

Ecosystem Services and Global Market Changes

Inaugural Lecture, 10.2.2010

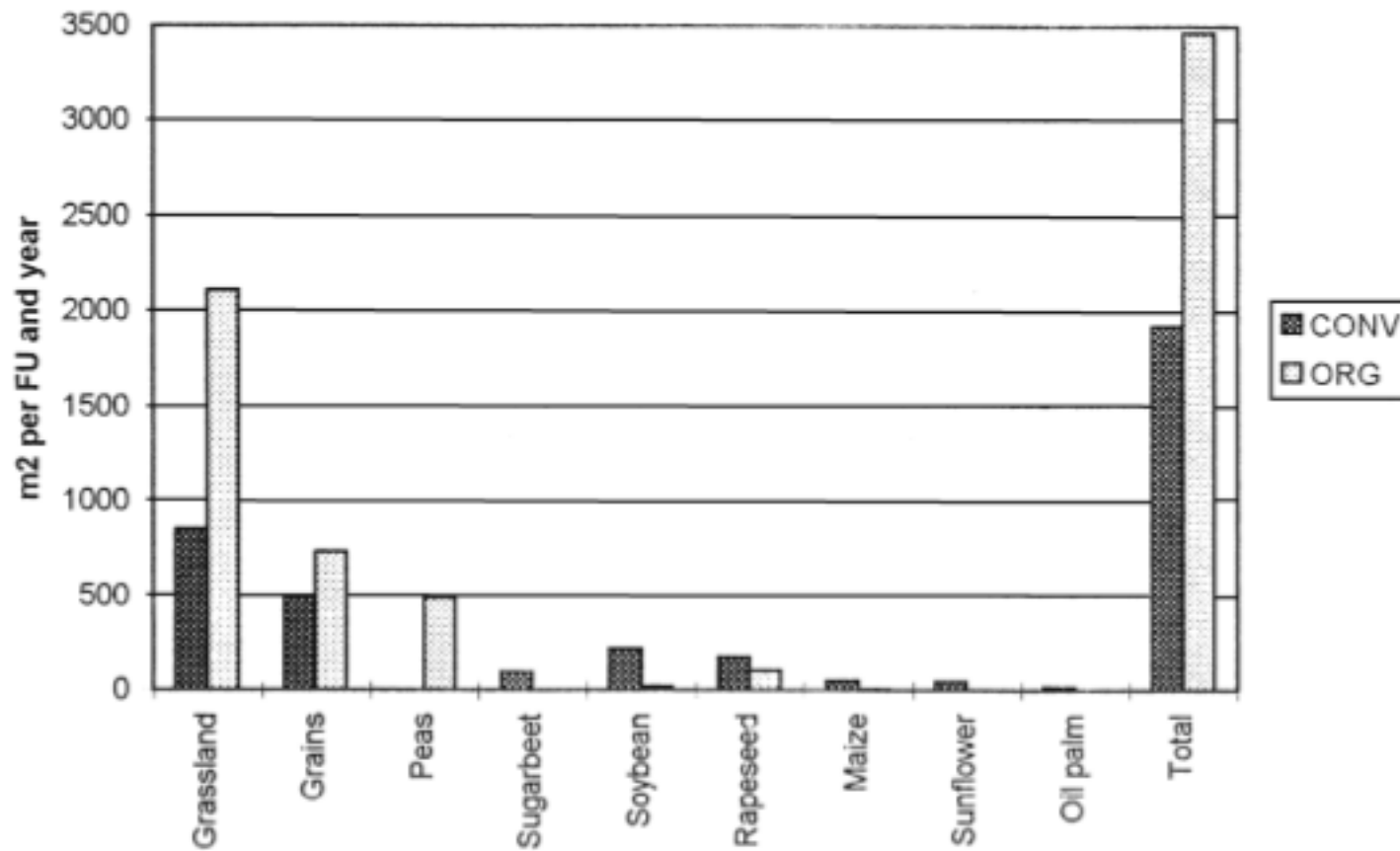
Prof. Dr. Thomas Köllner

Professorship of Ecological Services (PES), University of Bayreuth

Global change and milk?



Land use to produce 1000 kg of milk



(Cederberg, 2000)

Global land use for milk production

Raw materials for the concentrate feed that is used to raise livestock in Sweden are produced in:

- Argentina (sunflower)
- Belgium (potatoes)
- Brazil (soybean)
- Denmark (sugar beet, rape seed)
- France (sunflower, maize)
- Germany (rape seed)
- Malaysia (palm oil)
- Netherlands (potatoes)
- Poland (sugar beet)
- South America (sugar cane)
- Sweden (sugar beet, rape seed)

(Cederberg, 2000)

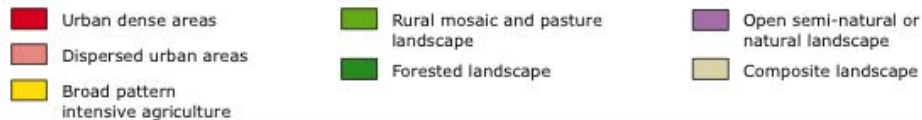
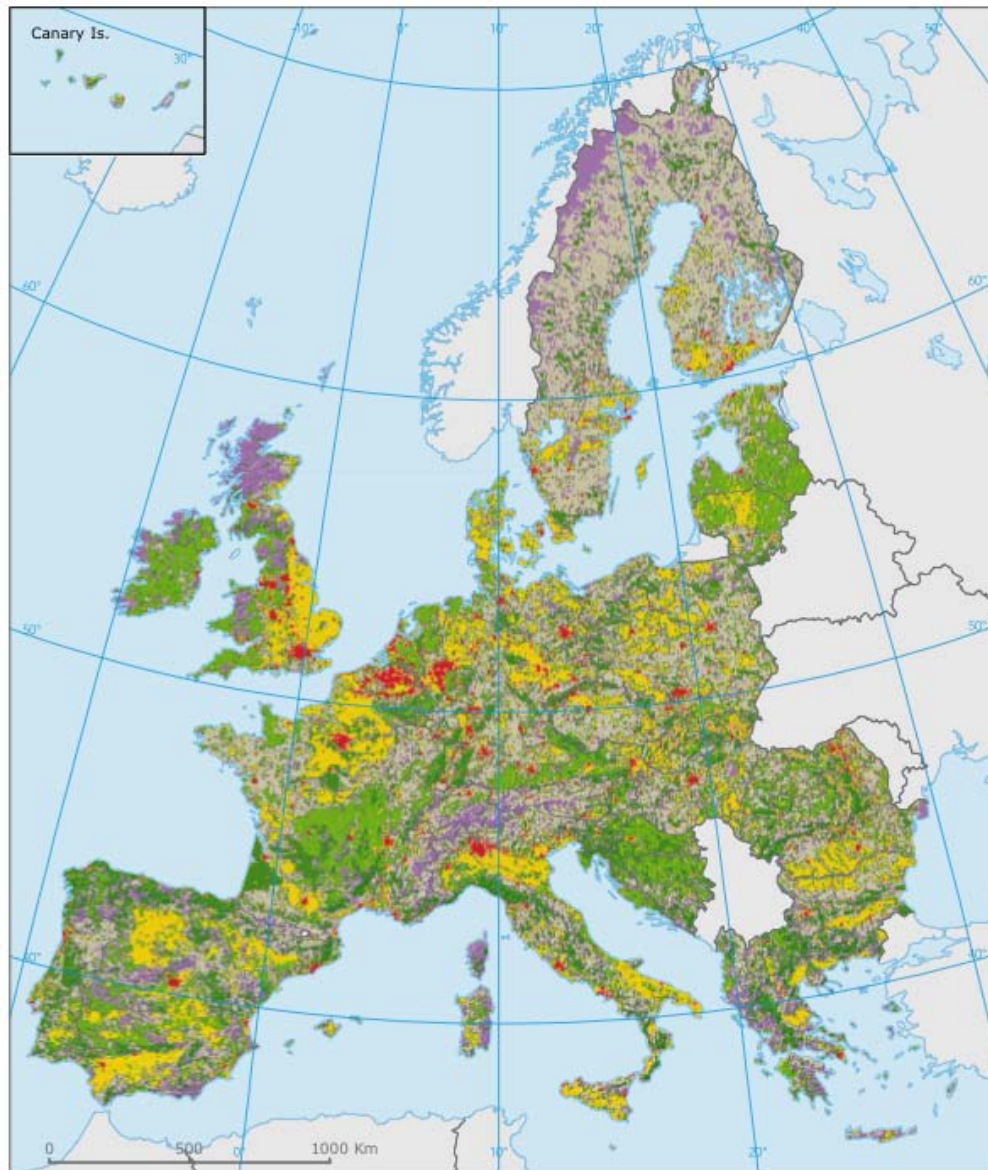
Soybean field in Brazil



Source: <http://www.proteger.org.ar/archivos/SojaEnAmazonasFotoGpeaceLarge.JPG>

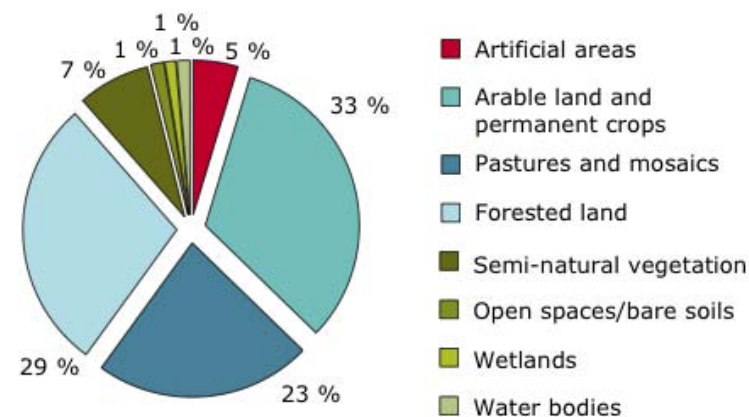
GLOBAL MARKET CHANGES

Figure 2.8 The dominant landscape types of Europe



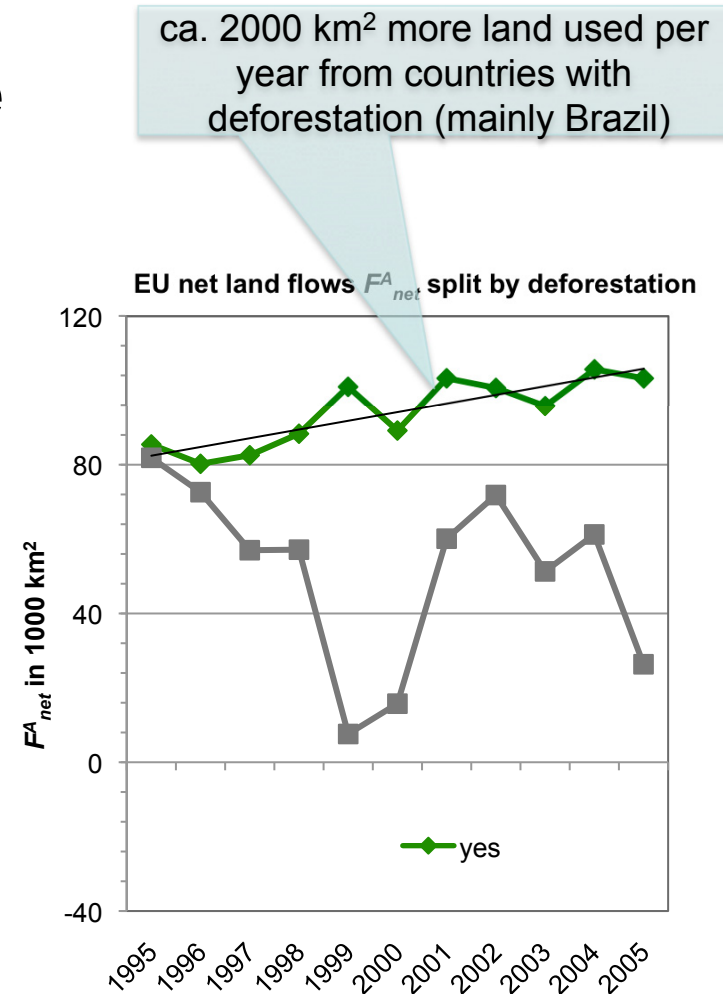
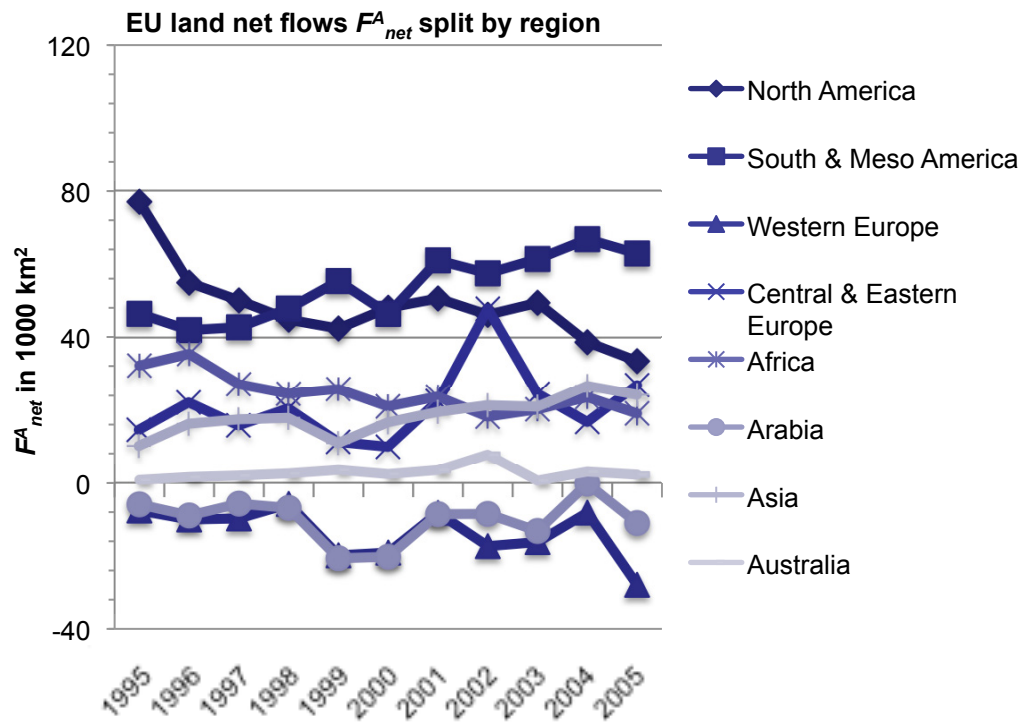
- Land **cover** of the EU-24 is 3.6 Mill km²

Total land cover 2000 (%)



- But land **use** of the EU is much more!!!

Land flows of the EU embedded in agricultural trade



Koellner et al. in preparation

Global change of food consumption patterns

Projected food consumption trends of various livestock products to the year 2020¹

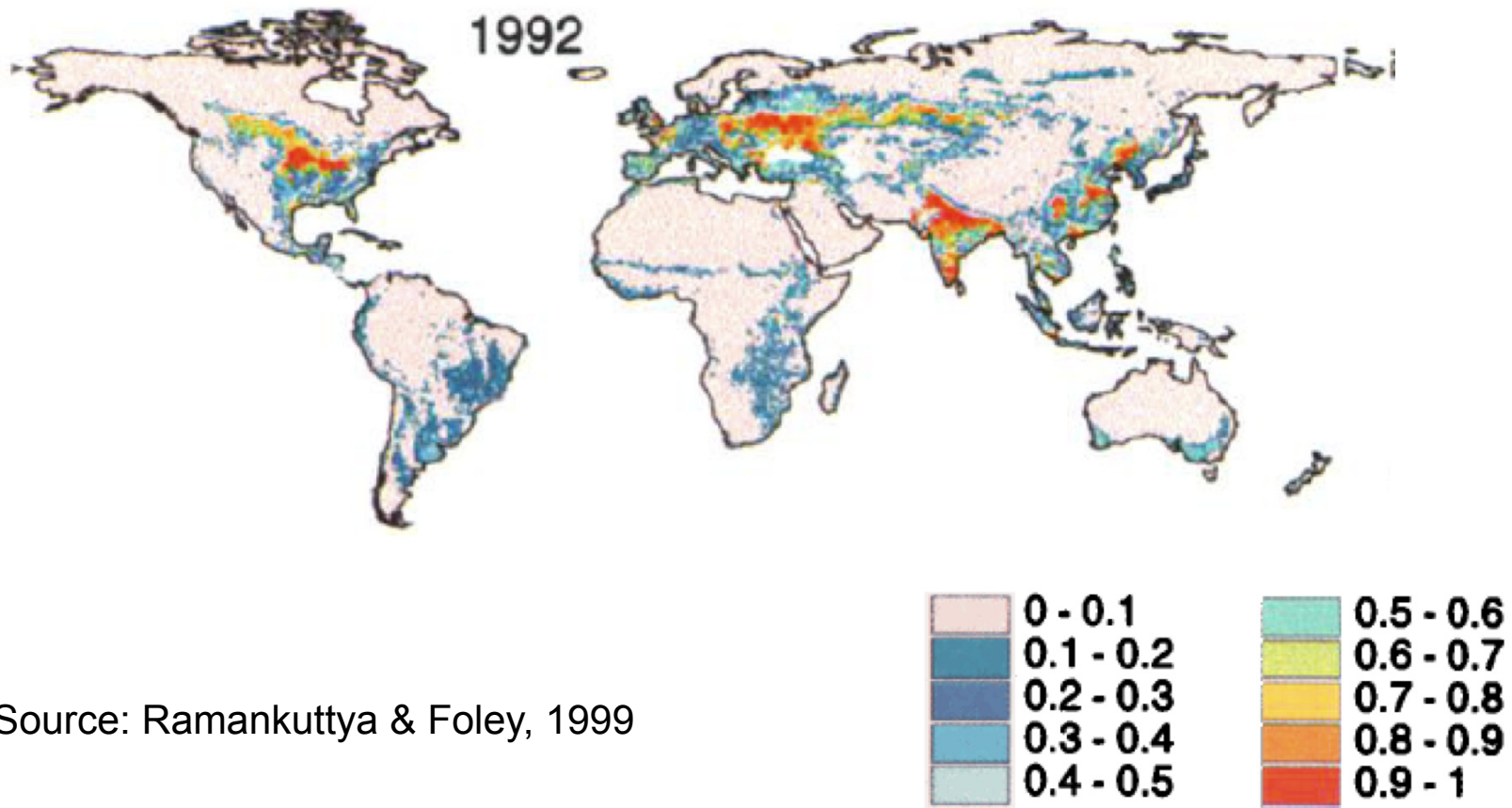
Region	Total consumption		Per capita consumption	
	1997	2020	1997	2020
	<i>(million metric tons)</i>		<i>(kg)</i>	
Developed world				
Beef	30	34	23	25
Pork	36	39		
Poultry	28	39		
Meat	98	117		
Milk	251	286		
Developing world				
Beef	27	52		9
Pork	47	81	10	13
Poultry	29	70	7	11
Meat	111	217	25	36
Milk	194	375	43	62

181 Million tons equal
362'000 km² of intense cropland
(roughly 1/3 of EU cropland area)

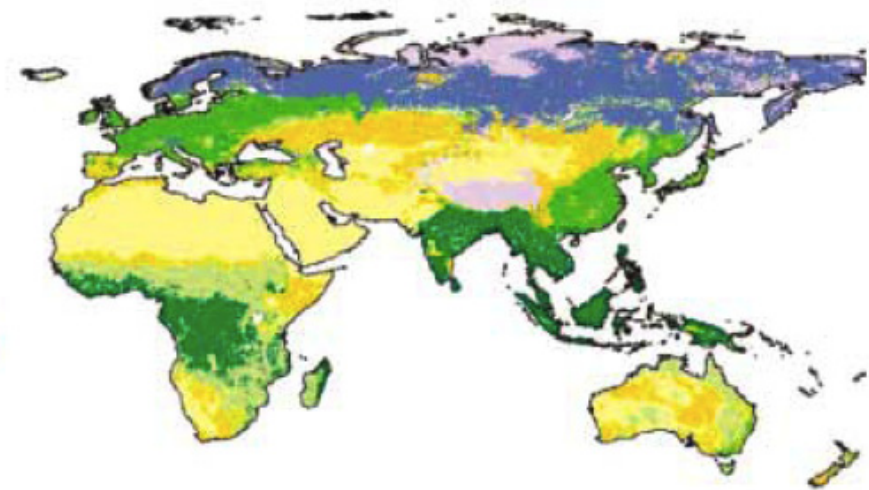
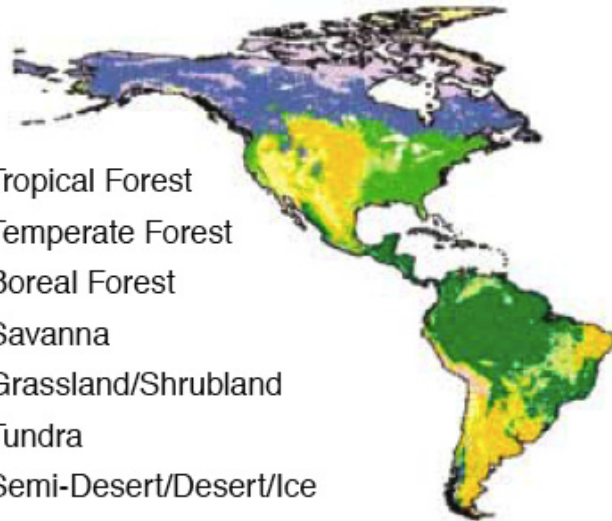
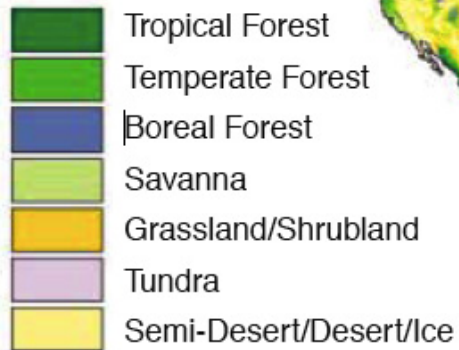
Delgado et al. 2003 Journal of Nutrition 133: 3907S-3910S

LAND USE AND LAND COVER CHANGES

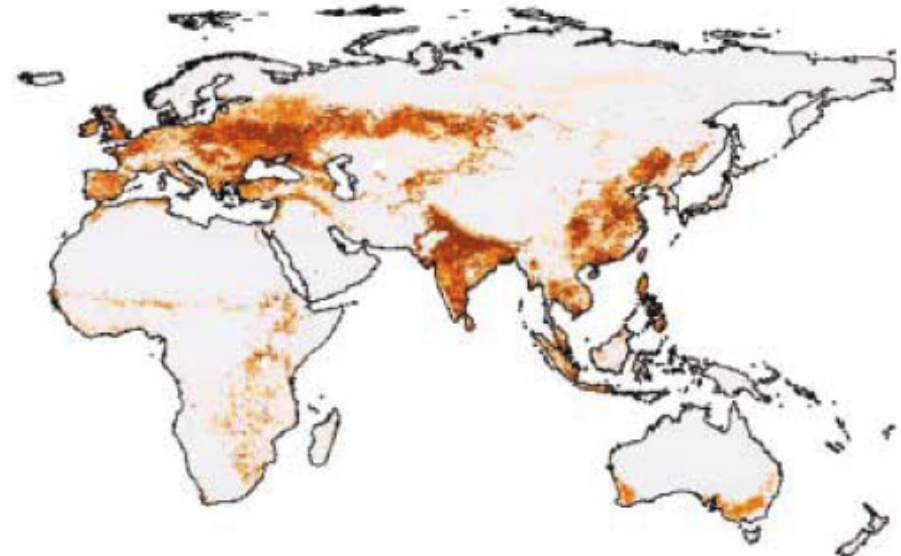
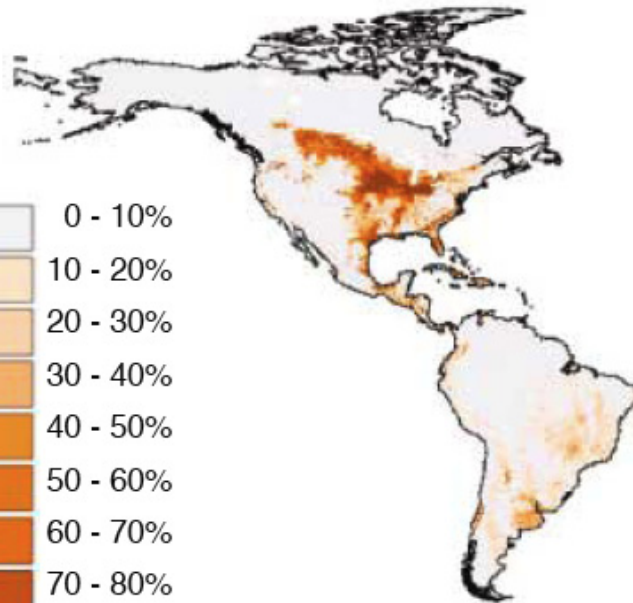
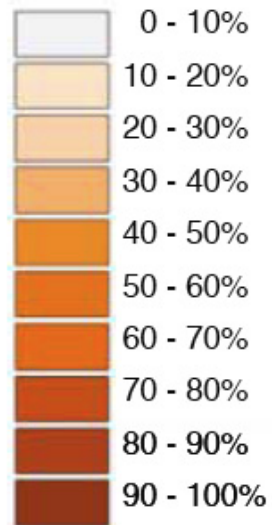
Crop land expansion 1700-1992



Natural Vegetation



Croplands



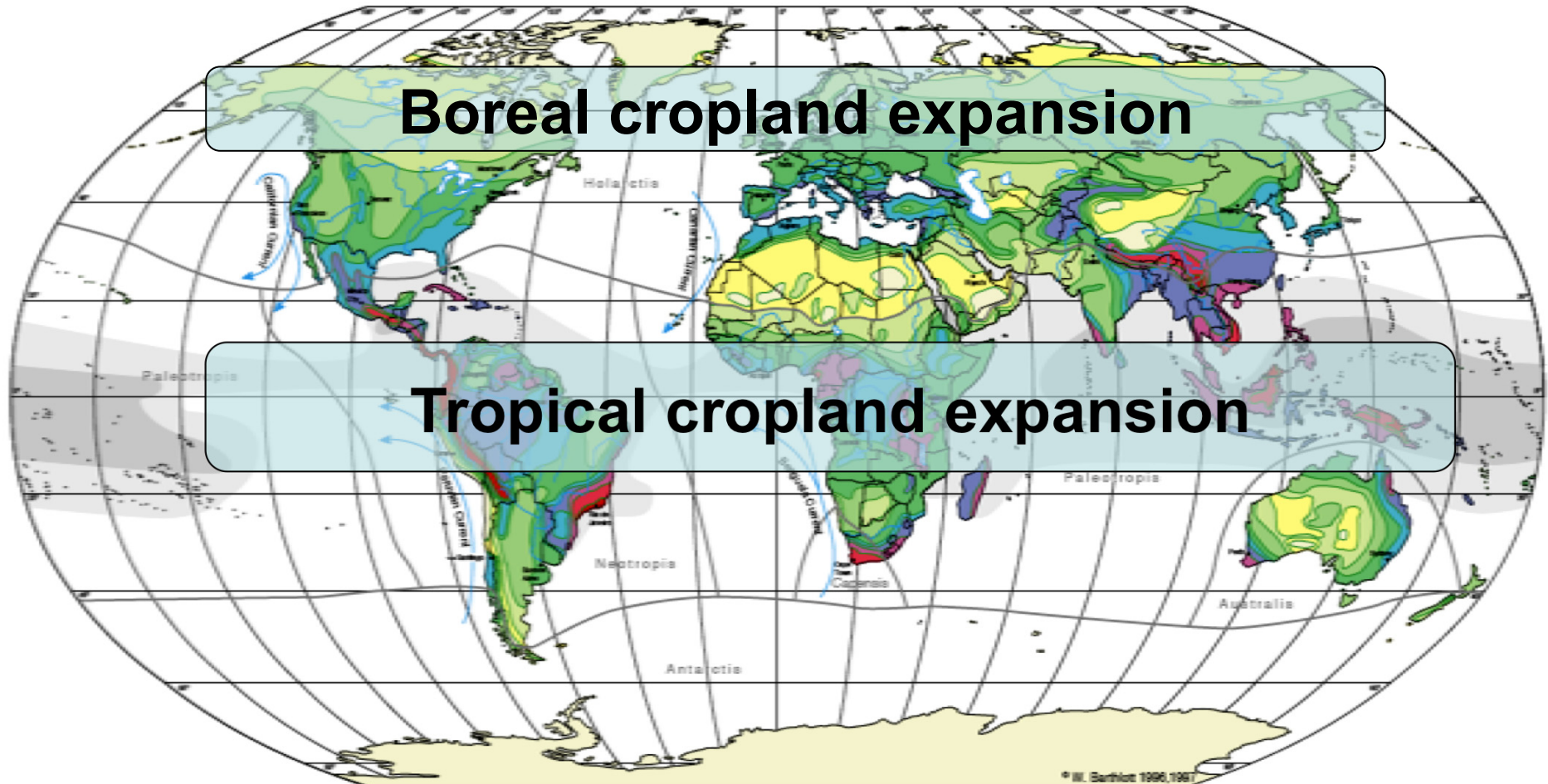
Foley, et al. (2005) Science **309**, 570

IMPACTS ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES

GLOBAL BIODIVERSITY: SPECIES NUMBERS OF VASCULAR PLANTS

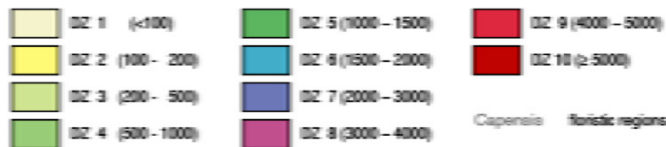
Boreal cropland expansion

Tropical cropland expansion



Robinson Projection
Standard Parallels 38°N and 38°S
Scale 1:85 000 000

Diversity Zones (DZ): Number of species per 10 000 km²



ocean surface temperature

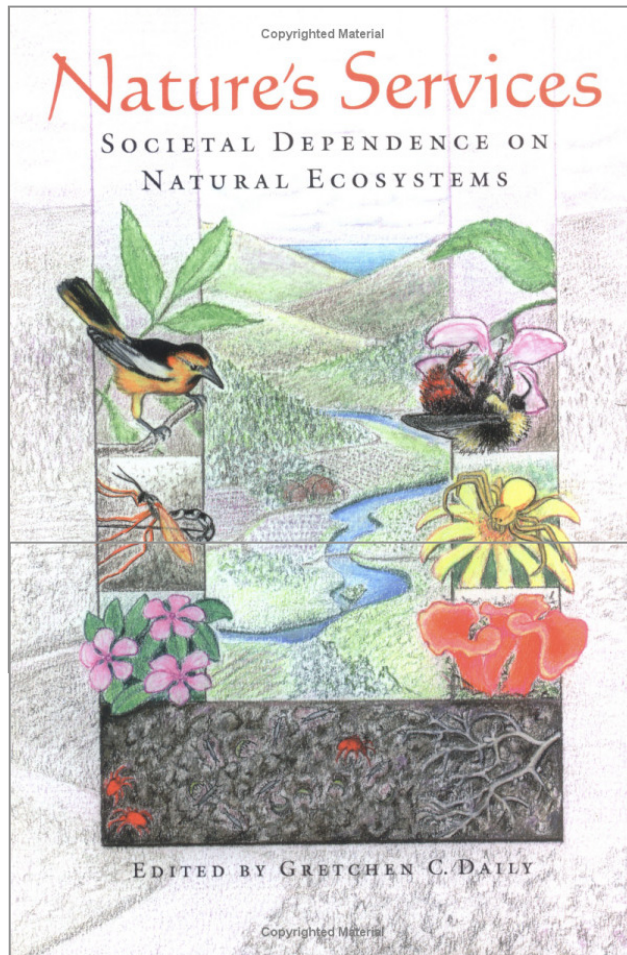


Capensis floristic regions

cold currents

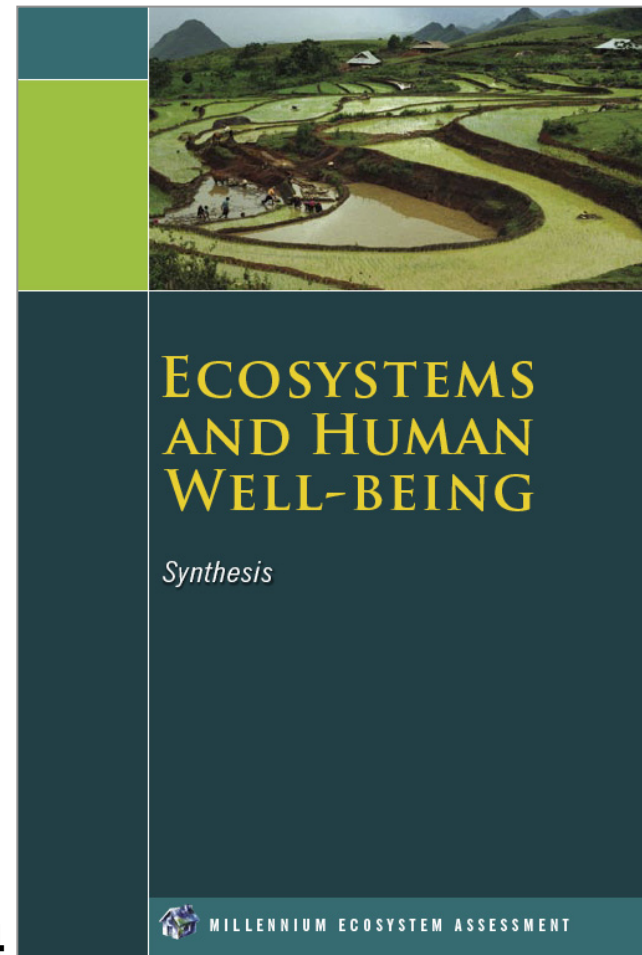
W. Barthlott, N. Biedinger, G. Braun, F. Feig, G. Kier, W. Lauer & J. Mutke (1997)
modified after W. Barthlott, W. Lauer & A. Platts (1996)
Department of Botany and Geography University of Bonn
German Aerospace Research Establishment, Cologne
Cartography: M. Graf
Department of Geography
University of Bonn

Ecosystem services are functional properties of ecosystems that contribute to human well-being



1997

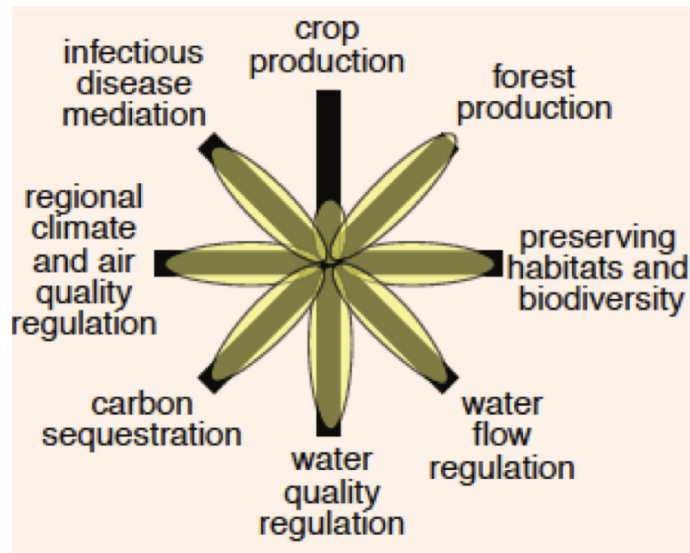
2004



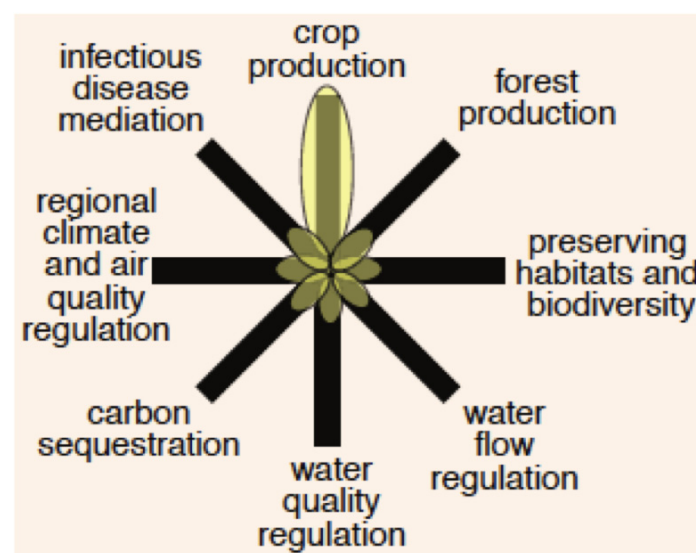
Land use impacts on ecosystem services

adapted from Foley, et al. (2005) Science **309**, 570

Tropical forest



Cropland

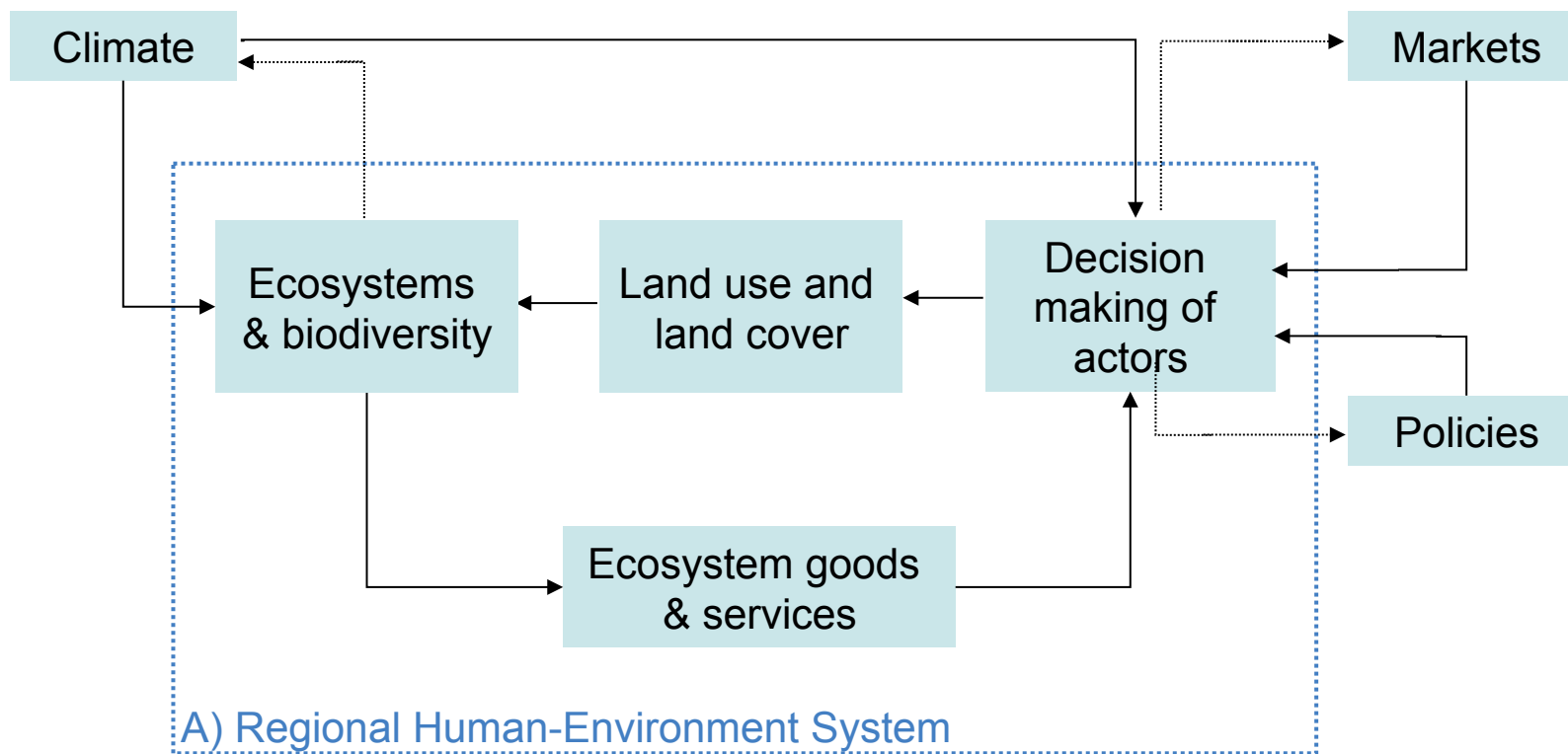


Forest or Cropland?

- **Societal problem** is the management of ecosystem services under global change
 - Market scenarios: Doubling of agricultural production until 2050
 - Climate scenarios: Increase of weather events
 - Policy scenarios: WTO Free trade agreement
- **Scientific problem** is to model and value ecosystem services in Human-Environment Systems given uncertainty and incomplete information
 - Small scale/short term -> high scientific accuracy
 - Large scale/long term -> high societal relevance

RESEARCH OF THE PROFESSORSHIP OF ECOLOGICAL SERVICES (PES)

Ecosystem Services in Human-Environment Systems



B) Climate
as Global Driver

C) Markets and Policies
as Global Driver

RESEARCH ON REGIONAL SYSTEMS

Regional HES models

■ Elements

1. Decision making of land users
2. Land use and land cover
3. Biodiversity and ecosystem services

■ Goal

- Understanding trade-offs between ecosystem services and biodiversity
- Simulation of land use scenarios
- Decision support of regional planners

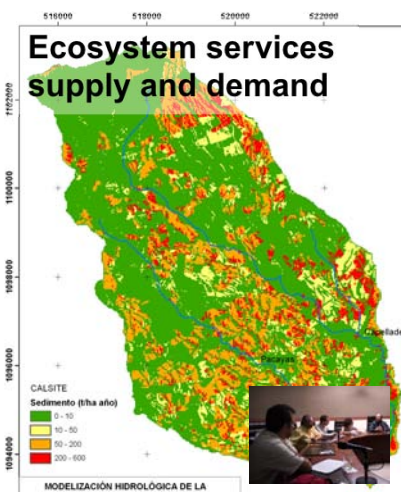
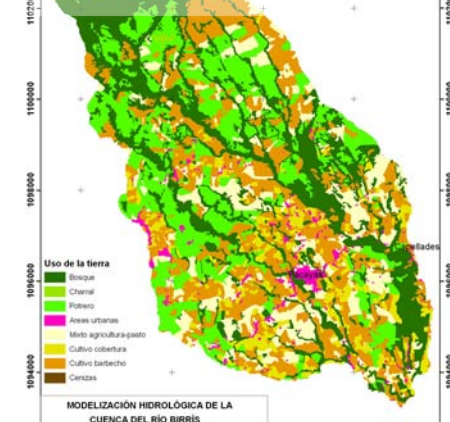
■ Methods

- Surveys
- Remote sensing
- Spatial models

Decision-making
of land users



Land use and
land cover



Erosion regulation by natural ecosystems

- Reduced erosion regulation service
- Production of sediments in the Birris Watershed upstream

- Costs of additional sediments downstream in the Angostura Dam
 - Cost of dredging the dam is 2Mill \$ per year
 - Reduced lifetime of dam



Regional HES models in Costa Rica, Ethiopia, South Korea and Switzerland



Integrated model of ecosystem services with spatial Bayesian networks

- Patrick Poppenborg, UBT
- Hae-an watershed, South Korea
- Financed by DFG



Sustainable strategies of land use and water use in mountain regions facing global change

- Enrico Celio, UBT/ETH Zurich
- Julia Brändle, ETH Zurich
- Switzerland, Wallis
- Financed by SNF/ETH Zurich



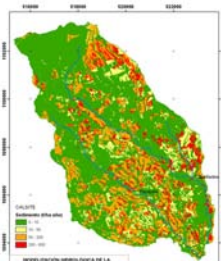
Remote sensing for ecosystem service quantification

- Yohannes Ayanu, UBT
- Awash basin, Ethiopia
- Financed by UBT



Support of decision-makers

- Optimizing regional systems



- Replace cropland in steep slopes with forest
- Impact on biodiversity, ecosystem services and costs?

- Regional simulation models (e.g. InVEST, Stanford)

- Optimizing product systems



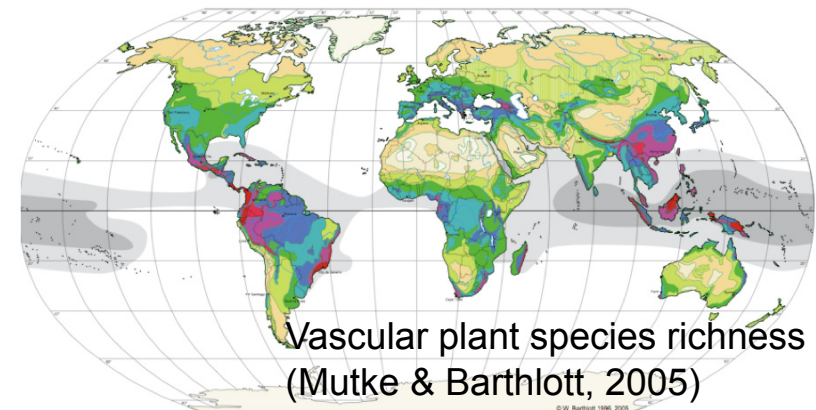
- Replace Brazilian soybean with wheat from Ukraine
- Impact on biodiversity, ecosystem services and costs?

- Life Cycle Assessment (e.g. SimaPro, Pre)

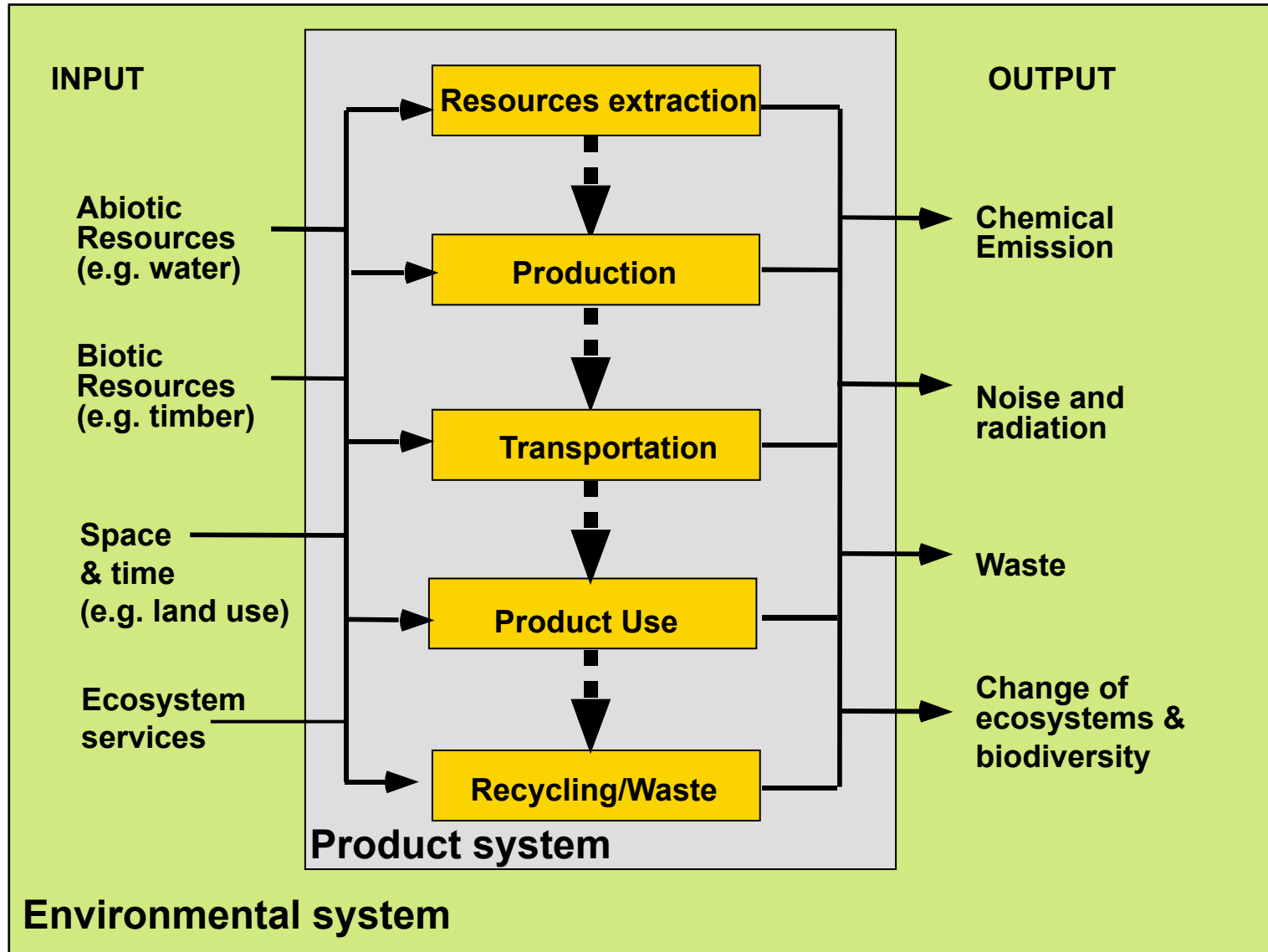
RESEARCH ON PRODUCT SYSTEMS

Global land use and impacts on (functional) biodiversity in LCA

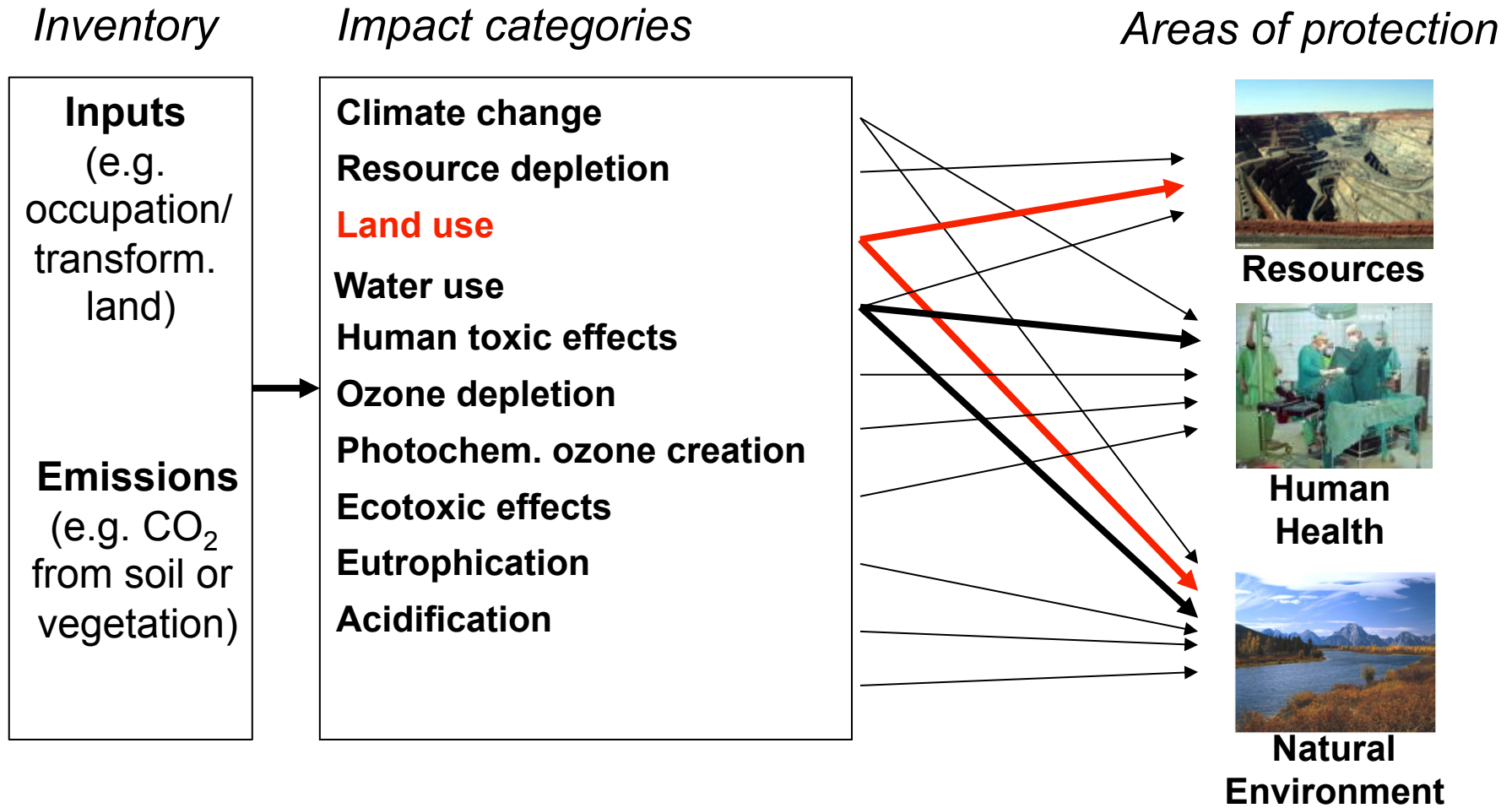
- Laura de Baan, ETH Zurich
- NN, UBT
- Global scale
- Financed by ETH Zurich and EU7



Product life cycle



Land use in LCA framework



Slide adapted from S. Hellweg

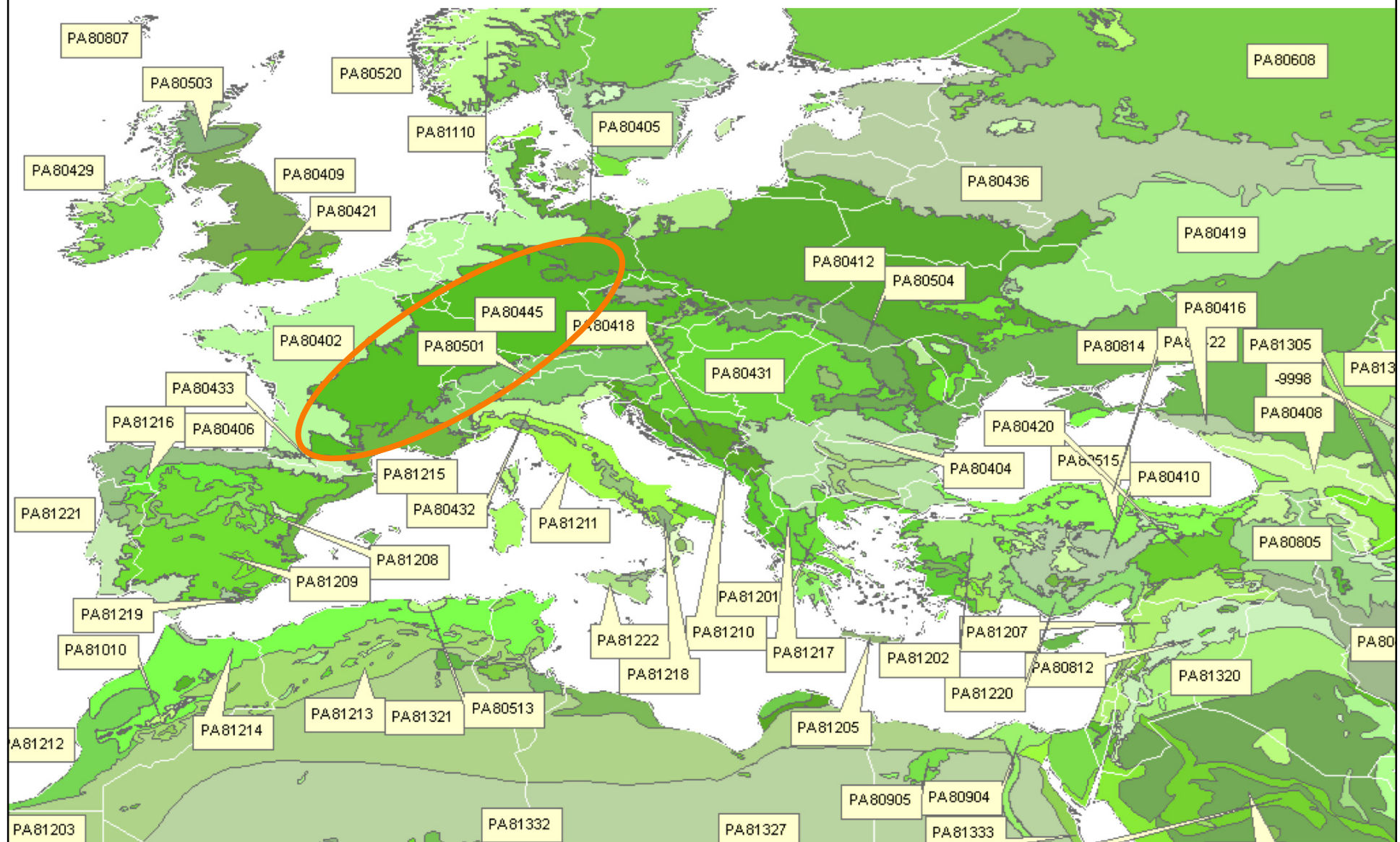
Biodiversity Damage Potential for 57 land use types and 6 land use classes

(Vascular plant species, Central Europe PA80445, Baseline year 1975)

Land use classes	S_{plants}						$S_{threatened\ plants}$			EDP_{plants}	
	Mean	Std. Error	Minimum	Median	Maximum	N Plots	Mean	Std. Error	N Plots	Mean	Std. Error
Artificial surfaces	9.4	0.3	0	9	37	481	0.6	0.0	7	0.33	0.04
Agriculture high intensity	5.8	0.2	0	5	30	524	0.7	0.1	11	0.51	0.04
Agriculture low intensity	16.6	0.2	2	16	49	1214	0.7	0.0	19	-0.15	0.03
Forestry high intensity	5.7	0.2	1	5	18	140	–	–	0	0.63	0.02
Forestry low intensity	11.0	0.2	1	9	36	1773	–	–	0	0.29	0.01
Non-use	11.1	0.2	1	10	42	1120	0.8	0.1	15	0.21	0.03

Worldwide diversity regions		
DZ5 (Swiss Plateau)	8.9	13.3
DZ6 (Swiss Alps)	13.3	17.7

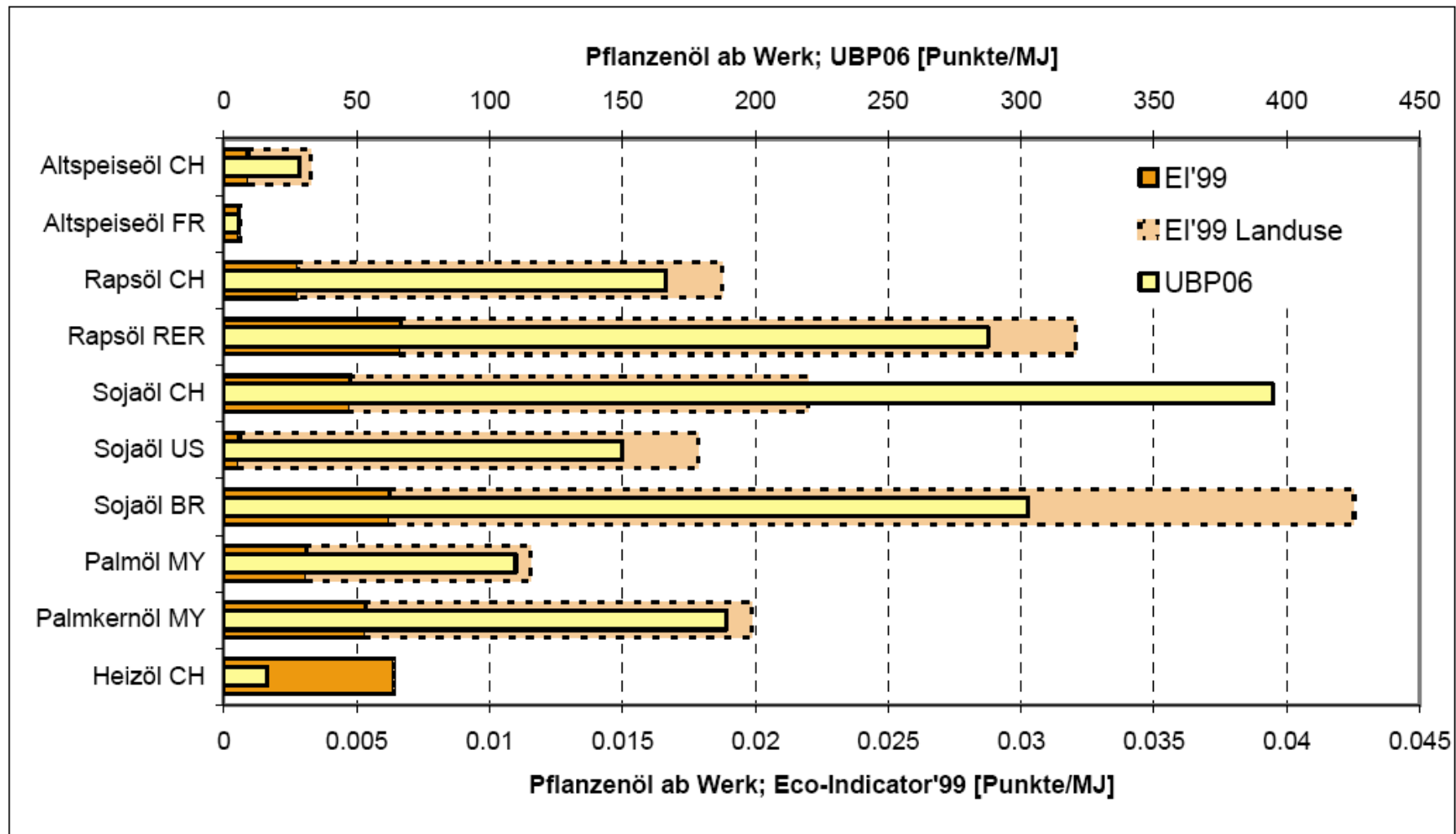
Source: Koellner, T. and Scholz, R. (2007) International Journal of LCA. Online.





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Complete LCA of Biofuels



Source: EMPA 2007 Ökobilanz von Energieprodukten

CONCLUSION

Ökosystem verringert seine „Dienstleistung“

Projekt überspringt in Südkorea die Grenzen wissenschaftlicher Disziplinen

BAYREUTH

Das Graduiertenkolleg Terreco macht bei der Tagung der Gesellschaft für Ökologie, die in dieser Woche an der Universität Bayreuth stattfindet, mit einem Symposium auf sich aufmerksam.

In dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekt erforschen Wissenschaftler der Universität Bayreuth mit südkoreanischen Partneruniversitäten den Einfluss von Klima- und Landnutzungsänderungen auf die Lebenssituation der Bevölkerung in einer südkoreanischen Gebirgsregion.

In dem Untersuchungsgebiet nahe der nordkoreanischen Grenze wird in steilem Gelände konventioneller und ökologischer Anbau betrieben. Die konventionell wirtschaftenden Landwirte setzen für den Anbau von Reis und Wurzelfrüchten große Düngermengen ein. Die Kombination mit anhaltendem Monsunregen führt dazu, dass der Boden verstärkt abgetragen und Dünger, Sedimente und Pestizide ins Trinkwasser ausgewaschen werden. Als Folge dieser unangepassten Nutzung verringert sich die „Dienstleistung“ des Ökosystems, zu der auch sauberes Trinkwasser ge-

hört, und zwingt die Bevölkerung zu zeit- und kostenintensiven Anpassungen.

Durch den Klimawandel und vor allem durch die Häufung von Starkregen in dieser Region wird sich dieses Problem verstärken. Bei Terreco arbeiten Natur-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaftler an Lösungen, die den örtlichen Entscheidungsträgern als Handlungsempfehlung dienen sollen.

Der Weg des Wassers

Eröffnet wurde das Symposium vom Leiter des Graduiertenkollegs, Professor John Tenhunen. Er sprach über die Bedeutung von Gebirgsregionen als Wasserlieferant für landwirtschaftliche Flächen. Dr. Dennis Otieno erklärte, wie in unwegsamem Gelände der Wasserhaushalt von Wäldern untersucht wird und wie deren Wasserverbrauch von der Sonneneinstrahlung, der Temperatur und der Wasserverfügbarkeit abhängig ist. Bo-

HINTERGRUND

Terreco steht für Complex Terrain and Ecological Heterogeneity, auf deutsch Ökologische Heterogenität in komplexem Gelände.

denphysiker Professor Bernd Huwe hielt einen Vortrag zur Modellierung des Wasserflusses im Boden. Mit Hilfe eines ungiftigen Farbstoffes kann er den Weg des Wassers durch Poren und Wurzelbahnen verfolgen. Im Vortrag von Privatdozent Dr. Gian-Reto Walther stand die Biodiversität im Mittelpunkt. Das Symposium endete mit einem Vortrag von Dr. Thomas Koellner, seit April Professor für Ecological Services (Ökosystemare Dienstleistungen). Koellner erklärte, wie durch Interviews mit der örtlichen Bevölkerung sozialwirtschaftliche Daten erhoben werden, um Traditionen und Beweggründe des menschlichen Handelns besser zu verstehen. Sowohl die naturwissenschaftlichen als auch die sozialwirtschaftlichen Daten bilden die Grundlage für computergestützte Simulationsmodelle, mit denen Entscheidungshilfen erarbeitet werden.

Terreco bietet einen neuen Ansatz bei der Erforschung von Ökosystemdienstleistungen und ihrer Beeinflussung durch den Menschen. Vernetzter als bisher üblich arbeiten Natur-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaftler transdisziplinär an einer Problemstellung. Das Projekt ist vorerst auf viereinhalb Jahre angelegt. nk

Nordbayrischer Kurier 2009

Ecosystem Services...

1. ...are functions of nature with value for human well-being
2. ...have to be managed on regional to global scales by societal actors
3. ...have to be investigated at the Interface of Natural Sciences and Social Sciences/Economics

Thanks to...

- **Past supervisors**

- Dieter Leopold -> [Environmental Economics](#)
- Ulrich Heitkamp and Matthias Schäfer -> [Ecology](#)
- Ruedi Müller-Wenk -> [Life Cycle Assessment](#)
- Roland Scholz -> [Natural and Social Science Interface](#)

- **People at UBT**

- All the colleagues in Natural **and** Social Sciences
- Patrick Poppenborg, Yohannes Ayanu, Enrico Celio, Julia Brändle, Laura de Baan
- Irmgard Lauterbach

- **Donors**

- Elite Network of Bavaria, DFG, UBT, SNF, ETH Zurich, EU, UNEP

**Drink less milk
and more beer**

