

Erläuterungen zum Bodenuntersuchungsbefund

1. Allgemeines

Das Bodenuntersuchungsergebnis muß in Abhängigkeit von Nutzungsart, standörtlichen Boden- und Klimabedingungen und dem Bodenzustand zur Zeit der Probenahme bewertet werden. Wegen des zuletzt genannten Einflusses ist es sinnvoll, die Probenahme immer bei ähnlichen Feldbedingungen durchzuführen (zu vergleichbaren Jahreszeiten und weder nach langen Trocken- noch nach langen Regenperioden).

Der größte Wert der Bodenuntersuchung liegt in der rückblickenden Feststellung der Gehaltsveränderungen, unter Berücksichtigung der zwischenzeitlichen Nährstoffbilanzen (Düngung und Nährstoffabfuhr). **Dazu sollten Bodenuntersuchungen regelmäßig alle 2 - 4 Jahre durchgeführt werden.**

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die Nutzung (= NA) als Acker(= Ac) und Grünland (= Gr).

Nachfolgend wird mehrfach der Begriff **Bodenartgruppe** verwendet. Dazu werden die Bodenarten wie folgt zusammengefaßt:

Tab.1 Bodenartgruppen (BAG)

Bodenartgruppe:	I = leicht	II = mittel	III = schwer
Tongehalt in %	0 – 12	13 - 25	über 25
Bodenarten	Ss, Su2 - Su4, Sl2, Sl3, St2	Slu, Sl4, St3, Ls2-Ls4, Ts4, Uu, Us, Uls, Ut2 - Ut4, Lu	Lt2, Lt3, Lts, Ts2, Ts3, Tl, Tu2 - Tu4, Tt

Die Bodenart sollte auf dem Probenbegleitzettel in Spalte 3 vermerkt sein. Falls das nicht der Fall ist, wird vom Untersuchungslabor eine Eingruppierung nach Fingerprobe (= Schätzverfahren) durchgeführt. Wenn eine genauere Bestimmung gewünscht wird, ist ein gesonderter Auftrag erforderlich (Korngrößenbestimmung). Ein solches Ergebnis behält viele Jahre Gültigkeit.

2. Kalkung

Tab.2 pH-Klassen Ackerland, Humusgehalt < 4%

	pH-Wert bei Bodenartgruppe			
	BAG I	BAG II	BAG III	
A = sehr niedrig	< 4,8	< 5,2	< 5,4	Gesundungskalkung
B = niedrig	4,8 - 5,5	5,2 - 6,1	5,4 - 6,3	Aufkalkung
C = mittel	5,6 - 6,1	6,2 - 6,9	6,4 - 7,2	Erhaltungskalkung
D = hoch	6,2- 6,4	7,0 - 7,3	7,3 -7,7	Keine Kalkung
E = sehr hoch	> 6,4	> 7,3	> 7,7	Keine Kalkung

pH Grünland, Humusgehalt < 15%

	PH-Wert bei Bodenartgruppe			
	BAG I	BAG II	BAG III	
A = sehr niedrig	< 4,3	< 4,7	< 4,8	Gesundungskalkung
B = niedrig	4,3 - 4,9	4,7 - 5,4	4,8 - 5,6	Aufkalkung
C = mittel	5,0 - 5,5	5,5 - 6,2	5,7 - 6,5	Erhaltungskalkung bzw. keine Kalkung
D = hoch	5,6 - 5,9	6,3 - 6,7	6,6 -7,0	Keine Kalkung
E = sehr hoch	> 5,9	> 6,7	> 7,0	Keine Kalkung

Zur Kalkung sind alle Kalkformen geeignet (Ausnahme: Branntkalk nicht während der Vegetation, Gefahr von Verätzungen). In vielen heute verbreiteten Düngemitteln ist Kalk als Begleitstoff nicht mehr enthalten; der „Kalkwert“ der Dünger ist zu berücksichtigen.

Im Interesse einer guten Kalkverteilung sollten höchstens bei

BAG I	Acker	1500	BAG I	Grünland	1500
BAG II	Acker	3000	BAG II	Grünland	2000
BAG III	Acker	5000	BAG III	Grünland	3000

kg/ha CaO

auf einmal ausgebracht werden. Im Bedarfsfall müssen diese Gaben solange wiederholt werden, bis der angestrebte pH-Bereich erreicht ist. Die Erhaltungsgaben sind für einen Zeitraum von 3 Jahren berechnet. Zur Verbesserung der Bodenstruktur sollten Lehm- und Tonböden Karbonat (CaCO_3) in geringen Mengen enthalten.

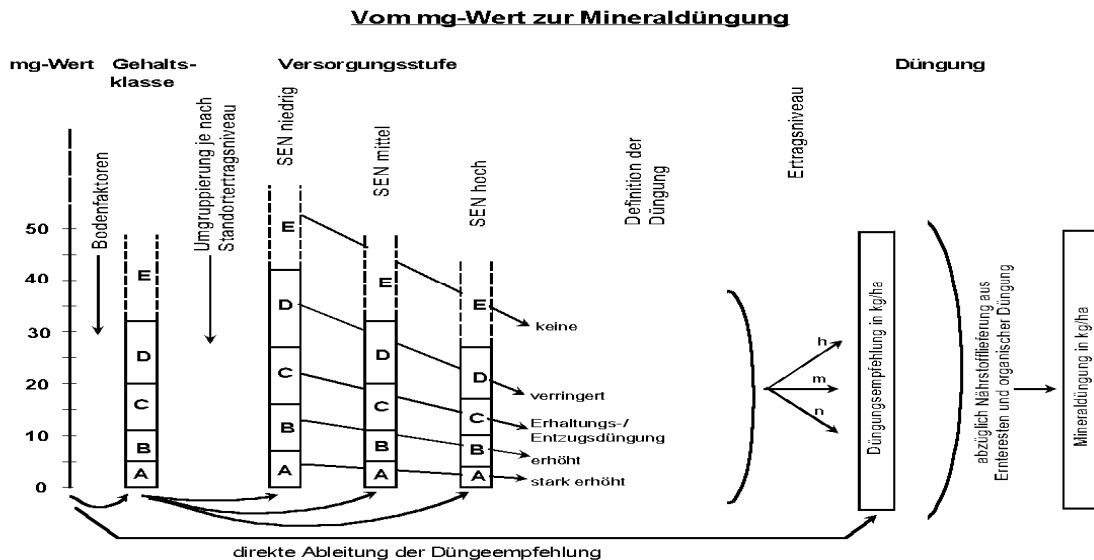
(Der CaCO_3 Gehalt wird auf dem Untersuchungsbefund wie folgt angegeben:

Sp = < 1 %; + = 1 - 10 % ++ = > 10 %)

Bei zu hohen pH-Werten sollten physiologisch sauer wirkende Düngemittel verwendet werden.

3. Grundnährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg)

Das Untersuchungsergebnis in mg/100 g Boden wird wie folgt bewertet und zur Ableitung von Düngeempfehlungen herangezogen.



Der gefundene Wert für den Nährstoffgehalt im Boden (in **mg/100 g Boden**) wird in Abhängigkeit von Bodenfaktoren (z.B. der Bodenartgruppe) eingeteilt in **Gehaltsklassen**.

Auf Ackerland und bei den Nährstoffen P und K ist es sinnvoll, die Ertragsfähigkeit eines Standortes insgesamt mit zu berücksichtigen. Auf einem Standort mit sehr hoher Ertragsfähigkeit wird auch die Verfügbarkeit dieser Nährstoffe bzw. deren Gesamtvorrat einschließlich des Unterbodens sehr hoch sein. Entsprechend kann hier der aktuelle anzustrebende Gehalt in der Krume etwas niedriger liegen. Analog dazu gilt das Umgekehrte für ertragschwächere Standorte. Dieser Erfahrung wird durch eine Anpassung der Gehaltsklassen Rechnung getragen. Die angepassten Gehaltsklassen werden **Versorgungsstufen** genannt. Die Umgruppierung von Gehaltsklassen in Versorgungsstufen wird von dem LHL anhand Ihrer Angabe des Ertragsniveaus Ihrer wichtigsten Fruchtarten vorgenommen. Dazu wird aus mindestens drei Fruchtarten als Mittelwert das **Standortertragsniveau (SEN)** berechnet.

(Ausnahme: bei Böden der Bodenartgruppe „leicht“ sowie bei ökologischer oder anderweitig extensivierter Bewirtschaftung erfolgt keine Einstufung in „Standortertragsniveau niedrig“)

Ihre Angabe des Ertragsniveaus wird darüber hinaus bei der Festlegung der Höhe der Düngeempfehlung verwendet. Höhere Erträge bedingen höhere Empfehlungen.

(Beide Regelmechanismen arbeiten im Prinzip gegenläufig. Das kann zu einer Neutralisierung führen, in vielen Fällen jedoch zu einer insgesamt besser angepaßten Düngungsstrategie.)

Tab.3 Allgemeine Gehaltssklassen- bzw. Versorgungsstufenbezeichnung und Definition der Düngeempfehlung

Bezeichnung der Gehaltssklassen bzw. der Versorgungsstufen	Definition der Düngeempfehlung	Faktor
E = sehr hoch	Keine Düngung	0
D = hoch	Verringerte Düngung	0,5
C = mittel (= anzustreben)	Entzugs-/Erhaltungsdüngung	1
B = niedrig	Erhöhte Düngung	1,5
A = sehr niedrig	Stark erhöhte Düngung	2,0

Die von Gehaltssklassen bzw. Versorgungsstufen abhängigen, fruchtartspezifischen Düngeempfehlungen der einzelnen Nährstoffe sind Tab.5 zu entnehmen.

Die Düngeempfehlung des LHL bezieht sich auf die gesamte Nährstoffmenge, die zur Deckung des Bedarfs der Bestände erforderlich ist (= Haupt- + Nebenernteprodukte, z.B. Korn + Stroh, Rübe + Blatt).

Zur Vermeidung von Sprüngen in den Düngeempfehlungen an den Grenzen der GK/VS werden sie bei P, K und Mg EDV-intern gleitend aus den mg-Werten abgeleitet.

Bei Nichtabfuhr der Nebenernteprodukte (Stroh, Blatt, Kraut) müssen die auf dem Feld verbliebenen Nährstoffe bei der Düngung der Nachfrucht angerechnet, d.h. von der Empfehlung abgezogen werden. (siehe dazu Tab.6)

Ebenso sind die mit organischen Düngemitteln ausgebrachten Nährstoffmengen zu berücksichtigen, d.h. von den Düngeempfehlungen abzuziehen. (siehe dazu Tab.7).

Diese Korrektur der von dem LHL ausgesprochenen Düngeempfehlung muß vom Landwirt selbst vorgenommen werden, da sich die Mengen an Ernteresten und organischen Düngergaben nicht für einige Jahre im voraus (Bodenuntersuchungssturnus) exakt abfragen lassen.

Die für die einzelnen Fruchtarten nach der hier beschriebenen Methode errechneten Mineraldüngergaben **können innerhalb der Fruchtfolge kombiniert oder anders aufgeteilt werden.**

Tab.4 Nährstoffgehaltssklassen in mg/100 g Boden

Phosphat, Kali	K ₂ O, BAG I	K ₂ O, BAG II P ₂ O ₅ , Grünland	K ₂ O, BAG III
A = sehr niedrig	0 - 4	0 - 5	0 - 6
B = niedrig	5 - 10	6 - 11	7 - 14
C = mittel (anzustreben)	11 - 18	12 - 20	15 - 24
D = hoch	19 - 28	21 - 33	25 - 38
E = sehr hoch	> 28	> 33	> 38

Magnesium	BAG I	BAG II Grünland	BAG III
A = sehr niedrig	0 - 1	0 - 1	0 - 2
B = niedrig	2 - 3	2 - 4	3 - 6
C = mittel (anzustreben)	4 - 5	5 - 8	7 - 12
D = hoch	6 - 8	9 - 13	13 - 20
E = sehr hoch	> 8	> 13	> 20

Tab.5a Düngempfehlungen für P₂O₅ in kg/ha

GK/VS	Zuckerrüben			Körnermais, Futterrüben			Si-Mais, Feldgras, Weizen, Kö-Raps, Luzerne		
	N	M	H	N	M	H	N	M	H
A	180	240	320	160	220	280	140	180	240
B	135	180	240	120	165	210	105	135	180
C	90	120	160	80	110	140	70	90	120
D	45	60	80	40	55	70	35	45	60
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0

GK/VS	Rotklee, Gerste, Roggen, Triticale, Grünland			Hafer, Erbsen, Kartoffeln, A-Bohnen, So-Weizen, So-Gerste (Futter)			Braugerste		
	N	M	H	N	M	H	N	M	H
A	120	160	200	100	140	180	80	120	160
B	90	120	150	75	105	135	60	90	120
C	60	80	100	50	70	90	40	60	80
D	30	40	50	25	35	45	20	30	40
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab.5b Düngempfehlungen für K₂O in kg/ha

GK/VS	Fu-Rüben			Zu-Rüben			Feldgras, Rotklee, Fu-Roggen, Luzerne			Kartoffeln		
	N	M	H	N	M	H	N	M	H	N	M	H
A	1000	1400	1800	600	900	1200	600	800	1000	420	600	780
B	750	1050	1350	450	675	900	450	600	750	315	450	585
C	500	700	900	300	450	600	300	400	500	210	300	390
D	250	350	450	150	225	300	150	200	250	105	150	195
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

GK/VS	Si-Mais, Kö-Mais, Grünland			Erbsen, A-Bohnen, Kö-Raps			Gerste, Triticale, Roggen, Hafer, Weizen			So-Gerste, So-Weizen		
	N	M	H	N	M	H	N	M	H	N	M	H
A	360	500	660	260	360	480	220	300	400	160	220	300
B	270	375	495	195	270	360	165	225	300	120	165	225
C	180	250	330	130	180	240	110	150	200	80	110	150
D	90	125	165	65	90	120	55	75	100	40	55	75
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab.5c Düngempfehlungen für MgO in kg/ha

GK/VS	Fu-Rüben			Zu-Rüben, Kö-Mais			Feldgras, Si-Mais		
	N	M	H	N	M	H	N	M	H
A	180	240	300	140	200	260	80	120	160
B	135	180	225	105	150	195	60	90	120
C	90	120	150	70	100	130	40	60	80
D	45	60	75	35	50	65	20	30	40
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0

GK/VS	Weizen, Rotklee, Erbsen, Fu-Roggen, Grünland			Hafer, Gerste, A-Bohnen, Luzerne, Triticale, Roggen, Kö-Raps, Kartoffeln			So.-Gerste, So.-Weizen		
	N	M	H	N	M	H	N	M	H
A	60	80	100	40	60	80	40	40	60
B	45	60	75	30	45	60	30	30	45
C	30	40	50	20	30	40	20	20	30
D	15	20	25	10	15	20	10	10	15
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0

N= Ertragsniveau niedrig, M= Ertragsniveau mittel, H= Ertragsniveau hoch

**Tab.6 Rücklieferung von Nährstoffen bei Verbleib von Nebenernteprodukten
(Angaben in kg/ha)**

	P ₂ O ₅			K ₂ O			MgO			S		
	N	M	H	N	M	H	N	M	H	N	M	H
Weizen	15	21	28	70	98	130	10	14	19	9	13	17
Gerste	13	18	24	73	102	134	9	12	16	8	11	14
Roggen	14	18	24	90	122	158	9	12	16	8	11	14
Triticale	14	19	26	77	107	145	9	13	17	8	11	15
Du. Weizen	10	14	19	56	78	105	7	9	12	6	8	11
Braugerste	9	12	15	49	66	85	6	8	10	5	7	9
So.-Gerste	11	14	19	61	82	105	7	10	12	6	9	11
Hafer	14	19	26	77	109	145	9	13	17	8	12	15
Kö-Raps	17	22	28	108	140	175	6	8	11	6	7	9
Kö-Mais	14	20	26	144	200	264	18	25	33	*	*	*
Zu-Rüben	36	50	66	197	273	361	33	46	60	10	14	18
Fu-Rüben	20	27	36	131	182	239	43	59	78	7	9	12
Kartoffeln	3	4	5	23	32	42	5	7	9	3	4	5
A-Bohnen	10	14	18	83	117	159	13	18	24	14	20	27
Erbsen	10	14	18	83	117	159	16	23	31	14	20	27

* keine Angaben

Tab.7 Nährstoffgehalte organischer Düngemittel

Düngemittel	Mengen einheit	Trocken substanz gehalt in %	Ges. N	NH ₄ N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
			in kg/dt bzw. kg/t bzw. kg/m ³				
Festmist	1 dt						
Rinder		25	0,5	--	0,3	0,7	0,15
Schweine		23	0,7	--	0,8	0,7	0,2
Gemischt		24	0,6	--	0,4	0,7	0,2
Schafe		25	0,8	--	0,3	1,4	0,2
Pferde		25	0,5	--	0,3	0,6	0,2
Puten		50	2,3	0,6	2,0	1,7	0,4
Masthähnchenmist		50	2,5	0,6	2,4	2,2	0,6
Hühnertrockenkot		70	2,3	1,0	2,5	2,0	0,6
Gülle	1 m³						
Rinder (Milchkühe)		10	4	2	2	7	1
Bullen		10	5	2	2	4,5	1
Schweine		7,5	5,5	4	4	4	1
Rinder/Schweine		10	5	3,5	3	6	1
Geflügel		12,5	8	4,8	5	3	1
Jauche	1 m³						
Rinder		1	2	2	0,2	8	0
Schweine		1	4	4	1	3	0
gemischt		1	3	3	0,5	5,5	0
Kompost	1 t						
Grüngutkompost		65	10	--	4	8	6
Bioabfallkompost		65	11	--	5	12	7
Klärschlamm							
Klärschlamm nass	1 m³	5	1,5	--	1,7	0,2	0
Klärschlamm feucht		10	2,5	--	3	0,3	1
Klärschlamm trocken	1 t	30	10	--	10	1	4
Klärschlamm Granulat		95	34	--	64	4	9

Bei Vorliegen anderer als der oben unterstellten TS-Gehalte müssen die Nährstoffgehalte entsprechend umgerechnet werden.

Klärschlamm darf nicht nach Faustzahlen, sondern nur nach Einzelanalyse ausgebracht werden! Die o.g. Angaben können daher nur zu Planungszwecken verwandt werden.

4. Andere Haupt- und Spurennährstoffe

Stickstoff (N): Zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Stickstoffgehaltes im Boden können Bodenproben untersucht werden (N_{\min} -Untersuchung). Anhand der auf dem Auftragsformular gemachten Zusatzangaben wird eine fruchtartspezifische N-Düngeempfehlung erstellt (Hessisches Stickstoff-Bedarfs-Analyse-System = SBA). Diese Proben werden aus 2 oder 3 Bodenschichten bis zu 60 bzw. 90 cm Tiefe (oder bis zur Durchwurzelungsgrenze) entnommen und müssen gekühlt unverzüglich ins Labor gebracht werden.

Schwefel (S): In jüngster Zeit hat sich in vielen Fällen eine Schwefeldüngung als positiv erwiesen. Dies ist bedingt durch die deutlich reduzierten S-Emissionen v.a. aus Kraftwerken und den dadurch zurückgegangenen S-Eintrag auf landwirtschaftliche Flächen. Häufige S-Mangelstandorte sind grundwasserferne, leichtere Böden in viehlosen Betrieben. S (die pflanzenverfügbare Form Sulfat-S) verhält sich im Boden ähnlich wie Nitrat-N, d.h. unterliegt der Austragsgefährdung. Im Vergleich zu N ist S in Wirtschaftsdüngern ungefähr enthalten im Verhältnis 15 : 1, d.h. beispielsweise werden in einer Güllegabe von 90 kg N gleichzeitig 6 kg S ausgebracht. Diese Menge kann einen Beitrag zur S-Versorgung leisten, reicht aber alleine nicht aus. Insbesondere Kö-Raps stellt hohe Ansprüche an die S-Versorgung (ca. 40 kgS/ha). Zur Diagnose von S-Mangelstandorten kann eine Bodenuntersuchung auf pflanzenverfügbaren S durchgeführt werden („ S_{\min} -Methode“, ähnlich wie N_{\min} , auch parallel zu N_{\min} an der gleichen Probe zu bestimmen). Daneben ist auch die Pflanzenanalyse gut zur Kennzeichnung unterversorgter Bestände geeignet, häufig ist es jedoch dann für eine grundlegend wirksame S-Düngung zu spät. Dennoch kann ein solches Ergebnis ein wichtiger Hinweis zur Düngung in nachfolgenden Jahren sein. Zur Pflanzenanalyse sollten ganze oberirdische Rapspflanzen bei Blühbeginn untersucht werden. Eine ausreichende Versorgung ist ab einem Gehalt von 0,65 mg/kg TM gegeben.

Natrium (Na): Natrium wird im Boden nicht festgehalten, so daß eine dauerhafte Anreicherung über 1-5 mg/100 g Boden hinaus kaum erreicht werden kann. Höhere Na-Gehalte wären zur Verbesserung von Schmachhaftigkeit und Gesundheitswert des wirtschaftseigenen Futters wünschenswert. Sehr hohe Kaliumgehalte im Boden drängen die Natriumaufnahme der Pflanzen ebenso zurück wie die Magnesiumaufnahme. In diesen Fällen sollten verstärkt Na- und Mg-haltige Dünger eingesetzt werden. Auch bei intensiver N-Düngung muß auf eine entsprechend höhere Na-Zufuhr (Verhältnis 5 : 1) geachtet werden.

Kupfer (Cu): Kupfermangel kann auf leichten und sauren Böden auftreten (in Hessen bisher selten beobachtet). Eine Düngung sollte nur nach vorheriger Bodenuntersuchung erfolgen. Dabei gelten folgende Gehaltsklassen und Düngeempfehlungen:

Kupfer (CAT-Methode)	Acker, Grünland			Düngeempfehlung in kg Cu/ha	
	mg Cu/kg Boden				
	BAG I	II	III	BAG I	BAG II und III
A = sehr niedrig	<1,1	<1,4	< 1,6	5	10
C = mittel (anzustreben)	1,1-1,5	1,4-2,0	1,6-2,5	2	5
E = sehr hoch	>1,5	>2,0	>2,6	0	0

Bor (B): Bormangel tritt i.d.R. nur bei Zu-Rüben und Kö-Raps auf. Bei Bor-Gehalten über 2,5 mg B/kg Boden muß mit Schäden in Getreide und anderen Kulturen gerechnet werden. Von daher ist eine Bodenuntersuchung zu empfehlen.

Bor (CAT-Methode)	mg B/kg Boden				Düngeempfehlung in kg B/ha
	BAG I	BAG I	BAG II + III		
Bei pH-Wert	<5,5	>5,5	<6,0	>6,0	
C = mittel (anzustreben)	0,16-0,35	0,21 - 0,50	0,21 - 0,8	0,41 - 0,85	0,5 - 1,5
E = sehr hoch	>0,35	>0,50	>0,8	>0,85	0

Falls Sie eine weitergehende Beratung wünschen, wenden Sie sich bitte an Ihren LLH-Berater oder an Dr. Schaaf beim LHL in Kassel-Harleshäusen (Anschrift auf dem Bodenuntersuchungsbefund).