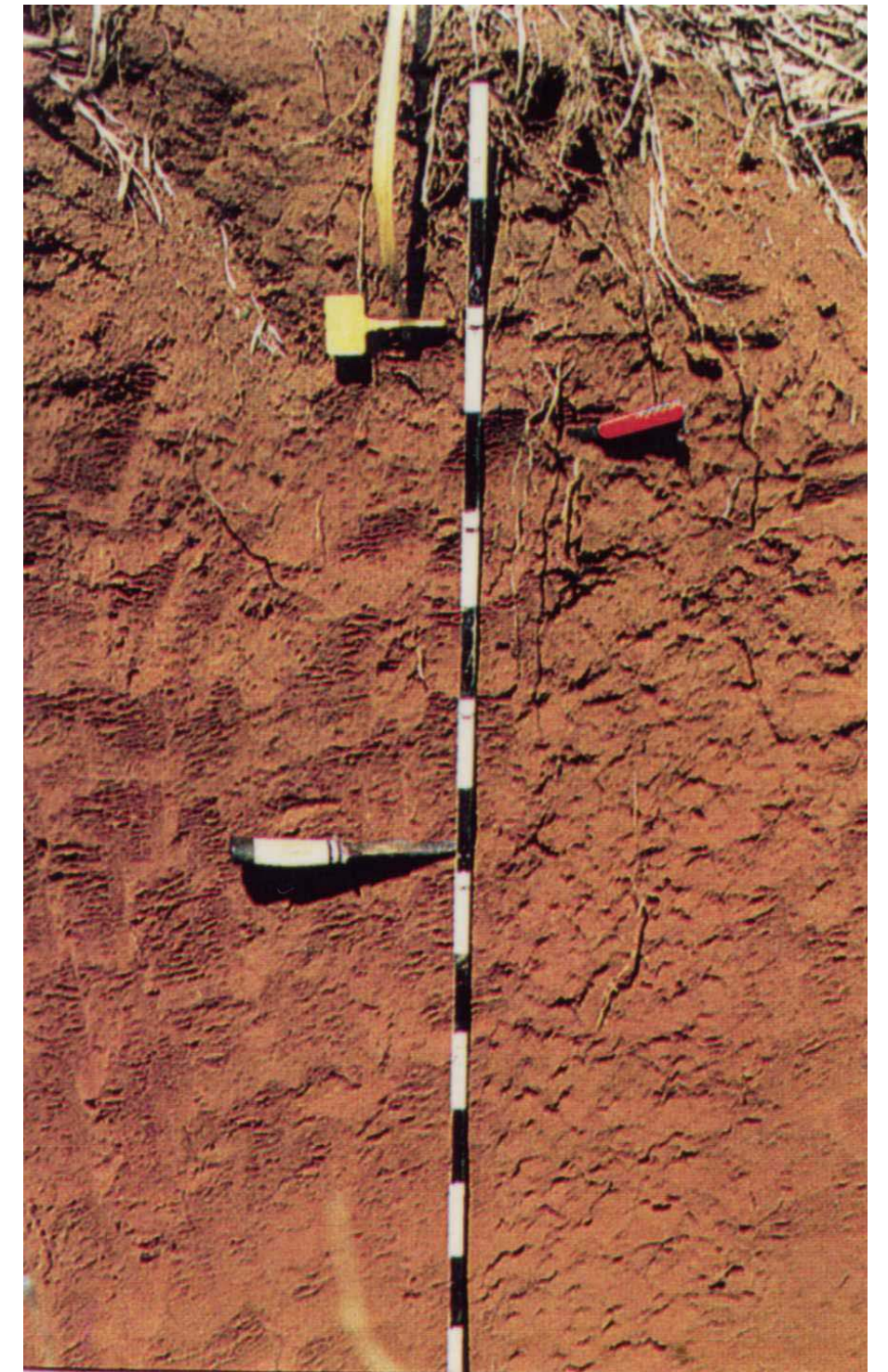
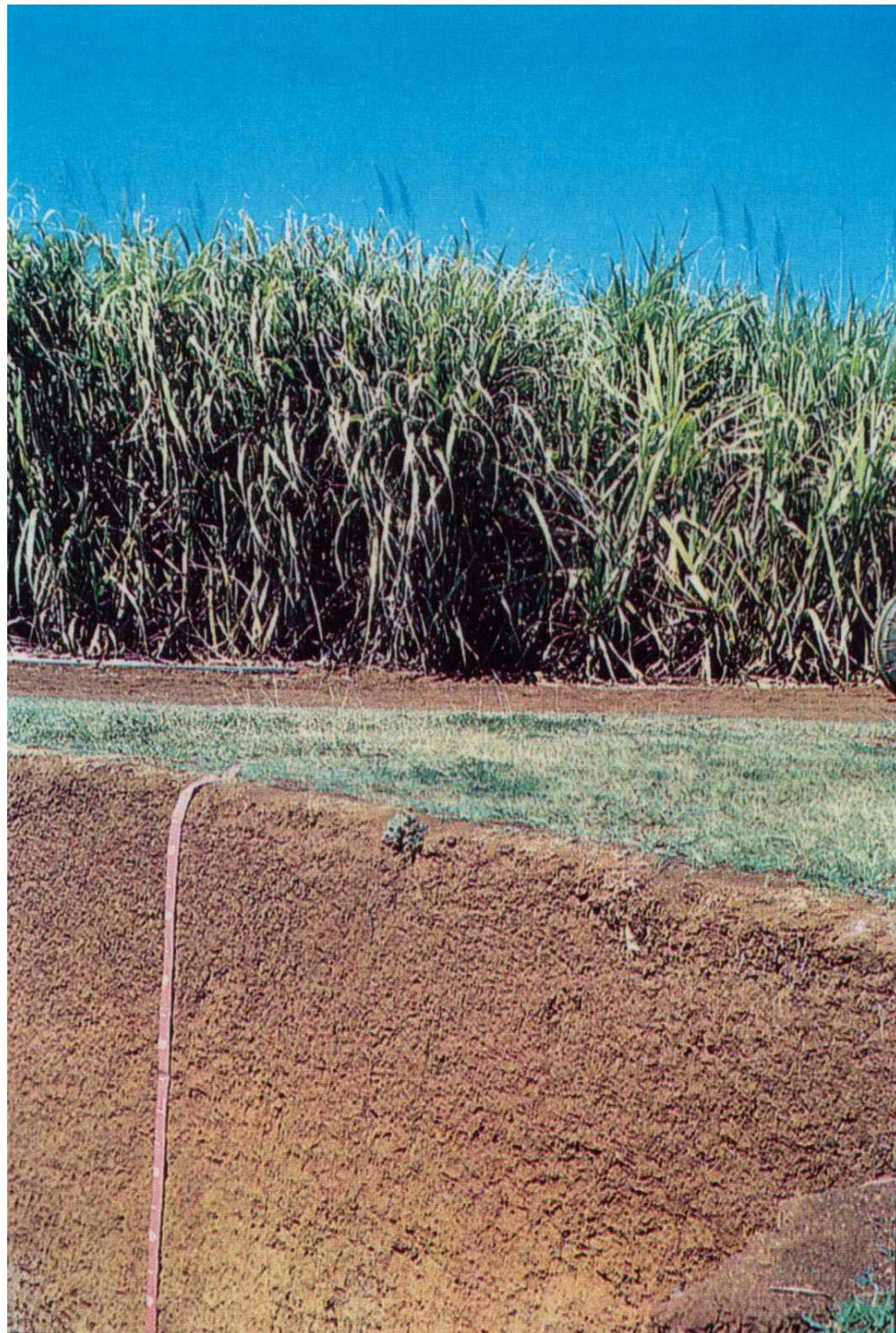


## Nitisol (WRB)



*Bruno Glaser*

*Abteilung Bodenphysik, Universität Bayreuth*

## **Bodentypen:**

Nitisol  
Acrisol  
Alisol  
Lixisol  
Luvisol  
Ferralsol  
Plinthosol  
Anthrosol  
Andosol  
Vertisol  
Planosol  
Gleysol  
Gebirgsböden

## **Bodenbildende Prozesse**

## **Probleme + Lösungsansätze:**

Landnutzungsdruck  
Nahrungsmittelversorgung  
Entwaldung  
Global Change  
Desertifikation  
Versalzung  
Erosion  
Biodiversität  
Schadstoffbelastung  
Wasserbelastung / -  
verschmutzung

# Inhalt

---

- Definition
- Profilaubau
- Bodenbildende Prozesse
- Klassifikation
- Physikalische Eigenschaften
- Chemische Eigenschaften
- Biologische Eigenschaften
- Vorkommen / Verbreitung
- Vergesellschaftung
- Nutzung
- Gefährdung
- Bevölkerungswachstum, Landnutzungsdruck

# Definition

---

## **Nitisol (WRB)**

### **Definition:**

Tiefgründiger Boden v.a. der wechselfeuchten Tropen mit einem glänzenden, tonreichen Unterboden (= **nitic** Horizont)

=> Enthält viele polyedrische und nussförmige (=nutty) Aggregate mit glänzenden Oberflächen, nur z.T. bedingt durch Toneinwaschung

### **FAO: Nitisol**

**Soil Tax: Alfisol, Ultisol mit Vorsilbe Kand...alf/ult**

**DBG: - (Roterden)**

**Russland / Australien: Krasnozeme**

**Brasilien: Terra Roxa estruturada (alt)**

**Nitossolo (neu)**

# Pedogenese, Profilaufbau

reichliche Anlieferung  
von Streu



deutliche Humus-  
anreicherung,  
begünstigt durch  
Bioturbation

mechanische  
Verlagerung von  
Tonteilchen

Tonanreicherung  
im Unterboden  
unter  
Bildung von  
Toncutanen

Initialstadium der Ferralisation

## Keine scharfen Horizontgrenzen



## **Nitsole sind polygenetische Böden**

1. Humusanreicherung durch hohen Streufall und intensive Durchwurzelung bei gleichzeitig hoher Bioturbation
2. Frühstadium der Ferralisation
  - \* intensive Hydrolyse verwitterbarer Minerale
  - \* Leaching von Si und basischen Kationen
  - \* relative Anreicherung von Sesquioxiden und Kaolinit



3. Tonverlagerung vom A- zum B-Horizont
  - \* Bildung von Toncutanen
  - \* Gute Wasserleitfähigkeit und gute Durchlässigkeit wodurch Tonverlagerung in große Tiefen möglich wird
  
4. Nitidisation
  - \* genauer Prozess ist unbekannt, vermutlich eine Kombination aus Illuvation und Bildung von Stresskutanen durch Micro-Quellen und Schrumpfen
  - \* Es entstehen Polyedergefüge, die in kleinere Polyeder mit glänzenden Oberflächen zerfallen  
= nitic Properties

5. Hohe Biologische Pedoturbation  
Termiten, Ameisen und Würmer führen v.a.  
in den oberen 100 cm zu
  - \* Krümel- und Subpolyedergefüge
  - \* diffuse Horizontgrenzen



# Diagnostische Kriterien (Klassifikation)

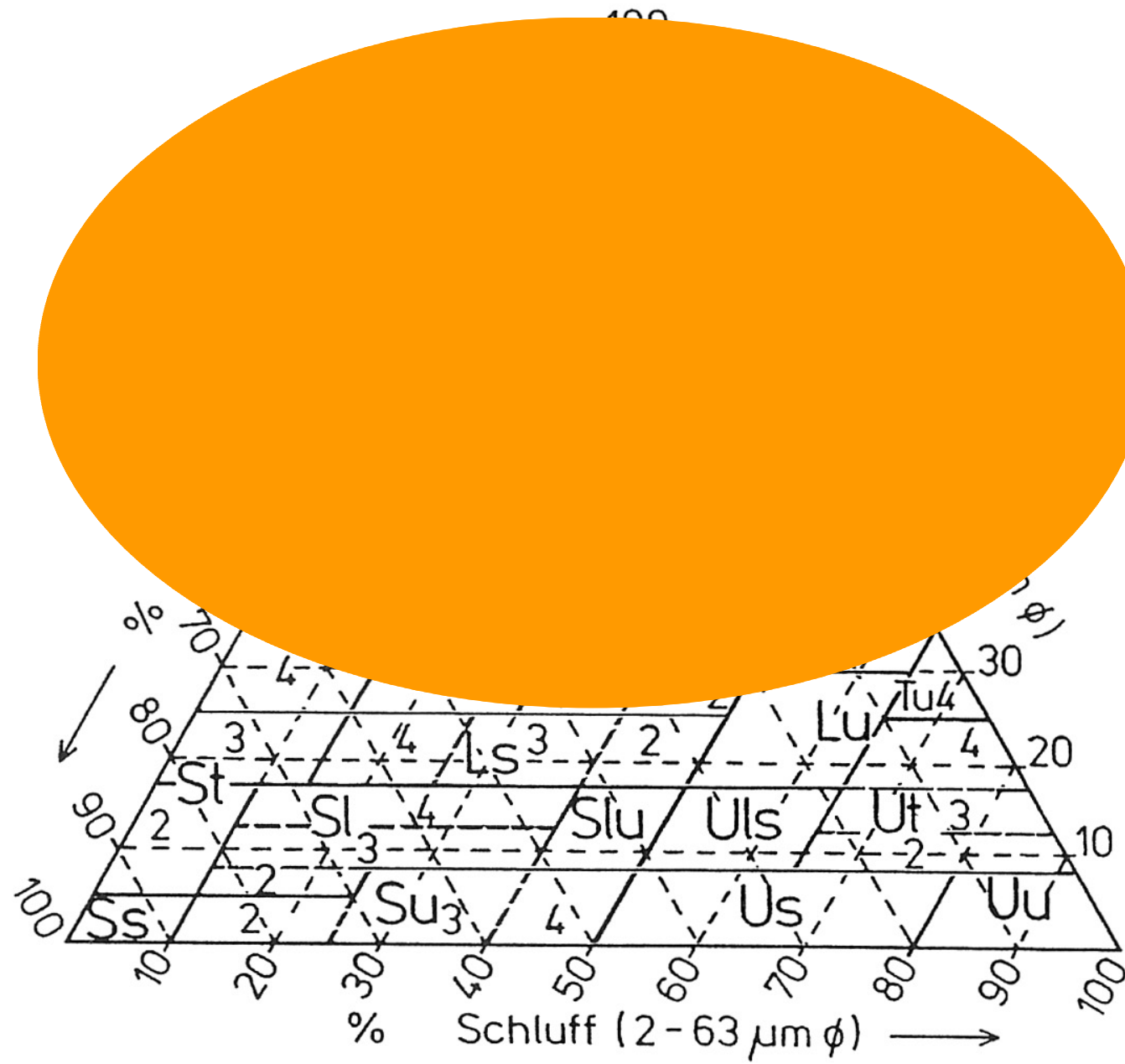
---

Diagnostisches Merkmal:

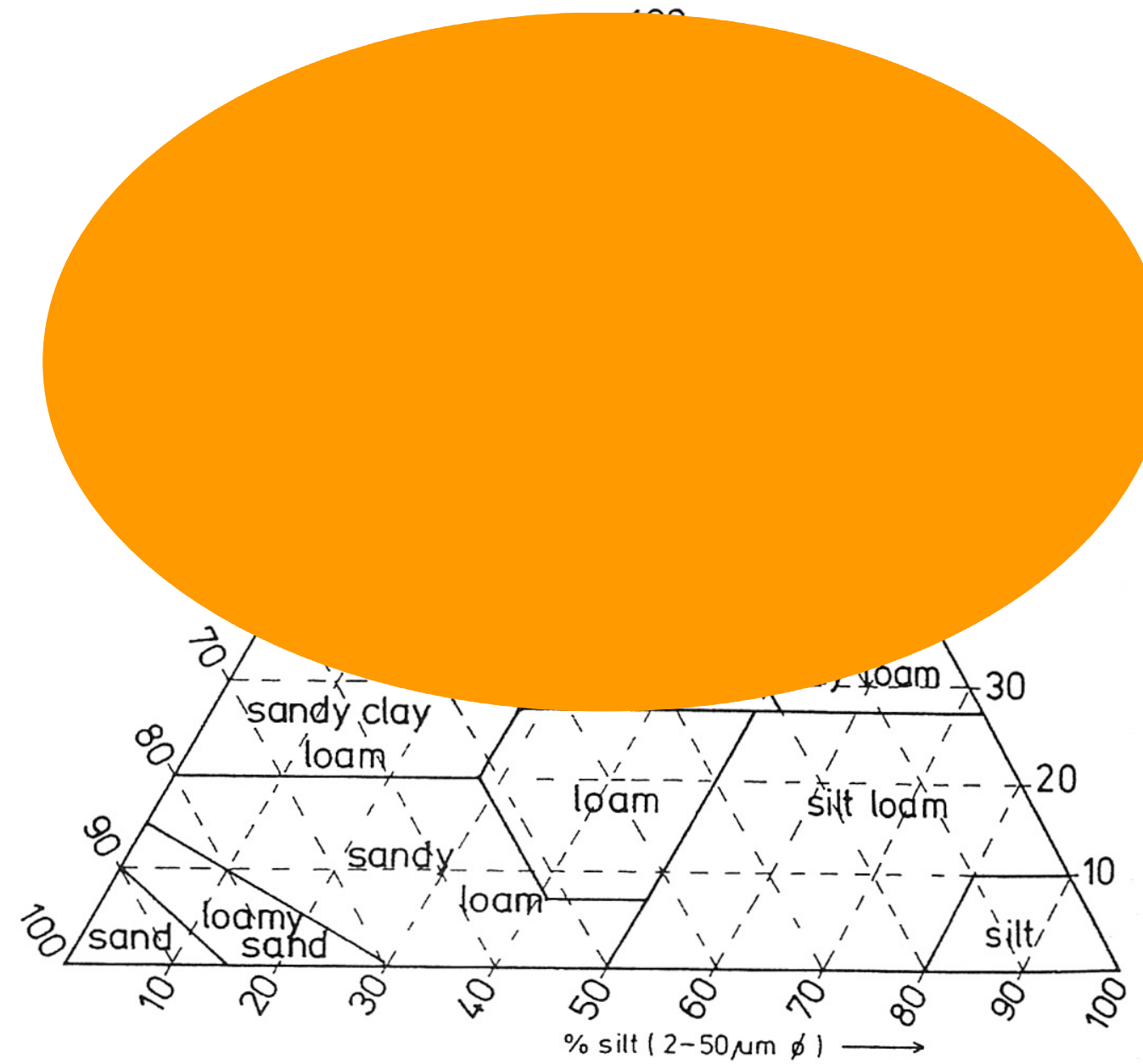
**Nitic Horizont** (= tonreicher diagn. UBH) innerhalb 100 cm unter GOF beginnend  $\geq 30$  cm mächtig

- **Diffuse Horizontgrenzen, kein abrupter Farbwechsel**
- **30% Ton (tL oder feinkörniger)**
- **$Fe_d \geq 4\%$ ,  $Fe_o > 0,2\%$ ,  $Fe_o/Fe_d \geq 0,05$**
- **$H_2O$ -dispergierbarer Ton / Gesamtton  $< 0,10$**
- **Schluff / Ton  $< 0,40$**
- **Glänzende Aggregatoberflächen (z.T. Illuvationscutane z.T. Stresscutane)**
- **Polyedrisches Gefüge (nutty structure)**
- **Hue  $\approx 2,5$ , value  $\leq 5$ , chroma  $\leq 4$**

# Textur



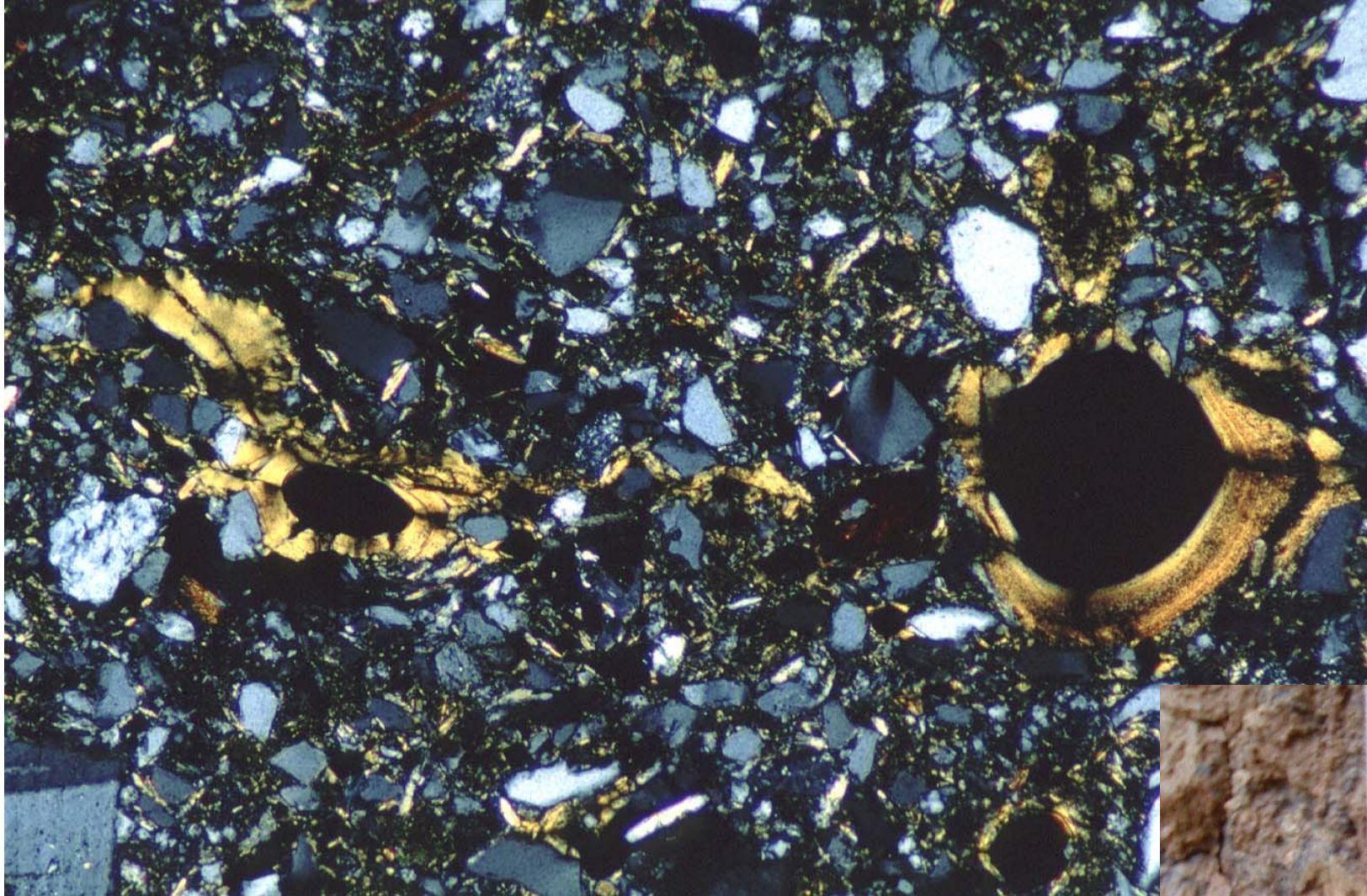
KA4



US

# Illuvations- / Stresscutane

---



# Farbansprache (Munsell-Farbskala)

Die Bodenfarben werden nach den *Munsell Soil Colour Charts* (KIC, 1990) angesprochen.

Die **Farbtöne** (Spektralfarben) (*hue*) umfassen rote (R), braune (YR) und gelbe Farben (Y):  
(7.5R 10R 2.5YR 5YR 7.5YR 10YR 2.5Y 5Y 7.5Y 10Y) und blaugraue Sonderfarben.

Die **Farbsättigung** (Intensität) (*chroma*) und die **Farbhelligkeit** (Schwarz/Weiß-Anteil) (*value*)

werden hier am Beispiel des Farbtones 7.5YR demonstriert:

7.5YR	8 /	light gray	light gray	light yellow	light yellow	light yellow	yellow
				orange	orange	orange	orange
Value (Farbhelligkeit)	7 /	light brownish gray	light brownish gray	dull orange	dull orange	orange	yellow orange
							orange
6 /	5 /	brownish gray	grayish brown	dull brown	dull orange	orange	orange
4 /	3 /	brownish gray	grayish brown	brown	brown	brown	
2 /	1 /	brownish black	brownish black	dark brown	dark brown		
		black	brownish black	very dark brown			
		11	12	13	14	16	18
		<u>Chroma</u>	(Farbsättigung)				

**Beispiel:** 7.5YR 7/8 entspricht gelb-orange (yellow-orange)

# Untergliederung

---

## NITISOLE (NT)

1 <u>Andic</u>	5 <u>Humic</u>	9 <u>Ferralic</u>
2 <u>Mollic</u>	6 <u>Vetic</u>	10 <u>Dystric</u>
3 <u>Alic</u>	7 <u>Alumic</u>	11 <u>Eutric</u>
4 <u>Umbric</u>	8 <u>Rhodic</u>	12 <u>Haplic</u>

Differenzierungsmerkmale (entspr. ihrer Priorität)

- **Eutric Nitisols:** BS > 50% (ST: Paleudalf)
- **Dystric Nitisols:** BS < 50% (ST: Rhodudult)
- **Humic Nitisols:** Humus > 1% (ST: Palehumult)

# Physikalische Eigenschaften

---

- Aggregate sehr stabil (< 10% H<sub>2</sub>O-dispergierbarer Ton)
  - => Pseudosand- und -schluff-Struktur
- Hohe Porosität (50 - 60%)
  - => gute Durchwurzelbarkeit
- Hohe H<sub>2</sub>O-Durchlässigkeit (ca 50 mm h<sup>-1</sup>)
  - => kein Wasserstau, keine Hydromorphie, aber kleine Fe/Mn-Konkretionen möglich
  - => Bauer kann 1 Tag nach Regen pflügen
- NFK 5 – 15 Vol%
  - => hohe nutzbare Wasserspeicherleistung (tiefgründig)

# Chemische Eigenschaften

---

- Gute Nährstoffversorgung
- Hohe Humus- und N-Vorräte
- pH-Wert 4 – 7 (H<sub>2</sub>O) (meist 5,0 – 6,5)
- Hohe P-Sorption (aber selten akuter P-Mangel)
- $KAK_{pot} < 36$  (meist sogar  $< 24$ )  $cmol_c\ kg^{-1}$  Ton
- $KAK_{eff} \approx 50\% KAK_{pot}$
- BS meist niedrig ( $< 50\%$ )
- Tonfraktion meist dominiert von LAC, z.T. Aber auch Illit, Clorit-Vermiculit-Wechselagerung, Hämatit, Goethit, Gibbsit
- Sandfraktion: Quarz, Feldspäte, vulkanische Gläser, Apatit, Amphibole

# Tonmineralbildung

---

(Van Wambeke, 1992)



# Biologische Eigenschaften

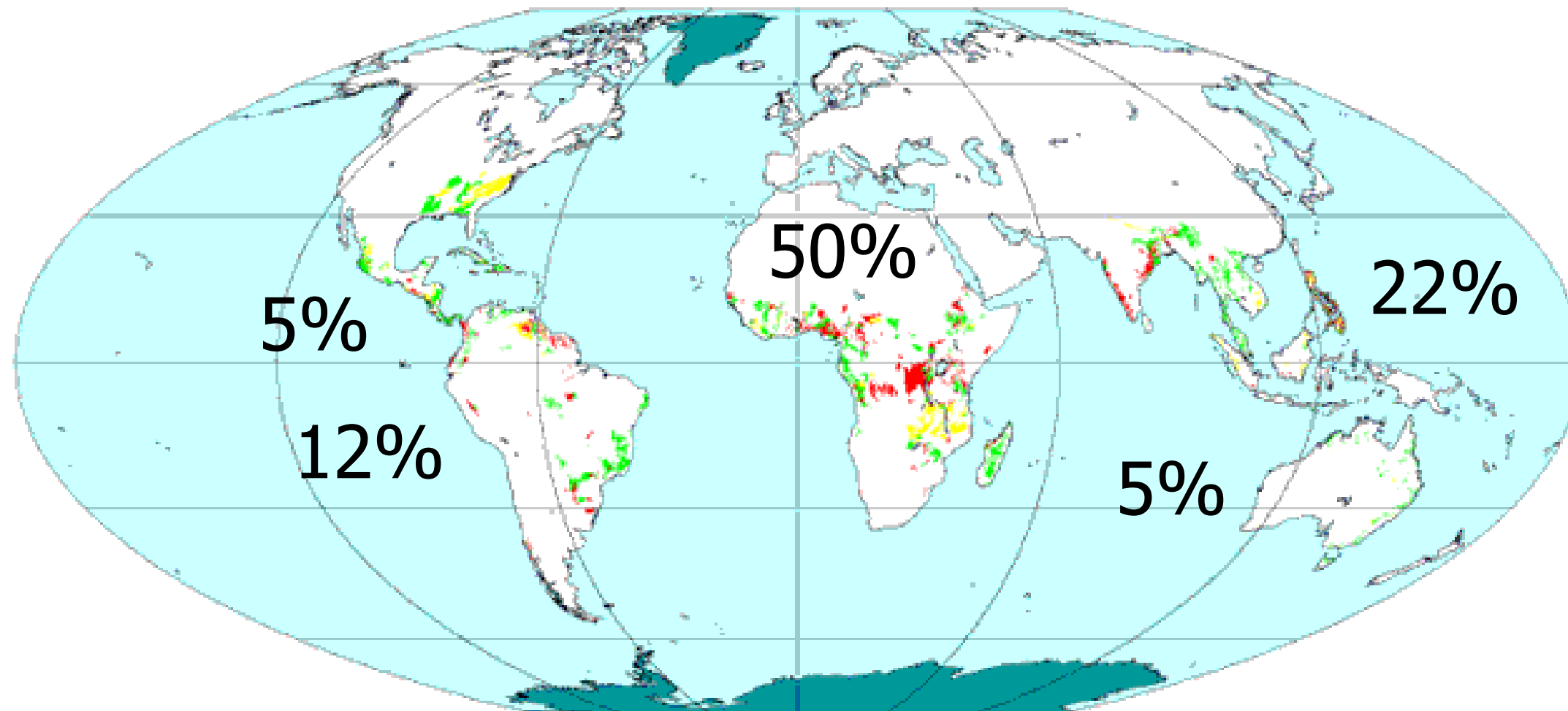
---

- Intensive Bioturbation
- Hohe Durchwurzelungsdichte

# Vorkommen / Verbreitung

- Weltweit ca 200 Mio ha
- Ostafrika: 100 Mio ha: Äthiopien, Kenia, N-Tanzania, O-Zaire
- Kleinere Vorkommen auch in Portugal, Griechenland

Distribution of NITISOLS  
Based on WRB and the FAO/Unesco Soil Map of the World



Legend:  
Red: Dominant  
Green: Associated  
Yellow: Inclusions  
Teal: Miscellaneous lands (Inland waterbodies, Glaciers, No data)

## **Klimatische Voraussetzung:**

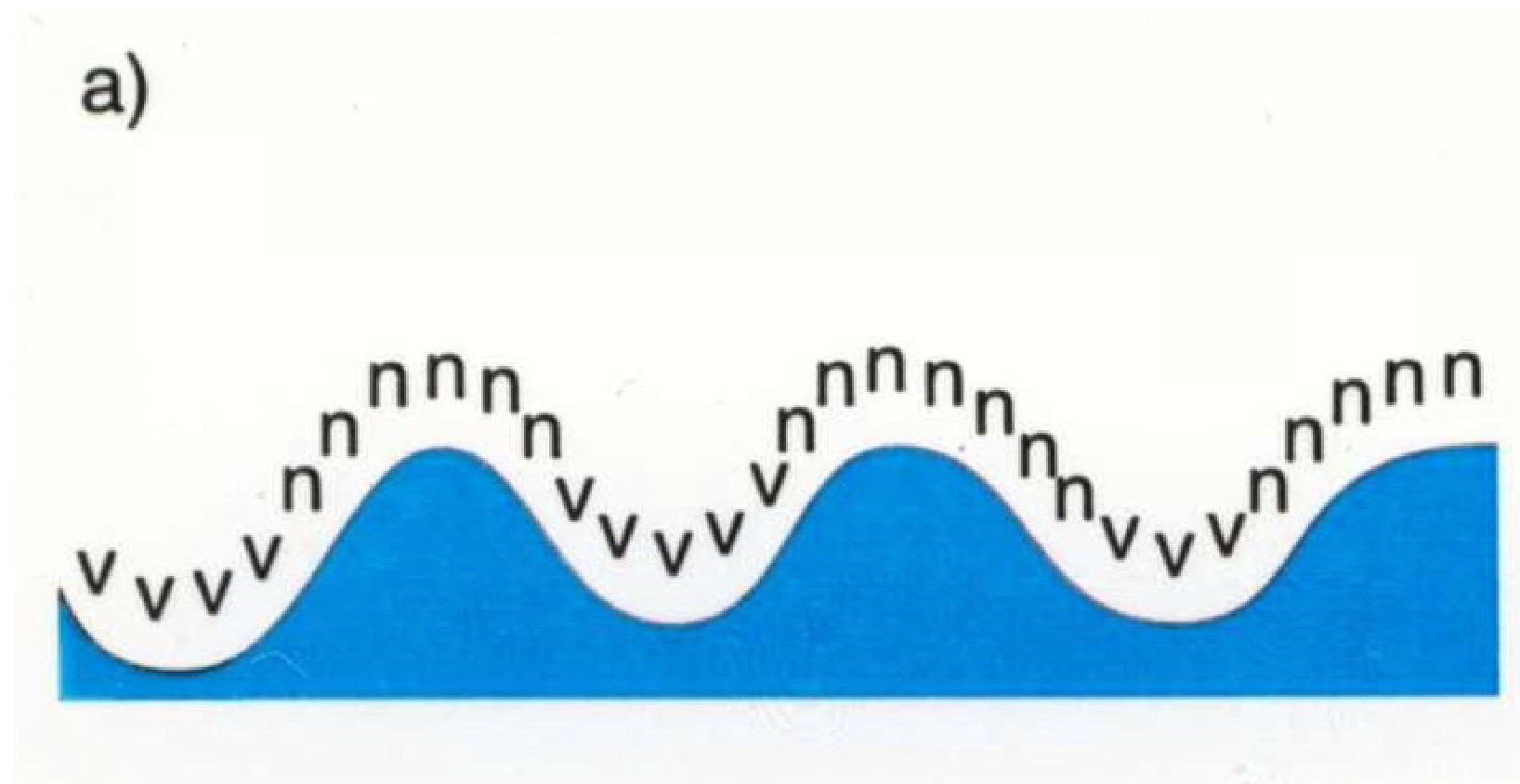
**Wechselfeuchtes Regime mit ausgeprägten Regen- und Trockenzeiten → v.a. Savannen**

**In Trockengebieten Australiens: Paläo-Böden**

## **Natürliche Vegetation:**

- **Feuchtsavanne**
- **regengrüner Bergwald**

**Hügelige Landschaften auf basischem und ultrabasischem Ausgangsmaterial  
(Frühes bis mittleres Pleistozän):  
Kuppen und Mittelhanglagen: Nitisole  
Unterhang und im Tal : Vertisole**



**n: Nitisole  
v: Vertisole**

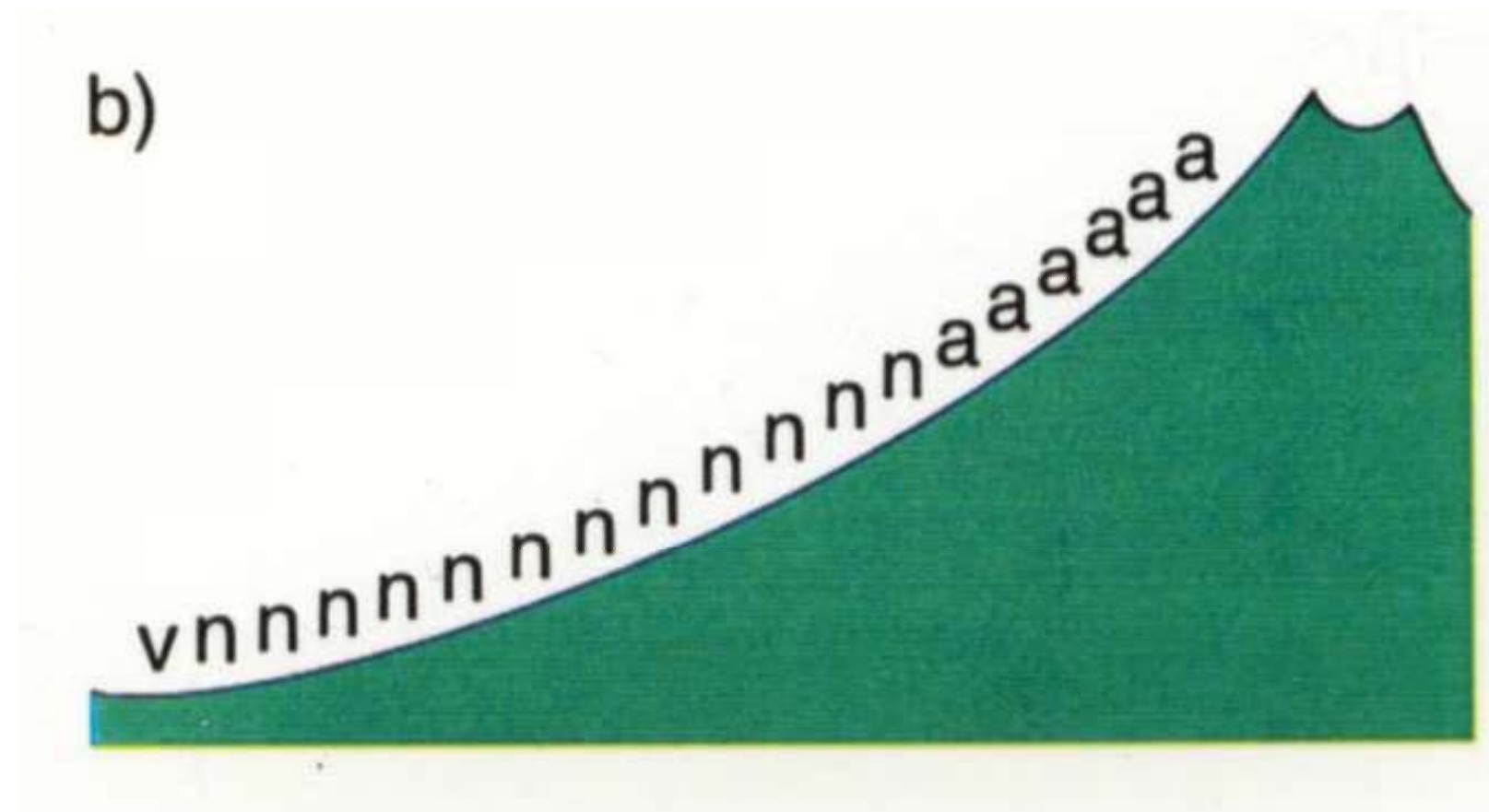
**Fe-Mg-reiches Ausgangsmaterial**

**Vulkanische Landschaften:**

**Oberhänge: Adosole**

**Mittel-Unterhang: Nitisole**

**Unterhang/Tal: Vertisole, Fluvisole...**



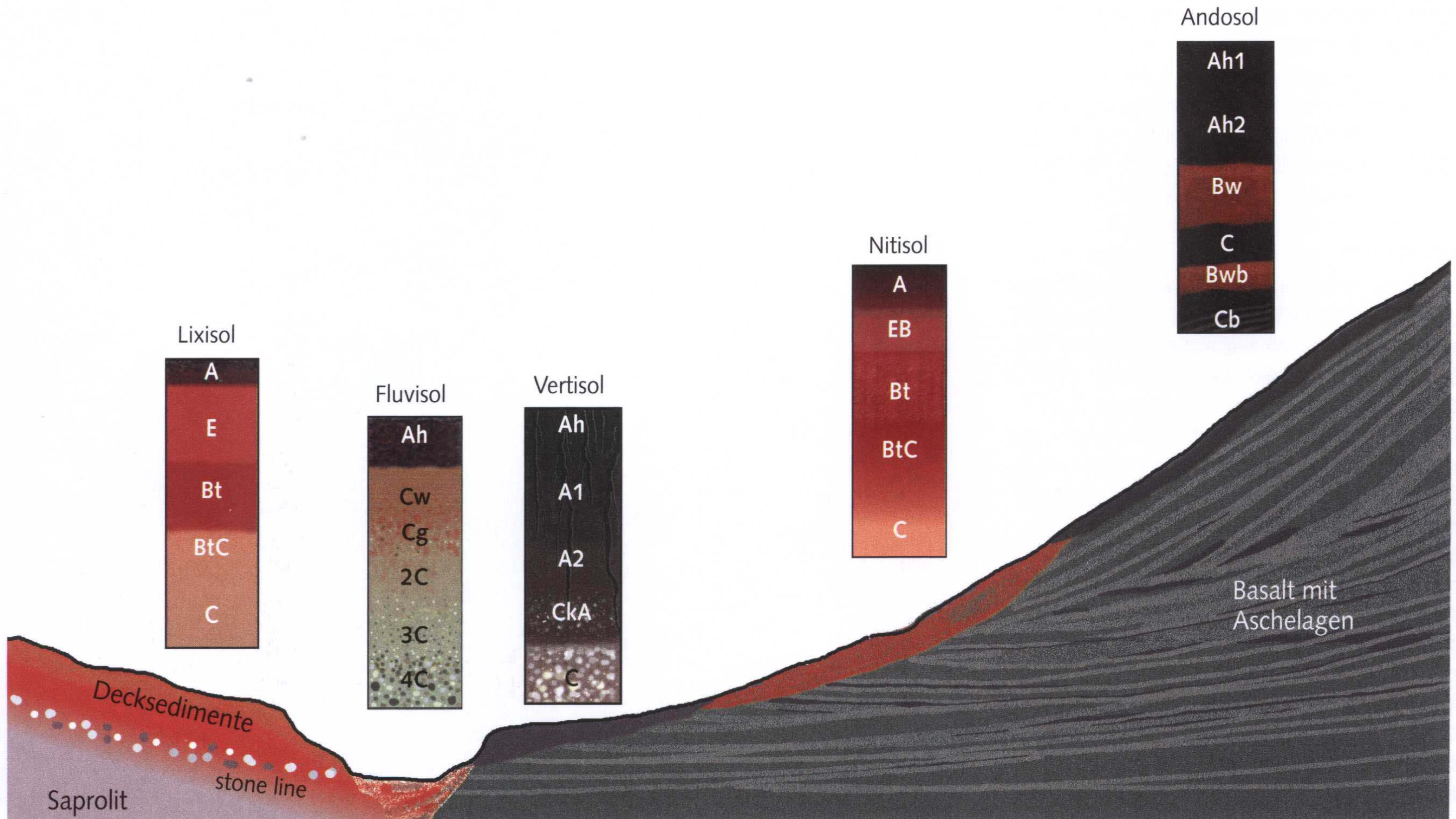
**a: Andosole**

**n: Nitisole**

**v: Vertisole**

**Pyroklastisches Ausgangsmaterial**

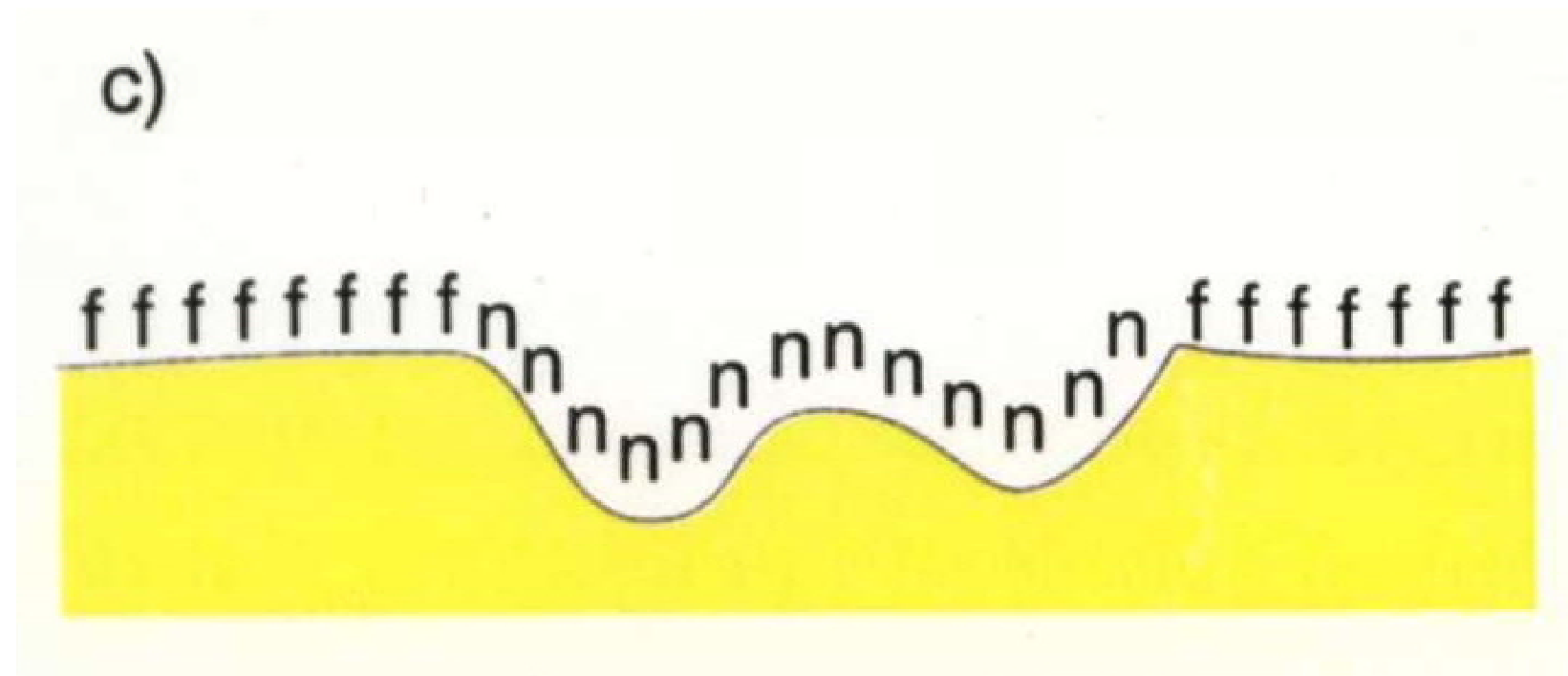
# Catena vulkanische Landschaft



**Alte Rumpfflächen:**

**Plateau: Ferralsole**

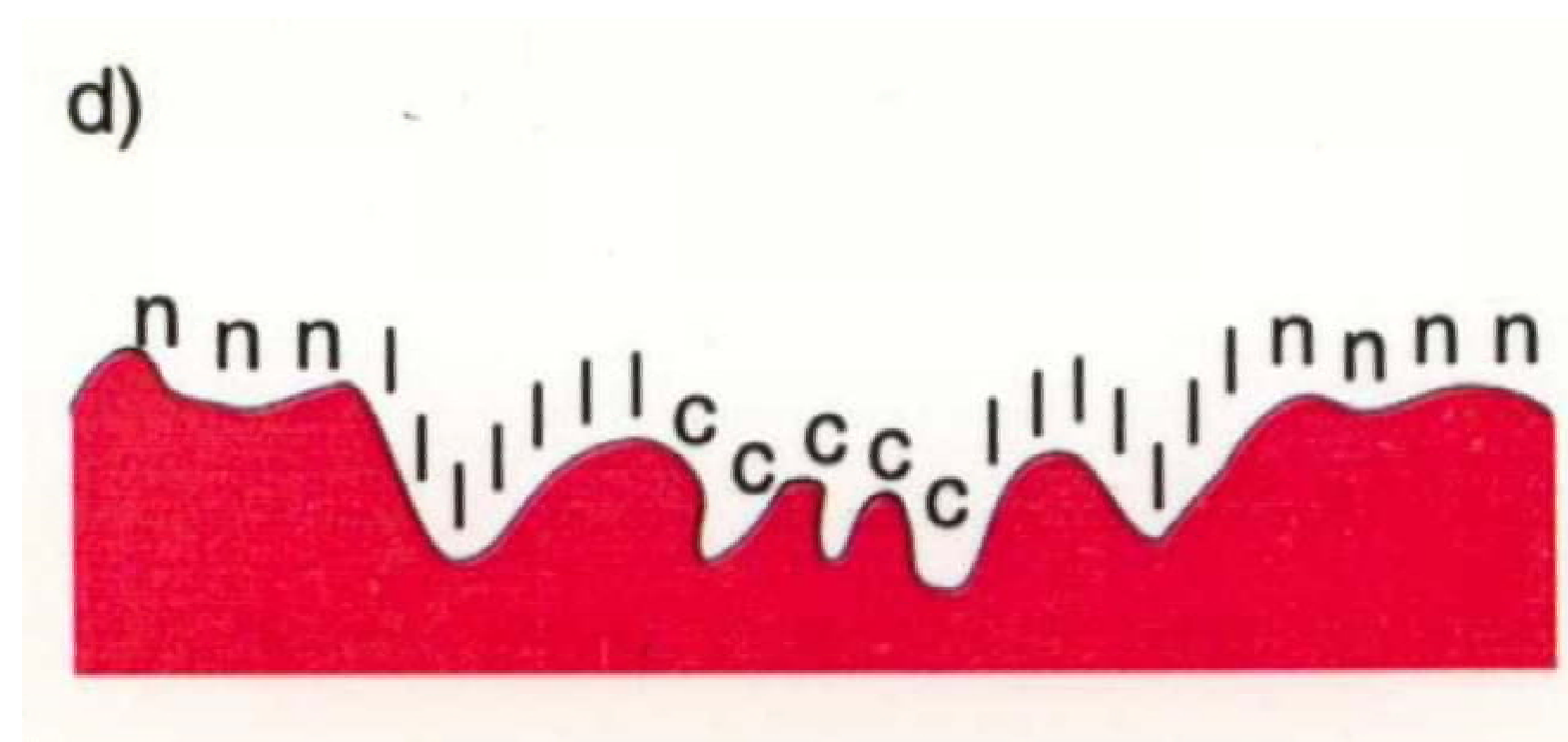
**Ränder der Rumpfflächen: Nitisole, da  
Verjüngung durch Erosion**



**f: Ferralsole**  
**n: Nitisole**

**Basalt als Ausgangsmaterial**

**Landschaften auf Kalkstein:  
Nitisols v.a. in Karsttaschen  
Vergesellschaftet mit flachgründigeren Böden wie  
Luvisolen oder chromic Cambisolen**



**n: Nitisole  
c: Cambisole  
l: Luvisole**

**Kalkstein als Ausgangsmaterial**



## Relativ fruchtbar, produktivste natürliche Böden der humiden Tropen

- **V.a. Kaffee, Kakao, Ananas**
- **Gut bearbeitbar (pflügen...)**
- **Tiefe und intensive Durchwurzelung**
- **Stabile Bodenstruktur**
- **Bei geringem Input im Gegensatz zu Ferralsolen und Acrisolen relativ nachhaltig nutzbar**
- **P-Fixierung → P-Düngung**
- **Durch hohen  $C_{org}$ -Gehalt auch N-Versorgung gut**
- **Kein K-Mangel (Feldspäte und Glimmer)**

# Gefährdung

---

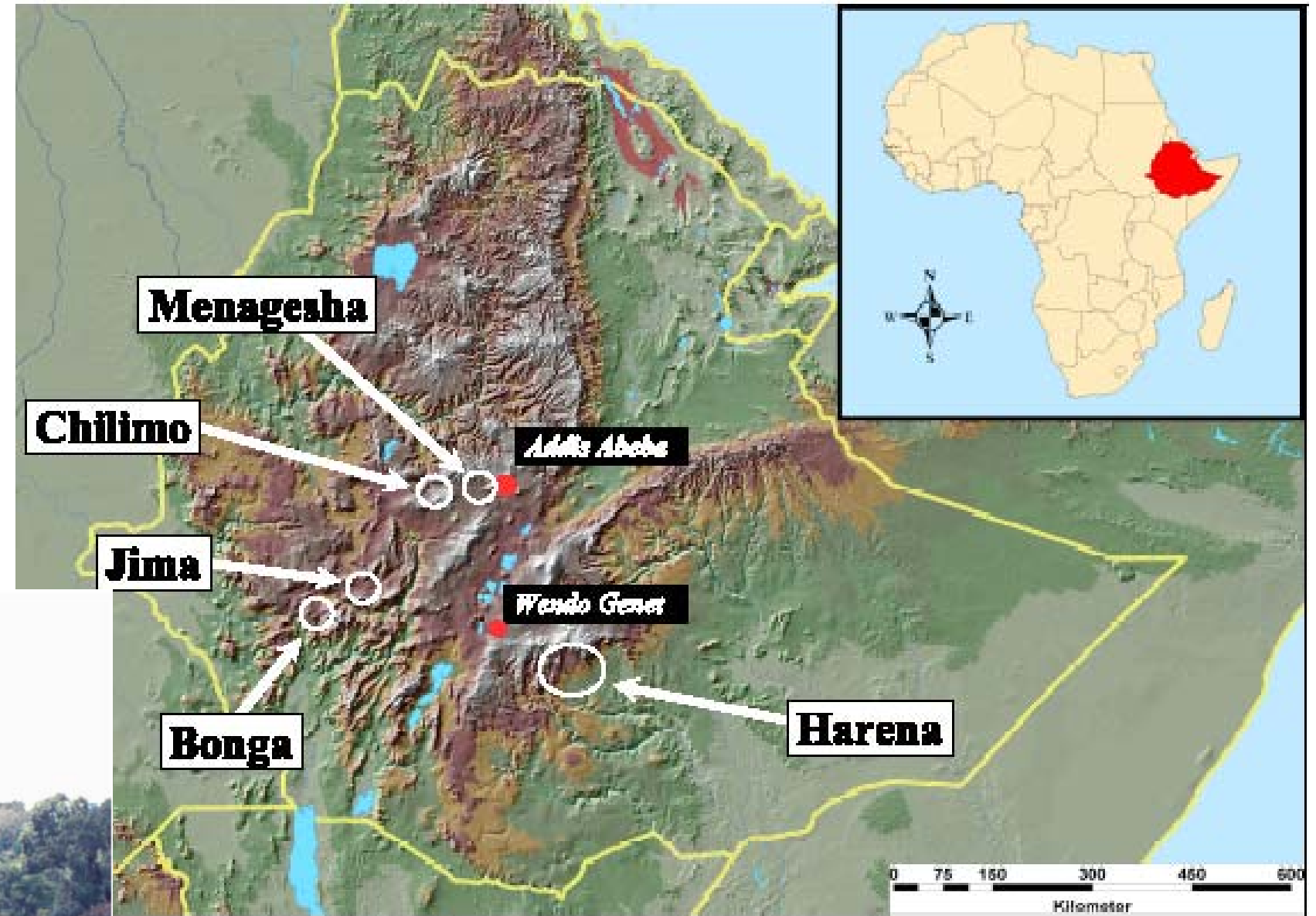
- P-Fixierung (je  $>$ , desto  $> Fe_o / Al_o$ )
- Erosionsgefahr (v.a. Nach Entwaldung auf Hangstandorten)

# Bevölkerungswachstum

---

- Während 99,9% der Menschheitsgeschichte < 10 Mio
- 1900: 2 Mrd.
- 2000: 6 Mrd.
- 2050: 12 Mrd. ???
- Im 20. Jhr. Bevölkerung am stärksten gewachsen
- Derzeit ca. 80 Mio Zuwachs pro Jahr (Asien 50 Mio)
- Wachstumsrate 1,4% p.a. (global), 2,5% p.a. (Afrika)
- Extremsituation gilt v.a. für tropische Länder
  - => Weniger natürliche Ressourcen
  - => Landnutzungsdruck wächst
  - => Größere soziale Probleme
    - => zunehmende Urbanisierung)
  - => Größere ökologische Probleme
    - => Bodendegradation
    - => Belastung urbaner Ökosysteme (Abfall, Wasser

# Effects of land-use changes on the properties of a Nitisol and hydrological and biogeochemical processes in different forest ecosystems at Munesa, south-eastern Ethiopia (Ashagrie 2005)



(Quinckenstein 2004)

# Geographie, Klima

---

- Äthiopien 3 – 15° N, 33 – 48° E => 1,13 Mio km<sup>2</sup>
- - 110 m asl (Dallol Depression) bis 4620 m asl (Ras Dejen)  
=> Hohe Variabilität in Klima, Böden und Vegetation
- Population 67 Mio (größte Population in Afrika, 3% jährliche Zunahme)
- Großteil im Hochland (> 1500 m asl), bedeckt aber nur 44% der Fläche => größte Bevölkerungsdichte Afrikas
- Ökonomie dominiert von Landwirtschaft (50% BSP ,85% Arbeit)
- V.a. Subsistenz-Kleinbauern und Nomaden

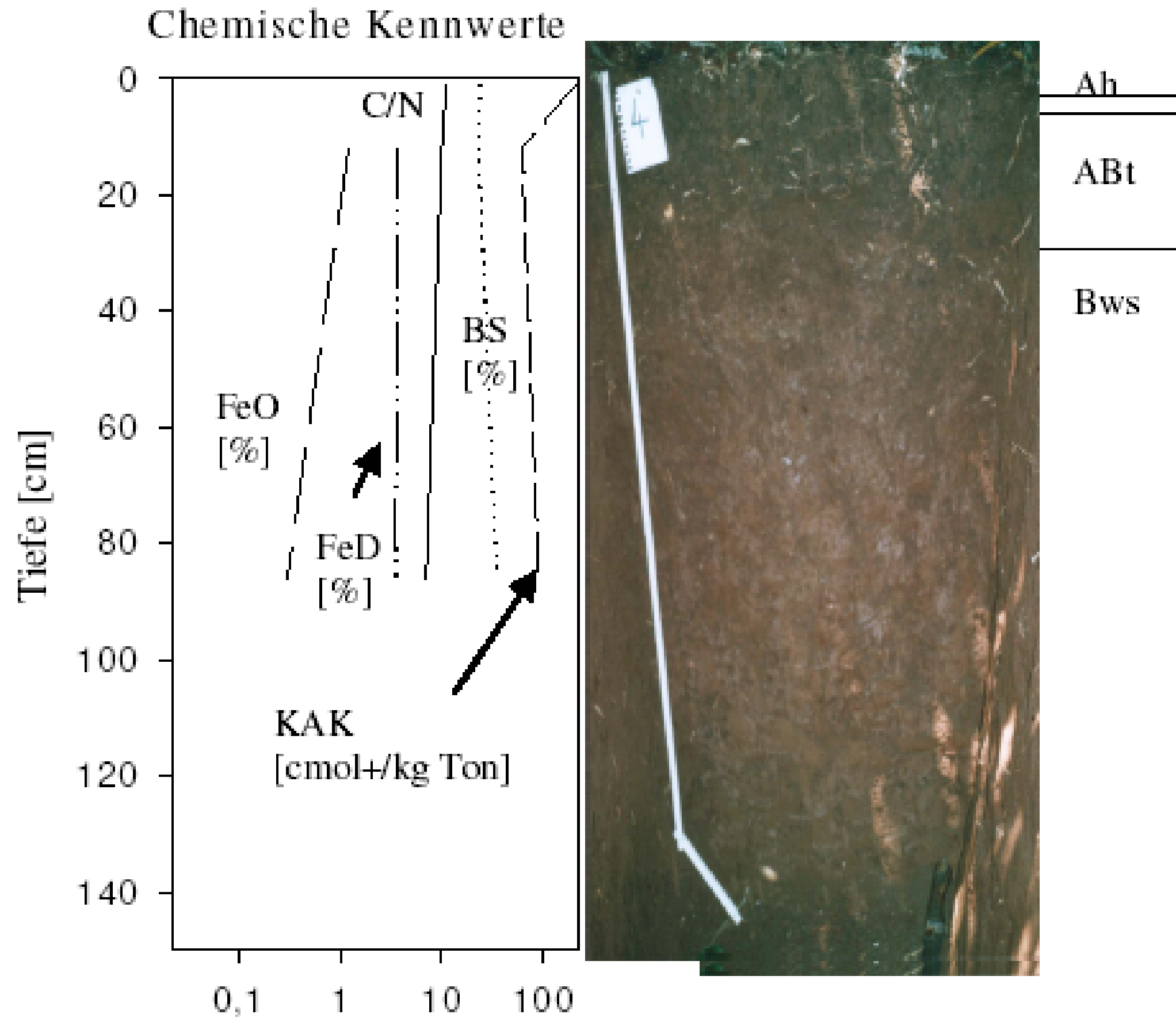
# Hintergrund

---

- Einst dichte *Podocarpus* Naturwälder
  - => Geringes Wachstum
  - => Geringe Produktivität
- Zunehmende Bevölkerung
  - => Zunehmender Holzbedarf (Energie, Konstruktionsmat)
  - => Heute nur noch 4,2% der ursprünglichen Waldfläche
  - => Bodendegradation durch Erosion (2 Mrd t OB p.a.)
- Heute: Aufforstungen mit exotischen, schnellwüchsigen Species (*Eucalyptus ssp.*, *Cupressus ssp.*, *Pinus ssp.*)
  - 0,2% des aktuellen Holzbedarfes !!!
  - => weiterer Druck auf Naturwald-Reste
  - => Ökologische Auswirkungen der exotischen Species?

**=> Nachhaltigkeit (Sustainability)**

# Böden



Eutric Nitisol

- Naturwald (*Podocarpus falcatus* etc.)
- Eucalyptus-Plantage (595 Bäume ha<sup>-1</sup>)
- Cypressen-Plantage
- Kiefern-Plantage
- 26 Jahre kontinuierliche Kultivierung
  
- Lagerungsdichte => Nährstoffvorräte
- Korngrößenfraktionierung
- Aggregatfraktionierung
- Nährstoffe, OBS
- Wasser- und Elementflüsse
- Nährstoffdynamik



# Humus- und Nährstoffvorräte

Land use	Soil depth (cm)					
	0–20	20–40	40–70	70–100	0–100	20–100
<b>OC</b>						
Natural forest	11.37 (2.13)	6.62 (1.54)	9.56 (3.46)	5.13 (1.68)	32.68 <sup>a</sup>	21.31
3rd rot. <i>Eucalyptus</i>	8.87 (1.02)	6.85 (1.33)	6.45 (1.98)	5.28 (2.90)	27.45 <sup>b</sup>	18.58
<i>Eucalyptus</i> (21 years)	10.79 (1.43)	5.43 (2.03)	5.66 (1.52)	4.33 (1.35)	26.21 <sup>b</sup>	15.42
<i>Pinus</i> (21 years)	8.32 (1.62)	6.32 (1.38)	7.03 (2.56)	5.08 (2.46)	26.75 <sup>b</sup>	18.43
<b>Total N</b>						
Natural forest	0.98 (0.15)	0.58 (0.16)	0.84 (0.22)	0.53 (0.14)	2.93 <sup>a</sup>	1.95
3rd rot. <i>Eucalyptus</i>	0.63 (0.05)	0.53 (0.07)	0.58 (0.13)	0.60 (0.17)	2.34 <sup>b</sup>	1.71
<i>Eucalyptus</i> (21 years)	1.15 (0.17)	0.61 (0.21)	0.63 (0.24)	0.50 (0.12)	2.89 <sup>a</sup>	1.74
<i>Pinus</i> (21 years)	0.58 (0.1)	0.47 (0.67)	0.59 (0.16)	0.51 (0.11)	2.15 <sup>b</sup>	1.57
<b>Total S</b>						
Natural forest	0.12 (0.02)	0.08 (0.00)	0.13 (0.03)	0.07 (0.03)	0.4	0.28
3rd rot. <i>Eucalyptus</i>	0.11 (0.01)	0.11 (0.01)	0.10 (0.01)	0.10 (0.03)	0.42	0.30
<i>Eucalyptus</i> (21 years)	0.13 (0.02)	0.08 (0.02)	0.07 (0.03)	0.07 (0.03)	0.35	0.22
<i>Pinus</i> (21 years)	0.07 (0.01)	0.08 (0.01)	0.13 (0.03)	0.07 (0.02)	0.35	0.28

- Means followed by the same lower case letter in a column are not significantly different from each other at 0.05 and 0.01 probability level for OC and N, respectively.

# Organische Substanz in Aggregaten (0-20 cm)

	Size fractions (mm)				
	2-5	1-2	0.5-1	0.25-0.5	0.053-0.25
<b>Organic C</b>					
Natural forest	8a (0.4)	14a (1.4)	18a (5.7)	16a (3.5)	8b (1.8)
Cultivated	0.18bD (0.02)	1.4bD (0.24)	5.6bC (0.65)	8.4bB (1.0)	14aA (0.11)
<b>Total N</b>					
Natural forest	0.64a (0.04)	1.2a (0.09)	1.5a (0.43)	1.3a (0.22)	0.64b (0.14)
Cultivated	0.02bD (0.003)	0.15bD (0.03)	0.63bC (0.09)	0.93aB (0.08)	1.5aA (0.03)

Means followed by the same lower case letter in a column and by the same upper case letter in a row are not significantly different. Numbers in parentheses are standard errors (n=3).

# Partikuläre organische Substanz in Aggregaten (0-20 cm)

	C	N	S			
	(mg g <sup>-1</sup> fraction)			C/N	C/S	N/S
<b>Natural forest</b>						
<i>Macroaggregates</i>	138a*	9.9a*	1.0a	14a*	144a*	10a
	(6)	(0.4)	(0.07)	(0.07)	(3.4)	(0.3)
<i>Microaggregates</i>	84b*	5.2b	0.6b	17a	148a*	9a
	(12)	(1.4)	(0.07)	(2.2)	(4.4)	(1.3)
<b>Eucalyptus plantation</b>						
<i>Macroaggregates</i>	56a	5.9a	0.7a	9a	87a	9a
	(8)	(0.9)	(0.2)	(0.5)	(9)	(0.8)
<i>Microaggregates</i>	57a	4.4a	0.6a	13a	101a	8a
	(0.2)	(0.4)	(0.03)	(1.4)	(7)	(0.6)

Values followed by different lower case letters within a land use are significantly different ( $P < 0.05$ ). Values followed by \* in the natural forest are significantly higher ( $P < 0.05$ ) than the corresponding values in the *Eucalyptus* plantation. Numbers in parentheses are standard errors (n=3).

# Nährstoff-Flüsse

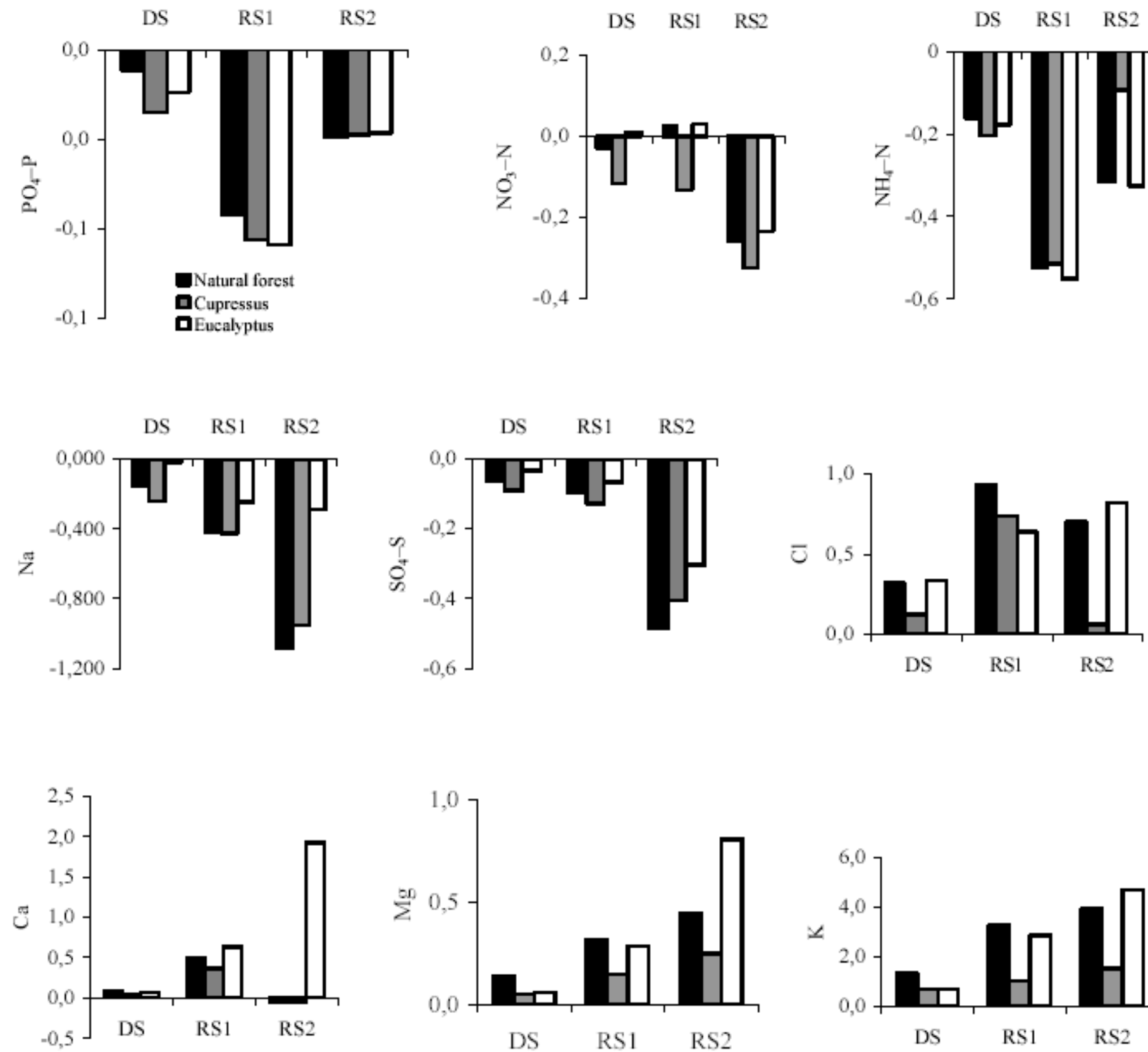


Fig. D1. Seasonal variations in net throughfall nutrient fluxes ( $\text{kg ha}^{-1}\text{season}^{-1}$ ) in the three forest types. DS-dry season; RS1-small rainy season; RS2-main rainy season.

# Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

---

- Naturwald an Ökosystem angepasst
- Exotische Bäume und Inkulturnahme führen zu Zerstörung der Aggregierung und Humus- und Nährstoffschwund
  - => < 20 a Änderung nicht gravierend
  - => > 20 a Bodendegradation