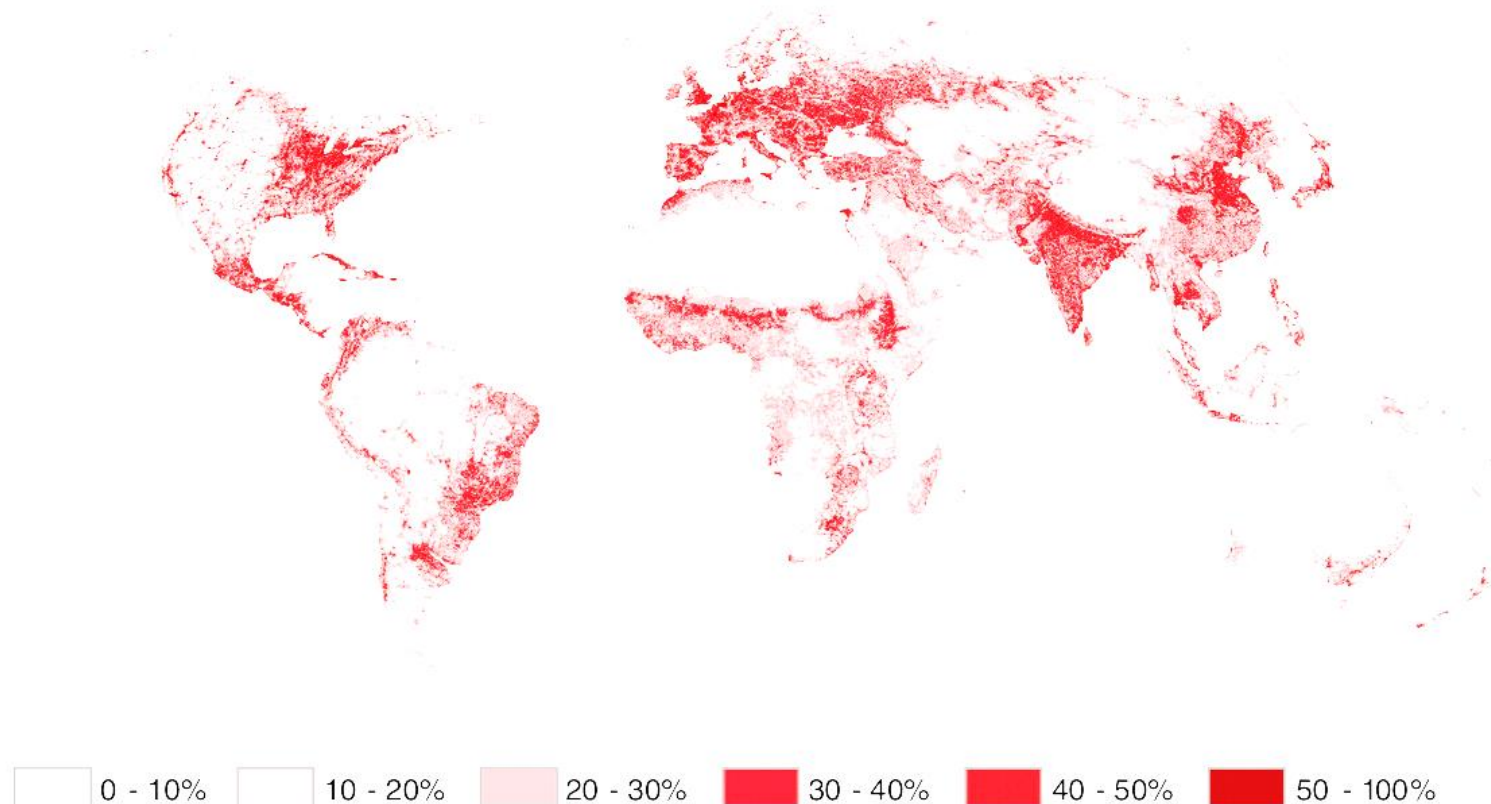


Bevölkerungsentwicklung und Auswirkungen auf Natur & Umwelt



Stephan Clemens (Universität Bayreuth)

9.-11. September 2024, Tagung des Interdisziplinären Instituts, Berlin

Bevölkerungsentwicklung und Auswirkungen auf Natur & Umwelt

Human footprint on earth I

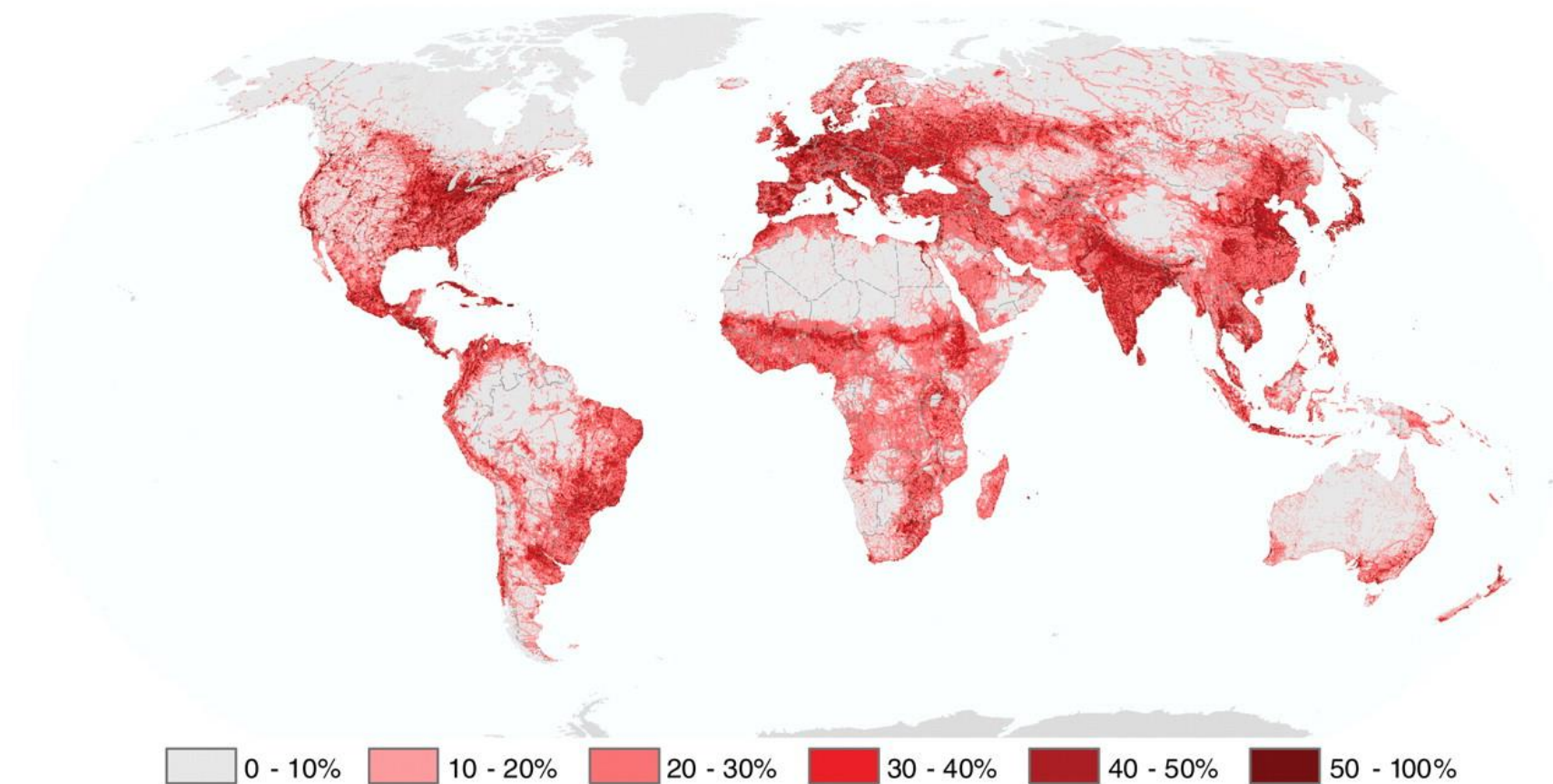


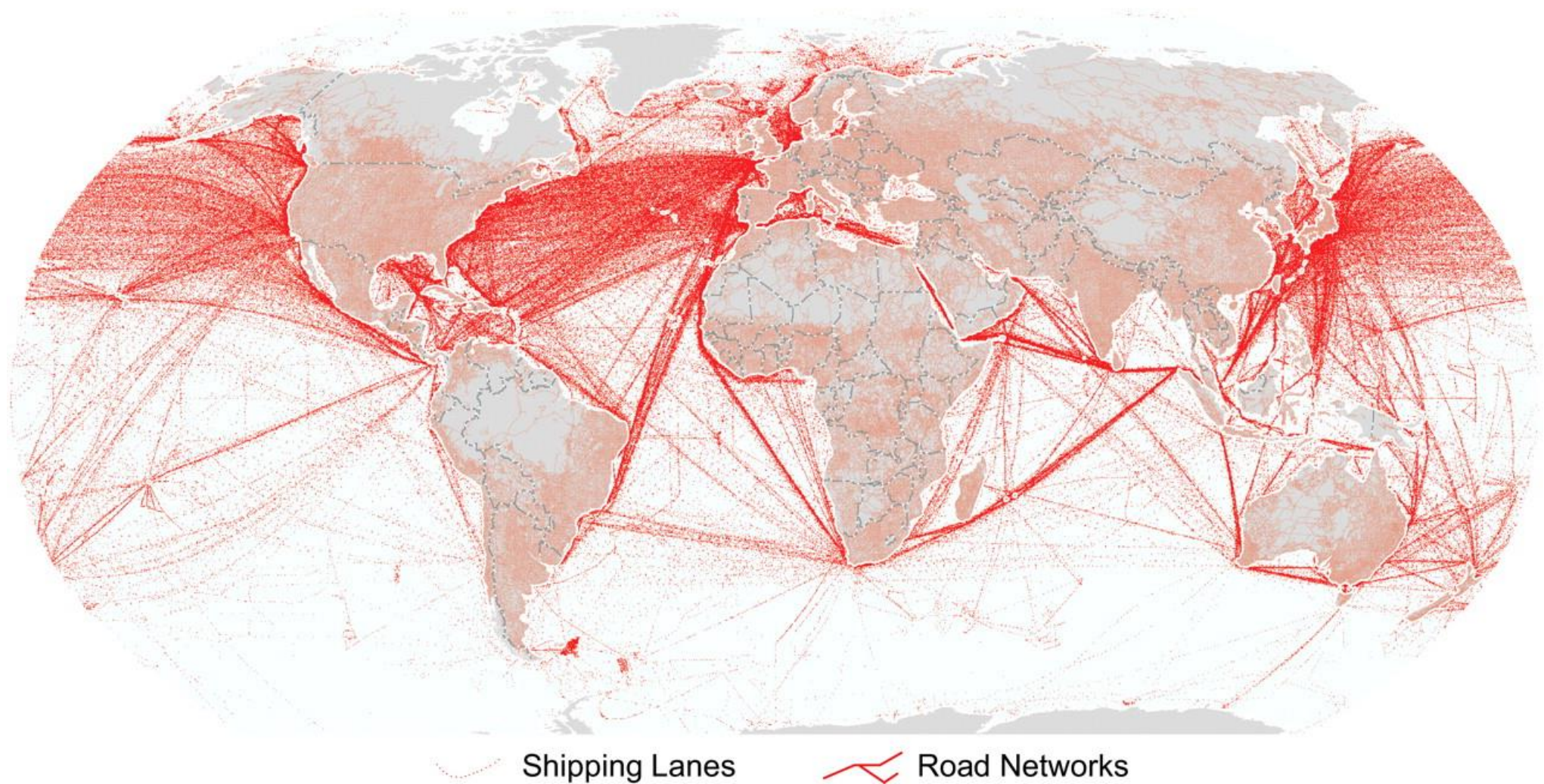
Fig. 1. The human footprint on Earth. Human impact is expressed as the percentage of human influence relative to the maximum influence recorded for each biome. Data include human population density, land transformation (including global landcover, roads, and cities), electrical power infrastructure (NOAA night-lights data), and access (via roads, navigable rivers, and coastline) to the land.

Kareiva et al. (2007) *Science*

DOI: 10.1126/science.1140170

Bevölkerungsentwicklung und Auswirkungen auf Natur & Umwelt

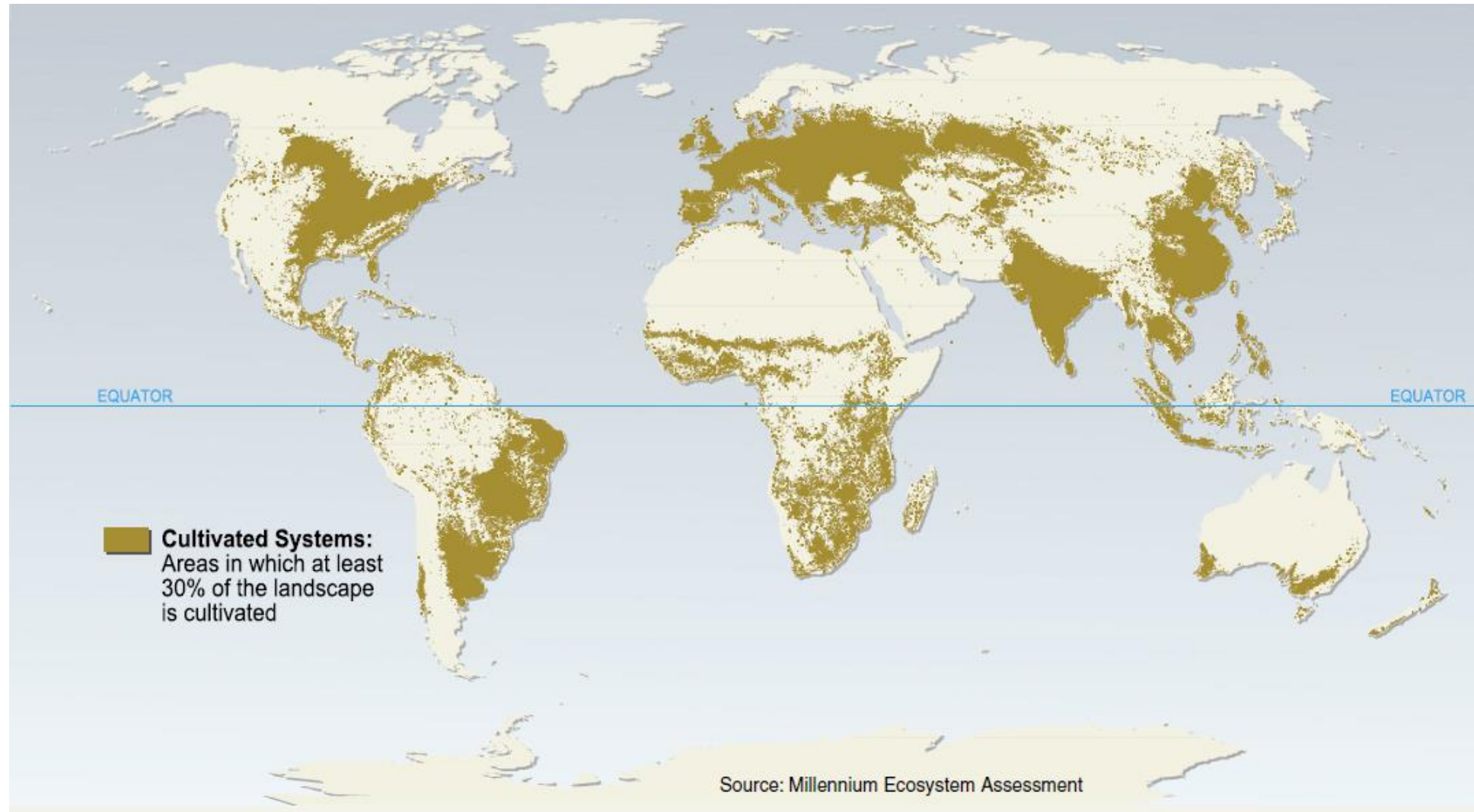
Human footprint on earth II



Kareiva et al. (2007) Science

DOI: 10.1126/science.1140170

Landnutzung und Landnutzungsänderung



- Ca. 40 % der eisfreien Landmasse wird als Acker- oder Weidefläche kultiviert



© Royal Swedish Academy of Sciences 2011

- **Die Natur ist domestiziert.**
- **Es gibt kein Nebeneinander von „wilder“ und durch Menschen beeinflusster Natur.**
- **Der menschliche Einfluss ist unausweichlich; damit führt auch die Vorstellung eines Zurückdrängens des Menschen in die Irre.**

Bewässerte Landschaft in den USA

Steffen et al. (2011) AMBIO

Stephan Clemens –

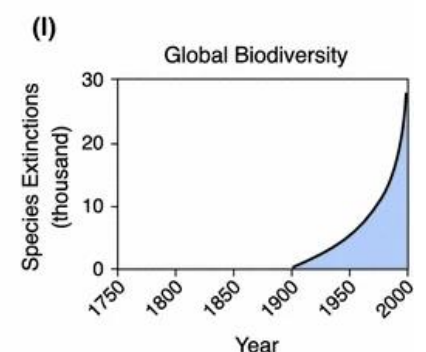
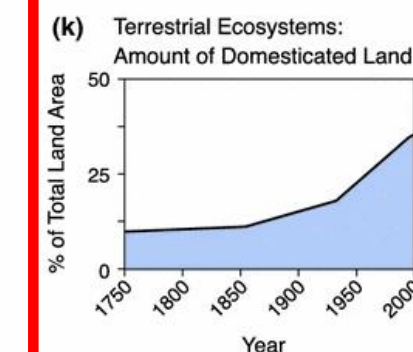
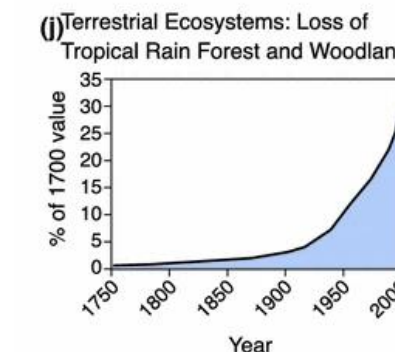
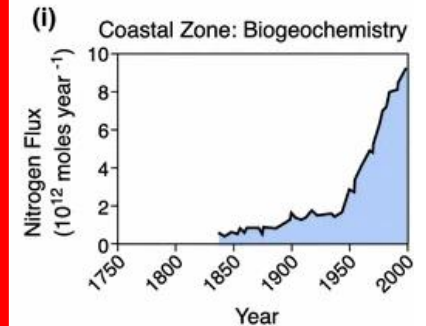
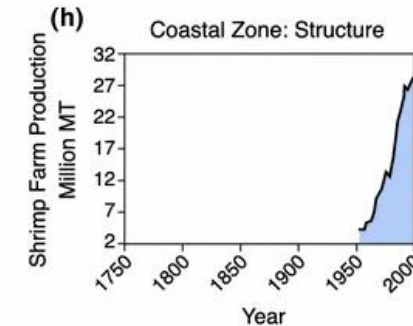
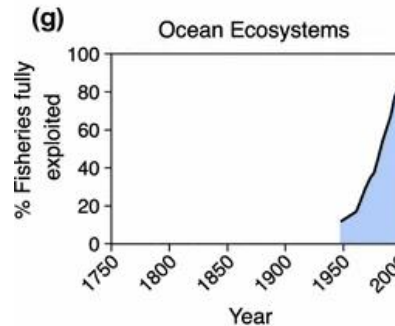
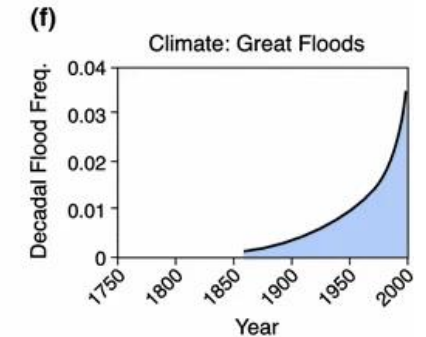
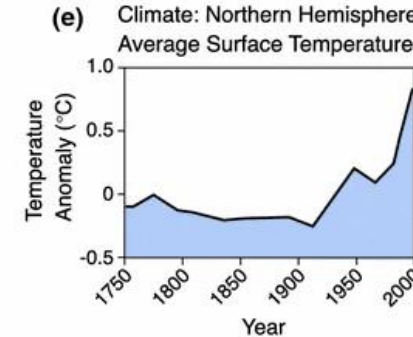
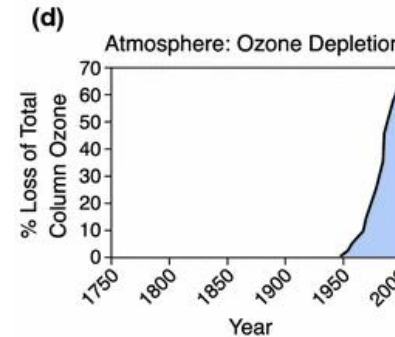
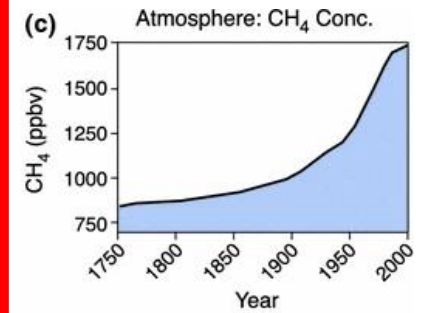
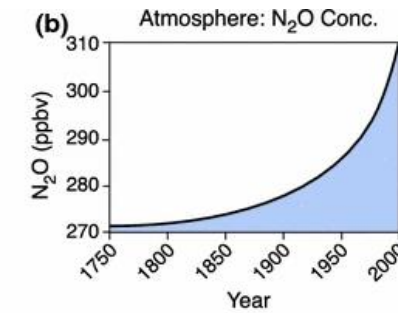
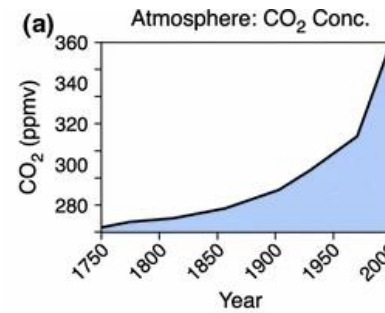
Bevölkerungsentwicklung und Auswirkungen auf Natur & Umwelt

Die rapide Zunahme des menschlichen Einflusses seit Beginn der Industrialisierung ist offensichtlich:

○ **N₂O in der Atmosphäre**

○ **Stickstoff-Eintrag in Küstenregionen**

○ **Verlust von Waldflächen**

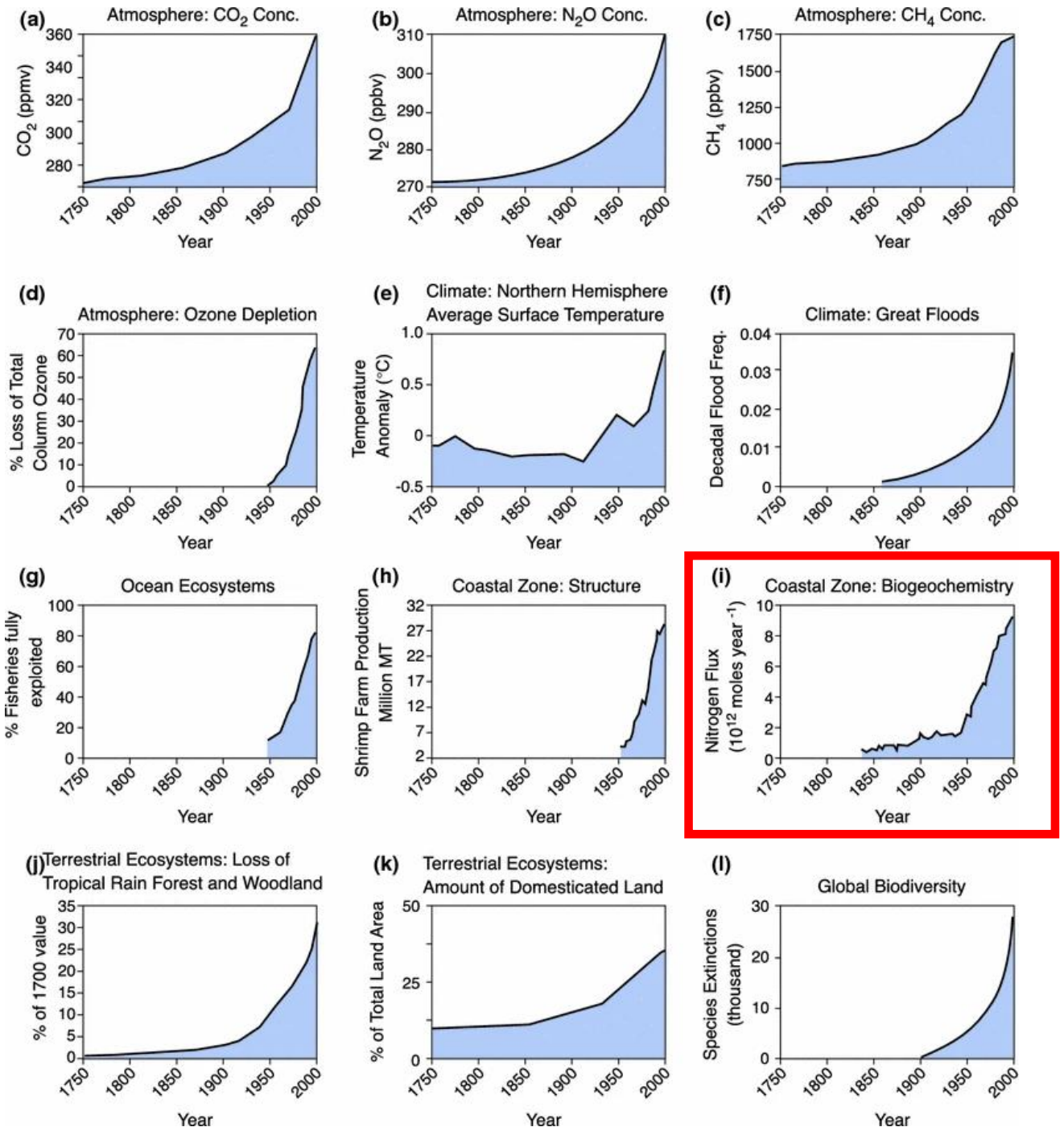


Die rapide Zunahme des menschlichen Einflusses seit Beginn der Industrialisierung ist offensichtlich:

- N_2O in der Atmosphäre

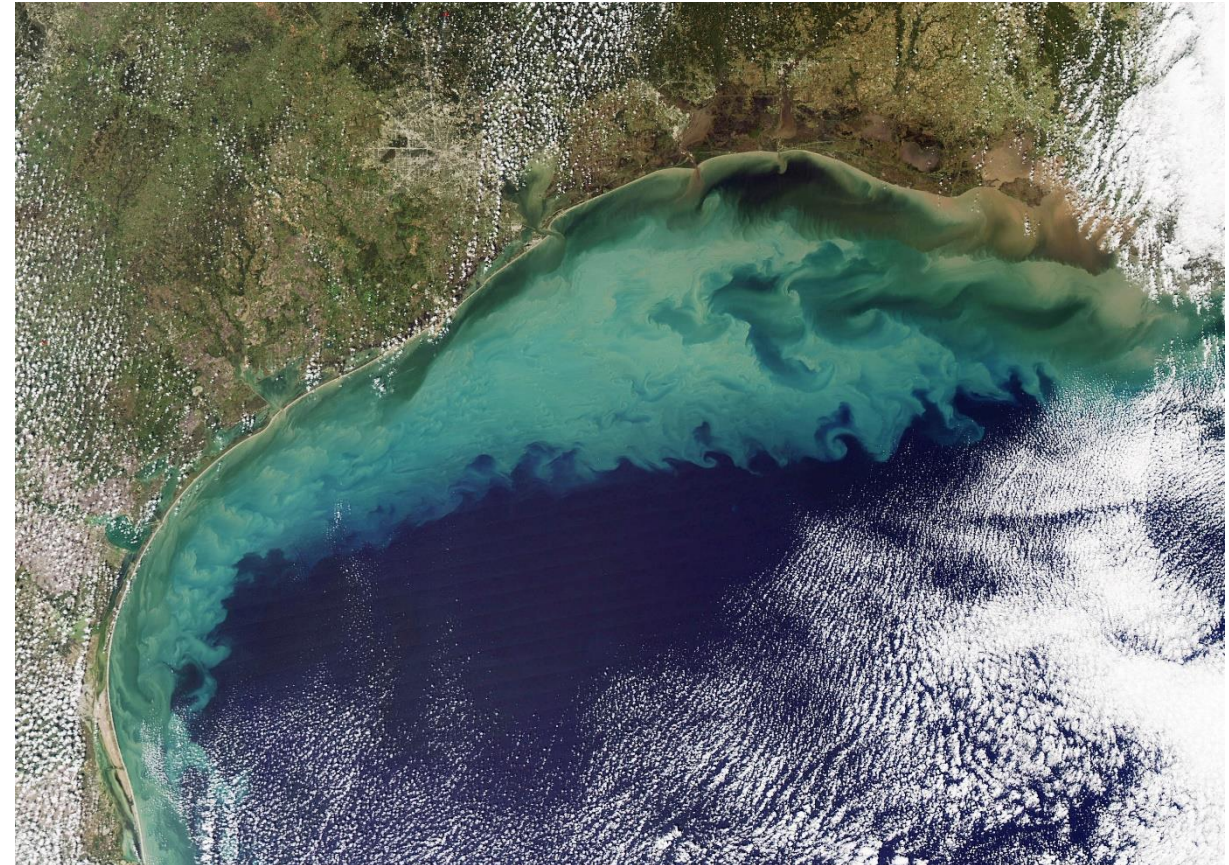
- Stickstoff-Eintrag in Küstenregionen

- Verlust von Waldflächen



Eutrophierung von marinen und aquatischen Ökosystemen

- Stickstoff (und Phosphor) stimulieren das Wachstum von Algen.
- Der mikrobielle Abbau des organischen Materials verbraucht O_2 ; dadurch kann es zu O_2 -armen „dead zones“ kommen.



A phytoplankton bloom arising from nitrogen pollution that leads to a dead zone

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Sediment_in_the_Gulf_of_Mexico_%282%29.jpg

Planetare Grenzen könnten überschritten werden

- **Globale biophysikalische Grenzen, innerhalb derer sich die Menschheit bewegen sollte, um ein stabiles und resilientes Ökosystem Erde zu gewährleisten**
- **Systeme oder Prozesse, die für die Stabilität des Planeten wichtig sind**

„The safe operating space for humanity“

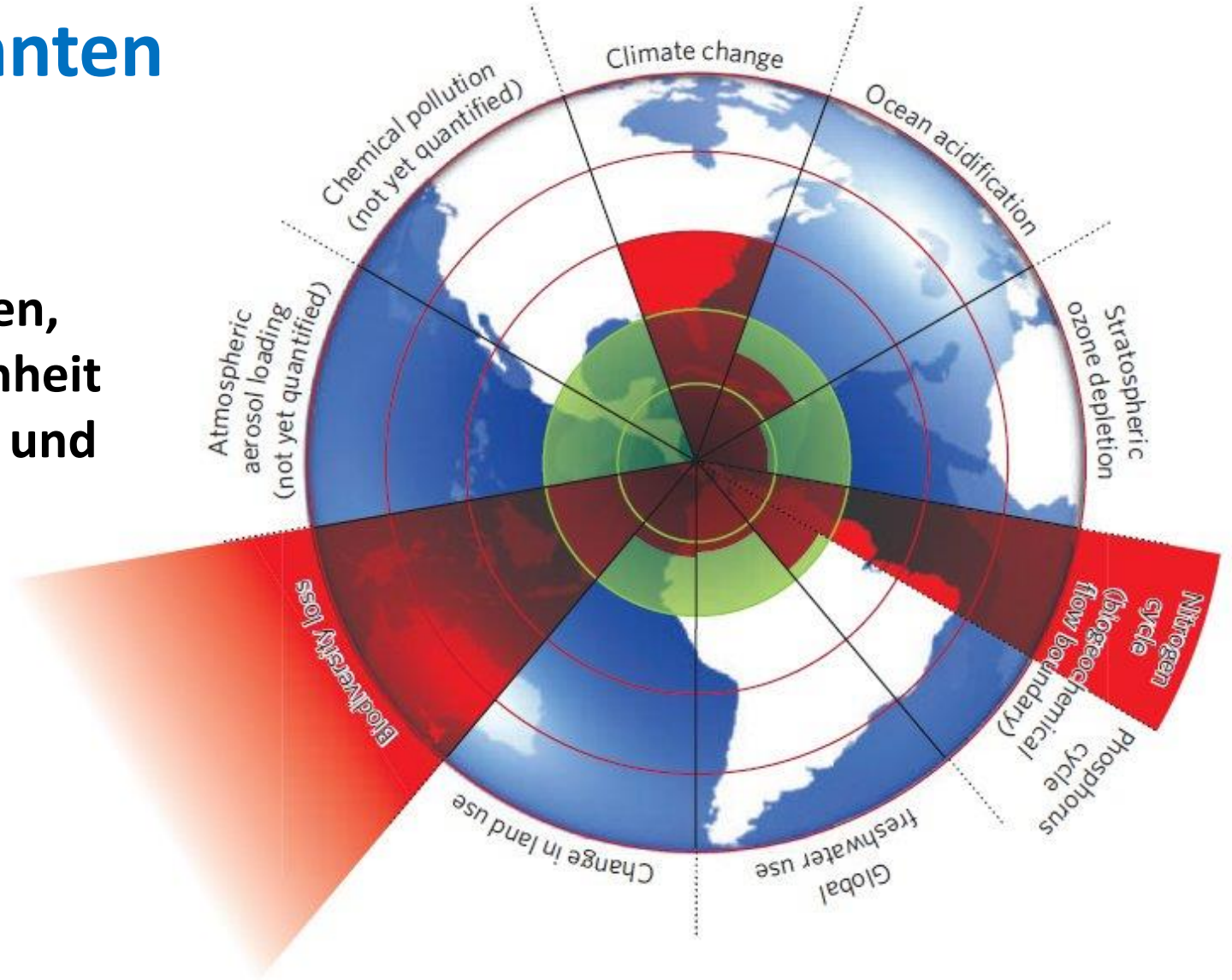
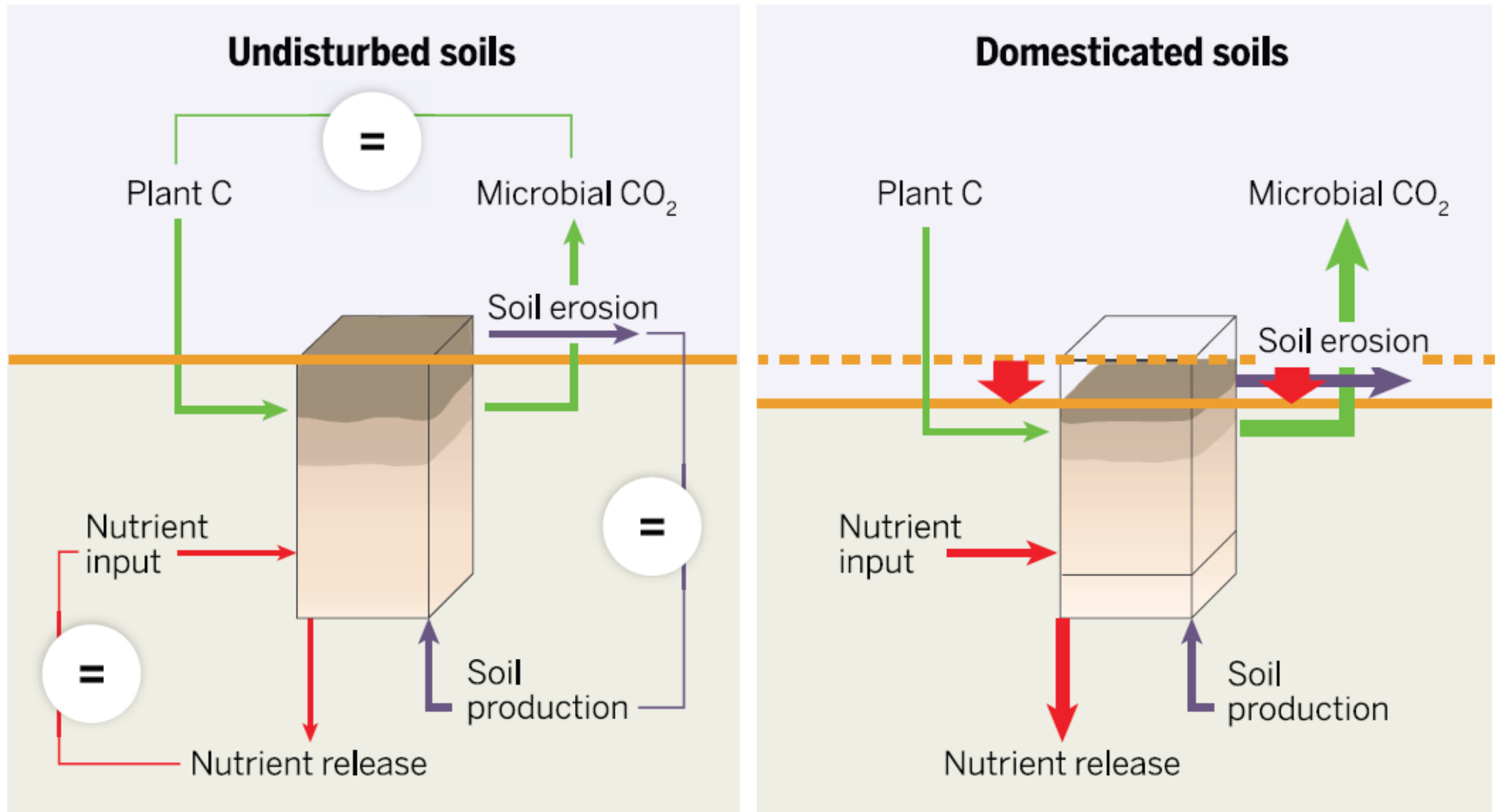


Figure 1 | Beyond the boundary. The inner green shading represents the proposed safe operating space for nine planetary systems. The red wedges represent an estimate of the current position for each variable. The boundaries in three systems (rate of biodiversity loss, climate change and human interference with the nitrogen cycle), have already been exceeded.

Bodenerosion



Amundson et al. (2015) Science
DOI: [10.1126/science.1261071](https://doi.org/10.1126/science.1261071)

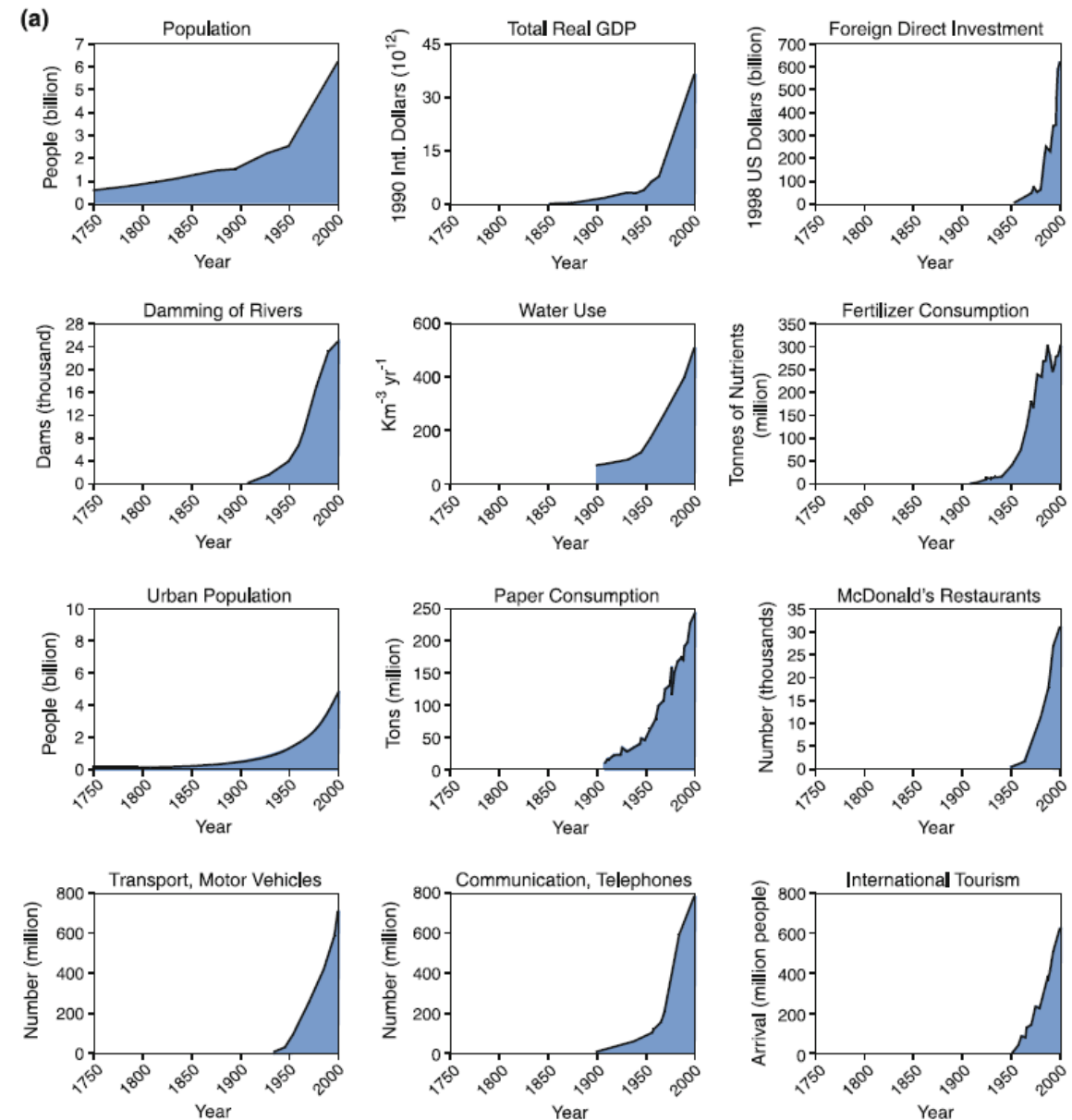


Amundson et al. (2015) Science
DOI: 10.1126/science.1261071

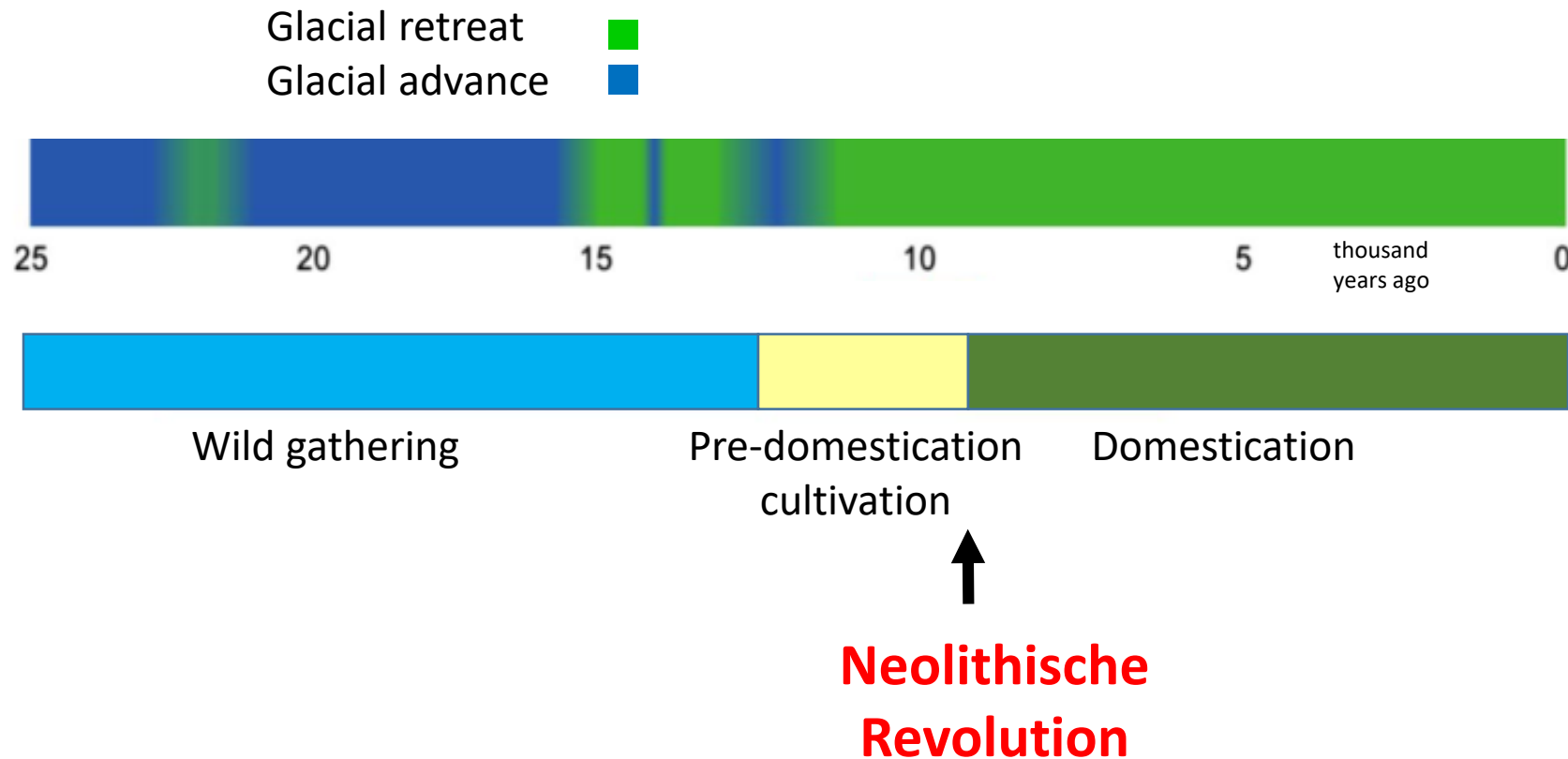
Ein verbreitetes Paradigma:

1. Der Einfluss des Menschen ist ein relativ neues Phänomen;

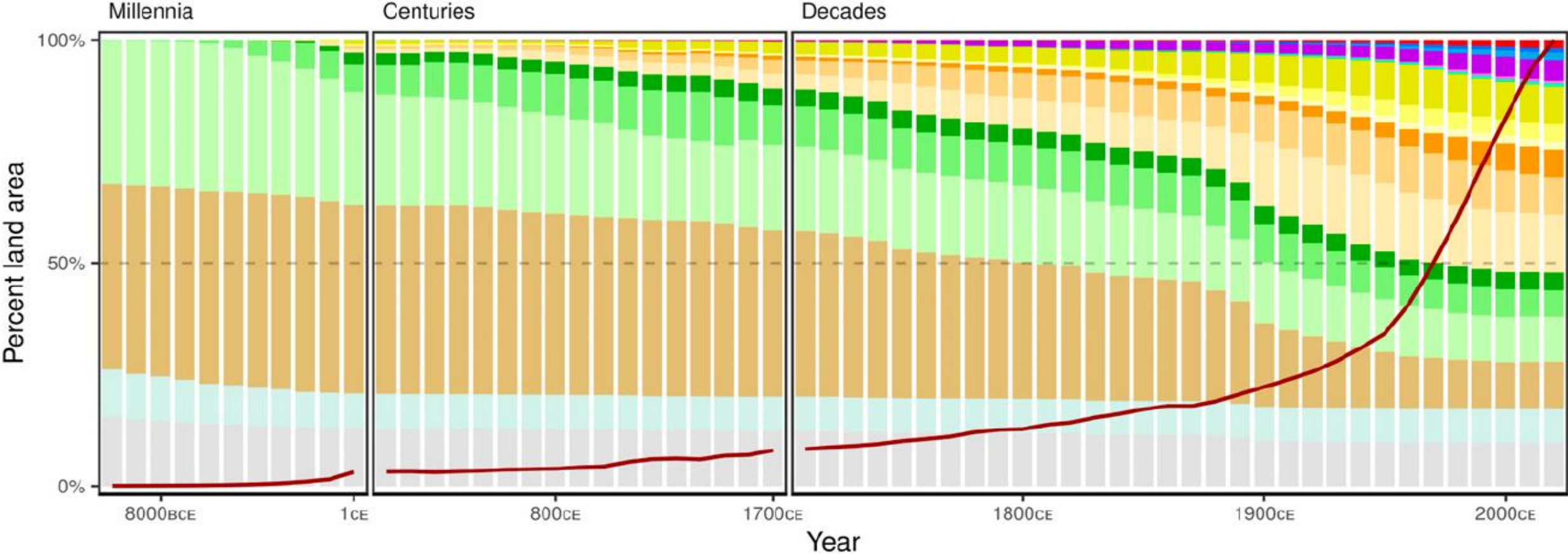
2. Die rapide Veränderung führt zur Katastrophe.



Die dominante Beeinflussung der Natur durch den Menschen begann spätestens mit der Neolithischen Revolution



Landnutzungsänderung über die Jahrtausende



Intensive

Dense Settlements

- Urban
- Mixed settlements

Villages

- Rice villages
- Irrigated villages
- Rainfed villages
- Pastoral villages

Croplands

- Residential irrigated croplands
- Residential rainfed croplands
- Populated croplands
- Remote croplands

Rangelands

- Residential rangelands
- Populated rangelands
- Remote rangelands

Cultured

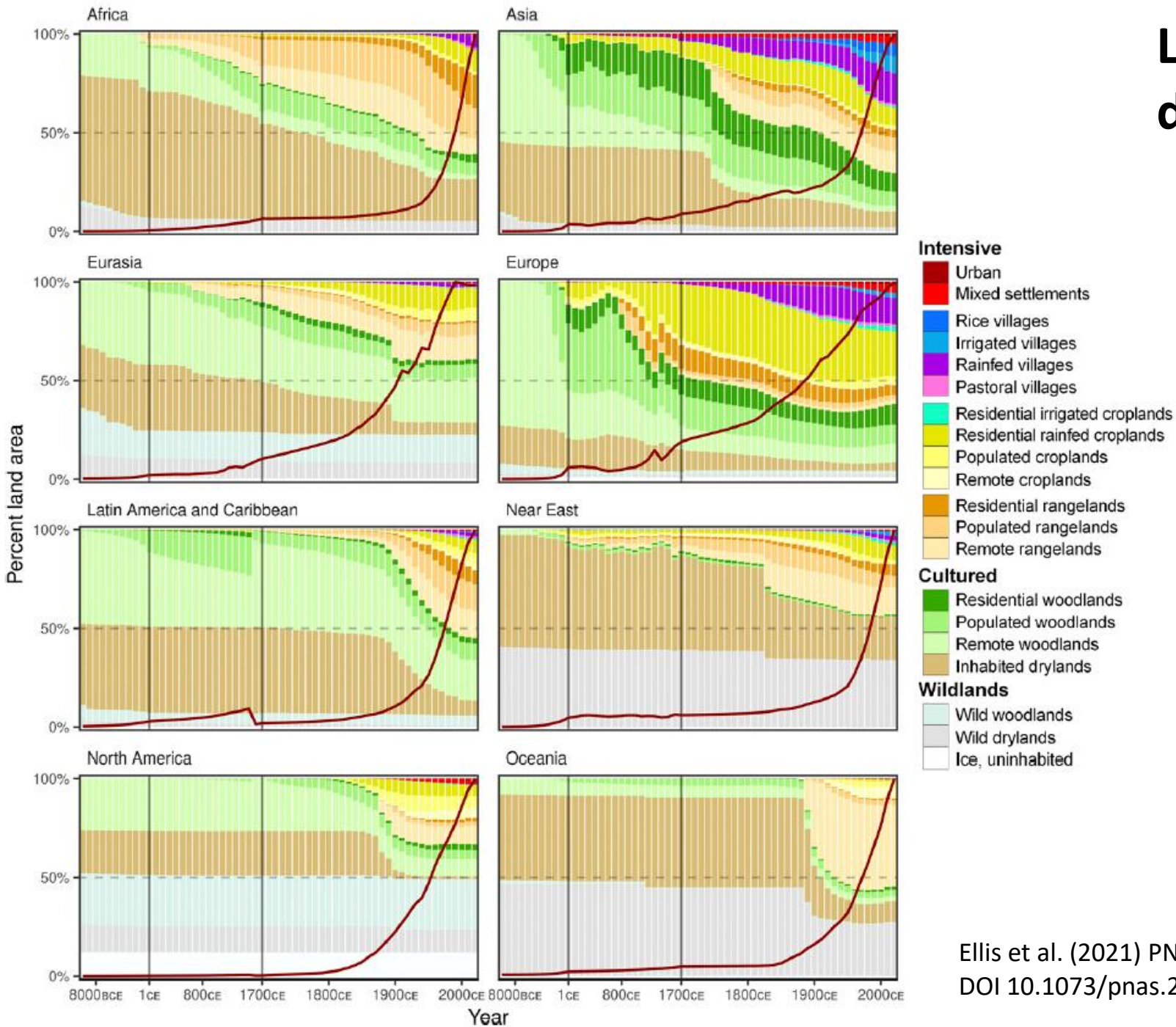
- Residential woodlands
- Populated woodlands
- Remote woodlands
- Inhabited drylands

Wildlands

- Wild woodlands
- Wild drylands
- Ice, uninhabited

Ellis et al. (2021) PNAS
DOI 10.1073/pnas.2023483118

Landnutzungsänderung über die Jahrtausende

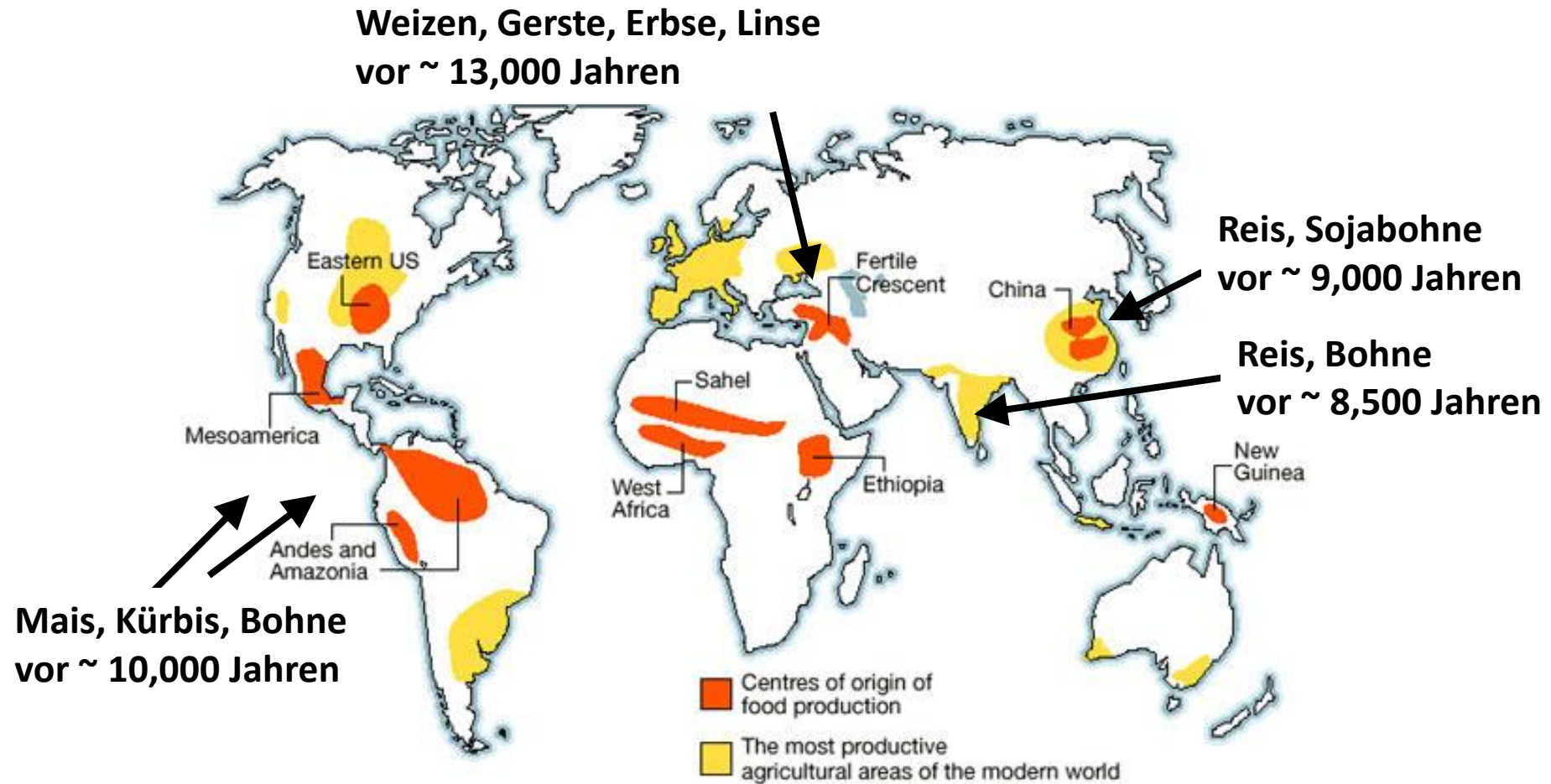


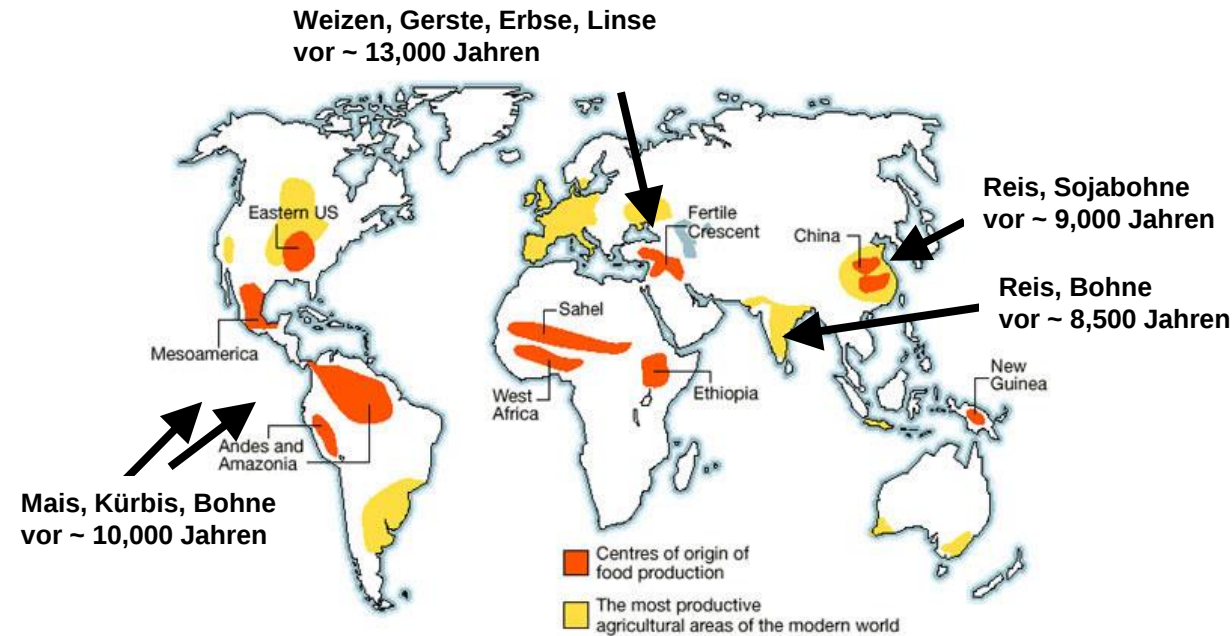
Ellis et al. (2021) PNAS
DOI 10.1073/pnas.2023483118

Frühe Beeinflussung von Ökosystemen durch den Menschen

- **Zurückdrängen von Raubtieren**
- **Domestizierung einiger Pflanzen- und Tierarten; u.a. Vermehrung von ausgewählten Samen**

Die Domestizierung hat sich an mehreren Orten parallel ereignet





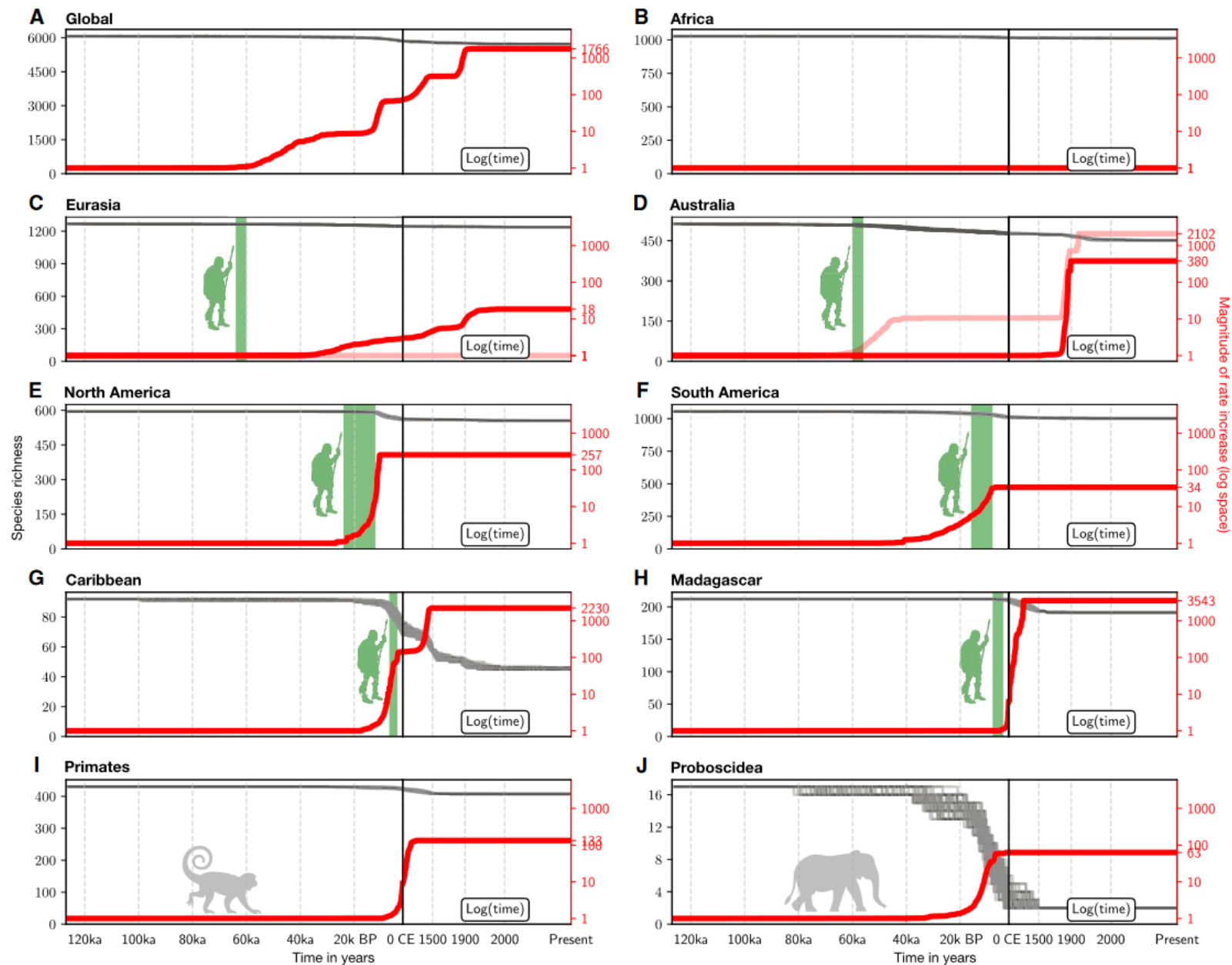
Diese Veränderungen sind das Fundament menschlicher Zivilisationen:

- Bevölkerungswachstum
- Die Entstehung von Städten und komplexen gesellschaftlichen Systemen
- Spezialisierung und damit die Ermöglichung von Innovation

Die vom Menschen domestizierten Arten dominieren auf der Erde.

Frühe Beeinflussung von Ökosystemen durch den Menschen

- **Zurückdrängen von Raubtieren**
- **Domestizierung einiger Pflanzen- und Tierarten; u.a. Vermehrung von ausgewählten Samen**
- **Jagd auf große Säugetiere**



**Veränderung der
Aussterberate**

Frühe Beeinflussung von Ökosystemen durch den Menschen

- **Zurückdrängen von Raubtieren**
- **Domestizierung einiger Pflanzen- und Tierarten; u.a. Vermehrung von ausgewählten Samen**
- **Jagd auf große Säugetiere**
- **Schutz vor Naturgefahren; z.B. Küstensicherung**

Blei-Produktion über die Jahrtausende

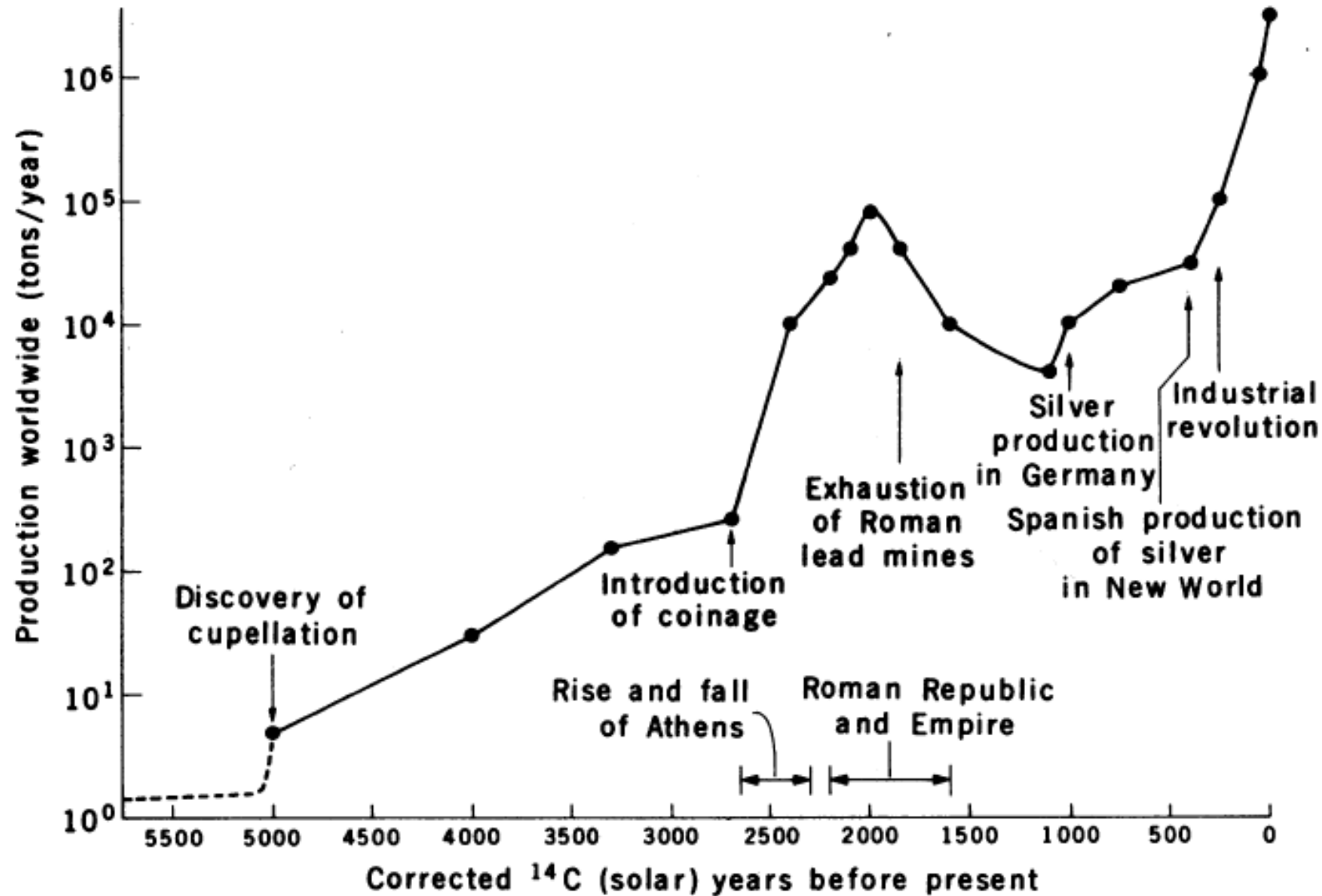


Fig. 1. World lead production during the past 5500 years (23-25).

Sedimentanalysen zeigen überall auf der Erde eine Anreicherung von Blei

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26924757/>

Ein Public Health-Pionier aus der Geologie

Clair Cameron Patterson

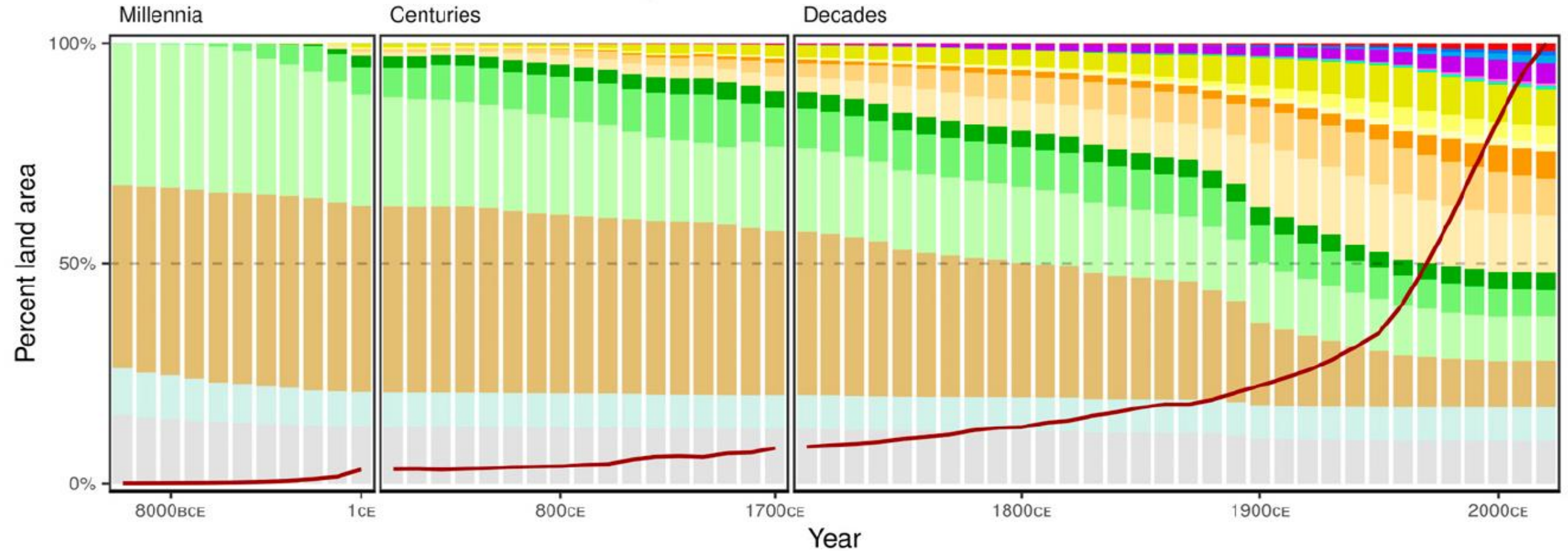


Courtesy of the Division of Geological and Planetary Science, California Institute of Technology

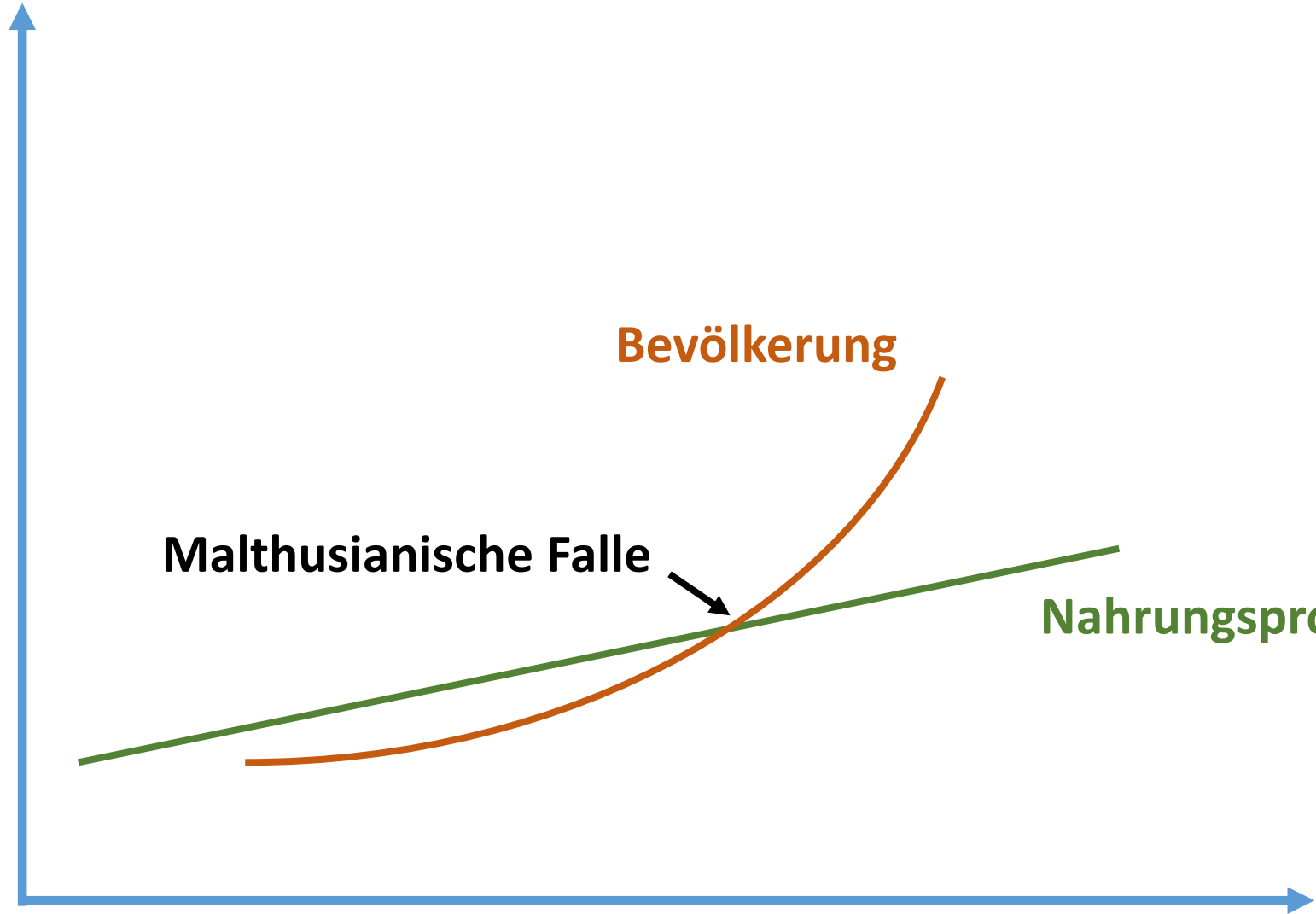
- **Normale** Pb-Konzentrationen sind um Größenordnungen höher als **ursprüngliche** Konzentrationen in Abwesenheit anthropogenen Einflusses.
- Zum Beispiel sind die Pb-Konzentrationen in den Skeletten heutiger Menschen ca. 500mal höher als in prähistorischen Mumien.

Clair C. Patterson

Die Intensivierung der Landnutzung ist der vielleicht wichtigste Treiber globaler Veränderung und ist direkt verbunden mit der Bevölkerungsentwicklung



Quantität



Bevölkerung

Malthusianische Falle

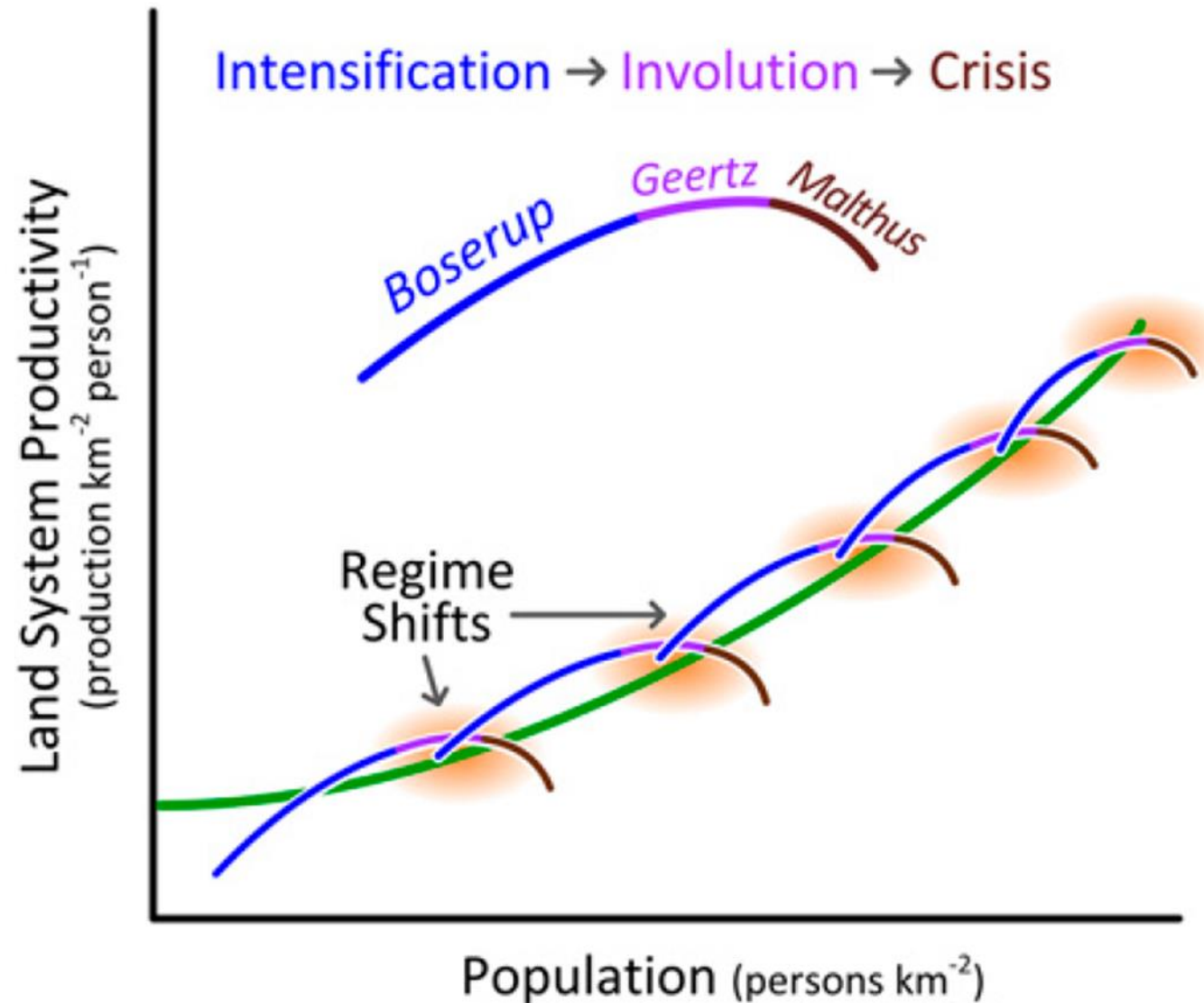
Nahrungsproduktion

Zeit

AN ESSAY
ON THE
PRINCIPLE OF POPULATION;
OR,
A VIEW OF ITS PAST AND PRESENT EFFECTS
ON
HUMAN HAPPINESS;
WITH
AN INQUIRY INTO OUR PROSPECTS RESPECTING THE FUTURE
REMOVAL OR MITIGATION OF THE EVILS WHICH
IT OCCASIONS.
BY
THE REV. T. R. MALTHUS, A.M. F.R.S.
LATE FELLOW OF JESUS COLLEGE, CAMBRIDGE, AND PROFESSOR OF HISTORY AND POLITICAL
ECONOMY IN THE EAST-INDIA COLLEGE, HERTFORDSHIRE.
—
SIXTH EDITION.
IN TWO VOLUMES.
VOL. I.

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.
MDCCCXXVI.

Zyklen der Landnutzungsintensivierung



Beispiele für Intensivierungen

- **Schaffung von Anbauflächen**

○ Schaffung von Anbauflächen

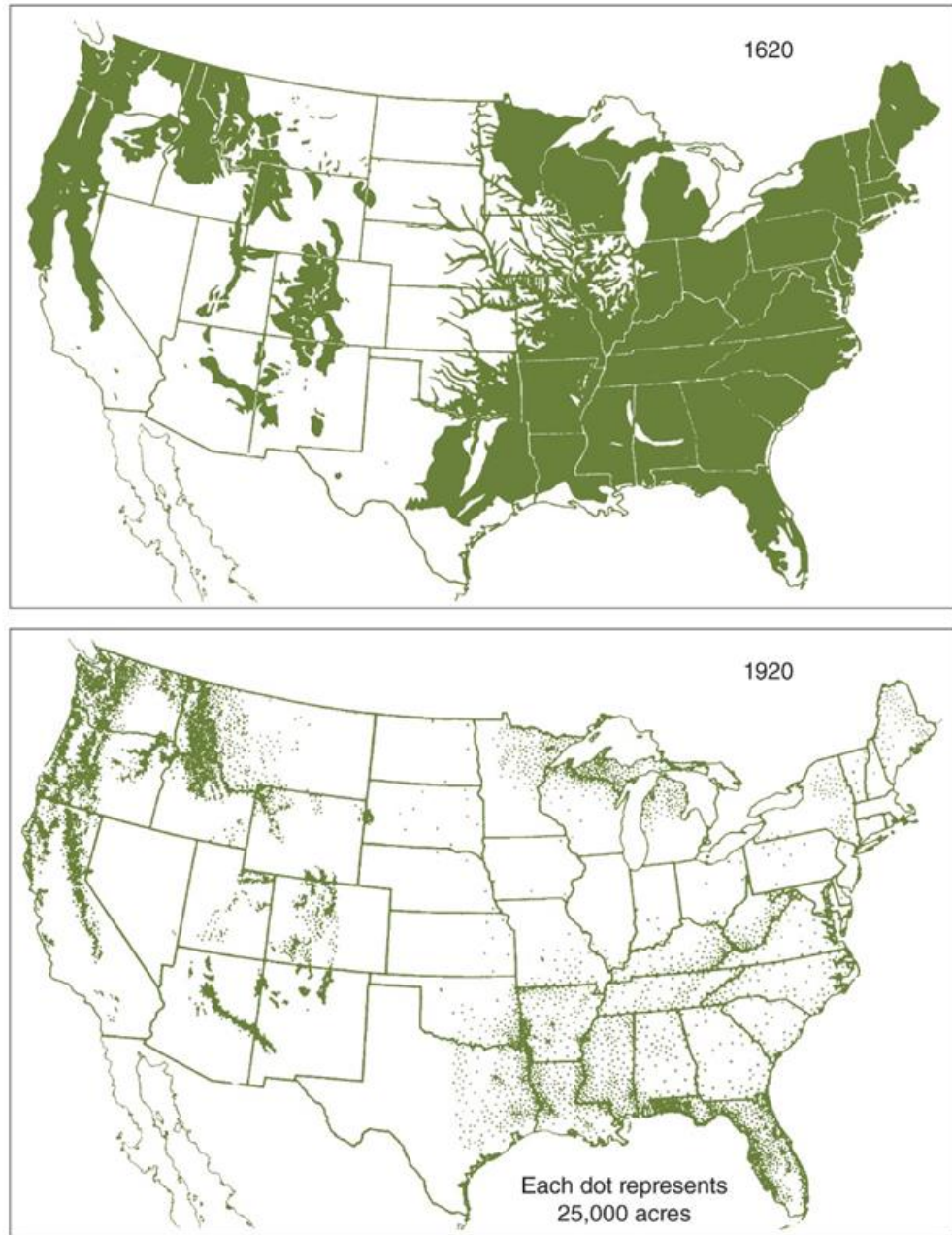


Figure 2.10 The distribution of American natural forest in 1620 and 1920.
Source: adapted from Williams (1989).

Andrew S. Goudie:
Human Impact on the Natural Environment: Past, Present and Future, 8th Edition

Beispiele für Intensivierungen

- **Schaffung von Anbauflächen**
- **Nutzung auch weniger geeigneter Flächen; Umgestaltung z.B. durch Bewässerung**

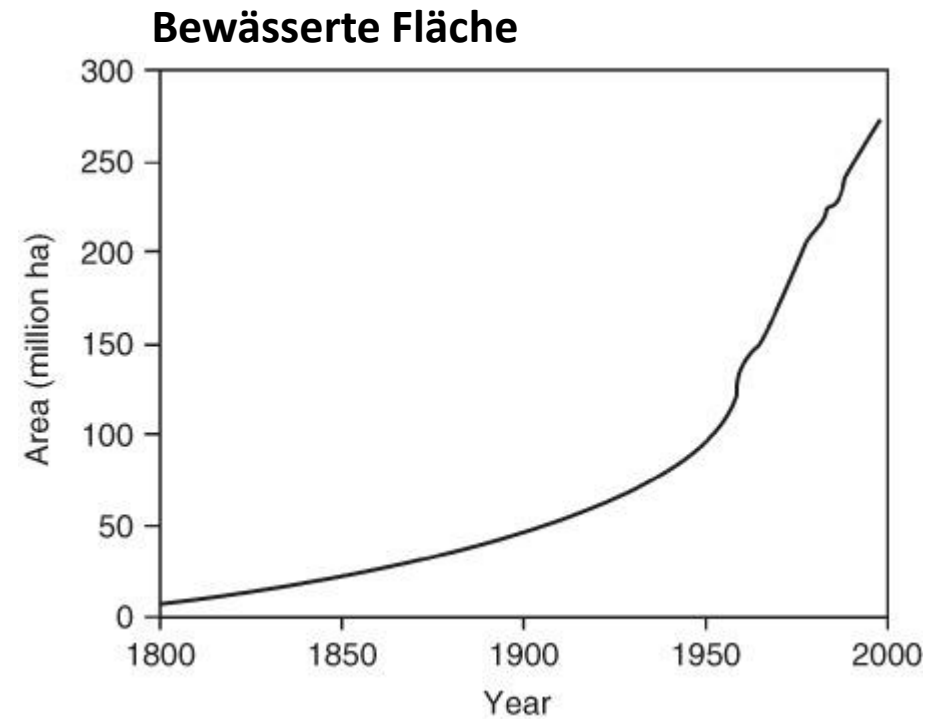
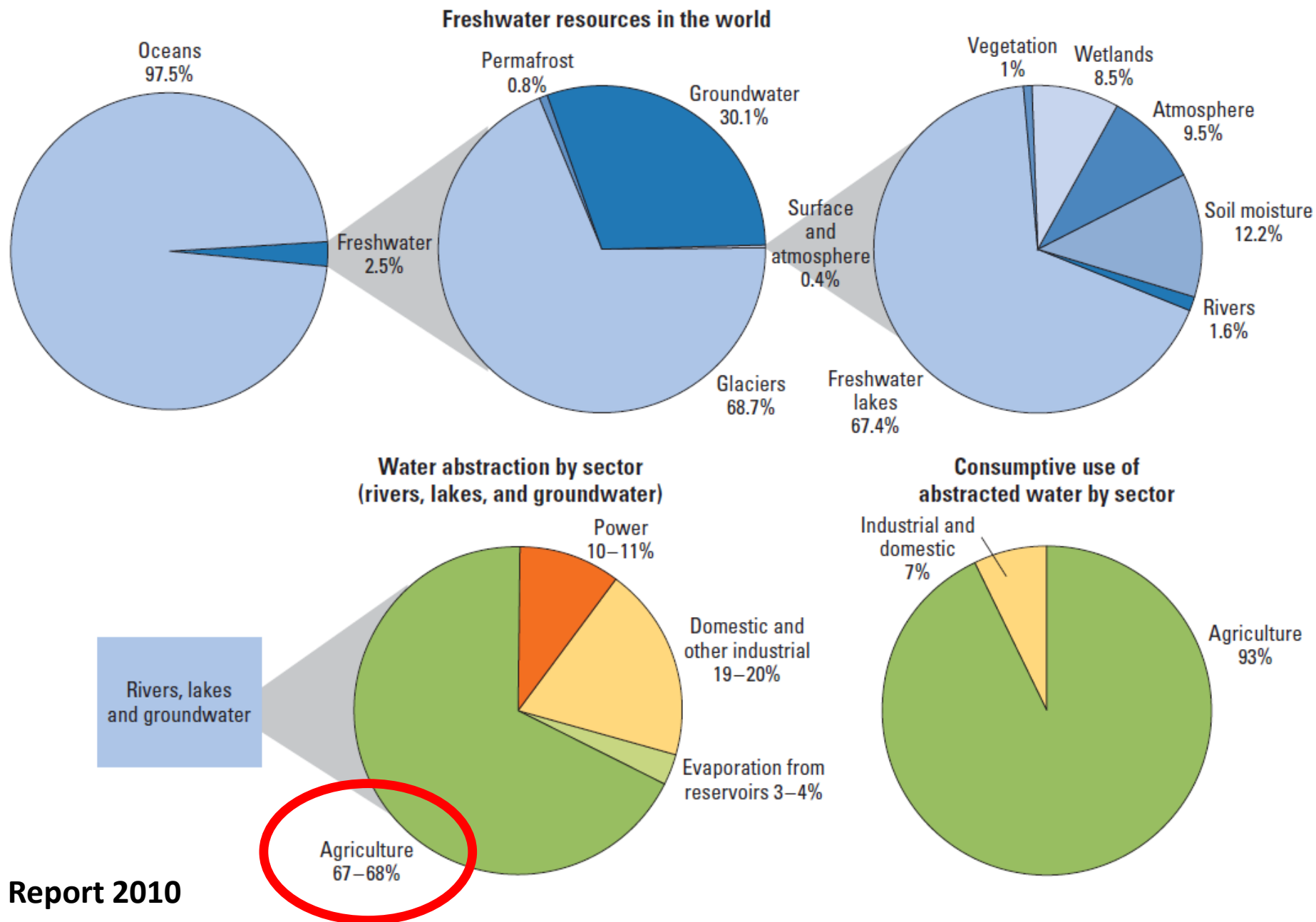
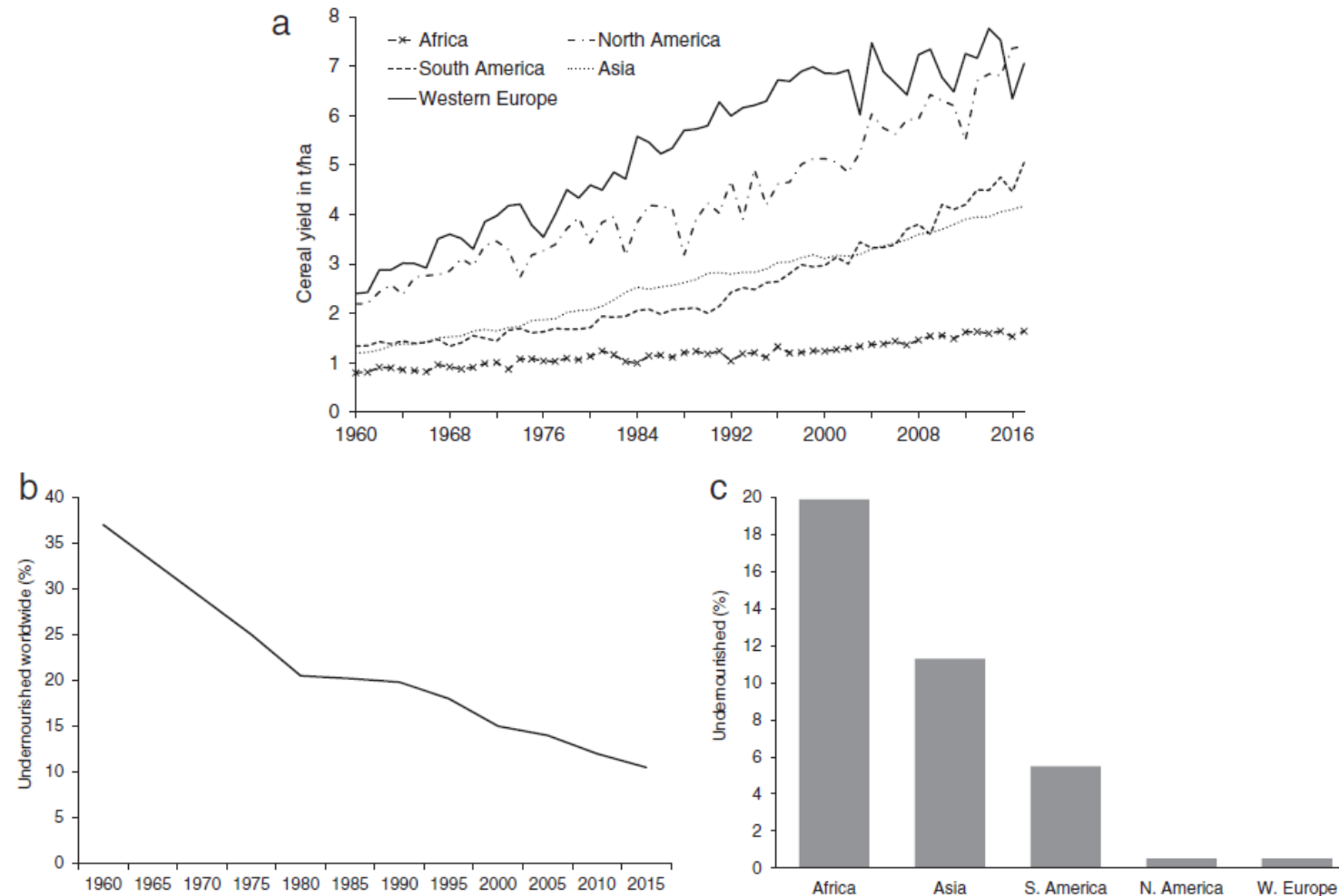


Figure 3.2 Freshwater in rivers makes up a very small share of the water available on the planet—and agriculture dominates water use

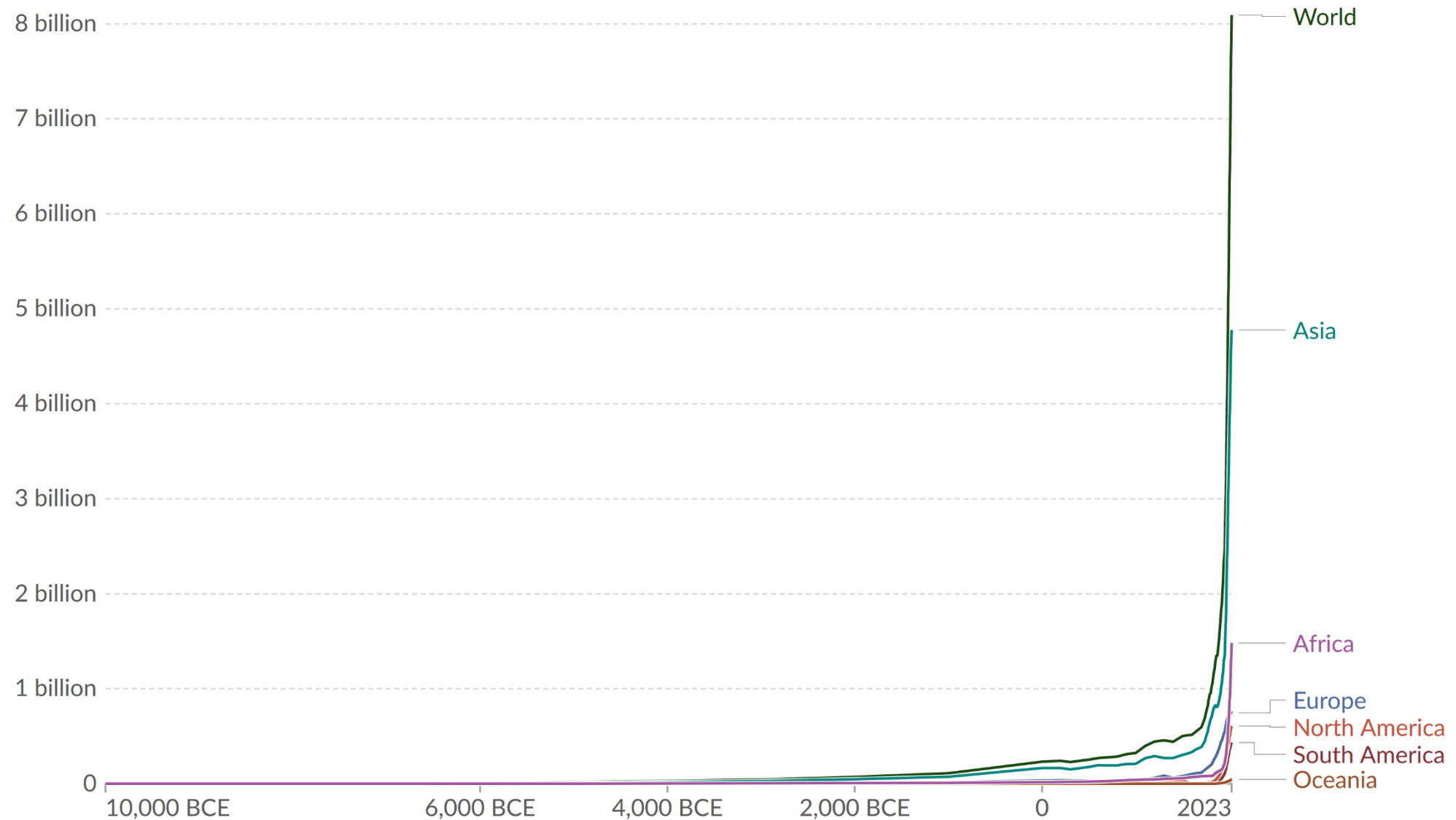


Die Intensivierung der Landnutzung ist (auch) eine Erfolgsgeschichte

Figure 1 Global trends in agricultural productivity and hunger. (a) Mean cereal yields by region, 1960–2017. (b) Prevalence of undernourishment worldwide, 1960–2015. (c) Prevalence of undernourishment by region, 2018. *Source:* Based on data from FAO (2019a, 2019b).



Population, 10,000 BCE to 2023



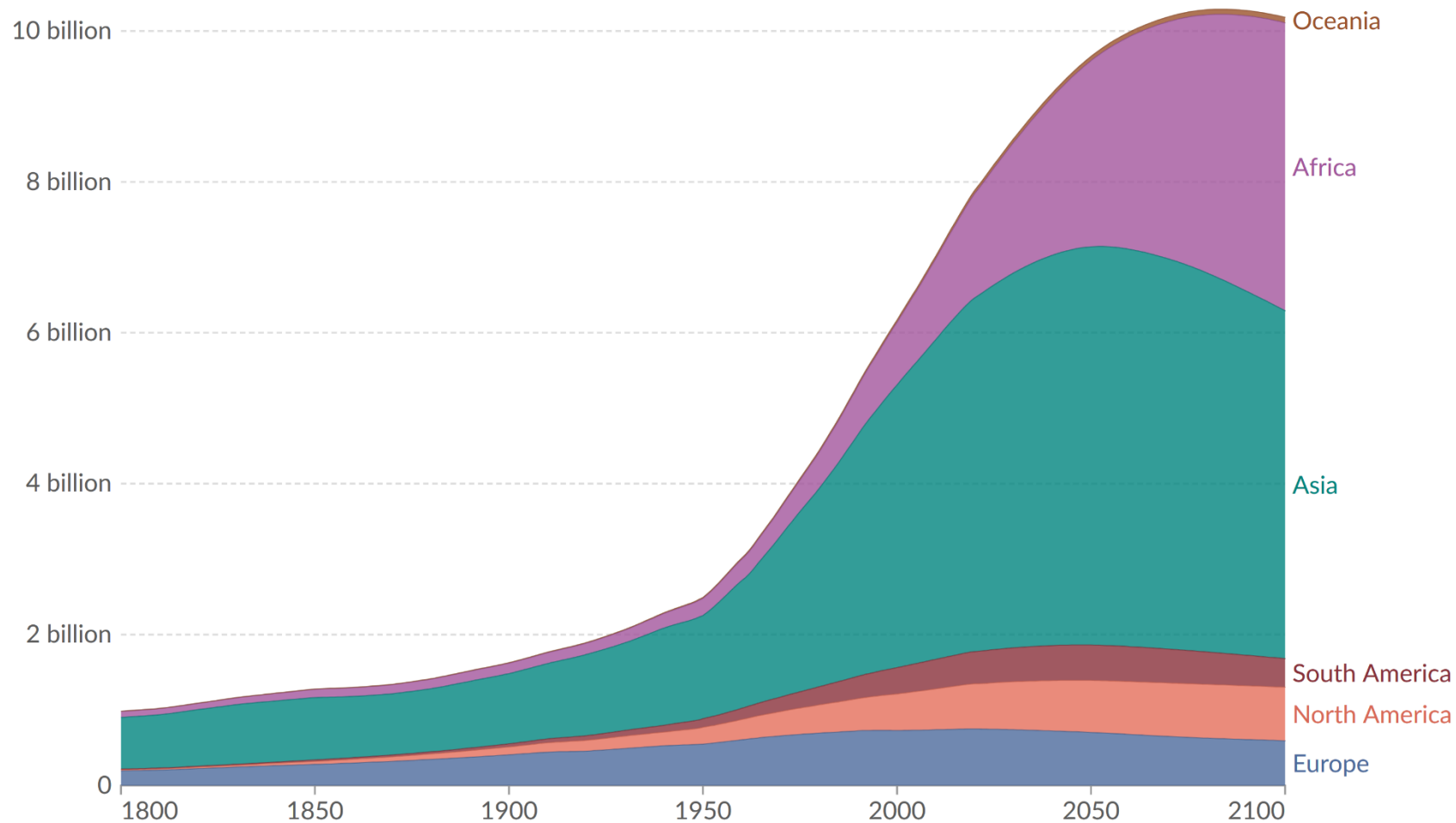
Data source: HYDE (2023); Gapminder (2022); UN WPP (2024)

Note: Historical country data is shown based on today's geographical borders.

OurWorldInData.org/population-growth | CC BY

Population by world region

Historic estimates with future projections based on the UN medium scenario¹.



Data source: HYDE (2023); Gapminder (2022); UN WPP (2024)

OurWorldInData.org/population-growth | CC BY

Note: Historical country data is shown based on today's geographical borders.

1. UN projection scenarios: The UN's World Population Prospects provides a range of projected scenarios of population change. These rely on different assumptions in fertility, mortality and/or migration patterns to explore different demographic futures. [Read more: Definition of Projection Scenarios \(UN\)](#)



© Royal Swedish Academy of Sciences 2011

Bewässerte Landschaft in den USA

Steffen et al. (2011) AMBIO

- Die Natur ist domestiziert.
- Diese Domestizierung war und ist immer getrieben von menschlichen Bedürfnissen, z.B. nach Sicherheit und Wohlbefinden.
- Die Natur des Menschen ist die Domestizierung der Natur.

Stephan Clemens –

Bevölkerungsentwicklung und Auswirkungen auf Natur & Umwelt

Unsere Aufgabe ist die möglichst smarte Domestizierung.

Maximized Productivity	Impacts & Tradeoffs
Increased Food Production:	Disturbed nitrogen cycle, Marine dead zones
Increased Animal Production:	Riparian zones damaged; Overuse of antibiotics
Increased Fisheries Yield:	Ecosystems simplified; Increase in undesirable species

Reduced risk	Impacts & Tradeoffs
Fire Suppression:	Larger, more intense fires
Flood Control:	Wetlands shrink downstream, fish habitat lost
Predator Removal:	Herbivore populations increase and damage systems
Coastal Engineering:	Constrained natural adaptation to rising sea level

Promote Commerce	Impacts & Tradeoffs
Enhanced Trade:	Spread of disease & invasive species
Road Construction:	Habitats fragmented, animal dispersal hindered



Maximized Productivity	Impacts and Tradeoffs
5-fold global increase in Cropland (1700 – 1990)	14% global loss of Forest/Woodland (1700 – 1990)
7-fold global increase in Pasture (1700 – 1990)	30% global loss of Savanna/grassland (1700 – 1990)
4-fold increase in irrigation and water withdrawal (US; 1950s – 1980)	40 cm/yr average decline in water table of the 451,000 km ² Ogallala Aquifer (US; 1993 – 2003)
123MT fish harvested globally (in 1997)	27MT of this directly discarded as by-catch (in 1997)
3-fold increase in farmed fish (1990 – 1997)	It takes >5kg of wild fish to produce 1kg farmed finfish (1997)

Tradeoffs müssen verstanden und beachtet, global bilanziert werden.

- **Beispiel Düngung**
- **Beispiel Flächenverbrauch**

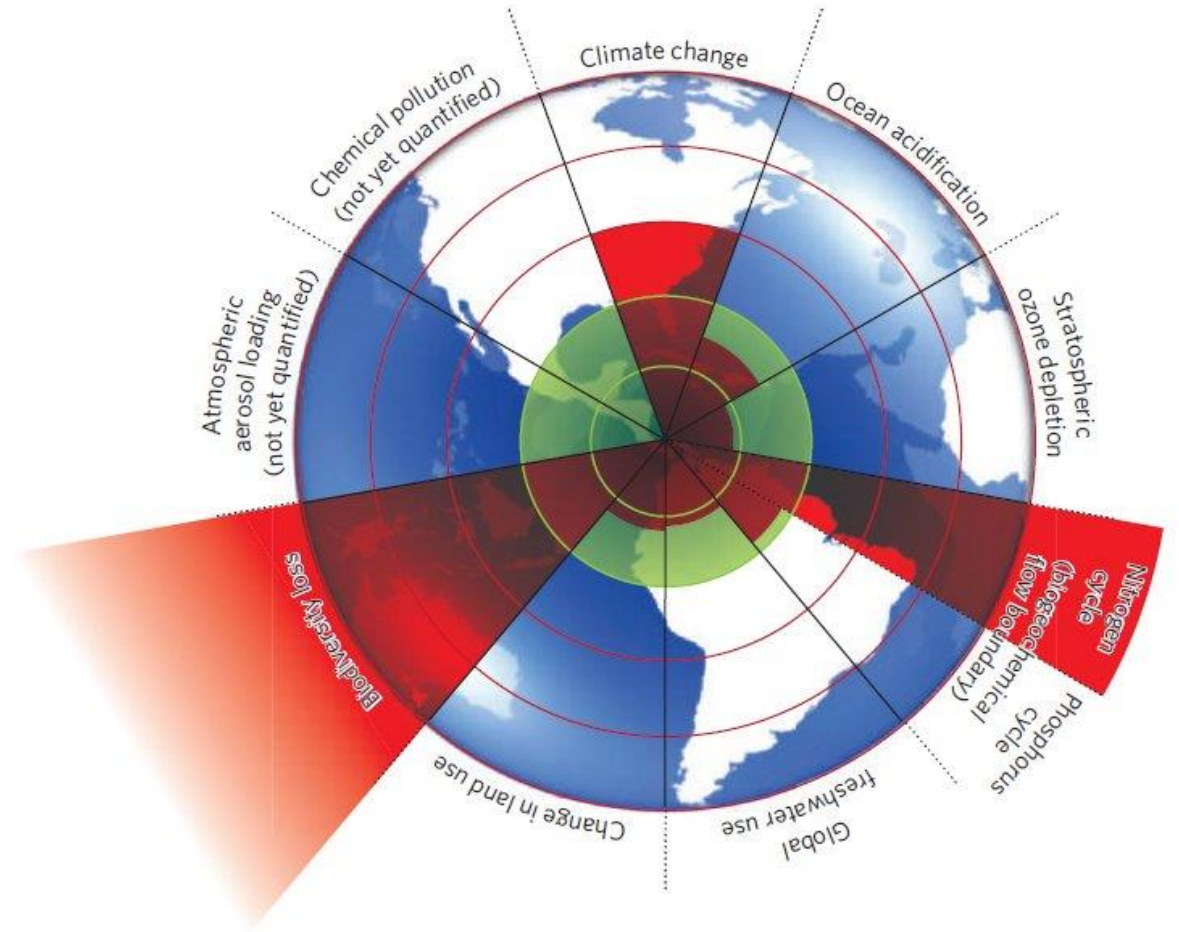


Figure 1 | Beyond the boundary. The inner green shading represents the proposed safe operating space for nine planetary systems. The red wedges represent an estimate of the current position for each variable. The boundaries in three systems (rate of biodiversity loss, climate change and human interference with the nitrogen cycle), have already been exceeded.

Wir können smarter domestizieren.

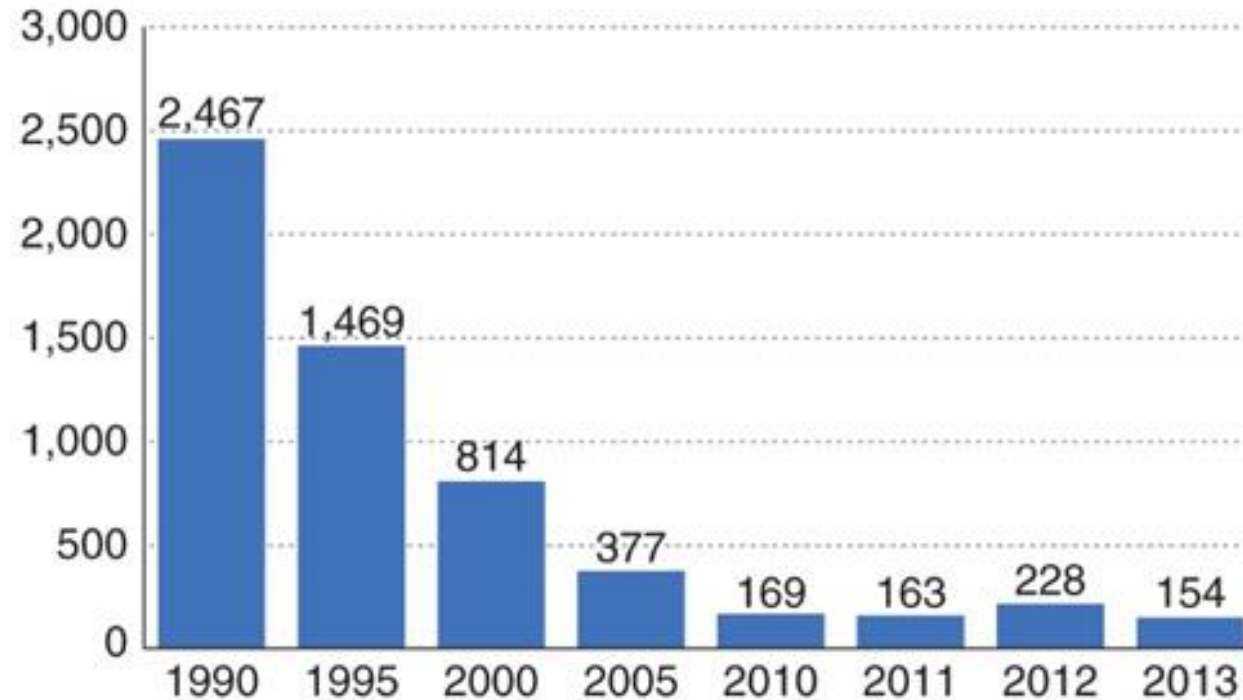


Figure 7.13 Trends in sulphur dioxide emissions from coal combustion in the UK from 1990–2013 in thousands of tonnes.
Source: data from Office for National Statistics, UK.

Andrew S. Goudie: Human Impact on the Natural Environment: Past, Present and Future, 8th Edition

Wir können smarter domestizieren.

Clair Patterson, the Hero Who Got the Lead Out of Gasoline

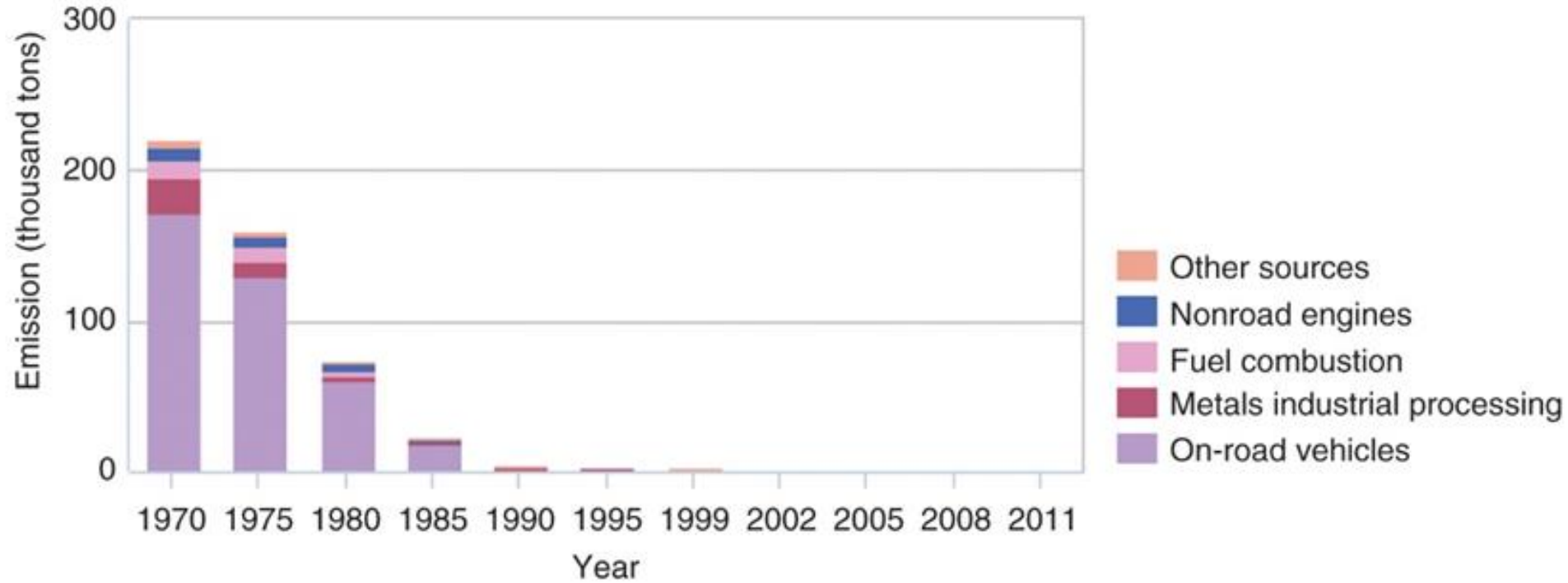
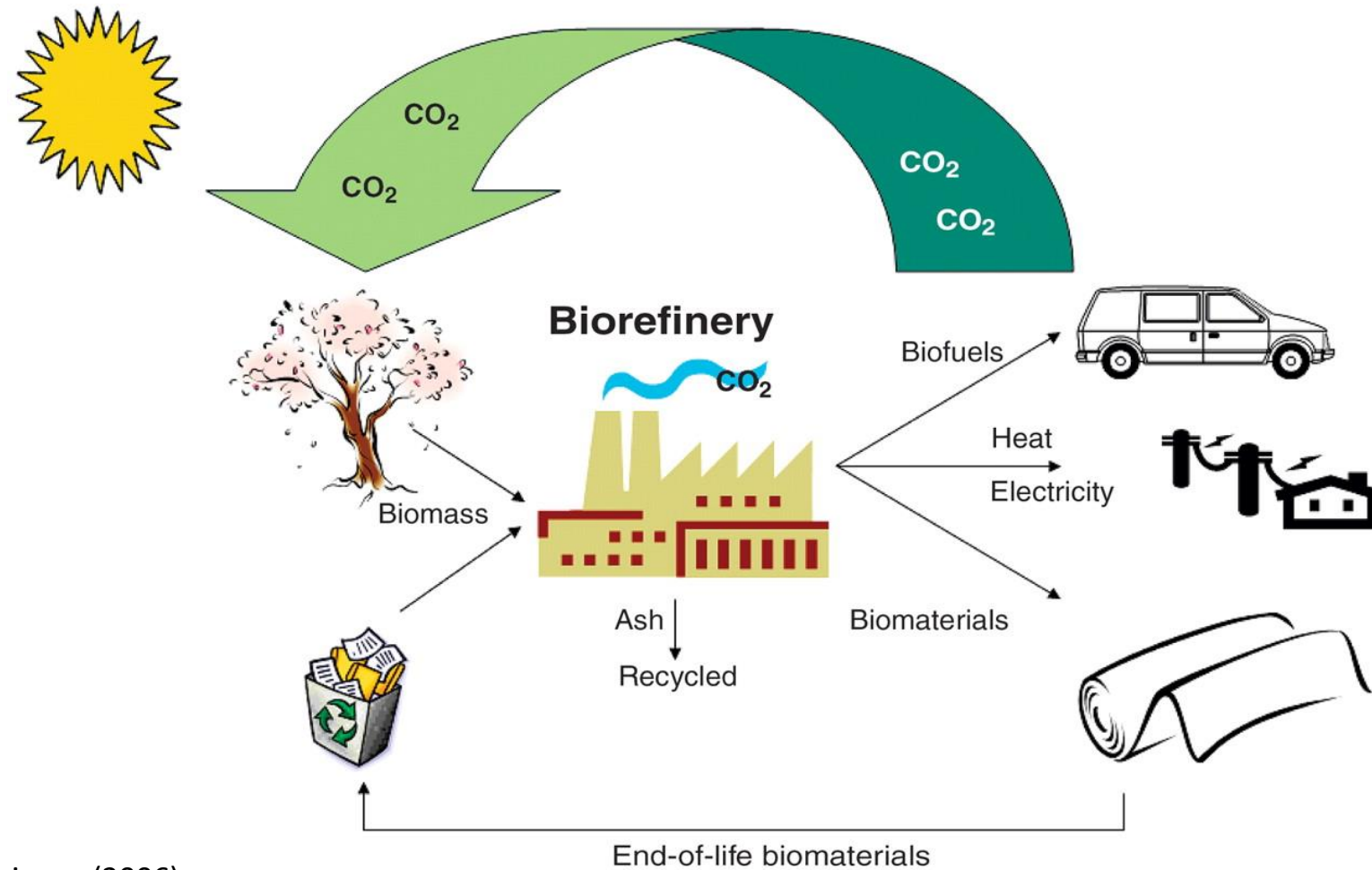


Figure 7.15 Anthropogenic lead emissions in the USA by source category, 1970–2011. *Source:* US EPA (2014).

Andrew S. Goudie: Human Impact on the Natural Environment: Past, Present and Future, 8th Edition

Innovationen müssen ermöglicht und genutzt werden.



Ragauskas et al., Science (2006)

DOI 0.1126/science.1114736

Innovationen müssen ermöglicht und genutzt werden.

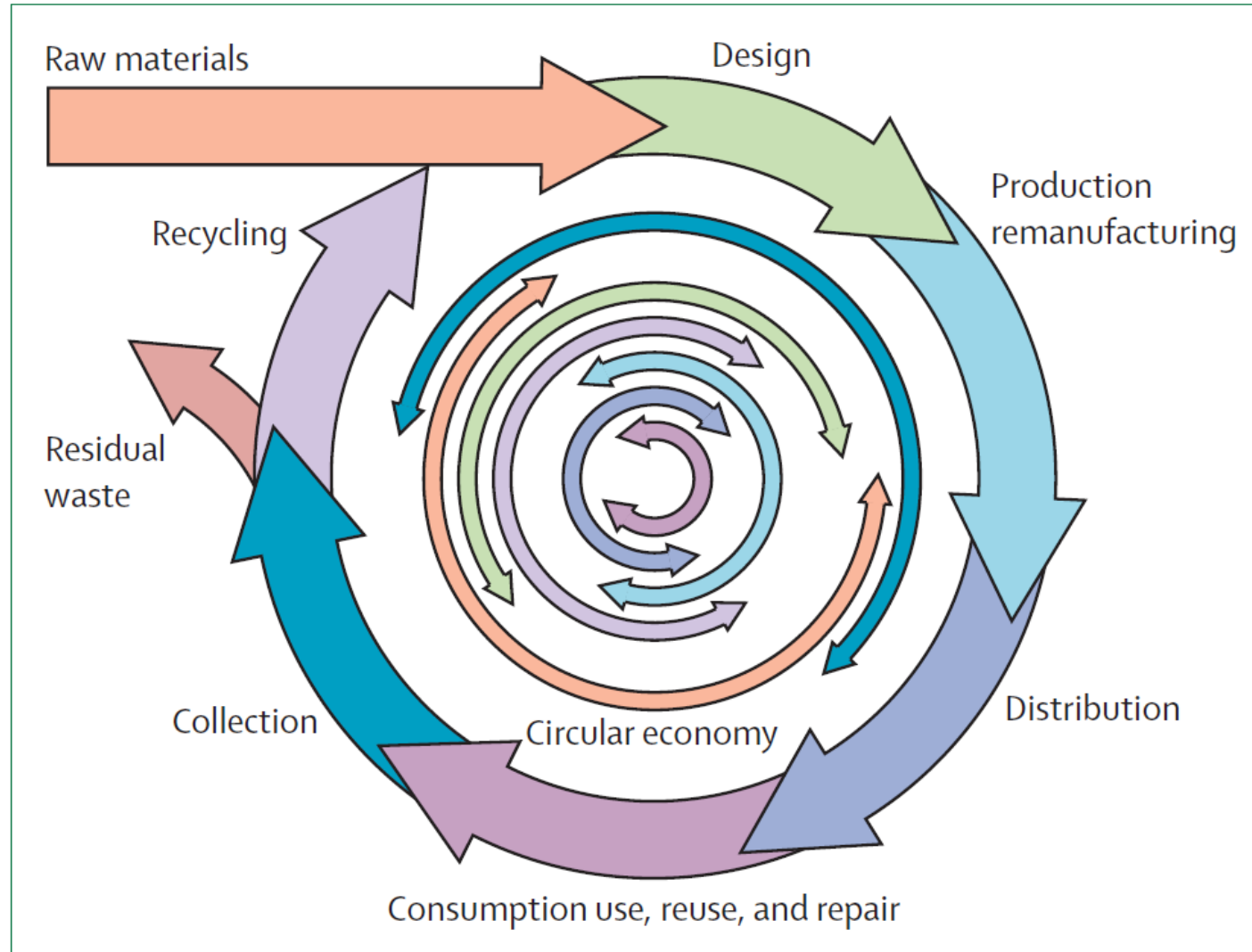


Figure 19: Circular economy model

The Rockefeller Foundation–*Lancet* Commission on planetary health, Whitmee et al. (2015) *The Lancet*