



Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



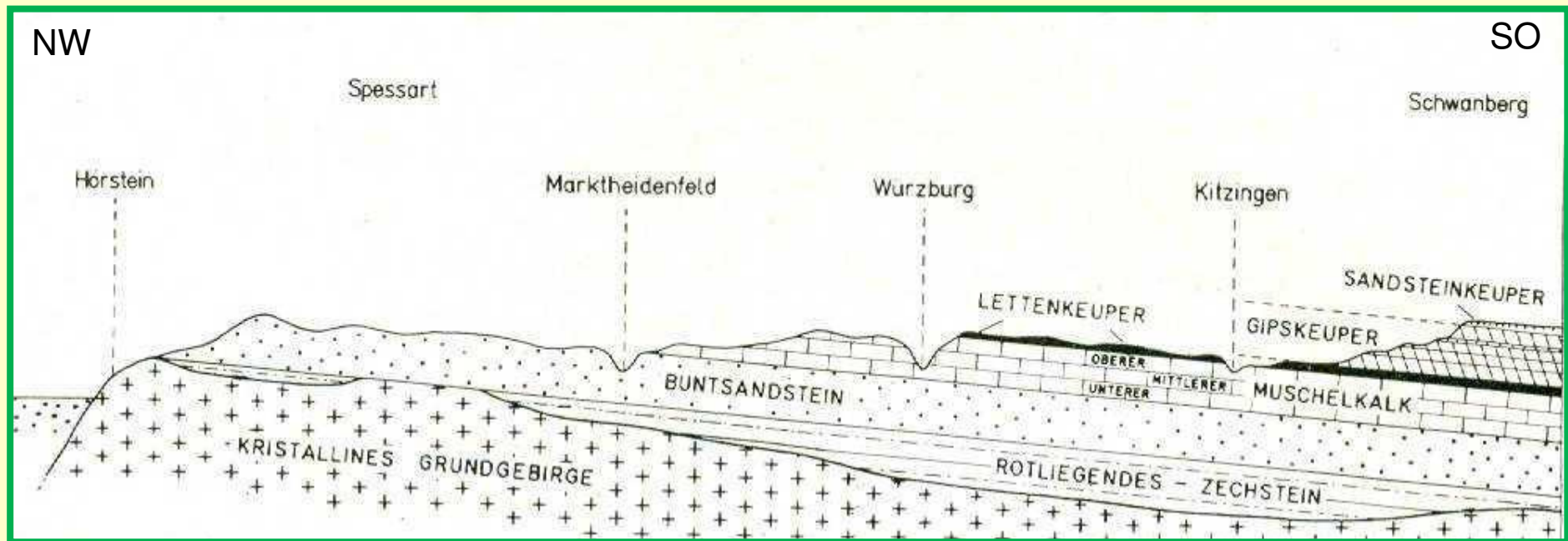
Kalkstandort Würzburg Probleme bei der Kultur von Gehölzpflanzen

Foto: IPM Images

J. V. Herrmann
Bayerische Landesanstalt
für Weinbau und Gartenbau

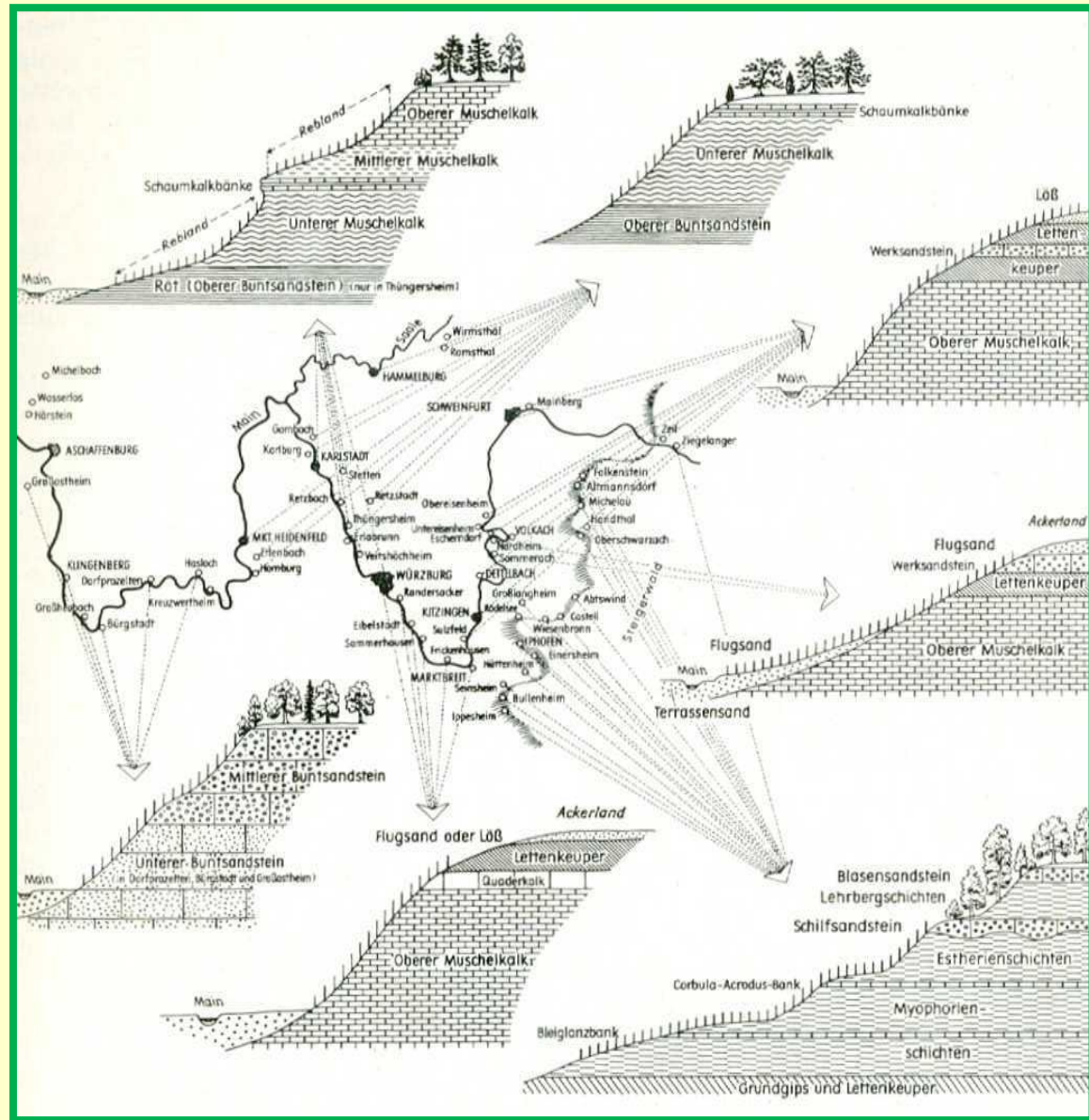
AG Arboretumsgärtner
Botanischer Garten Würzburg, 27. Februar 2010

Geologisches Profil durch das fränkische Weinbaugebiet



Nach Weber aus Rutte, 1957

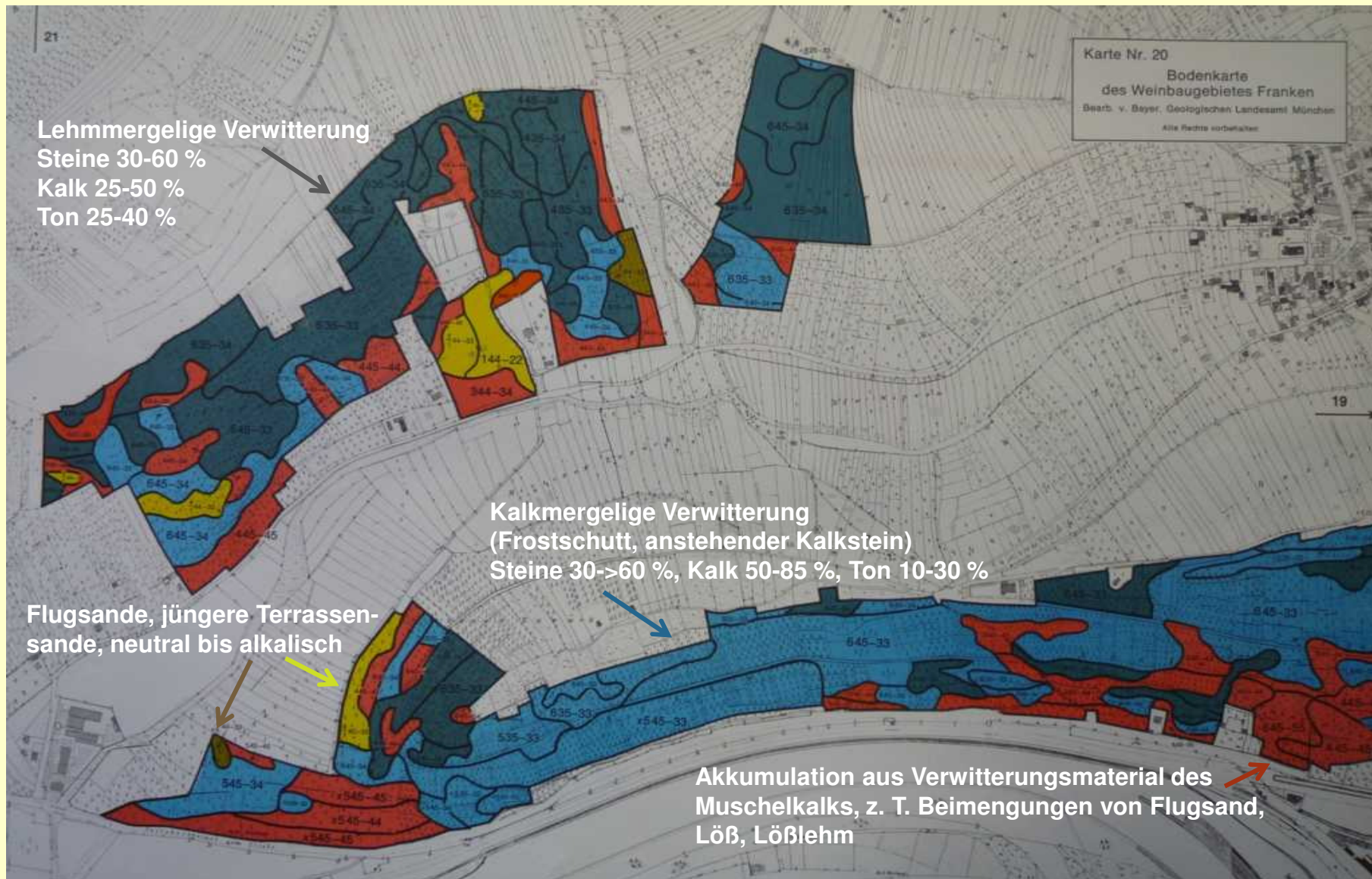
Geologische Verhältnisse und Formen der Geländeausbildung fränkischer Weinorte

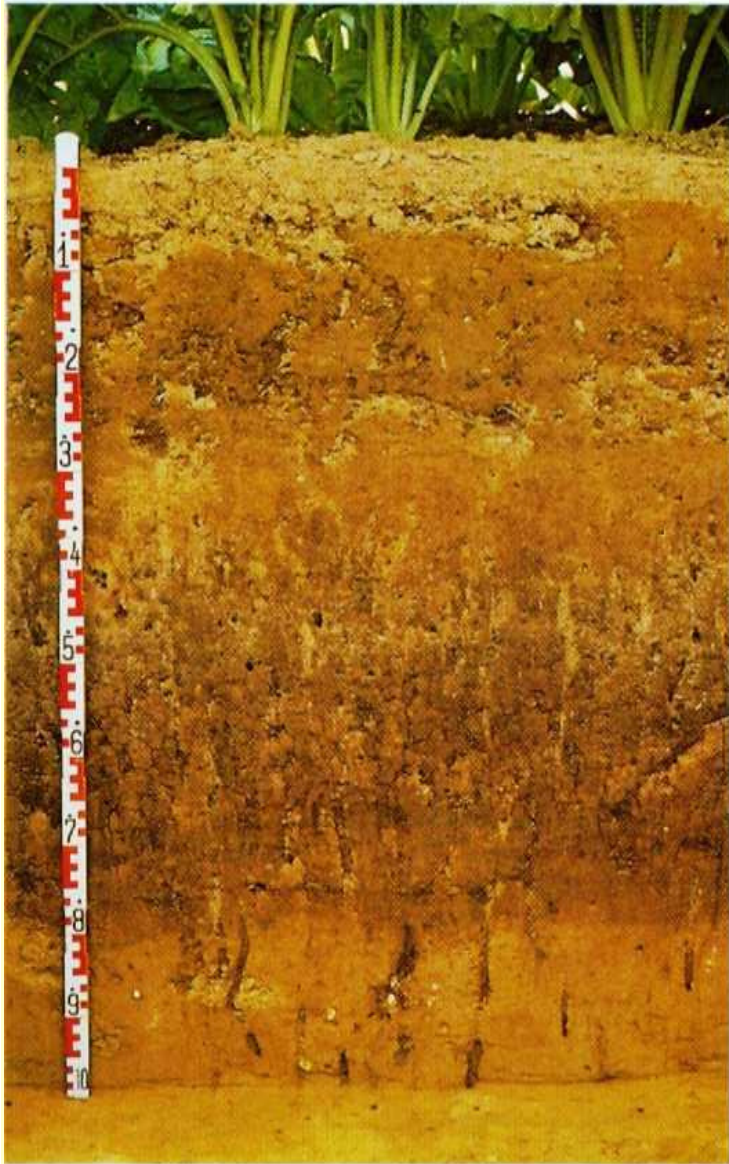


Wittmann, 1966



Weinberg-Bodenkarte – Würzburger Stein (Wittmann, 1966)





Parabraunerde aus Löß

Ap 0–28 cm

dunkelgraubrauner, stark humoser, stark lehmiger Schluff; feinbröckeliges bis krümeliges Gefüge; zahlreiche Wurmröhren; gut durchwurzelt

Al 28–42 cm

graubrauner, schwach humoser, schluffiger Lehm; feinsubpolyedrisches bis kohärentes Gefüge; Wurmröhren vorhanden; gut durchwurzelt

Bt 42–80 cm

dunkelbrauner, schwach humoser, schluffiger Lehm; polyedrisches Gefüge; zahlreiche Wurmröhren; mäßig durchwurzelt

Cv 80–100 cm +

gelbbrauner, stark kalkhaltiger, stark lehmiger Schluff; Kalkkonkretionen; Kohärentgefüge; starke Wurmtätigkeit; einzelne Wurzeln

PH	Carb. (%)	C:N
6,7	-	8,2
6,8	-	8,5
6,8	-	7.8
7,2	17	

Effektive Durchwurzelungstiefe (We): 100 cm
 Nutzbare Feldkapazität bis 100 cm (nFK We): 187 mm
 Bodenschätzung: L 3 Löß 79/78

Quelle: Diez, Weigelt, 1987



**Parabraunerde, mäßig erodiert,
aus Löß**

Ap 0–30 cm
dunkelgraubrauner, humoser, schluffiger Lehm;
krümeliges bis feinsubpolyedrisches Gefüge;
stark durchwurzelt

Bt 30–60 cm
rötlichbrauner, schluffig-toniger Lehm; feinpoly-
edrisches Gefüge, porös; zahlreiche Wurmgänge;
stark durchwurzelt

Cv 60–85 cm
gelbbrauner, sehr stark kalkhaltiger, stark lehmiger
Schluff; kohärent, porös; mäßig durchwurzelt

Cn 85–100 cm +
braungelber, sehr stark kalkhaltiger, lehmiger
Schluff; kohärent, porös; kaum durchwurzelt

Effektive Durchwurzelungstiefe (We): 85 cm
Nutzbare Feldkapazität bis 85 cm (nFK We): 180 mm
Bodenschätzung: L 3 LÖ 76/74

PH	Carb. (%)	C:N
7,1	-	8,8
6,7	-	
7,5	24	
7,5	27	

Quelle: Diez, Weigelt, 1987



Pseudogley aus Lößlehm

Ah 0–10 cm

dunkelbraungrauer, stark humoser, sandig-lehmiger Schluff; Krümelgefüge, porös; zahlreiche kleine Konkretionen; zahlreiche Wurmrohren; gut durchwurzelt

Sw 10–45 cm

hellgrauer, schluffiger Lehm; subpolyedrisches Gefüge, z. T. leicht plattig; zahlreiche Konkretionen bis 6 mm Ø; Wurmrohren vorhanden (Stauwasserleiter); gut durchwurzelt

Swd 45–70 cm

grau- und rostbraungefleckter (marmorierter) sandig-schluffiger Lehm; grobpolyedrisches Gefüge; Konkretionen bis 10 mm Ø; auf Klüften durchwurzelt (Übergangshorizont)

Sd 70–100 cm +

rostbrauner, leicht graugefleckter toniger Lehm; grobpolyedrisches Gefüge, sehr dichte Lagerung (Staukörper, bei Wassersättigung dicht)

Effektive Durchwurzelungstiefe (We): 70 cm
 Nutzbare Feldkapazität bis 70 cm (nFK We): 121 mm
 Bodenschätzung: L III b 2 43/40 (als Acker L 6 D 43/40)

PH	Carb. (%)	C:N
5,5	-	8,9
5,3	-	8,7
4,8	-	
5,1	-	

Quelle: Diez, Weigelt, 1987



Brauner Auenboden aus lehmig-sandigen Talsedimenten

Ah 0–20 cm
 dunkelgraubrauner, humoser, stark lehmiger Sand; Krümelgefüge, porös; sehr gute Durchwurzelung

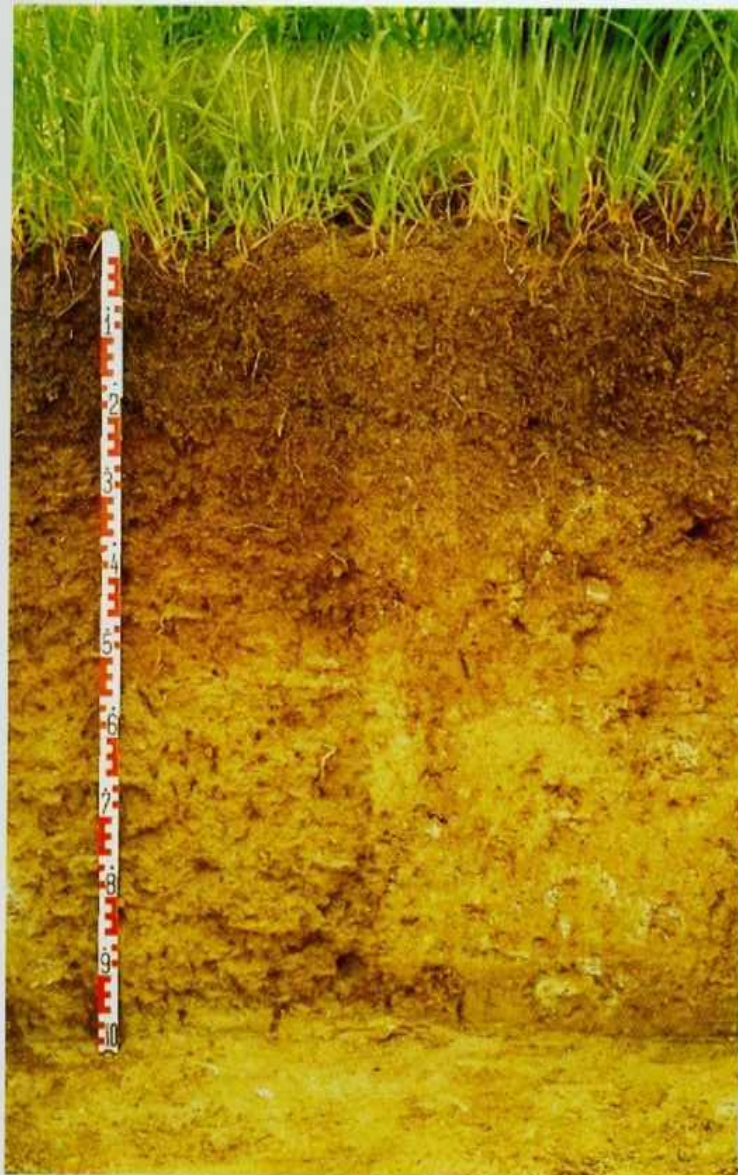
aM 20–80 cm
 brauner, graugelb gefleckter, lehmiger Sand; Einzelkornggefüge, schwach kohärent, stark porös; im oberen Teil noch gut durchwurzelt

aMGo 80–100 cm +
 braungelb gefleckter Sand bis stark lehmiger Sand; Einzelkornggefüge; stark luft- und wasser-durchlässig; vereinzelt Konkretionen

PH	Carb. (%)	C:N
6,0	-	9,7
6,4	-	8,9
6,5	-	

Effektive Durchwurzelungstiefe (We): 70 cm
 Nutzbare Feldkapazität bis 70 cm (nFK We): 118 mm
 Bodenschätzung: IS II a 2 53/50

Quelle: Diez, Weigelt, 1987



Kalkbraunerde aus Kalkmergel

Ap 0–27 cm

dunkelgraubrauner, humoser, kalkhaltiger, schluffig-toniger Lehm; krümelig-bröckeliges Gefüge; zahlreiche Wurmgänge; sehr gute Durchwurzelung

Bv 27–55 cm

mittelbrauner, kalkhaltiger, schluffig-toniger Lehm; feinpolyedrisches Gefüge, porös; zahlreiche Wurmgänge; stark durchwurzelt

Cv 55–100 cm +

hellgraubrauner, stark kalkhaltiger, stark toniger Lehm; kohärent, porös; zahlreiche Wurmgänge

PH	Carb. (%)	C:N
6,8	5	7,9
7,2	12	
7,5	41	

Effektive Durchwurzelungstiefe (We): 85 cm
 Nutzbare Feldkapazität bis 85 cm (nFK We): 119 mm
 Bodenschätzung: L 4 V 63/58

Quelle: Diez, Weigelt, 1987

Rigosol

in einem Weinberg
aus kalkmergelig-
gem Hangschutt

Verdichteter C-Horizont
bildet eine
Durchwurzelungsbarriere

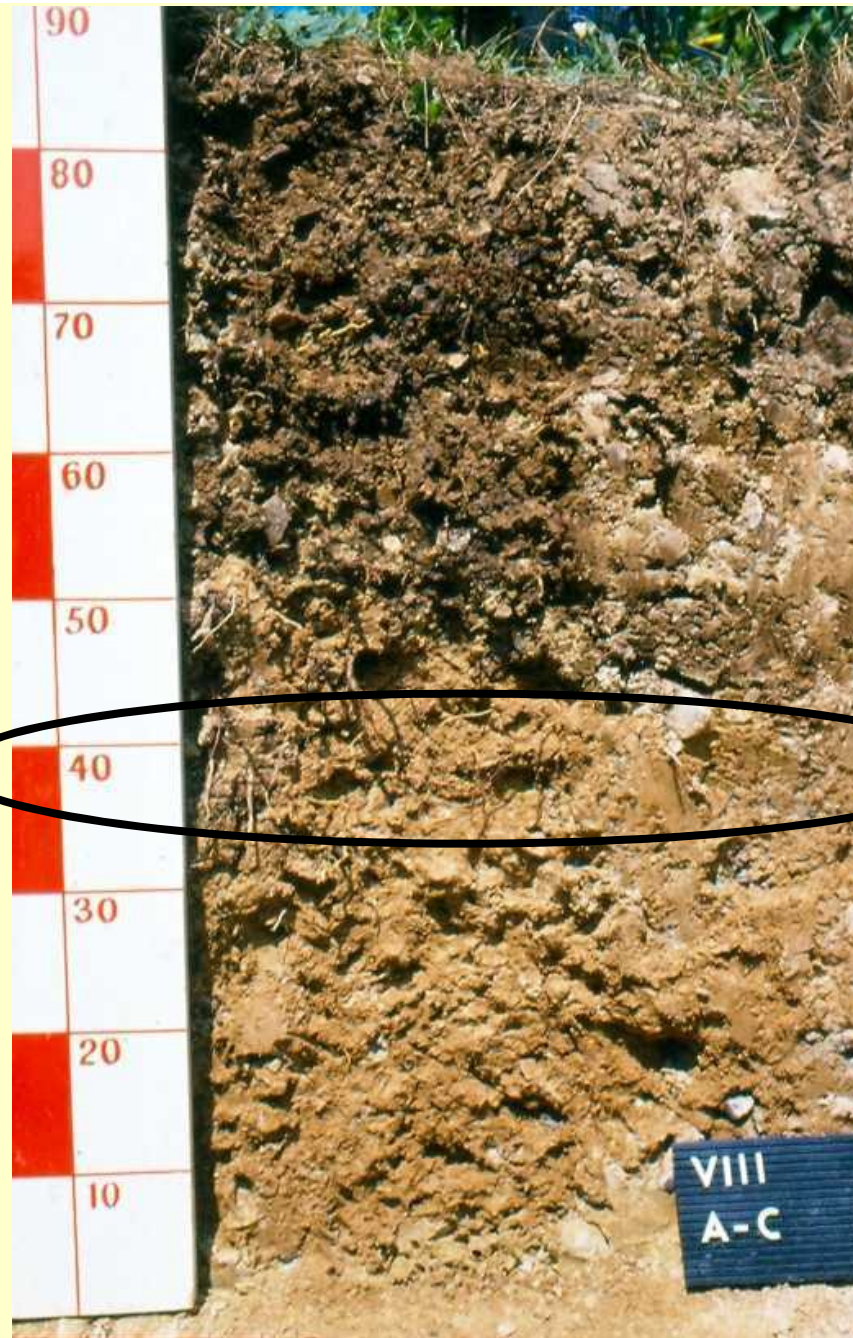
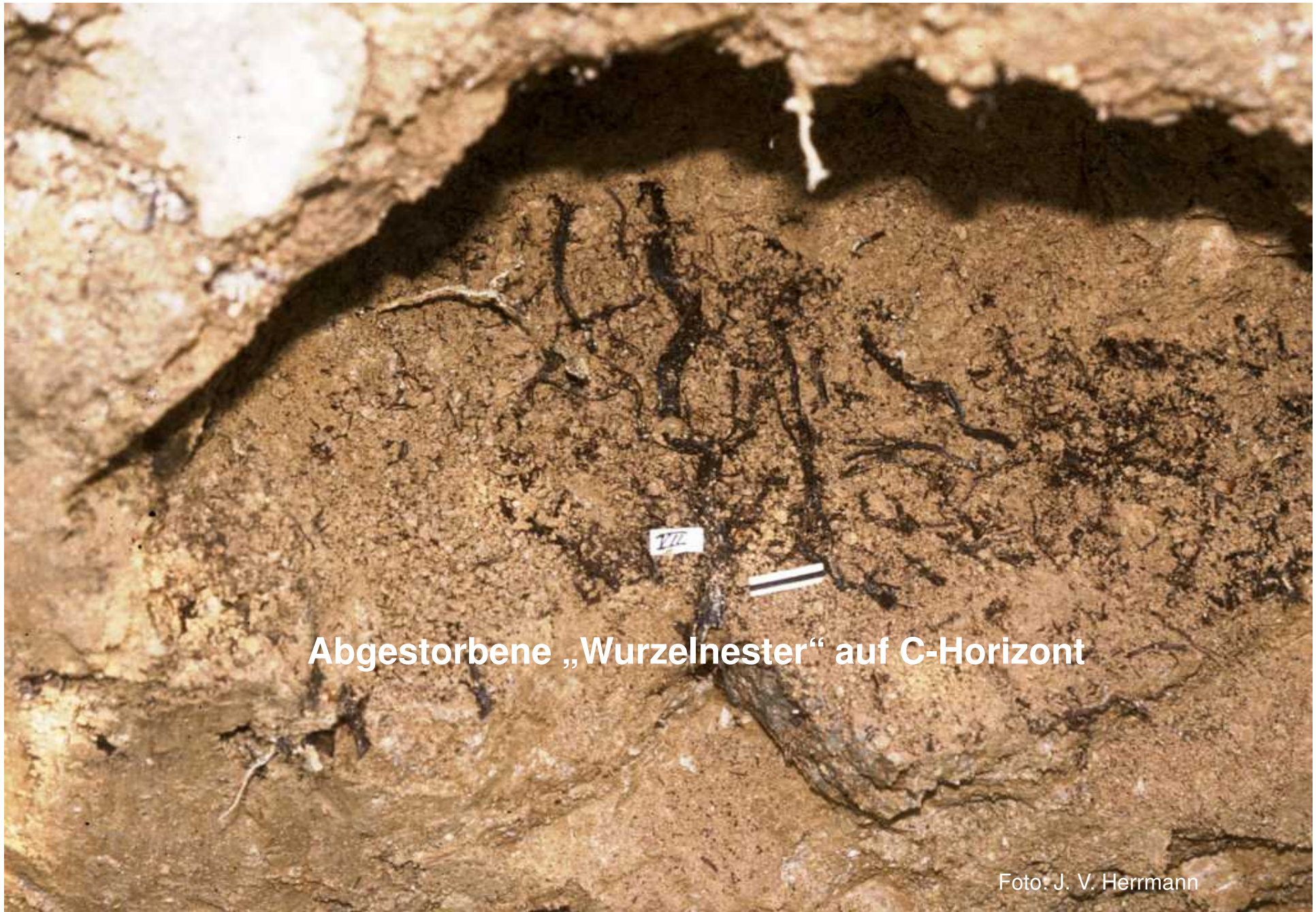


Foto: J. V. Herrmann



C-Horizont aus verdichtetem Hangschutt bildet eine Durchwurzelungsbarriere

Foto: J. V. Herrmann



Abgestorbene „Wurzelnester“ auf C-Horizont

Foto: J. V. Herrmann

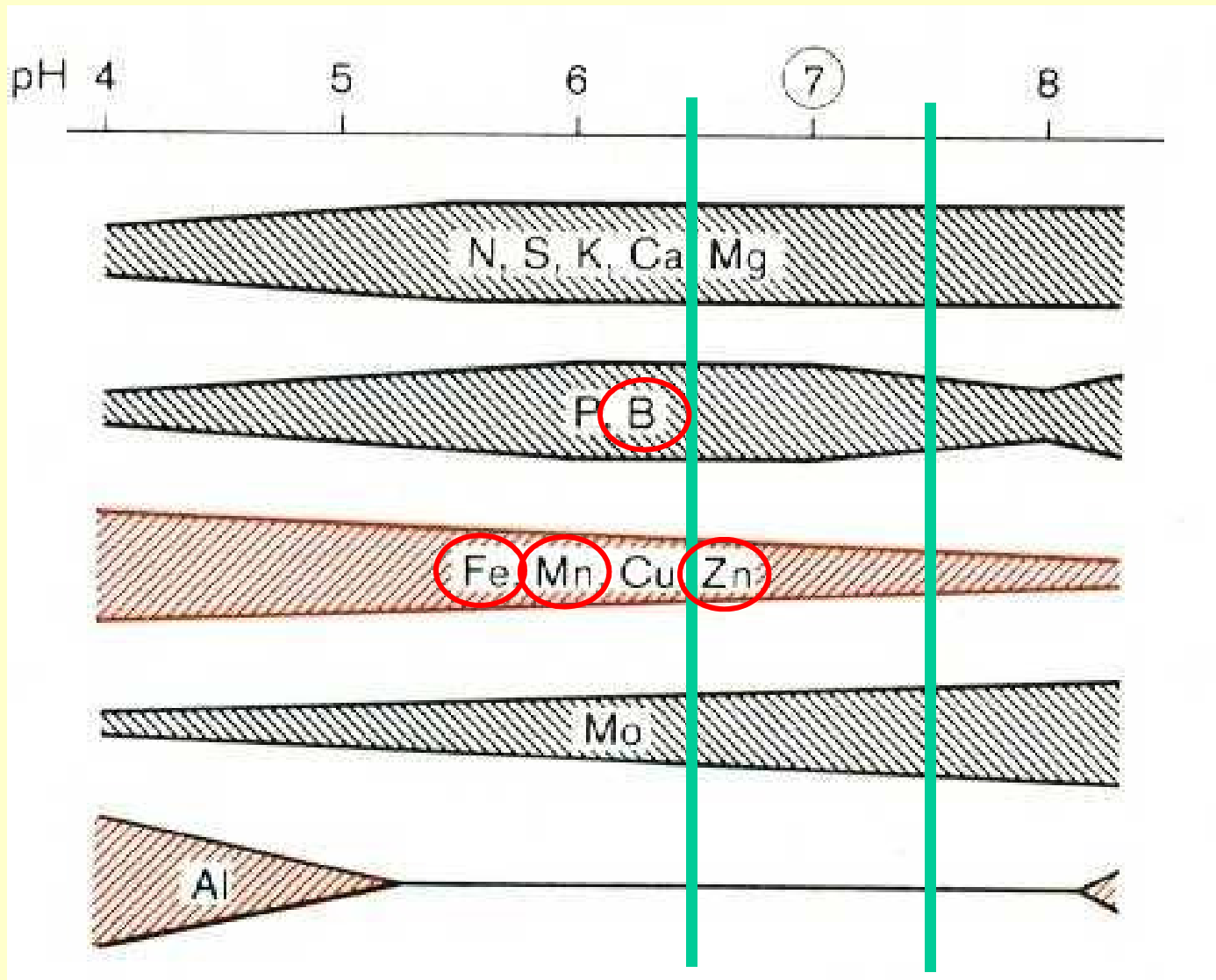
Löss

- ☞ Ein ursprünglich „äolisches“ Sediment
- ☞ Heute im Bereich des heutigen C-Horizontes mancher Weinbergsböden „pikelhart“



Foto: J. V. Herrmann

MuKalk-Böden: pH-Wert und Nährstoffverfügbarkeit



Quelle: Fink, 1982

Eisen-Mangel-Chlorose

„Älteste“ beschriebene Nährstoffmangelkrankheit bei Pflanzen (Gris, 1844)

Natürliche Eisenressourcen

In Kulturböden : 40.000 – 80.000 kg/ha

☞ Pflanzenbedarf: 0,3 bis 1,5 kg/ha und Jahr

☛ Verfügbarkeit

☞ als Fe^{3+} im Boden „bevorratet“

☞ als Fe^{2+} und Fe-Chelat Aufnahme und Transport in der Pflanze

~ Bodenphysikalische, chemische Faktoren

~ Klimatische Bedingungen (Witterung)

~ Wechselwirkungen mit anderen Nährstoffelementen

~ Pflanzenspezies, Sorte

Eisen-Mangel-Chlorose

Bodenphysikalische, chemische Faktoren

Fe-Mangel kommt auf alkalischen, neutralen und auch sauren Böden vor!

- ☛ Böden mit pH-Wert > 6-7, kalkreich, hohe Tongehalte („**Kalkchlorose**“)
 - ☞ Anreicherung von Hydrogencarbonat (HCO_3^-), („Bikarbonat“) führt zu Störungen des pflanzlichen Stoffwechsels
 - ▶ Hemmung
 - ◆ Fe-Aufnahme
 - ◆ Fe-Transport in der Pflanze
 - ☞ Stauende Nässe
 - ☞ Bodenverdichtung
 - ☞ Bodenverschlämmung
 - ☞ O_2 -Mangel → CO_2^- , H_2S - Anreicherung
 - ☞ Ungenügend verrottete organische Substanzen (↑ CO_2 -Bildung)
 - ☛ **Gut verrottete organische Substanz → chelataktive Verbindungen (Huminsäurevorstufen) → Verbesserung der Fe-Aufnahme**

Eisen-Mangel-Chlorose

Klima-, Witterungsbedingungen

„Schlechtwetterchlorose“

Plötzliche Fe-Mangel-Chlorose, wenn eine warme, wüchsige Witterungsphase in kaltes, nasses Wetter mit geringer Lichteinstrahlung umschlägt
☞ Bodenfeuchte und Kälte → mehr CO_2 im Boden gelöst

Foto: LWG, Veitshöchheim



Eisen-Mangel-Chlorose



Foto: LWG, Veitshöchheim

Eisen-Mangel-Chlorose

Wechselwirkungen mit anderen Nährelementen

- ☞ Konkurrenz um Bindung an pflanzeneigenen Chelatoren
(Cu > Ni > Co > Zn > Cr > Mn)
- ☞ Ausfällung von Fe durch hohe Phosphatgehalte (in Boden, Pflanze)
- ☞ NO₃-Düngung behindert, NH₄-Düngung begünstigt Fe-Aufnahme

Eisen-Mangel-Chlorose

Wurzelwachstum

- ☛ Fe-Aufnahme über Wurzelspitzen
 - 💣 Bodenverdichtung
 - 💣 Ungenügende Drainage (Wasser, Luft)

Eisen-Mangel-Chlorose

Funktionen des Eisens im pflanzlichen Stoffwechsel

Valenzwechsel: $\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$ (Oxidation-, Reduktionsprozesse)

☛ Prostethische Gruppe von Enzymen

- ▶ Katalasen, Peroxydasen → Abbau schädigender Peroxide (H_2O_2)
- ▶ Ferretoxin → Photosynthese
- ▶ Cytochrome → Atmung

☛ Chlorophyll → Bestandteil der Vorstufen und der Syntheseeenzyme

☛ Chloroplasten, Mitochondrien → Bestandteil der Strukturproteine

☛ Bei Fe-Mangel

Störungen der Hauptfunktionen des pflanzlichen Stoffwechsels

- ☞ Chlorophyll- und Photosynthese
- ☞ Energiehaushalt

Eisen-Mangel-Chlorose

Symptome

Blätter

- ▶ Gelbgrüne bis zitronengelbe chlorotische Aufhellungen an jüngsten Blättern mit scharf abgesetzten grünen Blattadern
- ▶ Bei stärkerem Fe-Mangel weißliche Blätter, dann Nekrosen

Stängel

- ▶ Stängel dünn und verkürzt

Starker Fe-Mangel

- ▶ Blattfall von der Zweigspitze her beginnend
- ▶ Bereits im Sommer Entlaubung der Bäume
- ▶ Absterben, Eintrocknen von Zweispitzen, Zweigen und Ästen

Wurzeln

- ▶ Kurz, braun verfärbt, stark verzweigt

Eisen-Mangel-Chlorose



Foto: IPM Images

UGA1254075



Folie 23

Kalkstandort Würzburg – Kultur von Gehölzpflanzen
AG Arboretumsgärtner
J. V. Herrmann, Botanischer Garten Würzburg, 27. Februar 2010

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Eisen-Mangel-Chlorose



Eisen-Mangel-Chlorose



Aus: W. Bergmann, 1993

Eisen-Mangel-Chlorose



Eisen-Mangel-Chlorose



Mangan-Mangel

Mn-Verfügbarkeit

- ☛ Trotz höherer Gesamt-Mn-Gehalten kann auf Muschelkalkböden mit hohem pH-Wert und bei guter Durchlüftung die Mn-Aufnahme (Mn^{2+} , Mn^{3+} -Chelate) eingeschränkt sein.
- ☛ Leicht umsetzbare organische Substanz führt durch intensive Bakterientätigkeit zur Oxidation von Mn^{2+} zu schwerverfügbaren Mn^{4+} -Oxiden

Mangan-Mangel

Funktionen des Mangans im pflanzlichen Stoffwechsel

Valenzwechsel: $\text{Mn}^{2+} \rightleftharpoons \text{Mn}^{3+}$ (Oxidation-, Reduktionsprozesse)

☛ Aktivierung von Enzymen

- ▶ Eliminierung schädigender Peroxide (H_2O_2)
- ▶ Photosynthese
- ▶ Synthese von Zellmembranen (Chloroplastenbildung)
- ▶ Chlorophyllbildung
- ▶ Atmungsstoffwechsel
- ▶ Proteinstoffwechsel (Bildung von Aminosäuren)
- ▶ Wachstumsregulatoren (IES)

☞ Bei Mn-Mangel

Störungen der Hauptfunktionen des pflanzlichen Stoffwechsels

- ☞ Chlorophyll- und Photosynthese
- ☞ Energiehaushalt

Mangan-Mangel



W. Zorn, TLL

Mangan-Mangel



Mangan-Mangel



Mangan-Mangel



Zink-Mangel

Zn-Verfügbarkeit

- ☛ Zn-Mangel vor allem bei hohem pH-Wert (bei pH 7 Löslichkeitsminimum), hohem Karbonatanteil und hohe Phosphatgehalte

Zink-Mangel

Funktionen von Zink im pflanzlichen Stoffwechsel

☛ Einflussnahme auf

- ▶ Nukleinsäurestoffwechsel
- ▶ Kohlehydratstoffwechsel
- ▶ Proteinstoffwechsel
- ▶ Atmungsstoffwechsel
- ▶ Hormonstoffwechsel
- ▶ Befruchtung, Embryoentwicklung

☛ Bei Zn-Mangel

- ▶ Verminderung der Auxine (Wuchsdeformationen)
- ▶ Verringerung der Zahl der Chloroplasten
- ▶ Verringerung der Chlorophyllgehalte

Zink-Mangel

Symptome

Laubgehölze

- ▶ Rosettenartige Anordnung kleiner lanzettlicher Blätter
- ▶ Neu gebildete Blätter werden immer kleiner, chlorotisch
- ▶ Chlorose-Verstärkung mit zunehmender Lichtintensität
- ▶ Spärliche Belaubung der Zweige
- ▶ Blätter starr aufrecht, gekrümmt, brüchig
- ▶ Intercostal netz-, mosaikartige, fleckige Chlorosen (sprenkelig). Grüne Mittel- und Seitenrippen heben sich kontrastreich ab
- ▶ Triebentwicklung gehemmt, Zweige sind brüchig

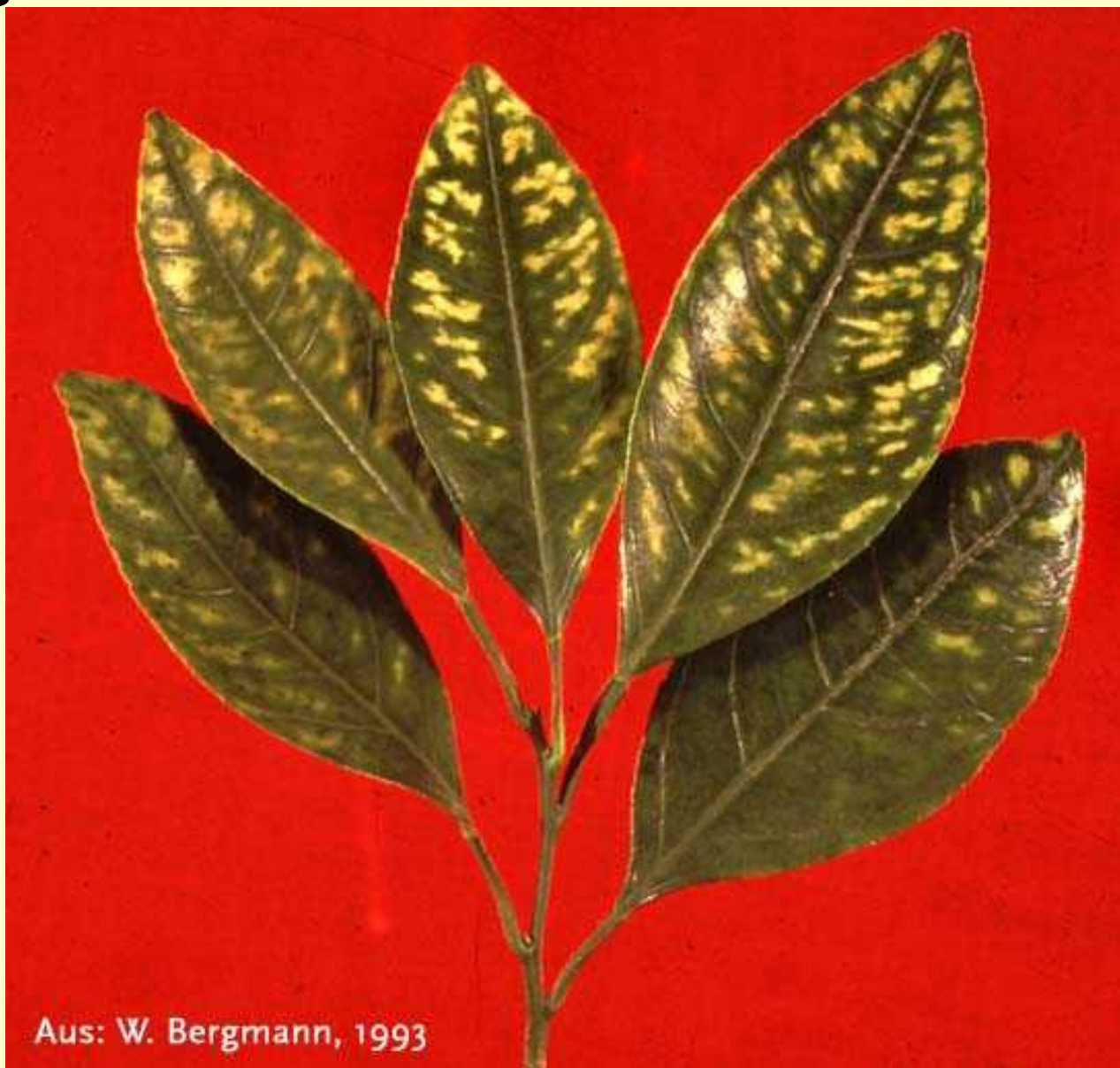
Nadelgehölze (P. radiata)

- ▶ Gehemmttes Wachstum „büscheliges Aussehen“
- ▶ Gelblich gefleckte, später bronzefarbene Nadeln an der Triebspitze

Hinweis

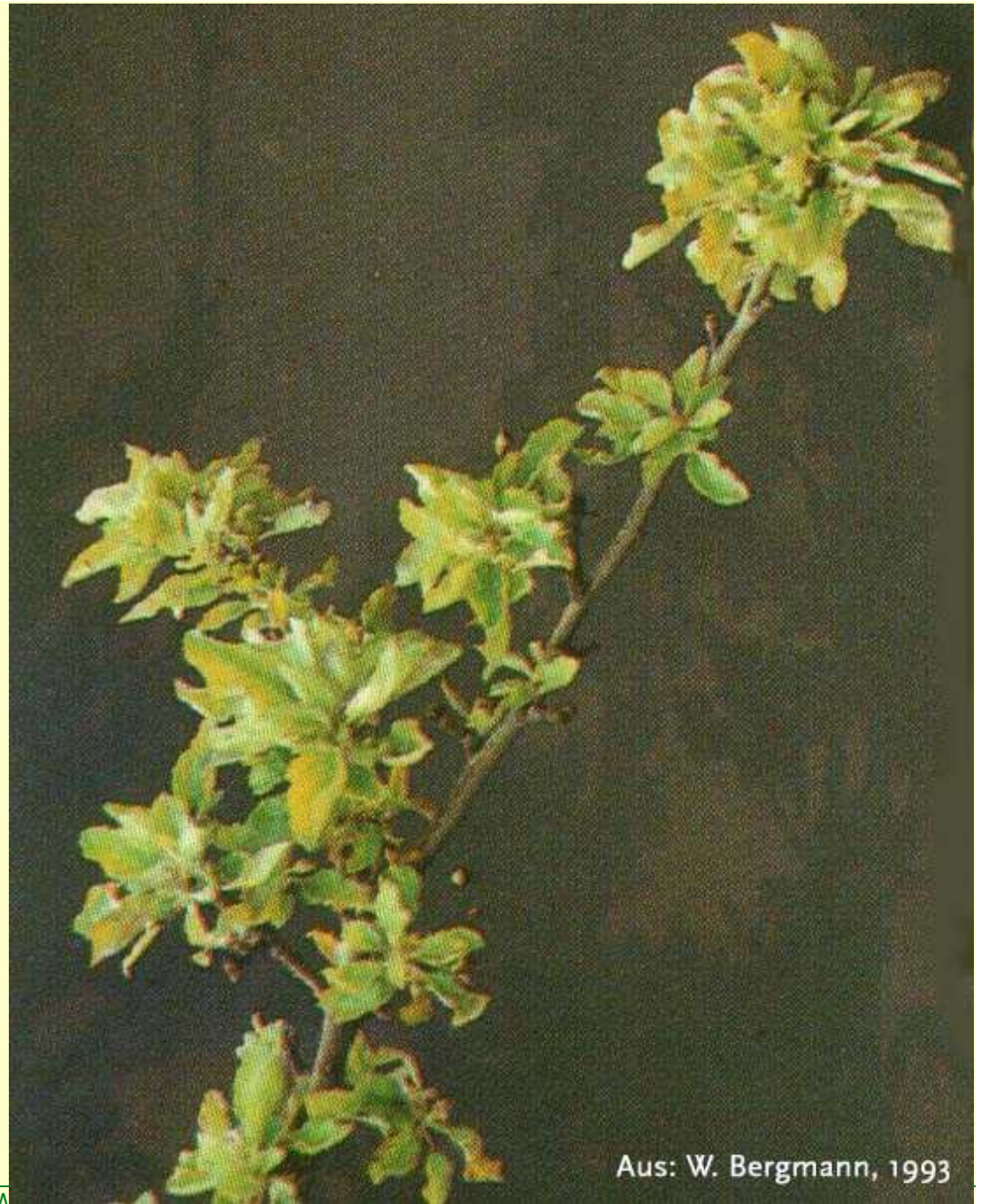
- ☛ Zn-Mangel tritt häufig gleichzeitig mit Fe-Mangel in Erscheinung
 - ☞ kleine Blätter, büschelförmig gehäuft

Zink-Mangel



Aus: W. Bergmann, 1993

Zink-Mangel



Aus: W. Bergmann, 1993



Folie 38

Kalkstandort Würzburg – Kultur von Gehölzpflanzen
AG Arboretumsgärtner

J. V. Herrmann, Botanischer Garten Würzburg, 27. Februar 2010

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Zink-Mangel



Aus: W. Bergmann, 1993

Bor-Mangel

B-Verfügbarkeit

- ☛ B-Mangel vor allem bei hohem pH-Wert und Trockenheit

Bor-Mangel

Funktionen von Bor im pflanzlichen Stoffwechsel

- ☛ **Erhöhung der Aktivität von Enzymen im Zusammenhang mit**
 - ▶ Eliminierung schädigender Peroxide (H_2O_2)
 - ▶ Synthese von Kohlehydraten
 - ▶ Struktur der Zellen
- ☛ **Einflussnahme auf**
 - ▶ Kohlehydratstoffwechsel
 - ▶ Proteinhaushalt
 - ▶ Nukleinsäuren
 - ▶ N-Stoffwechsel
 - ▶ Zellentwicklung und Zelldifferenzierung
 - ▶ Stofftransport durch die Membranen
 - ▶ Blütenbildung
 - ▶ Pollenkeimung
 - ▶ Fruchtansatz
 - ▶ Wasserhaushalt
 - ▶ Hormonstoffwechsel

Bor-Mangel

Symptome

Laubgehölze

- ▶ Absterben des apikalen Meristems (Sprossspitze)
- ▶ Verstärktes Austreiben der Lateralknospen („Hexenbesen“)
- ▶ Gestauchte Internodien
- ▶ Jüngere Blätter klein mit mosaikartigen Aufhellungen
- ▶ Obere Äste bis auf einzelne Blattbüschel entblättert
- ▶ Reduzierter Blüten-, Fruchtansatz
- ▶ Absterben von Blütenknospen vor Aufblühen („Blütenwelke“)

Nadelgehölze

- ▶ Blaugrüne Nadeln, verdreht, verdickt, mit Spitzennekrosen, rosettenartig um verdickten Vegetationspunkt der Zweigenden angeordnet
- ▶ Junge Nadeln sterben ab
- ▶ Apikales Wachstum gestört, Seitenknospenaustrieb → „Strochennest“

Wurzel

Viele kurze Seitenwurzeln mit keulenartig verdickten Spitzen

Bor-Mangel

Symptome



Aus: W. Bergmann, 1993

Bor-Mangel

Symptome



VISUPLANT - Startseite - Windows Internet Explorer bereitgestellt von FueAk EDV

http://www.tll.de/visuplant/vp_idx.htm



DATEI Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?

VISUPLANT - Startseite

Popups sind vorübergehend zugelassen. Klicken Sie hier, um Popups von dieser Site immer zuzulassen...

Einführung

- Version: 1.00 - (16.12.04) -


VISUPLANT

EIN BILDGESTÜTZTES SYSTEM ZUR DIAGNOSE VON ERNÄHRUNGSSTÖRUNGEN AN PFLANZEN

Zur *Diagnose von Ernährungsstörungen* können Sie folgende Wege wählen:

- ▶ **Diagnose - Schema** ▶ Orientierendes Schema zur Bestimmung von Nährstoffmangelsymptomen bei Kulturpflanzen; Anzeige typischer Schadbilder
- ▶ **Suchen und Lernen** ▶ Anzeige von Bildern und Erläuterung beliebiger Kombinationen aus: "Ernährungsstörung - Kulturpflanze"
- ▶ **Textgestützte Diagnose** ▶ Schrittweise Diagnose über die Textmenüs: Pflanzenteil > Symptom > Symptomart > Pflanzendetail
- ▶ **Bildgestützte Diagnose** ▶ Visuelle Diagnose durch den Vergleich mit Bildern geschädigter Pflanzen
- ▶ **Diagnose über Bildgruppen** ▶ Diagnose mit Bildreihen, die nach "Ernährungsstörung", "Kulturpflanze" bzw. "Pflanzenteil" gruppiert sind

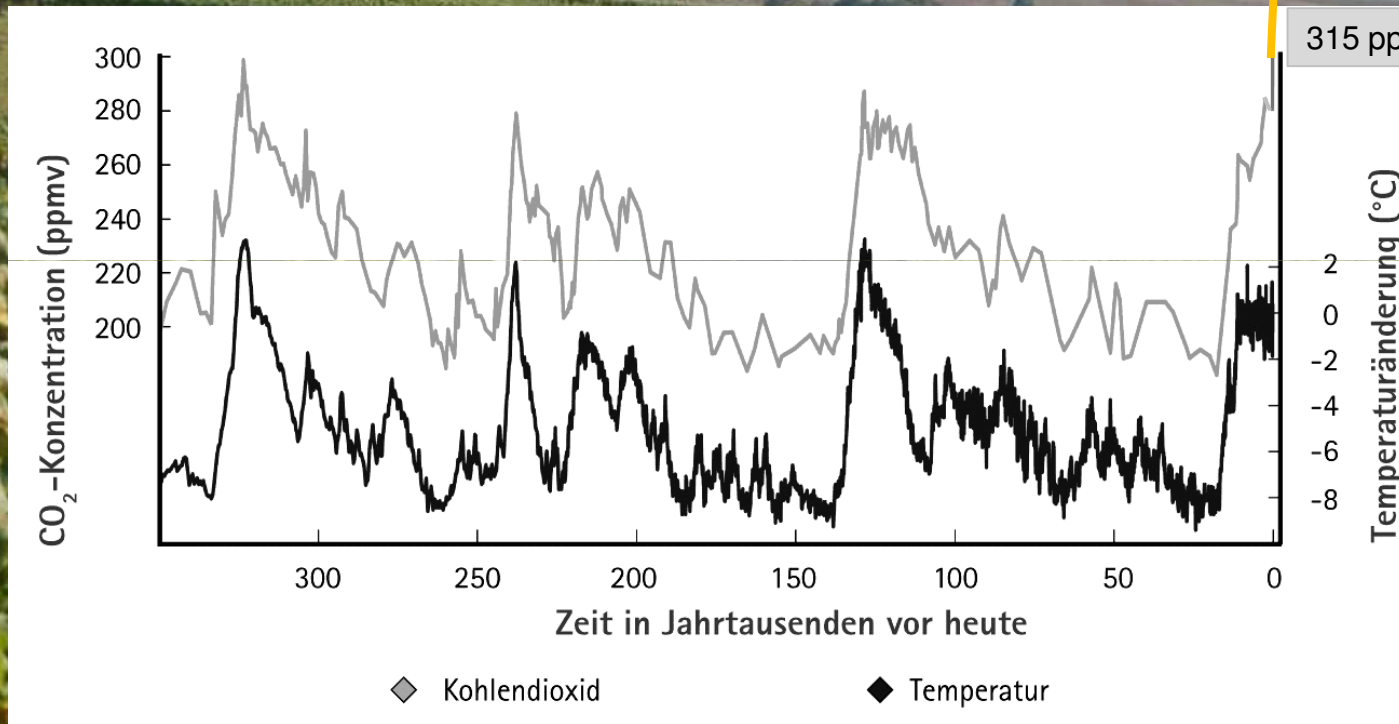
Autoren:
W. Bergmann, H. Heß,
G. Marks, W. Zorn,
H. Gernat, M. Kerschberger

mehr Information

© TLL 2004 Impressum

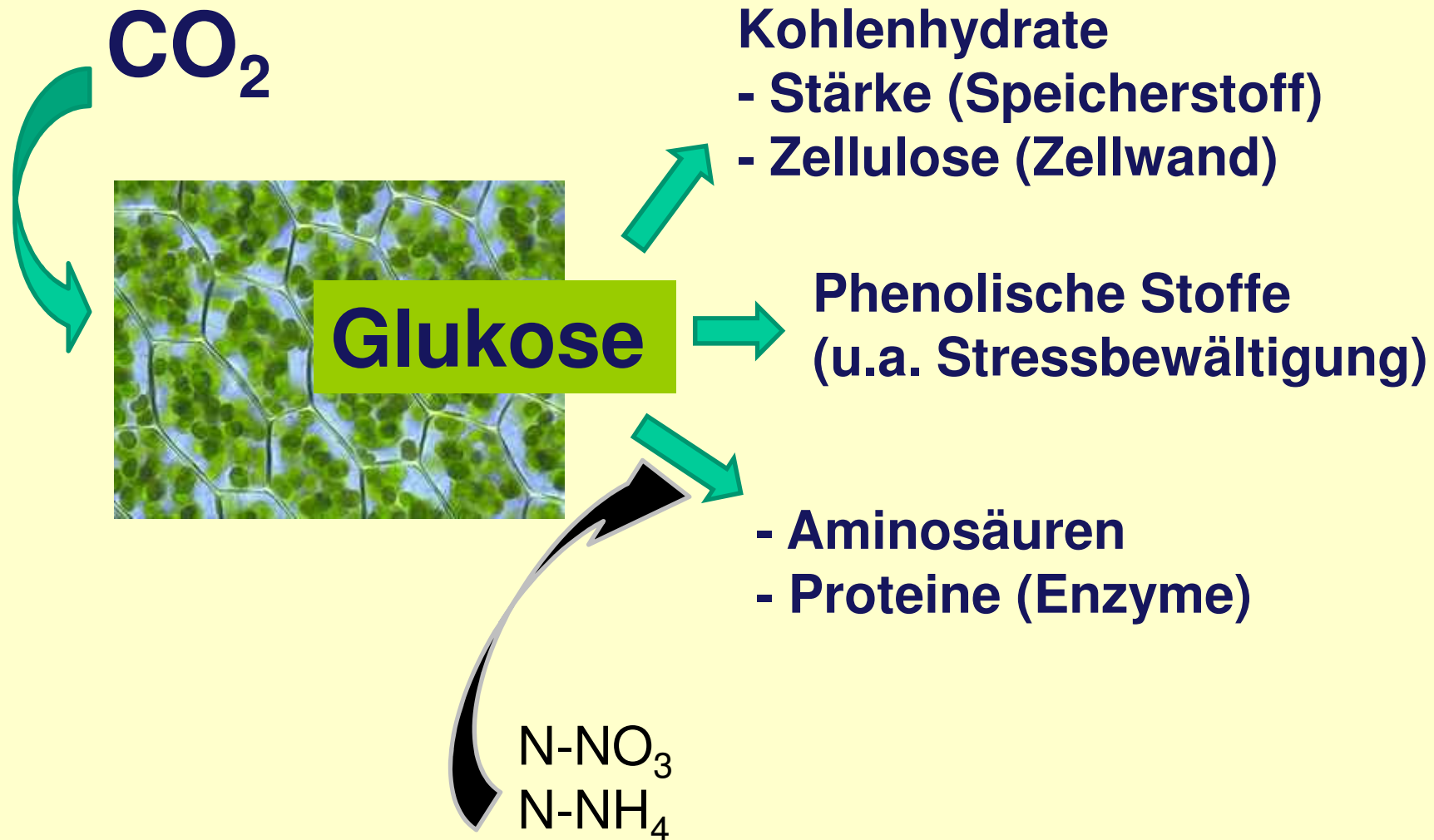
Start Behördennetzanbind... Steinbrüche VISUPLANT - Startsei... Kalk-Würzburg Microsoft PowerPoint ... DE 11:34

CO₂

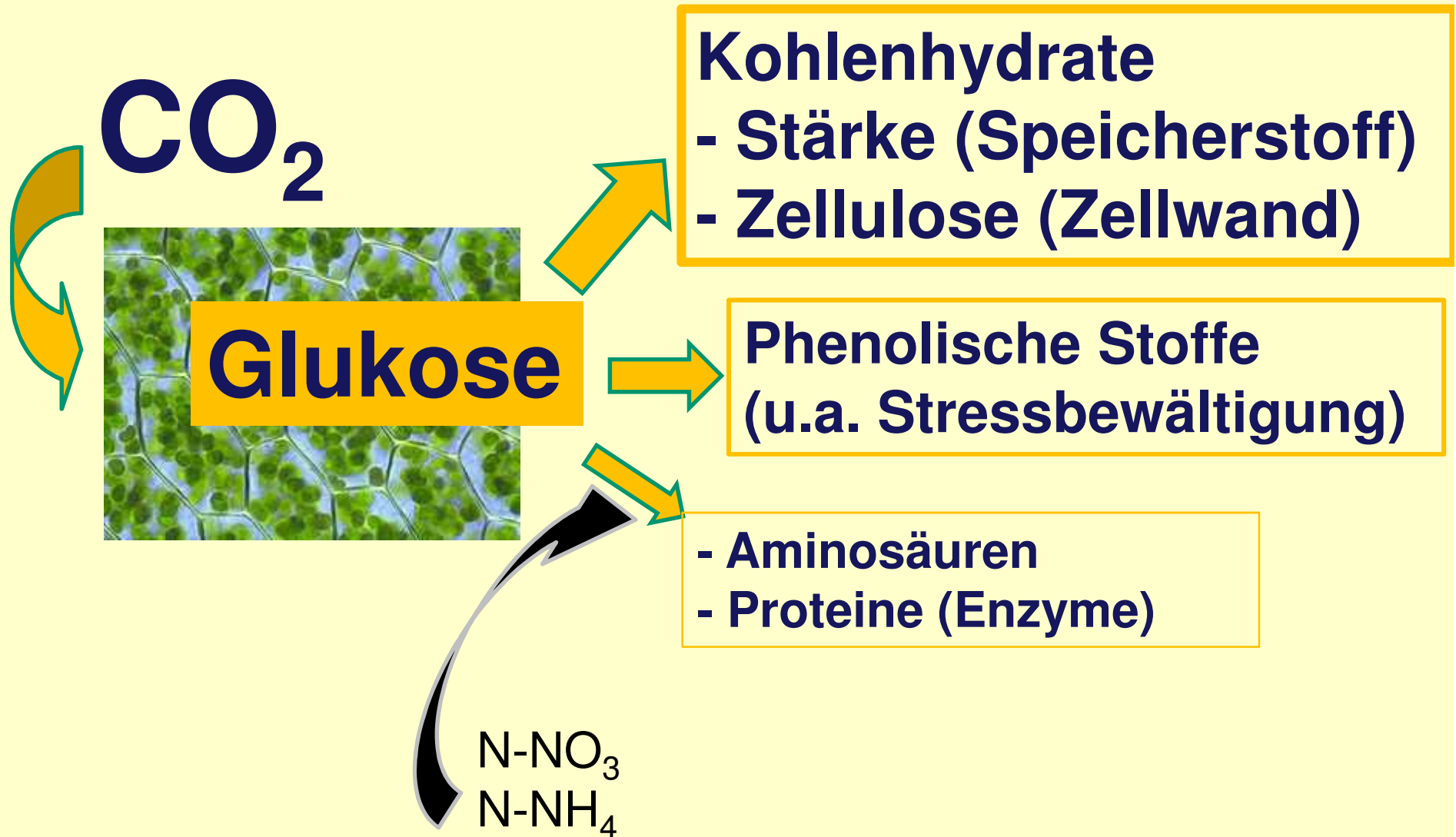


Quellen:
Charles Keeling , zit. In Gostomzyk, 2008
Rahmstorf et al. 2004

CO₂-Assimilation - bislang -



CO₂-Assimilation - im Wandel -



„CO₂-Düngung“

Effekte

- ☛ Steigerung der Biomasse
- ☛ Beschleunigung der Wachstums-, Entwicklungs- und Alterungsphasen
- ☛ Verringerung der Spaltöffnungen → Verringerung der Transpiration
- ☛ Veränderung Sproß-/Wurzelverhältnis
☞ ↑S:W↓ ☛ Pflanzen-“Ernährung“?

Quellen: Myneni et al. 1997
Bindi et al. 2001
Moutinho-Pereira et al. 2009



„CO₂-Düngung“

Effekte

- ☛ **Veränderungen in den Relationen der Stoffwechselprodukte innerhalb der Pflanze**
 - **Veränderungen in den Konzentrationen spezifischer phenolischer Verbindungen (Pathogenabwehr)**
 - **Abnahme der N-Verbindungen**
 - ▶ **Erhöhung des C/N-Verhältnisses**
 - **Biologische Abbaubarkeit pflanzlicher Bestandteile wird erschwert (Stoffkreisläufe?)**
 - **Ernährungsphysiologische Qualität der Pflanzen nimmt ab**

Quellen: Myneni et al. 1997
Bindi et al. 2001
Moutinho-Pereira et al. 2009