

# Vorbeugender Grundwasserschutz – Acker Bodenproben-Nachbesprechung

Patrick Falkensteiner

# Agenda

- Standortbezug!
- pH-Wert und Kalk
  - Bodenstruktur
  - Kationenaustausch
- Humus
- Stickstoff
- Phosphor
- Kalium
- Erfassung im eama-GIS

# Beurteilung der Bodenstruktur

- 🌿 Bodensonde:
  - 🌿 Subjektiv spürbare Widerstände → Dichteunterschiede
- 🌿 Spatendiagnose

Tabelle 12: Kriterien zur Beurteilung der Spatenprobe:

Merkmale	günstig	ungünstig
<b>Größenverteilung der Aggregate</b>	gleichmäßig kleine Aggregate (< 5 mm)	inhomogene grobe Klumpen
<b>Gefügeform (Struktur)</b>	porös, locker, krümelig (runde Aggregate)	fest, dicht, plattig, scharfkantig
<b>Übergang</b>	allmählich	abrupt - von locker zu dicht
<b>Farbe</b>	gleichmäßig braun bzw. dunkel	graue/blau Flecken (Reduktionszonen)
<b>Geruch</b>	erdig	faulig
<b>Ernterückstände</b>	in Abbau, gleichmäßig verteilt	frisch „einzementiert“, verpilzt, ungleichmäßig verteilt (Matte)
<b>Durchwurzelung</b>	gleichmäßig, hohe Dichte, gerade Pfahlwurzel	ungleichmäßig, Wurzelfilz auf Klufflächen, wurzelleere Zonen, horizontales Ausweichen von Pfahlwurzeln
<b>Poren</b>	zahlreiche Wurm- und Wurzelröhren (Grobporen)	wenig porös
<b>Regenwürmer*</b>	> 8	< 4

\*bei einer Beurteilung im Sommer können trotz hohen Besatzes in der oberen Bodenschicht keine Würmer gefunden werden.



# Fingerprobe – Beurteilung der Bodenschwere / Bodenart



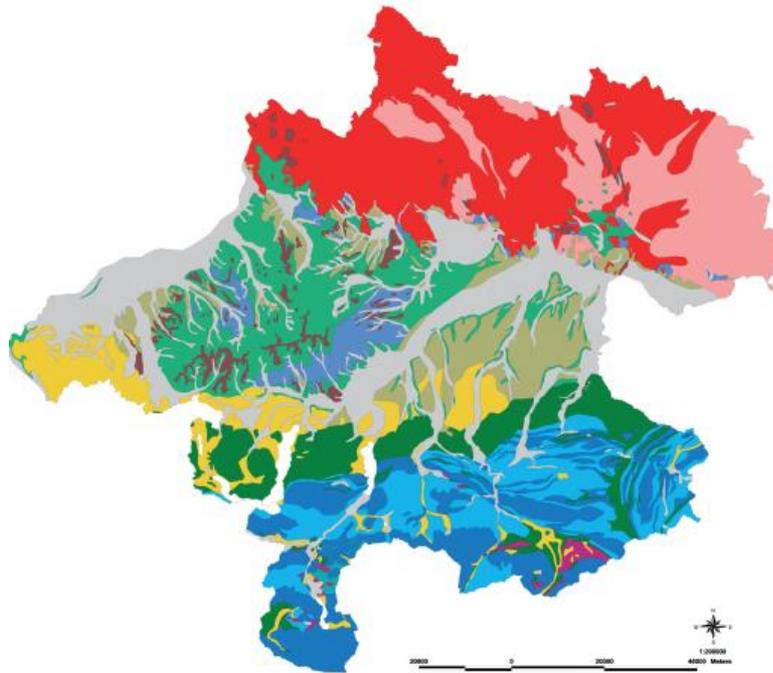
Bodenschwere	Bodenart
leicht	S, uS, IS, sU,
mittel	tS, U, IU, sL
schwer	L, uL, sT, IT, T

Ausrollbarkeit	Formbarkeit	Bodenschwere
<b>nicht oder höchstens auf Bleistiftstärke</b> ( > 7 mm Durchmesser) ausrollbar	schlecht bis mäßig	leicht
<b>auf halbe Bleistiftstärke ausrollbar</b> ( 2 - 7 mm Durchmesser)	mäßig bis gut	mittel
<b>sehr dünn ausrollbar</b> ( < 2 mm Durchmesser)	sehr gut	schwer



Quelle: SGD 8

# Bodentypen in Oberösterreich



Digitale geologische Karte von Oberösterreich nach K. Vohryzka

- See
- Junge Talfüllung, Austufe, Nieder- und Hochterrasse
- Eiszeitliche Moräne, Eisrandsedimente
- Deckenschotter
- Hausruckschotter, jüngere tertiäre Schotter
- Tertiäre Sande
- Tertiärer Schotter, Kohleführende Süßwasserschichten, Kobernaußerwaldschotter
- Mergel und Sandsteine der Flyschzone
- Kalke der Nördlichen Kalkalpen
- Dolomite der Nördlichen Kalkalpen
- Mergel der Nördlichen Kalkalpen
- Werfener Schichten, Haselgebirge
- Gneise und Granite der Böhmisches Masse
- Weinsberger Granit

Impressum:  
Herausgeber:  
Amt der Oö. Landesregierung,  
Wasserwirtschaft, Grund- und  
Trinkwasserwirtschaft, Kärntnerstraße 12,  
4021 Linz  
Redaktion:  
Fachliche Bearbeitung:  
Sándor Bertha  
E-Mail: sandor.bertha@ooe.gv.at  
Franz Aufreiter  
E-Mail: franz.aufreiter@ooe.gv.at  
Urheberrechte an den  
Kartengrundlagen: Land OÖ-DORIS  
Erscheinungsdatum: 8. Februar 2007  
Internetadresse:  
<http://land-oberoesterreich.gv.at>  
Copyright: Wasserwirtschaft, DVR.0069264

Bildquelle: [DENISIA\\_0022\\_0013-0016.pdf \(zobodat.at\)](#)

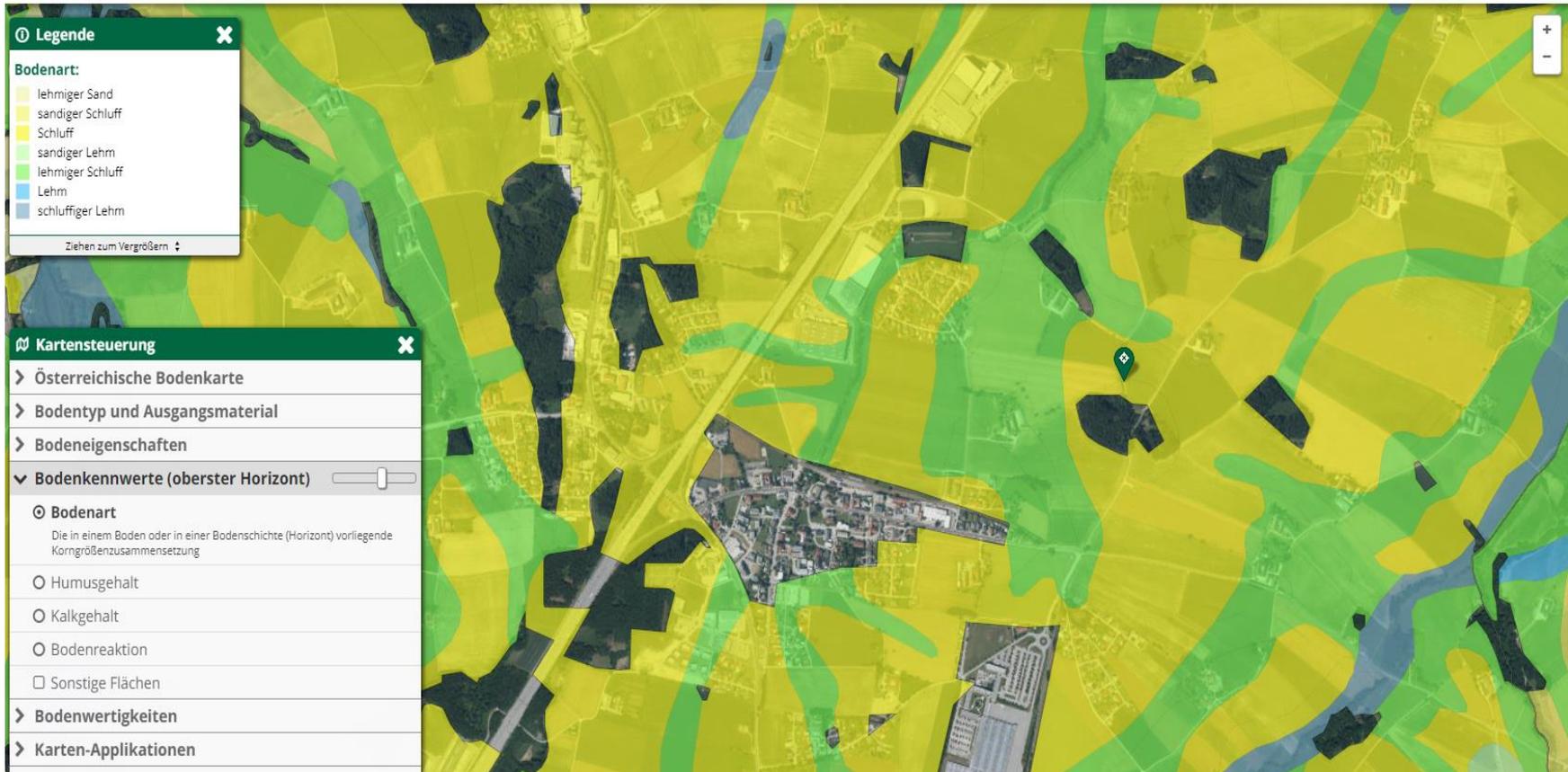
# Digitale Bodenkarten im Internet:



<http://www.bodenkarte.at>



Sipbachzeller Straße, 4642 Sattledt, Oberösterreich



# Nährstoffkreislauf



Mineralischer

= Nährstoffzukauf



+/-



Verkauf Milch/Fleisch

= Nährstoffverkauf



Kraftfutterzukauf

= Nährstoffzukauf

Verkauf Erntegut  
= Nährstoffverkauf



# Beispiel: Angaben am Erhebungsbogen

- Anzubauende Kultur: Körnermais (12,50 t/ha Ertragserwartung)
- Vorfrucht: Wintergerste (6,00 t/ha Ertragserwartung)
- Bodenschwere: schwer

Bodenschwere	Tongehalt	Bodenart*
Leicht	unter 15 %	S, uS, IS, sU
Mittel	15 - 25 %	tS, U, IU, sL
Schwer	über 25 %	L, uL, sT, IT, T

\* S = Sand, U = Schluff, T = Ton, L = Lehm, s = sandig, u = schluffig, t = tonig, l = lehmig

- Gründigkeit: mittel
- Wasserverhältnisse: trocken bis mäßig feucht
- Grobanteil: keiner

# Überblick

- Probenahme: Herbst 2023
- St. Georgen/Gusen
- Schwererer Boden

	pH-Wert CaCl <sub>2</sub>	P pfv.	Mg pfv.	KAK	K pfv.	HU
		mg/kg	mg/kg	cmol kg <sup>-1</sup>	mg/kg	%
Acker	<b>6.42</b>	<b>112</b>	<b>160</b>	<b>13.15</b>	<b>158</b>	<b>2.3</b>
Grünland	<b>6.10</b>	<b>24</b>			<b>182</b>	<b>4.2</b>

- Hinweis CEWE:** n.a. bedeuten: nicht anwendbar (Hintergrund: im Prüfbericht wird pflanzenverfügbares Kalium, Phosphor, Magnesium als zusätzliches Service auch in die K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und MgO Form berechnet, diese Form findet sich jedoch in der SDG 8 nicht als Einstufungswert und daher können wir dort nur n.a. im Prüfbericht anführen)

# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnis



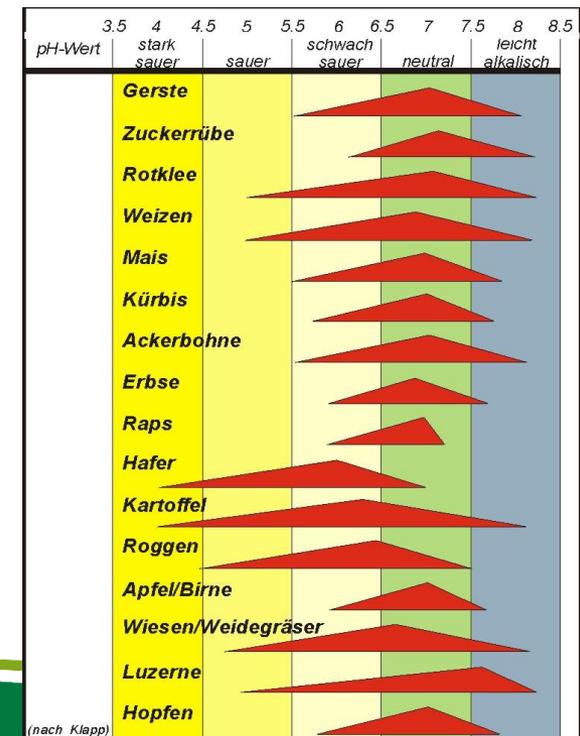
 **pH-Wert** (Quelle: RL SGD, 8. Auflage)

## Prüfergebnisse

Parameter	Einheit	Analyseergebnis	Stufe*
pH-Wert CaCl <sub>2</sub> / ÖNORM EN ISO 10390: 2022-08		6,42	schwach sauer

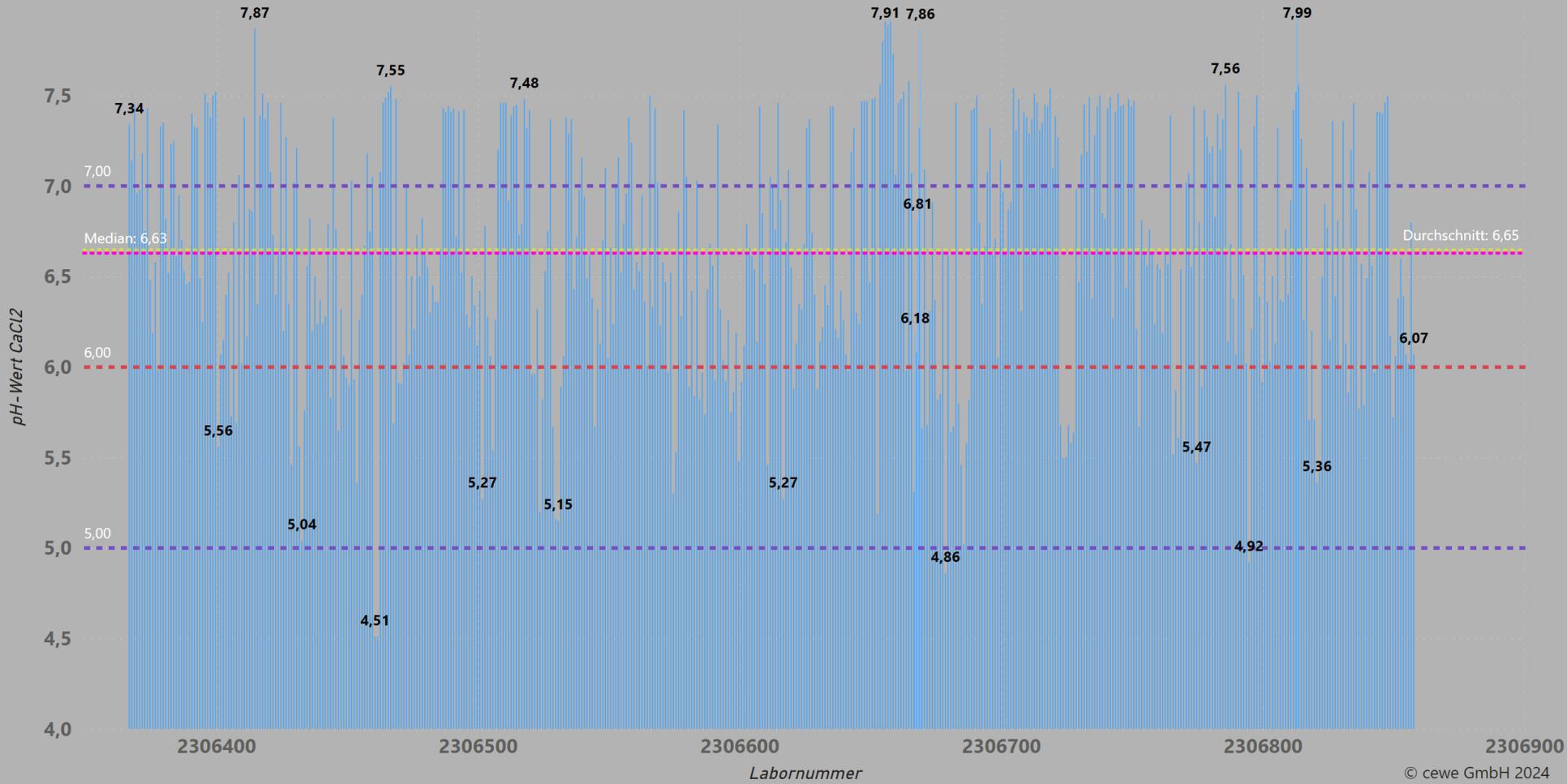
Beispiel Bodenuntersuchungsergebnis © CEWE

Anzustrebender pH-Wert		
Bodenschwere	Ackerland	
	Hafer, Roggen, Kartoffel	Übrige Kulturen
Leicht	über 5	über 5,5
Mittel	über 5,5	über 6
<b>Schwer</b>	über 6	<b>über 6,5</b>



# pH-Wert Perg 2024

Legende ● pH-Wert CaCl2 ● pH-Wert W



# pH-Wert

## pH - Wert

Acker ideal

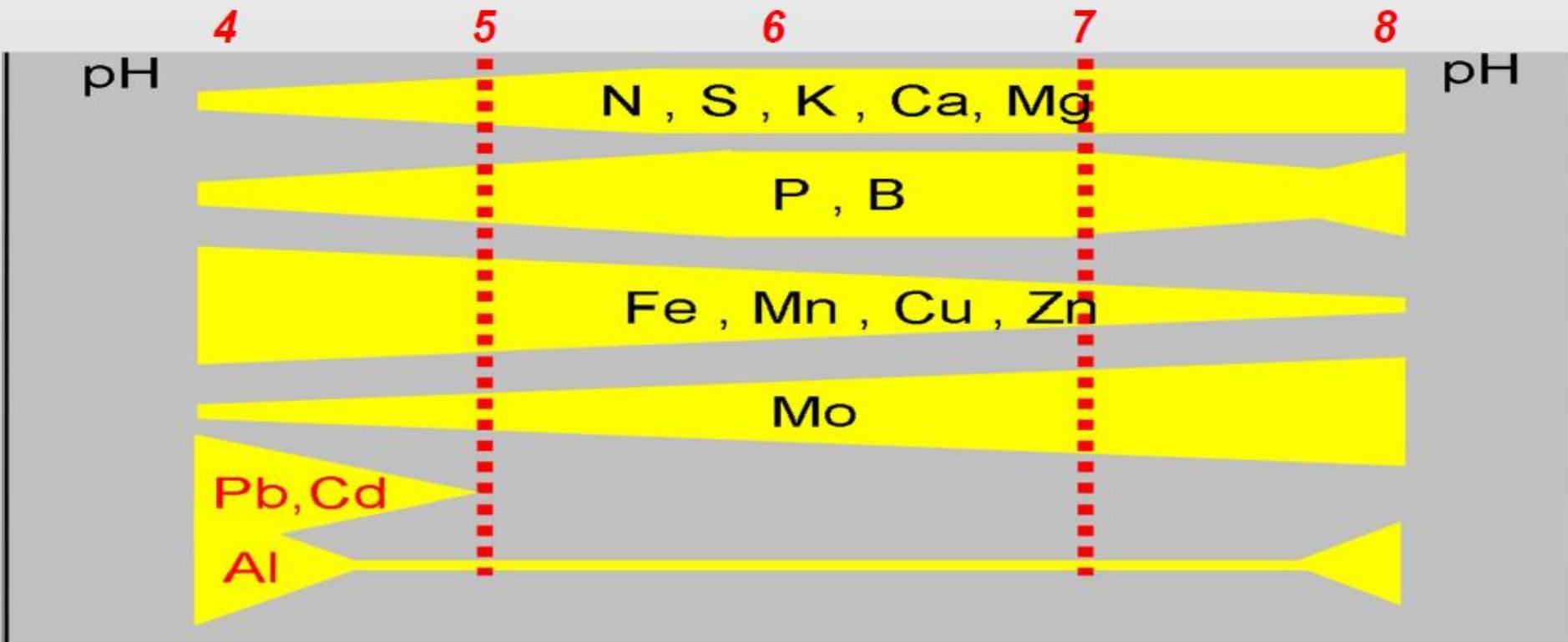
6,0

6,8

Grünland ideal

5,5

6,0



# Kalkmenge (Quelle: Bodenkalk)



Kalk-Zehrer und Kalk-Mehrer		in kg CaO / ha
<b>Pflanzenentzug</b>	<b>Düngerart</b> 100 kg N bzw. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> verbrauchen (-) oder ersetzen (+) ..... kg CaO auf	- 25 - 80
<b>Auswaschung</b>	Acker Grünland	- 50 - 200
	Ammonnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL)	-100 -80
	Ammonsulfat	-301 -281
	Harnstoff	-100 -80
	Kalkammonsalpeter (NAC)	-49 -29
	Kalkstickstoff	+175 +195
	Volldünger 13 : 13 : 21	-102 -82
	Volldünger 15 : 15 : 15	-101 -81
<b>Neutralisations</b>	Thomasphosphat	+300 +300
	Hyperphosphat	+111 +111
	Superphosphat	-4 -4
	Kalidünger	±0 ±0
	Kalk-zehrende Dünger	- 70 - 200
<b>Zufuhr an Basen</b>	Kalk-mehrende Dünger	+ .....
	Kalkung	+ .....
<b>Summe jährlicher Kalkbedarf in kg/ha CaO</b>		<b>- 250 - 760</b>

# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnis

## ☛ pH-Wert-Regulation durch **Kalkung**

- ☛ **Erhaltungskalkung:** zum Ausgleich der natürlichen Versauerung. Rund alle 4-6 Jahre

Bodenschwere	pH-Wert kleiner als	Kalkbedarf (t/ha CaO)
Ackerland		
Leicht	5,75	0,50
Mittel	6,25	1,25
Schwer	6,75	2,00

Quelle: SGD, 8. Auflage

- ☛ **Verbesserungskalkung:** wenn pH-Wert nicht im anzustrebenden Bereich
  - ☛ Kalkdüngerrechner LK!

# Chemische Bodenuntersuchung

## pH-Wert – Kalkdünger

- Umrechnung des Kalkbedarfs in t CaO/ha auf die erforderliche Menge häufig verwendeter Kalkdünger

Kalkdüngemittel	Umrechnungsfaktor von CaO auf Kalkdüngermenge
Branntkalk	1,0
Mischkalk	1,5
Kohlensaurer Kalk	2,0
Konverterkalk	2,0
Carbokalk	3,0

Quelle: SGD, 8. Auflage

# pH-Wert - Kalkdünger

## CaO-Gehalt verschiedener Kalkdünger

Bezeichnung	Chemische Zusammensetzung	"CaO"-Gehalt in%
Brantkalk	CaO	92
Mischkalk 65	CaO (50%) + CaCO <sub>3</sub> (50%)	65
Mischkalk 58	CaO (20%) + CaCO <sub>3</sub> (80%)	58
Kohlensaurer Kalk	CaCO <sub>3</sub>	53
Kohlensaurer K. feucht	CaCO <sub>3</sub>	48
Konverterkalk	Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	45
Schwarzkalk	CaCO <sub>3</sub> + Ca(OH) <sub>2</sub>	40
Carbokalk (Fa. Agrana)	CaCO <sub>3</sub> + Ca(OH) <sub>2</sub>	30

# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnis

- **Unterschied  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{CaO}$**  (Quelle: Gruber, Bodenkalk)
- $\text{CaCO}_3$  = Kalziumcarbonat, Kalkstein, kohlensaurer Kalk, Calcit, Kalkspat
  - $\text{CaO}$  = Kalziumoxid, Branntkalk, Reinkalkgehalt
  - über den  $\text{CaO}$ -Gehalt Produktvergleich möglich!
  - Umrechnungsfaktor:  $\text{CaCO}_3$  zu  $\text{CaO}$  = 0,56

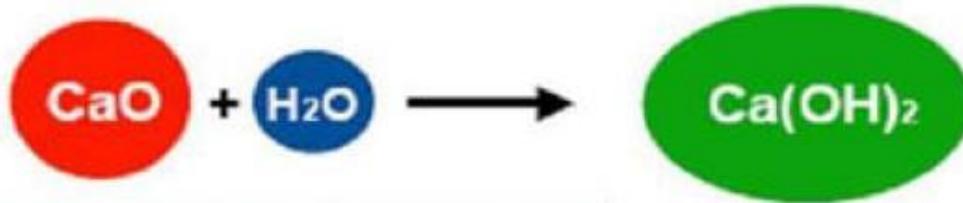
Branntkalke enthalten Kalzium in **oxidischer Bindung ( $\text{CaO}$ )** und entstehen beim **Brennen von Kalkstein ( $\text{CaCO}_3$ ) bei Temperaturen zwischen 900-1200 °C**. Dabei wird Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) ausgetrieben und übrig bleibt das reine  $\text{CaO}$ .

Chemische Reaktion:



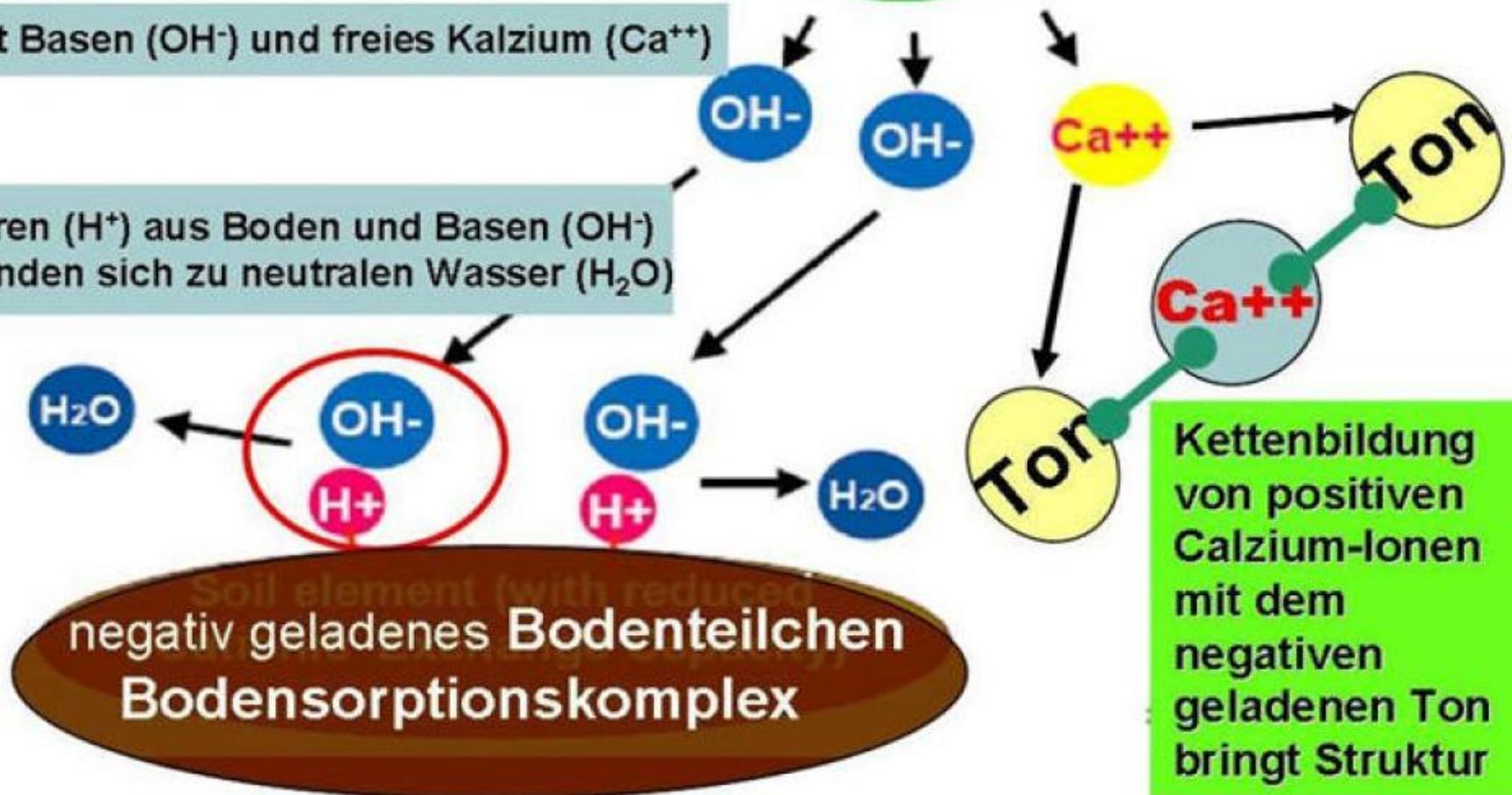
# Bodenstruktur (Quelle: Bodenkalk)

Lösung von Branntkalk + Wasser → Kalkhydrat



ergibt Basen ( $\text{OH}^-$ ) und freies Kalzium ( $\text{Ca}^{++}$ )

Säuren ( $\text{H}^+$ ) aus Boden und Basen ( $\text{OH}^-$ )  
verbinden sich zu neutralen Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ )



# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnis

- Qualitätskriterien „Düngekalk“ (Quelle: Gruber, Bodenkalk)
  - **Gehalte an Reinkalk (CaO)** bzw. an  $\text{CaCO}_3$  oder  $\text{MgCO}_3$ 
    - In Gebieten mit hohen natürlichen Mg-Gehalten in den Böden **magnesiumfreie Kalk** verwenden.
  - **unerwünschte Nebenbestandteile** (z.B. Schwermetalle)
  - **Mahlfeinheit bei karbonatischen Kalken** als ein Indiz für die Umsetzungsgeschwindigkeit
  - **Feinheit Düngemittelverordnung:** 100 % < 1 mm und 80 % < 0,3 mm

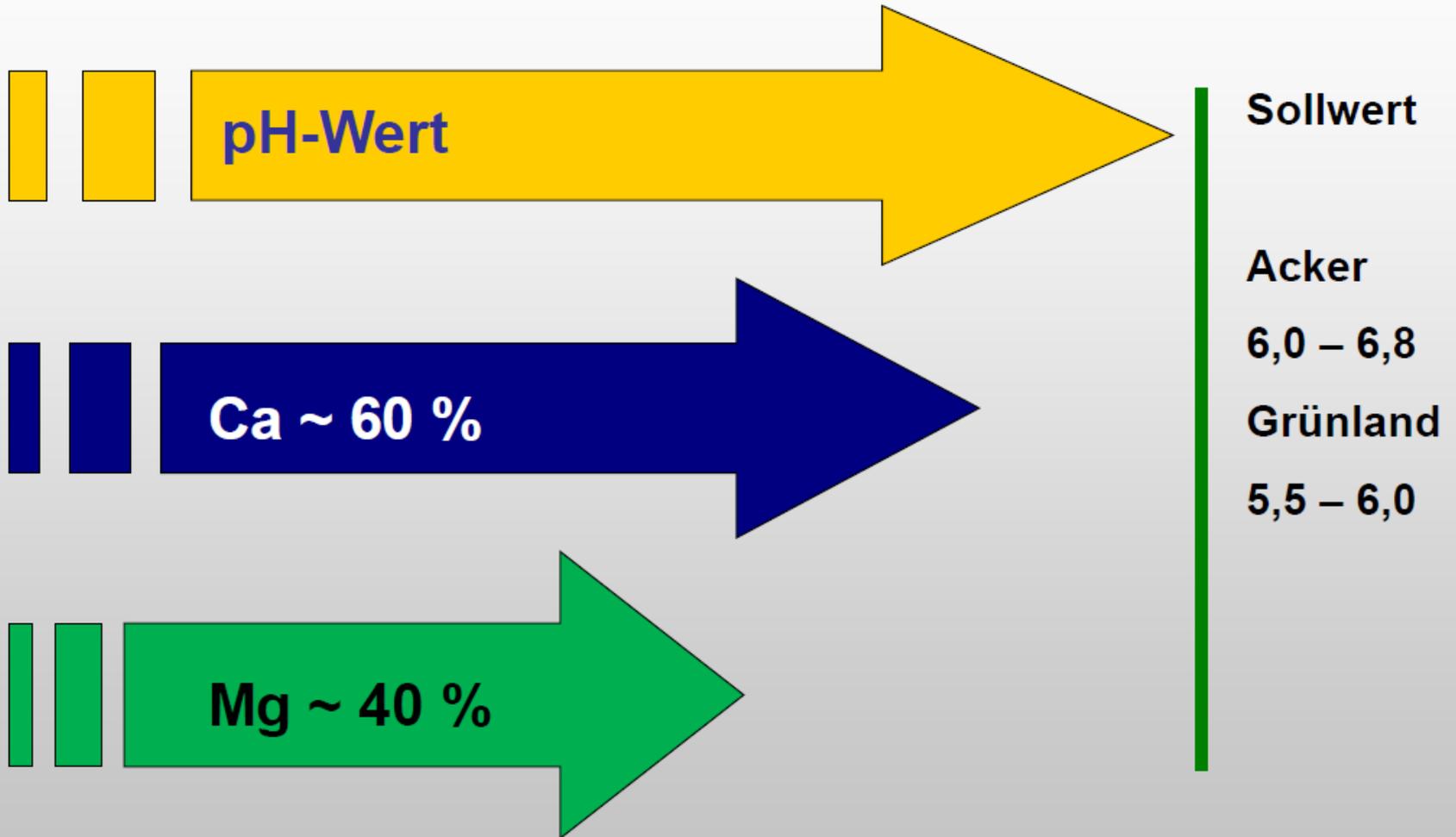
→ **Je feiner der Kalk, umso besser die Wirkung!**

# pH-Wert – Kalkausbringung

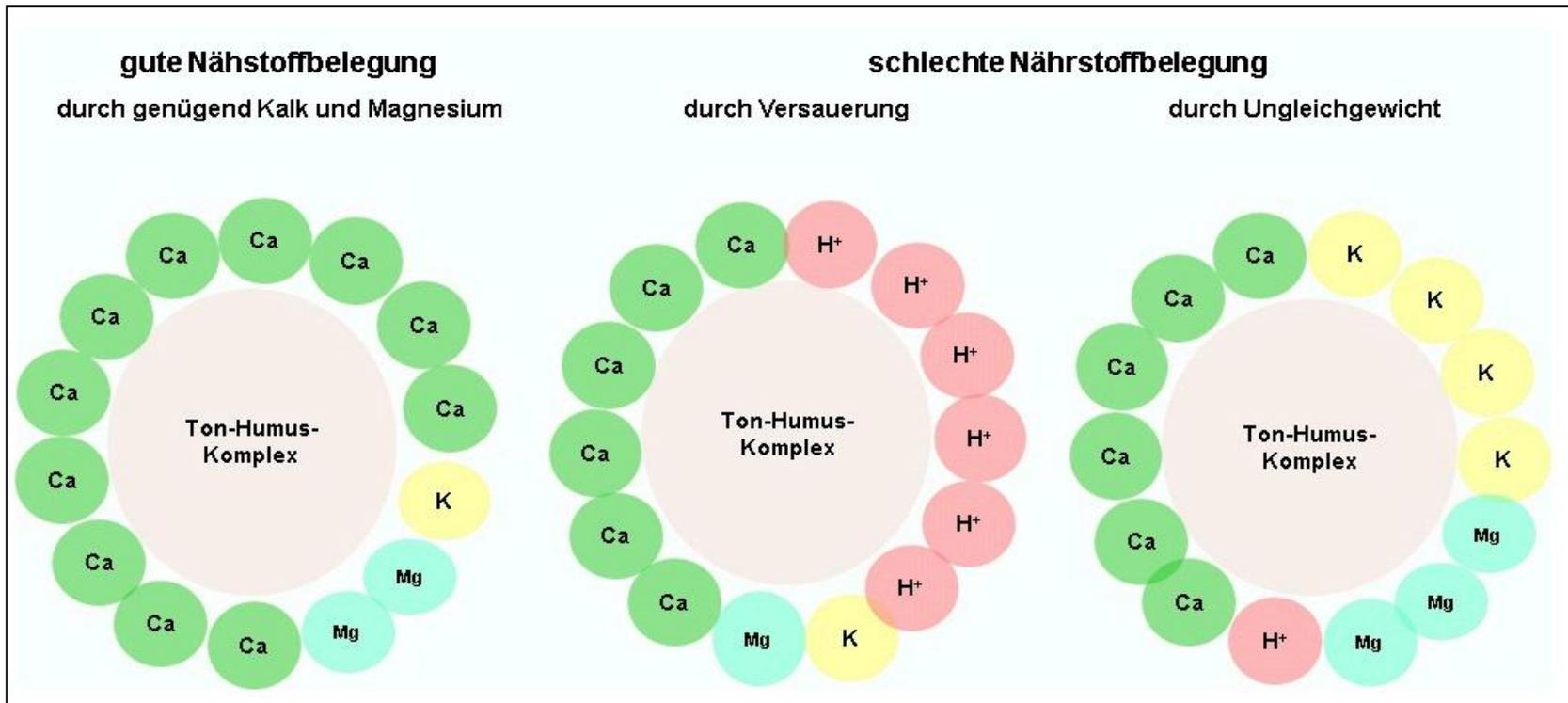
## **Kalkausbringung – optimaler Zeitpunkt**

-  grundsätzlich im ganzen Jahr möglich
-  auf trockenem, gut befahrbarem Boden (z.B. Stoppeldüngung)
-  Kalk soll mischend eingearbeitet werden (kein Pflug unmittelbar nach Kalkdüngung)
-  Ideal vor kalk-liebenden Kulturen wie z.B. Klee(gras), Raps, Gerste, Mais, Körnerleguminosen (außer Lupine!)

# Was beeinflusst den pH-Wert?



# Kationenaustauschkapazität (KAK)



Quelle: BWSB

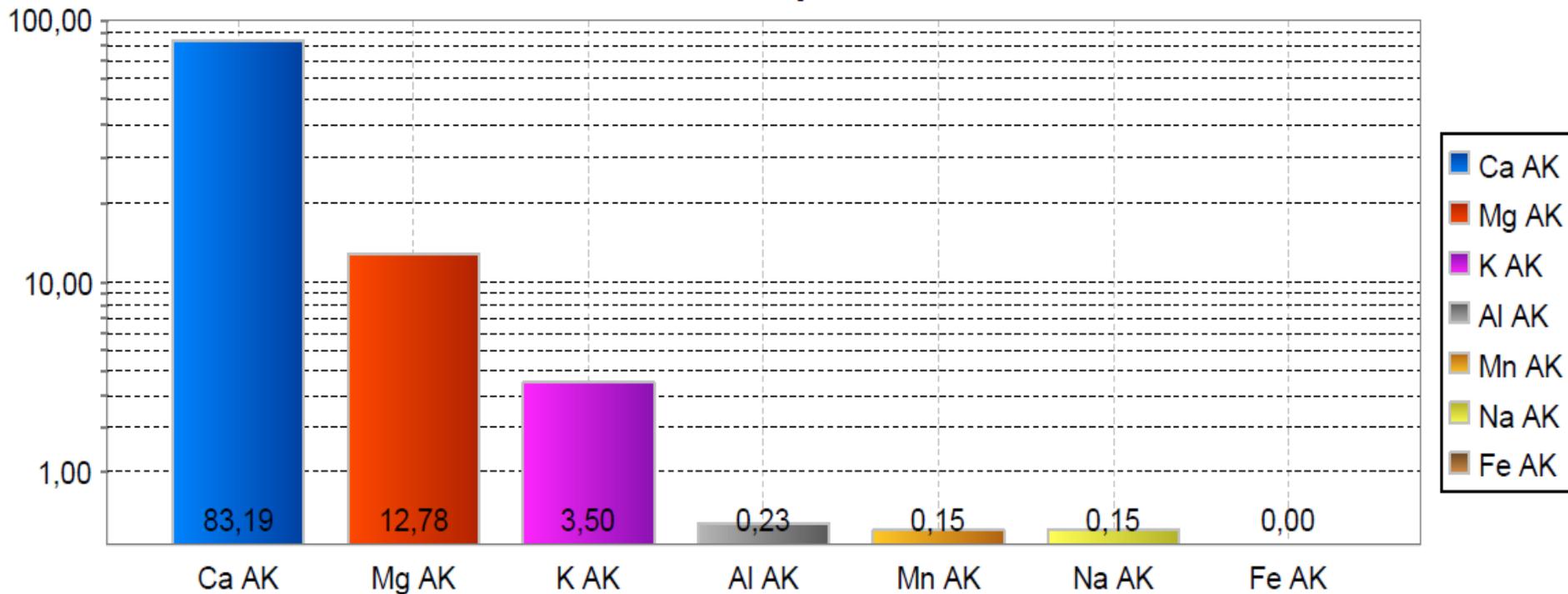
**Empfehlung:** Ca: 60 – 90 %  
Mg: 5 – 15 %

K: 2 – 5 %  
N: < 1 %

## Kationenaustauschkapazitäten:

Parameter	Einheit	Analyseergebnis	Stufe*
-----------	---------	-----------------	--------

### *Kationenaustauschkapazitäten in Prozent*



# Humusgehalt - Interpretation

Tab.: Einstufung des Humusgehaltes (lt. SGD)

	<b>niedrig</b>	<b>mittel</b>	<b>hoch</b>
Ackerland	< 2 %	2 - 4,5 %	> 4,5 %
Grünland	< 4,5 %	4,5 - 9 %	> 9 %

Tab.: Anzustrebende Humusgehalte auf Ackerböden je nach Bodenart (lt. SGD)

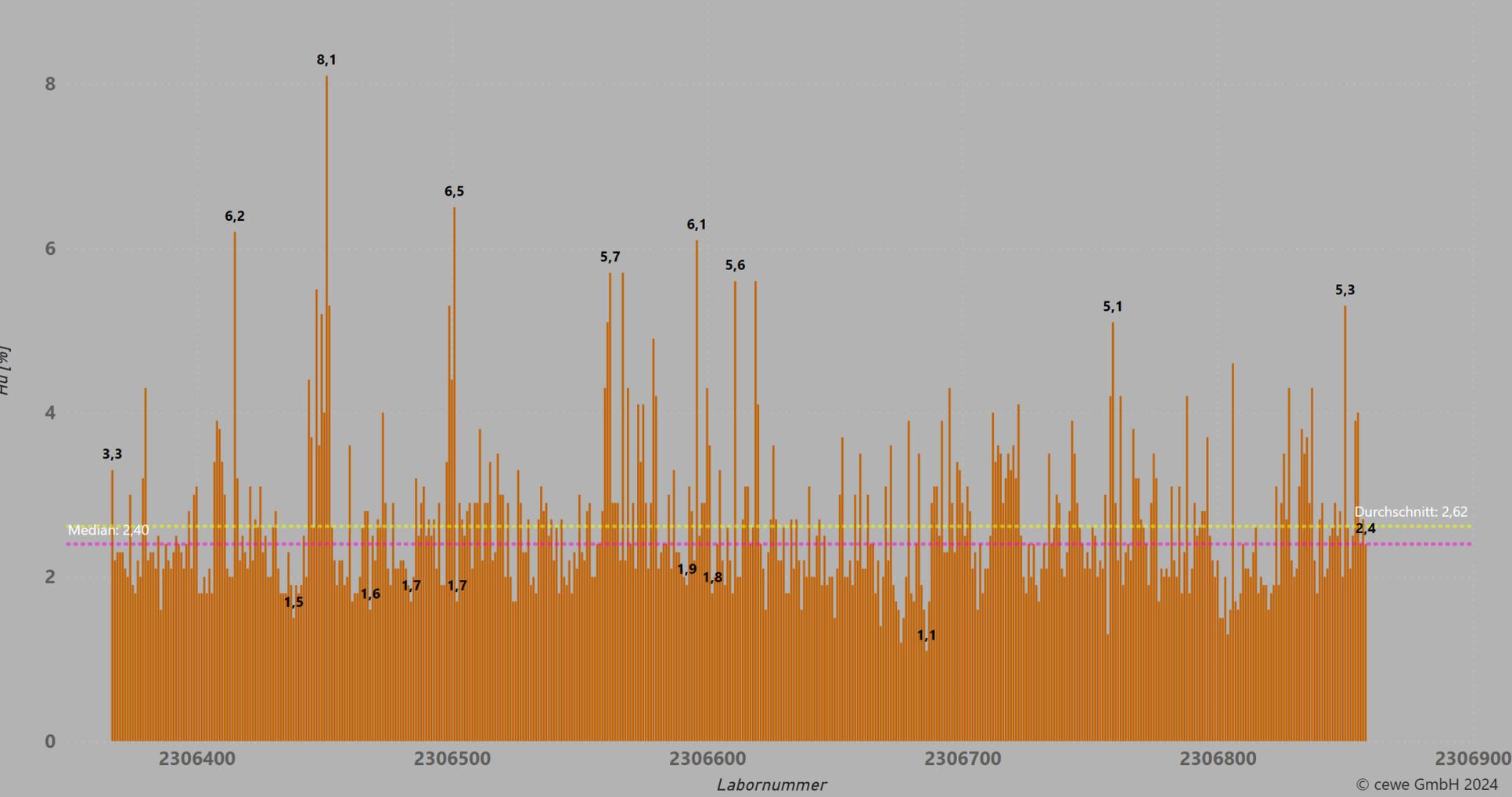
<b>Bodenschwere</b>	<b>Tongehalt</b>	<b>Bodenart</b>	<b>Humusgehalt</b>
leicht	< 15 %	S, uS, IS, sU,	> 2,0 %
mittel	15 - 25 %	tS, U, IU, sL	> 2,5 %
schwer	> 25 %	L, uL, sT, IT, T	> 3,0 %

## Prüfergebnisse

### Kohlen- & Stickstoffe:

Parameter	Einheit	Analyseergebnis	Stufe*
CaCO <sub>3</sub> / ÖNORM L 1084:2016-07	%	<0,5	gering
HU / ÖNorm L1080: 2021-12	%	2,3	C

# Humus Perg 2024



# Humusgehalt erhalten / steigern

## ☛ Zufuhr organischer Substanz

- ☛ Wirtschaftsdünger, Kompost,...

## ☛ Fruchtfolge

### ☛ Humuszehrer

z.B. Silomais, Kartoffeln, Zuckerrübe

### ☛ Humusmehrer

z.B. Feldfutterbau, Leguminosen, Zwischenfrüchte, Untersaaten, ev. Körnermais

## ☛ Bodenleben fördern

- ☛ Org. Düngung, Futter für den Regenwurm an Bodenoberfläche, möglichst ganzjährige Durchwurzelung, Bodenverdichtung vermeiden, reduzierte Bodenbearbeitung

## ☛ Reduzierte Bodenbearbeitung

### ➤ **Verschiedene Stickstofffraktionen im Boden:**

$N_{\min}$ ,  $NO_3$ ,  $NH_4$ ,  $N_{\text{ges}}$ ,  $N_{\text{org}}$

### ➤ **Verschiedene Stickstoff-Untersuchungsmethoden:**

- Anaerobe Bebrütung → Mineralisierungspotential von  $N_{\text{org}} \rightarrow NH_4$
- EUF-Methode → aktuell pflanzenverfügbare Stickstoff ( $NO_3$ ) + mineralisierbarer  $N_{\text{org}}$
- $N_{\min}$ -Methode → aktuell pflanzenverfügbare Stickstoff ( $NO_3 + NH_4$ )

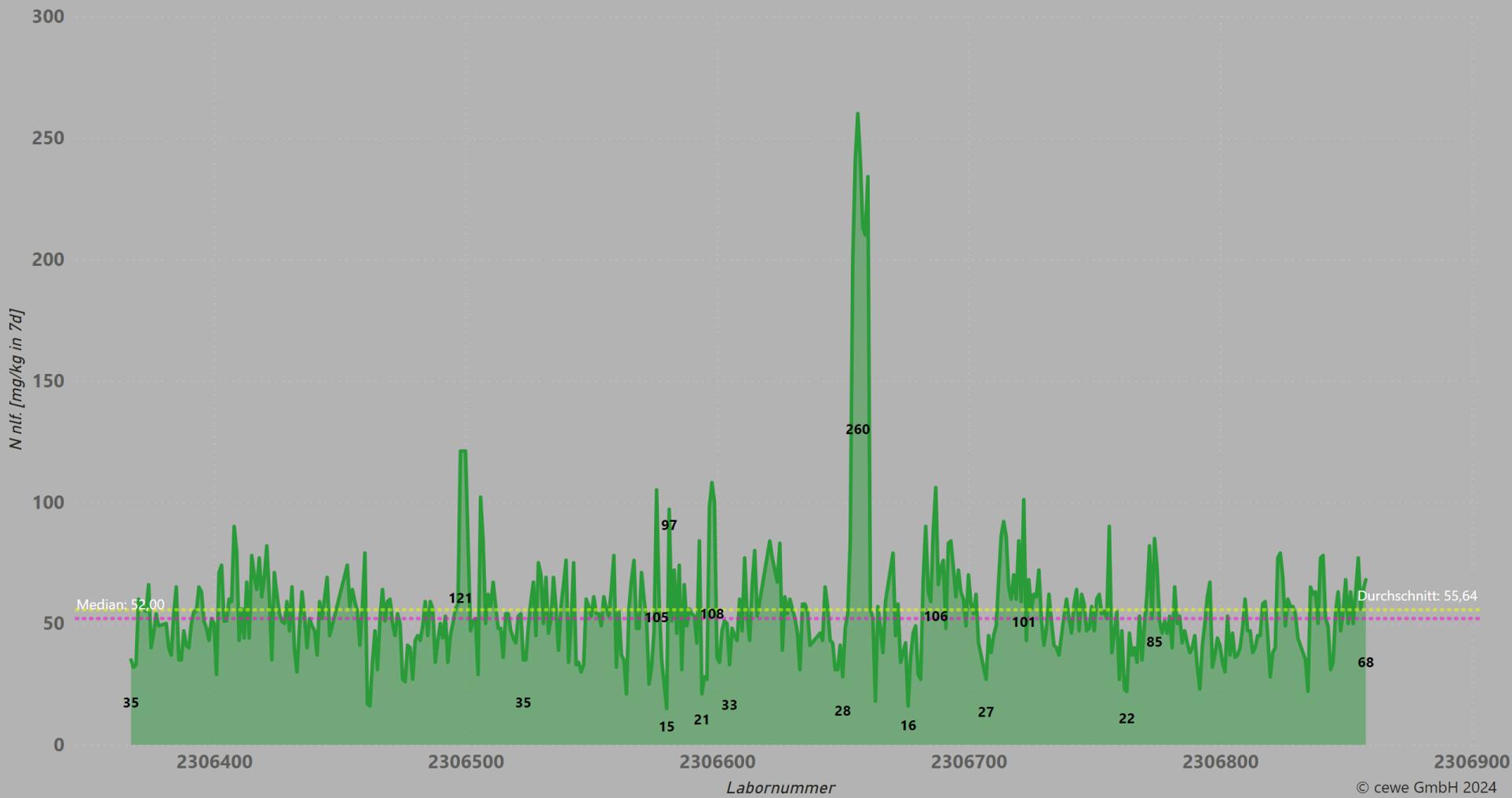
### ➤ **Stickstoff unterliegt Umwandlungs- und Verlustprozessen**

Mineralisierung, Nitrifikation, Denitrifikation, Humifizierung, Auswaschung, ...

#### ➤ **N-Mineralisierung abhängig von:**

- Standort: Boden, Temperatur, Feuchtigkeit
- Boden: Humusgehalt, Tongehalt, pH-Wert, Gefügestruktur, Porenvolumen
- Bewirtschaftung: Bodenbearbeitung, stickstoffhaltige Düngemittel, Fruchtfolge

# Stickstoff nachlieferbar Perg 2024



# Stickstoff – Anaerobe Bebrütung



- 🌿 **Methode:** Boden wird 7 Tage bei 40 °C bebrütet
- 🌿 **Ermittlung der NH<sub>4</sub>-Konzentration**
- 🌿 **Einstufung des N-Mineralisierungspotenzials**  
aufgrund des anaeroben Brutversuchs
- 🌿 **Beurteilung des Stickstoffnachlieferungsvermögens**

### Prüfergebnisse

Stickstoffnachlieferung	Wert	Einstufung	Beurteilung		
			niedrig	mittel	hoch
Bebrütungswert	158,0	hoch			

Beispiel Bodenuntersuchungsergebnis © AGES

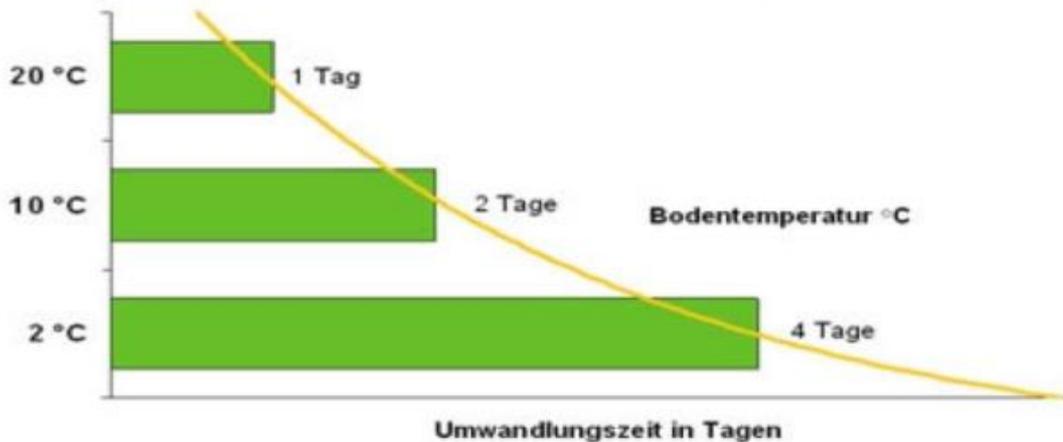
Einstufung	Anaerobe N-Mineralisation mg N/1000g Feinboden und Woche	Zu- Abschlag N-Düngung
niedrig	< 35	+ 10 %
mittel	35 – 70 mg	+/- 0 %
hoch	> 75	- 15 %

# N-Wirkung



## Stickstoffdüngung – Carbamid [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ] II

Geschwindigkeit der Umsetzung von  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  zu  $\text{NH}_4^+$



Quelle: [www.effizientduengen.de](http://www.effizientduengen.de)  
Nach Amber und Vilsmeier, 1984  
Zit. In Sturm 1994; verändert

Umwandlungsschritte von Carbamid zu Ammonium



Quelle

# N-Wirkung

## Stickstoffdüngung – Ammonium [ $\text{NH}_4^+$ ] II



Geschwindigkeit der Umsetzung von  $\text{NH}_4^+$  zu  $\text{NO}_3^-$



Quelle: [www.effizientduengen.de](http://www.effizientduengen.de)  
Nach Amber und Vilsmeier, 1984  
Zit. In Sturm 1994; verändert

Umwandlungsschritte von Ammonium zu Nitrat



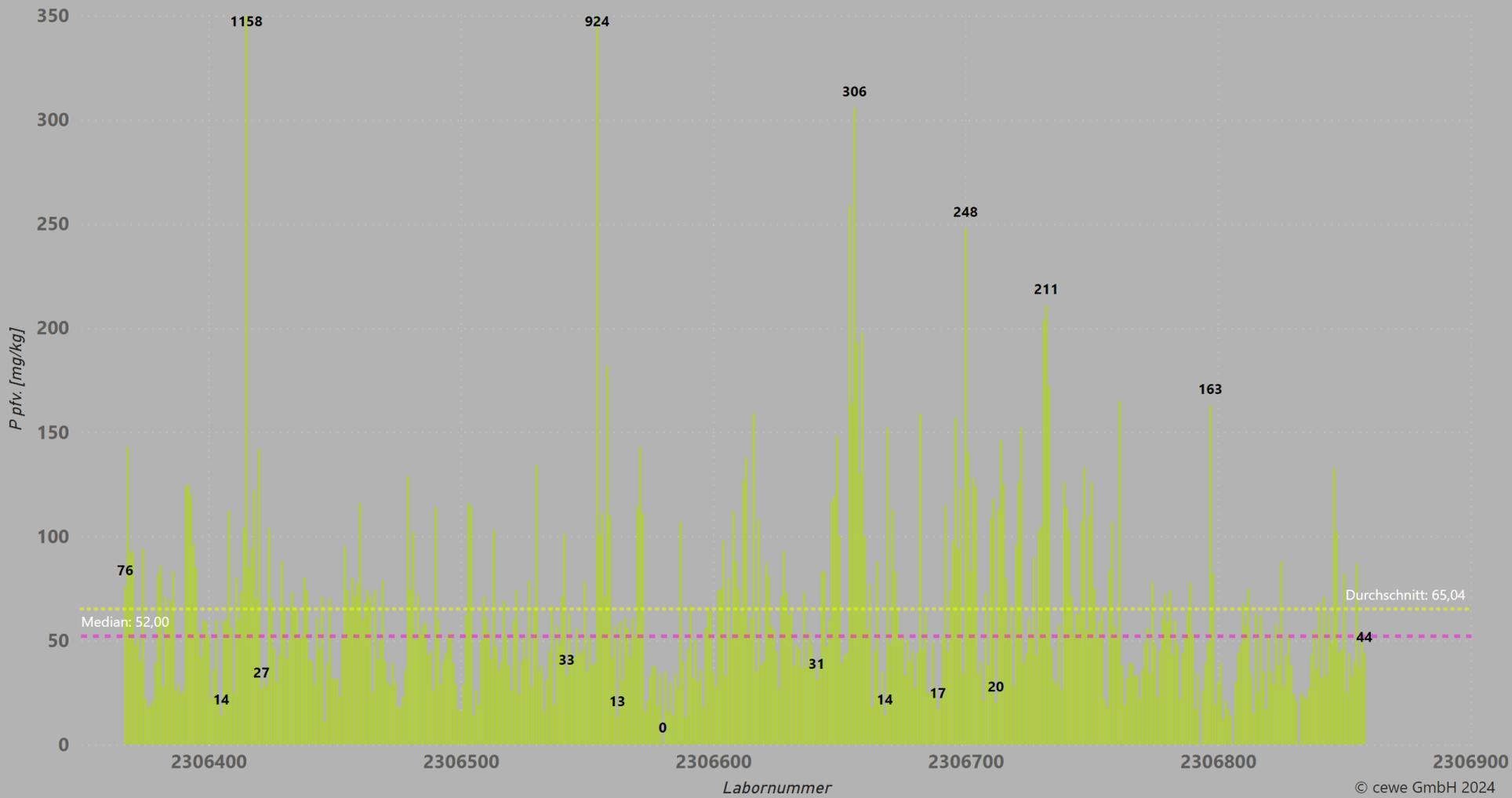
Quelle

# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnis

- 🌿 Einstufung der Nährstoffgehalte in Gehaltsstufen A-E

Gehaltsstufe	Nährstoffversorgung
A	sehr niedrig
B	niedrig
C	ausreichend
D	hoch
E	sehr hoch

# Phosphor pflanzenverfügbar Perg 2024



# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnis

## ☛ Phosphorgehalte (Quelle: RL SGD, 8. Auflage)

### Prüfergebnisse

P pfv. / ÖNORM L 1087:2019-08	mg/kg	112	D
-------------------------------	-------	-----	---

Beispiel Bodenuntersuchungsergebnis © CEWE

☛ niedrige P-Gehalte im Boden  
→ Überprüfung des Nährstoffsaldos

### ☛ **Schritt 1:**

Wie hoch ist der Bedarf an  $P_2O_5$ ?

### ☛ **Schritt 2:**

Wie viel  $P_2O_5$  kommt durch die aktuelle Düngung zurück?

# Phosphor – Interpretation

Phosphor		Ackerland	Düngungsempfehlung lt. SGD 8*
Gehalts- klasse	Nährstoff- versorgung	mg P/1000g	
A	sehr niedrig	unter 26	50 % Zuschlag zum Tabellenwert
B	niedrig	26 – 46	25 % Zuschlag zum Tabellenwert
C	ausreichend	47 – 111	lt. Tabellenwert
D	hoch	112 – 174	grundsätzlich keine mineralische Düngung (ev. die Hälfte des Tabellenwertes bei P-bedürftigen Kulturen z.B. Hackfrüchte)
E	sehr hoch	über 174	keine mineralische Düngung

# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnisse

## 🌿 Schritt 1 – $P_2O_5$ -Bedarfsermittlung Bsp. Körnermais Ertragslage hoch 2 (Quelle: RL SGD, 8. Auflage):

	Kultur	$P_2O_5$	$K_2O$
Getreide (Weizen, Durum - Weizen, Roggen, Wintergerste, Dinkel, Triticale, Hafer, Sommergerste)		55	80
Hackfrüchte	Mais (CCM, Körnermais)	85	200
	Silomais	90	225
	Zuckerrübe	85	320

$$= 85 * 1,25 =$$

**107 kg  $P_2O_5$ /ha**

🌿 Korrekturfaktor je nach Gehaltsstufe (Bsp.: B) anwenden

		$P_2O_5$
Gehalts-klasse	Spezifikation	Korrekturfaktor
A		1,5
<b>B</b>		<b>1,25</b>
C1		1
C2	90 - 111 mg/1000g P	0,5

# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnisse

- Schritt 2** –  $P_2O_5$ -Düngung bewerten  
Bsp. Milchvieh 7000 kg, 2 x Gülle a´ 18 m<sup>3</sup>/ha (1:1 verdünnt)

Tierart	kg Nährstoff/ m <sup>3</sup>							
	$P_2O_5$				$K_2O$			
	Gülle	Mist	Jauche	Tiefstall- mist	Gülle	Mist	Jauche	Tiefstall- mist
<b>Rinder</b>								
<i>Milchkühe ohne Nachzucht</i>								
Milchkühe (5000 kg Milch)	1,23	1,91	3,71	1,18	6,47	10,06	19,59	6,26
Milchkühe (6000 kg Milch)	1,39	2,16	4,21	1,36	6,94	10,78	21,00	6,77
<b>Milchkühe (7000 kg Milch)</b>	<b>1,60</b>	2,49	4,79	1,56	7,64	11,91	22,91	7,45
Milchkühe (8000 kg Milch)	1,75	2,76	5,24	1,70	8,07	12,74	24,20	7,87
Milchkühe (9000 kg Milch)	1,89	2,94	5,67	1,85	8,48	13,20	25,43	8,27
Milchkühe (> 10.000 kg Milch)	2,01	3,15	6,08	1,97	8,80	13,79	26,60	8,59

Quelle: RL SGD, 8. Auflage; eigene Berechnung

- $= 2 \text{ Gaben} \times 18 \text{ m}^3 \times 1,60 \text{ kg/m}^3 / 2 \text{ Verdünnung} = \mathbf{29 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}}$
- Saldo:** 107 kg/ha Bedarf – 29 kg/ha Düngung = **78 kg  $P_2O_5$ /ha**

# Chemische Bodenuntersuchung

## Phosphor-Düngung

### ☛ **P-Mineraldünger**

(Hyperphosphat, Superphosphat, NPK, DAP, etc.)

- ☛ Bei pH-Wert über 6,0 kommt weicherdiges Phosphat (z.B. Hyperphosphat) nicht mehr zur Wirkung.  
Empfehlung: Einsatz von aufgeschlossenen Phosphaten (z.B. Superphosphat)

### ☛ **besonders P-reiche Wirtschaftsdünger:**

Mist, Kompost, Klärschlamm, Geflügelmist!

### ☛ **Kulturen mit hohem P-Bedarf:**

Mais, Zuckerrübe, Kartoffel, Hirse, Feldgemüse

### ☛ **P-Mobilisierung** durch Kulturen mit besonderem P-Aufschließungsvermögen

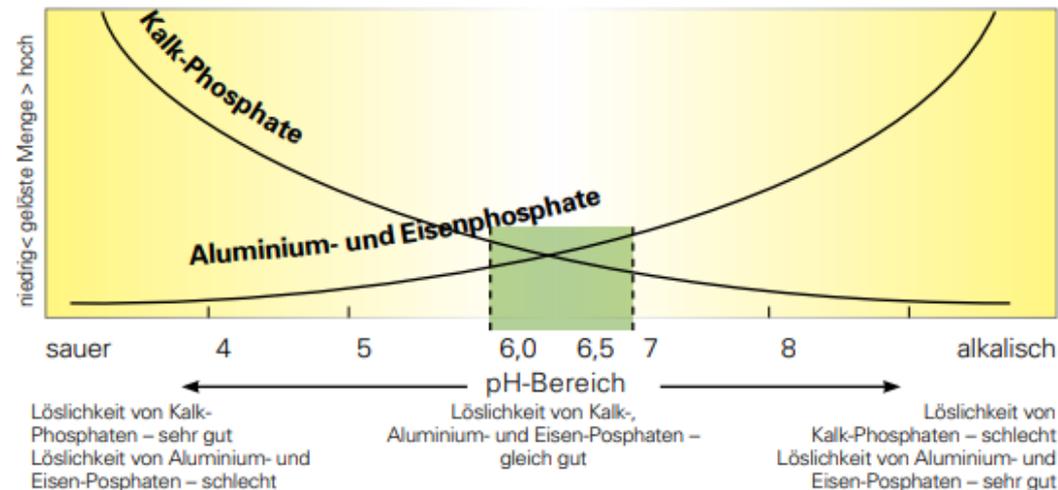
z.B. Luzerne, Erbsen, Lupinen, Buchweizen, Phacelia



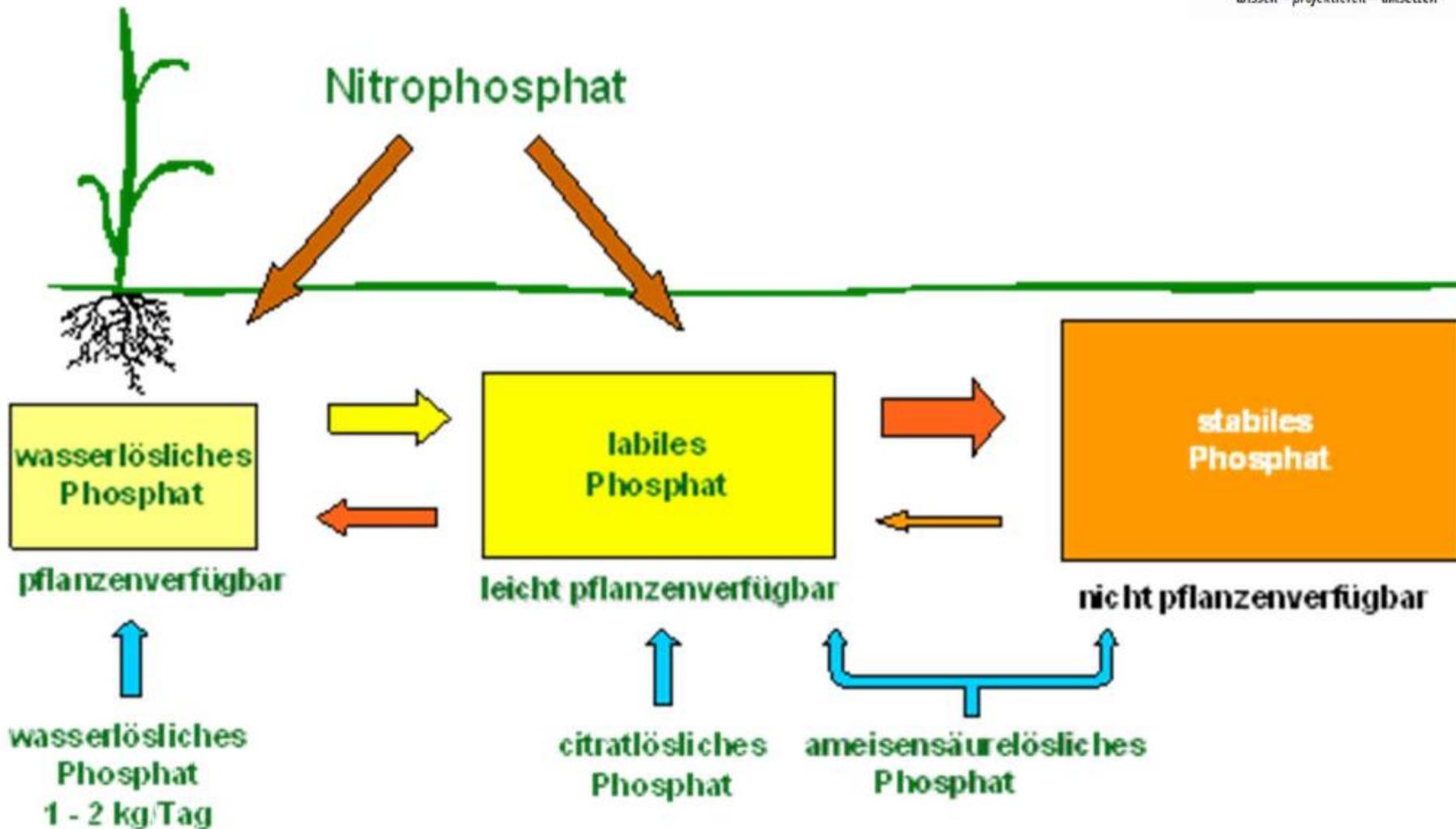
# P im Boden

- 1. In der Bodenlösung verfügbares  $P_2O_5$  = direkt pflanzenverfügbar (Ortho-Phosphat)
- 2. Labiles  $P_2O_5$  = leicht gebunden, aber nach Lösung pflanzenverfügbar
- 3. Stabiles  $P_2O_5$  = fest gebunden, nicht pflanzenverfügbar
  - Bei gut versorgten Böden finden sich in etwa 1 bis 2 kg  $P_2O_5$ /ha in der Bodenlösung. Demgegenüber liegen 450 bis 900 kg  $P_2O_5$  in der labilen und zwischen 3.000 und 6.000 kg  $P_2O_5$ /ha in der stabilen Fraktion vor.
- P bindet sich an Fe, Ca und Al
  - pH-Wert
- Keine Auswaschung
- Erosion!

**pH-Wert beeinflusst Phosphatbindung** (nach Fink, 1992)



# P im Boden



Nur in der Bodenlösung gelöstes Phosphat verfügbar

# Gesetzliche Regelungen GLÖZ 10

## Phosphor-Düngung



- **Gilt für alle landwirtschaftlichen Flächen.**
- **Erfolgt kein Phosphor-Mineraldüngereinsatz, wird davon ausgegangen, dass die Empfehlungen bezüglich die Phosphor-Düngung eingehalten werden, solange die Vorgaben für die Stickstoff-Düngung aus Wirtschaftsdüngern aus dem Nitrat-Aktionsprogramm eingehalten werden.**
- **Wenn bei Einsatz von P-Mineraldüngern in Summe mehr als 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha gedüngt werden, ist der erhöhte P-Bedarf mittels Bodenuntersuchungsbeleg (maximal 5 Jahre alt) nachzuweisen und der P-Einsatz zu dokumentieren.**
- **Die Empfehlungen zur P-Düngung lt. SGD 8 sind einzuhalten.**

### Dringende Empfehlung:

**Planung und Kalkulation eines P-Mineraldünger-Einsatzes im Voraus  
z.B. mittels ÖDüPlanPlus / LK-Düngerrechner**

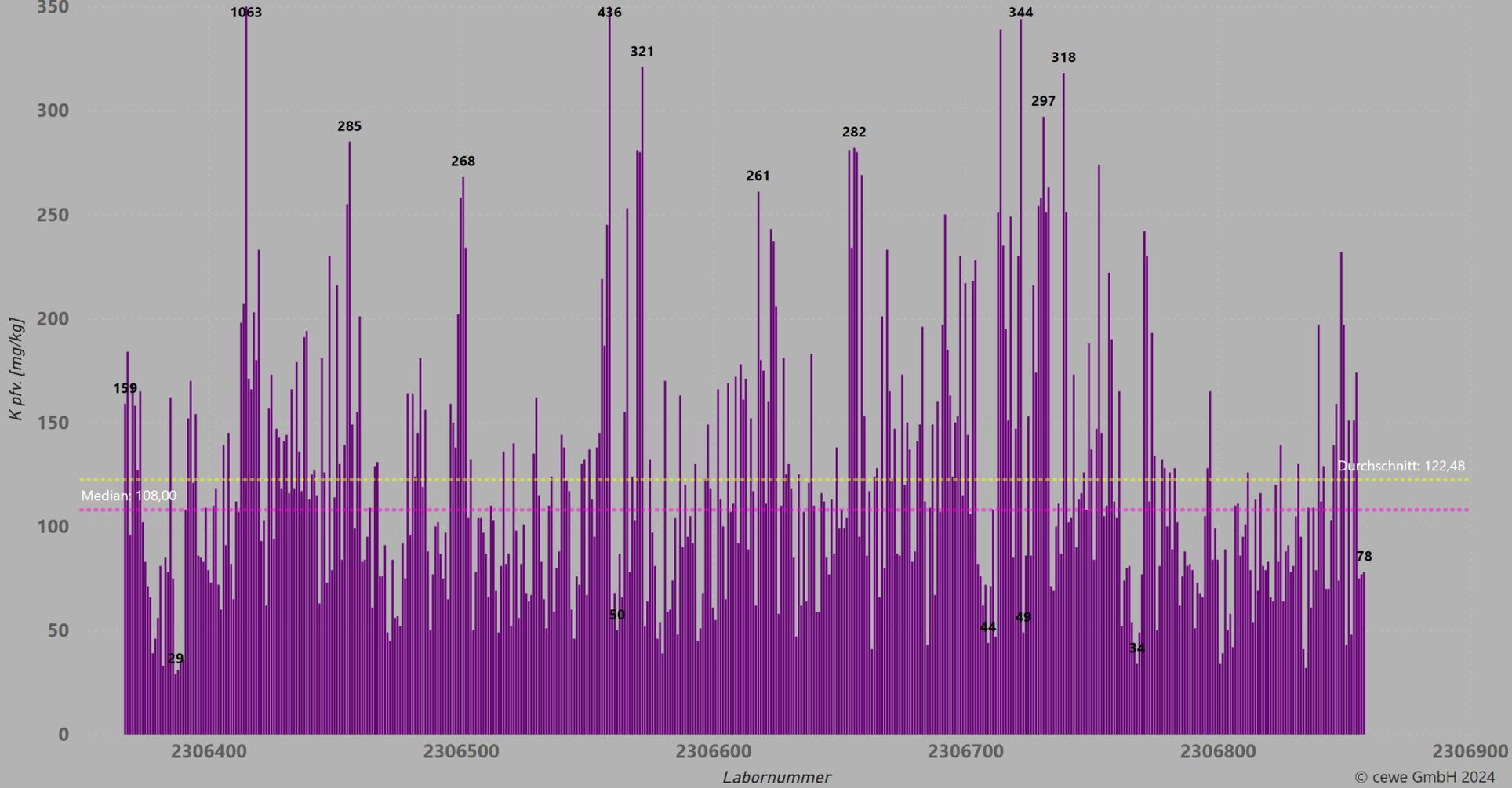
## **Kalium**

-  reguliert Wasserhaushaltes in der Pflanze
-  erhöht die Widerstandskraft gegen Lager, Trockenheit und Krankheiten
-  fördert die Winterfestigkeit



Quelle: Yara

# Kalium pflanzenverfügbar Perg 2024



# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnis

## Kaliumgehalte (Quelle: RL SGD, 8. Auflage)

### Prüfergebnisse

K pfv. / ÖNORM L 1087:2019-08	mg/kg	158	C
-------------------------------	-------	-----	---

Beispiel Bodenuntersuchungsergebnis © CEWE

## Niedrige K-Gehalte im Boden → Überprüfung des Nährstoffsaldos

### **Schritt 1:**

Wie hoch ist der Bedarf an  $K_2O$ ?

### **Schritt 2:**

Wie viel  $K_2O$  kommt durch die aktuelle Düngung zurück?

# Chemische Bodenuntersuchung

## Kalium – Interpretation

Ackerland				
Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	Bodenschwere/Tongehalt (%)		
		leicht	mittel	schwer
		< 15	15 - 25	> 25
A	sehr niedrig	unter 50	unter 66	unter 83
B	niedrig	50 - 87	66 - 112	83 - 137
C*	ausreichend	88 - 178	113 - 212	138 - 245
D	hoch	179 - 291	213 - 332	246 - 374
E	sehr hoch	über 291	über 332	über 374

Quelle: SGD, 8. Auflage

# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnisse

- Schritt 1 –  $K_2O$ -Bedarfsermittlung Bsp. Körnermais**  
Ertragslage hoch 2 (Quelle: RL SGD, 8. Auflage):

	Kultur	$P_2O_5$	$K_2O$
Getreide (Weizen, Durum - Weizen, Roggen, Wintergerste, Dinkel, Triticale, Hafer, Sommergerste)		55	80
Hackfrüchte	Mais (CCM, Körnermais)	85	200
	Silomais	90	225
	Zuckerrübe	85	320

$$= 200 * 1,25 =$$

**250 kg  $P_2O_5$ /ha**

- Korrekturfaktor je nach Gehaltsstufe (Bsp.: B) anwenden

	$K_2O$
Gehalts-klasse	Korrektur-faktor
A	1,5
B	1,25
C1	1
C2	0,5

# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnisse

- Schritt 2** –  $K_2O$ -Düngung bewerten  
Bsp. Milchvieh 7000 kg, 2 x Gülle a´ 18 m<sup>3</sup>/ha (1:1 verdünnt)

Tierart	kg Nährstoff/ m <sup>3</sup>							
	$P_2O_5$				$K_2O$			
	Gülle	Mist	Jauche	Tiefstall- mist	Gülle	Mist	Jauche	Tiefstall- mist
<b>Rinder</b>								
<i>Milchkühe ohne Nachzucht</i>								
Milchkühe (5000 kg Milch)	1,23	1,91	3,71	1,18	6,47	10,06	19,59	6,26
Milchkühe (6000 kg Milch)	1,39	2,16	4,21	1,36	6,94	10,78	21,00	6,77
Milchkühe (7000 kg Milch)	1,60	2,49	4,79	1,56	7,64	11,91	22,91	7,45
Milchkühe (8000 kg Milch)	1,75	2,76	5,24	1,70	8,07	12,74	24,20	7,87
Milchkühe (9000 kg Milch)	1,89	2,94	5,67	1,85	8,48	13,20	25,43	8,27
Milchkühe (> 10.000 kg Milch)	2,01	3,15	6,08	1,97	8,80	13,79	26,60	8,59

Quelle: RL SGD, 8. Auflage; eigene Berechnung

- = 2 Gaben x 18 m<sup>3</sup> x 7,64 kg/m<sup>3</sup> / 2 Verdünnung = **138 kg  $K_2O$ /ha**
- Saldo:** 250 kg/ha Bedarf – 138 kg/ha Düngung = **112 kg  $K_2O$ /ha**

# Chemische Bodenuntersuchung

## Kalium-Düngung

### ☛ **Kali-Mineraldünger**

- ☛ Kalichloriddünger

- ☛ Kalisulfatdünger

für chlorempfindliche Sonderkulturen, Garten- und Zierpflanzen sowie im Kartoffelanbau

### ☛ **besonders K-reiche Wirtschaftsdünger:**

Mist, Kompost, Klärschlamm, Jauche, Rindergülle

### ☛ **Düngerzeitpunkt:**

- ☛ Im Herbst zur Steigerung der Winterfestigkeit

- ☛ Im Frühjahr zur Halmstärkung und Verbesserung der Trockenresistenz

### ☛ **Kulturen mit hohem K-Bedarf:**

Mais, Zuckerrübe, Kartoffel,

# Interpretation Bodenuntersuchungsergebnisse

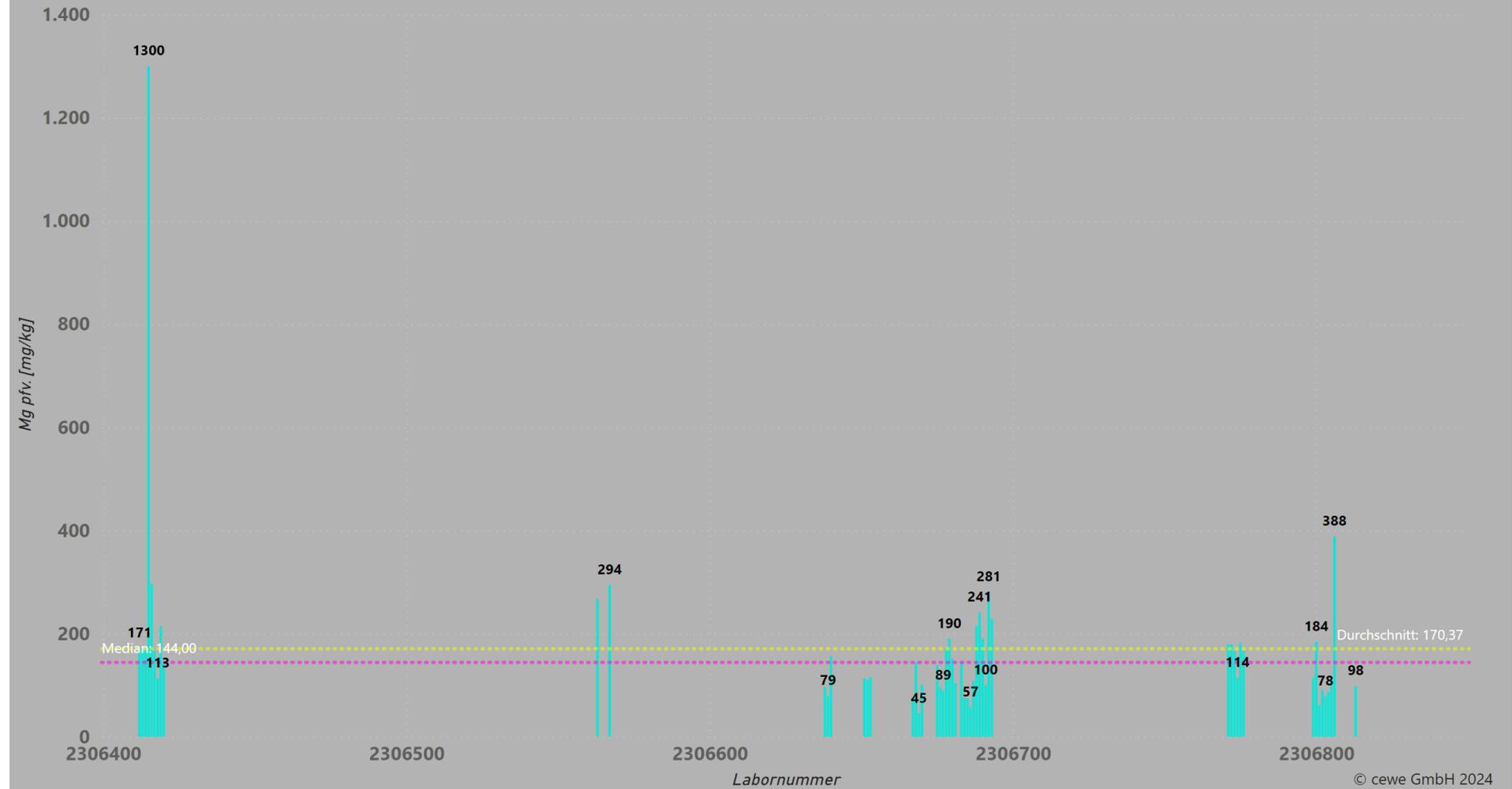
## Maßnahmen:

-  Ausgleich durch **mineralische P-Düngung**
  -  Reinnährstoffpreise beachten!!
-  Ausgleich durch **Zukauf von P-reichen Wirtschaftsdüngern** (Bsp. Geflügelmist)
  -  Auch N neu bewerten!!
-  gezielter Einsatz der **eigenen Wirtschaftsdünger**  
(Beim konkreten Beispiel hohe K-Gehalte im Boden  
(D-Versorgung) im Auge behalten!!)

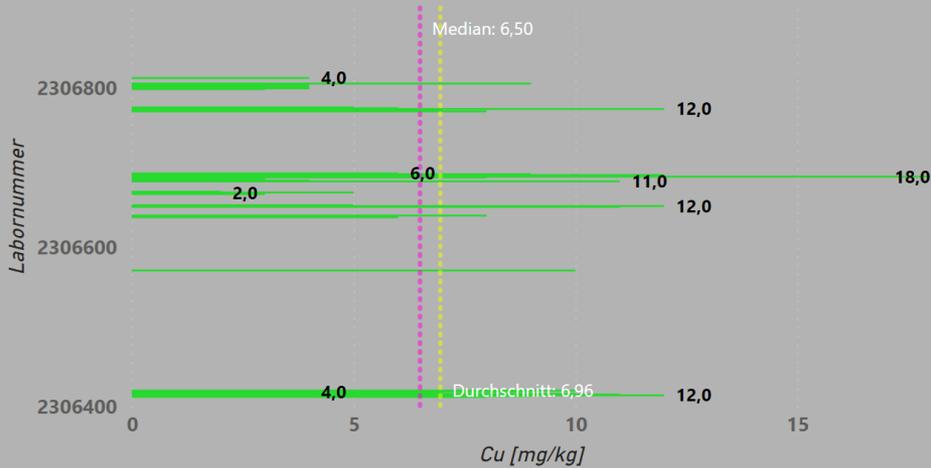
# Magnesium

		mg Mg /1000g		
		Bodenschwere/Tongehalt (%)		
Gehaltsklasse	Nährstoffversorgung	leicht < 15	mittel 15 – 25	schwer > 25
<b>A</b>	sehr niedrig	-	unter 30	unter 40
<b>B</b>	niedrig	unter 50	30 – 55	40 – 75
<b>C</b>	ausreichend	50 – 75	56 – 105	76 – 135
<b>D</b>	hoch	76 – 150	106 – 190	136 – 220
<b>E</b>	sehr hoch	über 150	über 190	über 220

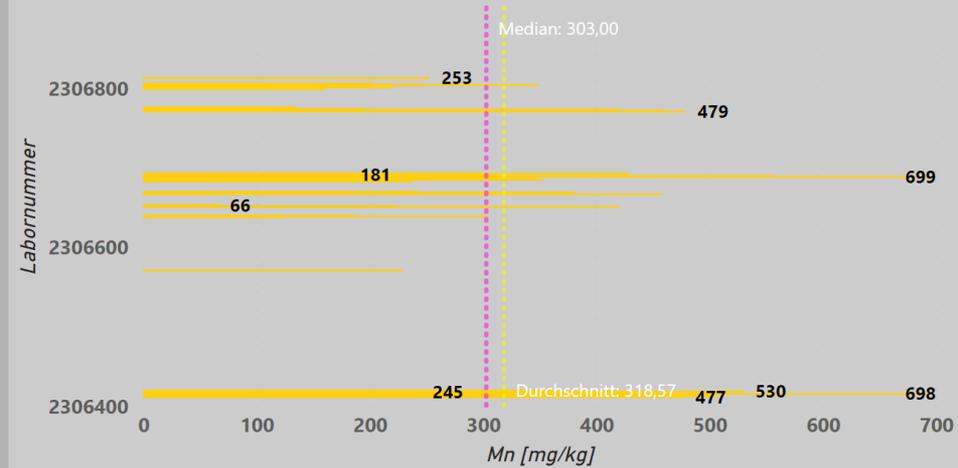
# Magnesium pflanzenverfügbar Perg 2024



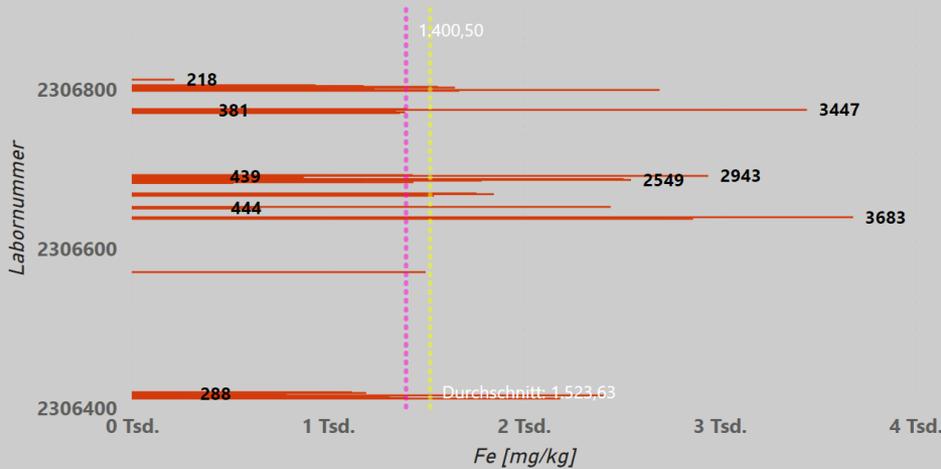
### Kupfer pflanzenverfügbar Perg 2024



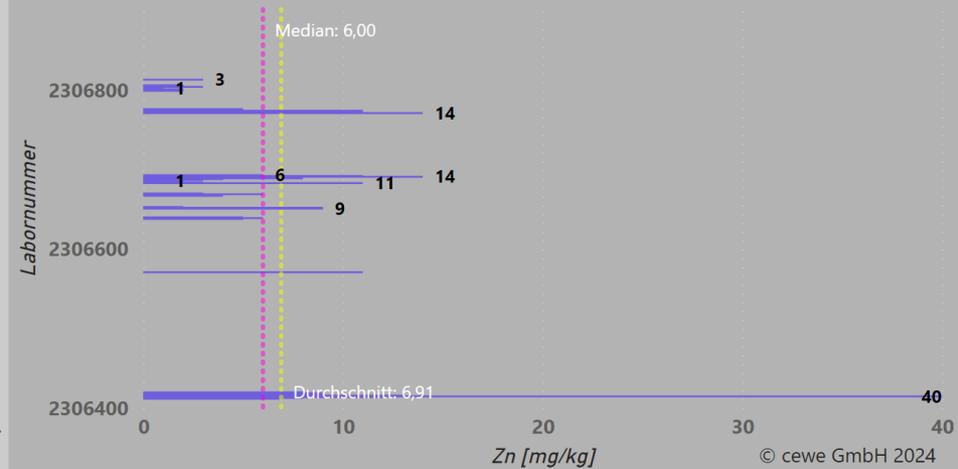
### Mangan pflanzenverfügbar Perg 2024



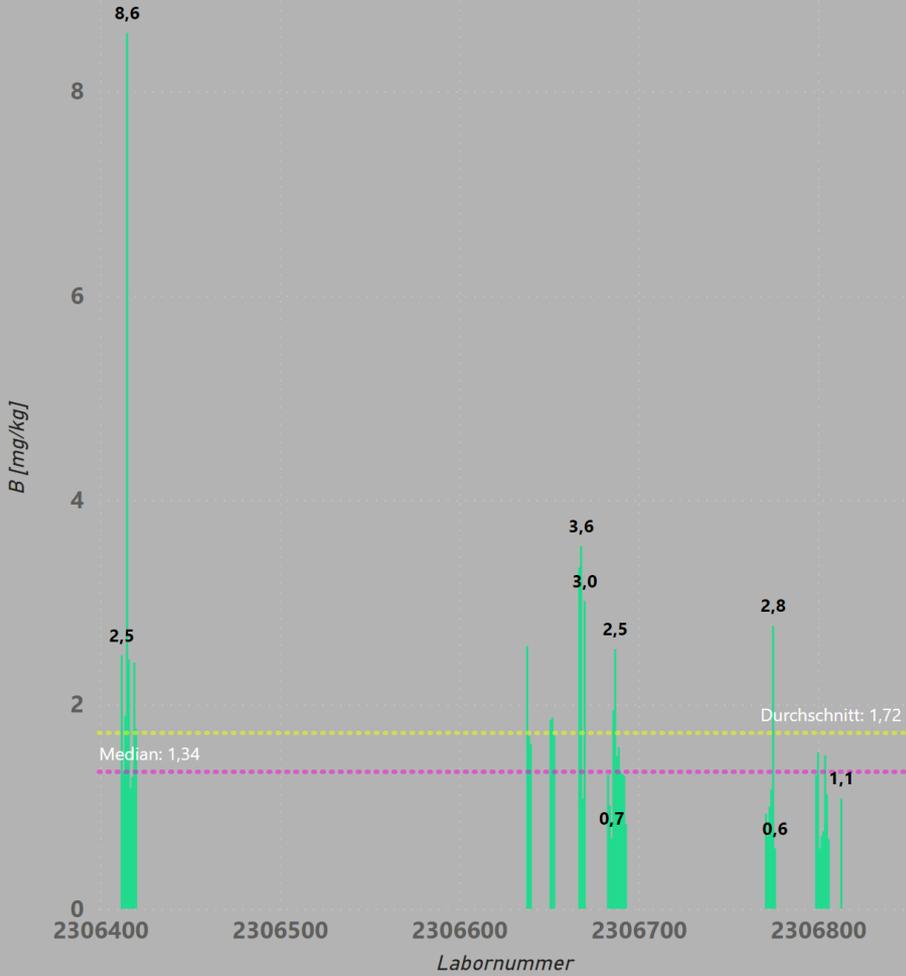
### Eisen pflanzenverfügbar Perg 2024



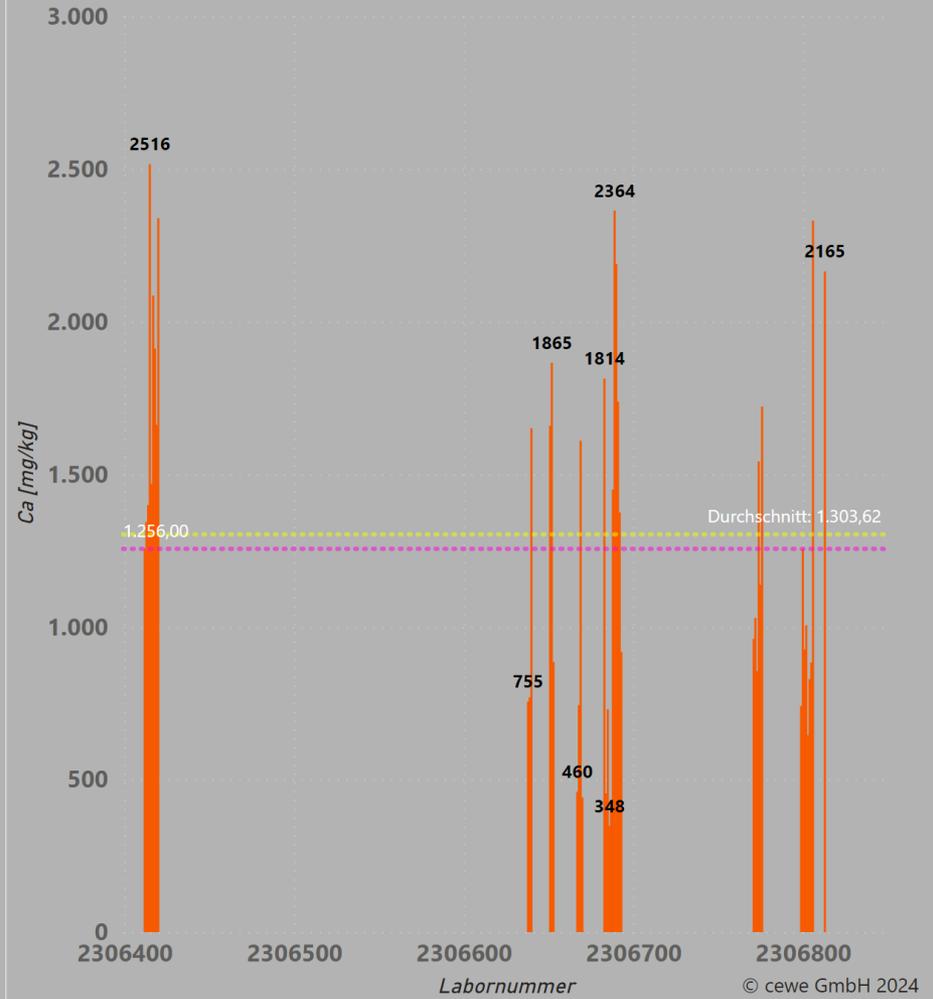
### Zink pflanzenverfügbar Perg 2024



## Bor pflanzenverfügbar Perg 2024



## Calcium pflanzenverfügbar Perg 2024



# Bodenproben in INVEKOS GIS erfassen

# Invekos GIS starten- Bodenproben- neue Bodenprobe erfassen



SC GeoMedia Smart Client [16.7.19.1] - ERFFL

**Bearbeiten** Drucken Extras Messen Plausibilitätsprüfung

Bodenproben Feldstücksliste FS SL Attribute Hofstelle Rechtsverhältnisse Referenzänderungen Schlagliste Weingartenumstellung Weinmeldungen

Suche (FS Antrag)

Legende

Übersicht

M = 1: 11.982



SC Feldstücksliste

+ 2110 > Feldstücksliste



FS Nr. FS Name FS Nutzungsart FS FL (in ha)

SC Bodenproben Auflisten

+ Bodenproben Auflisten

Filter

Lfd. Nr.	Förderart	BNR	FS Nr.	FS Nutzungsart	FS Name	FS FL (in ha)	SL Nr.	Gelöscht	Aktionen
1	MFA2022	2400065	10	A	SCHOTTERGRUBENFELD	15,5577	2	N	anzeigen

1 von 1 Elementen

Bodenprobe Plausiprüfung starten

neue Bodenprobe erfassen

Abbrechen

# Angaben zur Bodenprobe und Labor erfassen, anschließend einem MFA, Fläche und Schlag zuordnen



SC Bodenproben Details

Bodenproben Details

Zurück zur Übersicht

**Angaben zur Bodenprobe**

Laufende Nummer 2

Eingangsdatum Labor \*

Probennummer

Labor \*

**Zuordnung der Bodenprobe**

Förderart MFA2024

FELDSTÜCKE

	BNR	FS Nr	FS Nutzungsart	FS Name	FS FL (in ha)	Anzahl Schläge	Anzahl Bodenproben
<input type="checkbox"/>	2400065	1	A	LANDL(1)	1,0423	1	0
<input type="checkbox"/>	2400065	4	A	BACHFELD	7,4927	7	0
<input type="checkbox"/>	2400065	7	A	ZILLFELD	4,1632	1	0
<input type="checkbox"/>	2400065	8	A	HOLZFELD	4,3337	1	0
<input type="checkbox"/>	2400065	10	A	SCHOTTERGRUBENFE LD	15,5575	8	0

5 von 7 Elementen - 0 selektiert

FS in Karte anzeigen

Speichern Abbrechen

# Geforderte Daten It. Analyse erfassen



[Zurück zur Übersicht](#)

### Angaben zur Bodenprobe

Laufende Nummer **1**

Eingangsdatum Labor \*

Labor \*

Probennummer

	Wert	Norm/Methode
pH-Wert	<input type="text" value="7,0"/>	ÖNORM EN 15933
Humus	<input type="text" value="2,0"/> %	ÖNORM L 1080
Stickstoff	nachlieferbar <input type="text"/> mg/kg/7 Tage	ÖNORM L 1204      Nmin <input type="text" value="26"/> kg/ha      ÖNORM L 1091
Phosphor	<input type="text" value="79,0"/> mg/kg	ÖNORM L 1087
Kalium	<input type="text" value="146,0"/> mg/kg	ÖNORM L 1087

### Zuordnung der Bodenprobe

Förderart

[Filter](#)

#### FELDSTÜCKE

	BNR	FS Nr	FS Nutzungsart	FS Name	FS FL (in ha)	Anzahl Schläge	Anzahl Bodenproben
<input checked="" type="checkbox"/>	2400065	10	A	SCHOTTERGRUBENFE LD	15,5577	5	1
<input type="checkbox"/>	2400065	1	A	LANDL(1)	1,0423	1	0
<input type="checkbox"/>	2400065	4	A	BACHFELD	7,5060	8	0
<input type="checkbox"/>	2400065	7	A	ZILLFELD	4,1632	2	0
<input type="checkbox"/>	2400065	8	A	HOLZFELD	4,3337	1	0

5 von 7 Elementen - 1 selektiert

[FS in Karte anzeigen](#)

#### SCHLÄGE

	SL Nr	SL Nutzungsart	SL Fläche Netto (ha)	Anzahl Bodenproben
<input type="checkbox"/>	1	SOJABOHNEN	1,6685	0
<input checked="" type="checkbox"/>	2	WINTERWEICHWEIZEN	8,7063	1
<input type="checkbox"/>	6	WINTERWEICHWEIZEN	0,4417	0
<input type="checkbox"/>	9	SOJABOHNEN	2,6776	0
<input type="checkbox"/>	10	GRÜNBRACHE	2,0634	0

5 von 5 Elementen - 1 selektiert

- pH- Wert
- Humus
- Stickstoff nachlieferbar od. Nmin
- Phosphor
- Kalium

# Danke und viel Erfolg!

🌿 Veranstaltungshinweise im Bezirk!

## Effizient Düngen – Der Einsatz von stabilisierten Düngern in der Landwirtschaft

- 26. Februar – GH Redl (18.00-20.00 Uhr)
- 2h GW Weiterbildung