

**Sieben
Stufen zur
erfolgreichen
Düngeranwendung**

**Oder:
was es vor
jeder Düngung
zu berücksichtigen gilt**

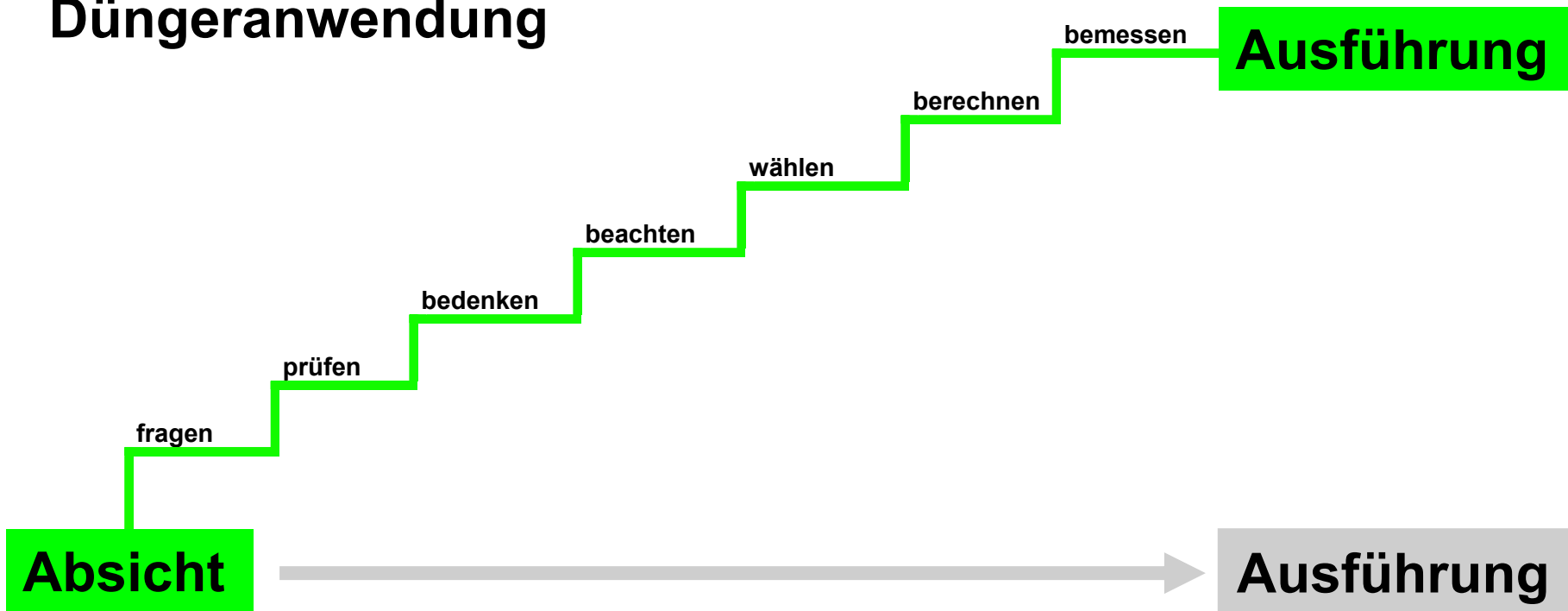
Fachhochschule
Weihenstephan



Forschungsanstalt
für Gartenbau

Dipl.-Ing. (FH) Martin Jauch

Sieben Stufen zur erfolgreichen Düngeranwendung



Erste Stufe zur erfolgreichen Düngeranwendung

fragen

Düngung
erforderlich?
Ziele einer
Düngung ?



Wachstum von Porree auf Gartenboden

(14,1 % organische Substanz, 0,45 % Gesamt-Stickstoff)



ohne N-Düngung



Düngung mit 20 g N/m²



Ziele einer erfolgreichen Düngung

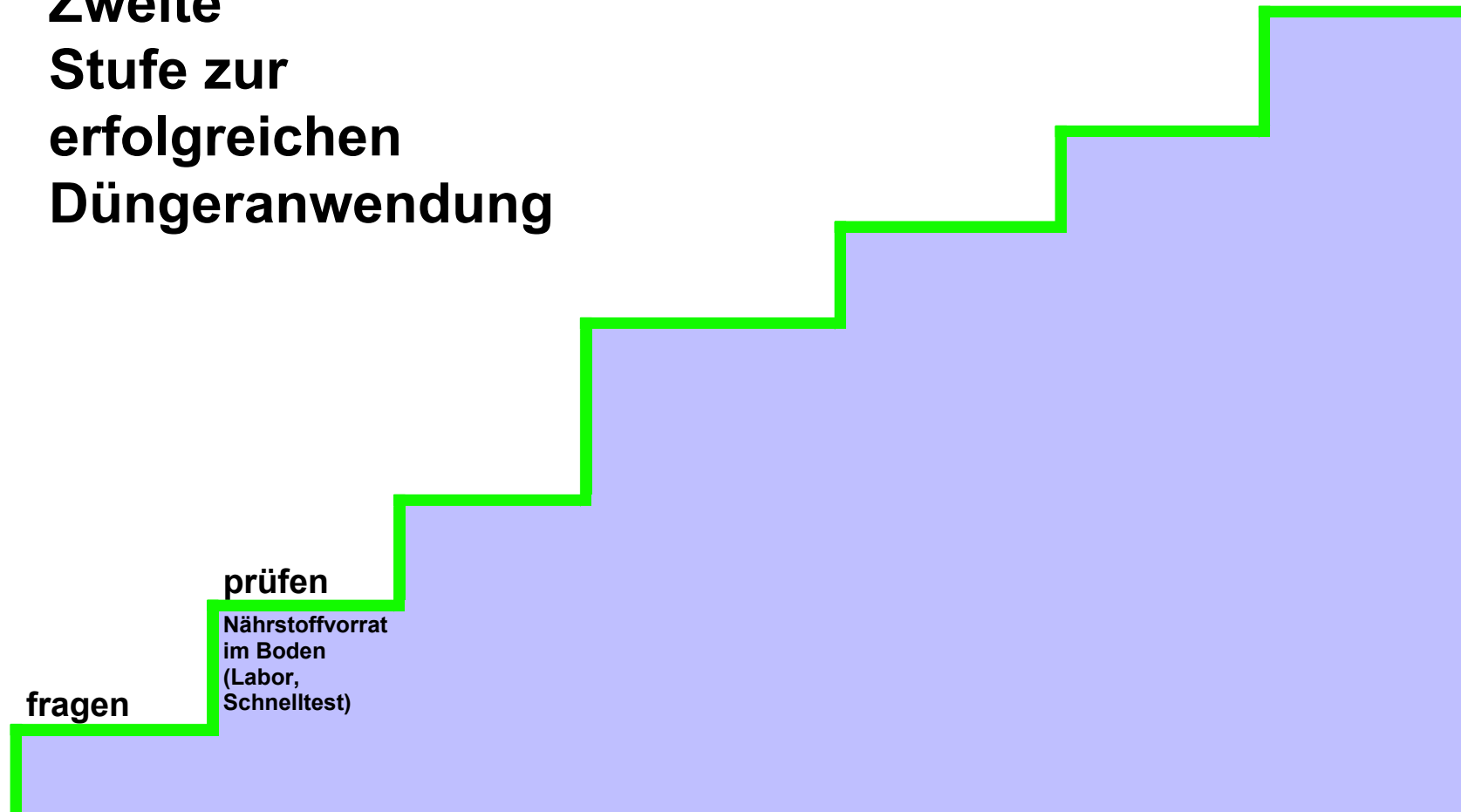
- **Verbesserung der Nährstoffversorgung der Pflanzen**
- **Erhalt der Bodenfruchtbarkeit**
- **Vermeidung von überhöhten Nährstoffanreicherungen im Boden und Nährstoffverlusten aus dem Boden**

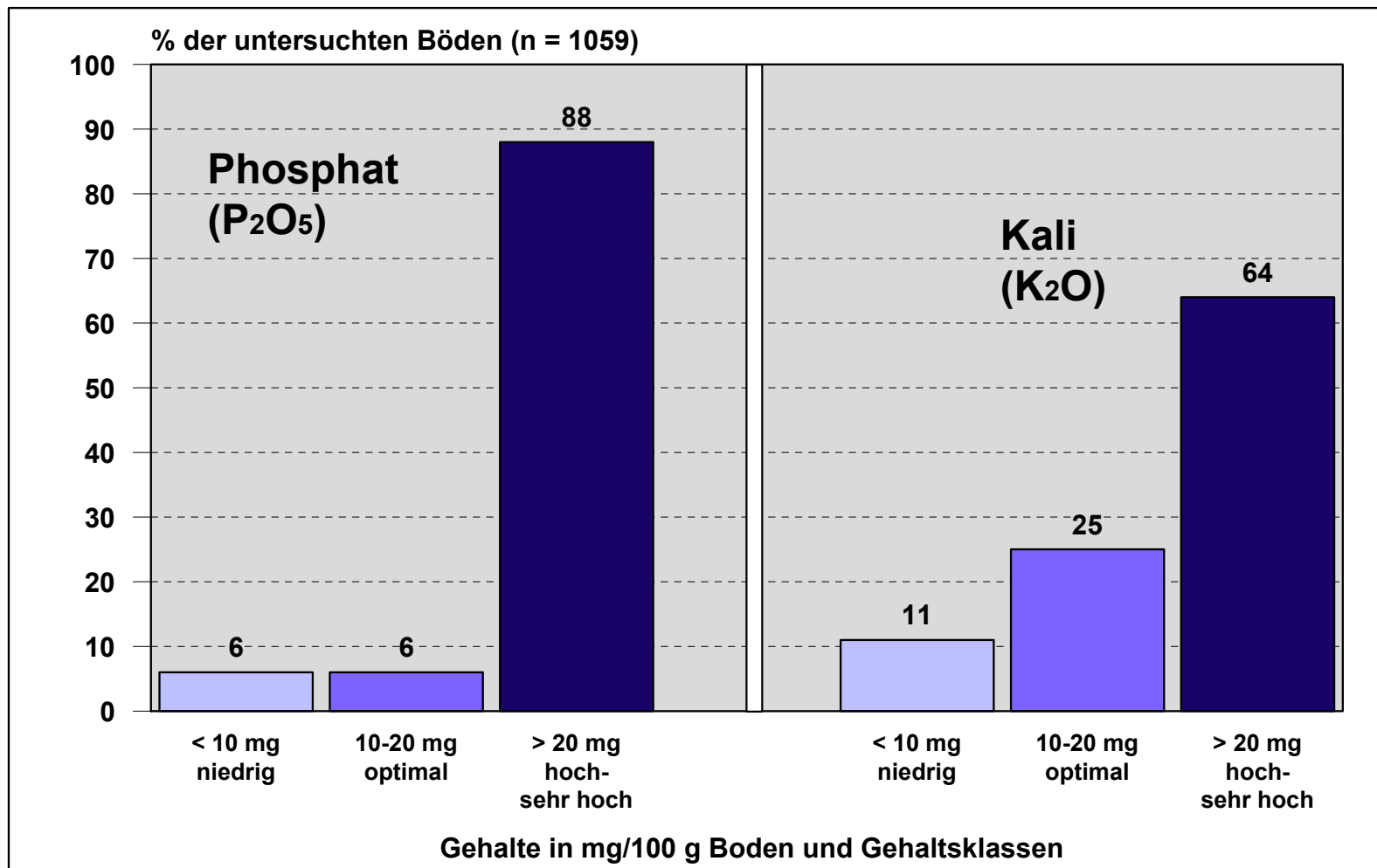
Eine zielgerichtete Düngung begrenzt sich daher

- **auf die Ergänzung des Nährstoffvorrats, der bereits im Boden vorliegt und**
- **auf den Ersatz der Nährstoffe, die von den Pflanzen aufgenommen und damit dem Boden entzogen wurden.**



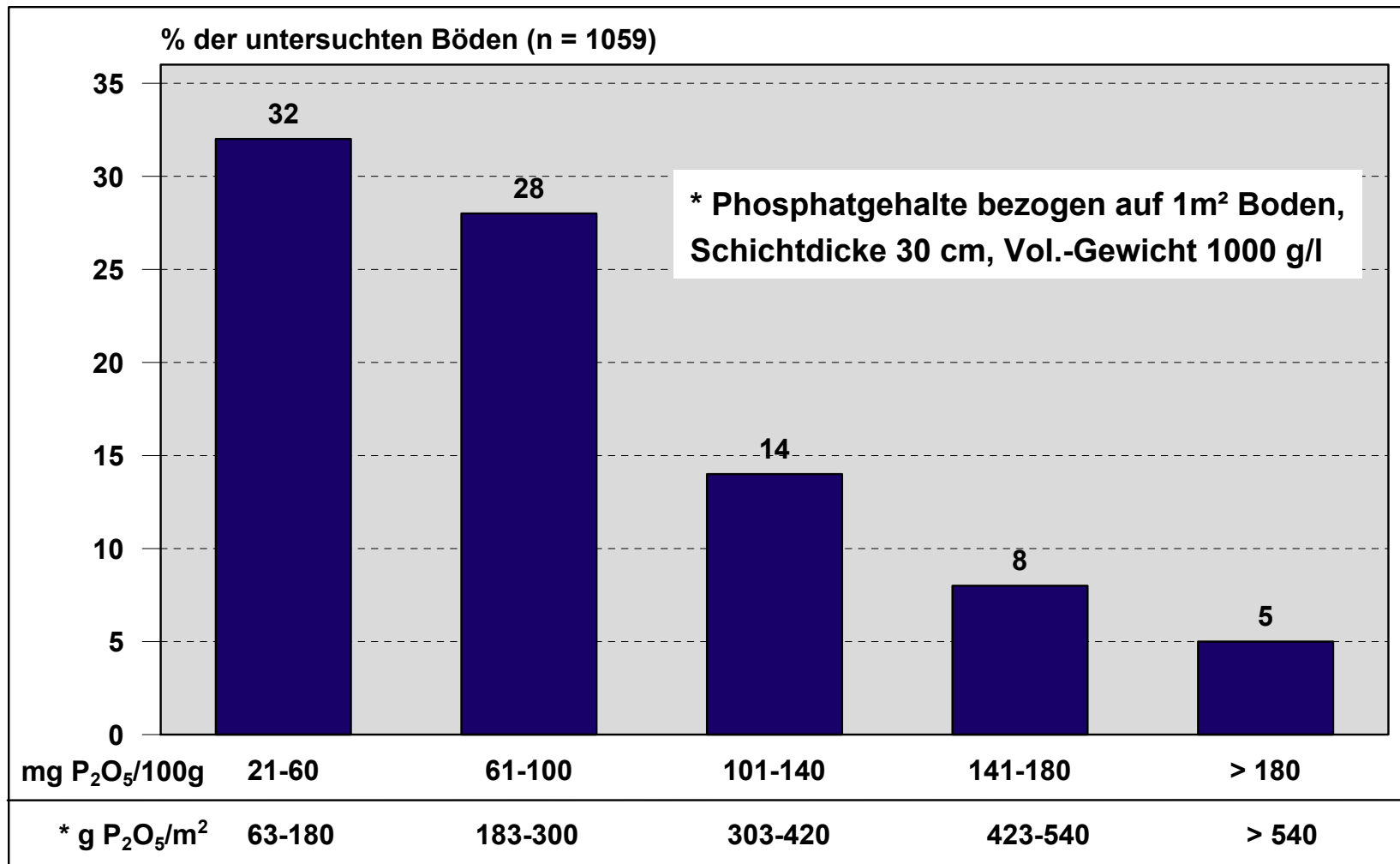
Zweite Stufe zur erfolgreichen Düngeranwendung





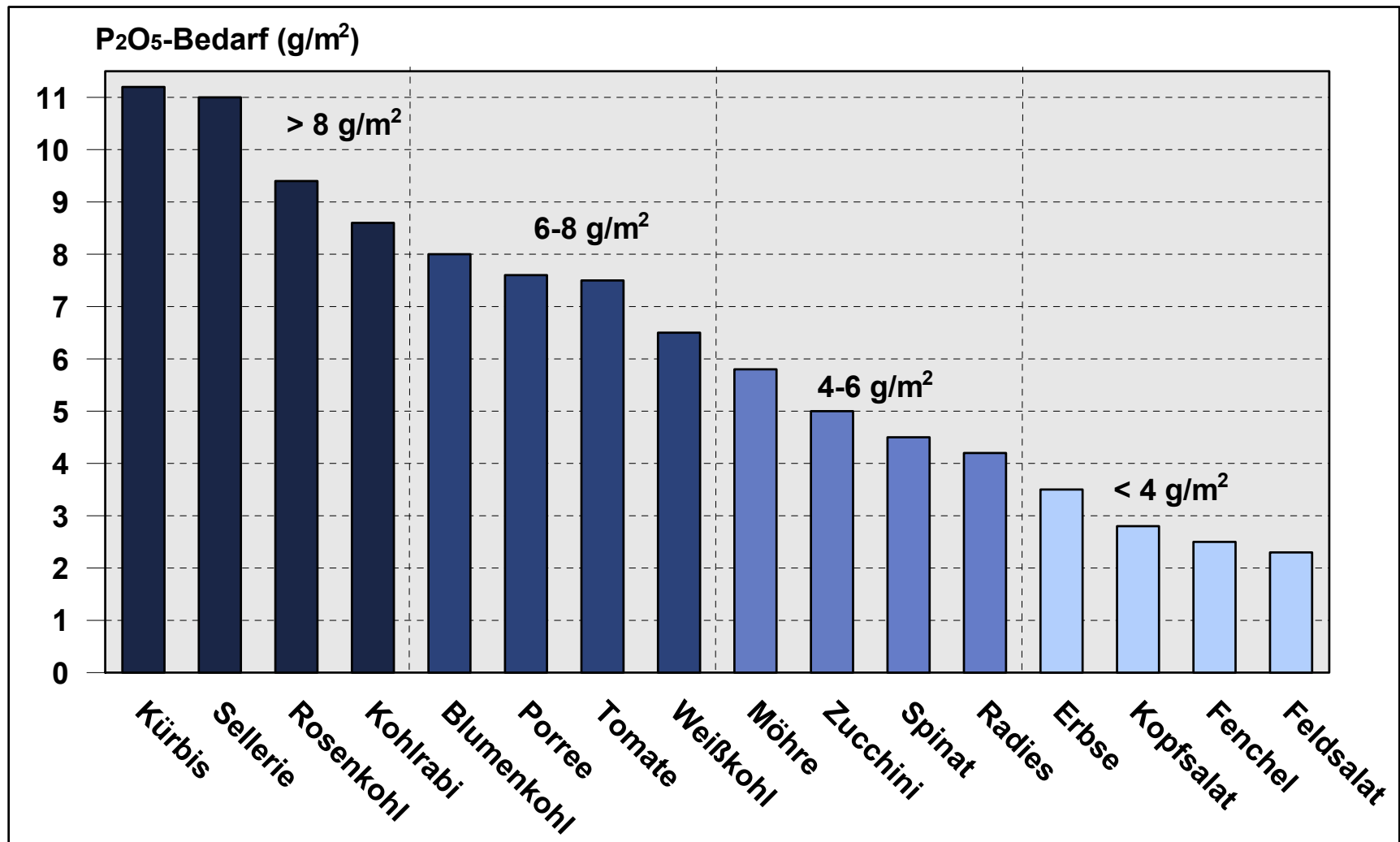
Häufigkeitsverteilung der Phosphat- und Kaligehalte in Gartenböden





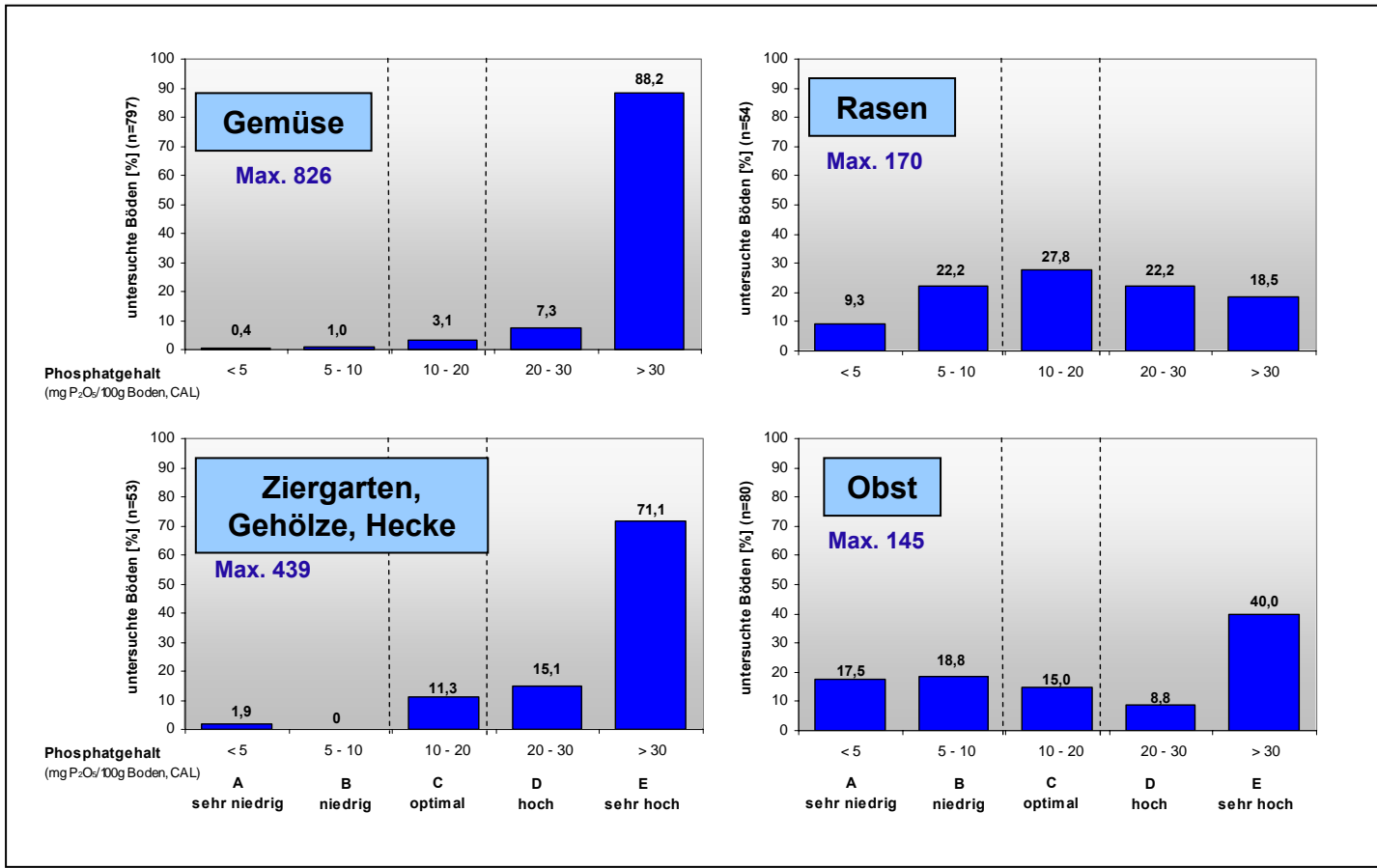
Häufigkeitsverteilung der hohen bis sehr hohen Phosphatgehalte in Gartenböden (> 20 mg P₂O₅/100 g)





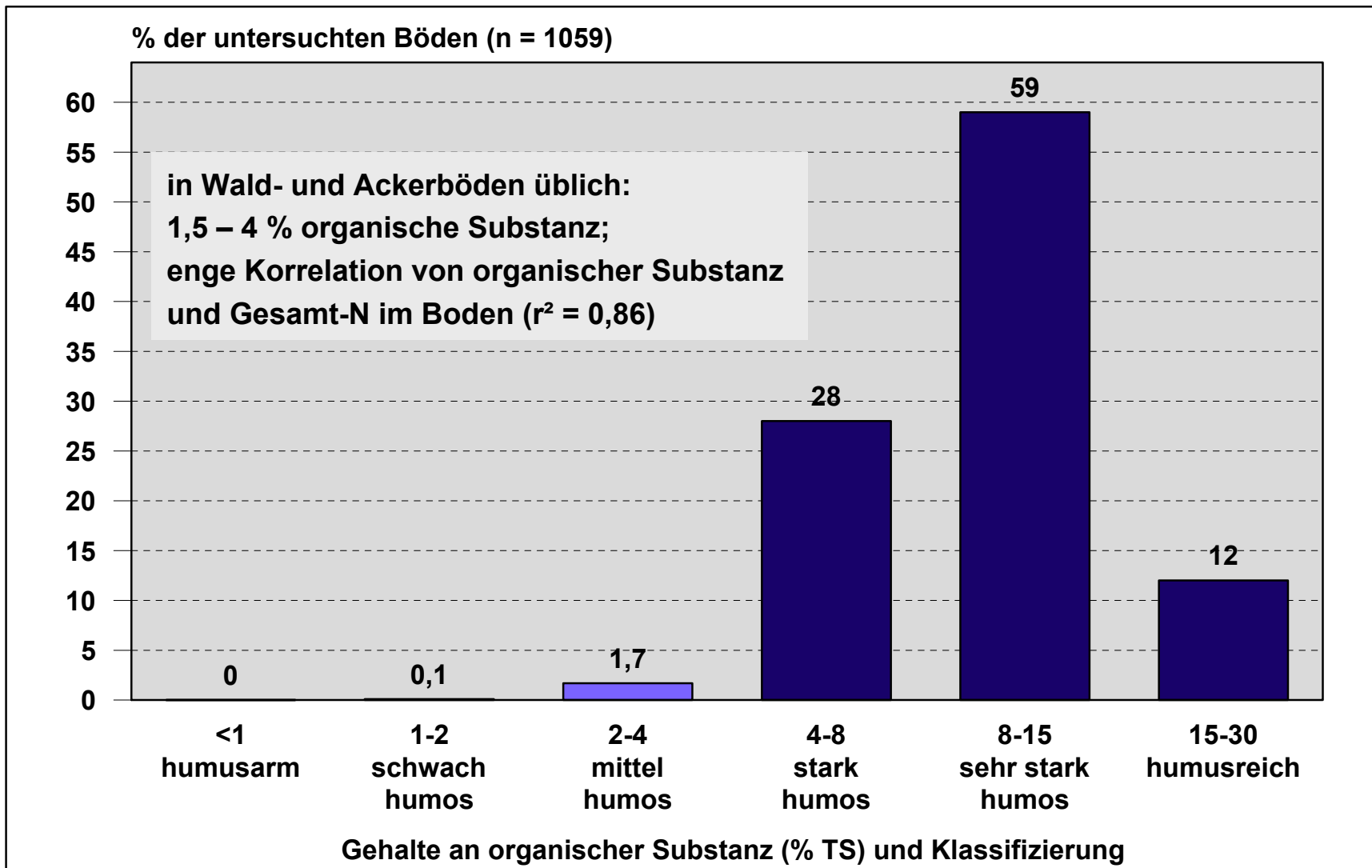
Phosphatbedarf verschiedener Gemüsekulturen





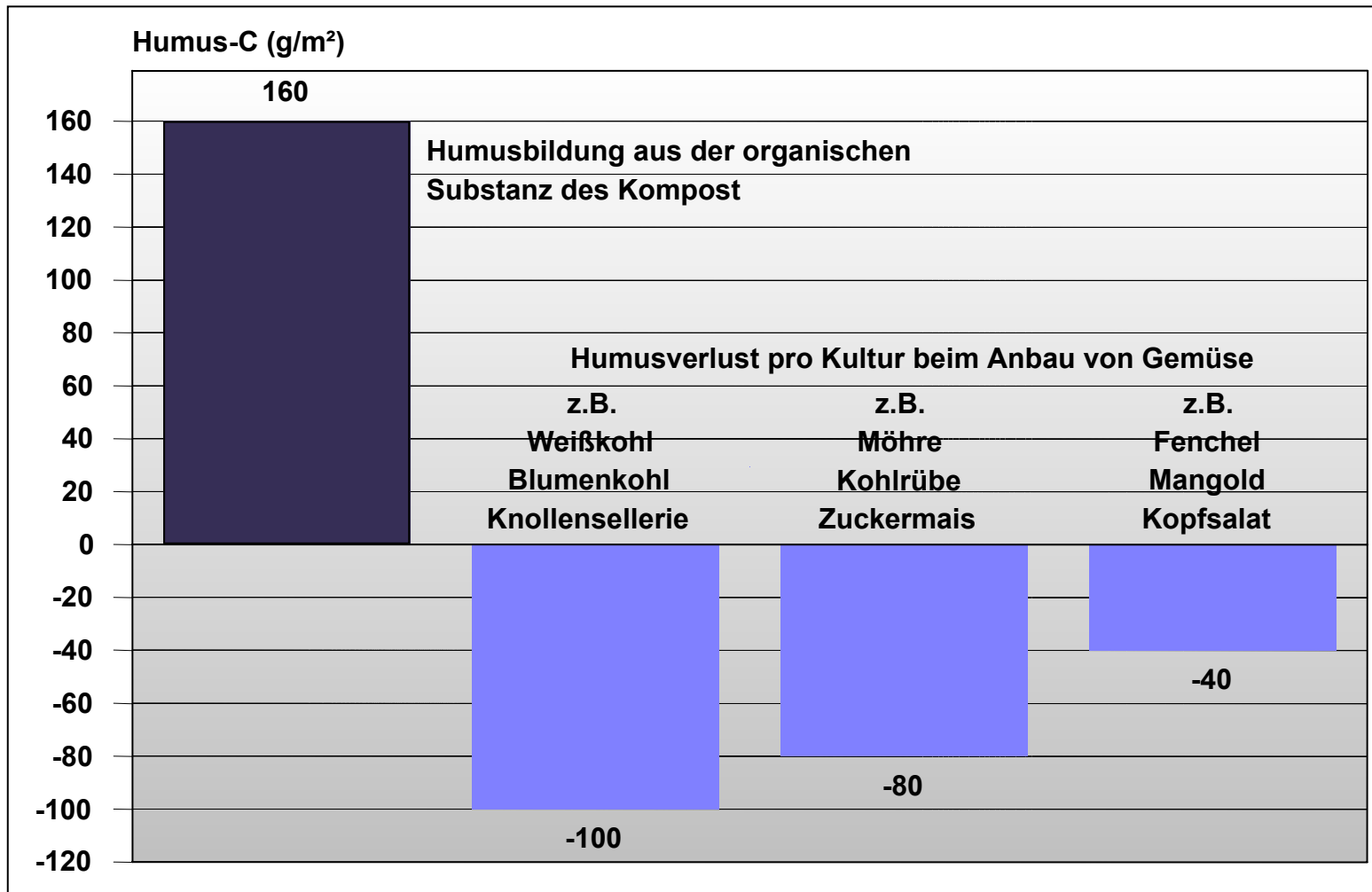
Häufigkeitsverteilung der Phosphatgehalte bei unterschiedlicher Nutzung der Böden





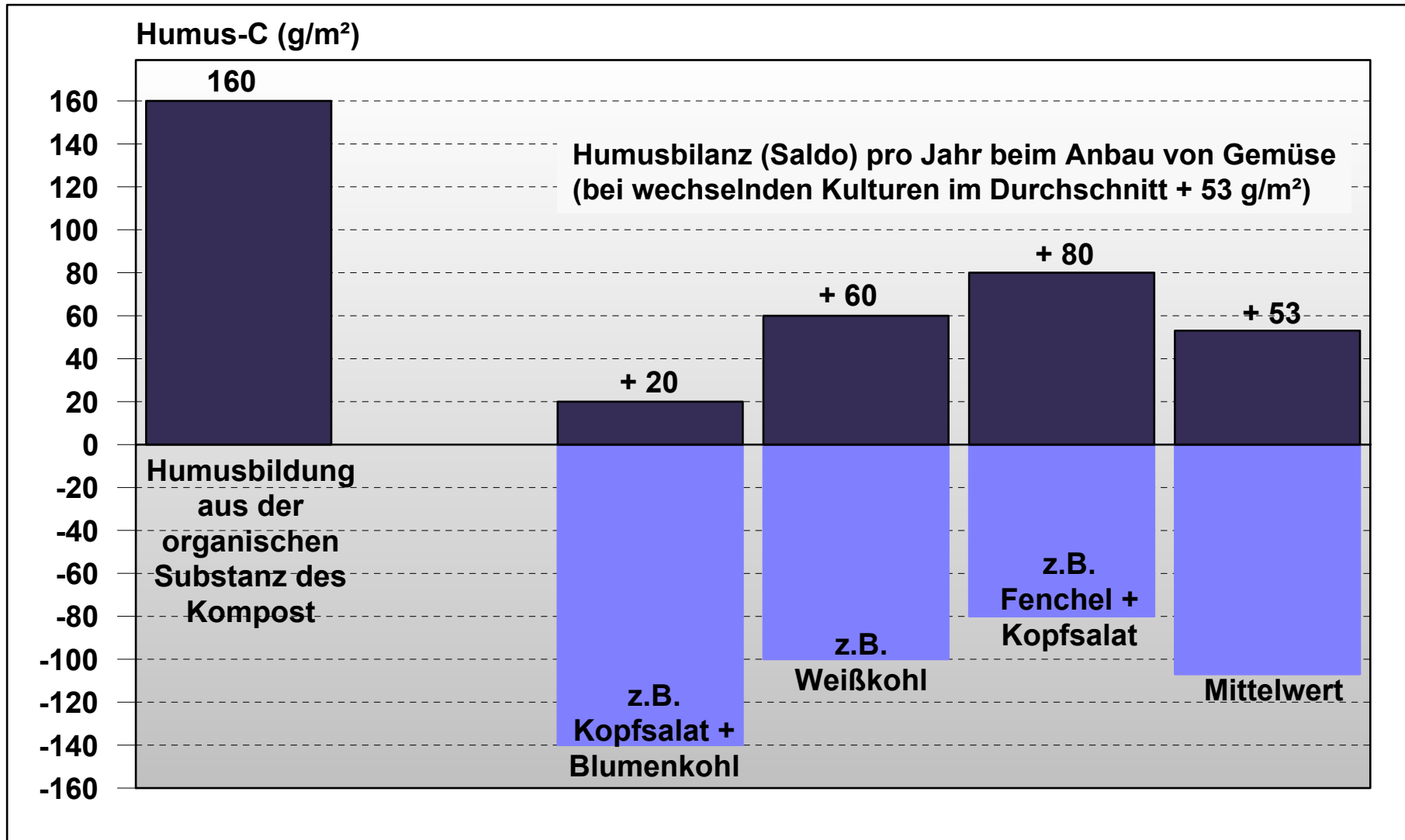
Häufigkeitsverteilung und Klassifizierung der Humusgehalte von 1058 bayerischen Gartenböden (Probenahme 2005-2006)





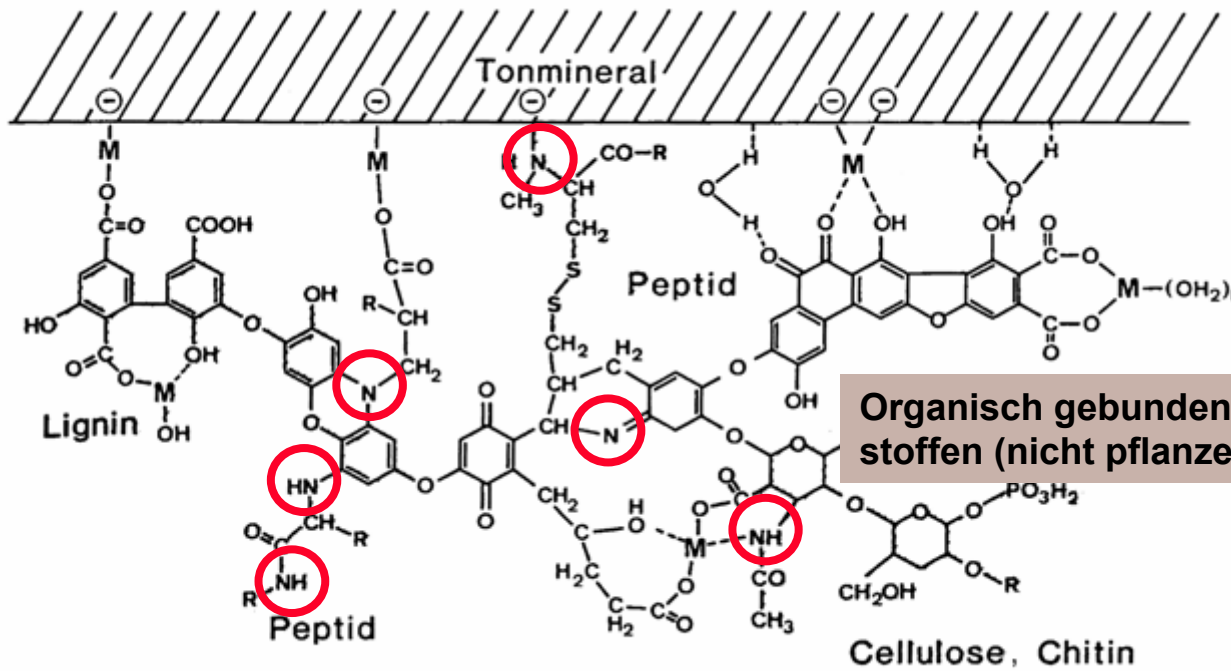
Humusbildung bei der Ausbringung von 3 l Kompost/m² und Humusverlust beim Anbau von Gemüsekulturen



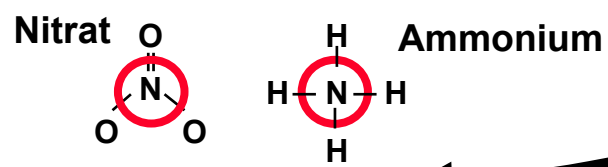


Humussaldo (Humusbildung abzüglich Humusverlust) bei der Ausbringung von 3 l Kompost/m² und beim Anbau von Gemüse





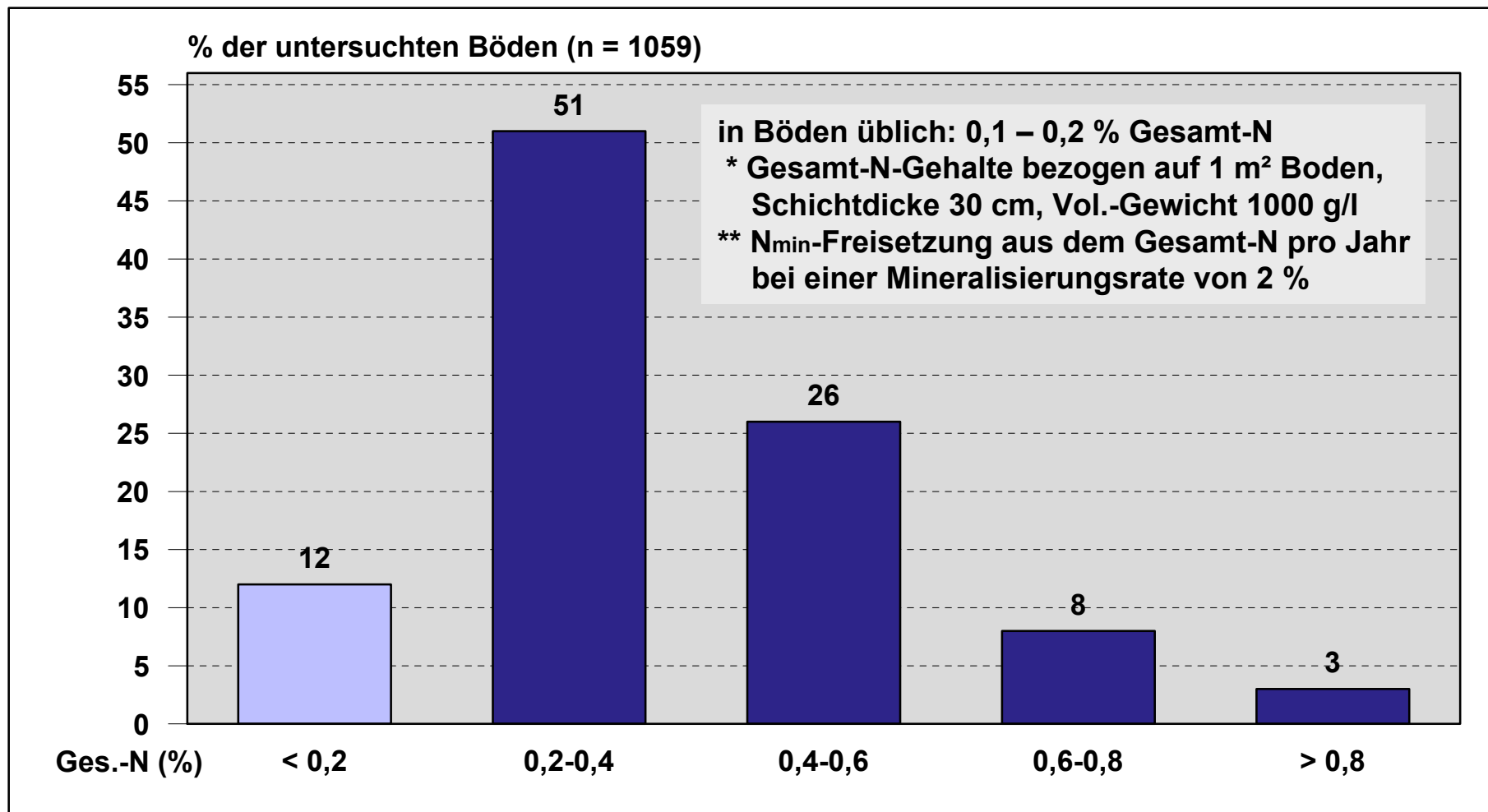
Organisch gebundener N in Huminstoffen (nicht pflanzenverfügbar)



Mineralischer N (N_{min} , pflanzenverfügbar)

Humusabbau (Mineralisierung)





* Ges.-N (g/m ²)	< 600	600-1200	1200 -1800	1800-2400	> 2400
------------------------------	-------	----------	------------	-----------	--------

** N _{min} (g/m ²)	< 12	12-24	24-36	36-48	> 48
---	------	-------	-------	-------	------

Häufigkeitsverteilung der Gesamt-N-Gehalte in Gartenböden



N-Bedarf von Gemüsekulturen

N-Bedarf	Bereich [g/m ²]	Kulturen	
niedrig	6-12	Buschbohnen Endivien Erbsen Feldsalat	Kopfsalat Radies Spinat
mittel	13-19	Eissalat Grünkohl Kohlrabi Möhren	Porree Weißkohl, früh Zwiebeln
hoch	20-30	Blumenkohl Brokkoli Chinakohl Rosenkohl	Rote Rüben Sellerie Weißkohl, spät



Ohne ergänzende N-Düngung: Wachstum von Porree auf Gartenböden mit

6,3 % org. Substanz
0,17 % Gesamt-N
6,0 g/m² Nmin

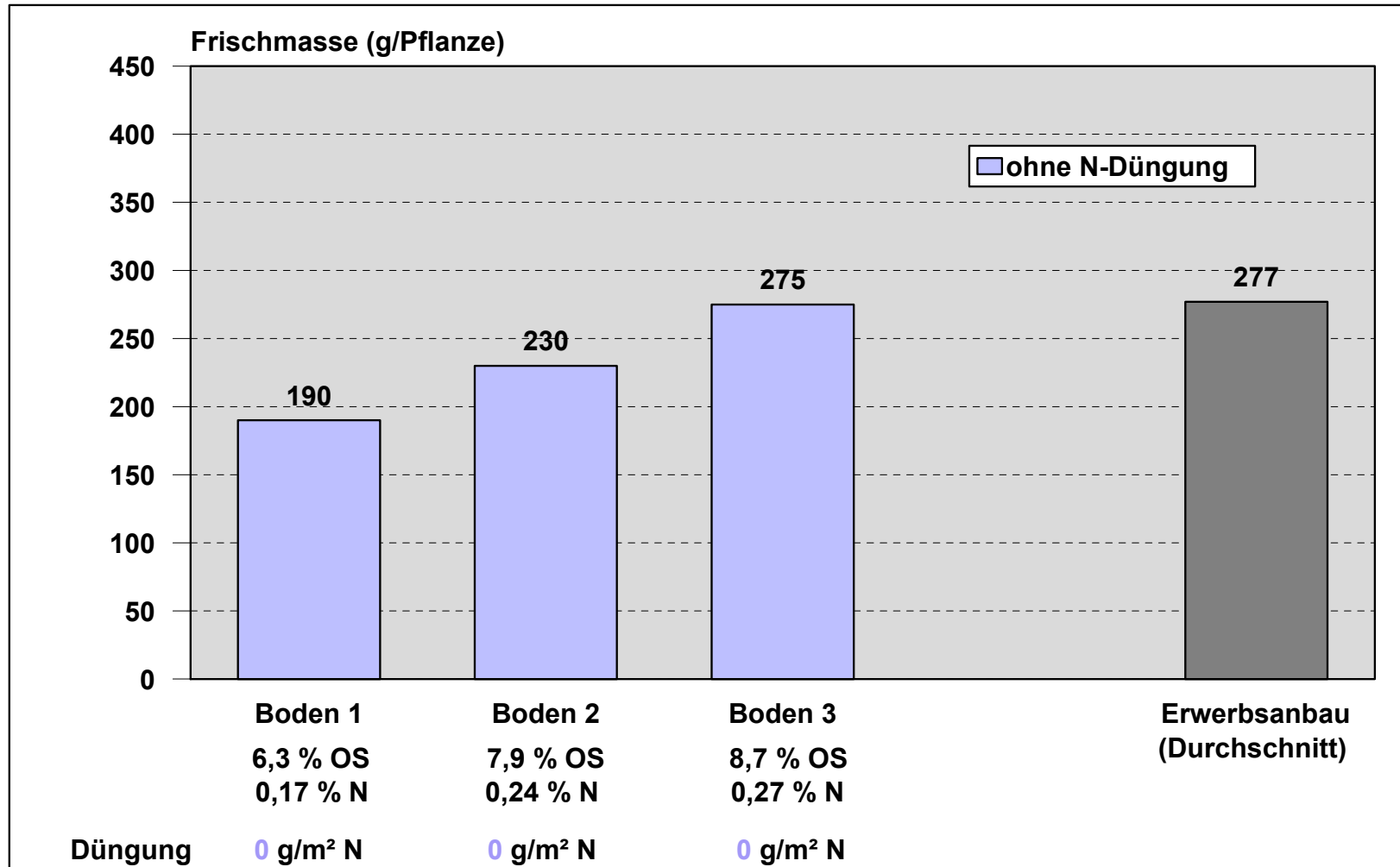


7,9 % org. Substanz
0,24 % Gesamt-N
7,4 g/m² Nmin



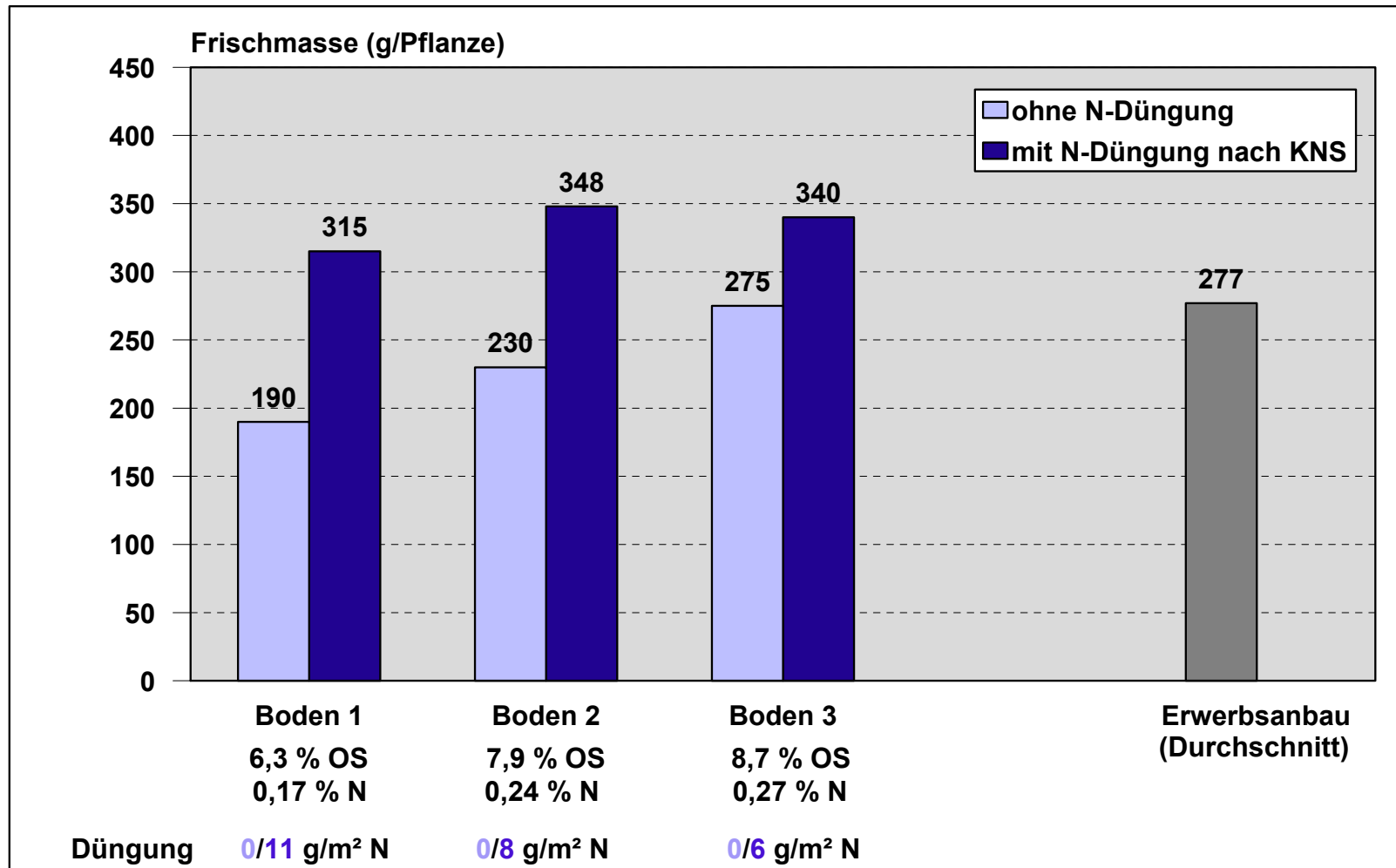
8,7 % org. Substanz
0,27 % Gesamt-N
11,7 g/m² Nmin





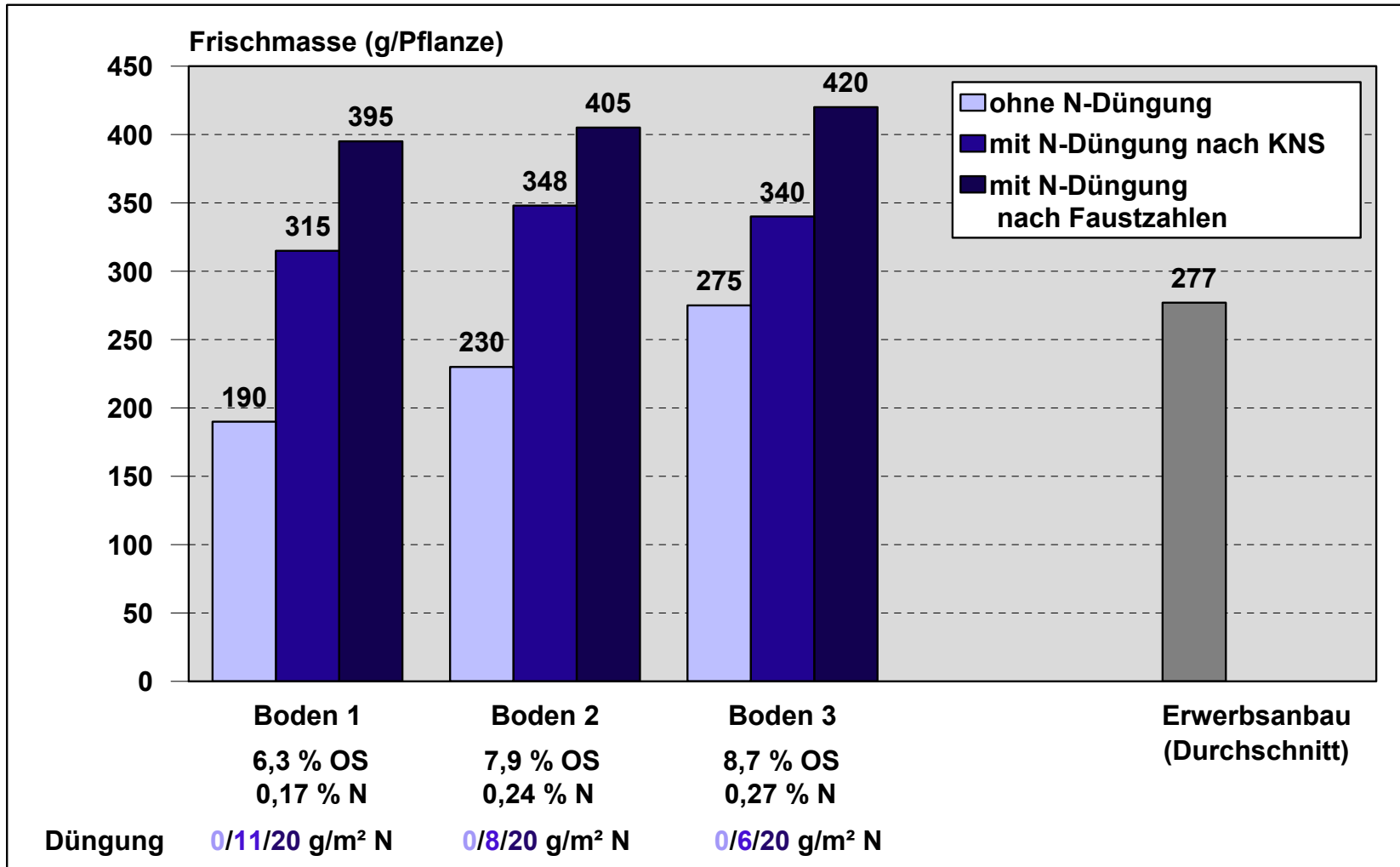
**Ohne ergänzende N-Düngung:
Wachstum von Porree auf Gartenböden**





**Ohne ergänzende und mit ergänzender N-Düngung:
Wachstum von Porree auf Gartenböden**





**Ohne ergänzende und mit ergänzender N-Düngung:
Wachstum von Porree auf Gartenböden**



Durchführung eines Nitrat-Schnelltests



Der Schnelltest erhebt keinen Anspruch auf wissenschaftlich exakte Analyseergebnisse. Er soll vielmehr dem Praktiker vor Ort mit relativ wenig Aufwand die Größenordnung des Nitrat-Vorrats im Boden vermitteln.



Dritte Stufe zur erfolgreichen Düngeranwendung



Auswirkungen einer überhöhten Phosphat-Düngung bzw. von überhöhten P-Gehalten in Böden

Umwelt	<ul style="list-style-type: none">● Verschwendung von Energie und knappen Rohstoffen (abbaubare P-Vorräte der Erde sind begrenzt)● P-Eintrag in Oberflächengewässer durch Wind- und Wassererosion nährstoffreichen Bodenmaterials (bundesweit rund 40000 t P₂O₅/Jahr) ➔ „Algenpest“● Rückführung der Böden auf ein gewünschtes P-Niveau dauert Jahrzehnte
Pflanzenbau	<ul style="list-style-type: none">● induzierter Eisen- und Zinkmangel (nur bei sehr hohen Gehalten)
Ernteprodukte	<ul style="list-style-type: none">● erhöhter Phytatgehalt● Probleme mit der Aufnahme von Calcium, Eisen und Zink● verringerte Gehalte an Vitamin C und sekundären Pflanzenstoffen (?)

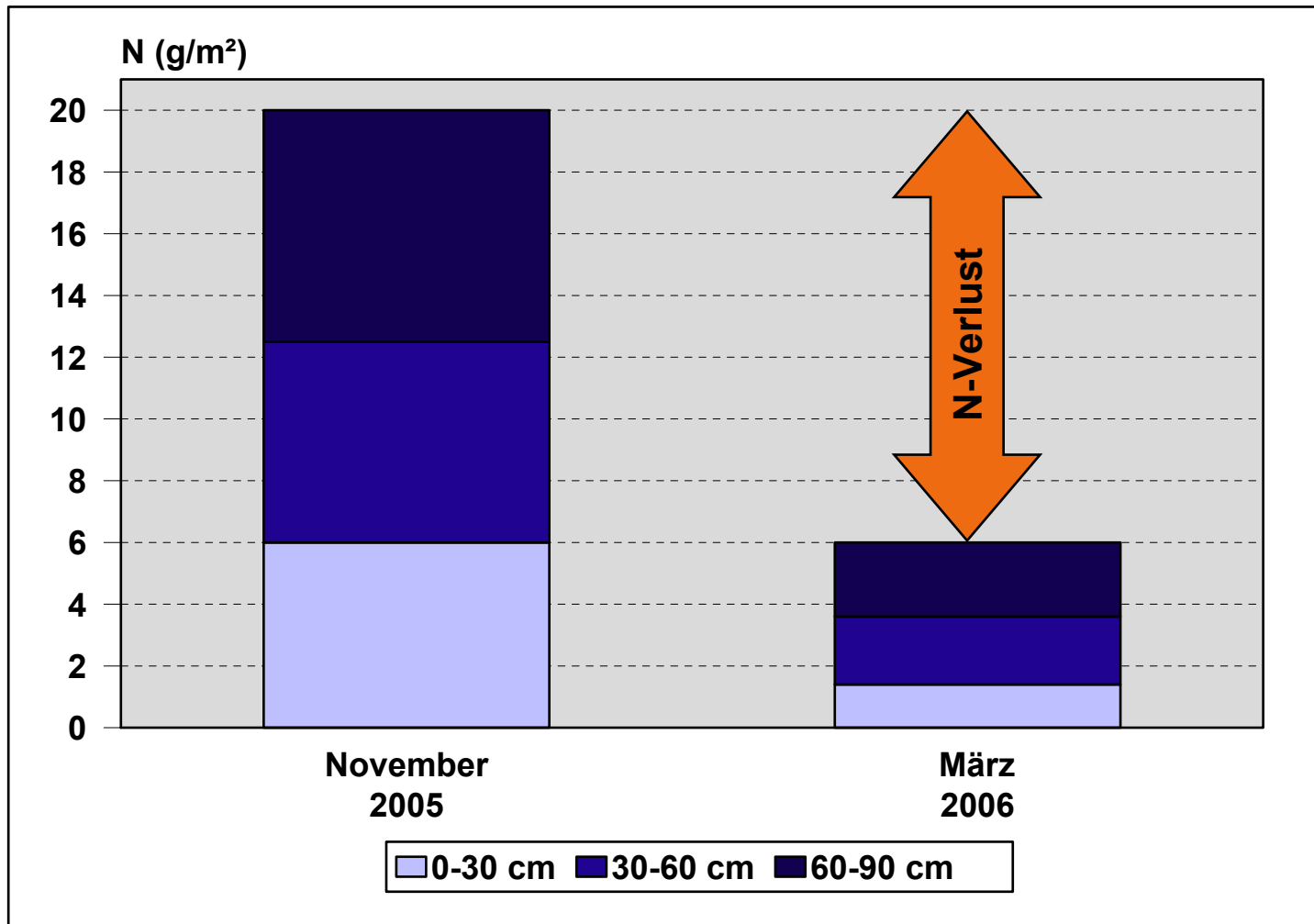


Auswirkungen einer überhöhten Stickstoff-Düngung bzw. von überhöhten N-Gehalten in Böden

Umwelt	<ul style="list-style-type: none">● Verschwendung von Energie● Nitrat-Einträge in das Grundwasser durch Auswaschung aus dem Boden ➔ Trinkwasserbelastung
Pflanzenbau	<ul style="list-style-type: none">● erhöhte Anfälligkeit gegen Krankheiten und Schädlinge● geringe Standfestigkeit
Ernteprodukte	<ul style="list-style-type: none">● verringerte Haltbarkeit● erhöhte Nitratgehalte● geringere Anteile an erwünschten Inhaltsstoffen



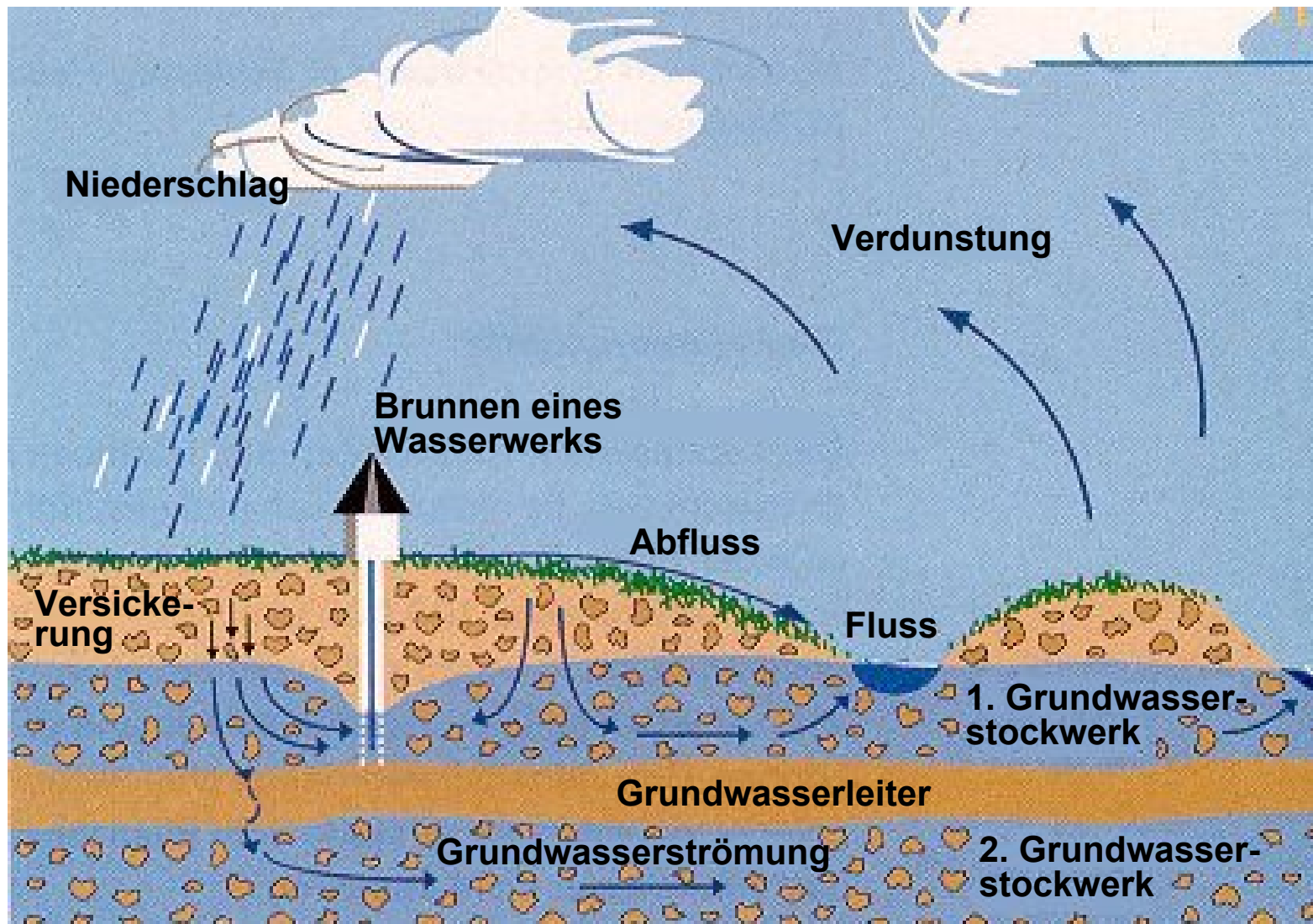
Mittelwerte für die Anlage Erding 2, n=14



N_{min}-Gehalte im November 2005 und März 2006

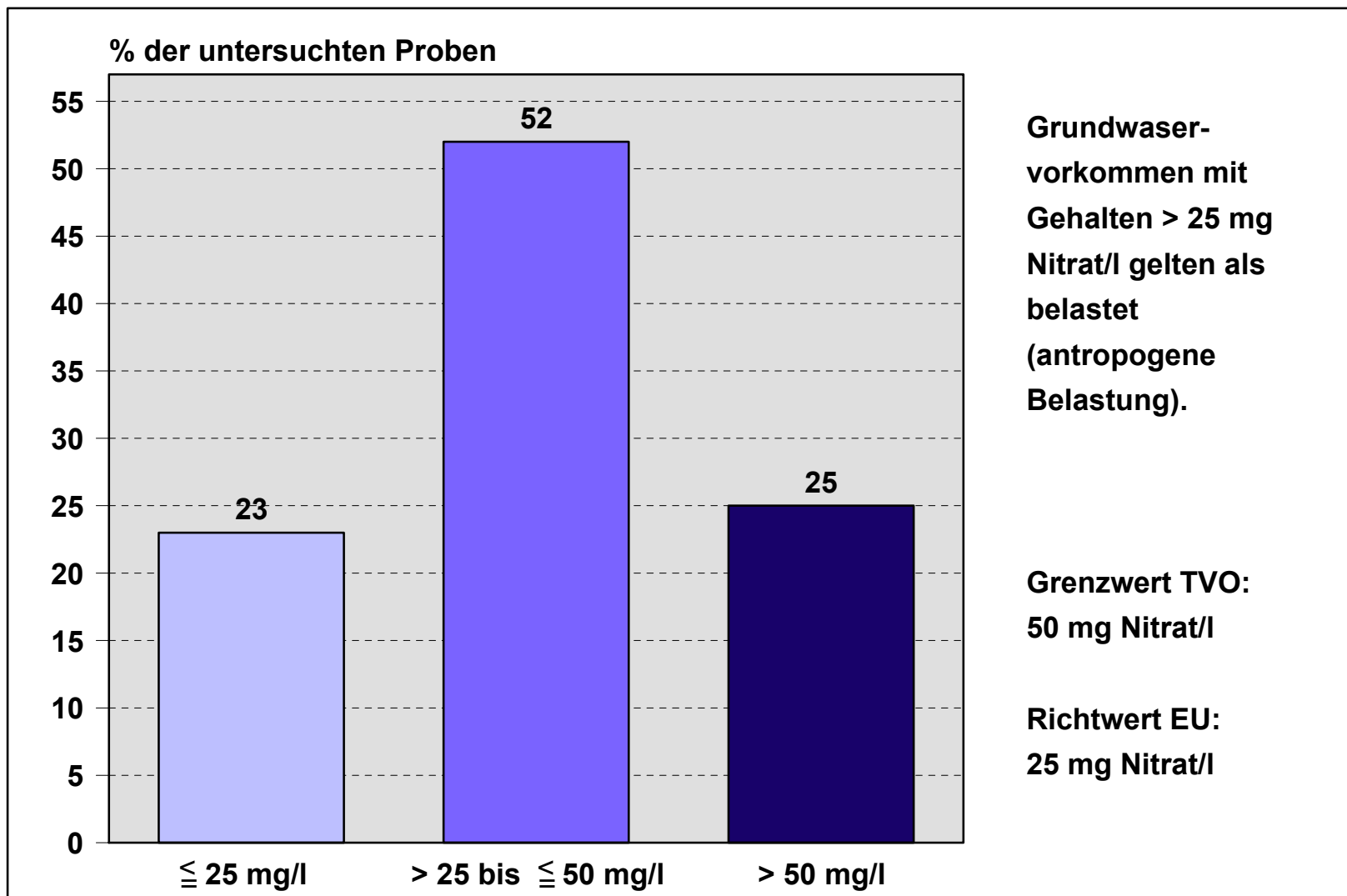
aus der Differenz der Gehalte ergibt sich ein Verlust von 14 g N/m² (= 70 %) durch Auswaschung





Grundwasserneubildung durch Versickerung von Niederschlagswasser









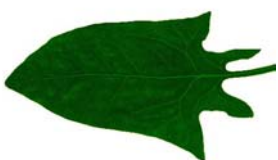
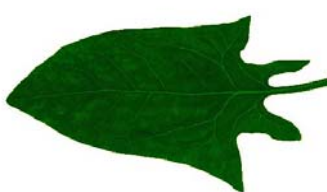
Nitrat im bayerischen Grundwasser (2000 Proben, 2003)



Auswirkungen einer überhöhten Stickstoff-Düngung bzw. von überhöhten N-Gehalten in Böden

Umwelt	<ul style="list-style-type: none">● Verschwendung von Energie● Nitrat-Einträge in das Grundwasser durch Auswaschung aus dem Boden ➔ Trinkwasserbelastung
Pflanzenbau	<ul style="list-style-type: none">● erhöhte Anfälligkeit gegen Krankheiten und Schädlinge● geringe Standfestigkeit
Ernteprodukte	<ul style="list-style-type: none">● verringerte Haltbarkeit● erhöhte Nitratgehalte● geringere Anteile an erwünschten Inhaltsstoffen



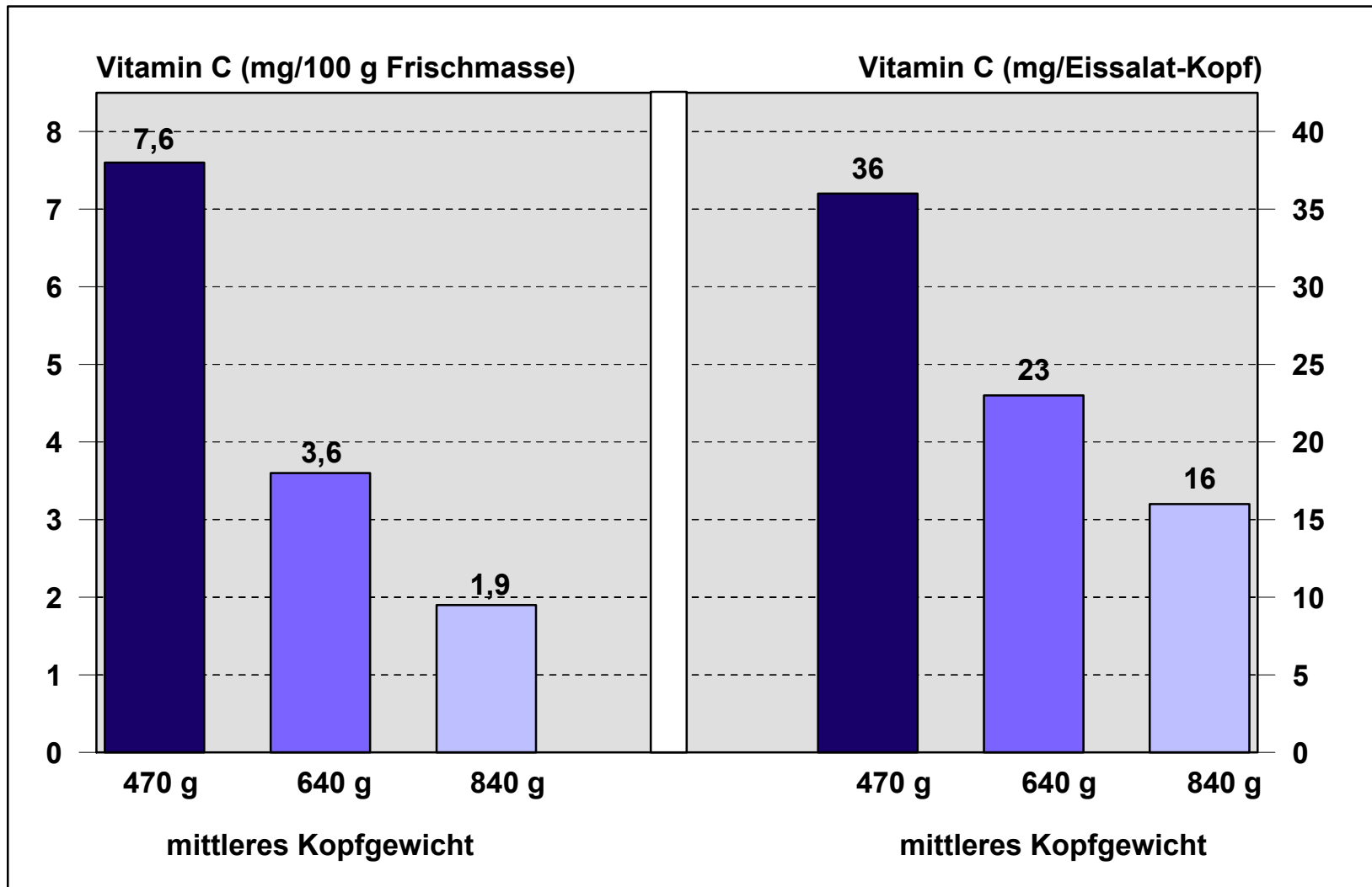
Stickstoffdüngung bei Spinat (g N/m ²)					
ohne	5	10	15	20	25
					
Ertrag (kg Spinat-Frischmasse/m ²)					
1,1	2,1	3,3	3,9	4,2	4,7

Nitratgehalt (mg NO ₃ /kg Spinat-Frischmasse)					
151	356	1057	1977	2555	2960
zulässiger Höchstwert: 2500 mg NO ₃ /kg Spinat-Frischmasse (Babynahrung: 250 mg/kg)					

von WHO (Weltgesundheitsorganisation) empfohlener ADI-Wert (Acceptable Daily Intake): 3,65 mg NO₃/kg Körpergewicht. Ein Erwachsener mit 80 kg Gewicht kann somit 292 mg Nitrat pro Tag zu sich nehmen, d.h.

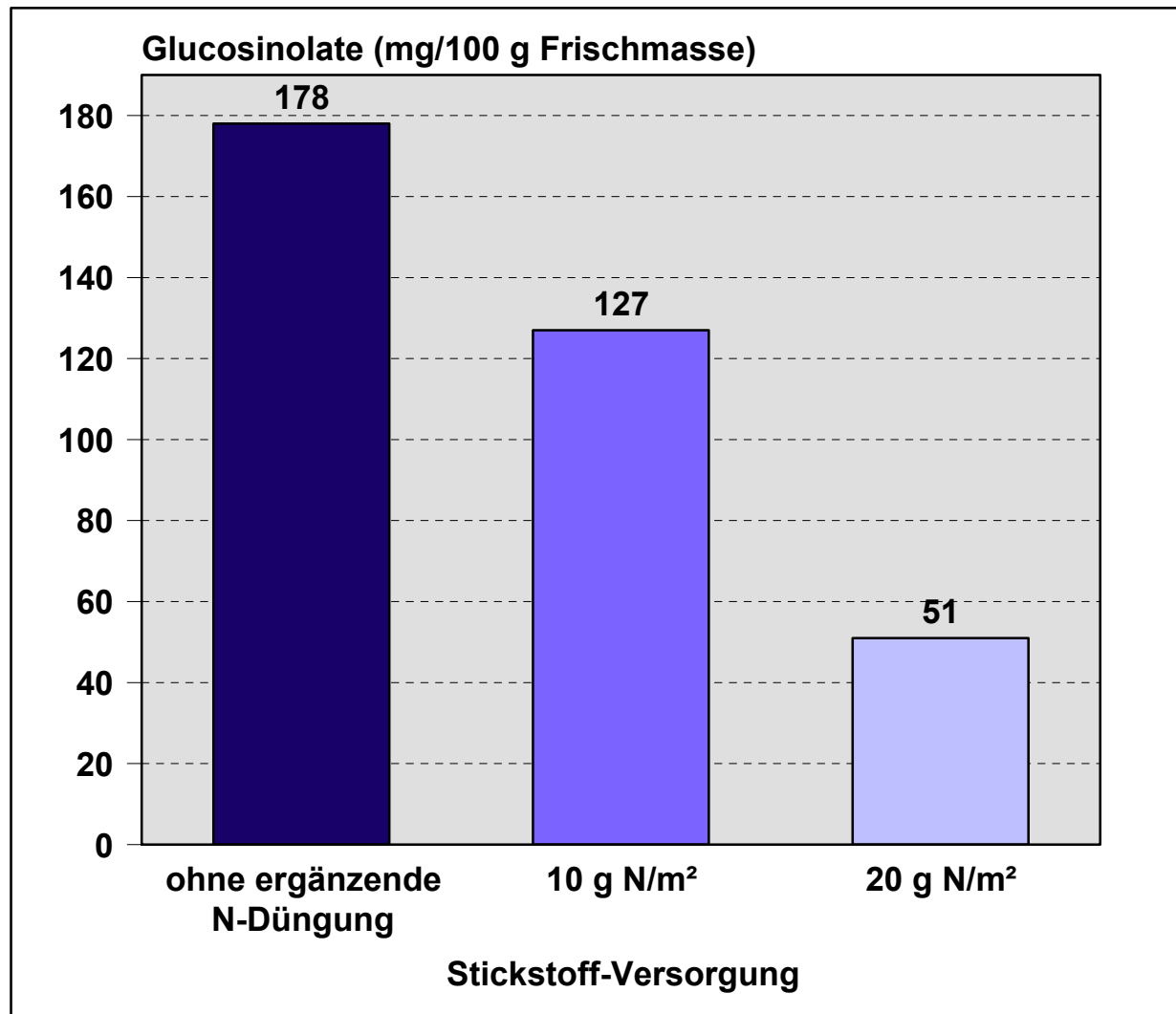
maximal zu empfehlender Spinat-Verzehr (g/Tag)					
1933	820	276	148	114	99





**Einfluss der Kopfgröße von Eissalat
auf den Vitamin C-Gehalt**





**Einfluss der Stickstoff-Düngung auf den
Glucosinolat-Gehalt von Brokkoli**

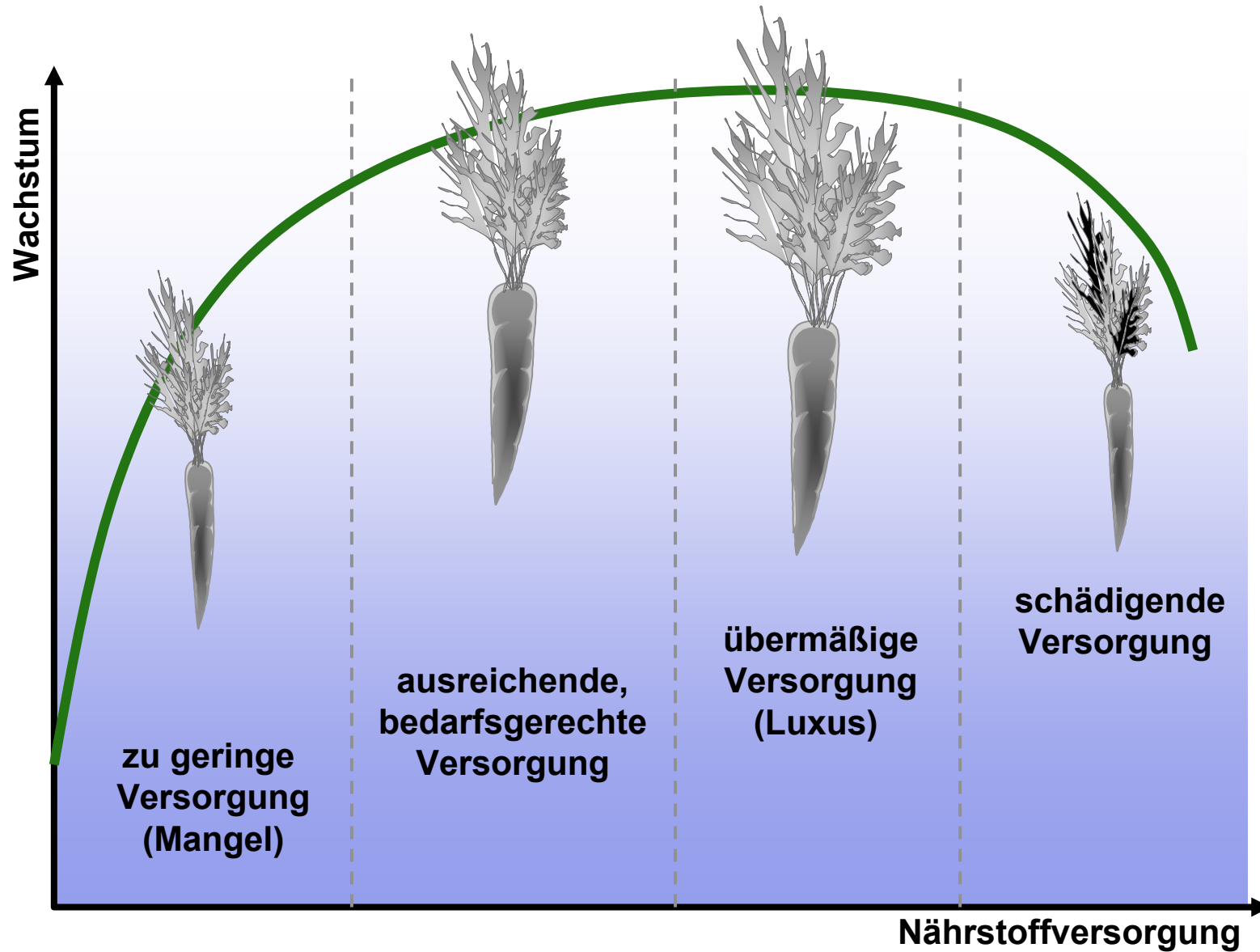


Sekundäre Pflanzenstoffe in Gemüse

- 10000 unterschiedliche Stoffe sind bislang bekannt (rund 30000 werden vermutet)
- sekundäre Pflanzenstoffe gelten als wichtiger Schutzfaktor gegen zahlreiche Krankheiten

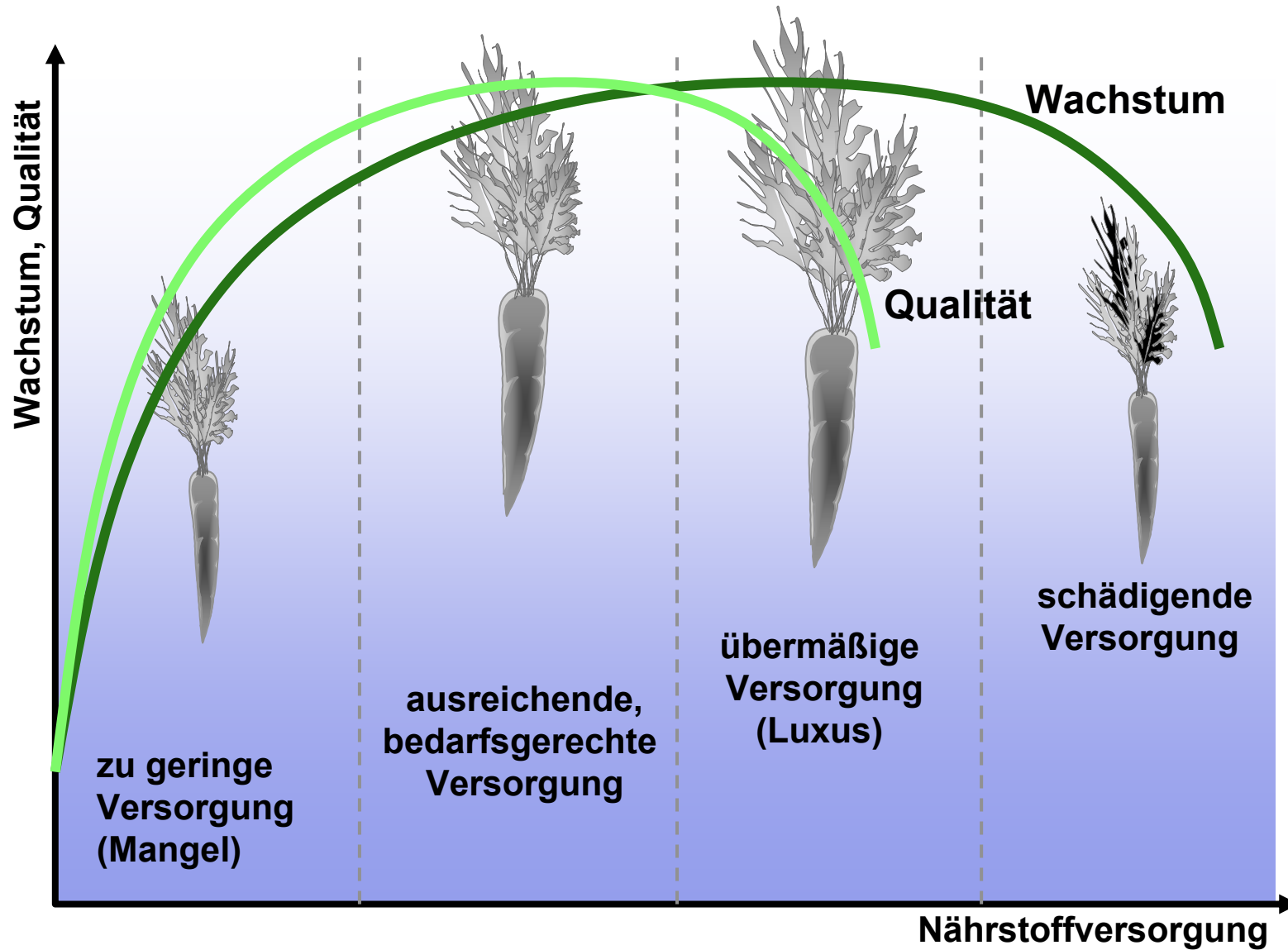
sekundäre Pflanzenstoffe	Wirkung (Funktion)					
Sulfide (Zwiebeln, Porree)						
Carotinoide (Spinat, Karotte, Tomate)						
Phytosterine (Brokkoli, Rosenkohl)						
Saponine (Bohne, Erbse, Spinat)						
Glucosinolate (Grünkohl, Spinat)						
Anthoziane (Aubergine, Rotkohl)						
	anticancerogen	antimikrobiell	antithrombotisch	antioxidativ	immunmodulierend	cholesterinsenkend





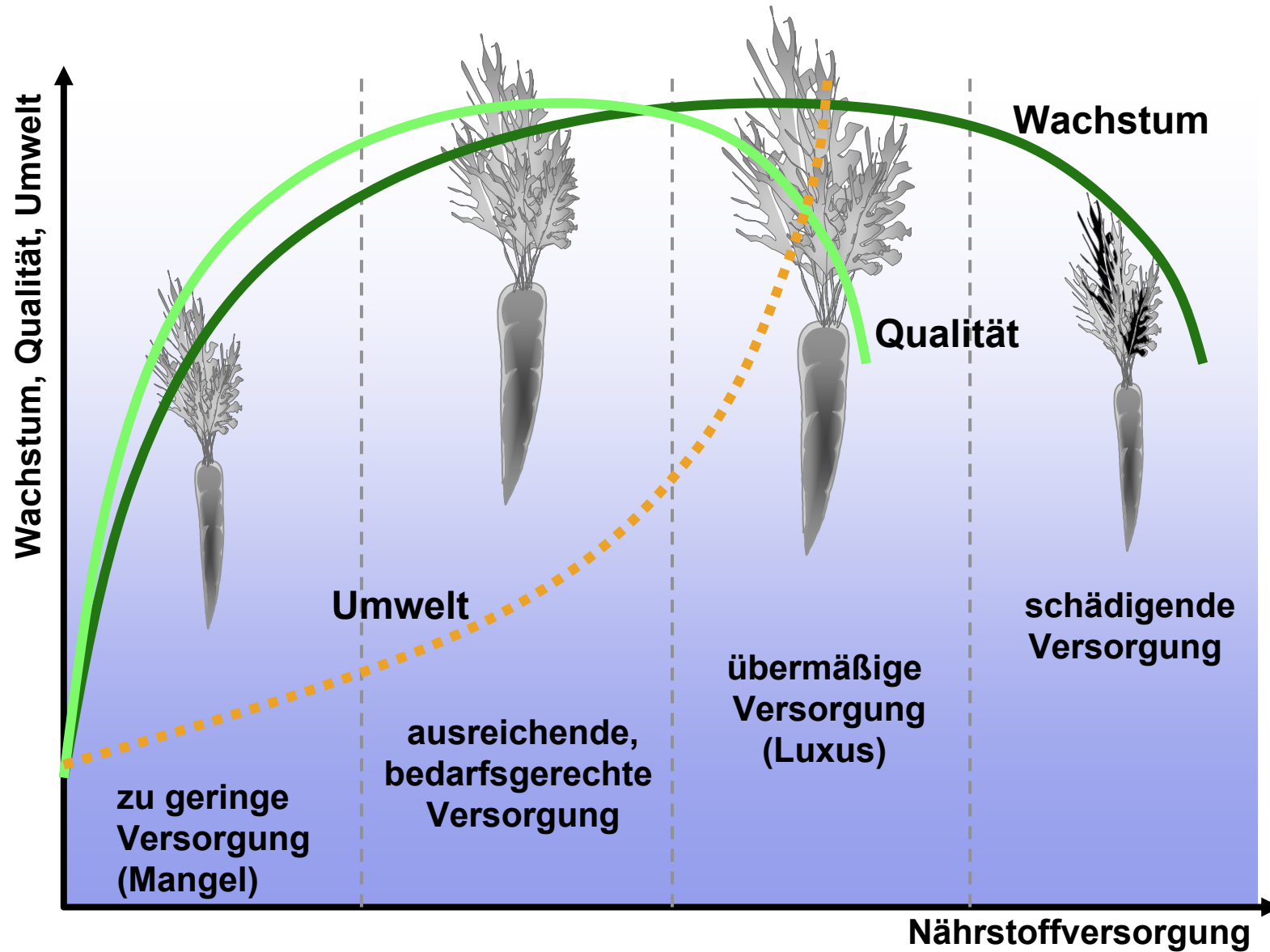
**Wachstum in Abhängigkeit von
der Nährstoffversorgung**





Wachstum und Qualität in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung

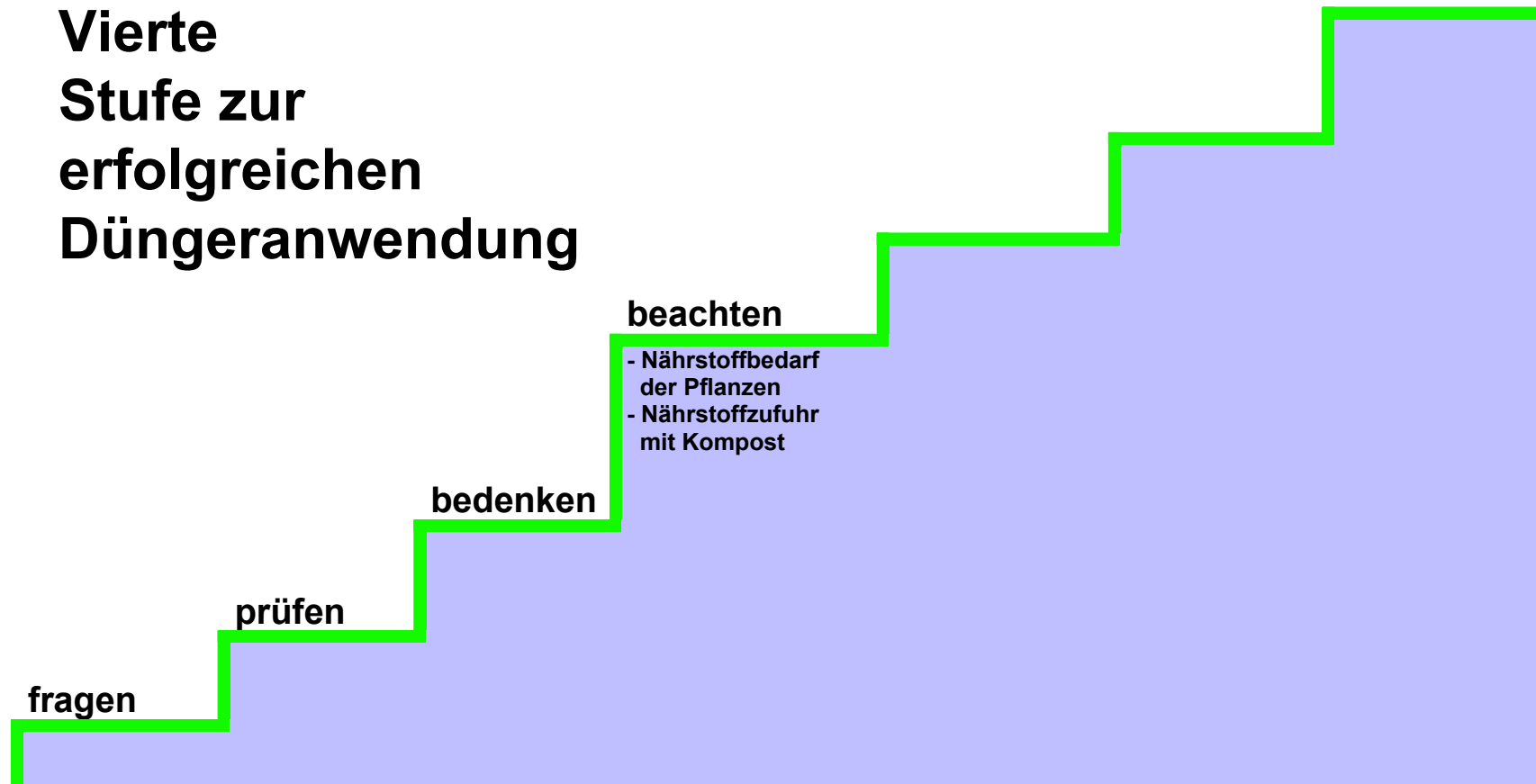




**Wachstum, Qualität und Umweltbeeinträchtigung
in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung**



Vierte Stufe zur erfolgreichen Düngeranwendung



Nährstoffgehalte von Gartenkomposten und Mist im Vergleich zu Düngemitteln

	Nährstoffgehalte (Durchschnittswerte in % TS)				
	Stallmist	Kompost	Hühnermist	Hornoska [®]	Nitrophoska perfekt [®]
Stickstoff (N)	0,6	1,0	3	8	15
Phosphat (P₂O₅)	0,3	0,7	2	4	5
Kali (K₂O)	0,6	0,8	1,5	10	20
Magnesium (MgO)	0,2	1,4	2	2	2

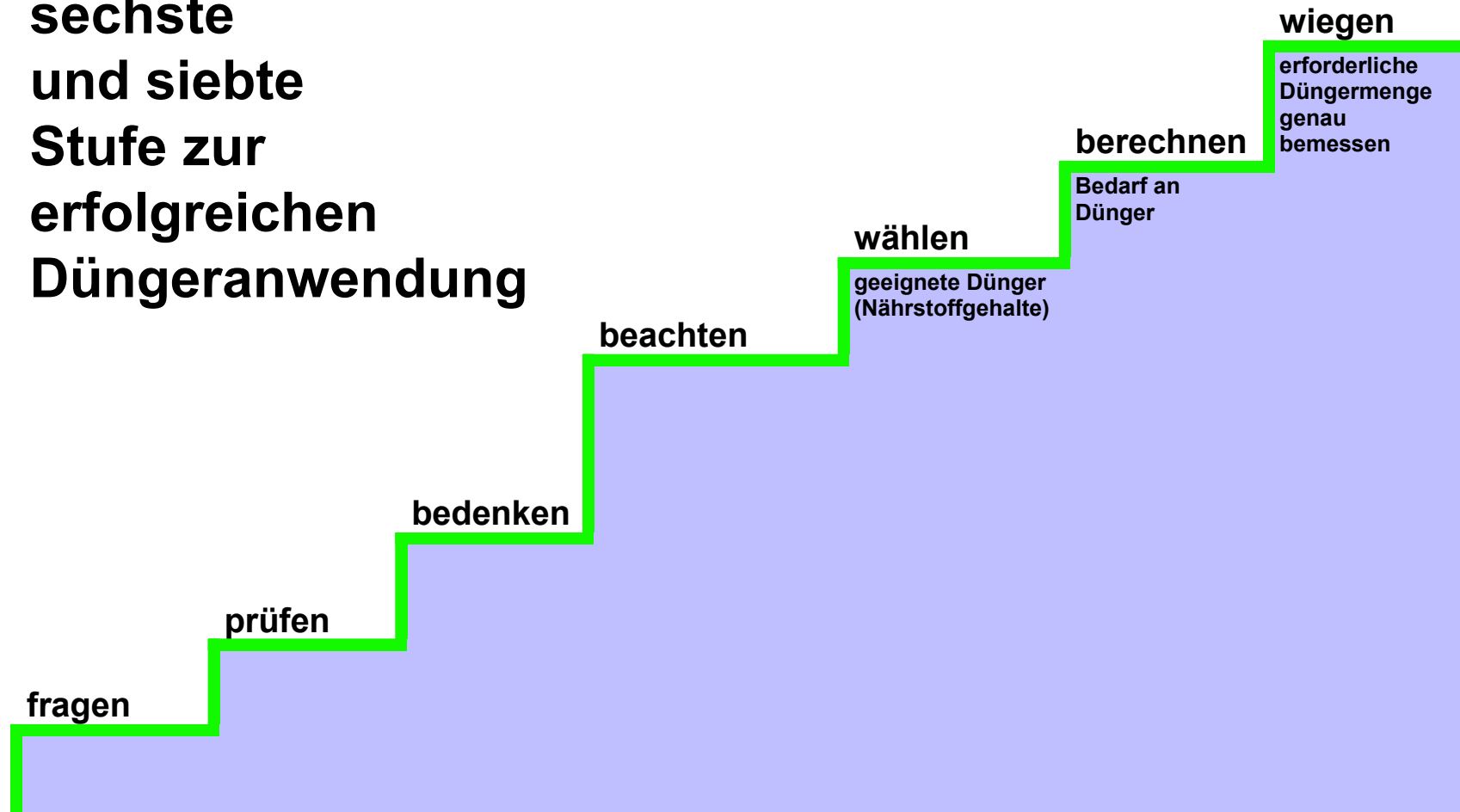


Nährstoffzufuhr mit Kompost- und Mistgaben im Vergleich zu Düngergaben

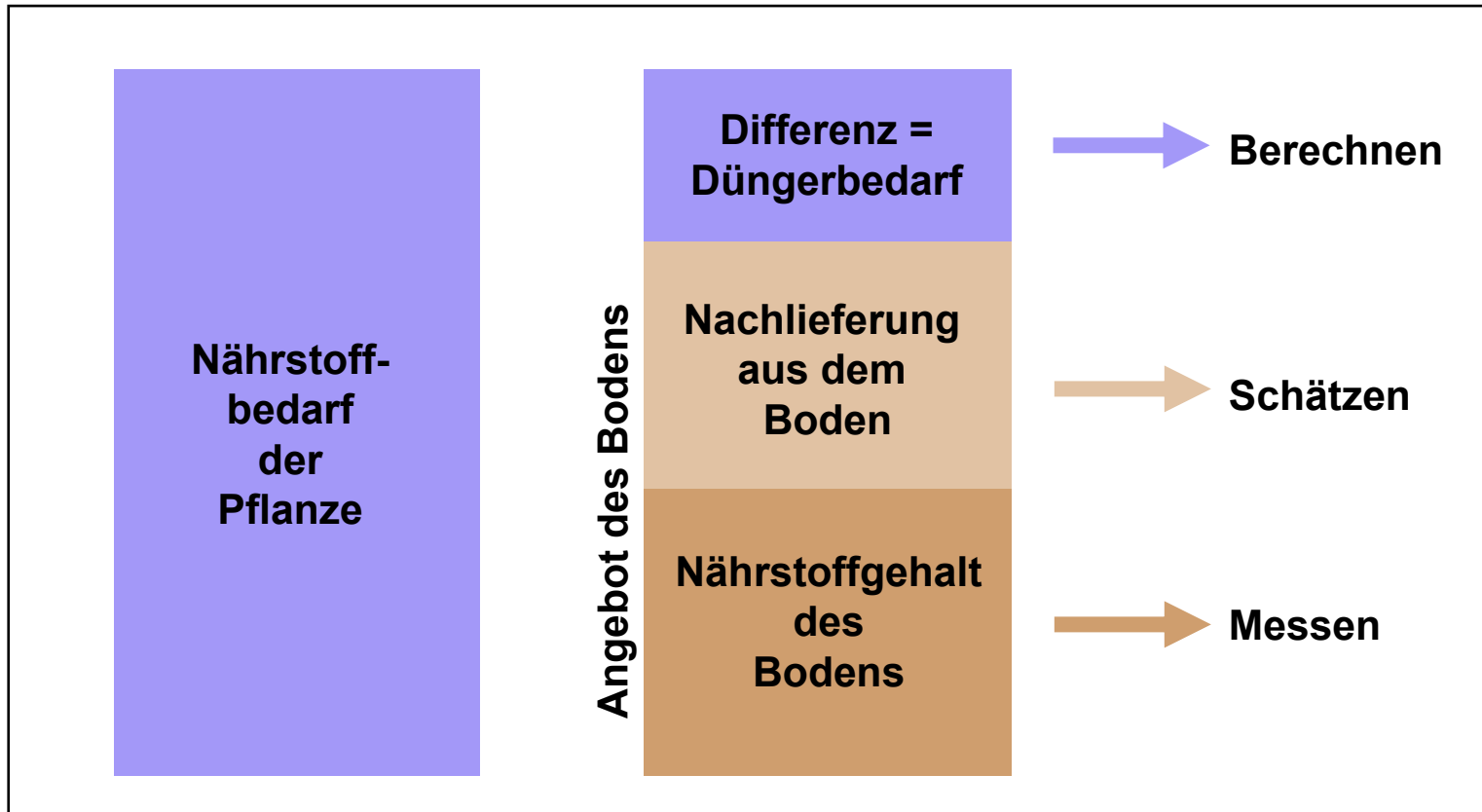
	Nährstoffzufuhr in g/m ²				
	mit 3 l Mist oder Kompost/m ²			mit 100 g Dünger/m ²	
	Stallmist	Kompost	Hühnermist	Hornoska [®]	Nitrophoska perfekt [®]
Stickstoff (N)	6	16	40	8	15
Phosphat (P₂O₅)	3	11	26	4	5
Kali (K₂O)	6	12	20	10	20
Magnesium (MgO)	2	22	26	2	2



**Fünfte,
sechste
und siebte
Stufe zur
erfolgreichen
Düngeranwendung**



Prinzip einer erfolgreichen Düngung



Düngerbedarf = Bedarf der Pflanze - Angebot des Bodens

Düngerbedarf ≠ Bedarf der Pflanze



Düngeempfehlung für eine Gemüsekultur unter Berücksichtigung des Nährstoffangebots im Boden

	Beispiel Weißkohl (16 Wochen)		
	Stickstoff (N)	Phosphat (P ₂ O ₅)	Kali (K ₂ O)
	g/m ²		
Nährstoffbedarf der Kultur	25	8	30
P- und K-Vorrat im Boden (Laborwerte)	---	180	120
N-Gehalt im Boden (Schnelltest)	10	---	---
N-Freisetzung im Boden (0,5 g/m ² ·Woche)	8	---	---
tatsächlicher Nährstoffbedarf	7	0	0
Düngeempfehlung: nur geringe N-Düngung erforderlich z.B. rund 60 g/m² Hornmehl, -grieß oder -späne (10-14 % N) bzw. rund 25 g/m² Kalkammonsalpeter (27,5 % N)			



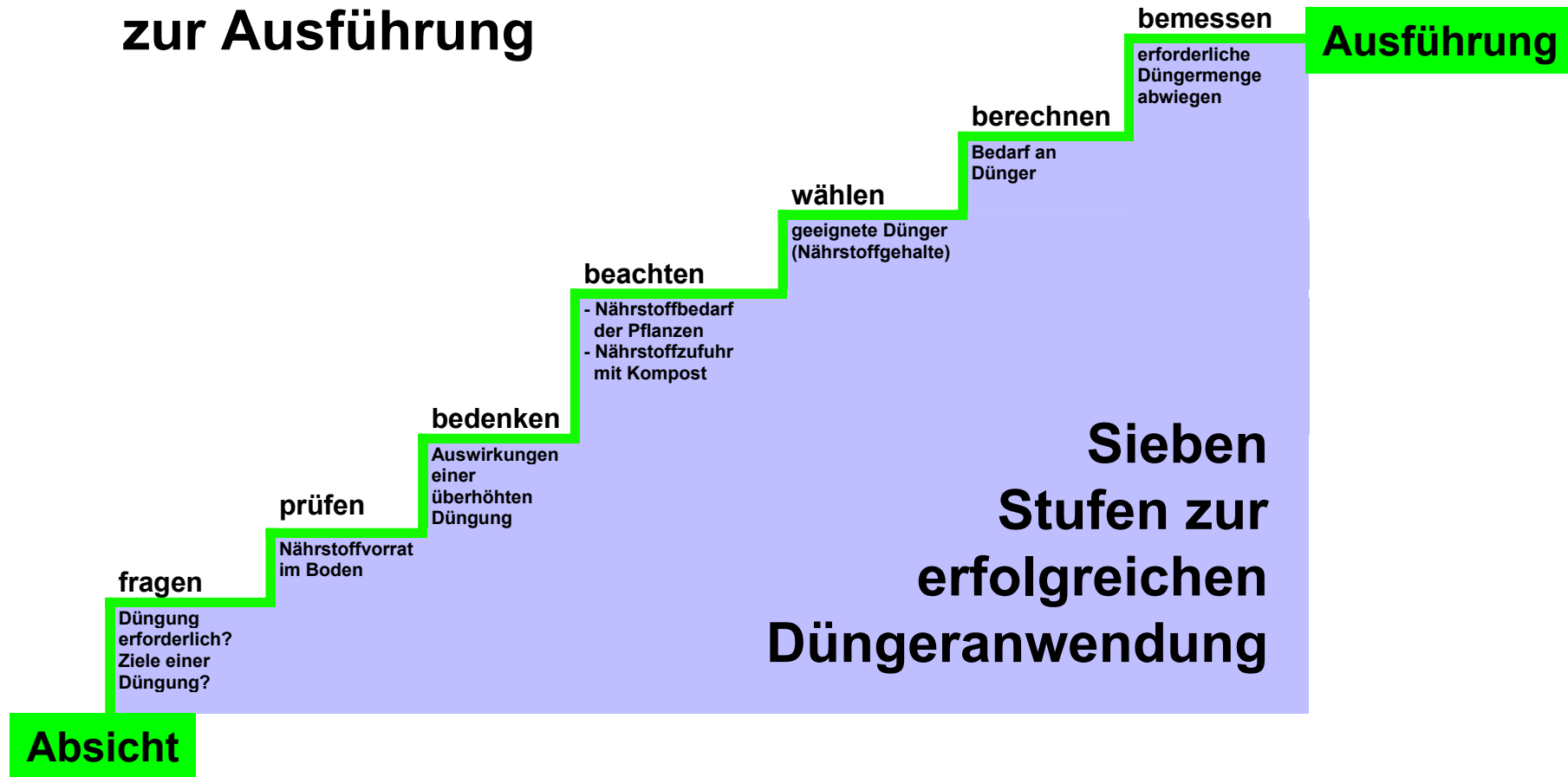
Düngeempfehlung für eine Gemüsekultur ohne Berücksichtigung des Nährstoffangebots im Boden

	Beispiel Weißkohl (16 Wochen)		
	Stickstoff (N)	Phosphat (P ₂ O ₅)	Kali (K ₂ O)
	g/m ²		
Nährstoffbedarf der Kultur	25	8	30
P- und K-Vorrat im Boden (Laborwerte)	---	?	?
N-Gehalt im Boden (Schnelltest)	?	---	---
N-Freisetzung im Boden (0,5 g/m ² ·Woche)	?	---	---
tatsächlicher Nährstoffbedarf	?	?	?
keine sinnvolle Düngeempfehlung möglich!			

Problemlösung auf ignorante Art			
NPK-Düngung, z.B. 165 g/m ² Nitrophoska Perfekt (15+5+20)	25	8	33
Überschuss durch Düngung	18	8	33



Von der Absicht bis zur Ausführung



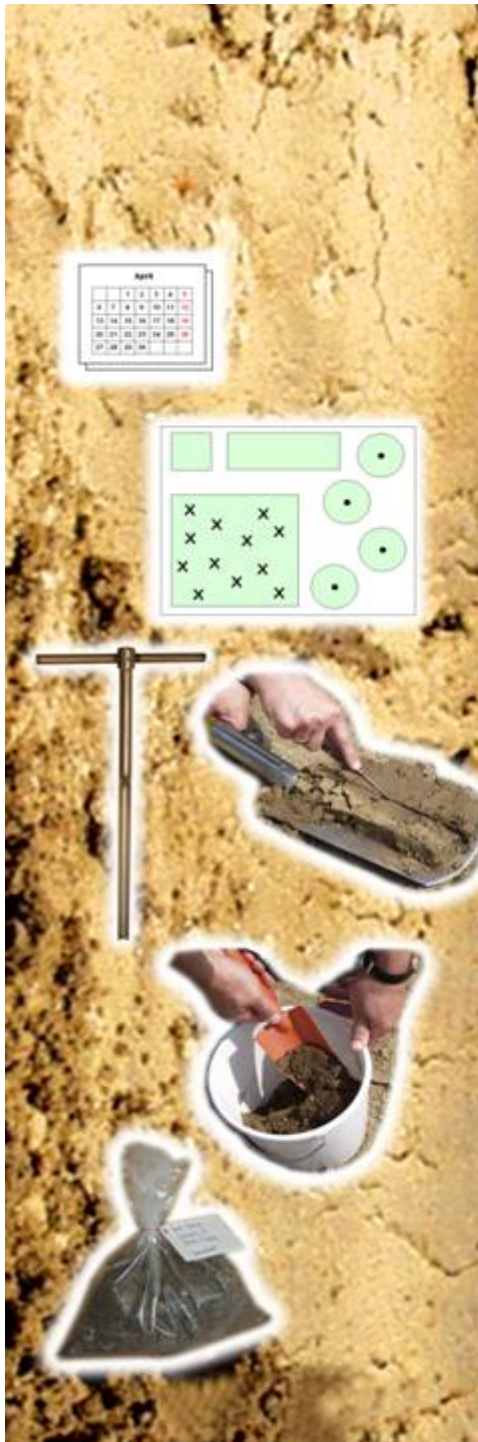
Vorgehensweise bei der Düngung im Garten	
veraltet	zeitgemäß
Unzeitgemäße Zielsetzung bei der Düngung (Maximalertrag)	Düngung nicht am Maximalertrag ausrichten (ausreichend hohen Ertrag anstreben)
Nährstoffbedarf der Pflanzen überschätzt	Informationen zum Nährstoffbedarf einholen (Merkblätter)
Nährstoffvorrat im Boden nicht bekannt	Boden auf Nährstoffgehalte untersuchen lassen - Ergebnisse der Bodenuntersuchungen bei der Düngung berücksichtigen
Verwendung von Mehrnährstoff-Düngern	Einzel Nährstoff-Dünger verwenden
Ausbringung der Düngemittel „nach Gefühl“	Düngemittel abwiegen
Kompost in überhöhten Mengen ausgebracht. Zusätzliche Düngung nicht reduziert.	pro Kultur maximal 1 bis 3 Liter Kompost/m² ausbringen (Kompost ist ein Düngemittel)



Zusammenfassung/Schlussfolgerung

- Die meist übermäßige Nährstoffversorgung der Gartenböden läuft nicht nur den individuellen Interessen des Freizeitgärtners zuwider, sie berührt auch generell die Belange des Umweltschutzes.
- Eine reduzierte Düngung ist in den meisten Gärten aufgrund sehr hoher Nährstoffvorräte im Boden zwingend geboten.
Die Nährstoffvorräte im Boden lassen sich durch eine Bodenuntersuchung ermitteln.
- Die Düngung im Garten wird nicht durch Verordnungen oder Gesetze geregelt. Dennoch sind die Hobbygärtner zu einem verantwortungsbewussten, d.h. gezielten und sorgsamem Umgang mit Düngemitteln aufgefordert.





Zeitpunkt

nicht nach einer Düngung am besten auf unbestellter Fläche
(Herbst/Frühjahr)

Entnahmestellen

10-15 Einstiche/100 m² auf einer einheitlich genutzten Fläche

Probenahme

Spaten: gleichmäßig 3-5 cm dicke Bodenscheibe abstechen, ca. 5 cm breiten Mittelstreifen mit dem Messer abtrennen

Bohrstock: senkrecht einstecken und unter Drehen herausziehen
Entnahmetiefe: ca. 60-90 cm

Proben in sauberem Eimer sammeln

Mischen

Proben gut vermischen, dabei Steine entfernen

Probe verpacken

ca. 500 g Boden in ungebrauchte Plastiktüte füllen
wasserfest und vollständig beschriften (Anschrift, Art der Fläche,
gewünschte Analysen: pH, P, K, Gesamt-N etc.), an Labor
senden

oder N_{min}-Test durchführen



Nitrat-Schnelltest - fachgerecht durchgeführt

1. Probe reiben



2. gesiebten Boden abwiegen



3. destilliertes Wasser zugeben



4. Boden-Wasser-Gemisch 3 – 5 Minuten kräftig schütteln



5. Lösung filtrieren



6. Nitrat-Messstäbchen eintauchen



7. Visuelle Auswertung ...



... oder mit Hilfe eines Reflektometers



8. Messwert umrechnen

