Anleitung zum Lesen der chem. Bodenanalysen

Alle Ergebnisse der chemischen Basischarakterisierung sind nach dem gleichen Prinzip aufgebaut. Die erste, zweite und letzte Seite beinhalten dabei immer die gleichen Informationen (siehe unten). Die Daten auf den anderen Seiten können je nach Probe unterschiedlich angeordnet sein.
Die erste Seite entspricht einer kurzen Zusammenfassung der Ergebnisse sowie der empfohlenen Maßnahmen.

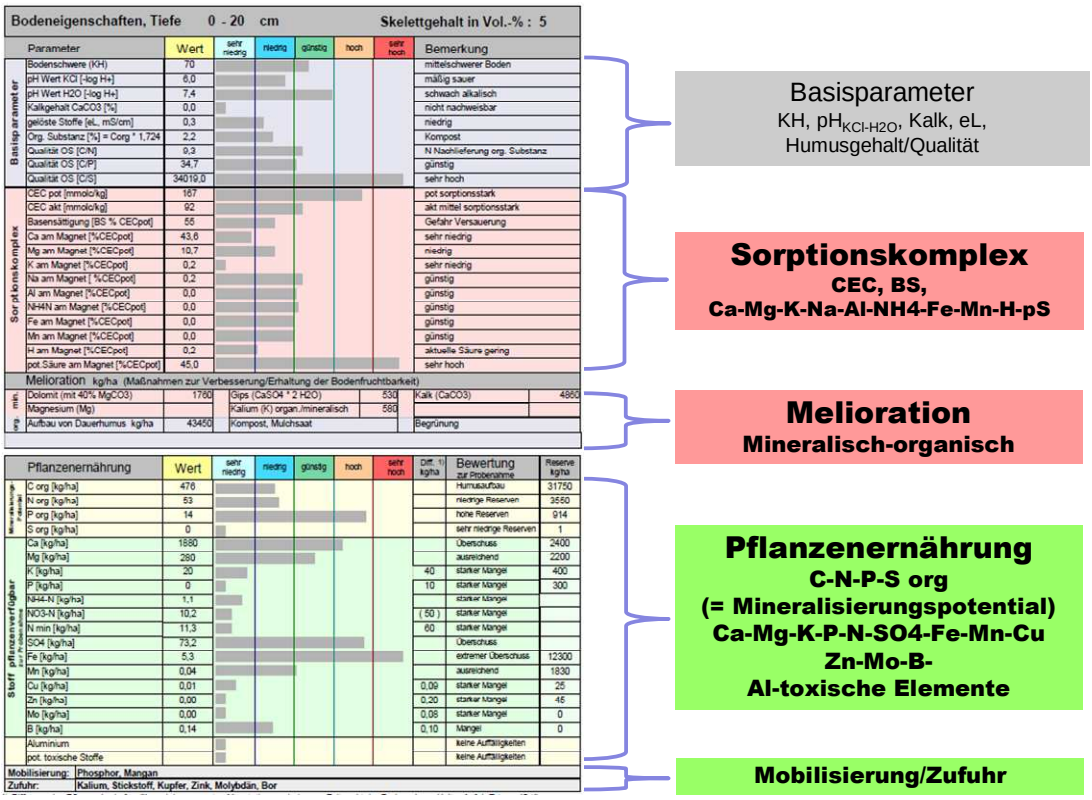
Ökologische Basischarakterisierung
BD 6152 (Probenahme am: 14.04.2017)

Probe:	BM 010
Probennehmer:	nicht bekannt
Lage:	HüdM: 400 m
Klima:	nicht bekannt
Kultur/Ertrag:	Apfel 40 t/ha
Labor:	Water & Waste, LabNr. agr17-0454.1 / 2017

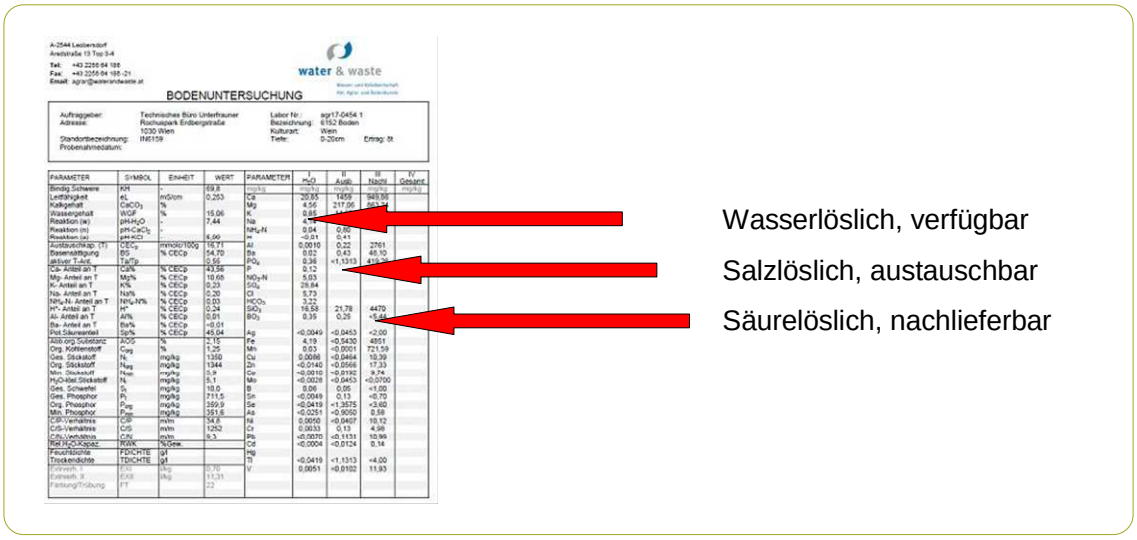
Ergebnis:
Mittelschwerer Boden, kalkfrei, pH-Wert$_{Wasser}$ schwach alkalisch, pH-Wert$_{KCl}$ mäßig sauer, Gefahr der Versauerung. Aggregatstabilität mittel, Bodenlösung leicht gefärbt, elektrische Leitfähigkeit niedrig, Gehalt organischer Substanz niedrig, Qualität organischer Substanz günstig.
Standort aktuell mittel sorptionsstark, Calcium- und Kalium-Anteil am potentiellen Sorptionskomplex sehr niedrig, Magnesium niedrig. Neigung zur Kalium-Fixierung. Potentielle Säure sehr hoch.
Mangel an pflanzenverfügbaren Stoffen (Kalium, Phosphor, Stickstoff, Kupfer, Zink, Molybdän, Bor), Überschuss an Schwefel, Eisen.

Maßnahmen:
Aufbau von Dauerhumus (Kompost, Mulchsaat, Begrünungen).
Zufuhr von Kalk und Dolomit zur Verbesserung und Stabilisierung des Puffersystems.
Zufuhr von Calcium (Kalk, Gips), Kalium und Magnesium (Dolomit) zur Optimierung des Sorptionskomplexes.
Mobilisierung der Reserven von Phosphor und Mangan, Ergänzung von Kalium, Stickstoff, Kupfer, Zink, Molybdän, Bor (bei Bedarf über Blattapplikationen).

Auf Seite zwei der Ergebnisse ist ein detaillierter Überblick zu den einzelnen Bodenparametern, der Pflanzenernährung sowie aller Meliorationsmaßnahmen (Maßnahmen zur Bodenverbesserung) zu finden. Diese Tabelle gibt einen sehr guten Überblick zur Qualität der vorliegenden Probe.



Auf der letzten Seite sind alle Details der chemischen Bodenanalyse aus dem Labor dargestellt. Aus ihnen berechnen sich alle dargestellten Werte in den Tabellen und Graphiken sowie alle Meliorationsmaßnahmen. Dabei ist auf den Vorteil dieser Analysemethode hinzuweisen, indem 3 Fraktionen (wasserlöslich, salzlöslich, säurelöslich) analysiert werden. Diese repräsentieren in der Natur die verfügbaren, austauschbaren und nachlieferbaren Nährstoffe im Boden.

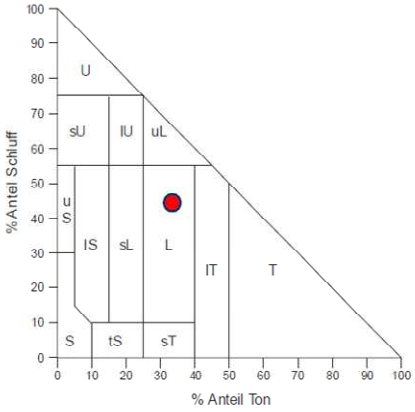


In weiterer Folge der Basischarakterisierung wird auf die einzelnen Parameter eingegangen, grundlegende Zusammenhänge erklärt sowie einzelne Messwerte im Detail dargestellt. Diese Anleitung dient als Ergänzung zur Basischarakterisierung. Teilweise werden Erklärungen wiederholt aber auch einige weiterführende Informationen gegeben die dem tieferen Verständnis dienen sollen.

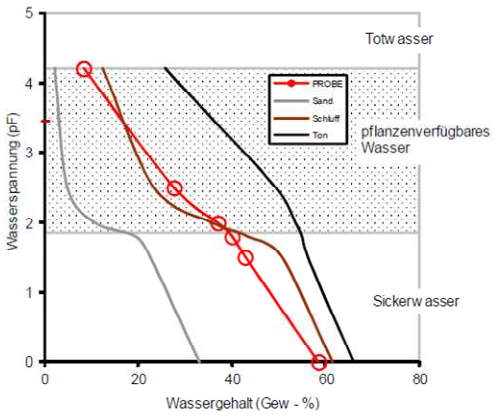
Bodenschwere (KH-Wert) und Wasserhaushalt:

Die Bodenschwere ist ein Maß für die Korngrößenzusammensetzung eines Bodens. Diese wird in Sand (2mm-63µm), Schluff (63µm-2µm) und Ton(<2µm) unterteilt. Der KH-Wert wird durch Zufügen von Wasser zu einer definierten Menge an Boden ermittelt bis dessen "Plastizitätsgrenze" erreicht ist. Je mehr Wasser der Boden aufnehmen kann desto höher ist der Tongehalt und damit der KH-Wert.
Fazit: Je höher der KH-Wert desto schwerer der Boden

Hintergrundinformation:
Bei allen Proben mit KH-Werten <80 wird in den Ergebnissen auch die Lage im Texturdreieck angezeigt. Bei Proben >80 ist dies nicht exakt möglich, der Punkt verschiebt sich allerdings tendenziell in Richtung Tonanteil. Für das Lesen des Texturdreiecks müssen einfach nur senkrechte Linien vom "roten Punkt" auf die Seiten des Dreiecks gezogen werden. Im unten stehenden Beispiel ergibt das in etwa 45% Schluff, 35% Ton und damit ergeben sich 20% Sand. Dies ergibt einen mittelschweren Lehmboden (L).
Das Wasserhaltevermögen liegt damit in einem günstigen Bereich.



Österreichisches Texturdreieck OENorm L 1050

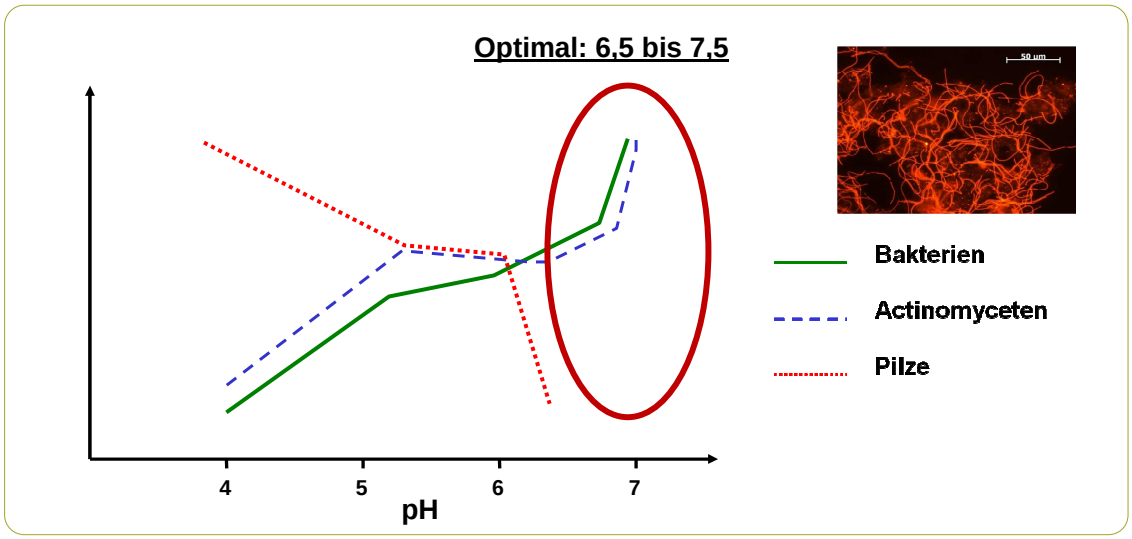


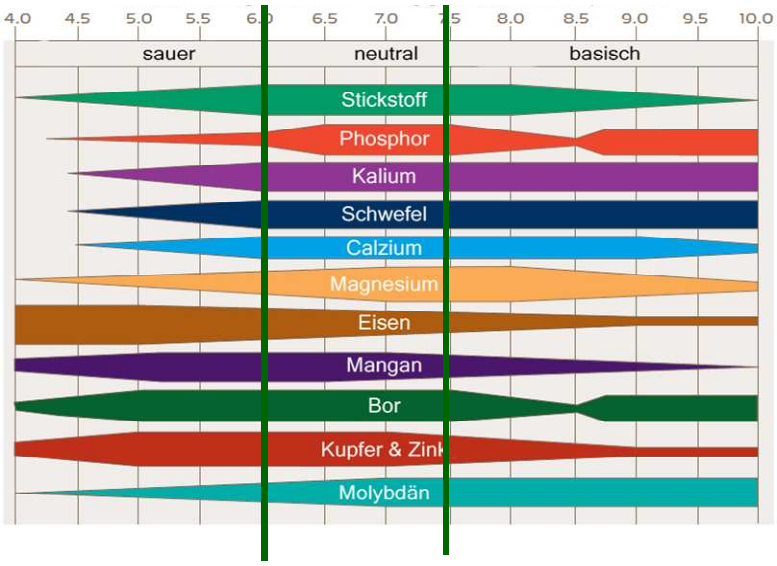
Wasserspannung und Wassergehalt

pH-Werte in Wasser und Neutralsalz:

Für die pH-Werte wird ein Teil Boden mit 5 Teilen destilliertem Wasser versetzt. Für den pH-Wert im Neutralsalz erfolgt noch zusätzlich die Zugabe von Kaliumchlorid (KCl).
Fazit: Je niedriger der pH-Wert desto saurer der Boden. Der optimale pH-Wert in Wasser liegt bei etwa 6-7,5. Der optimale pH-Wert in Neutralsalz etwa 0,5-1,5 Punkte darunter. Diese Werte sind sehr wichtig in Kombination mit der später erwähnten Kationenaustauschkapazität (CEC).

Hintergrundinformation:
Der pH-Wert in Wasser gibt die Säurestärke (Wasserstoffionen, H^+) der Bodenlösung an. Bei Zugabe eines Neutralsalzes (reagiert weder sauer noch basisch) werden noch zusätzlich leicht gebundene Säuren im Boden mobilisiert und damit eine höhere Säurestärke gemessen. Daher ist auch der pH-Wert in KCl niedriger als in Wasser. Ist der pH-Wert in Wasser in einem normalen Bereich sollte der pH-Wert in KCl etwa 0,5-1,5 Stufen niedriger sein. Wird diese Grenze über oder überschritten ist das ein Zeichen für ein problematisches Säuregefüge. D.h. nicht nur die Absolutwert der pH-Werte sondern auch dessen Verhältnisse sind ausschlaggebend.
Bei optimalen pH-Werten (Wasser) zwischen 6-7,5 ergeben sich sowohl Vorteile der Nährstoffaufnahme als auch bei mikrobieller Aktivität (siehe Bilder).





Quelle: Kamptner (Bodenkalk)

<u>Kalkgehalt ($CaCO_3$):</u>
Als Kalk ist hier der "kohlensaure Kalk" $CaCO_3$ und nicht z.B. Branntkalk CaO oder Löschkalk $Ca(OH)_2$ gemeint, welche unterschiedliche chemische Eigenschaften haben.
Man kann je nach natürlichem Kalkgehalt im Boden grob zwischen Kalkböden und Silikatböden unterscheiden. Der Kalkgehalt im Boden ist ein so genanntes "Puffersystem" durch welches Säure bildende Prozesse im Boden kompensiert werden.

<u>Hintergrundinformation:</u>
Der Kalkgehalt wurde meist schon bei der Probenahme überprüft und im Labor professionell bestimmt. Eine einfache Überprüfung ist mit Salzsäure (HCl) möglich. Dabei reagiert Kalk nach folgender Formel durch Abspaltung von Kohlendioxid (CO_2), welches je nach Kalkgehalt als "Zischen und Blasenbildung" erkannt werden kann.

$$CaCO_3 + 2\ HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

<u>Aggregatstabilität und Färbung:</u>
Diese Werte sind nicht in der Zusammenfassung enthalten sondern erst im detaillierten Text zwischen "Bodenschwere" und "pH-Wert" nachzulesen.
Fazit: Je höher die Aggregatstabilität desto besser, da der Boden auf mechanische Belastung flexibler reagiert und damit robuster ist.

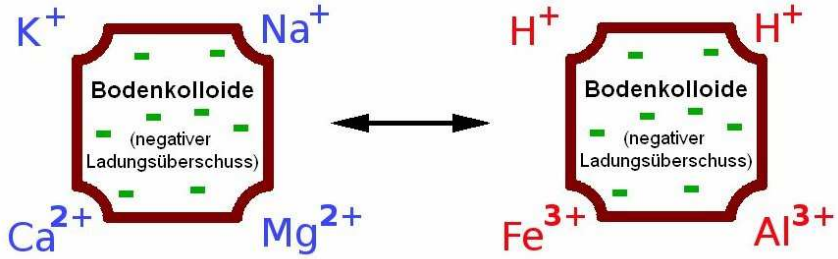
<u>Hintergrundinformation:</u>
Für die Bestimmung wird ein Teil der Probe mit einem Überschuss an Wasser "ausgeschüttelt". Danach ergibt sich eine Trübung durch Bodenpartikel die in Schwebe gehalten werden. Je schneller diese Partikel wieder nach unten sinken desto stabilere Aggregate sind vorhanden.
Eine Färbung hingegen entsteht durch nicht verrottete organische Substanz. Wurde in zu kurzem Abstand vor der Probenahme organischer Dünger eingebracht (z.B. Gülle) ist dies erklärbar. Falls dies nicht der Fall war lässt es auf eingeschränkte Abbauprozesse durch Mikroorganismen schließen.

Gelöste Stoffe, elektrische Leitfähigkeit:
Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Summenparameter für die in der Bodenlösung gelösten Nährstoffe die als Ionen elektrischen Strom leiten können. Je nach Vegetationsperiode sollte dieser Wert höher oder niedriger sein. Eine detaillierte Betrachtung der gelösten Nährstoffe ist unter "Bodenlösung" in der Basischarakterisierung ersichtlich. Diese Werte werden aus "Spalte 1, wasserlöslich" der letzten Seite berechnet. Die Verhältnisse zueinander werden in der Basischarakterisierung ausführlich erklärt.

Hintergrundinformationen:
An dieser Stelle kann es durch die verwendeten Einheiten etwas verwirrend werden. Während die letzte Seite wasserlösliche Stoffe in mg/kg Boden angibt, werden die gelösten Stoffe in mg/l angegeben. Dies ergibt sich aus dem Bezug auf ein Volumen unter Einbezug des Wasserhaltevermögens (z.B. 7,3 ml pro 10g Boden). Nur die im "Sättigungsextrakt" gelösten Nährstoffe tragen zur elektrischen Leitfähigkeit bei und können von der Pflanze aufgenommen werden.

Organische Substanz (Kohlenstoff, Humus, etc.):
Der Wert "organische Substanz" kann mit dem gerne verwendeten "Humusgehalt" verglichen werden. Hierbei wird in Mineralböden der organische Kohlenstoff (Corg) mit einem Faktor 1,724 multipliziert. Diesem Faktor liegt die Annahme zu Grunde, dass der C-Gehalt der organischen Bodensubstanz 58% beträgt. Da dieser Wert je nach Standort stark variieren kann, ist Corg eigentlich ausreichend. Außerdem ist der Begriff "Humus" vielschichtiger, da es viele Formen von Humus gibt, und sollte analytisch nicht in einer Zahl erfasst werden. Während die Menge an Corg für einen gewissen Bodentyp wichtig ist, ist auch die Qualität von Bedeutung. Diese wird durch die Hauptbestandteile organsicher Substanzen Kohlenstoff (C), Stickstoff (N), Phosphor (P) uns Schwefel (S) und deren Verhältnisse zueinander dargestellt. Dabei ergeben sich günstige Werte für
C/N von 8-14:1
C/P von 30-100:1
C/S von 110-130:1

Sorptionskomplex, Kationenaustauschkapazität, Basensättigung:
Wie in der Basischarakterisierung beschrieben, können in einem Boden sowohl Tonminerale als auch organische Substanz Nährstoffe binden (Sorptionskomplex). Diese Ladungen im Boden sind vorwiegend negativ, weshalb positiv geladene Nährstoffe (K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, etc.) dort "ankoppeln" können. Positiv geladene Teilchen werden Kationen genannt, weshalb sich dadurch die Kationenaustauschkapazität ergibt. In der Basischarakterisierung wird daher auch von einem "Magnet" gesprochen der Ladungen trägt (siehe Abbildung).
Durch Prozesse der Versauerung können nun diese Austauschplätze permanent durch Säure-Ionen (H^+) ersetzt werden und tragen daher nicht mehr zum Nährstoffaustausch bei. Folgend sind beide Werte der potentiellen CEC (CECpot, welches Potential hat der Boden) und der aktuellen CEC (CECakt, wie viel wird aktuell davon genutzt) wichtig. Ein wichtiger Hinweis ist, dass organische Substanz etwa fünf mal so viele Kationen binden kann als es Tonminerale im Vergleich dazu können weshalb auch organische Substanz einen hohen Stellenwert einnimmt.
Neben der CEC ist auch die Basensättigung von Bedeutung. Diese gibt das Verhältnis der wichtigsten Makronährstoffe (Ca, Mg, K, Na) zueinander am aktuell genutzten Magneten an.



Melioration der Bodenparameter:

Alle Maßnahmen zur Verbesserung der Bodenparameter müssen als langfristige Bewirtschaftungsstrategie gesehen werden. Die empfohlenen Mengen (z.B. Gips, Kalk, etc.) wurden in Relation auf den für den jeweiligen Standort optimalen Zustand berechnet. Die Ausbringungsmengen sind daher auf 8-10 Jahre anzupassen und müssen nicht jedes Jahr ausgebracht werden.

Bei Kalkung von Böden sind prinzipiell natürliche Kalk-/Dolomitsteinmehle zu empfehlen (auch Bio-tauglich). Daneben gibt es auch verschiedene technische Produkte die über industrielle Prozesse als "Sekundärrohstoffe" für die Landwirtschaft verwendet werden.

Beim Aufbau von Dauerhumus wird zwischen starker Notwendigkeit der Zufuhr (Kompost), mittlerer Notwendigkeit der Zufuhr (Mulchsaat) und Erhalten des Zustandes (Begrünung) unterschieden.

Pflanzenernährung

Ein wichtiger Faktor der *Pflanzenernährung* ist das Mineralisierungspotential aus der organischen Substanz (Ausschnitt aus Seite 2). Die aus den Analyse erhaltenen Werte werden in kg/ha umgerechnet (unter Einbezug von Bodendichte und Steingehalt) und ergeben so die "Reserve" des Standorts. Bei einem ausreichenden C/N, C/P und C/S- Verhältnis können in etwa 1,5% des Potentials mineralisiert und damit pflanzenverfügbar gemacht werden.

	Pflanzenernährung	Wert	sehr niedrig	niedrig	günstig	hoch	sehr hoch	Diff. 1) kg/ha	Bewertung zur Probenahme	Reserve kg/ha
Mineralisierungs-Potential	C org [kg/ha]	476							Humusaufbau	31750
	N org [kg/ha]	53							niedrige Reserven	3550
	P org [kg/ha]	14							hohe Reserven	914
	S org [kg/ha]	0							sehr niedrige Reserven	1

Der nächste Tabellenabschnitt widmet sich den Makro- und Mikronährstoffen. Hier wird ebenfalls der pflanzenverfügbare Teil (wasserlöslich und austauschbar) sowie die Menge der Reservefraktion (säurelöslich) in kg/ha angegeben. Zusätzlich dazu erfolgt noch die Berechnung der theoretisch notwendigen Zufuhr an Nährstoffen als Differenz für das Erreichen des idealen Ertragspotentials der Kultur.

In der Basischarakterisierung erfolgt eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Makro- und Mikronährstoffe aus den unterschiedlichen Fraktionen. Auffälligkeiten bei Aluminium oder toxischen Stoffen werden ebenfalls behandelt.

Stoff pflanzenverfügbar zur Probenahme					
Ca [kg/ha]	1880		Überschuss	2400
Mg [kg/ha]	280		ausreichend	2200
K [kg/ha]	20	40	starker Mangel	400
P [kg/ha]	0	10	starker Mangel	300
NH4-N [kg/ha]	1,1		starker Mangel	
NO3-N [kg/ha]	10,2	(50)	starker Mangel	
N min [kg/ha]	11,3	60	starker Mangel	
SO4 [kg/ha]	73,2		Überschuss	
Fe [kg/ha]	5,3		extremer Überschuss	12300
Mn [kg/ha]	0,04		ausreichend	1830
Cu [kg/ha]	0,01	0,09	starker Mangel	25
Zn [kg/ha]	0,00	0,20	starker Mangel	45
Mo [kg/ha]	0,00	0,08	starker Mangel	0
B [kg/ha]	0,14	0,10	Mangel	0

<u>Melioration der pflanzenverfügbaren Nährstoffe:</u>
Auch hier wird eine längerfristige Betrachtung angewandt. Bodenspezifische Meliorationsmaßnahmen werden über die folgenden Jahre ein Gleichgewicht in der Nährstoffdynamik unterstützen. Während verschiedene Nährstoffe durch bodeneigene Prozesse mobilisiert werden können, ist manchmal auch die Zufuhr von Makro- und Mikronährstoffen sinnvoll. Auch hier sollten die angegebenen Mengen nicht in einer Applikation sondern über mehrerer Jahre in für die Kultur üblichen Dosen (z.B. Blattapplikationen) eingebracht werden.

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LAND UND EUROPÄISCHER UNION
MINISTERIUM FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH
LE 14-20 Entwicklung für den Ländlichen Raum
Das Land Steiermark → Regionen
LEADER
Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums: Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete