

**Agrovoc descriptors:** agricultural policies, agricultural and rural legislation, Austria, fertilizer application, nutrient availability, soil conservation, grassland management, farmland

**Agris category codes:** E10, D50, P35

## **Neufassung der österreichischen „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ unter dem Aspekt von Cross Compliance und ihrer nationalen Umsetzung**

Heide SPIEGEL<sup>1</sup>, Andreas BAUMGARTEN<sup>1</sup> und Georg DERSCH<sup>1</sup>

Received January 18, 2006; accepted March 17, 2006.

Delo je prispelo 18. januarja 2006; sprejeto 17. marca 2006

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Die Österreichischen „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ für den Ackerbau und das Grünland erscheinen 2006 in einer neuen Überarbeitung Diese enthält einerseits Anleitungen für eine Beurteilung des Boden als Pflanzenstandort sowie seiner pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte. Auf diese soll eine Nährstoffzufuhr in pflanzen- und umweltgerechter Weise abgestimmt werden. Es werden zunächst die wichtigsten Inhalte und Änderungen der Richtlinien beschrieben. Anschließend werden die Bezüge zu „Cross Compliance“ und ihrer Umsetzung in nationale Gesetze erläutert.

**Schlüsselworte:** Pflanzennährstoffe, Düngung, Bodenschutz, Düngung

### **ABSTRACT**

#### **REVISED FORM OF THE „AUSTRIAN GUIDELINES FOR APPROPRIATE FERTILISATION“ AND THE INFLUENCE OF »CROSS COMPLIANCE« AND ITS NATIONAL IMPLEMENTATION**

The “Austrian Guidelines for appropriate fertilisation” for arable land and grassland will be published in a revised version in 2006. It comprises instructions for the assessment of the soil as site for (forage) crops and its plant available nutrient contents as well as a guideline for an ecologically sound nutrient supply based on the soil conditions and suitable to the different crops. The contents and most important changes of the guidelines will be described in this work. Links to the provisions of “Cross Compliance” and its national implementation will be elucidated.

**Key words:** plant nutrients, Fertilisation, soil protection, fertilization

### **IZVLEČEK**

#### **NOVA ZASNOVA AVSTRIJSKIH “SMERNIC ZA STROKOVNO GNOJENJE” GLEDE “NAVZKRIŽNE SKLADNOSTI” IN NJENE IZVEDBE V OKVIRU DRŽAVE**

V Avstriji so leta 2006 izdali nove “Smernice za strokovno gnojenje” v njivski in travniški proizvodnji. Vsebujejo navodila za vrednotenje tal kot rastišča za rastline in za oceno

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Spargelfeldstraße 191, 1226 Wien

vsebnosti rastlinam dostopnih hranil v tleh. Po tem vrednotenju se odmerja uporabo rastlinskih hranil skladno s potrebami rastlin in z okoljskimi zahtevami. V prispevku so v uvodnem delu podane najpomembnejše vsebinske spremembe v novih smernicah glede na prej veljavne smernice. V nadaljevanju je nakazana njihova navezava na Navzkrižno skladnost pri njenem izvajanju v okviru državne zakonodaje.

**Ključne besede:** rastlinska hranila, gnojenje, varstvo tal, gnojenje

## 1 EINLEITUNG

Die Österreichischen „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ (im Folgenden als „Richtlinien“ bezeichnet) enthalten Anleitungen zur Durchführung und Interpretation von Boenuntersuchungen sowie Empfehlungen für eine sachgerechte Düngung. Diese bauen auf den Ergebnissen der Bodenuntersuchung und zahlreichen Versuchs- und Forschungstätigkeiten auf. Sie dienen als Unterlage für die landwirtschaftliche Ausbildung, Beratung und Praxis und stellen im rechtlichen Sinn eine fachliche Empfehlung dar. Sie können durch Aufnahme in Gesetzestexte auch rechtswirksam werden. Im Zuge der Neufassung wurden einige Kapitel den neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen angepasst (z.B. P-Düngung, Düngung mit Spurenelementen, etc). Weiters wurden zusätzliche Analysenverfahren als Grundlage für die Düngeempfehlung aufgenommen (z.B. EUF-Methode), darüber hinaus wird die höhere Ertragsfähigkeit von modernen Sorten berücksichtigt. Insgesamt wurde auf eine hohe Benutzerfreundlichkeit dieser Beratungsunterlagen Wert gelegt, was auch einen größeren Detaillierungsgrad und eine bessere Nachvollziehbarkeit von Berechnungen mit einschließt. Neue rechtliche Regelungen, wie die Bestimmungen der Cross-Compliance (CC) und ihrer Umsetzung in nationalen Gesetzen, wurden berücksichtigt.

## 2 MATERIAL UND METHODEN

Im Folgenden werden einerseits die wichtigsten Inhalte und Änderungen der Neufassung der Richtlinien beschrieben und andererseits die Bezüge zu Bestimmungen der CC erläutert. Bei letzterer hat die Bewertung der Nährstoffe in Wirtschaftsdüngern eine zentrale Bedeutung.

Die aktuelle Fassung der Österreichischen „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ ist seit 1.1.2000 in Kraft, die Neuauflage wird im Laufe des ersten Halbjahres 2006 erscheinen.

## 3 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Im Folgenden wird ein Überblick über die Themenbereiche der Richtlinien und deren wichtigste Inhalte gegeben.

### 3.1 Bodenprobenentnahme und Bodenuntersuchung

Essentielle Voraussetzung für ein korrektes Analysenergebnis sowie die darauf aufbauende Düngungsempfehlung ist eine sorgfältige Entnahme der Bodenproben. 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<sub>min</sub>-Methode) enthalten.

### 3.1.1 Beurteilung der Ergebnisse von Bodenanalysen

Zunächst werden in den Richtlinien die wichtigsten Bodenuntersuchungsverfahren und deren Anwendungsbereich aufgelistet. Es handelt sich hierbei im Wesentlichen um Verfahren nach ÖNORM, Verfahren der VDLUFA (Methodenbuch) und der EUF-Methode (Nemeth, 1982). 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

Tabelle 1: Einstufung der Bodenart

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

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

Tabelle 3: Einstufung des Karbonatgehalts

Karbonatgehalt nach Scheibler (ÖNORM L 1084)	Einstufung des Karbonatgehaltes
<1%	gering
1 - 5%	mittel
> 5%	hoch

Tabelle 4: Einstufung der Bodenreaktion

pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) ÖNORM L 1083	Einstufung der Bodenreaktion
unter 4,6	stark sauer
4,6 - 5,5	sauer
5,6 - 6,5	schwach sauer
6,6 - 7,2	neutral
7,3 - 8,0	alkalisch
über 8,0	stark alkalisch

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.

Für einige der oben genannten Parameter werden im Folgenden Bewertungskriterien und Einstufungen beispielhaft angeführt (Tabelle 1 bis Tabelle 5).

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“).

### 3.1.2 Abschätzung des N-Mineralisierungspotenzials

Die Mineralisierung von pflanzenverfügbarem Stickstoff aus organischer Substanz wird von vielen Faktoren beeinflusst, wobei der Witterung (Temperatur, Feuchtigkeit) eine wesentliche Bedeutung zukommt. Jeder Boden besitzt ein bestimmtes Mineralisierungspotenzial, das von Bodeneigenschaften wie Humusgehalt, Tongehalt, pH-Wert, Gefügestruktur oder Porenvolumen abhängig ist und je nach Witterungsbedingungen mehr oder weniger ausgeschöpft werden kann.

Eine Abschätzung des N-Mineralisierungspotenzials kann anhand der N-Mineralisierung im anaeroben Brutversuch (nach Kandeler, 1993) und dem Humusgehalt (ÖNORM L1080) vorgenommen werden (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Einstufung des N-Mineralisierungspotenzials

Anaerobe N-Mineralisation in mg N/1000 g Feinboden und Woche	Humusgehalt in %	Einstufung des Mineralisierungspotenzials
unter 35	unter 2	niedrig
35 – 75	2 - 4,5	mittel
über 75	über 4,5	hoch

## 3.2 Nährstoffe und Düngeplanung

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

Für die Planung der Schwefel-Düngung (derzeit nur zu Winterraps und Getreide angezeigt) stehen nur Verfahren für Versuchszwecke (Blattanalyse,  $S_{\min}$ -Bodenanalyse), nicht aber für den Einsatz in der Praxis zur Verfügung.

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

### 3.2.2 Stickstoff

Im Gegensatz zu Phosphor und Kali, bei denen die Düngungsempfehlung auf Bodenanalysenwerten beruht, basiert die Stickstoff-Empfehlung in erster Linie auf Richtwerten.

Diese wurden für die einzelnen Acker- und Grünlandkulturen aufgrund von Feldversuchen unter Berücksichtigung des Pflanzenentzuges ermittelt. Diese Richtwerte können nach der Ertragslage und aufgrund der Bodendauereigenschaften (Gründigkeit, Bodenschwere, Wasser-verhältnisse, 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 Empfehlungsgrundlage für mittlere Ertragserwartung) 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 Schrages (über 50%) mindestens eines der folgenden Kriterien gilt:

- der natürliche Bodenwert nach den Ergebnissen der Österreichischen Bodenkartierung nicht als „geringwertiges Ackerland“ ausgewiesen ist oder
- die Ackerzahl nach den Ergebnissen der österreichischen Finanzbodenschätzung größer als 30 ist oder
- 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) größer als 30 ist.

Bei hoher Ertragserwartung 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 der 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.

Weiters wurde bei der Überarbeitung der Richtlinien festgeschrieben, dass bei der Stickstoffdüngung der Eintrag an Nitrat-Stickstoff durch Gießwasser (ab einer Menge von 10 kg pro ha) zu berücksichtigen ist. Eine entsprechende Tabelle unterstützt die Berechnung des Stickstoffeintrages durch das Gießwasser in Abhängigkeit vom Nitratgehalt.

Die mineralische N-Ergänzungsdüngung kann 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. Weiters wird in der Neufassung eine Anleitung zur Umrechnung von Laborergebnissen - unter Berücksichtigung von Dimensionen, der Trockenrohddichte und des Feuchtegehaltes 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.

Zu betonen ist, dass bei der N-Düngerbemessung auf jeden Fall die gültigen gesetzlichen Bestimmungen des Wasser- und Bodenschutzrechtes eingehalten werden müssen.

### 3.2.3 Phosphor und Kalium

#### 3.2.3.1 Einstufung der P- und K-Bodengehalte

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 der verfügbare Phosphorgehalt aus den Ergebnissen gemäß ÖNORM L 1087 (=CAL) mit folgender Formel zu berechnen.

$$P-CAL_{\text{kor}} = 0,98 \times P-CAL + 2,34$$

Die Ergebnisse werden jeweils in mg Reinnährstoff (P oder K) pro 1000g Feinoden angegeben, die Einstufung in Gehaltsklassen und Versorgungsstufen erfolgt nach Tabelle 6 und Tabelle 7.

Tabelle 6: Einstufung der Phosphorgehalte (CAL)

Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	Ackerland	Grünland
		mg P/1000g	
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

Liegen die CAL-Gehalte an Phosphor im Bereich der Gehaltsklasse D (hoch versorgt), so wird bei niedriger Wasserlöslichkeit eine Phosphatdüngung in halber Höhe der für die Gehaltsstufe C empfohlenen Gaben bei Hackfrüchten als sinnvoll erachtet. Die Mindestgehalte an wasserlöslichem Phosphor für Wertebereiche innerhalb der Gehaltsklasse D werden in den Richtlinien aufgelistet.

Für die Einstufung der Kaliumgehalte ist auch die Bodenschwere (Tongehalt) von Bedeutung, Grünlandstandorte werden anders als Ackerstandorte bewertet (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Einstufung der Kaliumgehalte (CAL)

Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	mg K/1000g			
		Ackerland			Grünland
		Bodenschwere			
		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

3.2.3.2 *Düngebemessung für P und K*

Grundsätzlich basiert die Düngungsempfehlung für Phosphat und Kali auf der Einstufung der pflanzenverfügbaren P- und K-Gehalte im Boden (siehe Tabelle 6 und Tabelle 7) und ist für die Gehaltsstufe C in den Richtlinien tabellarisch aufgelistet. Die Empfehlungen umfassen Getreide,

Hackfrüchte, Öl- und Eiweißpflanzen, Zwischenfruchtfutterbau, Sonderkulturen (Mohn und Kümmel), Feldfutter und Sämereienvermehrung. Sie sind im Mittel von fünf Jahren einzuhalten. Darüberhinaus wird ein differenziertes Zu- und Abschlagssystem (Korrekturfaktoren) für P- und K gemäß der Einstufung in die jeweilige Gehaltsklasse angegeben (siehe Tabelle 8).

Bei der Düngung mit Phosphor wird empfohlen, im oberen Gehaltsbereich der Gehaltsklasse C im Ackerland (zwischen 90 und 111 mg/1000g P, siehe Tabelle 6) bereits einen 50%igen Düngungs-Abschlag vorzunehmen.

Tabelle 8: 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 Kalium werden bei einigen Kulturen ebenfalls im oberen Wertebereich der Gehaltsstufe C Abschläge der ursprünglich für den mittleren Gehaltsbereich angegebenen Düngemengen empfohlen (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Empfohlener Abschlag für die Düngung mit Kalium in % für Wertebereiche der Gehaltsklasse C

	Bodenschwere		
	leicht	mittel	schwer
	Nährstoffgehalte (mg/1000g K)		
	148 - 178	177 - 208	205 - 245
Getreide, Stärkeindustriekartoffel	50% Abschlag	50% Abschlag	50% Abschlag
Hackfrüchte	25% Abschlag	25% Abschlag	25% Abschlag

Zusätzlich kann die Düngung auf Böden der Gehaltsklasse C noch an die Standorteigenschaften angepasst werden. Dies umfasst 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.

In der Neufassung der Richtlinien wird – neben den Düngungsempfehlungen für den Ackerbau - auch auf die Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumdüngung im



Dauergrünland, im Feldfutteranbau und in der Sämereienvermehrung genau eingegangen. Dies beinhaltet unter anderem die Einschätzung der Ertragsmöglichkeiten bei den einzelnen Nutzungsformen. Aufgelistet sind 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). In Tabellenform werden Empfehlungen für die Düngung des Grünlandes mit Phosphor und Kalium bei einer Nährstoffversorgung der Gehaltsklasse C gegeben. Je nach Einstufung der Bodengehalte in Gehaltsklassen kommt es zu Zuschlägen bei der Düngungsempfehlung (A: + 40%, B: + 20%), für die Gehaltsklassen D und E wird keine Düngung empfohlen. Eine Rückführung von P und K aus Wirtschaftsdüngern ist möglich. In den Richtlinien ist eine Empfehlungsgrundlage für die Stickstoffdüngung - differenziert nach Ertragslage - tabellarisch aufgelistet, wobei auch die Ergänzungen zu den Tabellen im konkreten Einzelfall zu beachten sind.

### 3.2.4 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 Tabelle 10). Auch eine Klassifizierung nach der EUF-Methode wurde in die Neufassung der Richtlinien aufgenommen (siehe Kapitel »Verfügbare Nährstoffe und Düngeplanung«). Die Einstufung in Gehaltsklassen gilt für Acker- und Grünland, aber auch für Wein- und Obstgärten sowie Feldgemüse, wobei die Bodenschwere berücksichtigt wird.

Tabelle 10: Einstufung der Magnesiumgehalte

		mg Mg /1000g		
		Bodenschwere		
Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	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

Die Düngungsplanung erfolgt differenziert, je nach dem, ob das Verhältnis Kalium : Magnesium weiter bzw. gleich oder enger als 5:1 ist. Als Optimalbereich wird ein Kalium : Magnesium Verhältnis zwischen 1,7 : 1 und 5 : 1. angegeben. Darüber können Mg Mangel-symptome, 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 Mg-Düngung erforderlich. Im Grünland ist bei Vorliegen der Gehaltsklassen A, B und C bei sachgerechter Düngung mit Wirtschaftsdüngern eine ausreichende Magnesiumversorgung sichergestellt.

### 3.2.5 Spurenelemente

Die Pflanzenverfügbarkeit von Spurenelementen wird von zahlreichen Standorts- 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 11 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 (VDLUFA 2002 b) 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.

Tabelle 11: Einstufung der Gehalte an Spurenelementen (mg/1000 g)

		Bor		Kupfer	Zink	Mangan	Eisen
		Bodenschwere					
Gehaltsklasse	Versorgung	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

### 3.2.5 Kalk

Eine Kalkdüngung (Verbesserungskalkung) wird empfohlen, wenn die anzustrebenden pH-Werte - in Abhängigkeit von der Bodenschwere und der Kulturart - unterschritten werden (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Anzustrebende pH Werte

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

Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass auf leichten Ackerböden bei einem hohen Anteil an Kartoffeln, Roggen und Hafer in der Fruchtfolge ein pH-Wert von 5,0 und bei schweren Böden ein pH von 6,0 noch ausreichend sein kann. Damit sind günstigere Bedingungen zur Vermeidung von Schorf bei Kartoffel gegeben. Bei kalkbedürftigen Kulturen wie Gerste, Raps oder Weizen kann es jedoch bereits zu

geringen Ertragseinbussen kommen. Unter diesen Bedingungen ist die Kalkdüngempfehlung entsprechend zu modifizieren.

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.

In der Neufassung der Richtlinien sind die entsprechenden Kalkdüngempfehlungen - in Abhängigkeit vom pH-Wert in der CaCl<sub>2</sub>-Lösung und dem pH-Wert in der Ca-Acetat-Lösung, der Nutzung, der Bodenschwere und dem Ziel-pH - tabellarisch aufgelistet. Auch Empfehlungen für eine Erhaltungskalkung werden gegeben.

### 3.3 Überarbeitung der Richtlinien in Bezug auf Bestimmungen der Cross-Compliance

Generell beinhalten die CC-Bestimmungen Grundanforderungen in den Bereichen Umwelt, Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanzen sowie Tierschutz, Mindeststandards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand landwirtschaftlicher Flächen sowie die Erhaltung des Dauergrünlandes.

Eine der Grundlagen der Cross-Compliance ist die EU-Ratsverordnung Nr. 1782/2003, die entsprechende nationale Umsetzung ist in Österreich in der INVEKOS-Umsetzungs-Verordnung 2005 geregelt. Folgende CC-Bestimmungen bzw. ihre Umsetzung in nationalen Gesetzen sind mit Inhalten der „Richtlinie für die sachgerechte Düngung“ verknüpft.

### 3.4 Mengenbeschränkung für N-hältige Dünger bzw. Wirtschaftsdünger

Das Ausbringen von stickstoffhaltigen Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ist gemäß EU-Nitrat-RL 91/676 EWG bzw. Aktionsprogramm 2003 Nitrat wie folgt begrenzt (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13: 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	175*
	Landwirtschaftliche Nutzflächen mit Gründeckung	210*
	Landwirtschaftliche Nutzflächen mit stickstoffzehrender Fruchtfolge	210*

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

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 jährlich anfallende Stickstoffmenge aus der Tierhaltung (pro Stallplatz) nach Abzug der Stall- und Lagerverluste ist in den Richtlinien tabellarisch zusammengefasst. Die Tabellen basieren auf Messdaten (z.B. Milchkühe) oder Bilanzrechnungen (z.B. Schweine). Zusätzlich ist es gemäß Wasserrechtsgesetz zulässig, auch die Verluste bei der Ausbringung der Wirtschaftsdünger zu berücksichtigen. Die Ausbringungsverluste von Wirtschaftsdüngern betragen - nach Abzug der Stall- und Lagerverluste - bei Gülle und Jauche ca. 13 %, bei Stallmist und Kompost ca. 9 % des Stickstoffgehaltes. Die Neufassung der Richtlinien enthält daher auch einen tabellarischen Überblick über den jährlichen Stickstoffanfall aus der Tierhaltung je Stallplatz nach Abzug der Stall-, Lager- und Ausbringungsverluste (feldfallender = anrechenbarer Stickstoff). Da die unmittelbare Wirksamkeit des in Wirtschaftsdüngern enthaltenen Stickstoffs stark vom Verhältnis zwischen mineralisch und organisch gebundenen Anteilen abhängig ist, bringt die Neufassung einen Überblick über die relativen Anteile von Ammonium-Stickstoff und organisch gebundenem Stickstoff in verschiedenen Wirtschaftsdüngern. Zusätzlich wird im Vergleich dazu ein Überblick über die Wirksamkeit von organisch gebundenem Stickstoff aus weiteren organischen Stickstoffquellen („wirtschaftsdüngerähnliche“ Substanzen wie Kompost, Klärschlamm, Rückstände aus der Nahrungsmittelverarbeitung, Biogasgülle, etc.) gegeben.

Das Tabellenwerk wird komplettiert durch eine Übersicht zum durchschnittlichen Gehalt an Trockenmasse und organischer Substanz sowie zum durchschnittlichen Nährstoffgehalt der wichtigsten Wirtschaftsdünger. 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 Stickstoffgehalt vorliegen, ist dieses den Tabellenwerten vorzuziehen. Dieses N-Untersuchungsergebnis (N-Gesamt oder N-Kjeldahl) entspricht dem Stickstoffgehalt am Lager.

Um den Gehalt an feldfallendem Stickstoff zu erhalten, sind bei Stallmist und Kompost 9 %, bei Güllen 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.

### 3.5 Bedarfsgerechte Düngung

Laut Aktionsprogramm 2003 Nitrat sind – zur Verringerung eines unerwünschten Eintrages stickstoffhaltiger Düngemittel in die Gewässer - Stickstoffdünger zeitlich und mengenmäßig bedarfsgerecht auszubringen. Schnell wirkende bzw. leicht lösliche Stickstoffgaben von mehr als 100 kg Reinstickstoff pro Hektar und Jahr sind zu teilen, ausgenommen bei Hackfrüchten und Gemüsekulturen, wenn der Boden eine mittlere bis hohe Sorptionskraft, d.h. einen mehr als 15%-igen Tonanteil aufweist (siehe Kapitel »Stickstoff« ). Das Gesetz weist ausdrücklich darauf hin, dass die Bemessung der bedarfsgerechten Stickstoffdüngung auf Basis von Beratungsunterlagen oder durch Anwendung der gegenständlichen Düngungsrichtlinien zu erfolgen hat.

### 3.6 Verwendung von Klärschlamm

Die Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft wird durch EU Richtlinie 86/278/EWG geregelt, in Österreich erfolgt die Umsetzung in spezifischen Landesgesetzen und Verordnungen. So darf z.B. in Vorarlberg eine maximale Klärschlammdüngermenge entsprechend 160 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pro ha innerhalb von zwei Jahren ausgebracht werden sofern der Gehalt des Bodens an pflanzenverfügbarem Phosphat 25 mg/100 g (entspricht der Obergrenze der Gehaltsklasse C) nicht überschreitet (Klärschlammverordnung LGBI. Nr. 75/1997). Außerdem geben die Richtlinien Auskunft über die Wirksamkeit von organisch gebundenem Stickstoff aus diversen Klärschlämmen zur Berechnung des anrechenbaren N-Gehalts.

### 3.7 Grundwasserschutz

Der Grundwasserschutz basiert auf der Grundwasserschutz-Richtlinie: RL 80/86/EWG über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe, in Österreich umgesetzt durch die Grundwasserschutzverordnung BGBl II Nr. 398/2000. Nach dieser ist es verboten, bestimmte Stoffe direkt oder indirekt (durch Versickern über den Boden) in das Grundwasser einzuleiten. Unter den im Anhang II aufgelisteten Stoffen befinden sich auch Metalle und ihre Verbindungen (z.B. Zink, Kupfer, etc.) und anorganische Phosphorverbindungen. Hier ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass die ordnungsgemäße Düngung keinen Verstoß gegen die Grundwasserschutz-Richtlinie darstellt (AMA, 2005). Diese ordnungsgemäße Düngung ist mit der – möglichst gut dokumentierten - Einhaltung der Richtlinien erfüllt.

## 4 SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Mit Hilfe der „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ im Ackerbau und Grünland als Unterlage für die landwirtschaftliche Ausbildung und Beratung in Österreich kann einerseits - basierend auf Feldversuchsergebnissen - eine Einschätzung des Bodens als Pflanzenstandort sowie des Vorrats an pflanzenverfügbaren Nährstoffen vorgenommen werden. Andererseits geben die Richtlinien auch eine Anleitung, wie diese Bodenuntersuchungsergebnisse zur Umsetzung in Düngungsempfehlungen verwendet werden können. Eine bedarfsgerechte Düngung hat die Aufgabe, den Nährstoffentzug durch die

Erntepflanze (Makro- und Mikronährstoffe) zu ersetzen. Für eine korrekte Düngungsempfehlung müssen die Nährstoffe aus mineralischen und organischen Düngemitteln sowie die im Boden verbliebenen Ernterückstände berücksichtigt werden. Dies alles wird durch umfangreiches, tabellarisch aufbereitetes Zahlenmaterial in den Richtlinien gewährleistet

- Die Düngung – insbesondere die Stickstoffdüngung - unterliegt zahlreichen nationalen und internationalen gesetzlichen Regelungen („Cross Compliance“ und deren Umsetzungen in nationales Recht). In ihnen wird zum Teil auf die Richtlinien, die demnächst in einer Neufassung erscheinen werden, Bezug genommen.

## 5 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 (KAK<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