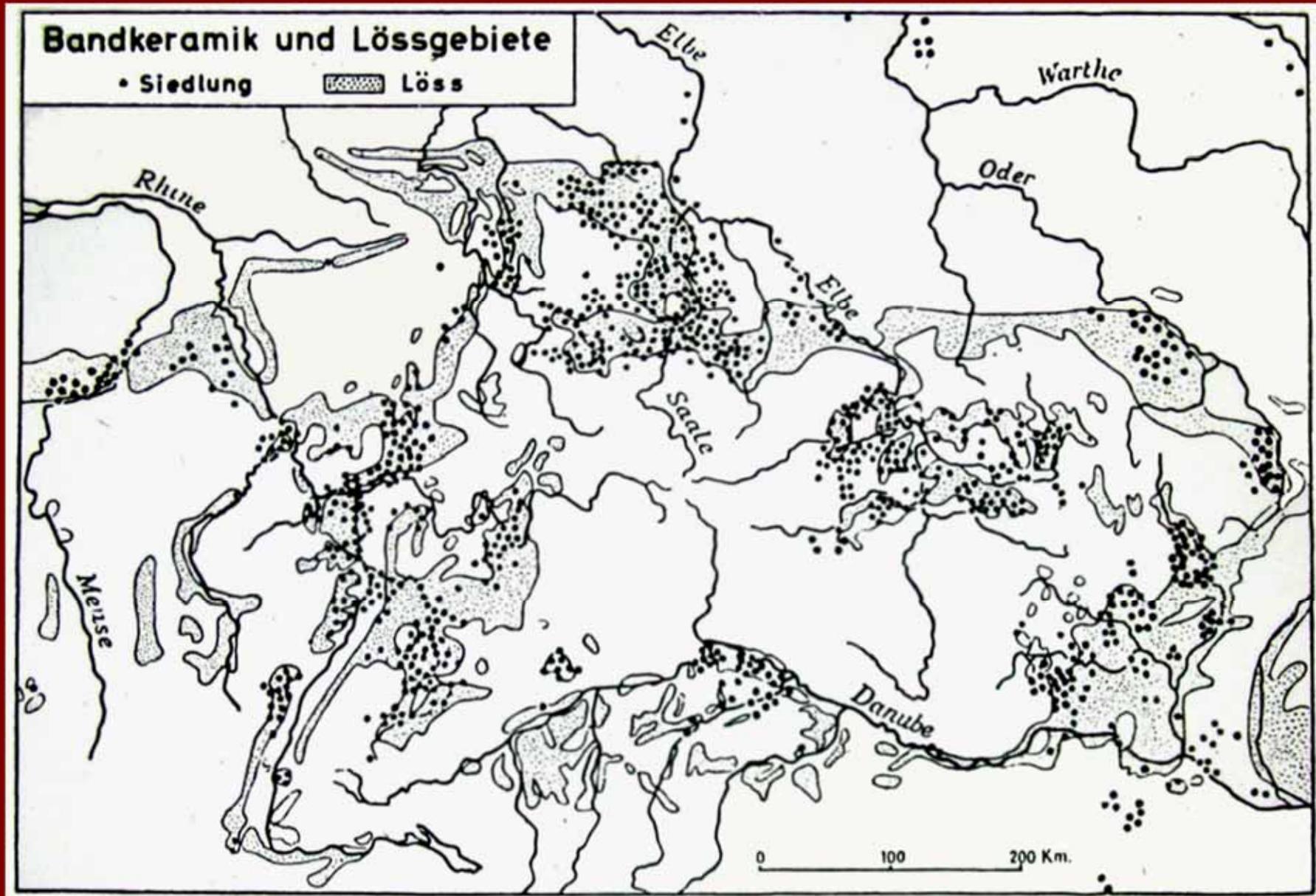


Agrarforschung der Zukunft: Agrarstandorte – Vorkommen, Zugang, Nutzung

Wolfgang Haber

Vortrag im Forschungsstrategischen Fachforum
Foresight-Prozess "Agrarforschung quo vadis?"
der DAFA in Göttingen, 4. November 2014

Jungsteinzeitliche Siedlungsnachweise in Mitteleuropa 5000-4500 v.Chr. (Kolbe 1983)





Xenophon (430-354 v. Chr.):

"Bevor wir mit der Bestellung des Bodens beginnen, sollten wir beobachten, welche Pflanzen am besten darauf gedeihen. Von den Unkräutern, die er hervorbringt, können wir sogar ableiten, was auf ihm am besten wachsen wird" (*Oeconomicus* 16.3, zit. aus Montgomery 2010, S. 76).

(Er riet den Bauern auch, Dung auszubringen, die abgeernteten Felder abzubrennen und die Pflanzenreste unterzupflügen.)



Columella († 70 n.Chr.), De re rustica:

Fruchtbare Oberböden sollen mindestens 60 cm mächtig sein, damit sie sich für Getreidebau eignen. An den Hängen mit flachgründigen Böden sollen nur Wein und Oliven angebaut werden.

Er empfahl möglichst geringe Bodenbearbeitung, was hohe Erträge begünstige, wandte sich aber gegen längeres Brachliegen von Ackerland.



B o d e n

- **Überraschend geringer Stellenwert im Umweltschutz**
- **Uneinheitliches Verständnis des Begriffs**
- **Grundlage der Ernährung**
- **Einzigartige Bildung der lebenden Natur**
- **Bei Schäden oder Verlust nicht wiederherstellbar**

Cato
De agri cultura
Über die Landwirtschaft
Lateinisch/Deutsch

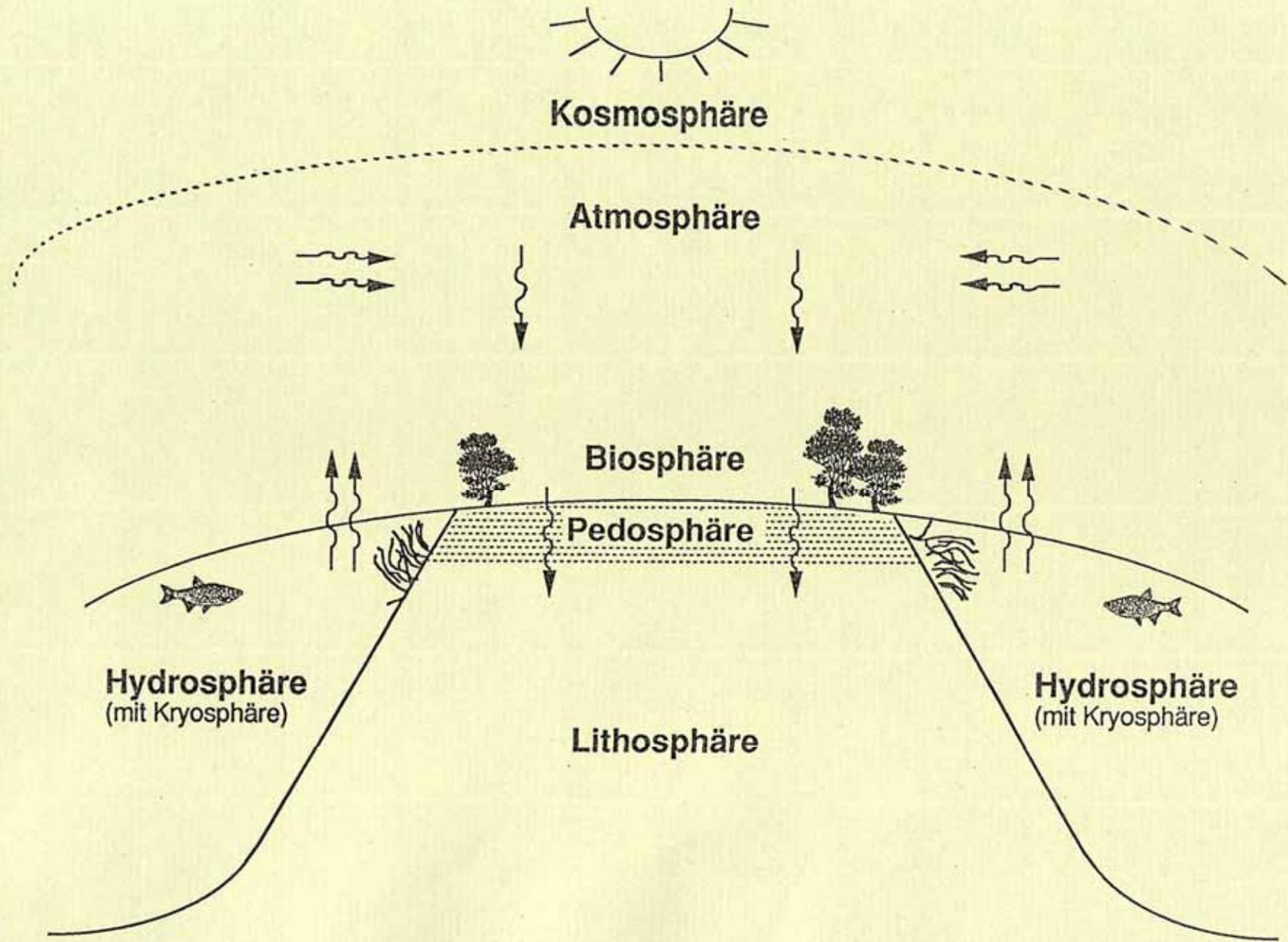
Reclam



Cato (234-149 v. Chr.) schuf eine Bodenklassifikation mit 9 Typen und 21 Subtypen. Entscheidendes Kriterium war die Eignung der Böden für die verschiedensten Kulturpflanzen.

Plakat auf der Grünen Woche Berlin 2007





Umweltsphären – Environmental Spheres

Rekonstruktion einer jungsteinzeitlichen Siedlung, 6500-4000 v.Chr.



Agri-Kultur = Teilzerstörung der Natur

Bau-Kultur = Totalzerstörung der Natur

Ergebnis: „Kultur“ landschaft!

„Wilde“
Natur

Weideland
(Allmende)

Ackerland

Siedlung

Wildebeest-Herde in Ngorongoro-Krater, Tansania (Archivbild TUM-LÖK)





Problematik des Übergangs zur Landwirtschaft

- **Definitive Lösung der Menschen von den direkten Leistungen der natürlichen Ökosysteme und ihrer Lebensvielfalt**
- **Schaffung eigener Systeme zur Gewährleistung der Nahrungsversorgung, gegliedert in Tierhaltung und – ohne Vorbild in der Natur – Ackerbau**
- **Hervorbringung der eigentlichen menschlichen Umwelt mit Unterscheidung zwischen "wilder" Natur und Kultur (als "domestizierter", technisch immer stärker überformter Natur)**

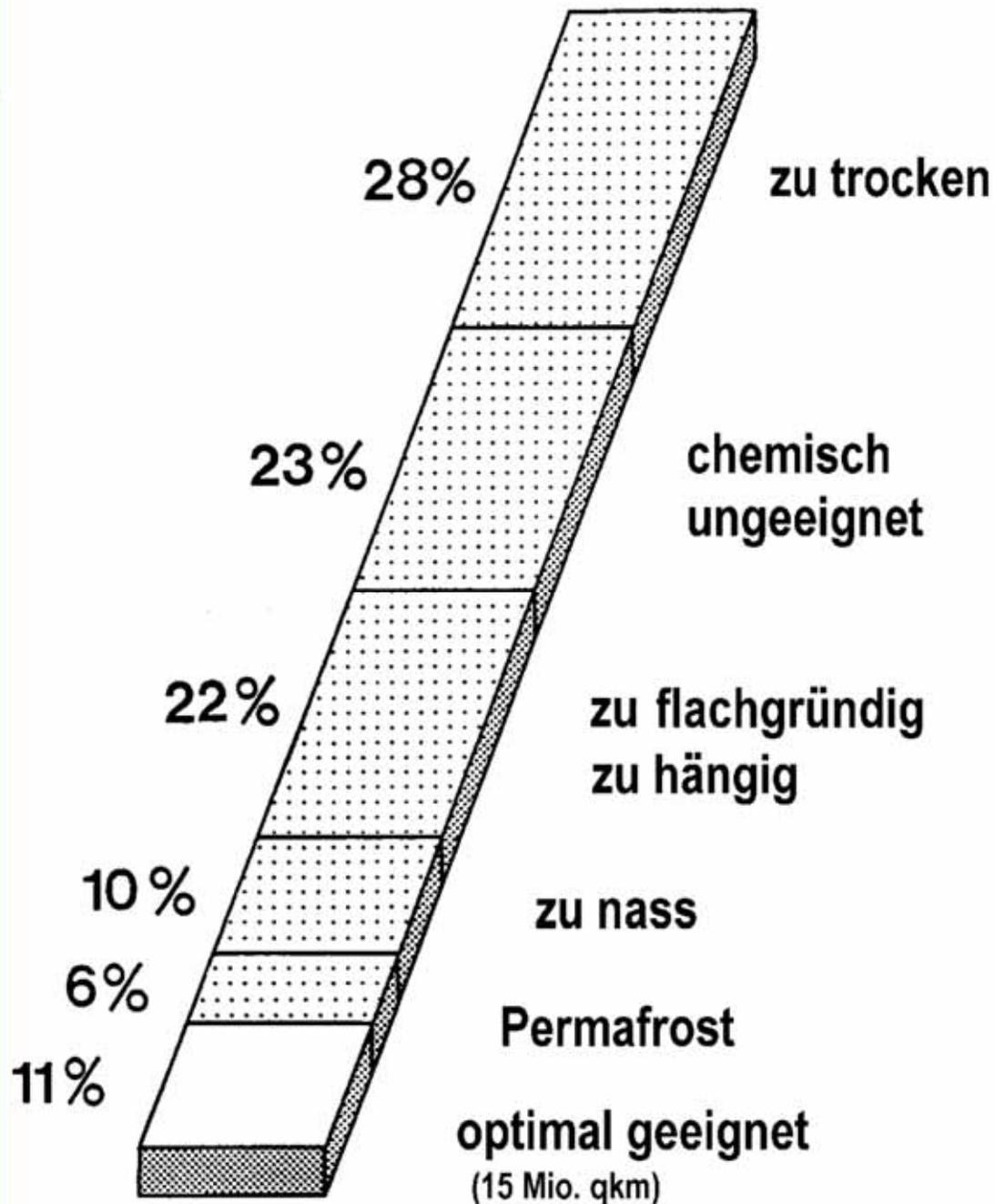


Ackerbau: Ökologisch anspruchsvollste Land- bzw. Bodennutzung

- benötigt nährstoffreiche, tiefgründige Böden mittlerer Feuchte, ± ebener Lage und guter Bearbeitbarkeit in Klimagunst.
- Diese bietet die Natur weltweit auf nur ca. 11 % der Landfläche; ideal: Löss- und Schwemmland-Böden.
- Daher stete Tendenz, weitere Flächen mit technischen Mitteln („Kulturtechnik“) ackerfähig zu machen – mit nachteiligen Folgen

Weltweite Eignung der Böden oder Substrate für Ackerbau

%-Angaben außer Hochgebirgs- und Polarland (FAO 1986)



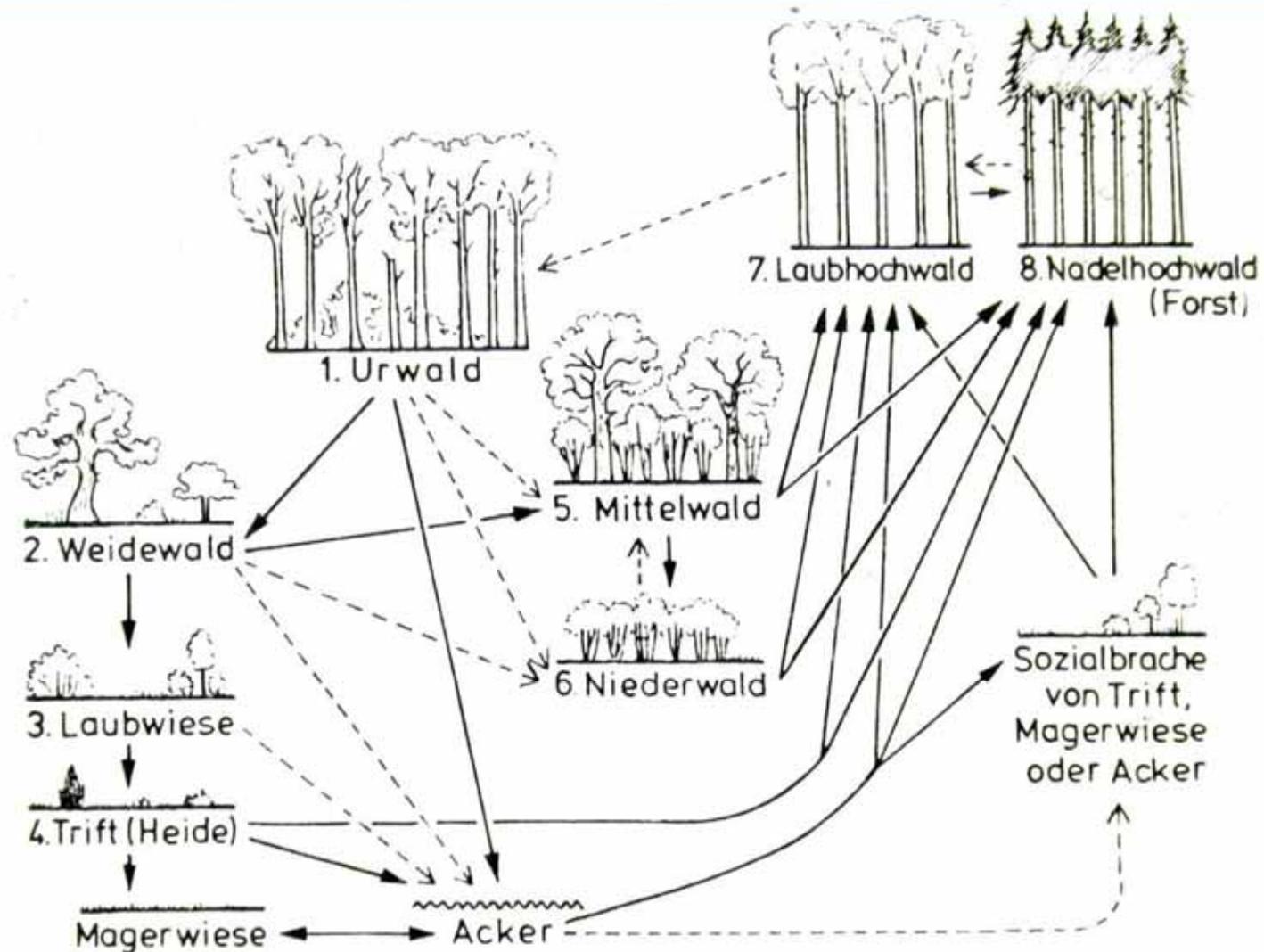


Jeder Acker-/Pflanzenbau ist eine irreversible (Teil-)Zerstörung gewachsener Natur!

... denn er erfordert:

- totale Entfernung der natürlichen Pflanzendecke (Waldrodung, Graslandumbruch), d.h. Beseitigung des natürlichen Bodenbildners und Erosionsschutzes,
- Aufbrechen und ständiges Bearbeiten des Bodens,
- Bekämpfung von konkurrierenden „Un“kräutern und ertragsmindernden „Schädlingen“
- Homogenisierung des jeweiligen Standorts

Umwandlung des natürlichen mitteleuropäischen Waldlandes in land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen [Kulturland(schaft)]



(Aus Ellenberg & Leuschner 2010, S. 41)



**Bodenerosion nach
Starkregen auf
einem Acker bei
Freising (Bayern)**

16
(fot. W. Haber, April 1969)

Winderosion auf entwässertem Moorboden bei Freising, Oberbayern



(fot. W. Haber, März 1968)

Bodenerosion im Lössgebiet Nordchinas (fot. W. Haber, 2006)

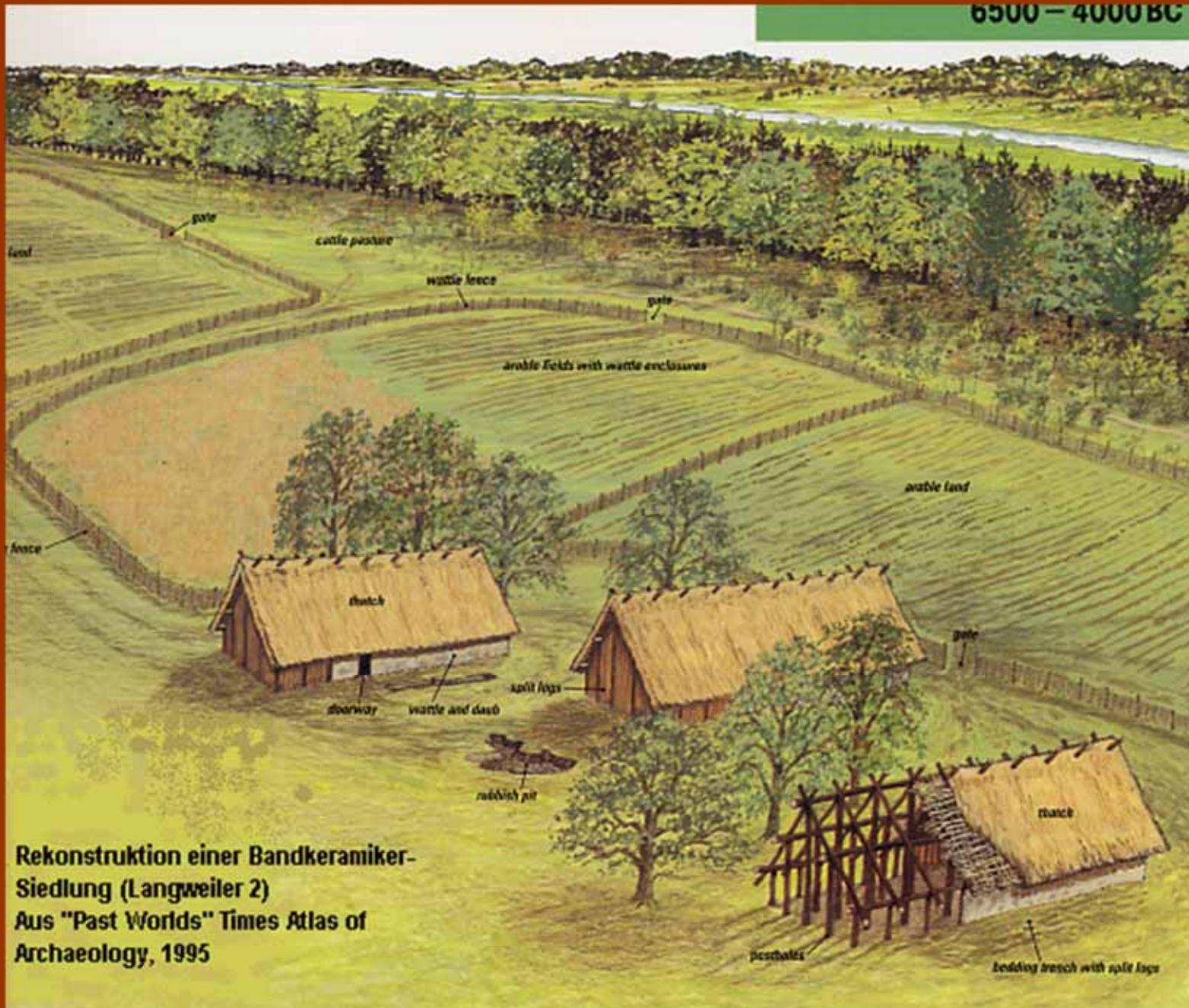


**Die selbstzerstörerische
Tendenz im Ackerbau**

Reisterrassen bei Simao, Yunnan (China) (fot. W. Haber, Mai 1980)



Rekonstruktion einer jungsteinzeitlichen Siedlung, 6500-4000 v.Chr.



Rekonstruktion einer Bandkeramiker-Siedlung (Langweiler 2)
Aus "Past Worlds" Times Atlas of
Archaeology, 1995

„Wilde“
Natur

Weideland
(Allmende)

Ackerland

Siedlung

Der Stadt-Land-Gegensatz – schon früh bewusst !

Breviarium Grimani, 1510



Simon Bening, 1530





Landshut, Getreidespeicher von 1380

Städtische Ernährung ruhte
auf gespeicherter Ernte vom
Land!



Frühes Beispiel von
städtischer Daseinsvorsorge!



Peking,
Himmelstempel

Halle des Gebets für
gute Ernten

祈年殿

建于明·永乐十八年（1420），初名“大祀殿”，为一矩形大殿，用于合祀天、地。嘉靖二十四年（1545）改为三重檐圆殿，殿顶覆盖上青、中黄、下绿三色琉璃，寓意天、地、万物，并更名为“大享殿”。

清·乾隆十六年（1751），改三色瓦为统一的蓝瓦金顶，定名“祈年殿”，是孟春（正月）祈谷的专用建筑。

祈年殿殿高38.2米，直径24.2米，内部开间还分别寓意四季、十二月、十二时辰以及周天星宿，是古代明堂式建筑仅存的一例。

Hall of Prayer for Good Harvests

Built in 1420 during the reign of Ming Emperor Yongle, the original hall, rectangular in shape, was first named the Great Hall for Sacrificial Rituals used to worship both Earth and Heaven. In 1545 during Ming Emperor Jiajing's reign, it was rebuilt as a round hall with a triple-eaved roof covered with blue, yellow and green glazed tiles symbolizing Heaven, Earth and the mortal world; it was renamed the Great Hall for Offering Sacrifices.

(fot. W. Haber, Mai 2006)



Die drei Hauptfunktionen der Böden

- 1. Produktionsfunktion:** Pflanzenwuchs als Grundlage allen Lebens
 - 2. Regulierungsfunktion:** Regulierung aller Stoff- und Energieflüsse durch Bindung, Abbau oder Umbau; Grundwasserbildung
 - 3. Lebensraumfunktion:** Bodenorganismen bauen organische Reste ab und Humus als Fruchtbarkeitsträger und CO₂-Speicher auf
- (nach SRU-Landwirtschaftsgutachten 1985)

The soil microbial biomass concept

The soil microbial biomass is:

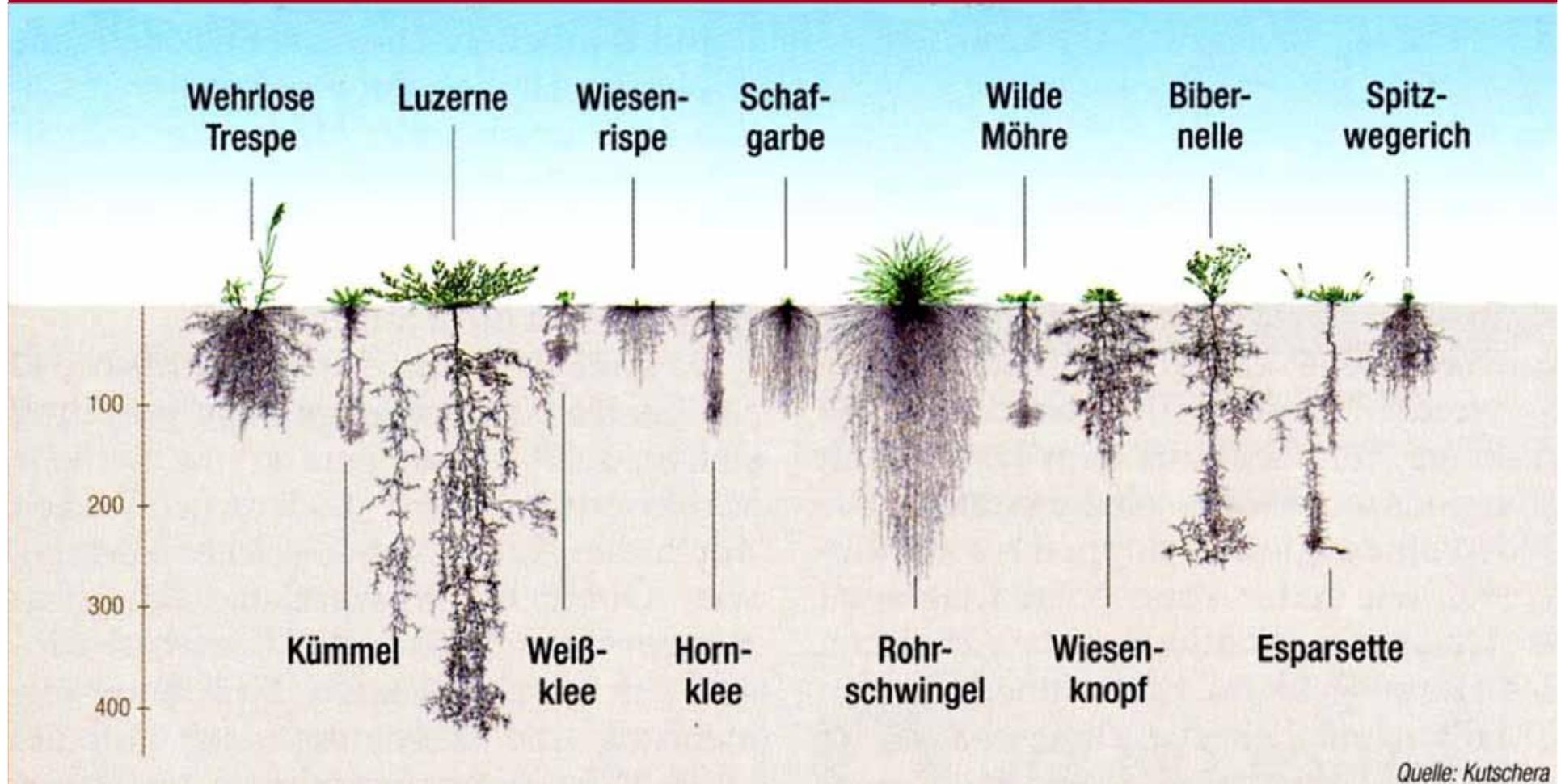
- 1. The sum of the masses of all the soil micro-organisms – may contain 500 kg C/ha in arable soils and much more in grassland.**
- 2. An important labile pool of plant nutrients, especially N, P, S.**
- 3. The agent of mineralisation of all the dead organic materials that enter the soil.**
- 4. The ‘motor’ of planet earth.**

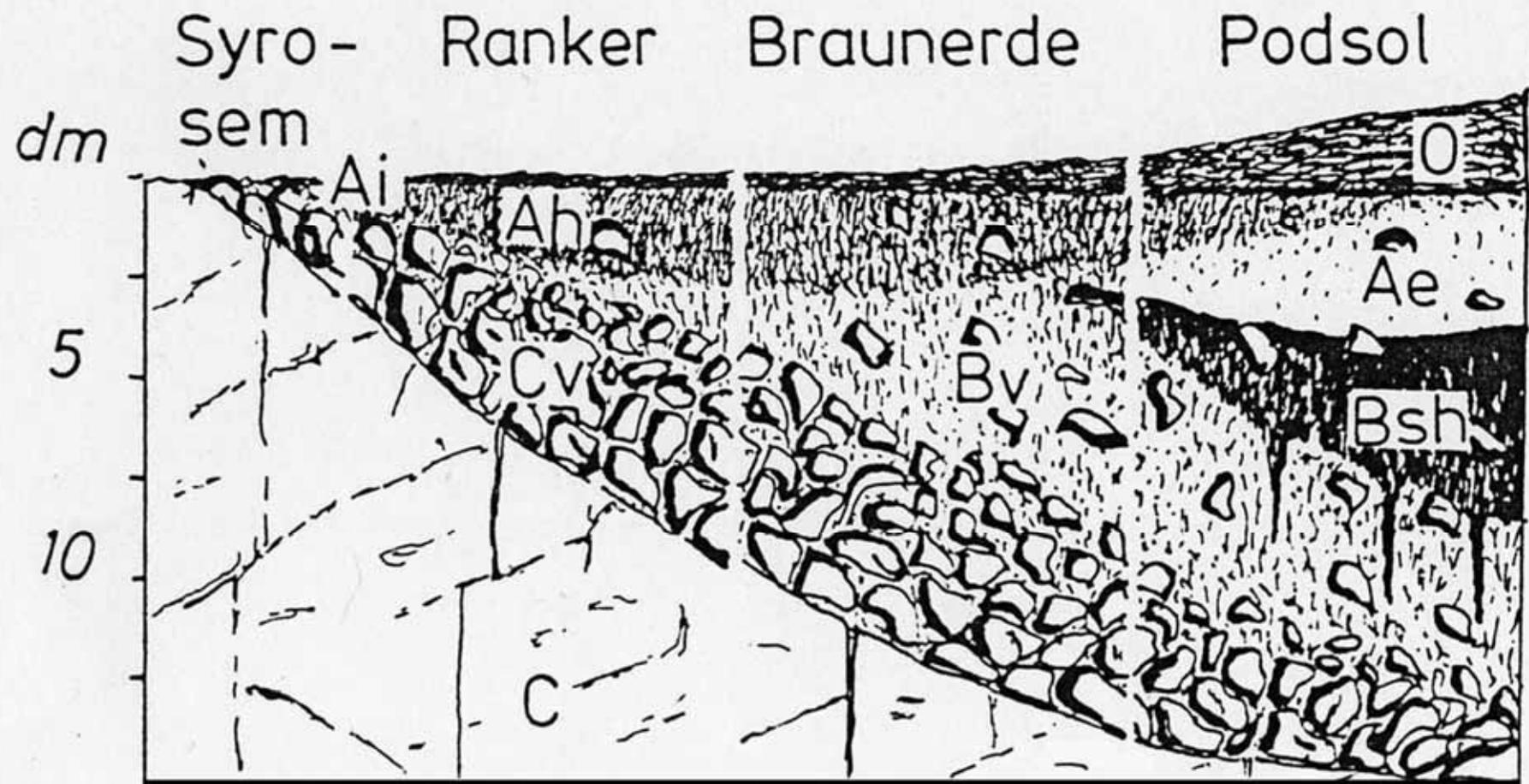
(aus Philip C. Brookes, Bentley Lecture 2004)

Bodennutzung setzt Vegetation voraus

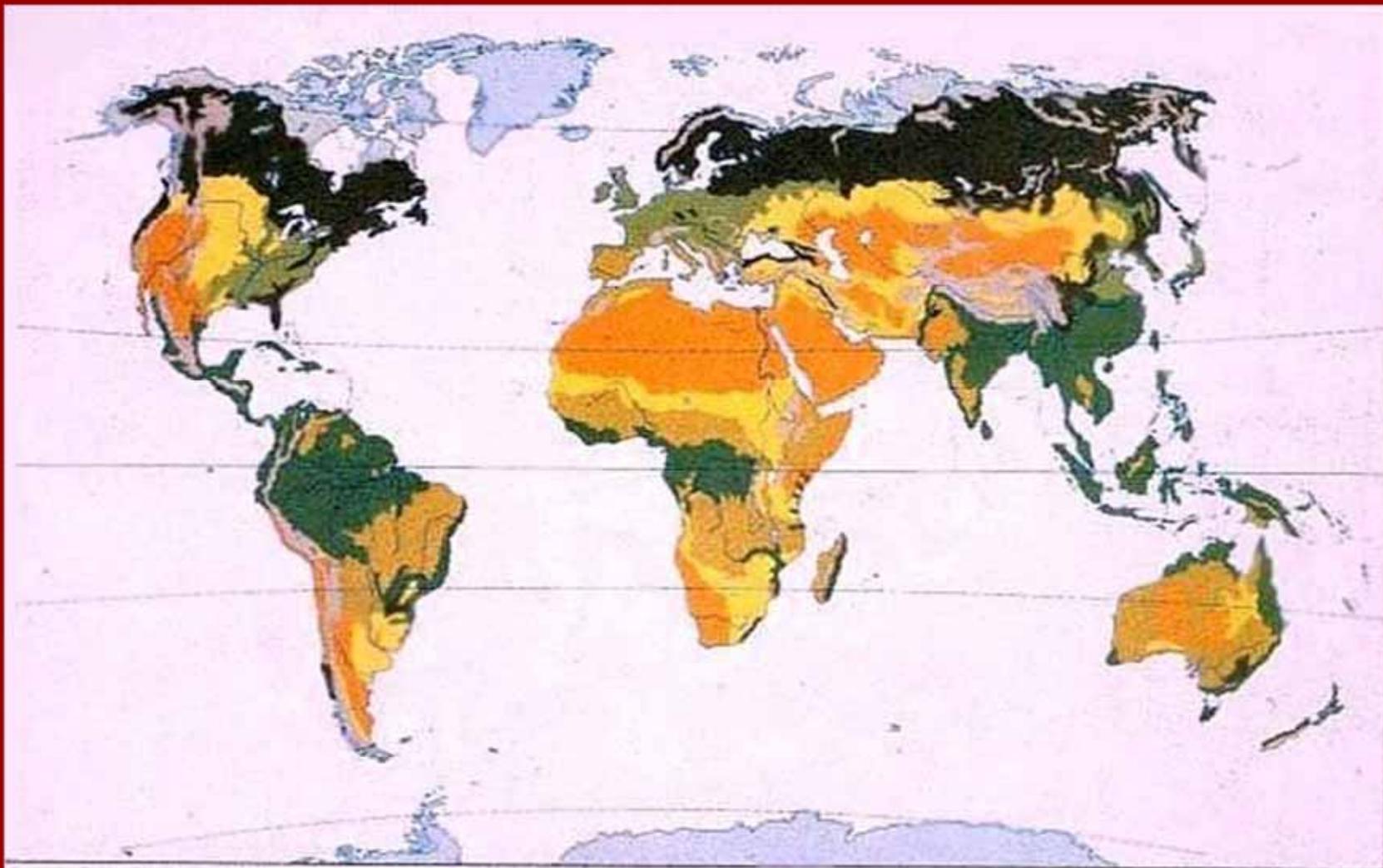
- **Dichte Pflanzendecken in Wechselwirkung mit von ihnen gebildeten Böden (Pedosphäre)**
 - **Photosynthese als Basis des Eigenlebens der Pflanzen (autotroph) und des davon abhängigen nicht-pflanzlichen Lebens (heterotroph)**
 - **Zwei Grundtypen von Vegetation:**
 - a) holzig, langlebiger**
 - b) grasig-krautig, vergänglicher**
- Unterschiedlich verwertbar oder nutzbar!**

Wurzelsysteme von Grünlandpflanzen





**Bodenentwicklung aus Granit in kühl-
feuchtem Klima (Blume 1976)**

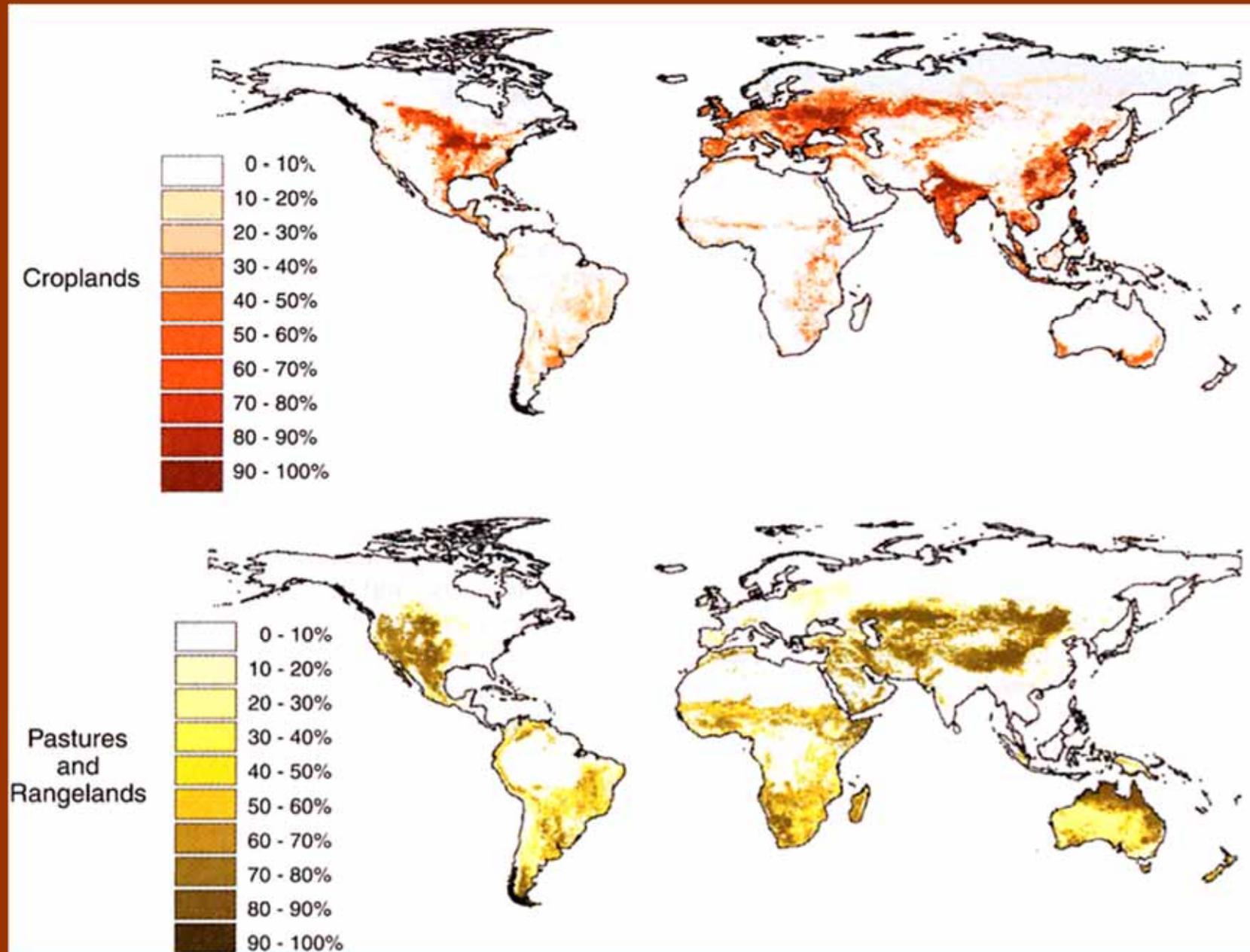


- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | Polare Eissteppe. Andauernde Schnee- und Eisbedeckung. |  | Tropischer Wald. Dichte Vegetation, hohe Temperaturen, Niederschläge normalerweise stark. |
|  | Tundra. Kalt mit sehr kurzen Sommern. Überwiegend Dauerfrostboden. Moose, Flechten, am Südrand Gebüsch. |  | Grasland. Pflanze und Steppe. Niederschläge normalerweise spärlich. Ausgedehnte Weide- und Ackerflächen. Gräser und Dorngewächse. Hohe Temperaturen, jahreszeitlich gebundene Niederschläge. Niedriges, gebüschtes Baumwuchs. Dornbüsche, sukkulente Pflanzen; im Mittelmeerraum Zitrus und Olivenbäume. |
|  | Bergland und Moore. Nackte Felsflächen, Krüppel oder Zwergwuchs. Gräser, Matten, Heide. |  | Wüste. Geringe oder gar keine Niederschläge. Extreme tagszeitlich und jahreszeitlich gebundene Temperaturunterschiede. Spärliche oder gar keine Vegetation. |
|  | Nadelwald. Kalte Winter mit starken Schneefällen. Kiefer, Fichte, Lärche am Südrand mit leuchtendfarbenen Blüten durchsetzt. | | |
|  | Laubwald. Wälder und feuchter als die Nadelwaldgebiete. | | |

© 1984 Duxbury Cartography Limited © 1984 Time-Life Books, NY

Natürliche Vegetation der Kontinente

Verteilung von Acker- und Weideland in den Kontinenten (aus Millennium Ecosystem Assessment 2005)



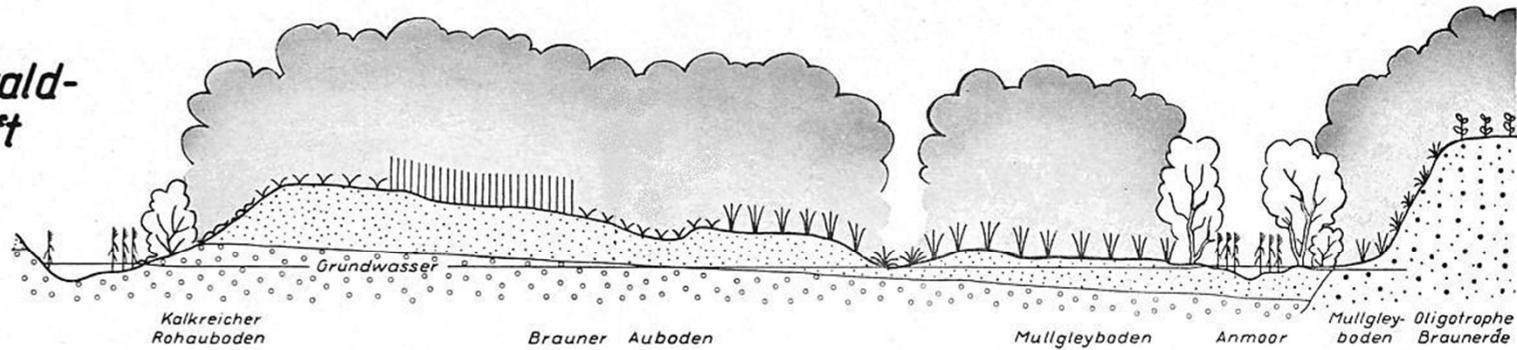
Trocknung von Rinderdung zur Verwendung als Brennstoff



Landwirtschaftliche Nutzungseignung nach Vegetation und Boden

E. Preisling u. R. Tüxen

Eschen-Ulmenwald- Auenlandschaft



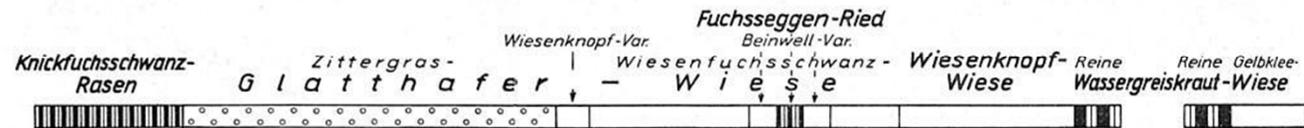
Bodentypen:
(n. Kubiěna)

Naturlandschaft



Wirtschaftslandschaft

Wiesen



Weiden



Äcker Sommerfrucht Winterfrucht

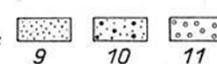


Zeichenerklärung:

Pflanzendecke:



Bodenarten:



Wasserstufen:



Pflanzendecke:

- 1 Sommerfrucht
- 2 Winterfrucht
- 3 Überflutungsrasen
- 4 Röhricht

- 5 Großseggen-Ried
- 6 Weiden
- 7 Mähwiesen
- 8 Trockenrasen

Bodenarten:

- 9 Lehm
- 10 Lehmgiger Sand
- 11 Kies

Wasserstufen:

- 12 naß
- 13 feucht
- 14 zeitweise überflutet, aber nicht dauernd feucht oder naß
- 15 günstig (optimal)
- 16 trocken

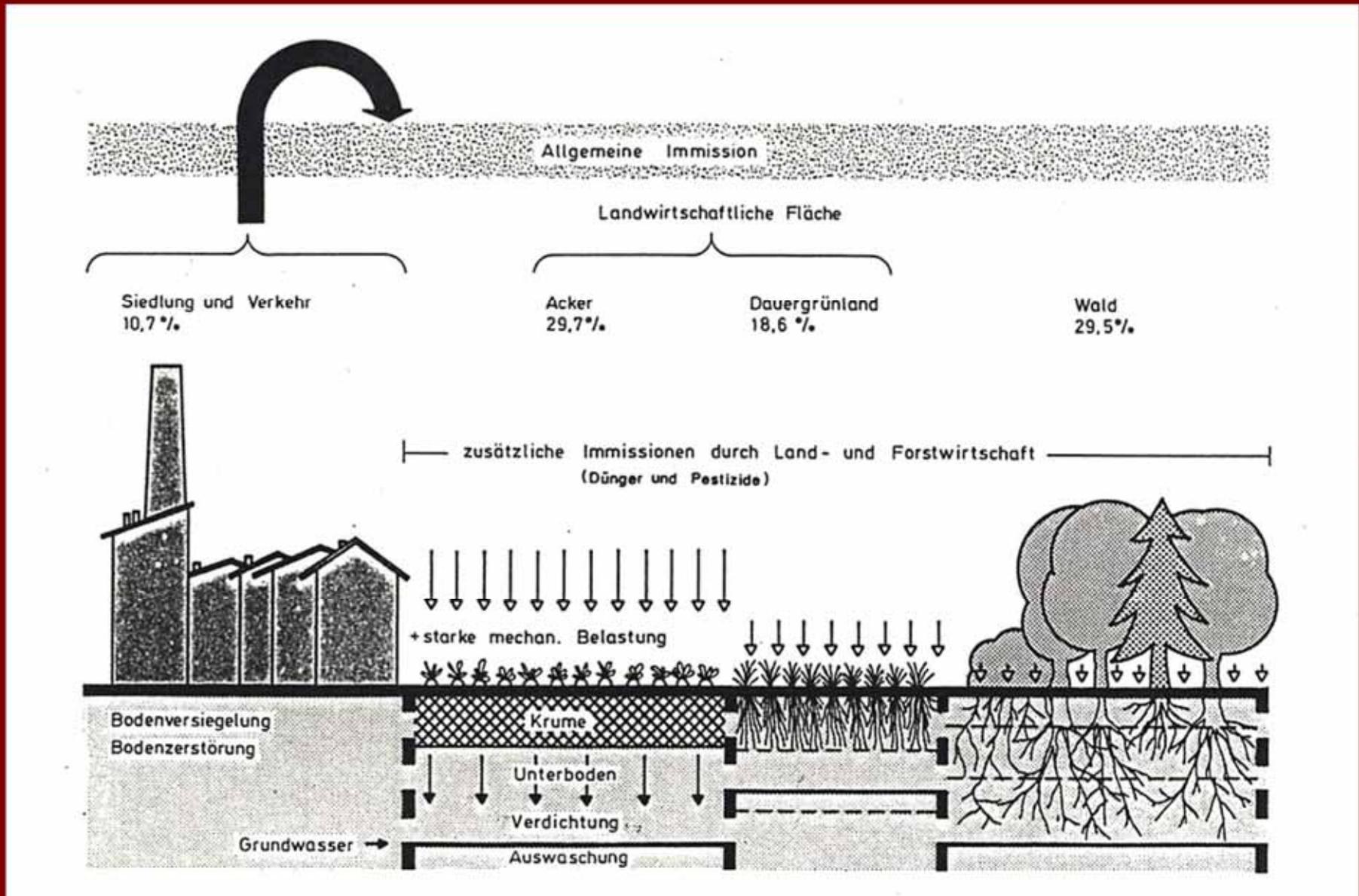
Vielfältig strukturierte Agrarlandschaft im Münsterland (fot. W. Haber, März 2011)



Kulturlandschaft am mittleren Yangtse, China (fot. W. Haber, Mai 1980)



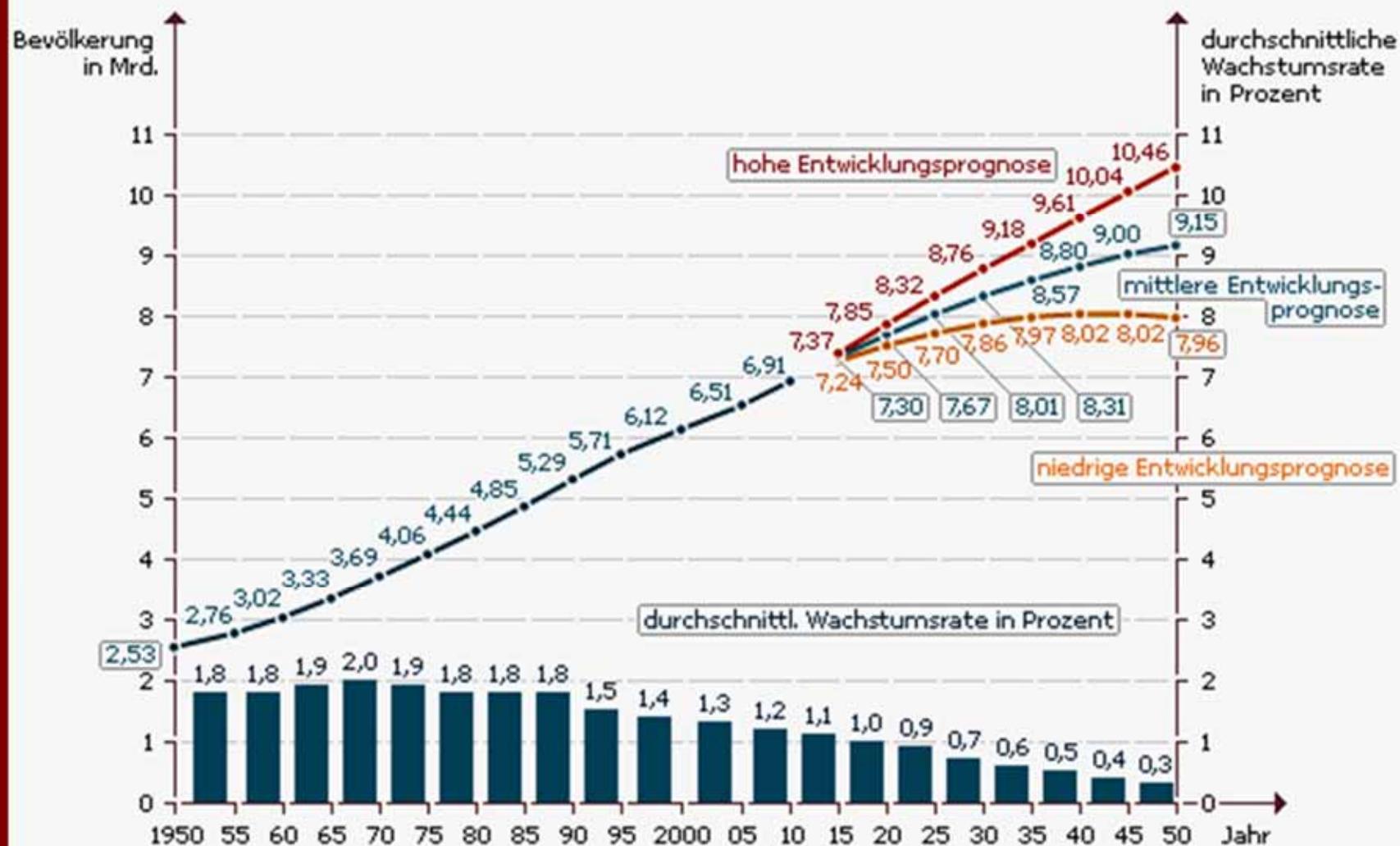
Die 4 Haupt-Landnutzungen in Deutschland mit den von ihnen verursachten Bodenbelastungen und Immissionen



(aus SRU Landwirtschafts-Gutachten 1985, Zeichnung L. Spandau)

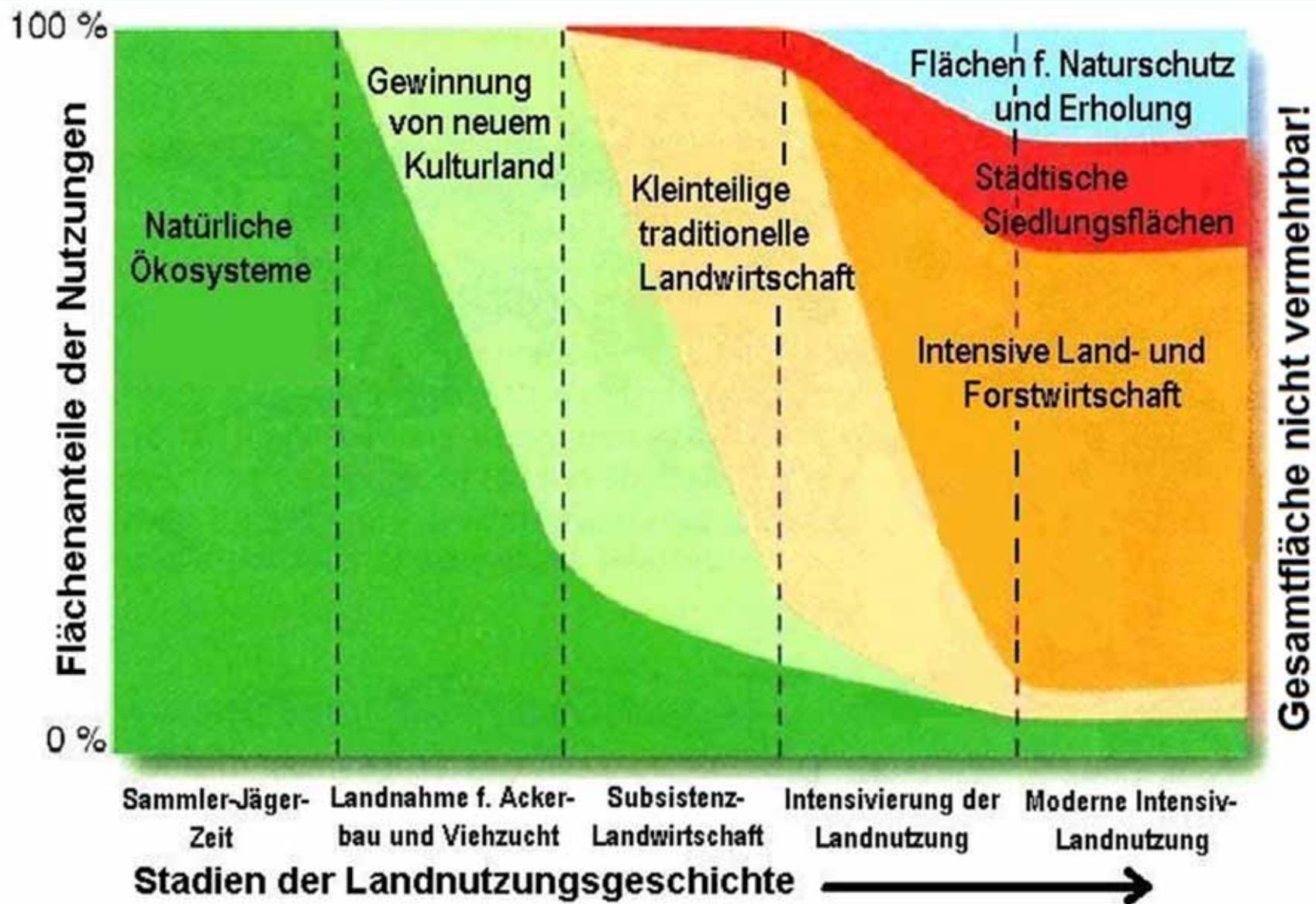
Bevölkerungsentwicklung

Bevölkerung in absoluten Zahlen und Wachstumsrate pro Jahr in Prozent, weltweit 1950 bis 2050



Quelle: UN/DESA: World Population Prospects: The 2008 Revision
 Lizenz: Creative Commons by-nc-nd/3.0/de
 Bundeszentrale für politische Bildung, 2010, www.bpb.de





Ernte mit Mähdreschern in USA: spart physische Arbeit, bringt Masse, braucht Energie, sichert Nahrung (ökol.) und Gewinn (ökon.)



(Repr. aus National Geographic, Archiv LÖK WZW)

Automatisierte Bewässerungs-Kulturen in Jordanien (Archivbild)

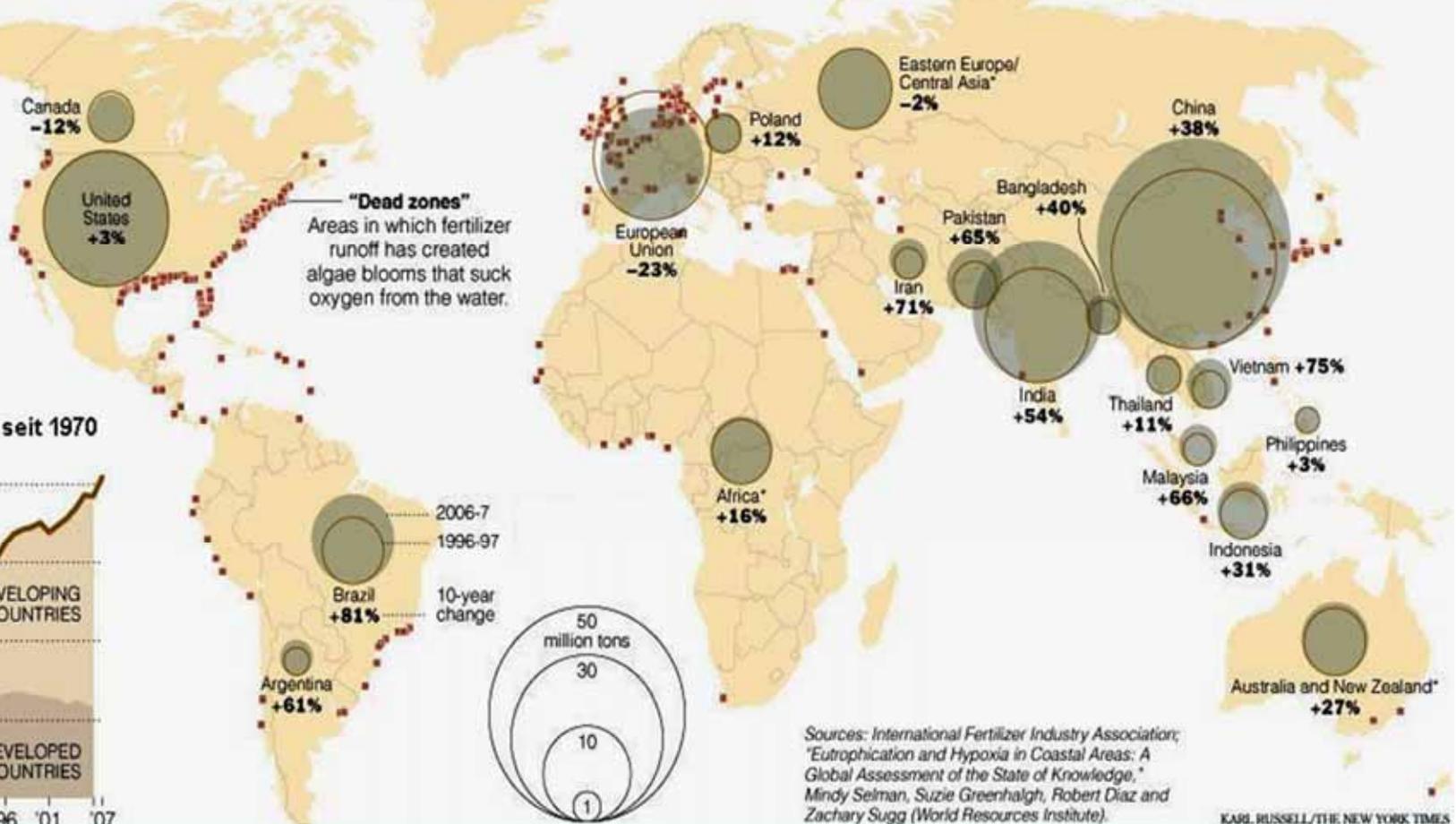
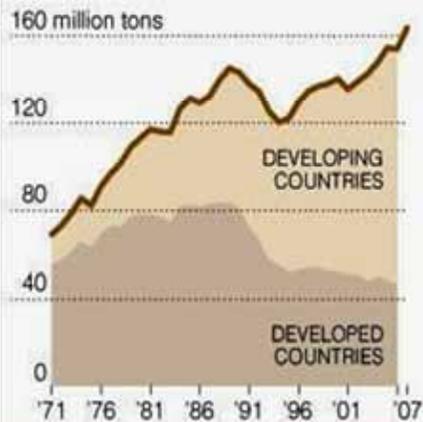


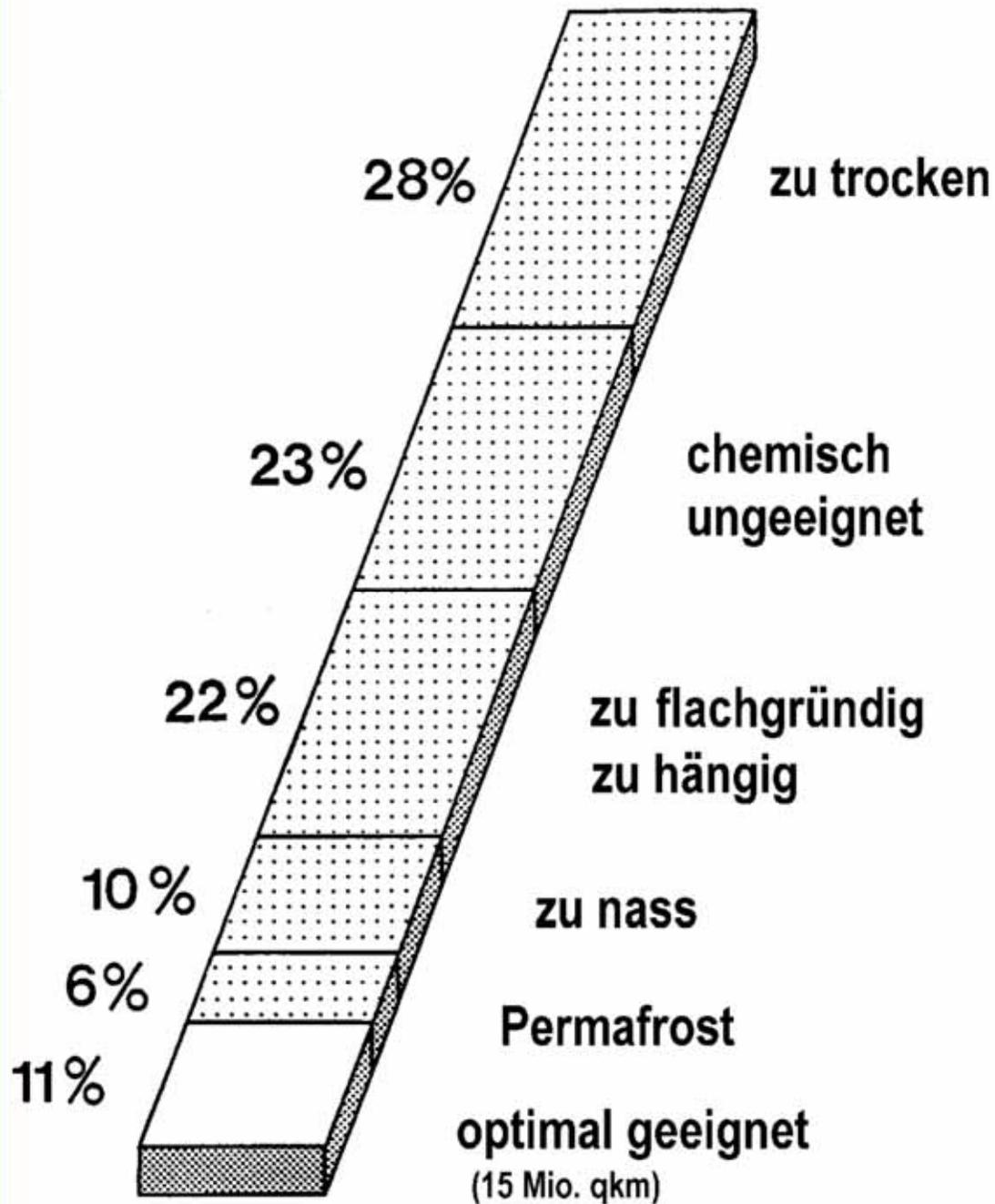
Wie weit ist Mineraldünger verzichtbar ?

Weltweite Zunahme des Mineraldünger-Einsatzes seit 1996

Fertilizer use has been growing faster in developing countries than in the industrialized world in recent years. But rising demand has produced a big price jump. Increased fertilizer runoff is expected to worsen the problem of dead zones along ocean shores.

Mineraldünger-Einsatz seit 1970





Weltweite Eignung der Böden oder Substrate für Ackerbau

%-Angaben außer Hochgebirgs- und Polarland (FAO 1986)

Konflikte über "Sustainable Agriculture" auf endlicher Landfläche mit unterschiedlichen Eignungen und Prioritäten

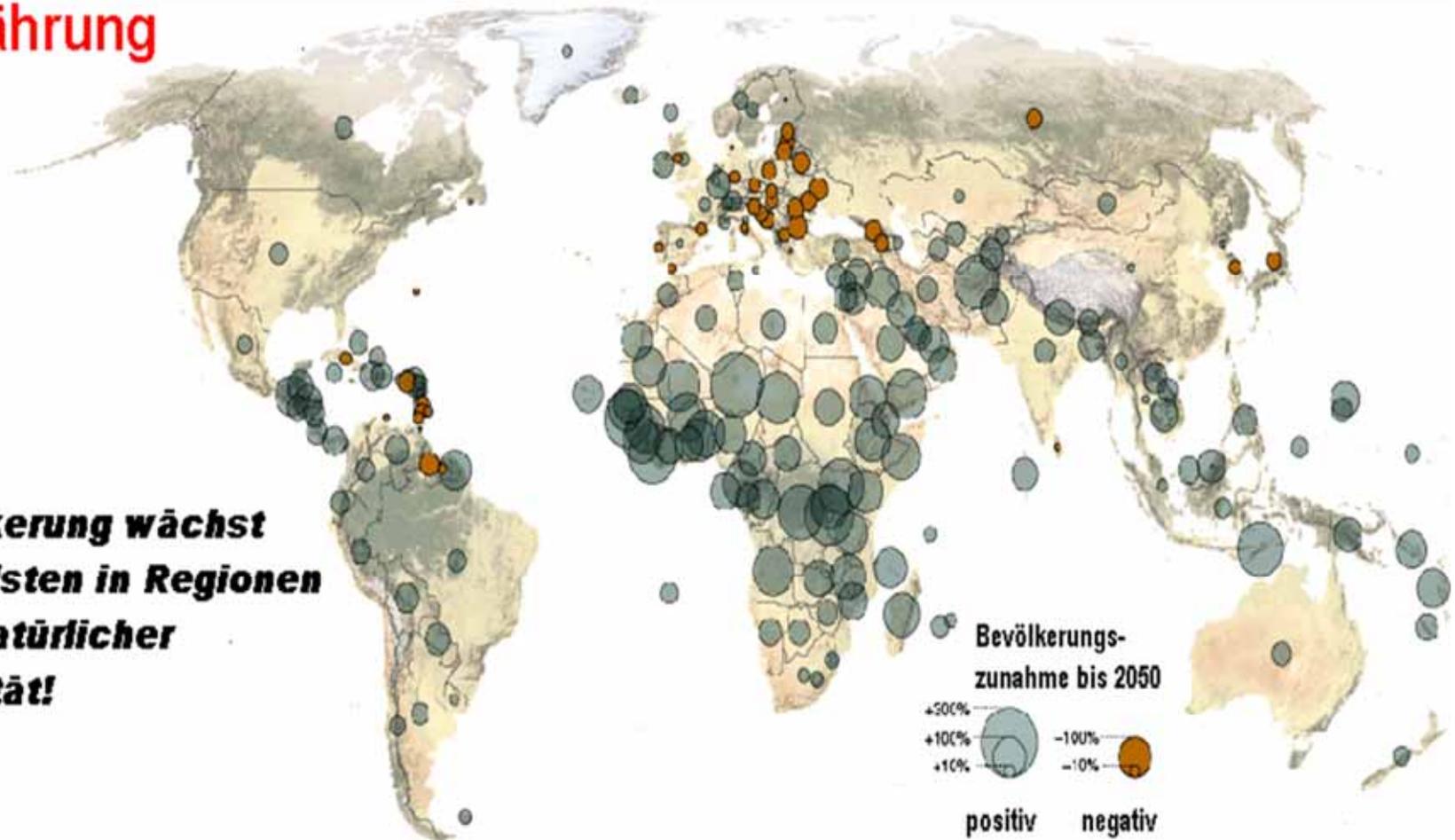
Flächenbedarf an Ackerland zur Nahrungsmittelerzeugung ohne u. mit Agrarchemie / Gentechnik

1 Hektar (ha) = 10 000 m²



Welternährung

**Weltbevölkerung wächst
am schnellsten in Regionen
geringer natürlicher
Produktivität!**



Sources: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division "World Population Prospects: The 2006 Revision"; "Natural Earth" base map by Tom Petterson

Großflächiger Weizen-Reinanbau bei Freising, Oberbayern



(fot. W. Haber, Juni 2013)

Aktuelle Agrarstruktur mit Solarzellenfeld (fot. W. Haber, März 2011)



Kann eine nicht-industrialisierte Landwirtschaft eine städtisch-industrielle Menschheit ernähren?

S.R. Badmin (ca. 1970): „Old Fashioned Harvest, Near Luscombe, Devon“



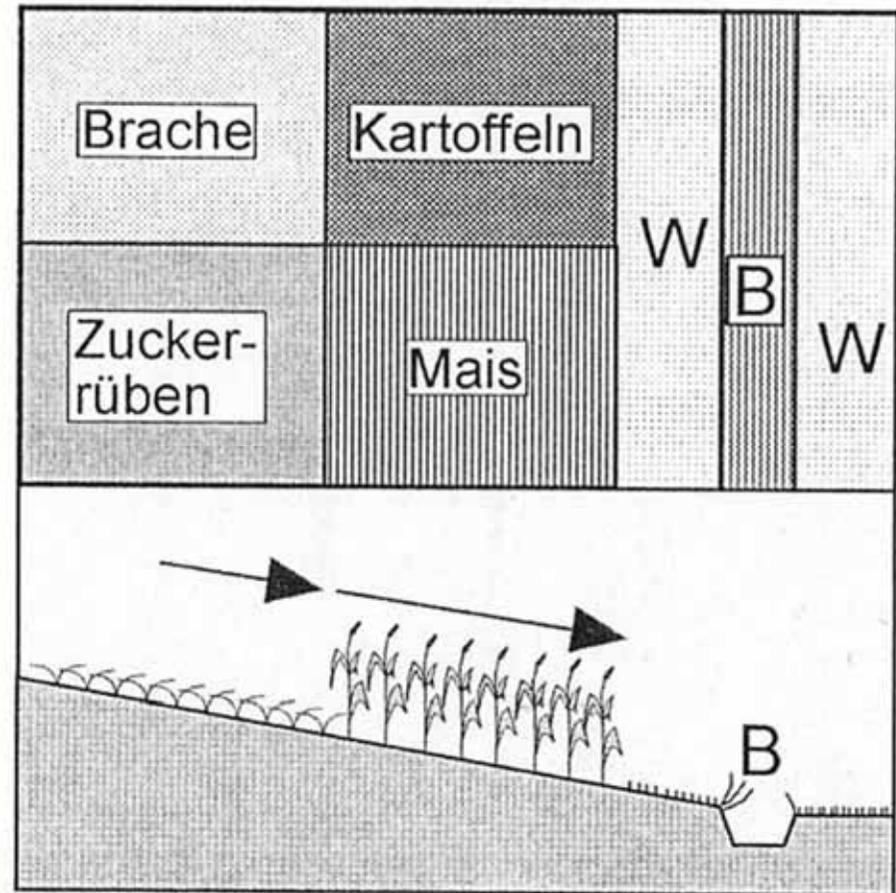
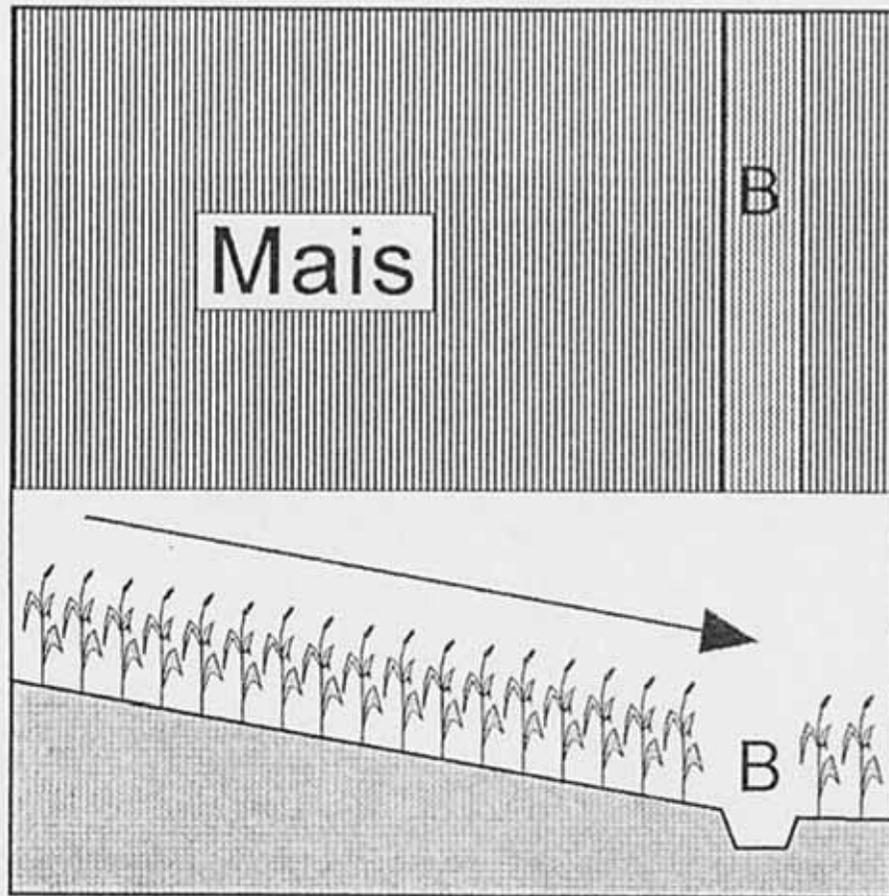


Grundsatzregel nutzungsbedingter Umweltbelastungen:

Je großflächiger und einheitlicher, oder je konzentrierter auf kleinem Raum, und je langfristiger (ohne Wechsel) eine Bodennutzung durchgeführt wird, um so größer sind ihre umweltbelastenden Neben- und Nachwirkungen (*trade-offs*) – auch für den Landnutzer selbst.

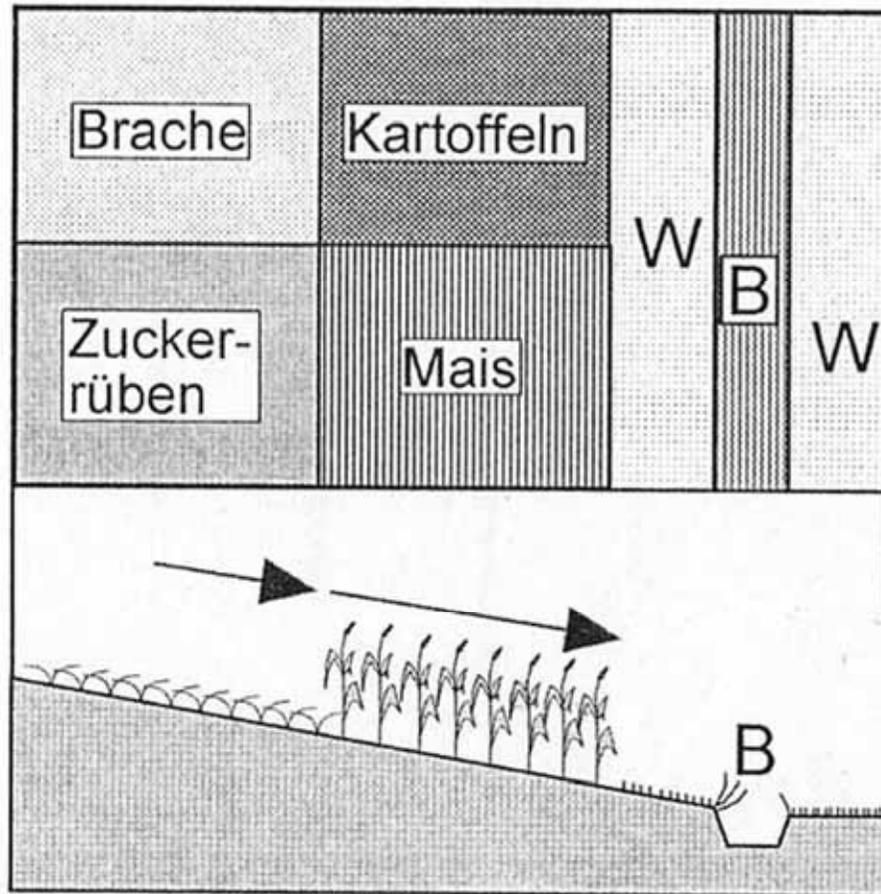
(nach SRU-Landwirtschaftsgutachten 1985)

1. Differenzierung der Kulturen; Grünlandstreifen am Bach

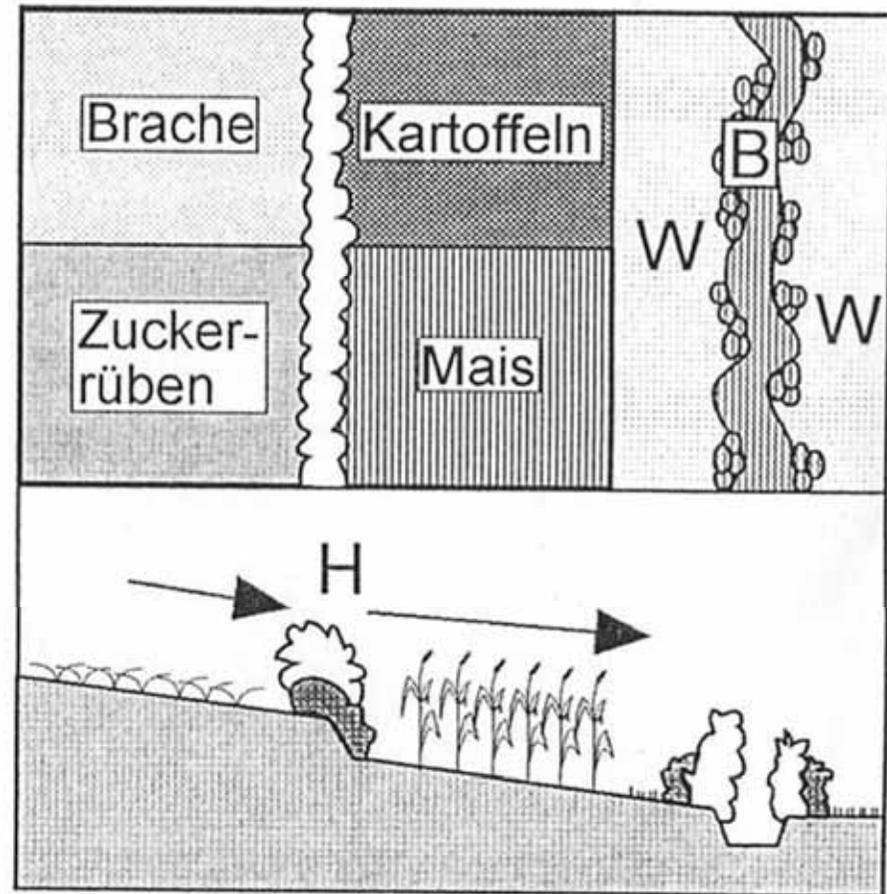


B = Bach, W = Wiese

2. Anreicherung mit naturnahen Landschaftsbestandteilen



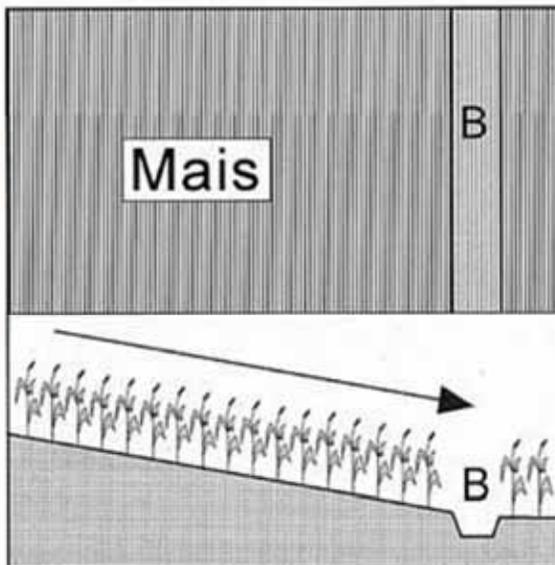
B = Bach, W = Wiese



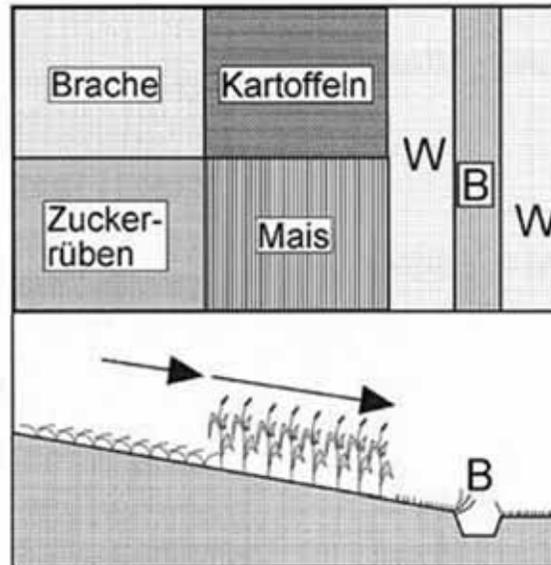
B = Bach, H = Hecke, W = Wiese

Nachhaltige (umweltverträgliche) Landwirtschaft durch differenzierte Landnutzung und biotische Anreicherung

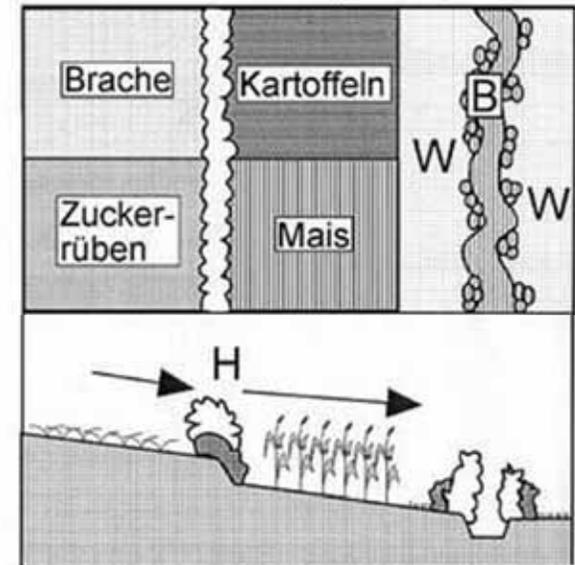
Maismonokultur - undifferenzierte Landnutzung, verursacht starken Eingriff (Erosion)



Differenzierte Landnutzung und Verteilung der Eingriffe



Differenzierte Landnutzung kombiniert mit Anreicherung der Landschaft mit natürlichen Strukturen (Erhöhung der biotischen Vielfalt)



B = Bach, W = Wiese, H = Hecke

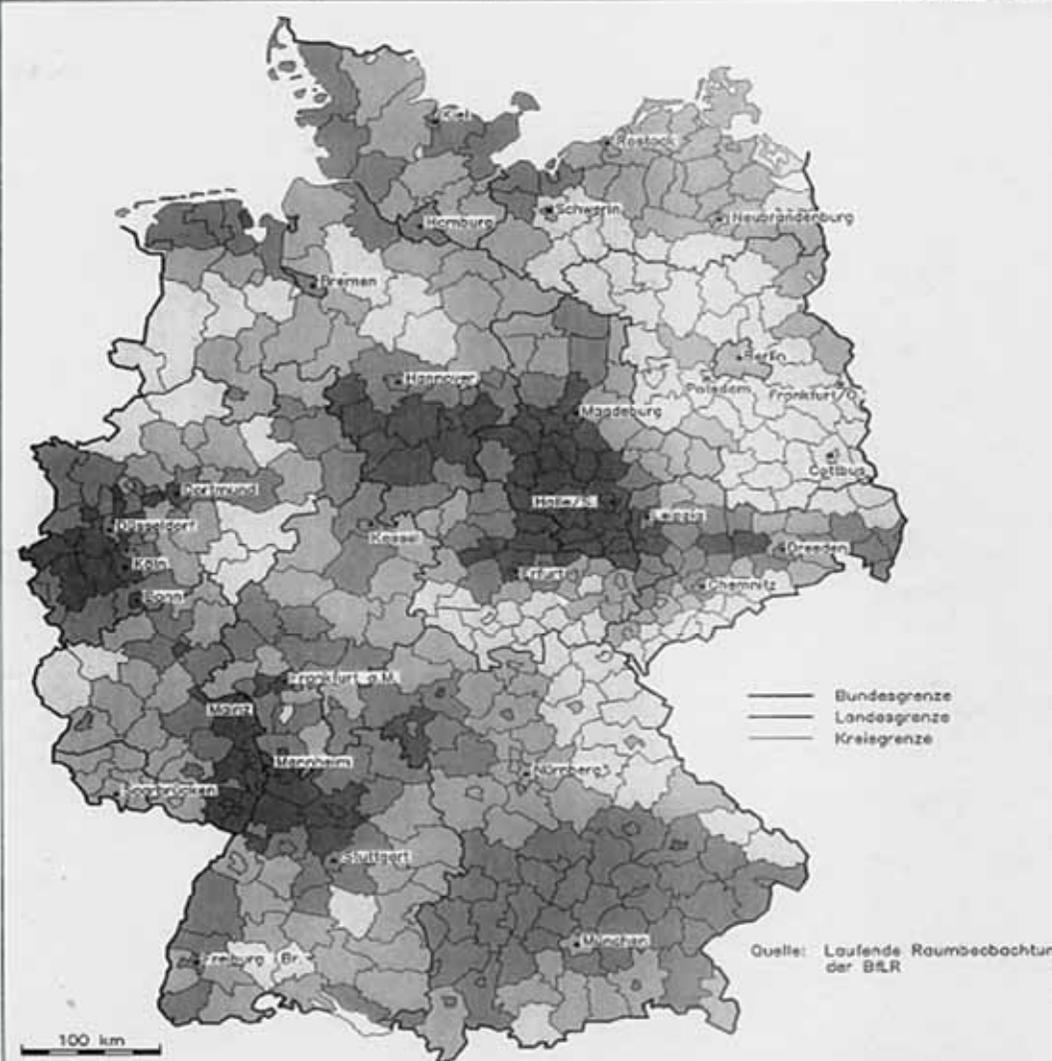
Windschutz-Baumhecke mit Biotopfunktion bei Plattling, Niederbayern

(fot. W. Haber, 1973)

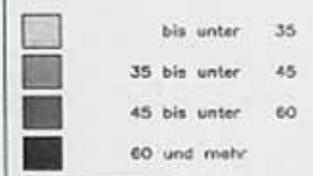


Natürliche Produktionsvoraussetzungen der Landwirtschaft in Deutschland (Ertragsmesszahlen)

Landeskunde und Raumordnung

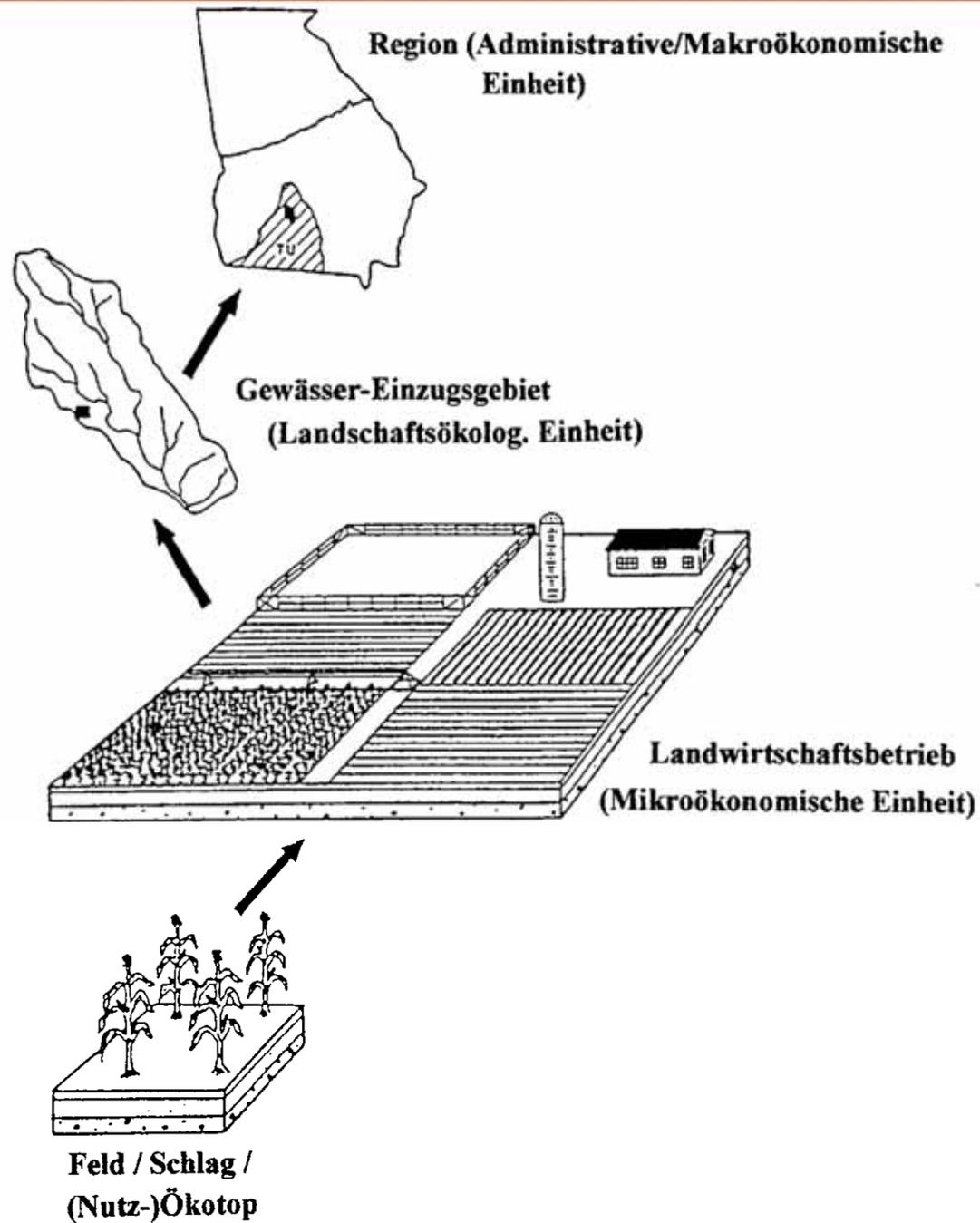


Durchschnittliche Ertragsmesszahl je Hektar (Bodenklimazahl, Maximum = 100)



	alle Länder	neue Länder
Minimum:	27,0	21,0
Maximum:	87,0	87,0
Mittelwert:	44,5	43,7
Bundeswert:	44,2	

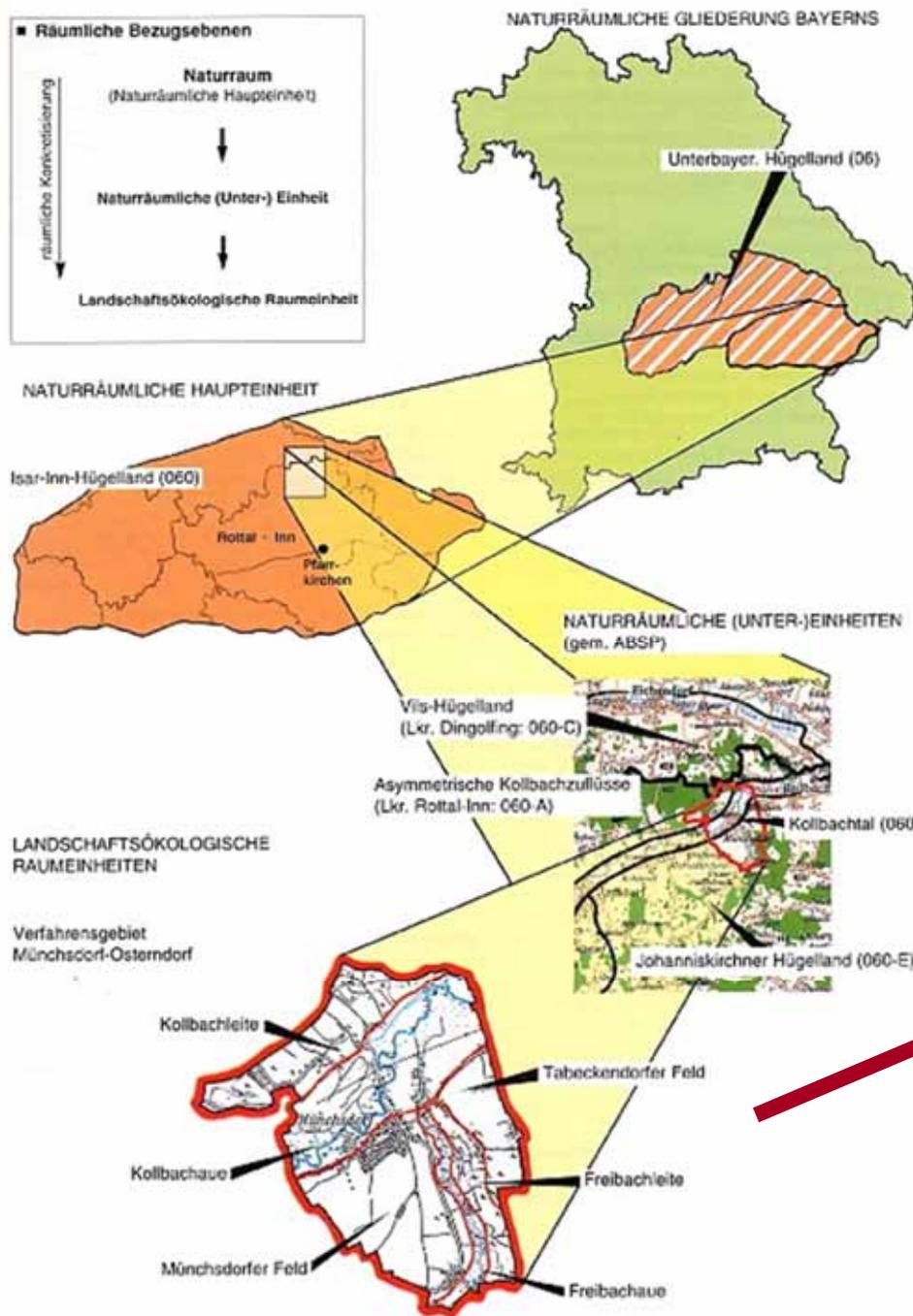
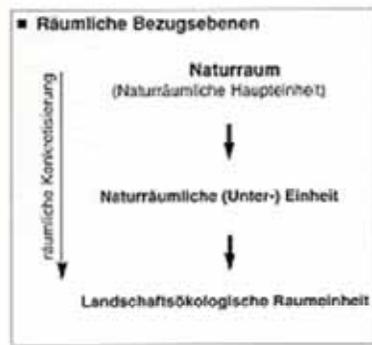




Hierarchie von Raumeinheiten im Agrarland

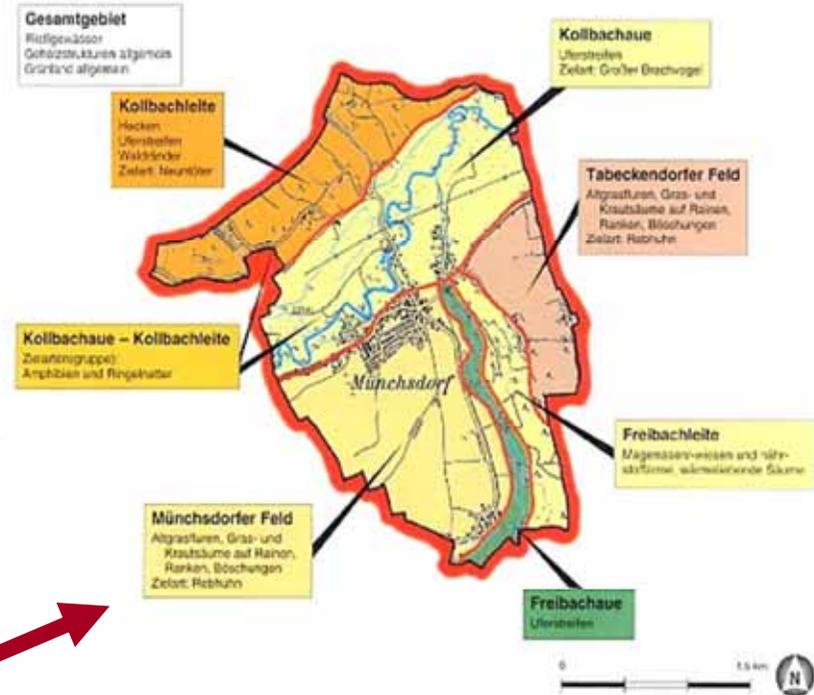
W. Haber 1992)

Landschaftsökologische Raumhierarchie-Ebenen



Demonstration von Analyse- und Bewertungsmethoden

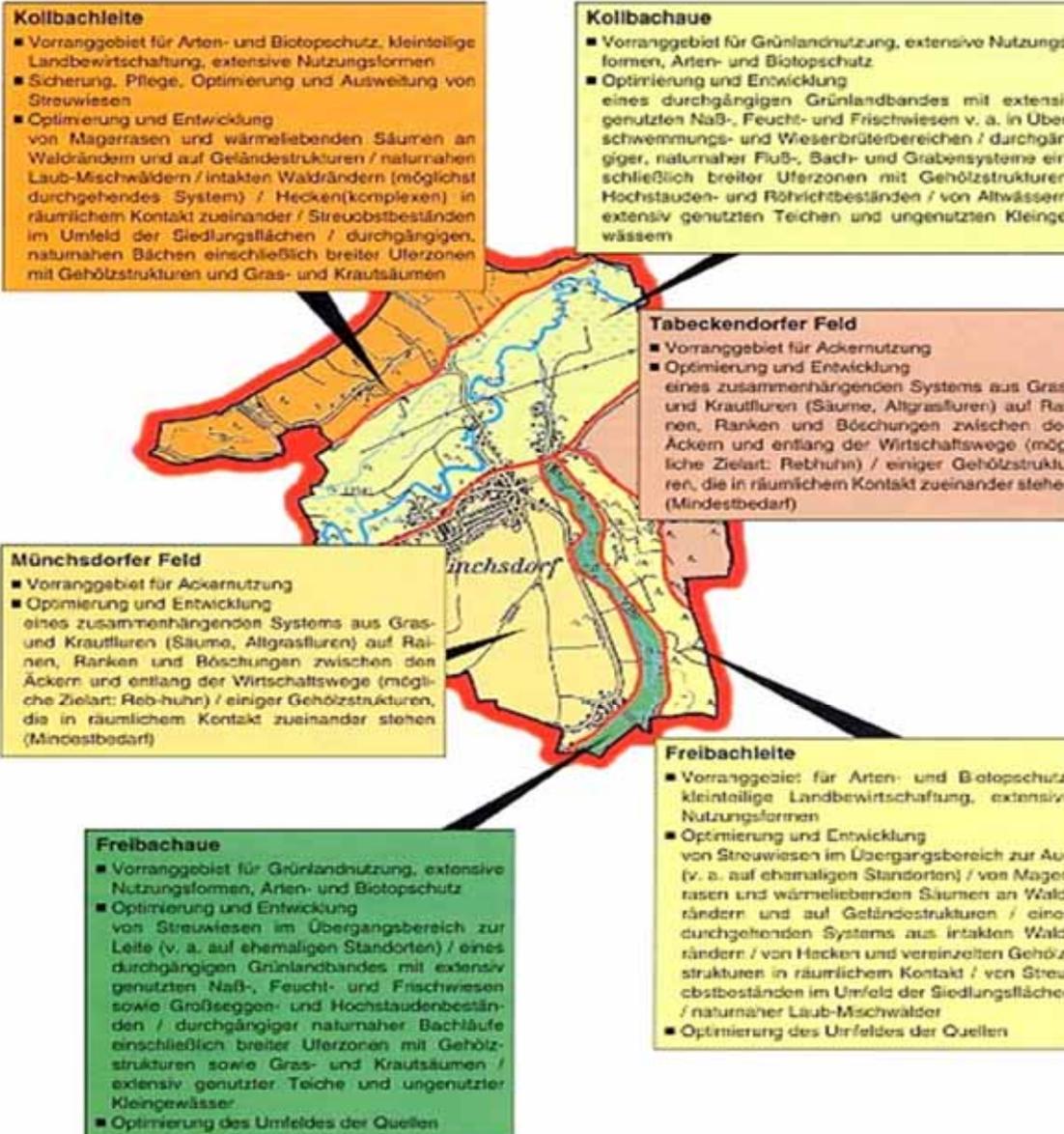
Folgende Analyse- und Bewertungsinhalte werden am Beispiel des Verfahrensgebietes Münchsdorf-Osterndorf demonstriert (bezogen auf Raumeinheiten, Lebensräume, Zielarten):



Aus: Haber/Riedel/Pirkl/Theurer 1996,
Ländliche Entwicklung in Bayern Bd. 32

Sollvorstellungen des Biotopverbundes: Leitbild für jede Landschaftsökologische Raumeinheit

Für die Landschaftsökologischen Raumeinheiten des Verfahrensgebietes lassen sich die Schwerpunkte des Biotopverbundes bzw. die Leitbilder für die lokale Biotopverbundplanung folgendermaßen zusammenfassen:





Problematik heutiger Landwirtschaft

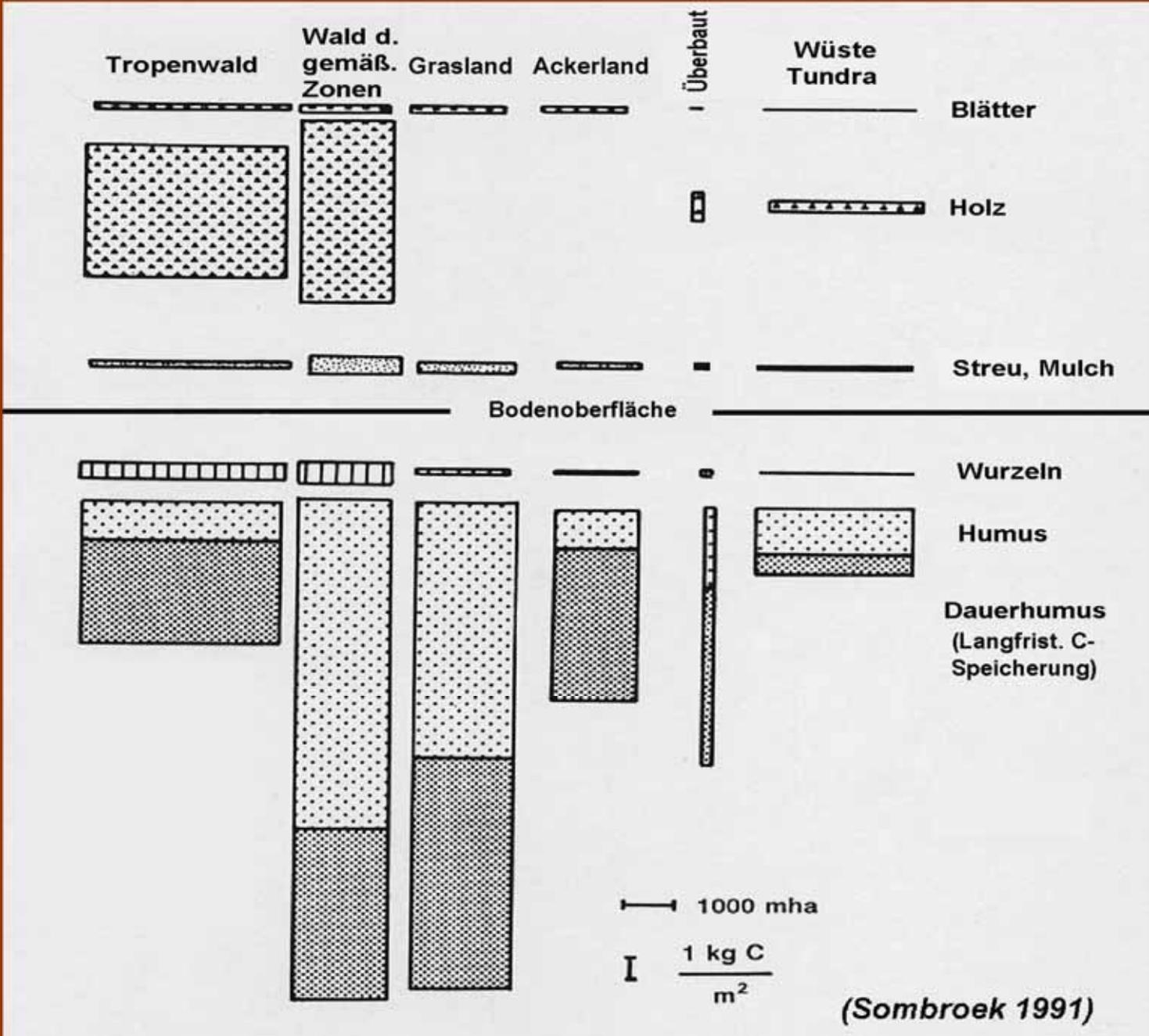
- Globale Knappheit guter Ackerstandorte (11-15 % der Landfläche), die weiter schrumpfen
- Agrarische Erzeugung durch weniger Bauern in wenigeren, aber größeren Betrieben in größeren Einheiten (Feldern, Viehbeständen) – "Massen"produktion
- Erhaltung (und Verbesserung?) der wirtschaftlichen Existenz der Betriebe – trotz strenger Auflagen zur Umweltschonung sowie der sozialen Verpflichtung, hochwertige Grundnahrungsmittel billig, für alle erschwinglich zu erzeugen.



Unvermeidbare neue Landnutzungsansprüche

- **Steigerung der Erzeugung, zusätzlich zu Nahrungsmitteln auch noch Treibstoffe, Biogas, Heizstoffe**
- **Landbeanspruchung durch Windräder, Solarzellen, Stromleitungen, Speichieranlagen**
- **Landbeanspruchung für Biodiversitäts-Zwecke, für CO₂-Speicherung, sonstige Leistungen/Funktionen**

Kohlenstoff-Speicherung in/unter verschiedener Landbedeckung



Bleibende Konflikte – Versuche zur Lösung oder Überbrückung:

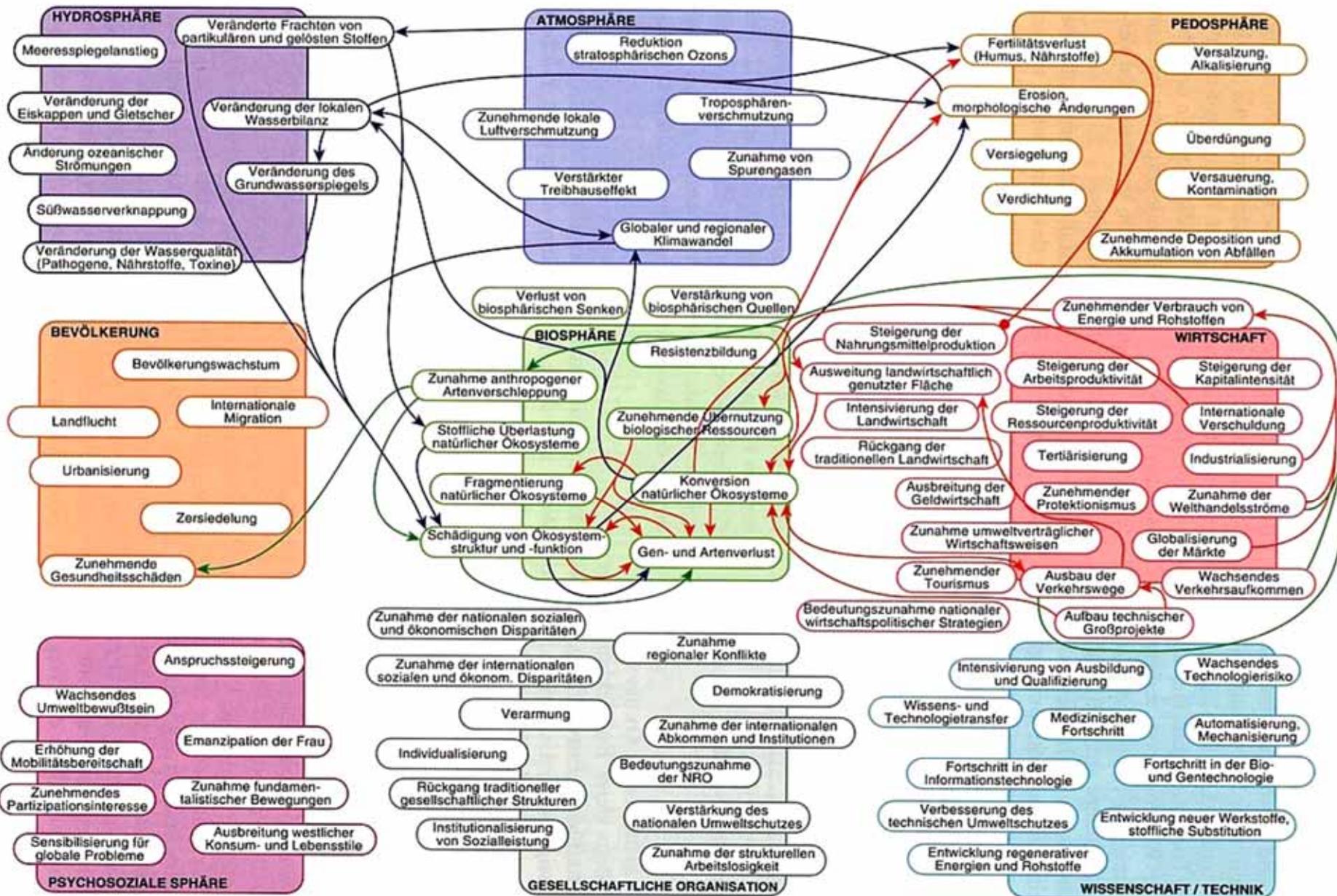
- Ordnungsgemäße Landwirtschaft
- Gute fachliche Praxis
- Multifunktionalität
- Integration / Segregation
- Intensivierung / Extensivierung
- Cross-Compliance und Modulation
- Gesamtentwicklung des ländlichen Raums



Effizientere Landnutzung – was heißt das?

- **Effizienz: mit weniger Aufwand mehr erreichen**
- **Aber worauf wird "Aufwand" bezogen?**
 - **auf Stoffe (natürliche, synthetische)?**
 - **auf Energie (körperliche, außerkörperliche, d.h. Maschinen, "Fremd"energie)?**
 - **auf die beanspruchte Fläche?**
- **Ist der Aufwand für den Nutzer lohnend, wirtschaftlich?**

Schlag- und Reizworte: Intensivierung, Industrialisierung

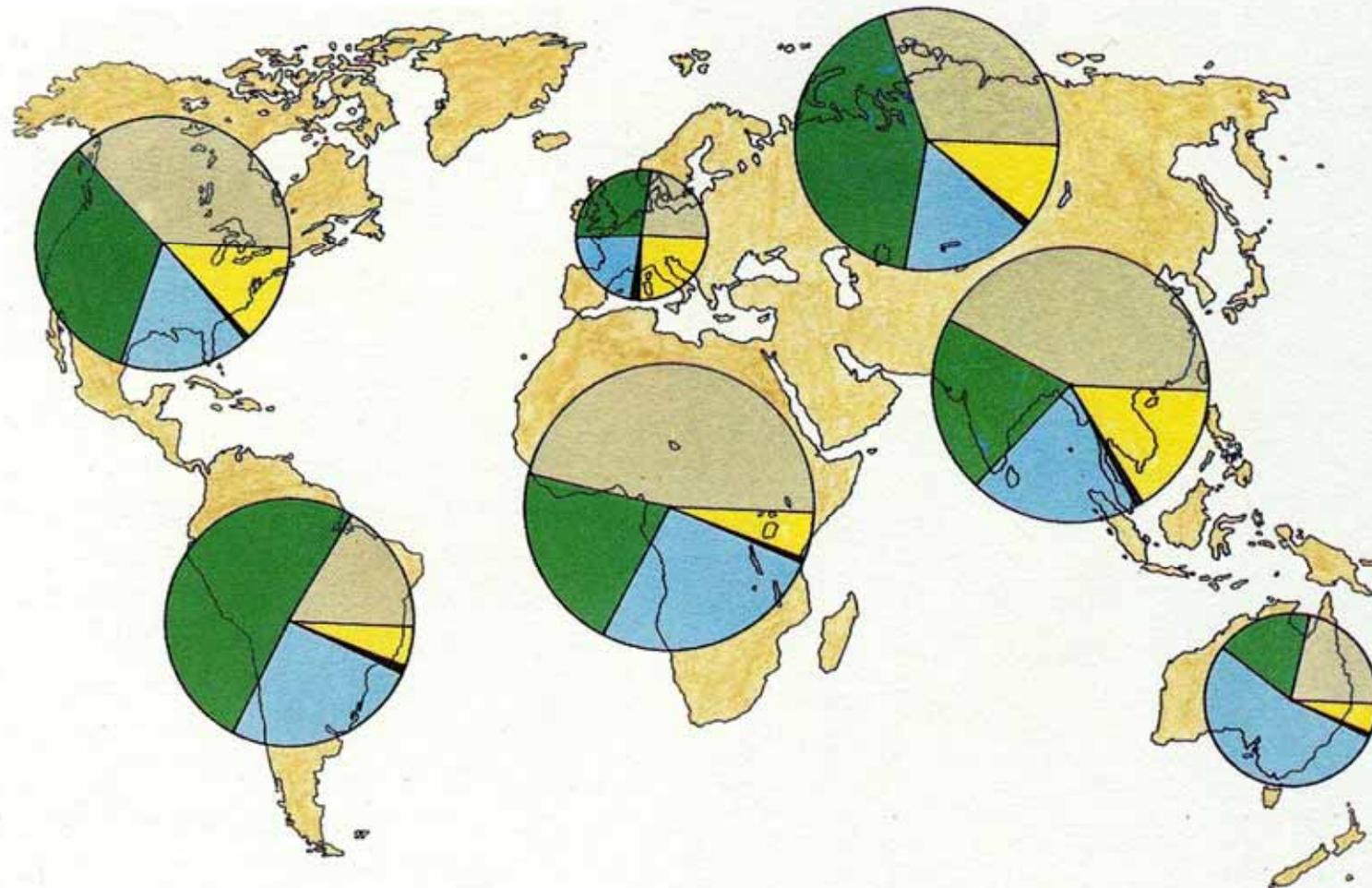


Wirkungsschleife "Zerstörung natürlicher Ökosysteme":
 Wirkungsschleife "Schädigung von Ökosystemleistungen":
 Wirkungsschleife "Einbringung nichtheimischer Arten":

→ = verstärkende Wirkung ● = abschwächende Wirkung
→ = verstärkende Wirkung ● = abschwächende Wirkung
→ = verstärkende Wirkung ● = abschwächende Wirkung

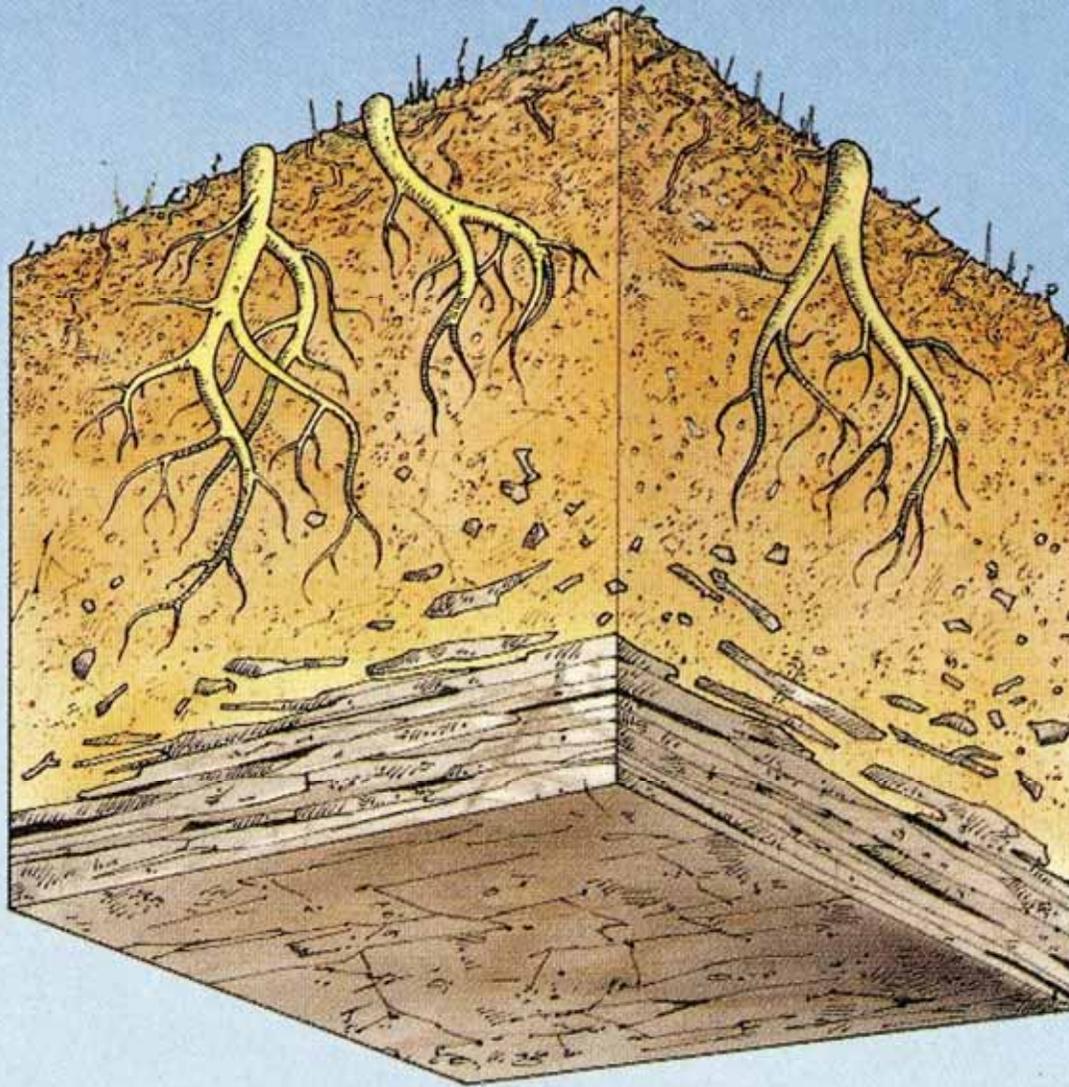
Beziehungsgeflecht von Umwelteinflüssen

(Aus WBGU 2000)



Global Land Use

A Soil Cube – Ein Würfel Boden



Soils are the most precious and most vulnerable basis of crop farming, thus of human nutrition, and not restorable by humans

Böden sind die kostbarste und empfindlichste Lebensgrundlage, Träger der Ernährung.

Bei Schädigung oder Verlust sind sie nicht wiederherstellbar.

Böden entstehen nur aus dichten Pflanzendecken – das kann Jahrhunderte dauern!

Bodenschutz ist so wichtig wie Klimaschutz!

Danke für Ihr Interesse