwendig. Je nach Haltungsform können dann bei Stallmist-wirtschaft Lagerverluste von 25 % und bei Güllewirtschaft von 10%, auch bei Abgabe der Wirtschaftsdünger an andere, veranschlagt werden. Bei Ausbringung dieser Dünger können zusätzlich die Ausbringeverluste bis in Höhe von maximal 20 % abgesetzt werden.

- *Berücksichtigung von Bestandsveränderungen*

Auf Grundlage vorgelegter Bodenuntersuchungen kann nachgewiesen werden, dass auf den Böden eine Nährstoffakkumulation oder -reduzierung stattgefunden hat, die bei einem Nährstoffvergleich zu berücksichtigen ist. Entsprechende Untersuchungsergebnisse sind ab 2001 für den gesamten Betrieb erstmalig vollständig nachzuweisen.

Bei der Erstellung der Nährstoffvergleiche sind darüber hinaus auch Änderungen im Tierbestand, sowie der Lagerhaltung von Düngemitteln und Futtermitteln zu erfassen.

## **Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen (alphabetisch)**

<b>Abb.</b>	Abbildung
<b>AHL</b>	Ammonitrat-Harnstoff-Lösung
<b>Al</b>	Aluminium
<b>ASS</b>	Ammonsulfatsalpeter
<b>B</b>	Bor
<b>BBCH-Code</b>	einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen
<b>BG</b>	Bodengruppe
<b>C</b>	Kohlenstoff
<b>CaCl<sub>2</sub></b>	Kalziumchlorid
<b>CAL</b>	Kalziumacetat-lactat
<b>CaO</b>	Kalziumoxid
<b>Cd</b>	Cadmium
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlendioxid
<b>Cr</b>	Chrom
<b>Cu</b>	Kupfer
<b>DGPS</b>	digitale satellitengestützte Standortbestimmung
<b>DMG</b>	Düngemittelgesetz
<b>DMVO</b>	Düngemittelverordnung
<b>DVO</b>	Düngeverordnung
<b>Fe</b>	Eisen
<b>FM</b>	Frischmasse
<b>GV</b>	Großvieheinheit
<b>Hg</b>	Quecksilber
<b>HNO<sub>3</sub></b>	Salpetersäure
<b>K</b>	Kalium
<b>KA4</b>	Bodenkundliche Kartieranleitung
<b>LM</b>	Lebendmasse
<b>MDÄ</b>	Mineraldüngeäquivalente
<b>Mg</b>	Magnesium
<b>Mn</b>	Mangan
<b>Mo</b>	Molybdän
<b>N</b>	Stickstoff
<b>Na</b>	Natrium
<b>Nmin</b>	mineralisierbarer Stickstoff im Boden
<b>NH<sub>4</sub>-N</b>	Ammoniumstickstoff
<b>Ni</b>	Nickel
<b>NO<sub>3</sub>-N</b>	Nitratstickstoff
<b>Pfl.</b>	Pflanze
<b>P</b>	Phosphor
<b>Pb</b>	Blei
<b>RP</b>	Rohproteingehalt
<b>S</b>	Schwefel
<b>SBA</b>	Stickstoff-Bedarfs-Analyse
<b>SM</b>	Schwermetalle

SO <sub>2</sub>	Schefeldioxid
SSA	schwefelsaures Ammoniak
Tab.	Tabelle
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
TS	Trockensubstanz
VDLUFA	Verband der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten
ZALF	Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e.V. Müncheberg
Zn	Zink

## **Tabellenverzeichnis**

- Tabelle 1: Wichtige Standortgruppen landwirtschaftlicher Nutzflächen im Land Brandenburg
- Tabelle 2: Zuordnung von Bodenartengruppen der Düngung nach VDLUFA zu den Bodenartenuntergruppen nach KA 4
- Tabelle 3: Gehaltsklasseneinteilung für die Beurteilung des Reaktionszustandes und der Nährstoffversorgung von Acker- und Grünlandböden
- Tabelle 4: Beschreibung der Reaktionsstufen von Ackerböden und Mineralbodengrünland
- Tabelle 5: Beschreibung der Gehaltsklassen pflanzenverfügbarer P-, K- und Mg-Gehalte von Ackerböden und Grünland
- Tabelle 6: Einstufung in Gehaltsklassen für die Versorgung von Ackerböden mit Mikronährstoffen
- Tabelle 7: Einstufung der Manganversorgung in Gehaltsklassen
- Tabelle 8: Nmin-Gehalte von Ackerböden in Brandenburg zu Vegetationsbeginn
- Tabelle 9: Smin-Gehalte von Ackerböden in Brandenburg zu Vegetationsbeginn
- Tabelle 10: Nährstoffgehalte ausgewählter Fruchtarten
- Tabelle 11: Mittlerer Entzug an Nährstoffen auf dem Grünland
- Tabelle 12: Probenahmezeitraum und Pflanzenteile für eine Nährstoffuntersuchung von Getreide und Winterraps
- Tabelle 13: Auswahl ausreichender Nährstoffgehalte in Pflanzenproben
- Tabelle 14: Umrechnungsschlüssel für den GV-Besatz
- Tabelle 15: Anfall und Zusammensetzung von Stallmist und Jauche
- Tabelle 16: Anfall und Zusammensetzung von Gülle
- Tabelle 17: Mineraldüngeräquivalente für Güllestickstoff in Abhängigkeit von Ausbringungszeit, Bodengruppe und Fruchtart
- Tabelle 18: N-Entzüge und N-Bindung ausgewählter Leguminosen
- Tabelle 19: Zu- und Abschläge zum Pflanzenentzug für die Düngung in Abhängigkeit der Bodenversorgung
- Tabelle 20: Kalkmengen für die Erhaltungskalkung auf Acker- und Grünland
- Tabelle 21: Zu verabreichende Kalkmengen auf dem Ackerland in Abhängigkeit von Gehaltsklassen und Bodengruppen
- Tabelle 22: Kalkmengenhöchstgaben, bei einmaliger Kalkausbringung
- Tabelle 23: Empfehlung zur Magnesiumdüngung im Rahmen der Kalkung auf Acker- und Grünland in den Gehaltsklassen A bis C
- Tabelle 24: Nmin-Bodengehalte zum Aussaatzeitpunkt von Getreide und Winterraps im Herbst
- Tabelle 25: N-Bedarf verschiedener Fruchtarten im Herbst
- Tabelle 26: Richtwerte für den N-Bedarf zur 1. Gabe im Getreideanbau

- Tabelle 27: Zu- oder Abschläge zur 1. N-Gabe
- Tabelle 28 : Richtwerte für den Gesamt N-Bedarf ausgewählter Kulturen
- Tabelle 29: Schätzung der N-Ausscheidungen für laktierende und wachsende Rinder auf der Weide aus dem Rohproteingehalt des Weidefutters
- Tabelle 30: Empfehlungen zur Stickstoffdüngung auf dem Grünland
- Tabelle 31: Schwefel- Sollwerte für verschiedene Fruchtarten
- Tabelle 32: Versorgung von Raps und Getreide mit Schwefel
- Tabelle 33: Durchschnittliche Schwefelgehalte in ausgewählten organischen Düngemitteln
- Tabelle 34: Mikronährstoffbedarf ausgewählter Fruchtarten
- Tabelle 35: Empfehlungen für die Bodendüngung mit Mikronährstoffen
- Tabelle 36: Empfehlung zur Blattdüngung mit Mikronährstoffen

## Literaturverzeichnis

- ALBERT, E. u.a.: Ordnungsgemäßer Einsatz von Düngern entsprechend der Düngeverordnung, Freistaat Sachsen, Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten, 1997
- ANSORGE, H. u.a.: Anwenderhandbuch Dünngungssystem DS 87, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR 1988
- ASMUS, F., GÖRLITZ, H. u. C. HÜBNER :  
Nährstoffentzug von Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln und Grünfüttermais auf diluvialen Böden, Archiv Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde 32 (1988) SS. 49-56 u. 591-599
- ASMUS, F., SCHIEMANN, M , ROSCHKE, M. u. ZIMMERMANN, K-H.:  
Effektive und umweltverträgliche organische Düngung, Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Land Brandenburg 1999
- BAUMGÄRTEL, G. u.a.:  
Kalium-Düngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf, VDLUFA-Standpunkt, 8.7. 1999
- BAUMGÄRTEL, G. u.a.:  
Schwefelversorgung von Kulturpflanzen – Bedarfsprognose und Düngung, VDLUFA-Standpunkt, Grünentwurf, 13. 6. 2000
- BERGMANN, W.: Ernährungstörungen bei Kulturpflanzen, Gustav Fischer Verlag Jena, 1983
- BISCHOFF, R.; FRITSCH, F.; JUNK, J und W. PREETZ:  
Sachgerechte Düngung in Rheinland-Pfalz, Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten, Mainz 1993
- BOYSEN, P.: Richtwerte für die Düngung 1998, Landwirtschaftskammer Schleswig- Holstein 1998
- FECHNER, M u.a. : Grünland in Brandenburg Standortgerecht - umweltverträglich kostengünstig bewirtschaften, Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft e.V. Paulinenaue 1994
- GOTTWALD, R. u.a. :  
Hanf in Brandenburg Anbau und Verwertung aus landwirtschaftlicher und ökologischer Sicht, Lehr- und Versuchsanstalt für Integrierten Pflanzenbau e.V. Güterfelde 1995
- HOFFMANN, G.: Die Untersuchung von Böden, Methodenbuch Band I, VDLUFA-Verlag Darmstadt 1991

- KAPE,H-E. u.a.: Georeferenzierte Bodenprobenahme auf landwirtschaftlichen Flächen als Grundlage für eine teilflächenspezifische Düngung mit Grundnährstoffen VDLUFA-Standpunkt, 16.08.2000
- KERSCHBERGER, M. u. G. FRANKE:  
Anleitung und Richtwerte für Nährstoffvergleiche nach Düngeverordnung, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 1997
- KERSCHBERGER,M; KÖNIG,V; BREITSCHUH, G. u. G. REINHOLD:  
Empfehlungen für die Anwendung organischer Düngestoffe auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in Thüringen 1995, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
- KERSCHBERGER, M. u.a.:  
Bestimmung des Kalkbedarfes von Acker- und Grünlandböden, VDLUFA-Standpunkt, 8.6. 2000
- KERSCHBERGER, M., HEGE, U. u. A. JUNGK:  
Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf, VDLUFA-Standpunkt 18.8. 1997
- KÖRSCHENS, M. u. E. SCHULZ:  
Die organische Bodensubstanz, Heft 13/ 1999 UFZ- Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Sektion Bodenforschung
- KUNDLER, P. u.a.: Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1989
- ROSCHKE, M., SELTMANN, K u. LANTSCH, P, :  
Klärschlammeinsatz in der Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Land Brandenburg, 1998
- SCHILLING, G. u.a.: Pflanzenernährung und Düngung, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1987
- SCHWEDER, P. u. H-E. KAPE. :  
Düngung 1998 Hinweise und Richtwerte für die landwirtschaftliche Praxis und Beratung, LMS Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern 1998
- ..... Bericht zur Lage der Land-, Ernährungs- und Forstwirtschaft des Landes Brandenburg 1999, Ministerium für Ernährung , Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg

- ..... Die Düngung von Acker- und Grünland nach Ergebnissen der Bodenuntersuchung 1995 Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau München-Freising 1995
- ..... Richtwerte und Unterlagen für die Düngung nach Boden- und Pflanzenanalysen 1992 Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Oldenburg der Landwirtschaftskammer Weser-Ems
- ..... Versuchsunterlagen über Feldversuche des Instituts für Biotechnologie Potsdam 1968-1990
- ..... Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) BGBl. Teil I v. 6. 2. 1996, S.118
- ..... Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zum Vollzug der Düngeverordnung im Land Brandenburg Amtsblatt für Brandenburg; Nr. 13 vom 9.4.1998
- ..... Klärschlammverordnung (AbfKlärV.) - BGBl. I vom 15.4.1992, S. 912
- ..... Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW -/AbfG - BGBl. I vom 6.10.1994, S. 2705
- ..... Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (BioAbfV) v. 21. 9. 1998 BGBl I Nr. 65, S. 2955
- ..... Gesetz zum Schutz des Bodens v. 17. 3. 1998 BGBl I Nr. 16, S. 503
- ..... Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) v. 12. 7. 1999, BGBl I Nr. 36, S. 1554
- ..... Düngemittelgesetz v. 15. Nov. 1977 (BGBl. I S. 2134), zuletzt geändert 25. 7. 2000 (BGBl I S. 1076)
- ..... Bekanntmachung der Neufassung der Düngemittelverordnung v. 4. Aug. 1999 (BGBl. I S.1758), zuletzt geändert 17. 11. 1999 (BGBl I S. 2206)

# Anlagen

## Hinweise zur Probenahme

- Tab. A 1: Untersuchungsmethoden für landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzte Böden
- Tab. A 2: Umrechnungsfaktoren für Nährstoffangaben
- Tab. A 3: Nährstoffentzüge der Fruchtarten - Richtwerte des Landes Brandenburg
- Tab. A 4: Nmin-Richtwerte für Gemüsekulturen
- Tab. A 5: Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere je Stallplatz und Jahr
- Tab. A 6: Nährstoffgehalte in Sekundärrohstoffdüngern
- Tab. A 7: Schwermetallgehalte in verschiedenen organischen Düngern
- Tab. A 8: Kalkbedarf zur Erreichung eines optimalen pH-Wertes auf **Ackerland** mit einem Humusgehalt von < 4%
- Tab. A 9: Kalkbedarf zur Erreichung eines optimalen pH-Wertes auf **Grünland**
- Tab. A 10: Übersicht ausgewählter mineralischer sowie für den ökologischen Landbau zugelassener Düngemittel
- Tab. A 11: Nährstoffgehalte ausgewählter Futtermittel
- Muster: N-Düngungsempfehlung nach SBA

## Schwefel-Schätzrahmen

## Mustervorlagen Nährstoffvergleiche

## **Hinweise zur Bodenprobenentnahme**

Eine sachgerechte, nach den VDLUFA Vorschriften (VDLUFA Methodenbuch Bd. I) durchgeführte Probenahme bildet die grundlegende Voraussetzung für ein möglichst repräsentatives Untersuchungsergebnis. Um Fehlerquellen auszuschließen, die besonders durch

- den Zeitpunkt der Bodenprobenahme,
- die Auswahl, Einteilung und den Nachweis der Probenahmefläche,
- Anzahl und Verteilung der Probenahmestellen,
- die Probenahmetechnik und
- die Probenteilung

hervorgerufen werden können, sind nachfolgende Hinweise für die Entnahme von Bodenproben zu beachten.

Der günstigste Zeitpunkt für die Entnahme von Bodenproben ist nach der Ernte im Herbst, vor der geplanten Düngung. Auch außerhalb dieser Zeit ist die Probenahme prinzipiell möglich. Der Zeitpunkt sollte aber in jedem Falle so gewählt werden, dass vorangegangene Düngungsmaßnahmen mindestens 3 Monate zurückliegen. Um Tendenzen der Nährstoffentwicklung innerhalb der Flächen zu erkennen, sollte die Probenahme im Rahmen der Fruchtfolge, immer zu bzw. nach der gleichen Fruchtart, erfolgen.

In Abhängigkeit von Bodenart, Geländebeschaffenheit, Wasserverhältnissen und naturräumlichen Bedingungen sind von großen Schlägen Teilflächen für die Probenahme zu bilden. Die Größe einer zu beprobenden Fläche ist bei gleicher Bewirtschaftung und einheitlichen Standortbedingungen auf 3 bis 5 ha zu begrenzen. Kleinere Schlageinheiten können bei gleichen Standort- und Bewirtschaftungsverhältnissen zu bis 5 ha großen Probeflächen zusammengefasst werden. Besonderheiten, wie Naßstellen, Senken oder Kuppen sowie Mieten- und Lagerplätze, sind aus der Beprobung herauszulassen oder bei entsprechender Größe gesondert zu untersuchen. Für nachfolgende Untersuchungen, Bearbeitungsmaßnahmen und gegebenenfalls für eine teilflächenspezifische Nährstoffzufuhr sind die Probeflächen auf Schlagkarten bzw. topographischen Karten exakt zu kennzeichnen. Zunehmend werden von Beratungsunternehmen dafür computergestützte Verfahren genutzt bzw. angeboten. Mit dem Global- Position- System (GPS) wird dabei eine Vermessung und Übertragung der Daten der Probenahme in Karten vorgenommen. Damit ermöglicht dieses System die Schlag- und Probefeldgröße, das Probenahmeraster und die Probenahmepunkte exakt zu bestimmen und für weitere Untersuchungen und auch Bearbeitungsmaßnahmen wie Düngung, Pflanzenschutz, Pflege und Ernte jederzeit mit hoher Genauigkeit wieder auffindbar zu erfassen.

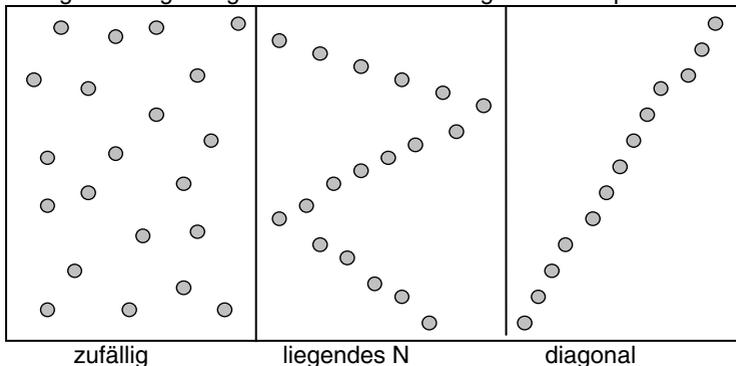
Hinsichtlich der Probefeldgröße ergeben sich bei der GPS gestützten Boden-

untersuchung Abweichungen zu oben dargestellten Vorgaben, da die Einzelproben hier in der Regel nicht entlang einer Beganglinie sondern punktbezogen, um das Messfahrzeug herum, entnommen werden. Um die Repräsentanz der Probenahme zu wahren ist die zu untersuchende Fläche bei dieser Form der Probenahme in ca. 1 ha große Teilstücke zu gliedern.

Die Tiefe der Probenentnahme für die Untersuchung auf Makro- und Mikro-nährstoffe ist auf die Bearbeitungszone zu begrenzen. Auf dem Ackerland sind das i.d.R. 15...20 cm, auf Dauergrünland ist die Entnahme auf 10 cm Tiefe ausreichend.

Die Verteilung der Einzeleinstiche für eine Mischprobe hat gleichmäßig über das gesamte Probefeld zu erfolgen. Entsprechende Begeh- oder Befahrungen können nach folgenden Beispielen vorgenommen werden.

Abbildung: Feldbegehungsmuster und Verteilung der Einzelproben



Die Zahl der Einzelproben (Einstiche) sollte auf dem Ackerland mindestens 15-20 und auf dem Grünland mindestens 30-40 betragen. Wichtig dabei ist, dass die Vorgewende gesondert beprobt werden. Eine Probenahme entlang der Bearbeitungsrichtung (in Fahrspuren) kann zu fehlerhaften Ergebnissen führen und muß daher ausgeschlossen werden.

Als Geräte für die Probenahme eignen sich Tret- oder Schlagbohrstöcke, die aus gehärtetem Stahl mit verstärkter Spitze bestehen sollten. Darüber hinaus wird ein entsprechendes Abstreifgerät und ein Sammelgefäß für die Aufnahme der Einzelproben benötigt. Zunehmend werden in Verbindung mit GPS zur Erleichterung der Handarbeit dafür teil- oder vollmechanisierte Probeentnahmegерäte - z.B. als Fahrzeuganbau- eingesetzt. Bei Einsatz dieser mechanischen Probenahmegерäte ist eine Bodenverschleppung auszuschließen sowie sicherzustellen, dass die Probenahmetiefe und eine gleichmäßige Entnahme des Bodenmaterials über die gesamte Schichttiefe gewährleistet wird.

Die entnommenen Einzelproben sind gut zu durchmischen und davon ca. 200...

300 g in einen geeigneten, feuchtebeständigen Probenbehälter (Pappkästchen, Plastikbeutel o.ä.) abzufüllen. Die Probenbehälter sind fortlaufend mit Schlag- und Probenummer zu kennzeichnen.

### **Besonderheiten der Probenahme für die Bestimmung von mineralischem Stickstoff und Schwefel**

Die Bestimmung von mineralischem Stickstoff (N<sub>min</sub>) ist auf Grund der starken Dynamik im Unterschied zur Probenahme für die systematische Bodenuntersuchung jährlich im Frühjahr bzw. vor der Bestellung der Fruchtart zur Bemessung der N-Düngung notwendig. Parallel dazu kann von der selben Probe auch der pflanzenverfügbare Schwefel (S<sub>min</sub>) bestimmt werden. Bei einheitlich bewirtschafteten und homogenen Schlägen sollte für die N<sub>min</sub>- Probenahme eine Teilfläche von ca. 1...2 ha, repräsentativ für den gesamten Schlag, ausgewählt werden. In allen anderen Fällen ist die Probenahmefläche auf max. 10 ha zu begrenzen. Die Einstiche (Einzelproben) sind wieder gleichmäßig über das Probefeld zu verteilen.

Die Probenahme für N<sub>min</sub> ist nicht nur in der Ackerkrume, sondern in der gesamten durchwurzelbaren Bodenschicht notwendig. Unter den Bedingungen Brandenburgs beträgt diese in der Regel 60 cm. Auf den Sandböden bzw. beim Anbau flach wurzelnder Kulturen ist deshalb eine Entnahme in den Schichten 0...30 und 31...60 cm ausreichend. Auf besseren Standorten und beim Anbau von tiefer wurzelnden Kulturen (Hackfrüchte, Raps, Leguminosen) sollte zusätzlich die Schicht 61...90 cm beprobt werden.

Die Probenahme ist, wie bei der systematischen Bodenuntersuchung, mit einem Schlagbohrstock oder auch mit einem Anbaugerät möglich. Von den einzelnen Schichten sind aus mindestens 20, bei vorangegangener organischer Düngung aus mindestens 25 Einzeleinstichen, Mischproben von je 500 g herzustellen und in feuchtebeständige, mit Probe- und Schlagnummer beschriftete, Probebehälter zu verpacken.

Da sich der Gehalt an mineralischem Stickstoff bei hohen Temperaturen sehr schnell ändern kann, sind die Proben entweder sofort einzufrieren oder bei max. 4°C unverzüglich dem Untersuchungslabor zu übergeben.

*Für die Erstellung von Düngungsempfehlungen sind die von den entsprechenden Einrichtungen verwendeten Protokolle vollständig auszufüllen!*

### **Probenahme von Pflanzen und organischen Düngern**

Anstelle oder ergänzend zu einer Bodenuntersuchung kann mit der Analyse von Pflanzenproben geprüft werden, wie die aktuelle Versorgung der Bestände mit Nährstoffen ist. Sie hat jedoch nur eine begrenzte Aussagekraft hinsichtlich Nährstoffvorrat und -verfügbarkeit im Boden.

Am häufigsten wird die Pflanzenanalyse zur Ableitung der zweiten und nachfolgen-

der N-Gaben sowie zur Einschätzung der Schwefelversorgung angewendet. Aber auch bei Verdacht auf Pflanzenschäden, die auf Nährstoffmangel oder Fehlernährungen zurückzuführen sind, liefert die Pflanzenanalyse zuverlässige Ergebnisse.

Wurde der zu beprobende Bestand bisher einheitlich bewirtschaftet, kann eine den Anbaubedingungen entsprechende Testparzelle von 1 ha für die Entnahme der Einzelproben ausgewählt werden. Die unter Gewährleistung einer gleichmäßigen Verteilung entnommenen oberirdischen Pflanzenteile sind zu einer Durchschnittsprobe von ca. 500 g Frischmasse zu vereinen und schnellstmöglich gekühlt der Laboreinrichtung zu übergeben. Lange Transportzeiten führen zu einer beginnenden Umsetzung der Inhaltsstoffe und damit zwangsläufig zu verfälschten Ergebnissen.

Für die Beurteilung von Schadensfällen sind von der Fläche Boden- und Pflanzenproben der Schadstellen sowie vom gesunden Pflanzenbestand, wie vorn beschrieben, zu entnehmen.

Die Probenahme von Düngemitteln ist auf Grund der oftmals großen Inhomogenität der organischen Dünger sehr anspruchsvoll. Gülle und Jauche neigen schnell zu einer Entmischung (Trennung von Feststoffen und Flüssigkeit) und sind deshalb vor der Entnahme ausreichend lange zu durchmischen. Da diese organischen Düngestoffe ständigen Abbauprozessen unterliegen, sollte die Probenahme für die Untersuchung möglichst kurzfristig vor ihrer Ausbringung erfolgen. Zur Herstellung einer Mischprobe sind dabei mindestens 10 Einzelproben, im günstigsten Fall aus dem fließenden Strom bei der Fahrzeugbefüllung, zu entnehmen. Für eine Standarduntersuchung (TS, org. Substanz, Gesamt- N, P, K, Mg und  $\text{NH}_4\text{-N}$ ) werden in der Regel 5 Liter Substanz benötigt. Bei zusätzlicher Bestimmung von Schwermetallen oder Mikronährstoffen sowie sehr niedrigen TS Gehalten ist die Probenahmemenge auf etwa 10 l zu erhöhen. Die Probebehälter sollten gut verschließbar sein und auf dem schnellsten Wege zum Labor gebracht werden. Vor allem bei höheren Temperaturen kann es schnell zur Gasbildung und damit verbundenen Druckentwicklung in den Transportgefäßen kommen.

Von festen organischen Düngern wie Stallmist oder Sekundärrohstoffdüngern sind von einheitlich gelagerten abgegrenzten Partien Mischproben aus 10-15 gut durchmischten Einzelproben herzustellen. Für die Stallmistuntersuchung (TS, org. Substanz, Gesamt- N, P, K, Mg) werden 4...5 kg Substanz für die Analyse benötigt.

Bei Sekundärrohstoffen empfiehlt es sich neben den Nährstoffen grundsätzlich auch die Nebenbestandteile und Schadstoffe zu bestimmen. Bei der Probenahme ist dabei wie bei der Stallmistbeprobung vorzugehen. Da Komposte oft noch inhomogener sind als Wirtschaftsdünger und eine sehr unterschiedliche Dichte aufweisen, sind für eine Mischprobe 20 Liter Probensubstanz notwendig. Eine kurzfristige Übergabe an die Untersuchungseinrichtung ist auch hier zu beachten.

Tabelle A1 : **Untersuchungsmethoden für landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzte Böden**

Element	Kurzbez.	Bestimmungsmethode	Vorschrift	Ergebnisangabe
Phosphor	<b>P<sub>DL</sub></b>	Doppellactat-Auszug nach Egner-Riehm	VDLUFA, I A 6.2.1.2	mg/100g B. <sup>1)</sup>
Kalium	<b>K<sub>DL</sub></b>			mg/100g B. <sup>1)</sup>
Magnesium	<b>Mg<sub>CaCl2</sub></b>	CaCl <sub>2</sub> - Auszug n. Schachtschabel	VDLUFA, I A 6.2.4.1	mg/100g B. <sup>1)</sup>
Reaktionszustand	<b>PH-Wert</b>	Glaselektrode in CaCl <sub>2</sub> - Lösung	VDLUFA, I A 5.1.1	-
Nitrat	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N</b>	CaCl <sub>2</sub> - Auszug	VDLUFA, I	mg/100g B. <sup>2)</sup>
Ammonium	<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N</b>		A 6.14.1.	mg/100g B. <sup>2)</sup>
mineralischer Stickstoff	<b>N<sub>min</sub></b>	Berechnung aus NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		kg/ha für die Probenahmeschicht
Sulfat	<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>- S</b>	CaCl <sub>2</sub> - Auszug	VDLUFA, I A 6.3.1.1	mg/100g B. <sup>2)</sup>
mineralischer Schwefel	<b>S<sub>min</sub></b>	Berechnung aus SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S x 0,33 = S		kg/ha für die Probenahmeschicht
Bor	<b>B</b>	heißwasserlöslich	DIN38405 D17	mg/kg B. <sup>1)</sup>
Kupfer	<b>Cu</b>	EDTA-Auszug	VDLUFA, I	mg/kg B. <sup>1)</sup>
Mangan	<b>Mn</b>	EDTA-Auszug	A 7. ff	mg/kg B. <sup>1)</sup>
Molybdän	<b>Mo</b>	n. Grigg	VDLUFA, I A 7. ff	Bodenzahl = pH+ (10 x mg Mo/kg B. <sup>1)</sup> )
Zink	<b>Zn</b>	EDTA-Auszug	VDLUFA, I A 7. ff	mg/kg B. <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> lufttrockener Boden <sup>2)</sup> Originalsubstanz

Ab 2003 wird für die Bestimmung von B, Cu, Mn und Zn bundeseinheitlich die Anwendung der **CAT**-Methode empfohlen. Eine entsprechende Methodenbeschreibung ist durch den VDLUFA in Bearbeitung.

Die Bestimmung der Feinschluffanteile erfolgt nach DIN 19683, Teil 4.

Tabelle A 2: **Umrechnungsfaktoren für Nährstoffangaben**

P	x	2,291	=	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
K	x	1,204	=	K <sub>2</sub> O
Ca	x	1,399	=	CaO
Ca	x	1,948	=	Ca(OH) <sub>2</sub>
Ca	x	2,497	=	CaCO <sub>3</sub>
Mg	x	1,658	=	MgO
Mg	x	3,470	=	MgCO <sub>3</sub>
N	x	4,430	=	NO <sub>3</sub>
N	x	1,288	=	NH <sub>4</sub>
S	x	3,000	=	SO <sub>4</sub>

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	x	0,436	=	P
K <sub>2</sub> O	x	0,830	=	K
CaO	x	0,715	=	Ca
Ca(OH) <sub>2</sub>	x	0,541	=	Ca
CaCO <sub>3</sub>	x	0,400	=	Ca
MgO	x	0,603	=	Mg
MgCO <sub>3</sub>	x	0,290	=	Mg
NH <sub>4</sub>	x	0,776	=	N
NO <sub>3</sub>	x	0,226	=	N
SO <sub>4</sub>	x	0,330	=	S

Tabelle A 3:Nährstoffentzüge der Fruchtarten - Richtwerte des Landes Brandenburg

Kultur	RP %	TS %	Nährstoffentzüge in kg/dt							
			Hauptprodukt				Haupt- und Nebenprodukt			
			N	P	K	Mg	N	P	K	Mg
<b>Getreide</b>										
Winterweizen	12	86	1,80	0,35	0,50	0,12	2,25	0,47	1,50	0,23
Winterweizen	14	86	2,10	0,35	0,50	0,12	2,45	0,47	1,50	0,23
Winterroggen	11	86	1,50	0,35	0,50	0,08	1,95	0,44	1,40	0,12
Wintergerste	12	86	1,70	0,35	0,50	0,12	2,15	0,47	1,76	0,23
Triticale	12	86	1,80	0,35	0,50	0,12	2,25	0,47	1,76	0,23
Sommerweizen	11	86	1,50	0,35	0,50	0,12	1,95	0,47	1,50	0,23
Sommerroggen	11	86	1,50	0,35	0,50	0,12	1,95	0,44	1,40	0,12
Sommergerste	11	86	1,70	0,35	0,50	0,12	2,05	0,43	1,50	0,20
Braugerste	10,5	86	1,40	0,35	0,50	0,12	1,75	0,44	1,50	0,20
Hafer	11	86	1,50	0,35	0,50	0,12	1,98	0,52	2,19	0,19
Durumweizen	12	86	1,50	0,35	0,50	0,12	2,25	0,47	1,50	0,23
Buchweizen	12	86	1,90	0,44	0,60	0,20	3,10	0,94	4,60	0,60
<b>Hackfrüchte</b>										
Zuckerrüben		FM	0,18	0,04	0,21	0,05	0,46	0,08	0,62	0,09
Gehaltsrüben		FM	0,18	0,04	0,42	0,03	0,30	0,05	0,62	0,08
Massenrüben		FM	0,14	0,03	0,42	0,03	0,25	0,04	0,50	0,06
Kartoffeln		FM	0,35	0,06	0,50	0,02	0,39	0,06	0,56	0,03
Silomais		30					0,36	0,08	0,39	0,04
Silomais		100					1,20	0,26	1,29	0,12
Grünfuttermais		FM					0,29	0,04	0,34	0,03
Körnermais	11	86	1,50	0,30	0,30	0,12	2,50	0,48	2,10	0,24
CCM-Mais		53	1,50	0,26	1,40	0,18	2,50	0,48	2,10	0,24
<b>Öl-undFaserpflanzen</b>										
Winterraps		91	3,30	0,80	0,83	0,30	4,40	1,06	4,15	0,48
Sommerraps		91	3,30	0,80	0,83	0,30	4,40	1,06	4,15	0,48
andere Kruziferen		91	3,30	0,79	0,83	0,30	4,70	1,13	4,98	0,50
Sonnenblumen		91	2,80	0,70	2,00	0,40	5,05	1,30	8,22	0,85
Öllein		91	3,50	0,52	0,83	0,48	4,30	0,65	2,57	0,54
Hanf (Samen)	29	91	4,60	1,10	0,89	0,51				
(blattfr. Stengel)			0,90	1,40	0,09	0,12	2,60	0,34	2,30	0,32
<b>Leguminosen</b>										
Ackerbohnen		86	4,10	0,52	1,16	0,12	5,60	0,65	3,32	0,36
Erbsen		86	3,60	0,48	1,16	0,12	5,10	0,61	3,32	0,42
Weißer Lupinen		86	4,30	0,44	1,13					
Gelbe Lupinen		86	5,80	0,82	1,25					

Fortsetzung Tabelle A3

Kultur	RP %	TS %	Nährstoffzüge in kg/dt							
			Hauptprodukt				Haupt- und Nebenprodukt			
			N	P	K	Mg	N	P	K	Mg
<b>Futterpflanzen und Zwischenfrüchte</b>										
Rotklee	18						0,54	0,05	0,54	0,07
	100						3,00	0,29	3,00	0,38
Luzerne	18						0,63	0,06	0,49	0,06
	100						3,50	0,35	2,70	0,31
Kleegrass	18						0,47	0,06	0,50	0,05
	100						2,60	0,34	2,80	0,25
Luzernegrass	18						0,52	0,07	0,49	0,04
	100						2,90	0,37	2,70	0,25
Ackergras							0,36	0,05	0,47	0,03
	100						2,00	0,26	2,60	0,14
Getreideganzpflanzen	35						0,49	0,08	0,70	0,05
	100						1,40	0,23	2,00	0,13
nichtlegume SZF/WZF	16						0,42	0,07	0,50	0,07
	100						2,60	0,43	3,10	0,18
legume SZF	16						0,43	0,06	0,46	0,05
	100						2,70	0,38	2,9	0,30

Fortsetzung Tabelle A3: **Nährstoffgehalte von Gemüse - Richtwerte des Landes Brandenburg**

Kultur	Nährstoffzüge in kg/dt Frischmasse							
	Feldabfuhr				Gesamtaufwuchs			
	N	P	K	Mg	N	P	K	Mg
Blumenkohl	0,28	0,045	0,30	0,012	0,31	0,048	0,33	0,014
Brokkoli	0,45	0,065	0,38	0,020	0,37	0,046	0,40	0,028
Buschbohnen	0,25	0,040	0,25	0,025	0,34	0,040	0,36	0,054
Chicoree	0,16	0,040	0,35	0,020	0,19	0,040	0,37	0,020
Chinakohl	0,15	0,040	0,25	0,010	0,16	0,036	0,27	0,010
Dill	0,30	0,040	0,50	0,025	0,30	0,040	0,50	0,025
Eichblatt	0,19	0,030	0,37	0,012	0,19	0,030	0,37	0,012
Einlege-Gurken	0,15	0,030	0,20	0,012	0,17	0,040	0,28	0,030
Eissalat	0,13	0,025	0,25	0,010	0,13	0,025	0,25	0,010
Endivien	0,20	0,030	0,35	0,010	0,20	0,030	0,35	0,010
Erbsen	1,00	0,100	0,30	0,035	0,49	0,045	0,34	0,043
Feldsalat	0,30	0,045	0,40	0,015	0,30	0,045	0,40	0,015
Fenchel	0,20	0,030	0,40	0,020	0,24	0,034	0,42	0,031
Grünkohl	0,60	0,080	0,49	0,025	0,46	0,069	0,51	0,025
Kohlrabi	0,28	0,045	0,35	0,015	0,30	0,045	0,35	0,018
Kopfsalat	0,18	0,030	0,30	0,015	0,18	0,030	0,30	0,015
Lollo	0,19	0,030	0,37	0,012	0,19	0,030	0,37	0,012
Möhren	0,13	0,035	0,35	0,015	0,12	0,036	0,41	0,021
Petersilie	0,45	0,065	0,70	0,040	0,44	0,065	0,70	0,040
Porree	0,25	0,035	0,30	0,020	0,26	0,035	0,31	0,021

Fortsetzung Tab A3 **Nährstoffgehalte von Gemüse - Richtwerte des Landes Brandenburg**

Kultur	Nährstoffentzüge in kg/dt Frischmasse							
	Feldabfuhr				Gesamtaufwuchs			
	N	P	K	Mg	N	P	K	Mg
Radicchio	0,25	0,040	0,40	0,020	0,25	0,040	0,40	0,020
Radies	0,20	0,030	0,28	0,020	0,20	0,030	0,28	0,020
Rettich Bund	0,17	0,033	0,30	0,016	0,17	0,033	0,30	0,016
Rettich Deut	0,14	0,035	0,33	0,010	0,17	0,033	0,31	0,016
Rettich Jap	0,14	0,035	0,33	0,010	0,17	0,034	0,31	0,015
Romana	0,20	0,040	0,25	0,010	0,20	0,040	0,25	0,010
Rosenkohl	0,65	0,085	0,55	0,025	0,47	0,067	0,51	0,025
Rote Rüben	0,26	0,045	0,46	0,050	0,26	0,045	0,46	0,047
Rote Rüben	0,28	0,050	0,40	0,030	0,27	0,046	0,46	0,046
Rotkohl	0,22	0,035	0,30	0,015	0,26	0,037	0,32	0,019
Schnittlauch	0,50	0,060	0,45	0,035	0,50	0,060	0,45	0,035
Sellerie Bund	0,27	0,055	0,47	0,020	0,27	0,055	0,47	0,020
Sellerie Knolle	0,25	0,065	0,45	0,015	0,27	0,055	0,47	0,020
Sellerie Stange	0,25	0,050	0,45	0,020	0,25	0,050	0,45	0,020
Spargel	0,40	0,035	0,25	0,018	-	-	-	-
Spinat	0,36	0,050	0,55	0,050	0,36	0,050	0,55	0,050
Stangenbohnen	0,25	0,040	0,25	0,025	0,35	0,040	0,38	0,057
Tomaten Stab	0,16	0,020	0,32	0,012	0,22	0,028	0,34	0,040
Weißkohl früh	0,22	0,032	0,26	0,015	0,26	0,034	0,28	0,020
Weißkohl	0,20	0,032	0,26	0,015	0,23	0,033	0,27	0,180
Wirsing	0,35	0,050	0,32	0,015	0,38	0,050	0,36	0,022
Zucchini	0,15	0,030	0,20	0,015	0,18	0,044	0,31	0,037
Zuckerhut	0,20	0,050	0,25	0,010	0,20	0,050	0,25	0,010
Zuckermais	0,60	0,110	0,26	0,045	0,40	0,063	0,51	0,028
Zwiebel Bund	0,20	0,035	0,20	0,015	0,20	0,035	0,20	0,015
Zwiebel	0,18	0,035	0,20	0,015	0,22	0,034	0,20	0,015

Tab. A4 Nmin-Richtwert der Gemüsekulturen

Kultur	Probe-Nahme	Nmin-Richtwert	Kultur	Probe-Nahme	Nmin-Richtwert
Blumenkohl	60	300	Rucola, 1. Schnitt	30	150
Brokkoli	60	310	Salate, Baby Leaf Lettuce	30	80
Buschbohne	60	110	Salate, Blatt-grün (Lollo, Eichblatt, Krul)	30	130
Chicoree	90	90	Salate, Blatt-rot (Lollo, Eichblatt, Krul)	30	110
Chinakohl	60	210	Salate, Eissalat	30	140
Dill	30	120	Salate, , Frisee	60	150
Feldsalat	15	80	Salate, Endivien-, glattblättrig	60	190
Grünkohl, Handernite, Blatt	60	160	Salate, Kopfsalat	30	150
Gurke, Einleger	30	190	Salate, Radicchio	60	140
Knollenfenchel, gepflanzt	60	200	Salate, Romana	60	140
Kohlrabi	30	230	Salate, Romana Herzen	60	130
Kürbis	60	140	Salate, Zuckerhut, Früh	60	180
Möhren, Bund-	60	70	Schnittlauch, Direktsaat bis 1. Schnitt oder Anbau Treiberei	60	170
Möhren, Industrie-	60	80	Schnittlauch, nach einem Schnitt	60	180
Möhren, Wasch-	60	100	Schwarzwurzel	90	0
Pastinake	60	80	Sellerie, Bund-	30	200
Petersilie, Blatt-, bis 1. Schnitt	60	130	Sellerie, Knollen-	60	180
Petersilie, Blatt-, nach einem Schnitt	60	120	Sellerie, Stangen-	30	230
Petersilie, Wurzel-	60	90	Spinat, Frischmarkt	30	170
Porree, gepflanzt, Herbst und Winter	60	220	Spinat, Industrie	30	180
Radies	30	110	Stangenbohne	60	140
Reitich, Bund-	30	140	Weißkohl, Frischmarkt,	60	270
Reitich, deutsch	60	170	Weißkohl, Industrie	90	340
Reitich, japanisch	60	230	Wirsing, langsamwachsend	90	280
Rosenkohl	90	300	Zucchini, gepflanzt, Frühe Kurzkultur	60	240
Rote Rüben	60	230	Zuckermais, mittelschnellwachsend	90	160
Rote Rüben, Bund	60	140	Zwiebel, Bund-	30	190
Rote Rüben, Baby Beet	60	150	Zwiebel, Trocken-, schnellwachsend	60	
Rotkohl, langsamwachsend	90	260			

\*) Die Nmin Richtwerte gelten für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur. Die notwendige Düngung soll in der Regel in mindestens zwei Gaben aufgeteilt werden.

Tabelle A5: Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere je Stallplatz und Jahr

Tierart	Mittl.-LM		Nährstoffanfall in kg/a										
	kg	je Tier	GV	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO			
<b>Rinder</b>													
Kalb bis 3 Monate	70	0,15	13,2	2,1	4,9	10,3	12,4	1,3	2,2				
Kalb, Aufzucht 4 Monate	85	0,20	16,0	2,6	6,0	12,5	15,0	1,6	2,6				
Jungrinder, 3 bis 6 Monate	140	0,30	26,4	4,3	9,9	20,5	24,7	2,6	4,3				
Bulle, 125-600 kg 1,3 Jahre	310	0,60	42,0	7,8	18,0	36,5	44,0	5,8	9,6				
Weibl. Jungvieh 6-12 Monate	250	0,50	47,0	7,7	17,6	36,6	44,1	4,6	7,7				
Färse 5...27 Monate	310	0,60	44,0	6,3	14,5	50,6	61,0	5,8	9,6				
Milchkuh, 5000 kg Milch/Jahr	500	1,00	90,4	13,8	31,7	98,2	118,3	9,3	15,5				
Milchkuh, 6000 kg Milch/Jahr	500	1,00	108,5	16,6	38,0	117,9	142,0	11,2	18,5				
Milchkuh, 7000 kg Milch/Jahr	500	1,00	126,5	19,3	44,3	137,5	165,7	13,0	21,6				
Mutterkuh (0,9 Kalb/Jahr)	500	1,00	96,0	12,6	29,0	107,1	129,0	9,3	15,5				
<b>Schweine</b>													
Sau, gute u. niederr.: Eber	175	0,35	22,0	5,0	11,4	7,5	9,0	3,5	5,8				
Sau, 18 aufg. Ferkel bis 8 kg LM													
Standard	215	0,43	27,0	6,1	14,0	9,1	11,0	4,3	7,2				
N/P red. Fütterung	215	0,43	21,0	4,8	11,0	8,3	10,0	4,3	7,2				
Sau, 18 aufg. Ferkel bis 25 kg LM													
Standard	295	0,60	36,0	8,3	19,0	13,3	16,0	6,1	10,1				
N/P red. Fütterung	295	0,60	29,0	6,5	15,0	12,5	15,0	6,1	10,1				
Ferkel 8...25 kg LM (8 Durchgänge)	18	0,04	4,0	0,9	2,1	1,8	2,2	0,5	0,8				
Ferkel, 140 kg Zuwachs/Platz,	18	0,04	4,3	1,0	2,3	1,9	2,3	0,5	0,8				
Ferkel, 140 kg Zuwachs/Platz, N/P	18	0,04	3,7	0,8	1,8	1,7	2,0	0,5	0,8				
Vormast bis 50 kg LM	30	0,06	5,3	1,0	2,4	2,1	2,05	1,0	1,6				
Mastschwein, 25...110 kgLM, Stand.	65	0,13	13,0	2,6	6,0	5,0	6,0	2,4	3,9				
Mastschwein, 25...110 kgLM, N/P	65	0,13	10,0	2,0	4,5	4,2	5,0	2,4	3,9				
Mast- u. Zucht >50 kg LM, Stand.	80	0,16	16,0	3,2	7,4	6,1	7,4	2,9	4,8				
Mast- u. Zucht >50 kg LM, N/P red.	80	0,16	12,3	2,4	5,5	5,1	6,2	2,9	4,8				

Fortsetzung Tabelle A5: Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere je Stallplatz und Jahr

Tierart	Mittl.-LM kg	jeTier <sup>1</sup> GV	Nährstoffanfall in kg/a										
			N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO				
<b>Geflügel</b>													
100 Jungennen bis 1,2 kg/Tier	0,65	0,13	28,0	7,0	16,0	12,5	15,0	4,9	8,2				
100 Legenennen 1800 kg Ei, Standard	1,60	0,32	74,0	17,9	41,0	27,4	33,0	7,2	12,0				
100 Legenennen 1800 kg Ei, N/P	1,60	0,32	71,0	13,5	31,0	27,4	33,7	2	12,0				
100 Hähnchen bis 1,5 kg/Tier	0,80	0,15	29,0	7,0	16,0	13,3	16,0	2,7	4,5				
100 Hähnchen bis 1,5 kg/Tier	0,80	0,15	26,0	5,2	12,0	13,3	16,0	2,7	4,5				
100 Puten, 3200 kg Zuwachs, Stand.	5,0	1,00	164,0	35,3	81,0	58,9	71,0	19,3	32,0				
100 Puten, 3200 kg Zuwachs, N/P	5,0	1,00	150,0	22,7	52,0	58,9	71,0	19,3	32,0				
100 Mastenten (6 Durchgänge)	1,4	0,28	71,0	25,7	59,0	39,8	48,0	5,8	9,7				
100 Flugenten	1,6	0,32	55,0	7,4	17,0	33,2	40,0	6,6	11,0				
100 Mastgänse	2,5	0,50	80,0	8,7	20,0	83,0	100,0	9,6	16,0				
100 Perlhühner, 1350 kg Ei	1,3	0,26	72,0	17,4	40,0	25,7	31,0	5,7	9,4				
100 Perlhühner, 1100 kg Zuwachs	1,3	0,26	34,8	8,4	19,2	15,9	19,2	5,7	9,4				
<b>Pferde</b>													
Pferd bis 6 Monate	250	0,5	32,0	7,6	17,5	23,2	28,0	5,1	8,4				
Pferd (leicht)	500	1,00	56,0	12,6	29,0	44,8	54,0	9,8	16,2				
Zuchtstute mit Fohlen	700	1,40	86,0	16,3	37,0	73,0	88,0	10,7	17,8				
<b>Schafe und Ziegen</b>													
Schaf 6...12 Monate	25	0,05	6,9	1,1	2,5	7,3	8,8	0,7	1,2				
Schaf über 1 Jahr	50	0,10	13,8	2,2	5,0	14,8	17,8	1,5	2,5				
Mutterschaf mit Nachzucht	80	0,16	22,0	3,5	8,0	23,2	28,0	2,4	4,0				
Mastlamm (Weidemast)	25	0,05	5,0	0,9	2,0	4,2	5,0	0,7	1,2				
Mastlamm (Intensivmast)	25	0,05	3,0	0,4	1,0	2,5	3,0	0,7	1,2				

<sup>1)</sup> bei Geflügel 100 Tiere

**Tabelle A6: Nährstoffgehalte in Sekundärrohstoffdüngern**

Sekundärrohstoffdünger	Nährstoffgehalt je Mengeneinheit in der Frischmasse										
	TS-Gehalt	Mengen-einheit	N	NH <sub>4</sub> -N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO	
	%										
<b>Klärschlamm, trocken</b>	30	kg/t	9,5	1,3	5,9	13,5	0,9	1,1	1,4	2,2	
<b>Klärschlamm, naß</b>	4	kg/t	2,2	0,3	0,8	1,9	0,2	0,2	0,1	0,1	
<b>Klärschlammkompost</b>	50	kg/t	5,0	0,3	4,2	9,5	0,8	1,0	1,1	1,8	
<b>Grüngutkompost</b>	60	kg/t	3,8	0,1	0,7	1,6	2,0	2,4	1,2	2,0	
Bioabfallkompost	60	kg/t	6,6	0,3	1,7	3,9	3,2	4,0	2,1	3,5	
Niedermoor torf	20	kg/t	5,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	
Baggergut (Gewässersediment)	40	kg/t	5,5	0,1	0,3	0,7	0,5	0,6	0,5	0,8	
gärtn. Erden	60	kg/t	4,0	0,1	2,1	4,8	3,0	3,6	0,5	0,8	
Gärrückstand	5	kg/t	2,7	1,6	0,7	1,6	4,5	5,4	0,5	0,9	
Kartoffel fruchtwasser	4	kg/t	2,9	0,9	0,3	0,7	4,3	5,2	0,3	0,4	

**Tabelle A7 : Schwermetallgehalte in verschiedenen organischen Düngern**

organischer Dünger	Schadstoffgehalt in g/t TS										
	TS-Gehalt	Aufwand-menge	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	AOX	
	%	t TS/ha									
Klärschlamm, trocken	30	5	69	1,66	68	273	31	1,51	930	216	
Klärschlammkompost	50	10	232	1,83	54	236	31	3,4	755		
Grüngutkompost	60	30	59	0,51	14	33	9	0,19	214		
Bioabfallkompost	60	30	74	0,65	22	60	13	0,18	275		
Geflügeltrockenkot	45	3	20	0,25	8	82	8	0,03	400		
Schweinemist (nach KTBL)	25	5	11	0,82	9	294	11	0,04	896		
Gärrückstand	5	2	18	0,77	9	196	13	0,29	512		
Rindergülle (nach KTBL)	10	2	11	0,46	6	45	4	0,05	222		
Kartoffel fruchtwasser	4	1,5	1	0,75	6	24	2	0,03	81		

Tabelle A8: **Kalkbedarf zur Erreichung eines optimalen pH-Wertes auf Ackerland mit einem Humusgehalt von < 4% [CaO dt/ha)**

pH-Wert	Bodenart				
	Sand	schwach lehmiger Sand	stark lehmiger Sand	sandiger/schluffiger Lehm	toniger Lehm bis Ton
≤4,0	45	77			
4,1	42	73			
4,2	39	69			
4,3	36	65			
4,4	33	61			
4,5	30	57	87*	117*	160*
4,6	27	53	82	111	152
4,7	24	49	77	105	144
4,8	22	46	72	100	136
4,9	19	42	67	94	128
5,0	16	38	63	88	121
5,1	13	34	58	82	113
5,2	10	30	53	76	105
5,3	7	26	49	70	98
5,4	6	22	44	65	90
5,5	6	19	39	59	82
5,6	6	15	34	53	75
5,7	6	11	29	47	67
5,8	6	10	25	41	59
5,9	0	10	20	36	52
6,0	0	10	15	30	44
6,1	0	10	14	24	36
6,2	0	10	14	18	29
6,3	0	10	14	17	21
6,4	0	0	14	17	20
6,5	0	0	14	17	20
6,6	0	0	14	17	20
6,7	0	0	14	17	20
6,8	0	0	0	17	20
6,9	0	0	0	17	20

\* Mengen gelten ab pH-Wert ≤4,5

Tabelle A9: Kalkbedarf zur Erreichung eines optimalen pH-Wertes auf Grünland [CaO dt /ha]

pH-Wert	Bodenart						
	Sand		schwach lehmiger Sand	stark lehmiger Sand	sandiger/schluffiger Lehm	toniger Lehm bis Ton	Moor
	Humusgehalt [%]						
	≤15	15 bis 30	≤15	≤15	≤15	≤15	≥30
≤3,5	30	19					11
3,6	28	17					10
3,7	25	16					9
3,8	23	15	40				8
3,9	21	13	37				7
4,0	19	12	35	50			6
4,1	16	11	32	47			5
4,2	14	9	29	43	57	68	4
4,3	12	8	27	40	54	63	3
4,4	9	7	24	37	50	59	3
4,5	7	5	22	33	46	55	3
4,6	5	4	19	30	42	51	3
4,7	4	3	16	27	38	47	3
4,8	4	3	14	24	35	43	0
4,9	4	3	11	20	31	38	0
5,0	4	3	9	17	27	34	0
5,1	4	3	6	14	23	30	0
5,2	4	3	5	10	19	26	0
5,3	0	0	0	7	16	22	0
5,4	0	0	0	6	12	17	0
5,5	0	0	0	6	8	13	0
5,6	0	0	0	6	7	9	0
5,7	0	0	0	6	7	8	0
5,8	0	0	0	6	7	8	0
5,9	0	0	0	6	7	8	0
6,0	0	0	0	0	7	8	0
6,1	0	0	0	0	7	8	0
6,2	0	0	0	0	7	8	0
6,3	0	0	0	0	7	8	0
6,4	0	0	0	0	0	8	0
6,5	0	0	0	0	0	0	0
6,6	0	0	0	0	0	0	0
6,7	0	0	0	0	0	0	0
6,8	0	0	0	0	0	0	0
6,9	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle A 10: Übersicht ausgewählter mineralischer sowie für den ökologischen Landbau zugelassener Düngemittel

Düngersorte	handelsübliche Nährstoffgehalte in %										S	Orientierende Kalkwerte <sup>*)</sup> des Düngers für Ackerland als kg CaO in 100 kg Ware	
	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO	CaO					
<b>Stickstoffdünger</b>													
AHL	28												ca. - 28
Kalkammonsalpeter	27,5							12-18					ca. - 16
Kalkammonsalpeter	27,5				2,1	3,5		12-18					ca. - 16
Harnstoff	46												- 46
Stickstoffmagnesia	22				4,2	7							- 0
Ammonsulfatsalpeter	26										14		- 51
Schwefelsaures Ammoniak	21										24		- 63
Kalkstickstoff (Perlka)	19,8							55					+ 35
Kalksalpeter	15,5							21					+ 5
Alizon 25/Basammon 25 stabil <sup>1)</sup>	25										16		- 51
NPK 12+12+17+2 (Blaukorn)	12	5,2	12	14,1	17	1,2	2				6		- 12
NPK 13+13+21	13	5,7	13	17,4	21						2		- 13
Nitrophoska stabil <sup>1)</sup>	12	3,5	8	14,1	17	1,2	2				7		- 14
Diammonphosphat	18	20,1	46										- 38
Ammonphosphat	11	22,7	52										- 37
<b>Phosphordünger</b>													
Thomaphosphatkali		4,4	10	12,4	15	1,8	3	30					+ 33
Thomaskali 10+20+3 (*)		4,4	10	16,6	20	1,8	3	23					+ 24
Thomaskali 12+18+3 (*)		5,2	12	14,9	18	1,8	3	23					+ 24
Thomaskalk 8*		3,5	8			1,2	2	43					+ 43
Thomaskalk 4*		1,7	4			1,2	2	43					+ 42
Triplephosphat		20,1	46					17					- 3
Novaphos		10,0	23					11					+ 13
Carolon-Phosphat		11,3	26					20					+ 22
Super-Rekaphos 16+20		7,0	16	16,6	20								0
Super-Rekaphos 14+24		6,1	14	19,9	24								0

Fortsetzung Tabelle A 10: **Übersicht ausgewählter Düngemittel**

Düngersorte	handelsübliche Nährstoffgehalte in %											Orientierende Kalkwerte* des Düngers für Ackerland als kg CaO in 100 kg Ware
	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO	CaO	S			
Cederan-P		10,0	23					11	8			+ 11
Cederan-PK		5,2	12	19,9	24			7	6			+ 7
Cederan-PK		6,5	15	16,6	20			7	6			+ 7
Carolon-Kali 14+24		6,1	14	19,9	24			11				+ 11
Hyperphos gekörnt*		11,3	26					29				+ 31
Hyperphos-Kali (*)		8,7	20	16,6	20							+ 23
Hyperphos-Magnesia*		9,2	21			4,2	7					+ 26
Diammonphosphat	18	20,1	46									- 38
Ammonphosphat	11	22,7	52									- 37
<b>Kaliumdünger</b>												
Korn-Kali + Mg				33,2	40	3,6	6		4			0
Kalimagnesia (Patentkali)*				24,9	30	6,0	10		18			0
60er Kali, grob				49,8	60							0
50er Kali, grob				41,5	50							0
Magnesia-Kainit, grob (*)				10,0	12	3,6	6		4			0
Thomaskali 10+20+3	4,4	10	16,6	20	1,8	3						+ 24
Thomaskali 12+18+3	5,2	12	14,9	18	1,8	3						+ 24
Carolon-Kali 14+24	6,1	14	19,9	24				11				+ 11
Super-Rekaphos 16+20	7,0	16	16,6	20								0
Super-Rekaphos 14+24	6,1	14	19,9	24								0
Cederan-PK	5,2	12	19,9	24				7	6			+ 7
Cederan-PK	6,5	15	16,6	20				7	6			+ 7
Hyperkphos-Kali	8,7	20	16,6	20								+ 23
Kaliumsulfat*				41,5	50				18			0
Kaliumchlorid				49,8	60							0

Fortsetzung Tabelle A 10: **Übersicht ausgewählter Düngemittel**

Düngersorte	handelsübliche Nährstoffgehalte in %										Orientierende Kalkwerte <sup>1)</sup> des Düngers für Ackerland als kg CaO in 100 kg Ware
	N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Mg	MgO	CaO	S		
<b>Magnesiumdünger</b>											
Kieserit (*)						15,1	25		21	0	
Bittersalz*						9,6	16		13	0	
Magnesia-Kalnit, grob (*)				10,0	12	3,6	6		4	0	
Korn-Kali + Mg				33,2	40	3,6	6		4	0	
Magnesiummischkalk						9,0	15	45		+ 76	
Hyperphos-Magnesia						4,2	7		3	+ 26	
<b>Kalkdünger</b>	9,2	21									
Branntkalk								90		+ 90	
Kohlensaurer Kalk*								45		+ 45	
Löschkalk								70		+ 70	
Mischkalk								60		+ 60	
Hüttenkalk, gemahlen*						4,2	7	40		+ 50	
Hüttenkalk, gekörnt*						6,0	10	42		+ 56	
Mg-Branntkalk gek. 85						9,0	15	70		+ 91	
Thomaskalk 8*	3,5	8				1,2	2	43		+ 43	
Thomaskalk 4*	1,7	4				1,2	2	43		+ 42	
Magnesiummischkalk						9,0	15	55		+ 76	
Carbokalk								26		+ 26	

1) = enthält den Nitrifikationshemmer Dicyandiamid

2) = Die Kalkwerte ergeben sich als der basischen und acidischen Wirksamkeit der Elemente. Der Kalkwert dient in Abhängigkeit des Bodensäuregehaltes zur Auswahl geeigneter Dünger.

Die mit \* gekennzeichneten Dünger sind allgemein für den ökologischen Landbau geeignet.

Die mit (\*) gekennzeichneten nur mit Einschränkungen

Tabelle A11: Nährstoffgehalte ausgewählter Futtermittel

Inhaltsstoff	TS	RP	N	P	K
Einheit	%	g/kg	kg/dt		
<b>Grund- und Saffutter</b>					
Biertreibersilage	100,0	240	3,84	0,60	0,10
Futterraps	100,0	200	3,20	0,35	0,38
Gehaltsrüben	100,0	80	1,28	0,20	3,00
GPS Gerste	100,0	100	1,60	0,31	0,90
GPS Weizen	100,0	89	1,42	0,27	0,90
Getreideschlempe	100,0	361	5,78	0,79	0,86
Gras/Weide 6,2 MJ NEL/kg	100,0	190	3,04	0,40	3,00
Grassilage 5,8 NEL/kg	100,0	160	2,56	0,38	2,90
Heu 5,5 MJ NEL/kg	100,0	110	1,76	0,30	2,00
Kartoffeln	100,0	97	1,55	0,27	2,30
Kartoffelpülpesilage	100,0	49	0,78	0,11	1,10
Kleegrassilage	100,0	166	2,66	0,34	2,93
Maissilage 6,4 MJ NEL/kg	100,0	85	1,36	0,24	1,40
Melasse	100,0	129	2,06	0,30	2,45
Preßschnitzelsilage	100,0	114	1,82	0,09	0,79
Rapssilage	100,0	170	2,72	0,38	3,50
Roggensilage	100,0	130	2,08	0,38	3,40
Stroh 3 MJ NJEL/kg	100,0	40	0,64	0,10	1,50
Zuckerrüben	100,0	70	1,12	0,17	0,90
Zuckerrübenblattsilage	100,0	144	2,30	0,23	2,60
<b>- Einzelfutter</b>					
Ackerbohnen	88,0	263	4,21	0,51	1,19
Bierhefe; getrocknet	90,0	469	7,50	1,44	1,83
Brotreste	63,0	72	1,15	0,09	0,71
Erbsen	88,0	228	3,65	0,43	1,09
Fischmehl, Typ 60	92,0	581	9,30	2,93	0,92
Fleischknochenmehl	94,0	446	7,14	6,30	0,40
Futterkalk	95,0	-	-	-	-
Gerste	88,0	110	1,76	0,35	0,46
Hafer	88,0	108	1,73	0,33	0,41
Haferschälkleie	91,0	68	1,09	0,16	0,73
Küchenreste	16,0	34	0,54	0,08	0,13
Leinextraktionsschrot	89,0	342	5,47	0,82	1,17
Leinkuchen	90,0	338	5,41	0,74	1,08
Luzernegrünmehl	90,0	180	2,88	0,28	0,24
Magermilch, frisch	8,6	31	0,50	0,09	0,13
Mais (Körner)	88,0	93	1,49	0,28	0,37

Fortsetzung Tabelle A11: Nährstoffgehalte ausgewählter Futtermittel

<b>Inhaltsstoff</b>	<b>TS</b>	<b>RP</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
Einheit	%	g/kg	kg/dt		
Mais - CCM	60,0	63	1,01	0,19	0,39
Maiskeimextraktionsschrot	88,0	182	2,91	0,64	0,71
Maiskleberfutter	89,0	232	3,71	0,79	1,18
Maniok, Typ 55	88,0	24	0,38	0,08	0,71
Milch	14,0	37	0,59	0,10	0,14
Melasseschnitzel	91,0	114	1,82	0,08	1,10
Molke; sauer u. frisch	6,4	10	0,16	0,08	0,15
Rapsexpeller	89,0	348	5,57	1,07	1,28
Rapsextraktionsschrot	89,0	361	5,78	1,08	1,26
Rapssaat, 00-Typ	90,0	206	3,30	0,73	0,83
Rapsöl	99,9	-	-	-	-
Roggen	88,0	99	1,58	0,33	0,51
Roggengrießkleie	88,0	144	2,30	0,83	0,93
Roggenkleie	88,0	143	2,29	1,02	1,23
Sonnenblumenextr.schrot	90,0	345	5,52	0,95	1,17
Sojabohne	89,0	355	5,68	0,52	1,75
HP-Sojaextraktionsschrot	89,0	491	7,86	0,71	2,20
Sojaextraktionsschrot	88,0	451	7,22	0,64	2,15
Sojaext.schrot schalenreich	89,0	439	7,02	0,64	1,97
Sojaschalen	90,0	116	1,86	0,18	0,72
Tiermehl	94,0	587	9,39	3,76	0,67
Triticale	88,0	128	2,05	0,38	0,55
Trockenschnitzel	90,0	90	1,44	0,09	0,55
Weizen	88,0	121	1,94	0,34	0,44
Weizengrießkleie	88,0	155	2,48	0,82	1,30
Weizennachmehl	88,0	170	2,72	0,54	1,04
Weizenkleie	88,0	141	2,26	1,06	1,34
Zitrustrester	90,0	65	1,04	0,12	0,96
<b>- Mischfutter Rinder</b>					
Milchaustauscher	90,0	220	3,52	0,80	1,50
Kälber-KF 18/3 6,9 MJNEL/kg	88,0	180	2,88	0,50	1,30
MLF 18/3 6,9 MJ NEL/kg	88,0	180	2,88	0,50	1,30
MLF 16/3 6,9 MJ NEL/kg	88,0	160	2,56	0,50	1,30
MLF 14/3 6,9 MJ NEL/kg	88,0	140	2,24	0,45	1,20
RMF 22/3 680 (StE)	88,0	220	3,52	0,80	1,50
Mineralfutter	88,0	-	-	6,0 <sup>(1)</sup>	-

(1) auf Grünland ohne Phosphor

Fortsetzung Tabelle A11: Nährstoffgehalte ausgewählter Futtermittel

Inhaltsstoff	TS	RP	N	P	K
Einheit	%	g/kg	kg/dt		
<b>Schweine</b>					
Eiweißkonzentrat	89,0	460	7,36	1,60	1,40
Ergänzungsfutter (38 % P)	89,0	380	6,08	1,40	1,30
Ergänzungsfutter (28 %RP)	89,0	280	4,48	1,00	1,20
Uni-Mast 13 MJ ME/kg	88,0	185	2,96	0,60	0,90
Uni-Sauen 13 MJ ME/kg	88,0	185	2,96	0,65	0,90
Ferkelaufzucht 13MJME/kg	88,0	200	3,20	0,70	0,90
Saugferkel 14 MJ ME/kg	88,0	220	3,52	0,80	0,90
<b>N- und P-reduziert:</b>					
Anfangsmast 13 MJ ME/kg	88,0	170	2,72	0,55	0,80
Endmast 13 MJ ME/kg	88,0	150	2,40	0,45	0,70
Tragefutter 11,4 MJ ME/kg	88,0	125	2,00	0,45	0,70
Säugefutter 13 MJ ME/kg	88,0	165	2,64	0,55	0,80
Ferkelaufzuchtfut. 13MJME/kg	88,0	185	2,96	0,60	0,90
<b>Geflügel (mittlere Gehalte der Futterpalette)</b>					
Junghennen 11,4 MJME/kg	88,0	150	2,40	0,55	0,80
Legehennen 11,4 MJME/kg	88,0	175	2,80	0,55	0,80
Masthähnchen 13,4 MJME/kg	88,0	220	3,52	0,65	0,80
Puten 12,6 MJ ME/kg	88,0	210	3,36	0,70	0,80
<b>N- und P-reduziert:</b>					
Legehennen 11,4 MJME/kg	88,0	170	2,72	0,45	0,80
Masthähnchen 13,4MJME/kg	88,0	210	3,36	0,55	0,80
Puten 12,6 MJ ME/kg	88,0	200	3,20	0,55	0,80

**Muster: N-Düngungsempfehlung nach SBA****Untersuchungseinrichtung:**

Programmentwickler: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

**Stickstoff-Düngungsempfehlung**

12.03.00

nach Stickstoff-Bedarfs-Analyse-System der TLL

Betrieb:

SBA-Nr. : 1  
 Probenahmedatum : 10.03.00  
 Eingangsdatum : 10.03.00

Probe-Nr. : 1  
 Schlag-Nr. : 1  
 Schlaggröße : 12,00 ha  
 Schlagbezeichnung : Versuchsfeld  
 Bodenart : leicht  
 Fruchtart : Wi-Roggen

**Untersuchungsergebnisse**

Bodentiefe (cm)	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Nmin
	kg N/ha (mit korrigiertem Steingehalt)		
0-30	8	7	15
30-60	6	6	12
<b>Gesamt:</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>27</b>

**N-Sollwert: 100 kg/ha**

**Ab- bzw. Zuschläge zum Nmin-Gehalt**

Bezeichnung	Abschlag	Zuschlag
	(kg N/ha)	
Steingehalt	(0)	-
Bodenartengr.	0	-
Tiefenvert.	0	-
Ackerzahl	10	0
<b>Pflanzenverfügbar: 17 kg/ha</b>		

**Ab- bzw. Zuschläge zum N-Sollwert**

Bezeichnung	Abschlag	Zuschlag
	(kg N/ha)	
Höhenlage > 300 m	-	0
Ertragserwartung		0
Sorte	0	0
Bestandesentw.	0	0
Halmstabilisator	0	0
Vorfrucht	0	-
Org. Düngung	0	-
<b>Korrigierter N-Sollwert: 100 kg/ha</b>		

**Düngungsempfehlung**

N-Gabe	kg N/ha
1. Gabe	60
1b-Gabe	0
2. Gabe	30

**Bemerkungen:**

- 1a Gabe zu Vegetationsbeginn
- 2. Gabe zum Schossen. Höhe der N-Gabe mit Pflanzenanalyse bzw. Nitratschnelltest präzisieren.

**Muster: Bodenuntersuchungsergebnisse Datum der Untersuchung: 2000**  
**BU - Ergebnisse Schlag 42**

Auftraggeber: .....

Schlagfläche : 30,00 ha      Bodenart: schwach lehmiger Sand  
 Nutzungsart: Ackerland

Probe Nr.	pH	P		K		Mg		Tongehalt %	Humus %	CaCO <sub>3</sub> %	B		Cu		Mn		Zn		Mo		
		GHK	D #	GHK	D #	GHK	D #				GHK	D #	GHK	D #	GHK	D #	GHK	D #	GHK	D #	GHK
1	5,9 C	10,3 D #	13,0 D	4,8 C																	
2	6,3 C	11,6 D #	13,0 D	4,2 B							0,20 C	2,0 C	147 E	2,0 C							
3	5,3 B	7,6 C	6,0 B #	3,6 B																	
4	5,5 B	6,8 C	8,0 C	3,6 B																	
5	6,1 C	5,9 C	9,0 C	5,7 C																	
6	6,1 C	5,8 C	13,0 D	5,7 C							0,29 C	1,5 C	140 E	1,5 C							
7	6,1 C	8,7 D	14,0 D	4,9 C																	
<b>Schlag- mittel- wert</b>	6,1 C	7,6 C	13,0 D	5,7 C							0,25 C	1,8 C	144 E	1,8 C							

Legende: - GHK - Gehaltsklassenbeschreibung: A = sehr niedrig, B = niedrig, C = optimal (anzustreben), D = hoch, E = sehr hoch  
 # = Einzelwert weicht stark vom Mittelwert ab

**Berechnungsbeispiele für einen landwirtschaftlichen Betrieb unter folgenden Voraussetzungen:**

<b>Bewirtschaftete Fläche:</b>	500 ha	
<b>davon Stilllegung:</b>	50 ha	
<b>Anbau:</b>		<b>Erträge:</b>
	200 ha Winterroggen	45 dt/ha
	70 ha Winterraps	30 dt/ha
	40 ha Kartoffeln	300 dt/ha
	20 ha Körnermais	50 dt/ha
	70 ha Ackergras	100 dt TS/ha
	40 ha Silomais	100 dt TS/ha
	10 ha Luzerne	100 dt TS/ha
<b>Tierhaltung:</b>		<b>Leistung:</b>
	200 Milchkühe	6000 l Milch
	600 Mastschweineplätze	110 kg Mastendgewicht

Muster und Berechnungsbeispiele für Nährstoffvergleiche nach:

- Hoftorbilanz
- Feld-Stall-Bilanz
- Schlagbilanz (3-jährig)

## Beispiel und Muster für den Nährstoffvergleich nach Hoftorbilanz

Wirtschaftsjahr: 1999

für den Betrieb: .....

**Betriebsgröße: 500 ha LF**

**davon: 50 ha Stilllegung**

Zufuhr an	Menge	ME	Zufuhr je ME			Zufuhr Gesamtschlag		
			kg N	kg P	kg K	kg N	kg P	kg K
Mineraldünger		dt						
Harnstoff	750	dt	46,0			34 500		
Thomaskali	1000	dt		5,20	14,9		5200	14 900
Korn-Kali + Mg	200	dt			33,2			6640
Zufuhr an org. Düngern		dt o. m <sup>3</sup>						
Rindergülle	400	m <sup>3</sup>	3,8	1,0	4,7	1520	400	1880
Zukauf an Futtermitteln		dt						
UniMast13MJME/kg	1000	dt	2,96	0,60	0,90	2960	600	900
MLF 16/3	1400	dt	2,56	0,50	1,30	2560	500	1300
Zukauf an Tieren		dt						
Färsen	200	dt	2,5	0,6	0,2	250	120	40
Ferkel	100	dt	2,9	0,6	0,2	290	60	20
<b>(-) N-Verluste Wirtschaftsdüngern<sup>1)</sup></b>						<b>300</b>		
N-Bindung Leguminosen		ha	285			2850		
Summe Zufuhr		kg				44 630	6880	25 660
Zufuhr		kg/ha				99	15	57

Verkauf pflanzlicher Produkte <sup>2)</sup>		dt						
Wi.-Roggen	9000	dt	1,50	0,35	0,50	13500	3150	4500
Winterraps	2100	dt	3,30	0,80	0,83	6930	1680	1740
Kartoffeln	12000	dt	0,35	0,06	0,50	4200	720	6000
Körnermais	1000	dt	1,50	0,35	0,30	1500	350	300
Verkauf tierischer Produkte		dt						
Mastschweine (110kg)	550	dt	2,60	0,52	0,20	1430	290	110
Milch	12000	dt	0,53	0,10	0,14	6240	1200	1680
Kälber (100 kg)	180	dt	2,50	0,60	0,20	450	110	90
Milchkühe (550 kg)	220	dt	2,50	0,60	0,20	550	130	40
Abgabe wirtschafts-eigener Dünger		dt						
Roggenstroh	4000	dt	0,50	0,13	1,10	2000	520	4400
Summe Abfuhr		kg				36800	8150	18860
Abfuhr		kg/ha				82	18	42

<sup>1)</sup> max. zulässige Ausbringungsverluste: Gülle und Jauche 20 %; Stallmist : 10 %

<sup>2)</sup> abzüglich Saatgut

## Beispiel und Muster für den Nährstoffvergleich nach Feld-Stall-Bilanz

Wirtschaftsjahr: 1999

für den Betrieb: .....

**Betriebsgröße:** 500 ha LF

davon: 50 ha Stilllegung

Zufuhr an	Menge	ME	Zufuhr je ME			Zufuhr Gesamtschlag		
			kg N	kg P	kg K	kg N	kg P	kg K
Mineraldünger		dt						
Harnstoff	750	dt	46,0			34 500		
Thomaskali	1000	dt		5,20	14,9		5200	14 900
Korn-Kali + Mg	200	dt			33,2			6640
Zufuhr an org. Düngern		dt o. m <sup>3</sup>						
Rindergülle	400	m <sup>3</sup>	3,8	1,0	4,7	1520	400	1880
Anfall aus der Tierproduktion		Stück/ Stallpl.						
Milchkühe	200	Stück	108	16,6	118	21600	3320	23600
Schweinemast	600	Stallpl.	13	2,6	5,0	7800	1560	3000
N-Verluste aus Wirtschaftsdüngern <sup>1)</sup>						8820		
N-Bindung Leguminosen	ha		285			2850		
Summe Zufuhr	kg					59450	10480	50020
Zufuhr	kg/ha					132	23	111

Abfuhr pflanzlicher Produkte <sup>2)</sup>		dt						
Wi.-Roggen+Stroh	4500	dt	1,95	0,44	2,40	8780	1980	10800
Winterroggen	4500	dt	1,50	0,35	0,50	6750	1580	2250
Winterrap	2100	dt	3,30	0,80	0,83	6930	1680	1740
Kartoffeln	12 000	dt	0,35	0,06	0,50	4200	720	6000
Körnermais	1000	dt	1,50	0,35	0,30	1500	350	3000
Ackergras	7000	dt TM	2,00	0,26	2,60	14 000	1820	18 200
Silomais	4000	dt TM	1,20	0,26	1,29	4800	1040	5160
Futterleguminosen	1000	dt TM	3,50	0,35	2,70	3500	350	2700
Abgabe wirtschafts-eigener Dünger		dt						
Summe Abfuhr	kg					50460	9520	49850
Abfuhr	kg/ha					112	21	110

<sup>1)</sup> max. zulässige Lagerungs- und Ausbringungsverluste: 30 % <sup>2)</sup> abzüglich Saatgut

## Beispiel und Muster für den Nährstoffvergleich nach Schlagbilanz

Wirtschaftsjahre: **1997 - 1999**

für den Betrieb: .....

**Schlag Nr.:** 1 (für 3Jahre!)

**Schlaggröße:** 40 ha

Zufuhr an Mineraldünger	Menge	ME	Zufuhr je ME			Zufuhr Gesamtschlag		
			kg N	kg P	kg K	kg N	kg P	kg K
		dt						
<i>Harnstoff</i>	220	dt	46			10120		
<i>Thomaskali</i>	300	dt		5,20	14,9		1560	4470
Aufnahme an org. Düngern		dt o. m <sup>3</sup>						
<i>Milchviehgülle</i>	1200	m <sup>3</sup>	3,8	1,0	4,7	4560	1200	6360
<i>Roggenstroh</i>	1600	dt	0,50	0,10	1,00	800	160	1600
N-Verluste aus Wirtschaftsdüngern <sup>1)</sup>						1500		
N-Bindung Leguminosen		ha	-			-		
Summe Zufuhr		kg				15380	2920	12430
Zufuhr pro Jahr		kg/ha				128	24	104

Abfuhr pflanzlicher Produkte		dt						
<i>Winterraps</i>	1200	dt	3,30	0,80	0,83	3960	960	1000
<i>Wi.-Roggen+Stroh</i>	1800	dt	1,95	0,44	2,40	3510	790	4320
<i>Silomais</i>	4000	dt TM	1,50	0,35	1,29	6000	1400	5160
Summe Abfuhr		kg				13470	3150	10480
Abfuhr pro Jahr		kg/ha				112	26	87

<sup>1)</sup> max. zulässige Ausbringungsverluste: Gülle und Jauche: 20 % Festmist: 10 %