



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und
Bodenwissenschaften

Efeito das perturbações no balanço de carbono das florestas

Klaus Katzensteiner
Institut für Waldökologie, BOKU Wien

5º Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal
Santa Maria de 23 Novembre 2011
Curso pre-evento





Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und
Bodenwissenschaften

Auswirkungen von Störungen auf den Kohlenstoffhaushalt von Wäldern

Effects of disturbances on the carbon cycle of forest ecosystems

Klaus Katzensteiner

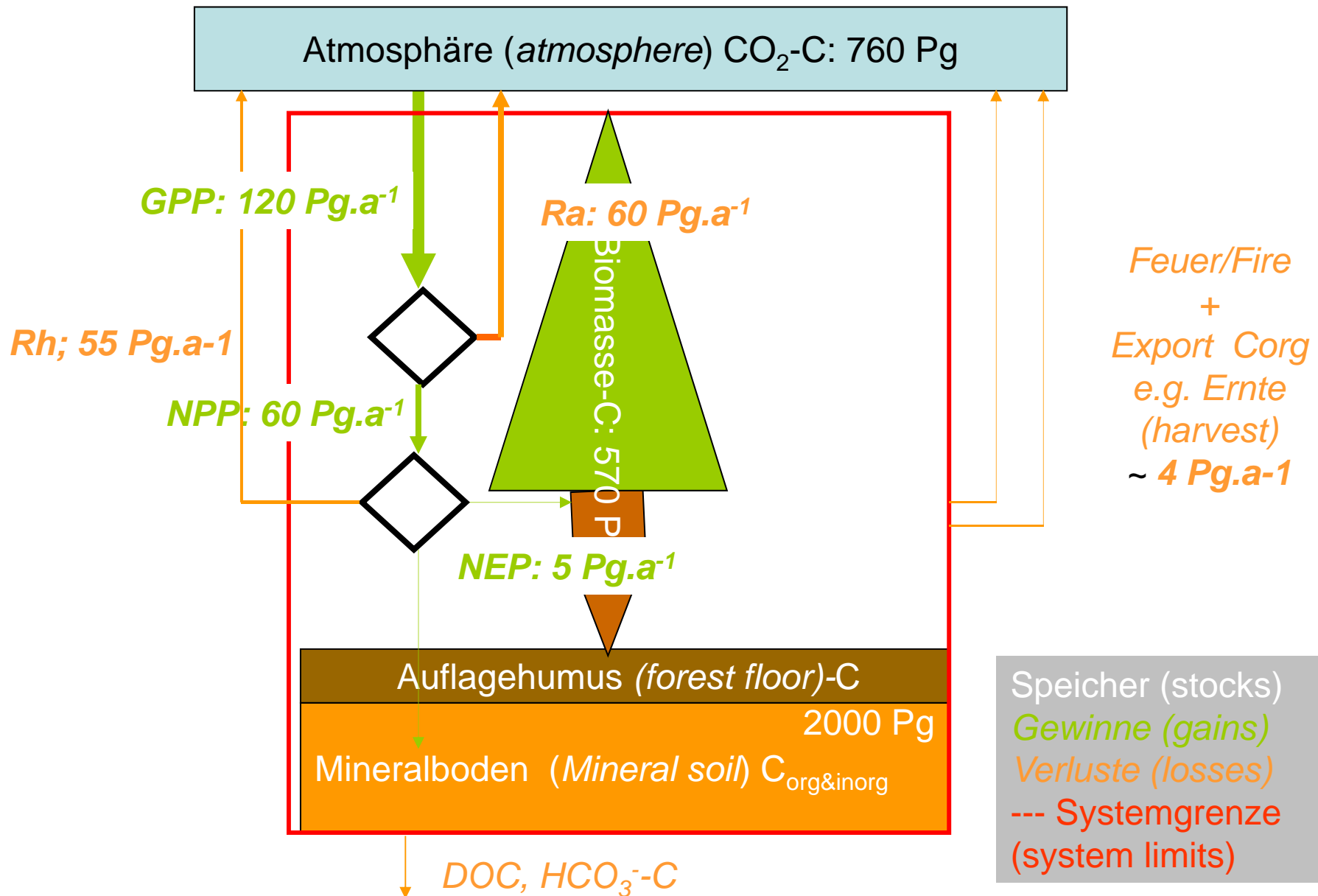
Institut für Waldökologie, Institut für Waldwachstumsforschung, BOKU Wien

5º Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal
Santa Maria de 25 Novembre 2011



Der globale Kohlenstoffhaushalt von Ökosystemen

The global carbon cycle of ecosystems



GPP - Bruttoprimärproduktion (Gross primary production): Menge des Kohlenstoffs der bei der Photosynthese durch Pflanzen fixiert wird

NPP – Nettoprimärproduktion (net primary production): Bruttoprimärproduktion (Fixierung von CO_2 in organischen Verbindungen über Photosynthese) minus **autotropher Respiration R_a** (Abgabe von CO_2 durch die gleiche Pflanze)

Rh - Heterotrophe (heterotrophic) **Respiration**: Umwandlung organischer Verbindungen durch heterotrophe Bodenorganismen in CO_2 .

NEE – Netto Ökosystemproduktion (Net ecosystem exchange): Die endgültige Bilanz der Kohlenstoffflüsse durch Photosynthese, autotrophe und heterotrophe Respiration an den Grenzen des Ökosystem.

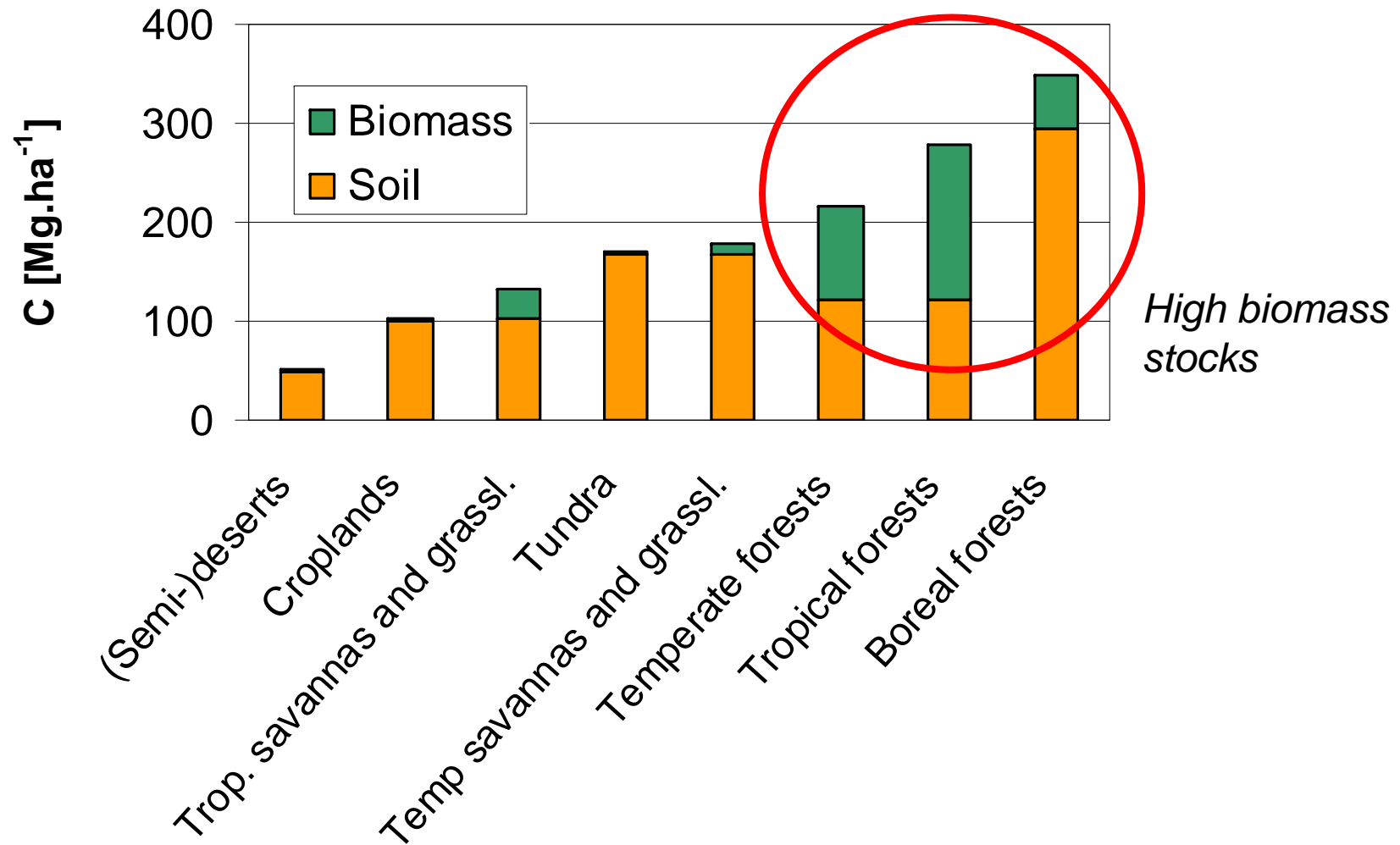
$$\text{NEE} = \text{NPP} - R_h$$

(syn. Net ecosystem production $\text{NEP} = \text{GPP} - R_a - R_h$)

NBP – **Nettobiomproduktion** (net biome production): Die Bilanz der Kohlenstoffflüsse an den Ökosystemgrenzen inklusive Verluste durch Feuer und Ernte (Schulze et al. 2000) $\text{NBP} = \text{NEE} - \text{exports by harvest, fire...}$

Biomasse- und Bodenkohlenstoffvorräte von Biomen

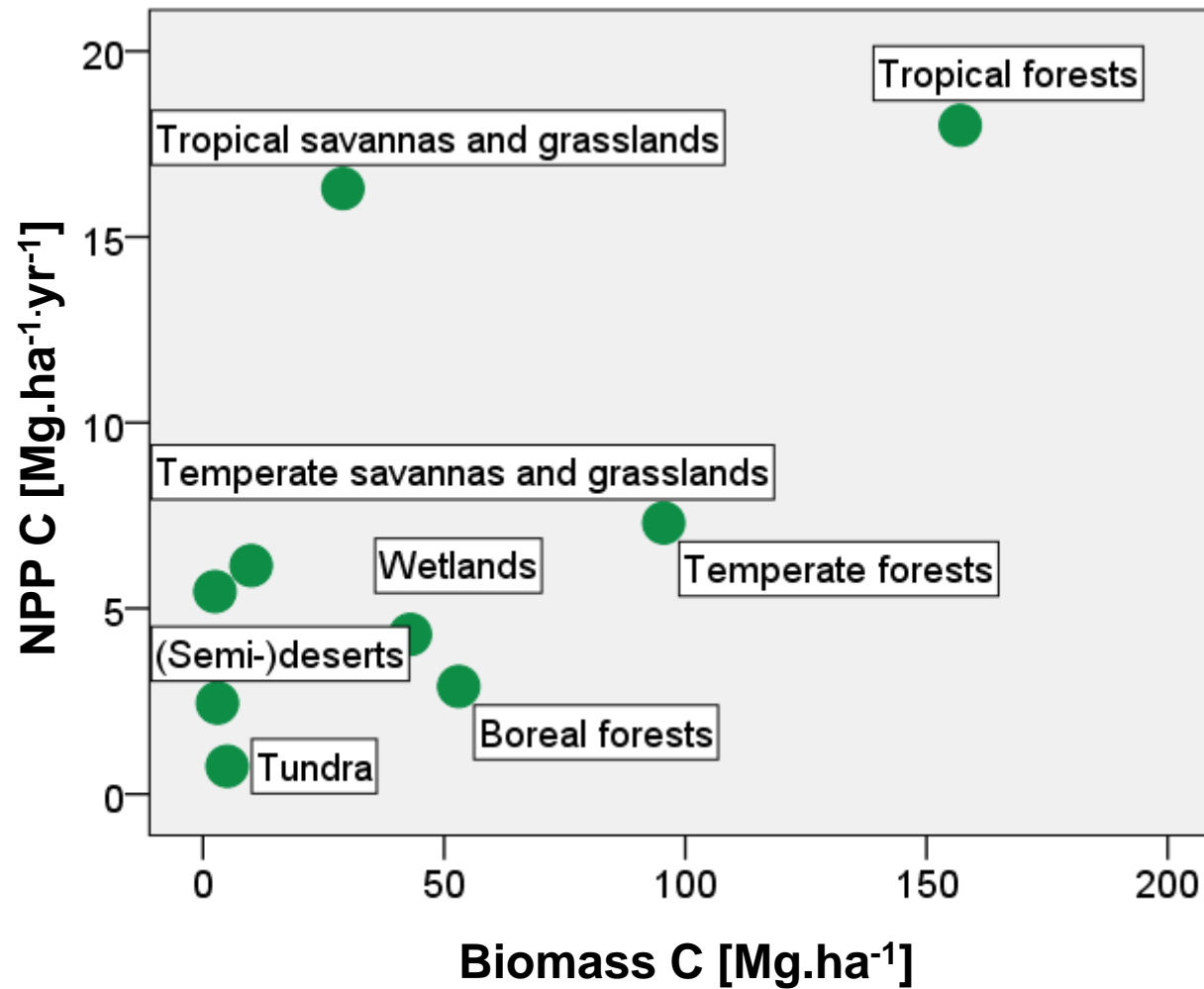
Biomass and soil carbon stocks of major biomes



Various data sources after Prentice et al. 2001 (IPCC)

Produktivität und Kohlenstoffvorräte von Biomen

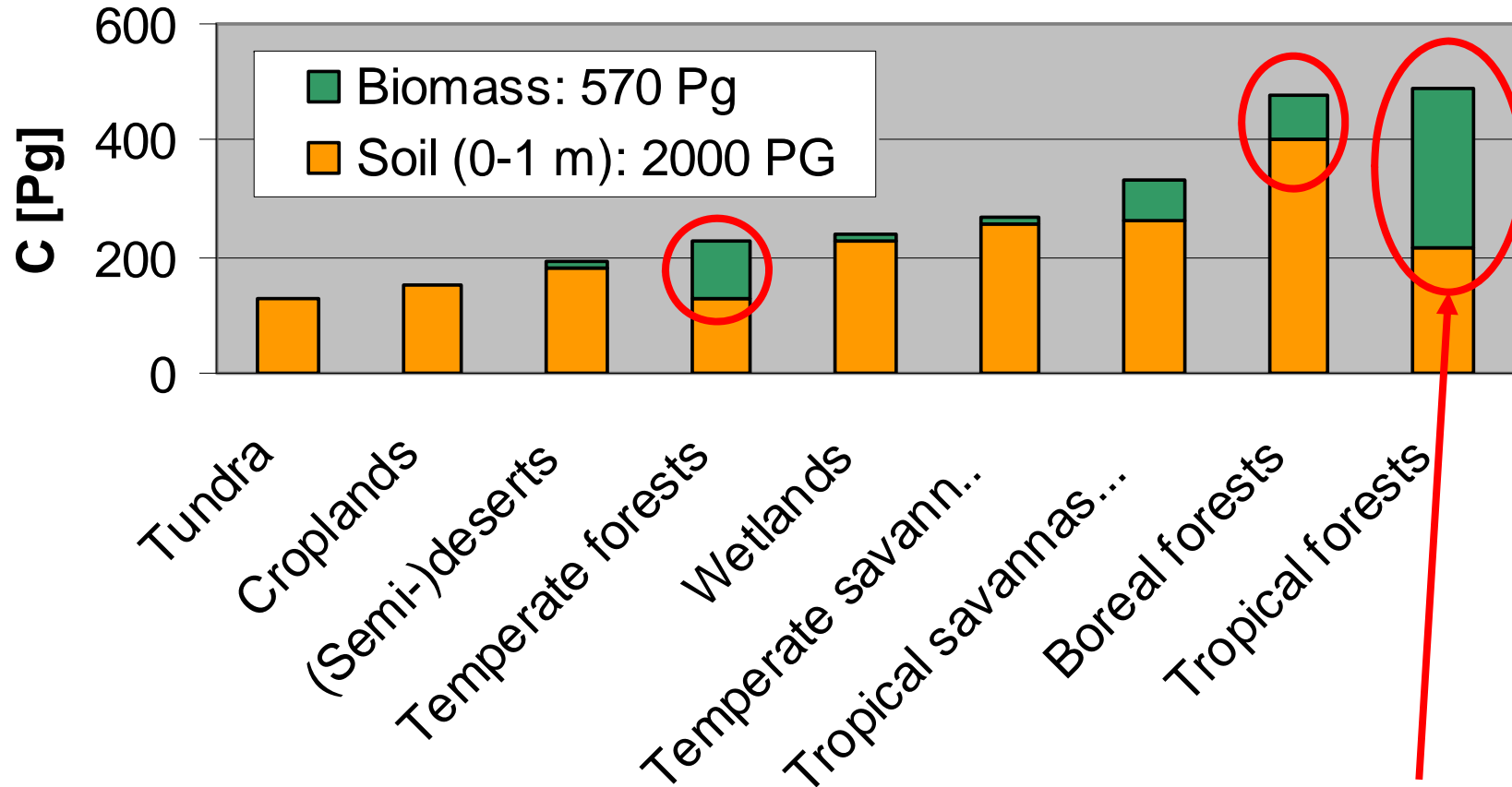
Productivity and biomass carbon stocks of major biomes



Various data sources after Prentice et al. 2001 (IPCC)

Globale Biomasse- und Bodenkohlenstoffvorräte von Biomen

Global Biomass and soil carbon stocks of major biomes

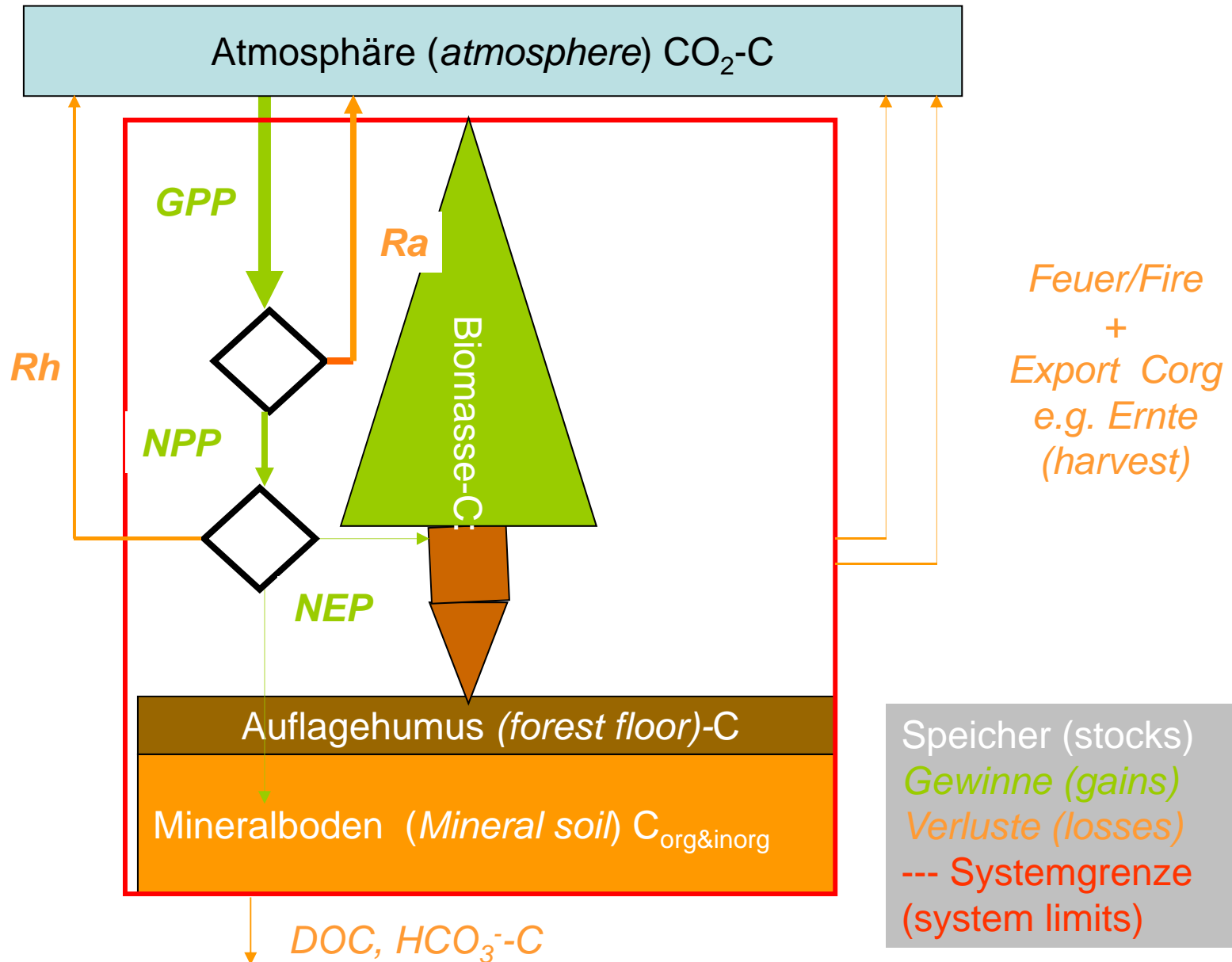


Große Fläche & Vorräte
Large areas & stocks

Various data sources after Prentice et al. 2001 (IPCC)

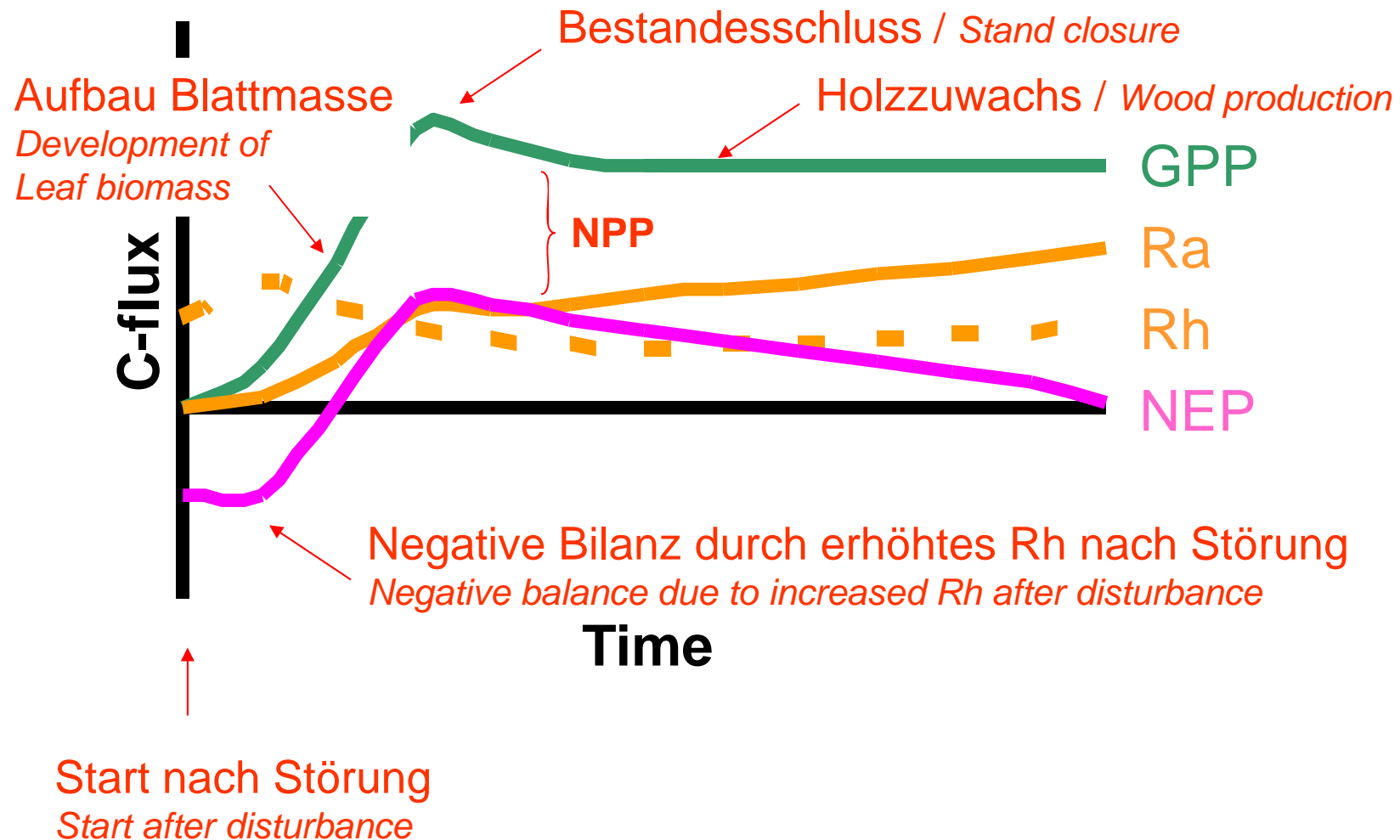
Der Kohlenstoffhaushalt eines Ökosystems

The carbon cycle of an individual ecosystem



Zeitliche Dynamik der Kohlenstoffflüsse in einem Ökosystem

Temporal dynamics of carbon fluxes in an individual ecosystem



Kohlenstoffbilanz nach Störungen *Carbon balance after disturbance*

Langfristige Effekte / *long term response:*

→ NPP Abnahme / *NPP decrease*

→ erhöhte R_h / *R_h increase*

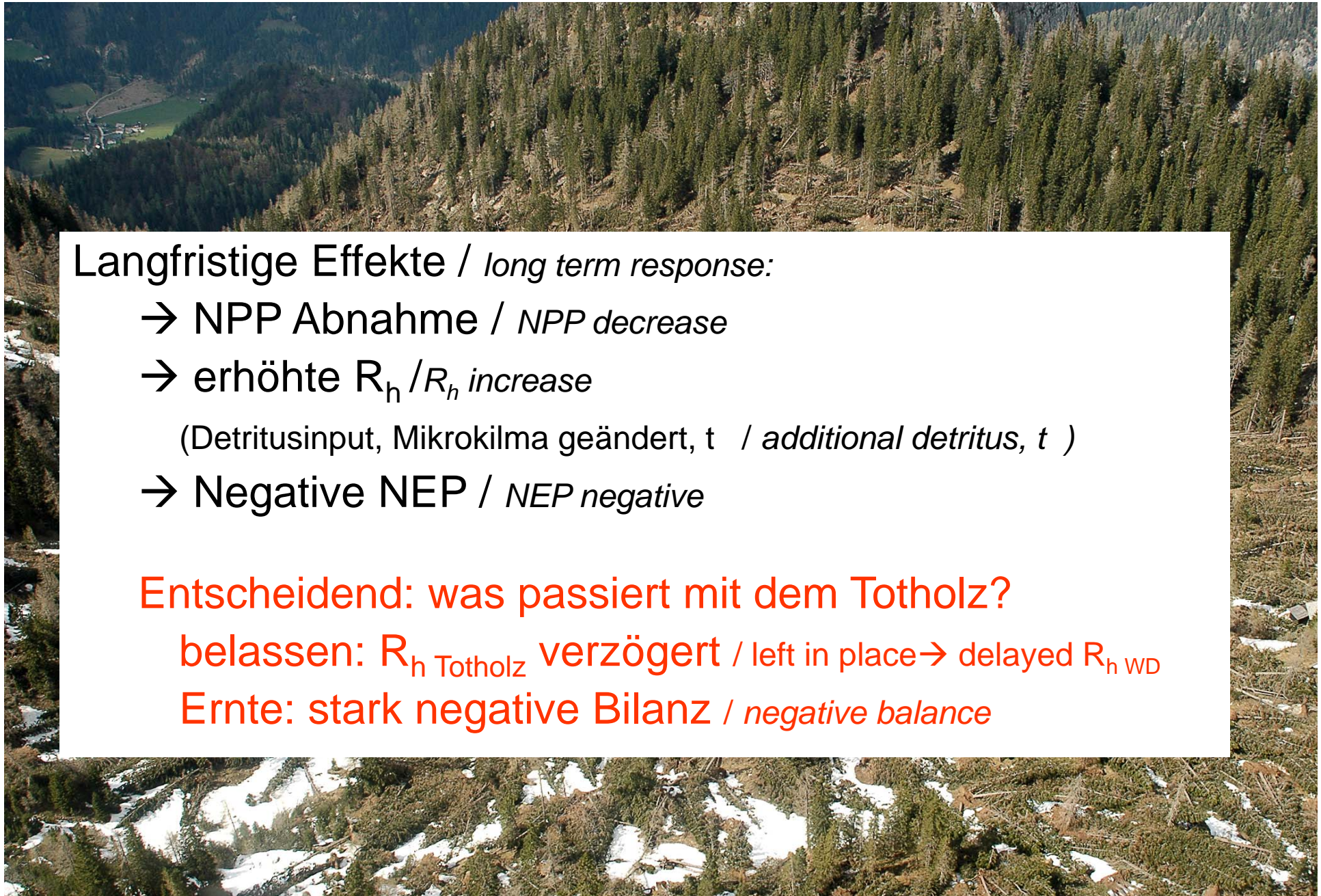
(Detritusinput, Mikroklima geändert, t / *additional detritus, t*)

→ Negative NEP / *NEP negative*

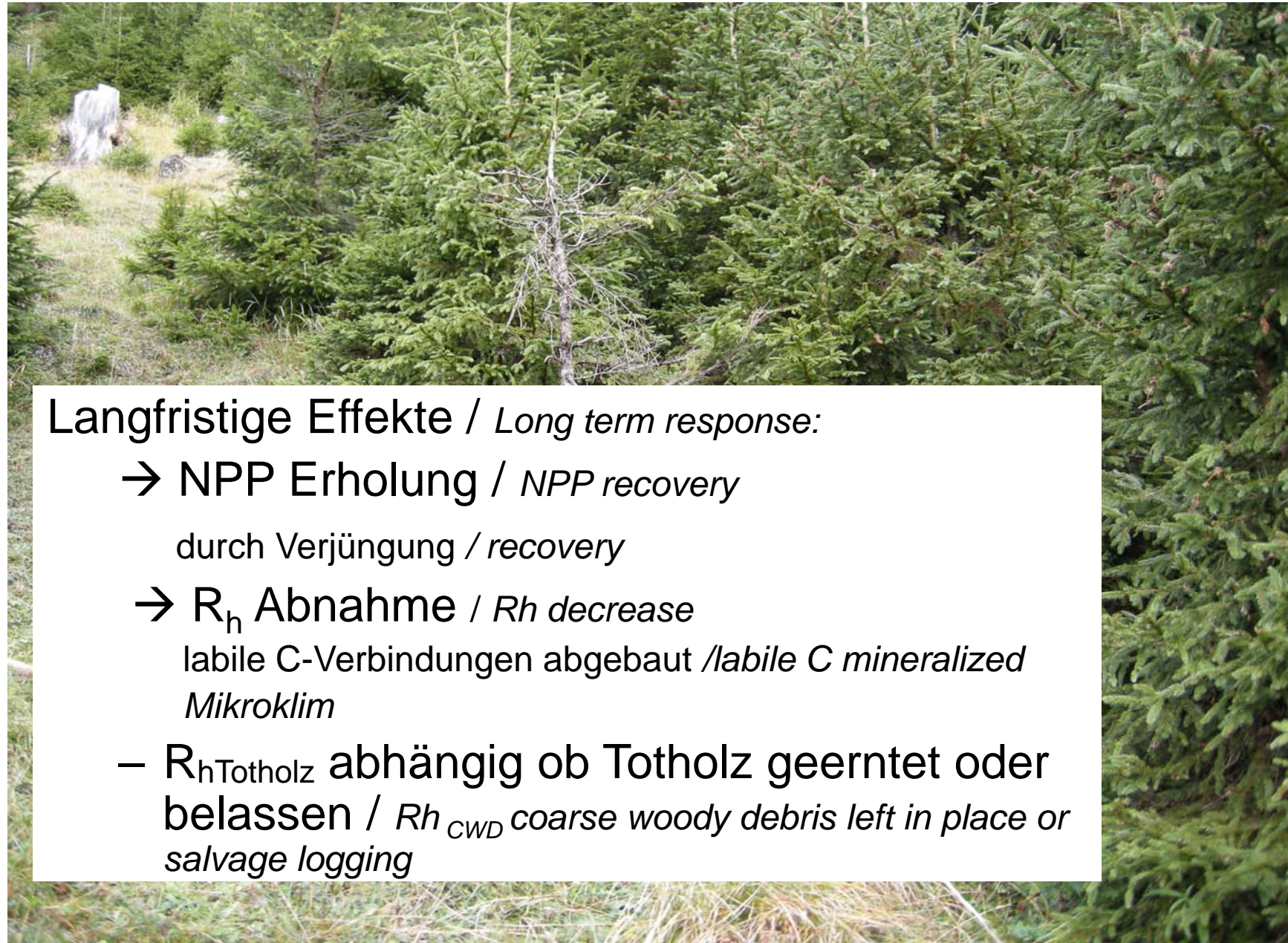
Entscheidend: was passiert mit dem Totholz?

belassen: $R_{h \text{ Totholz}}$ verzögert / left in place → delayed $R_{h \text{ WD}}$

Ernte: stark negative Bilanz / *negative balance*



Kohlenstoffbilanz nach Störungen *Carbon balance after disturbance*



Langfristige Effekte / *Long term response:*

→ NPP Erholung / *NPP recovery*

durch Verjüngung / *recovery*

→ R_h Abnahme / *Rh decrease*

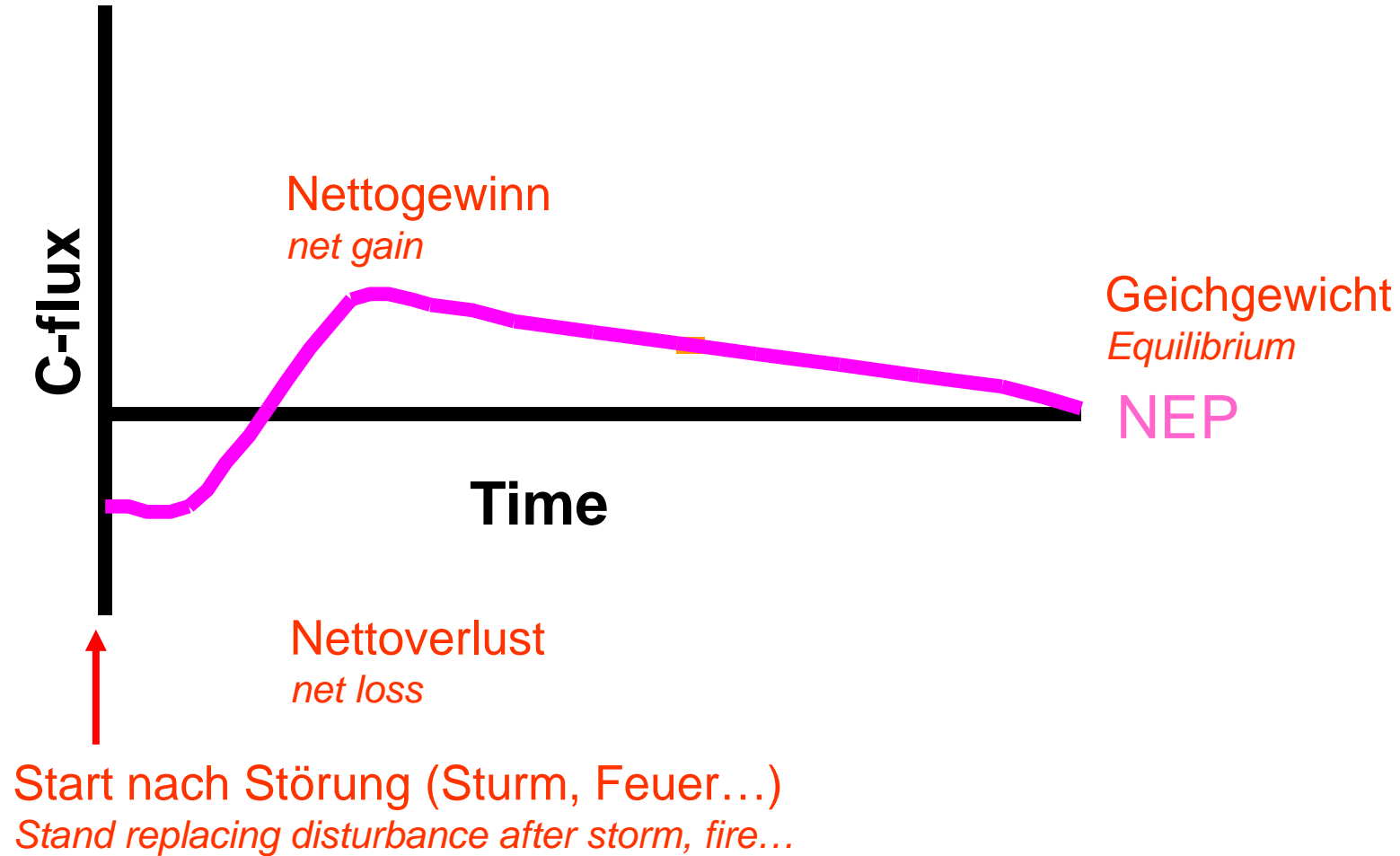
labile C-Verbindungen abgebaut / *labile C mineralized*

Mikroklim

– $R_{hTotholz}$ abhängig ob Totholz geerntet oder
belassen / *Rh_{CWD} coarse woody debris left in place or
salvage logging*

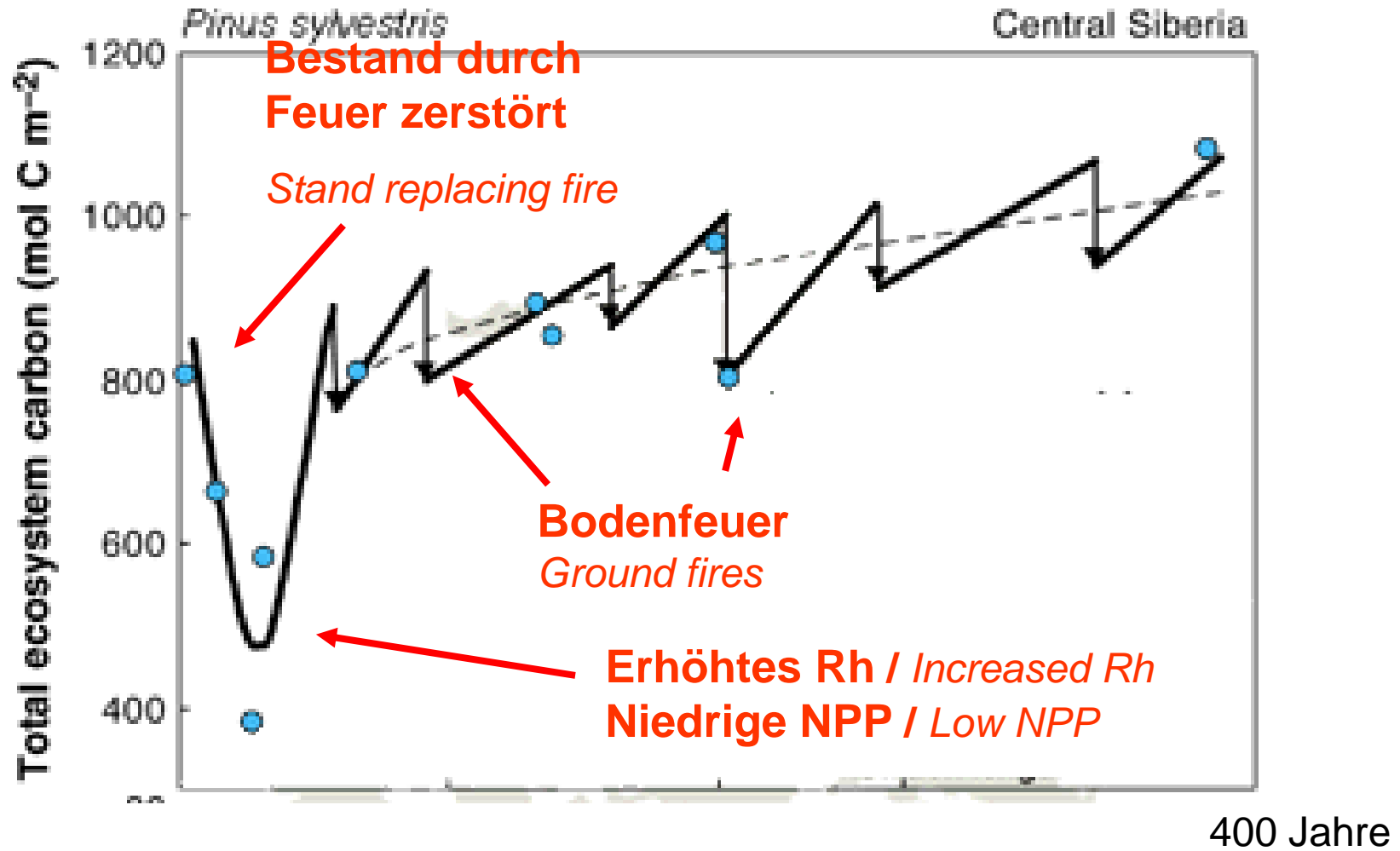
Zeitliche Dynamik der Kohlenstoffflüsse in einem Ökosystem

Temporal dynamics of carbon fluxes in an individual ecosystem



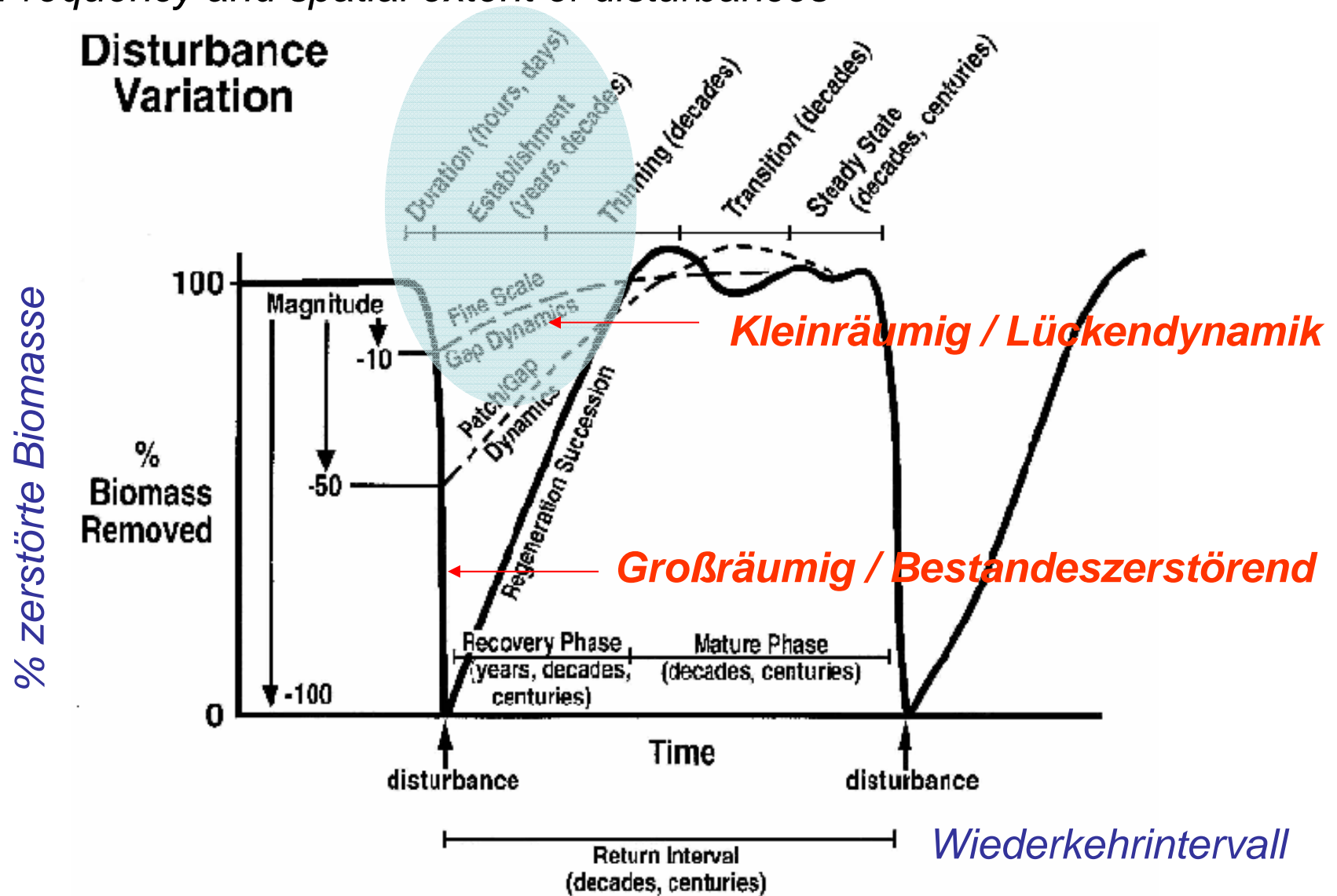
Ökosystem-C-Pools in Sibirischen Kiefernwäldern

Total ecosystem Carbon pools in Siberian pine pine forests



Häufigkeit und flächige Ausdehnung von Störungen

/ Frequency and spatial extent of disturbances



From: White, P.S. and Jentsch, A. 2001: The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics. *Progress in Botany*, **62**: 399-432

Arten von Störungen / *types of disturbance*



Windwurf / *windthrow*



Insects/ *Insekten*

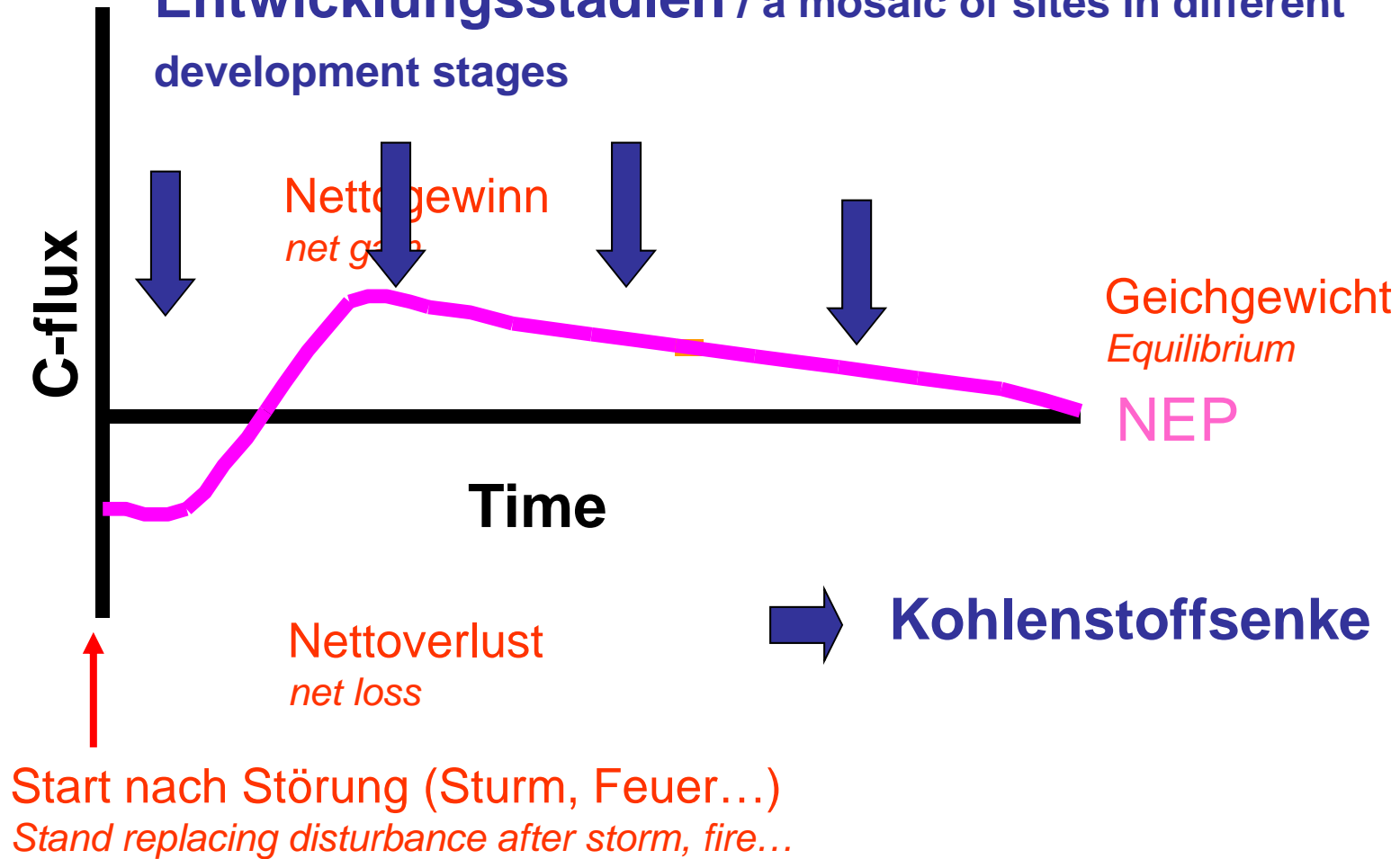


Feuer / *fire*

Zeitliche Dynamik der Kohlenstoffflüsse in Landschaften

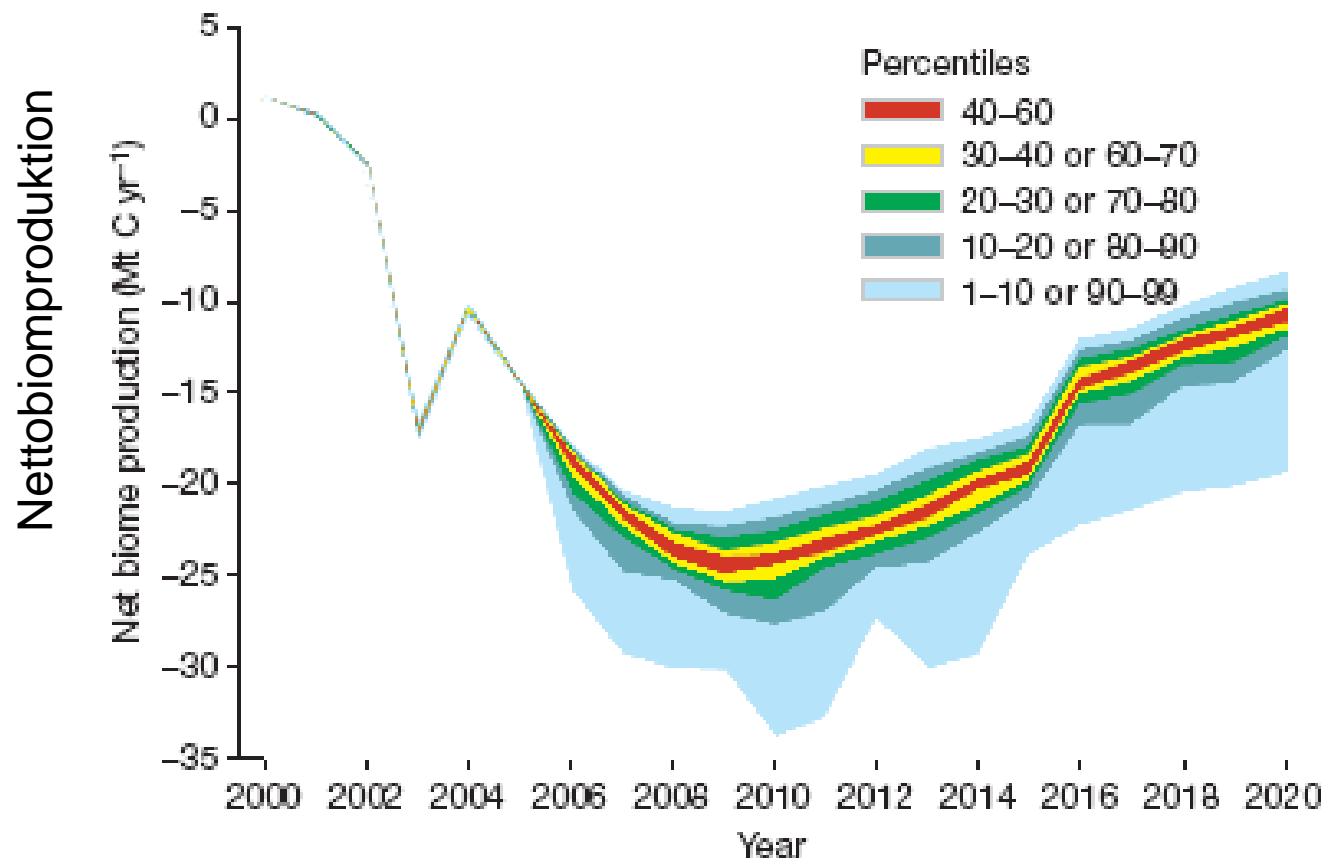
Temporal dynamics of carbon fluxes in landscapes

Mosaik von Ökosystemen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien / a mosaic of sites in different development stages



Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change

W. A. Kurz¹, C. C. Dymond¹, G. Stinson¹, G. J. Rampley¹, E. T. Neilson¹, A. L. Carroll¹, T. Ebata² & L. Safranyik¹



Kummulative Effekte von Feuer, Insektenkalamitäten und Ernte für Süd-Zentral British Kolumbien

Störungen über große Flächen führen zu einer Synchronisierung der Entwicklungsstadien → C-Quelle

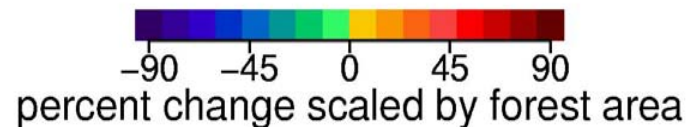
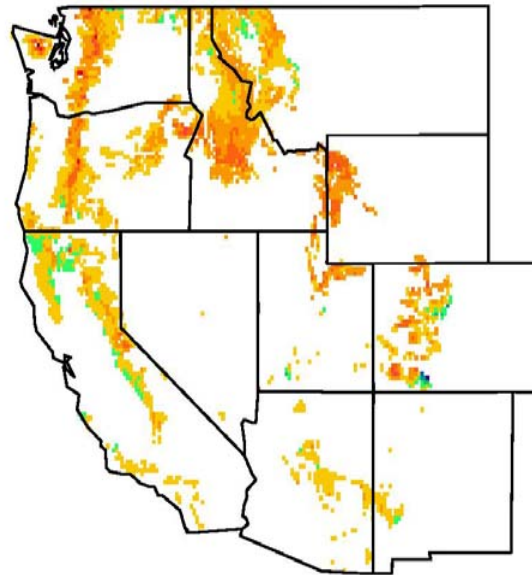
Arten von Störungen / *types of disturbance*

"Variation in fire frequencies are the main driver for landscape carbon balance in boreal temperate forests" (Bond-Lamberty et al. 2007; Nature 447)

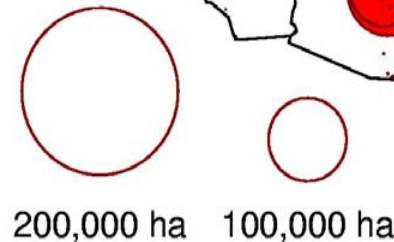
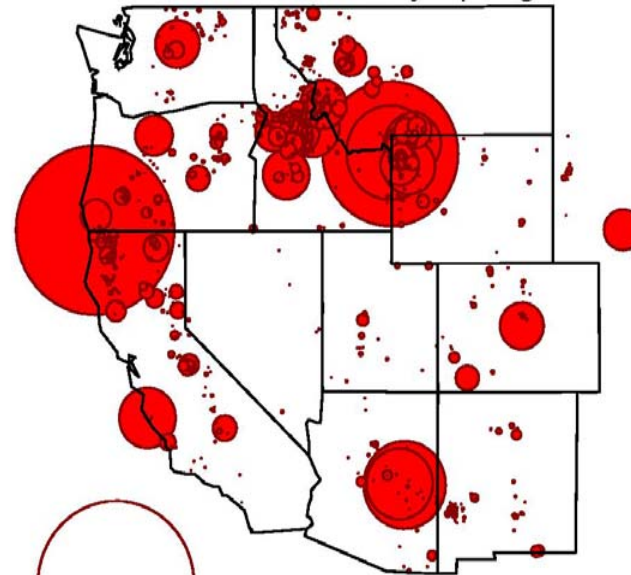
Änderungen der Störungsregime .- Klimawandel

Changed disturbance regimes / climate change

Change in Average Moisture Deficit
1987–2003 versus 1970–1986



Large Forest Wildfires
in Years with Early Spring



Seit 1986: Western Fire Season 78 Tage länger;
4 – fache Zunahme von Feuern über 400 ha
6 – fache Zunahme der gebrannten Flächen

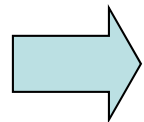
Westerling et al. Science 2006, Running, Science 2006

Ursachen für großräumige Störungen oft komplex

Management

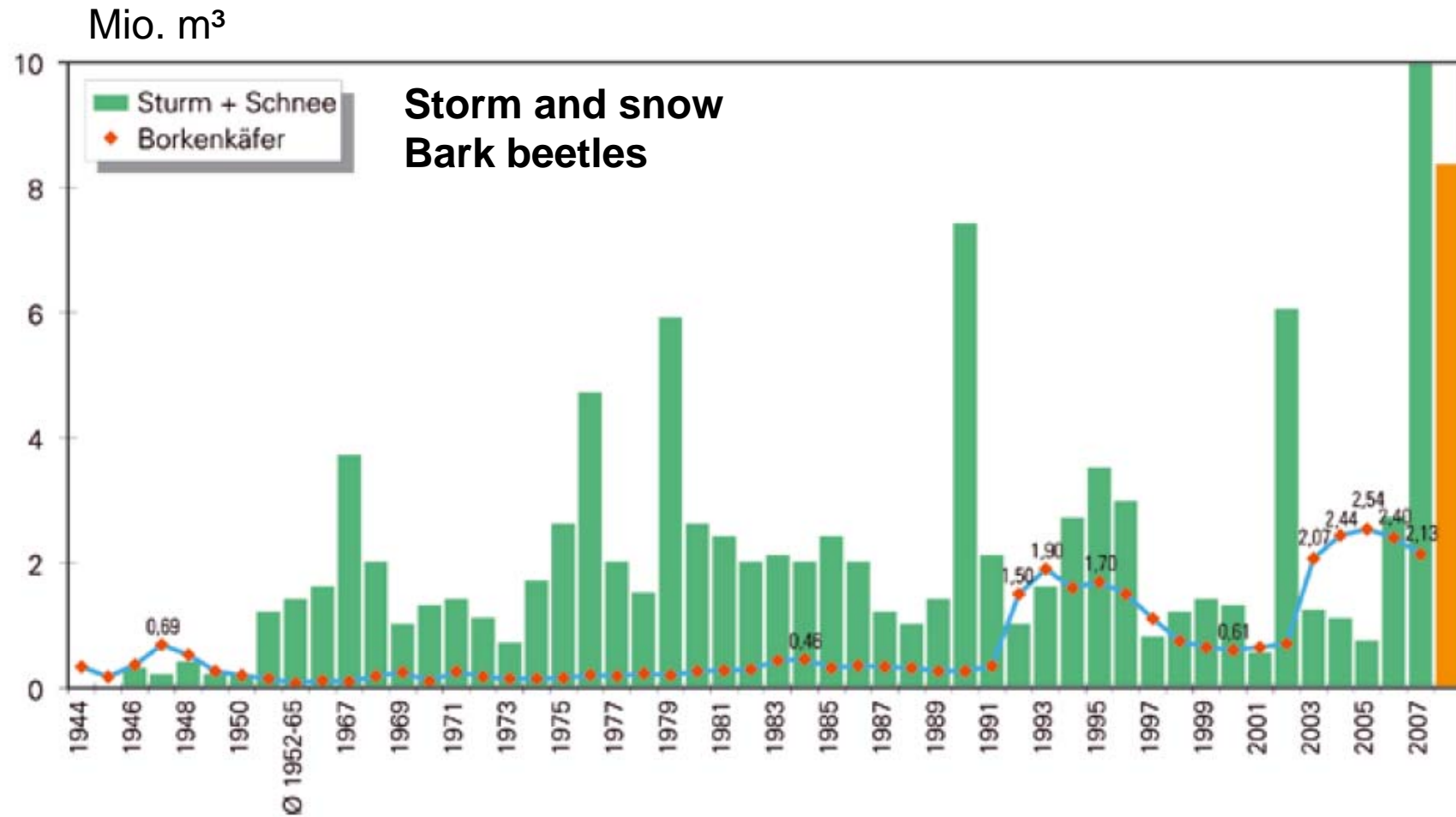
- sekundäre Monokulturen
- Kontrolle von Feuer →
Erhöhung der Brandlast
- Verstärkter Tourismus

Klimawandel



Großflächige Störungen













Ein Fallbeispiel aus Österreich / A case study from Austria

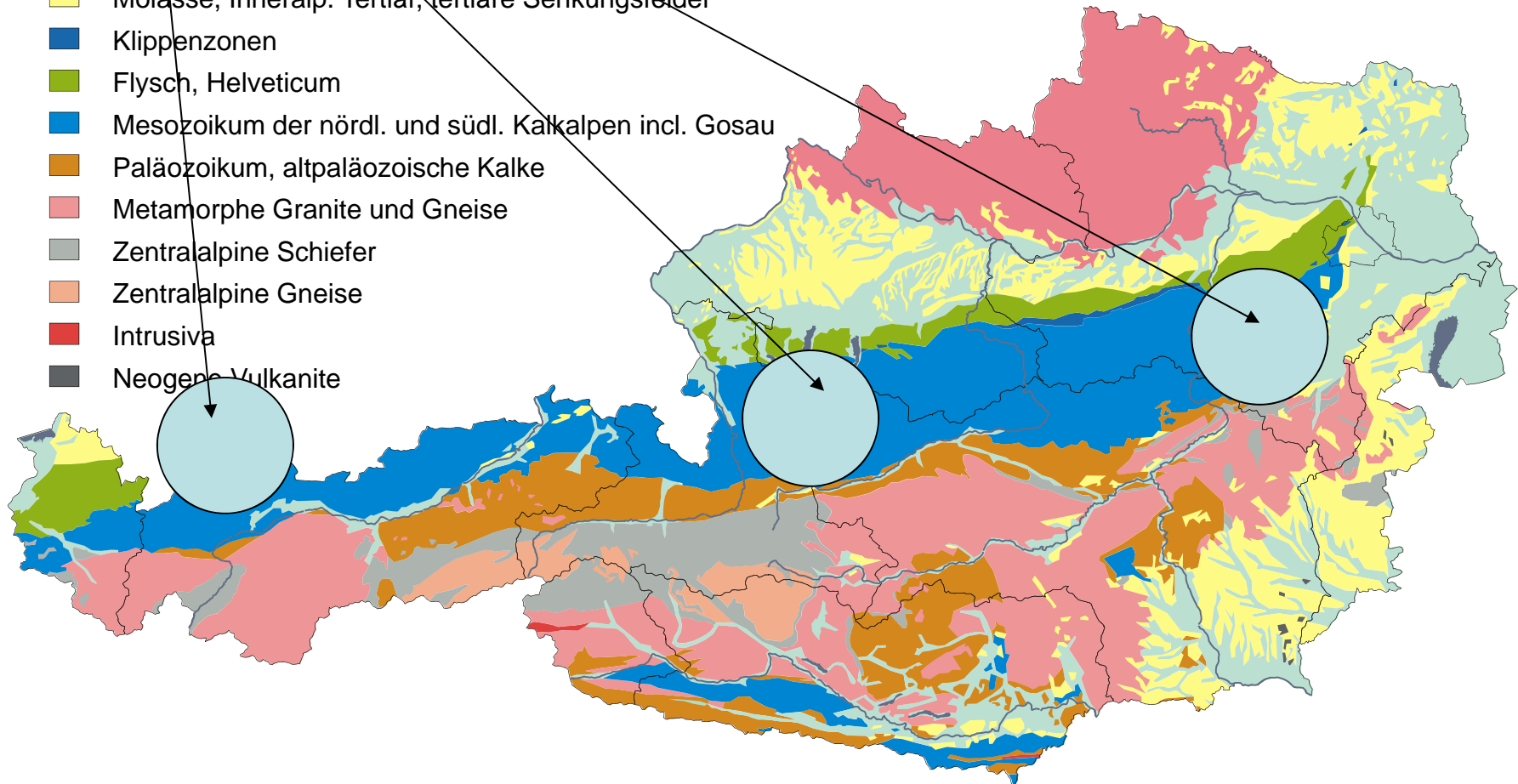


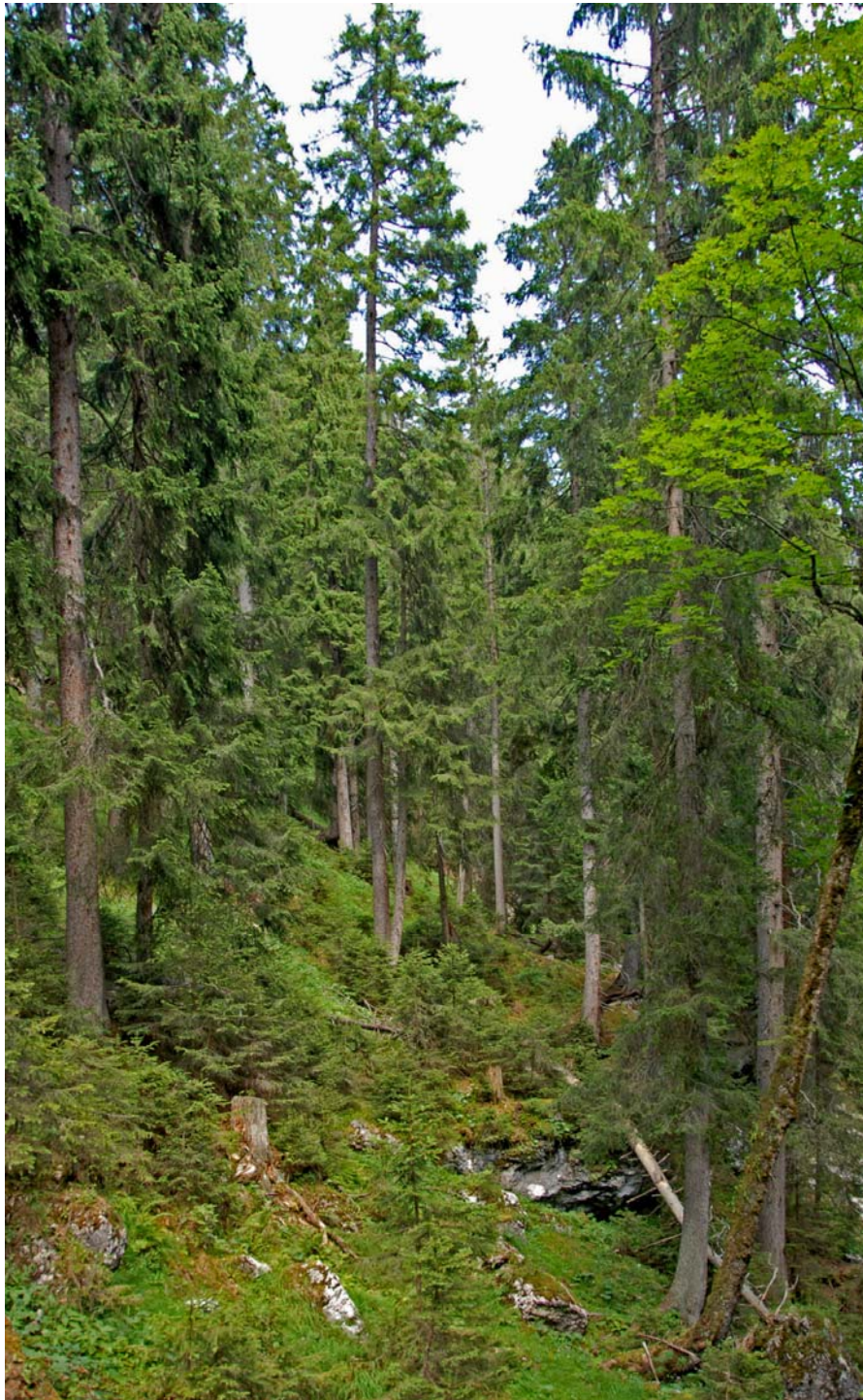
Research areas

Chronosequenzen nach Störungen (Windwurf , Holzernte, Lawinen auf seichtgründigen Humusböden

Chronosequences of windthrows of different age
Sun exposed slopes, limestone or dolomite
Soil types lithic Leptosols or folic Histosols
19 sites in total

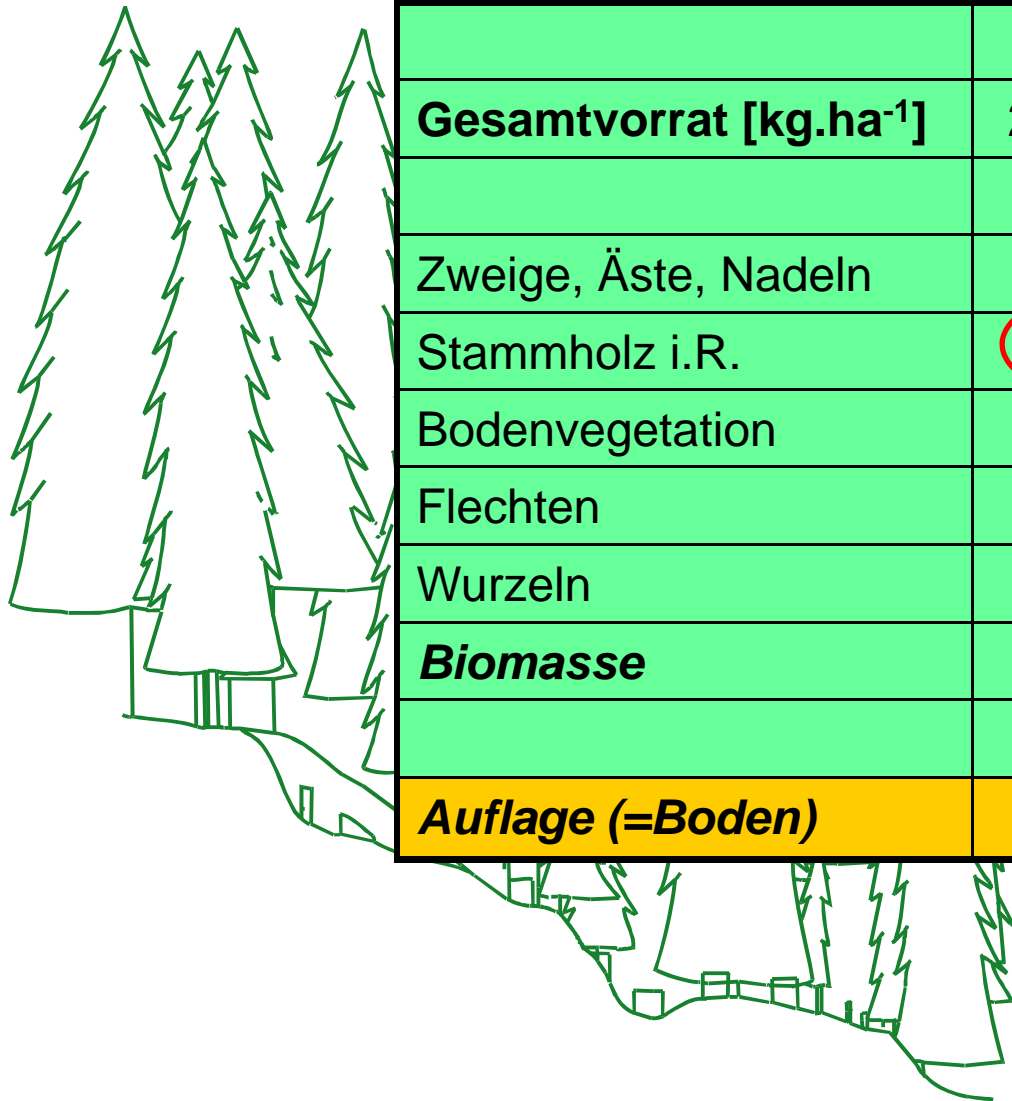
-  Böhmisches Masse
-  Quartär
-  Molasse, Inneralp. Tertiär, tertiäre Senkungsfelder
-  Klippenzonen
-  Flysch, Helveticum
-  Mesozoikum der nördl. und südl. Kalkalpen incl. Gosau
-  Paläozoikum, altpaläozoische Kalke
-  Metamorphe Granite und Gneise
-  Zentralalpine Schiefer
-  Zentralalpine Gneise
-  Intrusiva
-  Neogene Vulkanite





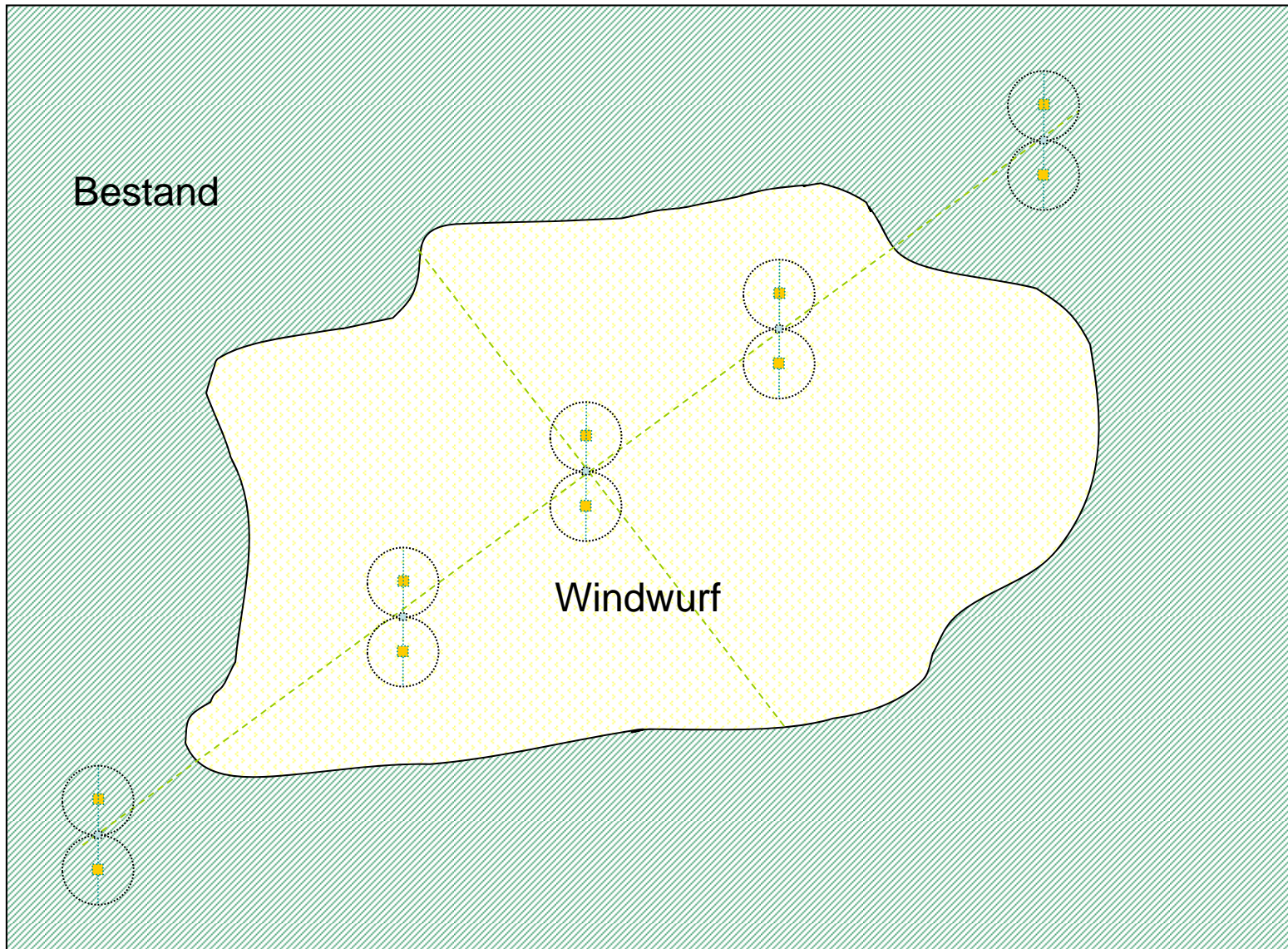
Geschlossene Stoffkreisläufe sind für den Erhalt der Waldfunktionen auf derartigen Standorten besonders wichtig

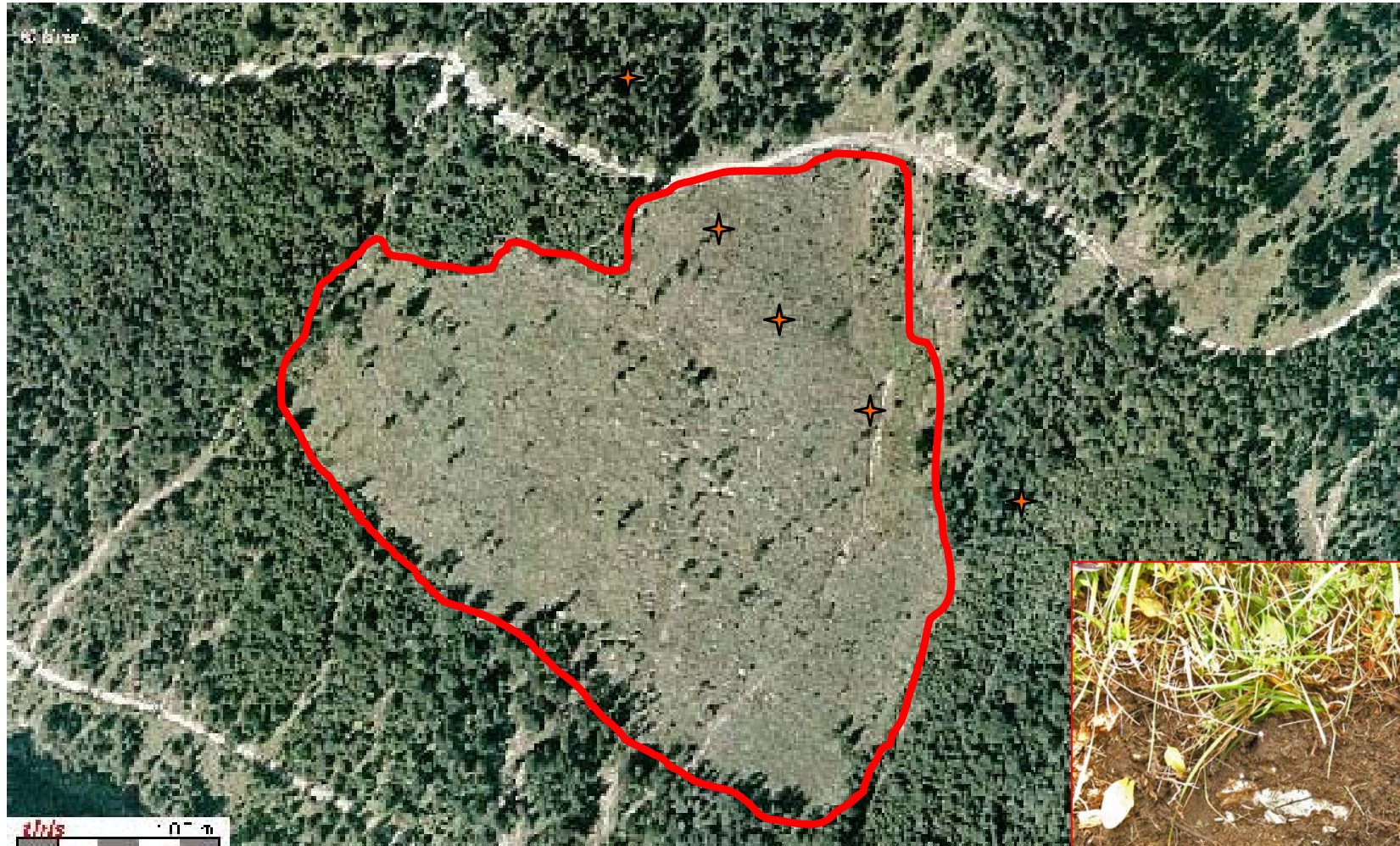
Beispiel Fichtenbestand auf Alpenmoderrendzina (Katzensteiner, 2000):



	C	N	P	K
Gesamtvorrat [kg.ha⁻¹]	224460	3050	180	360
	<i>[%] von Vorrat</i>			
Zweige, Äste, Nadeln	11.5	8.9	12.7	16.8
Stammholz i.R.	51.4	5.2	8.9	28.7
Bodenvegetation	0.1	0.2	0.3	1.2
Flechten	0.3	0.7	0.4	0.9
Wurzeln	9.4	4.4	6.6	10.1
Biomasse	72.7	19.4	28.9	57.7
Auflage (=Boden)	27.3	80.6	71.7	42.3

Plot design





Vegetation survey (incl. regeneration), soil sampling

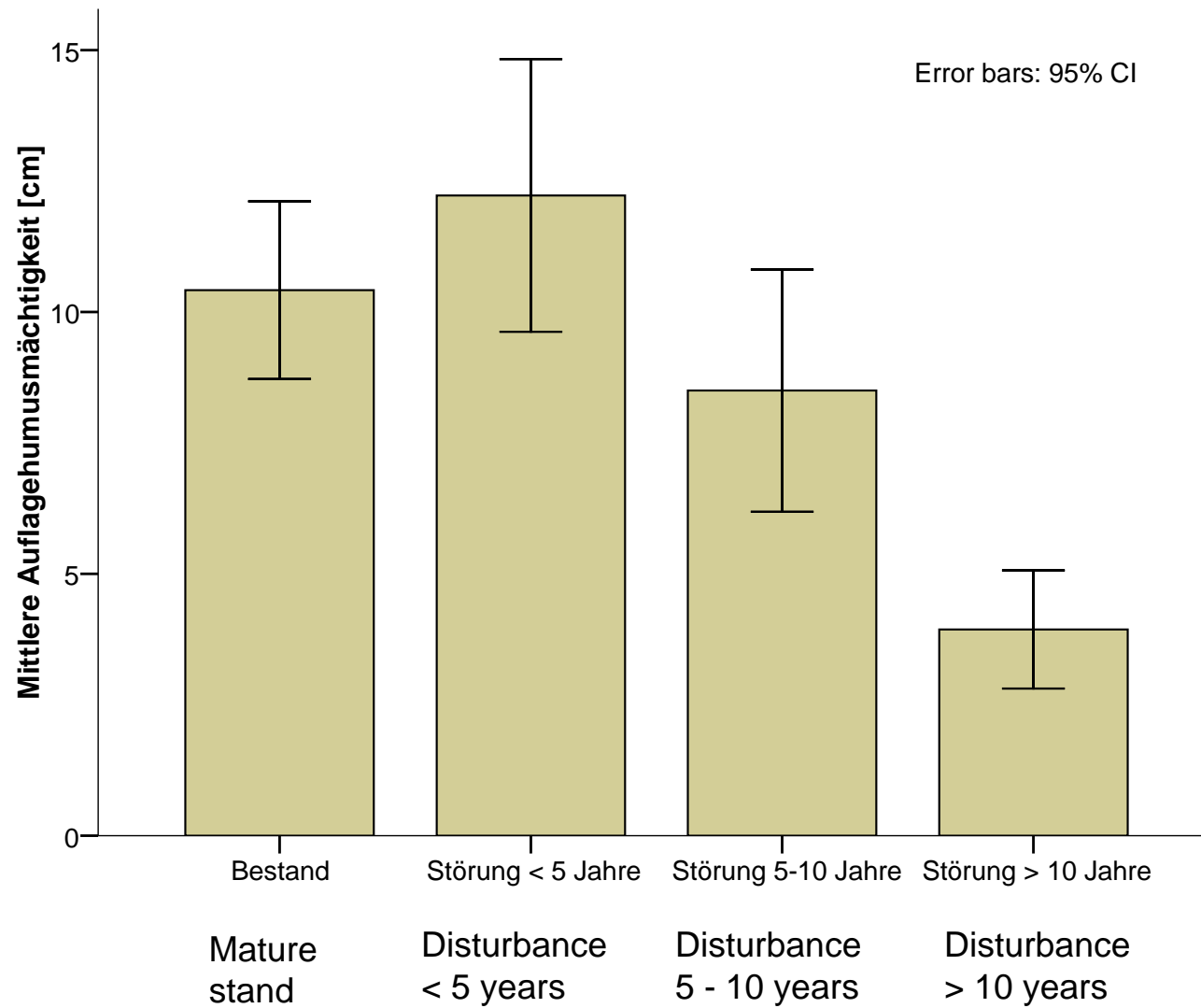


Fehlende Verjüngung über Jahrzehnte / missing regeneration f. decades

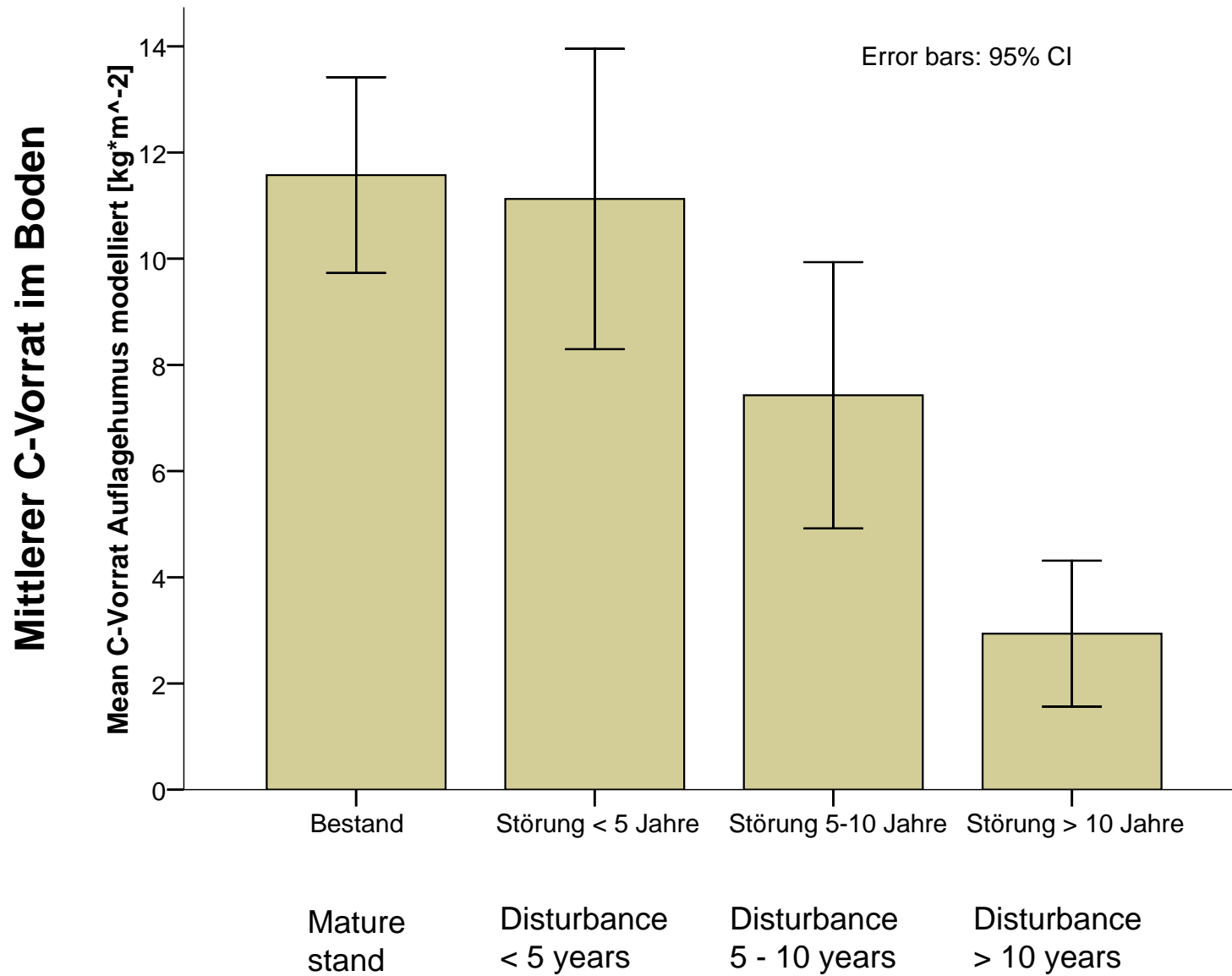
Mean thickness of the organic layers [cm]

- phase 1: input (slash, roots)
- phase 2: decay & erosion

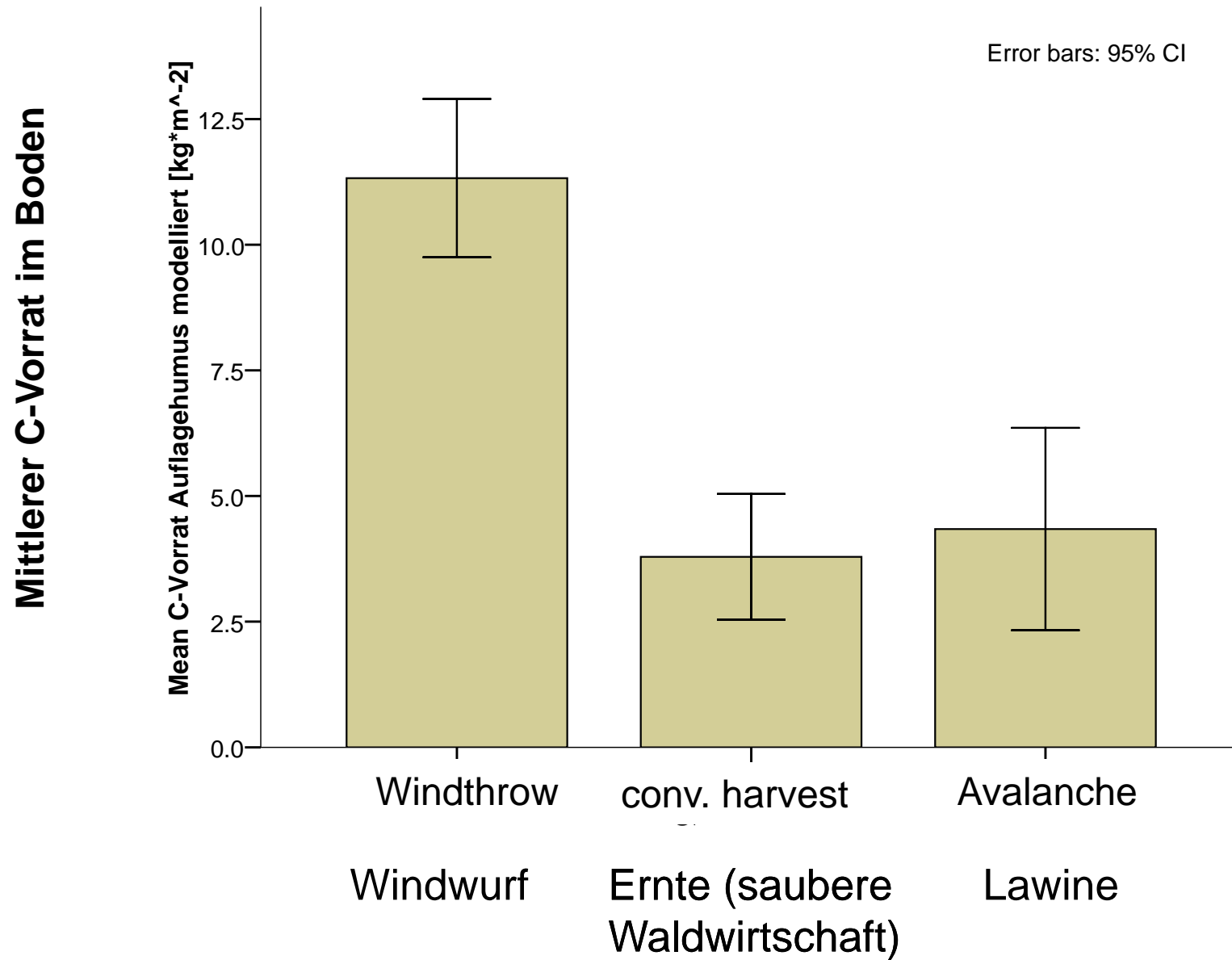
Mittlere Humus = Bodenmächtigkeit [cm]



Carbon content of organic layers [kg.m⁻²]



Effect of the type of disturbance on C stocks in org. layers





Je mehr Biomasse
entnommen wird
(saubere Waldwirtschaft)
desto größer die zu
erwartenden Probleme