

# Die Neufassung der „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“

A. BAUMGARTEN, H. SPIEGEL und G. DERSCH

## Einleitung

Die „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ (SGD) werden vom Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des Lebensministeriums erarbeitet und enthalten einerseits Anleitungen zur Durchführung und Interpretation von Bodenuntersuchungen, andererseits aber auch die Grundlagen zur Ermittlung des Düngebedarfs. Sie stellen damit ein wesentliches Hilfsmittel sowohl für Bauern als auch Berater und Lehrer dar und werden auch als Referenz für Förderungsprogramme wie ÖPUL oder im Rahmen von Behördenverfahren eingesetzt. Seit der Publikation der 5. Auflage im Jahr 2000 ist es teils zu tiefgreifenden Änderungen der Rahmenbedingungen gekommen. Dazu zählen sowohl die Entwicklungen unmittelbar im Produktionsbereich als auch die Vorgaben durch Cross Compliance oder das Aktionsprogramm Nitrat. Es wurden daher einige Kapitel den neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen angepasst (z.B. P-Düngung, Düngung mit Spurenelementen, Wirtschaftsdünger), die angewandten Analyseverfahren als Grundlage für die Düngeempfehlung exakt bezeichnet und teils erweitert (z.B. EUF-Methode) und auch die höhere Ertragsfähigkeit moderner Sorten entsprechend berücksichtigt.

Insgesamt wurde auf einen hohen Informationsgehalt dieser Beratungsunterlagen Wert gelegt, was auch einen größeren Detaillierungsgrad und eine bessere Nachvollziehbarkeit von Berechnungen mit einschließt. Um zusätzlich auch die Benutzerfreundlichkeit nicht aus den Augen zu verlieren, werden kurze Exzerpte mit den wesentlichsten Inhalten für Ackerbau und Grünland erarbeitet.

Im Folgenden wird ein Überblick über die Themenbereiche der Richtlinien und deren wichtigste Inhalte sowie die wesentlichen Änderungen gegenüber der 5. Auflage gegeben.

## Bodenprobenentnahme und Bodenuntersuchung

Essentielle Voraussetzung für ein korrektes Analyseergebnis sowie die darauf aufbauende Düngungsempfehlung ist eine sorgfältige Entnahme der Bodenproben. Die Neuauflage wurde den überarbeiteten ÖNORMEN (L 1055 - Ackerbau), L 1056 - Grünland) und L 1091- $N_{min}$  - Methode) angepasst. Die entnommene Probe muss repräsentativ für die beprobte Fläche sein, letztere darf 5 ha nicht überschreiten und soll möglichst homogen sein. Bei deutlichen Unterschieden auf mehr als 30 % der Fläche sind zwei oder mehrere Durchschnittsproben (aus jeweils mindestens 25 Einzelproben bestehend) zu entnehmen. Im Ackerbau sollten die Proben auf Krumentiefe (zumindest 0 - 20 cm), im Grünland aus einer Tiefe von 0 - 10 cm entnommen werden. Der Zeitpunkt der Entnahme richtet sich unter anderem nach der geplanten Untersuchung und wird detailliert angegeben. Eine genaue Beschreibung der Probenahme - Verfahren ist in den ÖNORMen L 1055 (Ackerbau), L 1056 (Grünland) und L 1091 ( $N_{min}$  - Methode) enthalten.

## Beurteilung der Ergebnisse von Bodenanalysen

Zunächst werden in den Richtlinien zum Unterschied zu den früheren Auflagen die wichtigsten Bodenuntersuchungsverfahren und deren Anwendungsbereich, auf die sich die Richtlinien beziehen, aufgelistet. Es handelt sich hierbei überwiegend um Verfahren nach ÖNORM, zusätzlich werden auch Verfahren der

VDLUFAs gemäß VDLUFA-Methodenbuch sowie die EUF-Methode (NE-METH, 1982) angewandt. Für die Wirkung und die Verfügbarkeit von Nährstoffen spielen Standort- bzw. bestimmte Bodenparameter eine wichtige Rolle. Es sind dies:

- Bodenart
- Humusgehalt
- Karbonatgehalt
- Bodenreaktion
- Stickstoff-Mineralisierungspotenzial
- Gründigkeit
- Wasserverhältnisse
- Grobanteil

Bodenart, Humusgehalt, Karbonatgehalt und Bodenreaktion können sowohl vor Ort geschätzt als auch durch Bodenanalysen erfasst werden. Das Stickstoff-Mineralisierungspotenzial kann analytisch bestimmt werden (KANDELER, 1993). Die übrigen Standorteigenschaften (Gründigkeit, Wasserverhältnisse, Grobanteil) können nur unmittelbar am Standort beurteilt werden bzw. sind im Rahmen der österreichischen Bodenkartierung erfasst worden und über die digitale Bodenkarte ([www.bfw.ac.at](http://www.bfw.ac.at)) verfügbar. Änderungen bzw. Ergänzungen wurden vor allem für die Parameter Bodenschwere (Ergänzung der Bodenart) und Humusgehalt (Methodenänderung) aufgenommen (siehe *Tabelle 1*).

Für landwirtschaftliche Kulturpflanzen werden günstige Reaktionsbereiche dargestellt und anzustrebende pH-Werte aufgelistet. Im Wesentlichen richtet sich der anzustrebende pH-Wert nach der Bodenart und der Kulturart und ist die Basis für eine eventuelle Kalkdüngungsempfehlung (siehe „Kalkung“).

**Tabelle 1: Einstufung der Bodenart**

Tongehalt (ÖNORM L 1061-2)	Einstufung der Bodenschwere	Bodenart
unter 15 %	leicht	S, uS, IS, sU
15 - 25 %	mittel	tS, U, IU, sL
über 25 %	schwer	L, uL, sT, IT, T

**Autoren:** Dr. Andreas BAUMGARTEN, Dr. Heide SPIEGEL und Dr. Georg DERSCH, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Institut für Bodengesundheit und Pflanzenernährung, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN

Tabelle 2: Einstufung des Humusgehalts

Humusgehalt (ÖNORM L 1080)	Einstufung des Humusgehalts	Humusgehaltsklasse
< 2 %	schwach humos	A
2 - 4,5 %	humos	C
> 4,5 %	stark humos	E

## Verfügbare Nährstoffe und Düngeplanung

### Allgemeines

Die Untersuchung der pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte (Phosphor, Kalium, mineralisierbarer Stickstoff, Magnesium, Spurenelemente) als Grundlage für die Düngungsempfehlung im Ackerbau und Grünland kann - wie in den Richtlinien bisher beschrieben (BMLF 1996 und 1999) - nach ÖNORM-Methoden erfolgen. Das betrifft auch die Bestimmung der austauschbaren Kationen (Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium; Aluminium, Eisen, Mangan und Protonen) nach ÖNORM L 1086-1. Damit können deren Anteile am Austauscherkomplex in Beziehung zu den Optimalbereichen (ausgeglichenes Nährstoffangebot, günstige Bodenstruktur) gesetzt werden. Auf diesen ÖNORM-Methoden basieren die im Folgenden aufgelisteten Einteilungen der Nährstoffe in Gehaltsstufen.

Zusätzlich wurde auch die EUF-Methode (NEMETH, 1982; VdLUFA 1997 und 2002a) in die Neufassung zur Charakterisierung einiger Nährstoffgehalte im Boden (Phosphor, Kalium, Kalzium, Magnesium, Bor und Stickstoff) sowie die Einstufung in Gehaltsklassen aufgenommen. Diese Untersuchungsmethodik wird bevorzugt in der Bodenuntersuchung für die Produzenten im Auftrag der Zucker- und Stärkeindustrie herangezogen.

Als wichtige Grundlage für eine pflanzengerechte, umweltfreundliche und wirtschaftliche Düngung werden in den Richtlinien auch die Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern, unterschiedlichen organischen Düngern sowie von Ernterückständen aufgelistet.

### Stickstoff

Im Gegensatz zu Phosphor und Kalium, bei denen die Düngungsempfehlung auf Bodenanalysenwerten beruht, basiert die Stickstoff-Empfehlung in erster Linie auf Richtwerten. Diese wurden für die ein-

zelnen Acker- und Grünlandkulturen aufgrund von Feldversuchen unter Berücksichtigung des Pflanzenentzuges ermittelt. Diese Richtwerte können nach der Ertragslage und aufgrund der Bodendauereigenschaften (Gründigkeit, Bodenschwere, Wasserverhältnisse, Grobanteil) und des standörtlichen Stickstoffmineralisierungspotenzials - d.h. die Bewertung durch die anaerobe Mineralisation oder den Humusgehalt - korrigiert werden. Diese möglichen Zu- und Abschläge (in % vom Wert der Empfehlunggrundlage für mittlere Ertragsleistung) sind in den Richtlinien detailliert aufgelistet.

Grundsätzlich erfolgt die Einschätzung der Ertragslage anhand der Klassen „niedrig“, „mittel“ und „hoch“. Mit der Einführung der Neufassung der Richtlinien ist eine Einstufung der Ertragslage eines Standortes mit „hoch“ nur möglich, wenn für den überwiegenden Anteil der Fläche eines Schlagens (über 50 %) mindestens eines der folgenden Kriterien gilt:

- Der natürliche Bodenwert ist nach den Ergebnissen der Österreichischen Bodenkartierung nicht als „geringwertiges Ackerland“ ausgewiesen.
- Die Ackerzahl ist nach den Ergebnissen der österreichischen Finanzbodenschätzung größer als 30.
- Die Bodenklimazahl (Ertragsmesszahl des Grundstückes dividiert durch die Grundstücksfläche in Ar; diese Daten sind je landwirtschaftlich genutztem Grundstück auf dem Auszug aus dem Grundstücksverzeichnis ersichtlich) ist größer als 30.

Bei hoher Ertragsleistung können bei manchen Kulturen weitere Zuschläge sinnvoll sein, allerdings nur, wenn dieses Ertragsniveau nicht nur in Einzeljahren erreicht wird. Die tabellarisch angeführten Zuschläge sind nach Ertragsspannen gestaffelt, die Summe aller Zuschläge darf 50 % nicht überschreiten.

Grundsätzlich wird eine Teilung der Stickstoff-Gaben von mehr als 100 kg

N/ha in schnell wirkender Form empfohlen, wobei dies den Nitrat-, Ammonium- und Amidgehalt von mineralischen Düngemitteln sowie den Ammoniumanteil von Jauche und Gülle betrifft. Ausgenommen von der Gabenteilung können Dünger mit physikalisch oder chemisch verzögerter Stickstofffreisetzung („slow release fertilizer“) und Hackfrüchte und Gemüsekulturen auf mittelschweren und schweren Böden (Tongehalt des Bodens über 15 %) werden.

Die mineralische N-Ergänzungsdüngung kann bei einigen Ackerkulturen durch Bestimmung der  $N_{\min}$ -Werte genauer justiert werden. Dabei wird der im durchwurzelbaren Bodenprofil (0 - 90 cm) „pflanzenverfügbare“ mineralische Stickstoff (Nitratstickstoff und Ammoniumstickstoff) erfasst. Konkrete Empfehlungen für eine N-Ergänzungsdüngung nach  $N_{\min}$  werden für die Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Triticale, Winterroggen und Mais gegeben, sind aber ebenfalls bei anderen Kulturen möglich. In der Neufassung ist eine Anleitung zur Umrechnung von Laborergebnissen - unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Dimensionen, der Trockenrohichte und des Wassergehaltes sowie eines möglichen höheren Schotter- oder Steingehaltes - gegeben.

Die Bemessung der Stickstoffdüngung auf Basis der EUF-Methode und auf Basis von Untersuchungen mit dem N-Tester werden ebenfalls genau erläutert.

## Phosphor und Kalium

### Einstufung der Gehalte an Phosphor und Kalium im Boden

Die „pflanzenverfügbaren“ Phosphor- und Kaliumgehalte von landwirtschaftlich genutzten Böden werden im Calcium-Acetat-Lactat (CAL)-Extrakt gemäß ÖNORM L 1087 bestimmt. Da bei Böden mit pH-Werten unter 6 apatitische Phosphate unzureichend erfasst werden, ist in solchen Fällen entweder eine Bestimmung des Phosphor-Gehaltes im Doppel-Laktat-Extrakt gemäß ÖNORM L 1088 durchzuführen oder - als neues Verfahren - der verfügbare Phosphorgehalt aus den Ergebnissen gemäß ÖNORM L 1087 (= CAL) zu berechnen.

Die Ergebnisse werden ausschließlich in mg Reinnährstoff (P oder K) pro 1000 g Feinboden angegeben, die Einstufung in

**Tabelle 3: Einstufung der Phosphorgehalte (CAL)**

Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	mg P/1000 g	
		Ackerland	Grünland
A	sehr niedrig	unter 26	unter 26
B	niedrig	26 - 46	26 - 46
C	ausreichend	47 - 111	47 - 68
D	hoch	112 - 174	69 - 174
E	sehr hoch	über 174	über 174

Gehaltsklassen und Versorgungsstufen erfolgt nach den *Tabellen 3* und *4*.

Für die Einstufung der Kaliumgehalte ist bei Ackerland auch die Bodenschwere (Tongehalt) von Bedeutung, Grünlandstandorte werden auch bei Kalium anders als Ackerstandorte bewertet (siehe *Tabelle 4*).

**Düngebemessung für P und K im Ackerbau**

Grundsätzlich basiert die Düngungsempfehlung für Phosphor und Kalium auf der Einstufung der pflanzenverfügbaren Gehalte im Boden und ist für die Gehaltsstufe C in den Richtlinien tabellarisch aufgelistet. Die Empfehlungen umfassen Getreide, Hackfrüchte, Öl- und Eiweißpflanzen, Zwischenfruchtfrüchtebau, Sonderkulturen (Mohn und Kümmel), Feldfutter und Sämereienvermehrung. Sie sind im Mittel von fünf Jahren einzuhalten. Darüber hinaus wird ein differenziertes Zu- und Abschlagssystem (Korrekturfaktoren) für P und K gemäß der Einstufung in die jeweilige Gehaltsklasse angegeben (siehe *Tabelle 5*).

Zusätzlich kann die Düngung auf Böden der Gehaltsklasse C noch an die Standorteigenschaften angepasst werden. Diese umfassen die Ertragsersparnis bei der Düngung mit Phosphat und Kalium sowie das K/Mg-Verhältnis bei der K-Düngung. Bei letzterer sollte auch eine mögliche K-Fixierung berücksichtigt werden.

**Düngung im Grünland**

Die Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumdüngung im Dauergrünland, im Feldfutteranbau und in der Sämereienvermehrung ist, wie auch schon in der derzeit gültigen Auflage, gesondert geregelt, basiert jedoch bei P und K ebenfalls auf einer Einstufung des Bodens in Gehaltsklassen. Zur Erstellung der Düngungsempfehlung wurden die Tabellen zum Ertrag, dem Stickstoffbedarf und der Düngung mit P und K grundlegend überarbeitet und dem aktuellen Wissensstand angepasst. Folgende Nutzungen werden differenziert:

Dauer- und Wechselwiese (1 bis 6 Schnitte), Mähweiden (1-2 Schnitte und bis zu 2 oder mehr Weidegängen), Dauerweiden (Ganz-, Kurztagsweide), Feldfutter (gräserbetont, kleebetont, Gräserreinbestand) und Sämereienvermehrung (Alpingräser, Gräser für Wirtschaftsgrünland, Klee). Für Almflächen gilt je nach Ertragslage eine Einstufung wie für Hutweiden, ein- bis zweischnittige Dauerweiden oder einschnittige Mähweiden.

Die Empfehlungen für die Düngung des Grünlandes mit Phosphor und Kalium bei einer Nährstoffversorgung der Gehaltsklasse C werden in Tabellenform gegeben. Je nach Einstufung der Bodengehalte kommt es für die Düngungsempfehlung zu Zuschlägen zu den angegebenen Werten (Gehaltsklasse A: + 40 %; Gehaltsklasse B: + 20 %), für die Gehaltsklassen D und E wird keine Düngung empfohlen. Eine Rückführung von P und K aus betriebseigenen Wirtschaftsdüngern ist allerdings auch in diesen Fällen möglich.

Die Empfehlungsbasis für die Stickstoffdüngung ist - differenziert nach Ertragslage - ebenfalls tabellarisch aufgelistet. In Gunstlagen besteht nun die Möglichkeit, bei 5- und 6-schnittigen Wiesen sowie im Feldfutteranbau mit hohem Ertrag auch über die im Wasserrecht vorgegebene Grenze von 210 kg/ha hinauszugehen. In diesem Fall ist jedoch eine wasserrechtliche Bewilligung erforderlich.

Bei Einstufung der „pflanzenverfügbaren“ Magnesium-Gehalte in die Gehaltsklassen D und E ist keine mineralische

**Tabelle 5: Empfohlene Zu- und Abschläge bei der P-Düngung auf Basis der Gehaltsklasse C**

Gehaltsklasse	Korrekturfaktor
A	1,5
B	1,25
C	1
D	0 - 0,5
E	0

Bei Einstufung der „pflanzenverfügbaren“ Magnesium-Gehalte in die Gehaltsklassen D und E ist keine mineralische

**Magnesium**

Die Bestimmung des Gehalts an „pflanzenverfügbarem“ Magnesium kann nach ÖNORM L 1093 (Methode nach SCHACHTSCHABEL) oder im CAT-Extrakt (VDLUFA 2002b) durchgeführt werden, die Einstufung erfolgt nach gemäß *Tabelle 6*. Auch eine Klassifizierung nach der EUF-Methode wurde in die Neufassung der Richtlinien aufgenommen. Die Einstufung in Gehaltsklassen gilt für Acker- und Grünland, aber auch für Wein- und Obstgärten sowie Feldgemüse, wobei die Bodenschwere berücksichtigt wird.

Die Düngungsplanung erfolgt unter Berücksichtigung des Verhältnisses von Kalium zu Magnesium. Als Optimalbereich wird ein Kalium : Magnesium Verhältnis zwischen 1,7 : 1 und 5 : 1 angegeben. Darüber können Mg Mangelsymptome, darunter bei empfindlichen Kulturen oder bei trockenen Witterungsbedingungen Kaliummangelsymptome auftreten.

Bei Einstufung der „pflanzenverfügbaren“ Magnesium-Gehalte in die Gehaltsklassen D und E ist keine mineralische

**Tabelle 4: Einstufung der Kaliumgehalte (CAL)**

Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	Bodenschwere Ackerland (mg K/1000 g)			Grünland (mg K/1000 g)
		leicht	mittel	schwer	
A	sehr niedrig	unter 50	unter 66	unter 83	unter 50
B	niedrig	50 - 87	66 - 112	83 - 137	50 - 87
C	ausreichend	88 - 178	113 - 208	138 - 245	88 - 170
D	hoch	179 - 291	209 - 332	246 - 374	171 - 332
E	sehr hoch	über 291	über 332	über 374	über 332

Tabelle 6: Einstufung der Magnesiumgehalte

Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	Bodenschwere (mg Mg/1000 g)		
		leicht	mittel	schwer
A	sehr niedrig	-	unter 30	unter 40
B	niedrig	unter 50	30 - 55	40 - 75
C	ausreichend	50 - 75	56 - 105	76 - 135
D	hoch	76 - 150	106 - 190	136 - 220
E	sehr hoch	über 150	über 190	über 220

Mg-Düngung erforderlich. Im Grünland ist bei Vorliegen der Gehaltsklassen A, B und C bei sachgerechter Düngung mit Wirtschaftsdüngern eine ausreichende Magnesiumversorgung sichergestellt.

### Spurenelemente

Die Pflanzenverfügbarkeit von Spurenelementen wird von zahlreichen Standort- und Bodenparametern beeinflusst, die auch bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse berücksichtigt werden sollten. Zu den wichtigsten zählen der pH-Wert, der Humusgehalt und die Bodenart. Die nachfolgende *Tabelle 7* beruht auf den Extraktionsverfahren gemäß ÖNORM L 1089 (EDTA) für Eisen, Mangan, Kupfer und Zink sowie die Extraktion gemäß ÖNORM L 1090 (Acetat) für Bor.

Die Bestimmung und Einstufung der Borgehalte mit der EUF-Methode ist ebenfalls in die Neufassung der Richtlinie aufgenommen worden. Weiters können die Spurenelemente Eisen, Mangan, Kupfer, Zink und Bor auch im Extrakt mit  $\text{CaCl}_2/\text{DTPA}$  (CAT)-Lösung (Vd-LUFA 2002b) analysiert werden. Derzeit liegt für Österreich noch keine Kalibrierung für die Zuordnung der Werte zu Gehaltsklassen vor.

Grundsätzlich wird empfohlen, eine Düngung mit speziellen Spurenelementen nur dann durchzuführen, wenn die Bodengehalte in der niedrigen Gehaltsklasse (A) liegen. Ist die Verfügbarkeit von Bor gering, sollten speziell borbedürftige Kulturarten in der Fruchtfolge (vor allem Raps, Rüben, Leguminosen,

Karfiol, Sellerie und Kohlrabi) gezielt gedüngt werden.

### Kalk

Eine Kalkdüngung (Verbesserungskalkung) wird empfohlen, wenn die anzustrebenden pH-Werte - in Abhängigkeit von der Bodenschwere und der Kulturart - unterschritten werden. Diese Werte wurden teilweise neuen Forschungsergebnissen angepasst (siehe *Tabelle 8*).

Die erforderliche Kalkmenge wird im Labor durch eine Kalkbedarfsbestimmung (nach SCHACHTSCHABEL) ermittelt. Der Kalkbedarf wird aus der pH-Absenkung einer Pufferlösung (0,5 M Ca-Acetat) berechnet.

### Wirtschaftsdünger

Das Kapitel zur Bewertung und Berücksichtigung der Nährstoffe aus Wirtschaftsdüngern musste aufgrund der Vorgaben der EU-Nitratrictlinie grundlegend überarbeitet werden. Das bisherige „GVE“-System wurde durch detaillierte Angaben zu Stickstoff, Phosphor und Kaliumgehalten der Wirtschaftsdünger für spezifische Tiergruppen und Produktionsleistungen ersetzt. Speziell für den Anfall an Stickstoff gilt nun ein dreistufiges System:

- Begrenzung des N-Anfalles pro ha gemäß EU-Nitratrictlinie
- Begrenzung des ausgebrachten N-Menge gemäß Wasserrechtsgesetz
- N-Anfall zur Ermittlung der Düngeempfehlung

Im Folgenden werden die Vorgaben näher erläutert.

Tabelle 8: Anzustrebende pH-Werte

Bodenschwere	Ackerland	Grünland
leicht	6,5	6,0
mittel	6,0	5,5
schwer	5,5	5,0

Das Ausbringen von stickstoffhaltigen Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ist gemäß EU-Nitratrictlinie 91/676 EWG bzw. Aktionsprogramm 2003 Nitrat wie folgt begrenzt (siehe *Tabelle 9*).

Die Begrenzung von 170 kg N pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche bezieht sich auf den Stickstoffgehalt in Wirtschaftsdüngern (Festmist, Jauche, Tiefstallmist, Gülle) nach Abzug der gasförmigen Verluste im Stall und während der Lagerung. Die tierspezifischen Werte, die teilweise auf Messungen (z.B. Rinder), teilweise auf Bilanzrechnungen (z.B. Schweine) basieren, wurden von einer Arbeitsgruppe des Fachbeirates zusammengefasst. In mehreren Diskussionsrunden erfolgte eine Abstimmung mit den Vorgaben der EU. Die Tabelle ist Teil der neuen Auflage der SGD und wurde auch schon in die aktuelle Verordnung zum Aktionsprogramm Nitrat aufgenommen.

Gemäß Wasserrechtsgesetz ist es darüber hinaus zulässig, auch die Verluste bei der Ausbringung der Wirtschaftsdünger zu berücksichtigen. In diesem Fall gilt die Bezeichnung „feldfallender“ (anrechenbarer) Stickstoff. Die Ausbringungsverluste von Wirtschaftsdüngern werden bei Gülle und Jauche mit 13 %, bei Stallmist und Kompost mit 9 % des Stickstoffgehaltes angenommen. Die Neufassung der Richtlinien enthält zusätzlich auch einen tabellarischen Überblick über diese Werte.

Da die unmittelbare Wirksamkeit des in Wirtschaftsdüngern enthaltenen Stickstoffs stark vom Verhältnis zwischen mineralisch und organisch gebundenen Anteilen abhängig ist, bringt die Neufas-

Tabelle 7: Einstufung der Gehalte an Spurenelementen (mg/1000 g)

Gehaltsklasse	Versorgung	Bor Bodenschwere			Kupfer	Zink	Mangan	Eisen
		leicht	mittel	schwer				
A	niedrig	unter 0,2	unter 0,3	unter 2	unter 2	unter 20	unter 20	
C	mittel	um 0,6	um 0,8	um 8	um 8	um 70	um 100	
E	hoch	über 2,0	über 2,5	über 20	über 20	über 200	über 300	

Tabelle 9: Düngerobergrenzen für Stickstoff

Zulässige N-Höchstmenge	Fläche bzw. Kultur	kg N pro Hektar und Jahr
aus Wirtschaftsdüngern	Landwirtschaftliche Nutzflächen	170
Aus der Summe von Wirtschaftsdüngern (Stallmist, Jauche, Gülle), Kompost, Handelsdünger und andere Dünger	Landwirtschaftliche Nutzflächen ohne Gründeckung Landwirtschaftliche Nutzflächen mit Gründeckung Landwirtschaftliche Nutzflächen mit stickstoffzehrender Fruchtfolge	175* 210* 210*

\* Diese Höchstmengen können bei einem im Detail nachgewiesenen höheren Nährstoffbedarf der Kulturen und einer vorhergehenden wasserrechtlichen Bewilligung überschritten werden.

sung einen Überblick über die relativen Anteile von Ammonium - Stickstoff und organisch gebundenem Stickstoff in verschiedenen Wirtschaftsdüngern. Zusätzlich wird ein Überblick über die Wirksamkeit von organisch gebundenem Stickstoff aus weiteren organischen Stickstoffquellen („wirtschaftsdünger-ähnliche“ Substanzen wie Kompost, Klärschlamm, Rückstände aus der Nahrungsmittelverarbeitung, Biogasgülle, etc.) gegeben. Das Tabellenwerk wird durch eine Übersicht zum durchschnittlichen Gehalt an Trockenmasse und organischer Substanz sowie zum durchschnittlichen Nährstoffgehalt der wichtigsten Wirtschaftsdünger komplettiert. Damit kann die erforderliche N-Düngemenge berechnet oder der anrechenbare Stickstoffgehalt für eine vorgegebene Menge an wirtschaftsdüngerähnlichen Produkten ermittelt werden. Sollte ein repräsentatives Untersuchungsergebnis für den Gesamtstickstoffgehalt vorliegen, ist dieses den Tabellenwerten vorzuziehen. Dieses Untersuchungsergebnis entspricht dem Stickstoffgehalt am Lager. Um den Gehalt an feldfallendem Stickstoff zu erhalten, sind bei Stallmist und Kompost 9 %, bei Gülle und Jauchen 13 % (siehe oben) abzuziehen. Bei den anderen Nährstoffen entspricht der Analysenwert dem feldfallenden Gehalt.

Auch die Lagerung von Wirtschaftsdüngern (Fassungsvermögen und Bauweise von Behältern), die detailliert im Aktionsprogramm Nitrat geregelt ist, wird in der Neufassung der Richtlinien durch tabellarische Auflistung von Wirtschaftsdüngeranfallsmengen bei verschiedenen Entmistungssystemen fachlich komplettiert.

Um den im Jahr der Anwendung pflanzenwirksamen Stickstoff berechnen zu können, muss der Stickstoffgehalt von

Wirtschaftsdüngern nach Abzug der Stall-, Lager- und Ausbringungsverluste mit der in einer Tabelle angeführten relativen Wirksamkeit multipliziert werden. Diese Zahl ist maßgebend für die Ermittlung des N-Düngebedarfs. Die Jahreswirkung besteht aus der Direktwirkung zum Zeitpunkt der Ausbringung und der daran anschließenden (geschätzten) Stickstoffmineralisation. Auch diese Tabelle wurde überarbeitet und angepasst.

Um dem gesteigerten Anfall von Biogasgülle und Gärrückständen Rechnung zu tragen, wird in einem eigenen Kapitel auf spezielle, düngungsrelevante Fragen zu diesen Materialien eingegangen. Es sei hier aber auch auf die entsprechende Broschüre des Fachbeirates verwiesen.

Ebenso wie bei Wirtschaftsdüngern ist auch die Bewertung der Nährstoffgehalte in Ernterückständen von wesentlicher Bedeutung. Die Daten dazu wurden im Vergleich zur 5. Auflage ebenfalls den neuen Rahmenbedingungen angepasst.

Im Anhang der 6. Auflage werden neben einigen Hilfstabellen für Berechnungen und Kalkulationsbeispielen auch die wichtigsten Handelsdünger kurz beschrieben und charakterisiert.

## Literatur

AMA Merkblatt, 2005: Cross Compliance. Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen.

BMLF, 1996 und 1999: Richtlinien für die sachgerechte Düngung. 4. und 5. Auflage. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

KANDELER, E., 1993: Bestimmung der N-Mineralisation im anaeroben Brutversuch. In: Schinner, F., R. Öhlinger, E. Kandeler, R. Margesin (Hrsg.): Bodenbiologische Arbeitsmethoden. 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin.

NÉMETH, K., 1982: Electro-ultrafiltration of aqueous soil suspension with simultaneously varying temperature and voltage. Plant and Soil 64, 7-23.

ÖNORM L 1061-2: Physikalische Bodenuntersuchungen: Bestimmung der Korngrößenverteilung des Mineralbodens. Teil 2: Feinboden.

ÖNORM L 1080: Chemische Bodenuntersuchungen: Bestimmung des organischen Kohlenstoffs durch trockene Verbrennung.

ÖNORM L 1083: Chemische Bodenuntersuchungen: Bestimmung der Acidität (pH-Wert).

ÖNORM L 1084: Chemische Bodenuntersuchungen: Bestimmung von Carbonat.

ÖNORM L 1086-1: Chemische Bodenuntersuchungen: Bestimmung der austauschbaren Kationen und der effektiven Kationen-Austauschkapazität (KA<sub>eff</sub>) durch Extraktion mit Bariumchlorid-Lösung.

ÖNORM L 1087: Chemische Bodenuntersuchungen: Bestimmung von „pflanzenverfügbarem“ Phosphor und Kalium nach der Calcium-Acetat-Lactat (CAL)-Methode.

ÖNORM L 1089: Chemische Bodenuntersuchungen: EDTA-Extrakt zur Bestimmung von Schwermetallen.

ÖNORM L 1090: Chemische Bodenuntersuchungen: Bestimmung von „pflanzenverfügbarem“ Bor.

ÖNORM L 1091: Chemische Bodenuntersuchungen: Bestimmung von mineralischem Stickstoff N<sub>min</sub>-Methode.

ÖNORM L 1092: Chemische Bodenuntersuchungen: Bestimmung wasserlöslicher Stoffe.

ÖNORM L 1093: Chemische Bodenuntersuchungen: Bestimmung von CaCl<sub>2</sub>-extrahierbarem Magnesium.

VdLUFA, 1997: Bestimmung von löslichem, organisch gebundenem Stickstoff sowie von Nitrat- und Ammonium-Stickstoff mittels Elektro-Ultra-Filtration (EUF). VdLUFA, Methodenbuch I, A 6.1.7.3.

VdLUFA, 2002a: Bestimmung der durch Elektro-Ultrafiltration (EUF) löslichen Anteile von Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium, Natrium, Schwefel und Bor. VdLUFA, Methodenbuch I, A 6.4.2.

VdLUFA, 2002b: Bestimmung von Magnesium, Natrium und den Spurenelementen Kupfer, Mangan, Zink und Bor in Böden im Calciumchlorid/DTPA-Auszug. VdLUFA, Methodenbuch I, A 6.4.1.1.

