



Mit Pilzen und Bakterien gegen den Welthunger

Padruot Fried
Lavin



Lavin, 2012



Sur Auas, Lavin

Oct. 2012

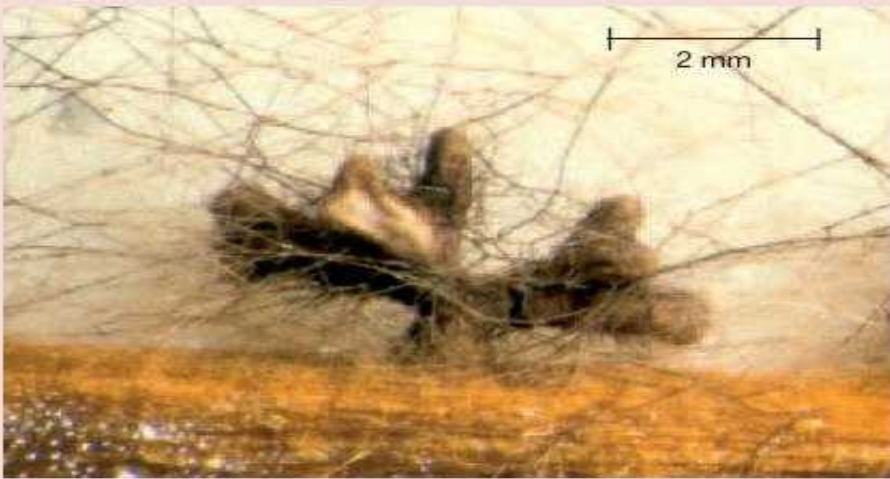
Pilze

Essbare Pilze



Giftige Pilze

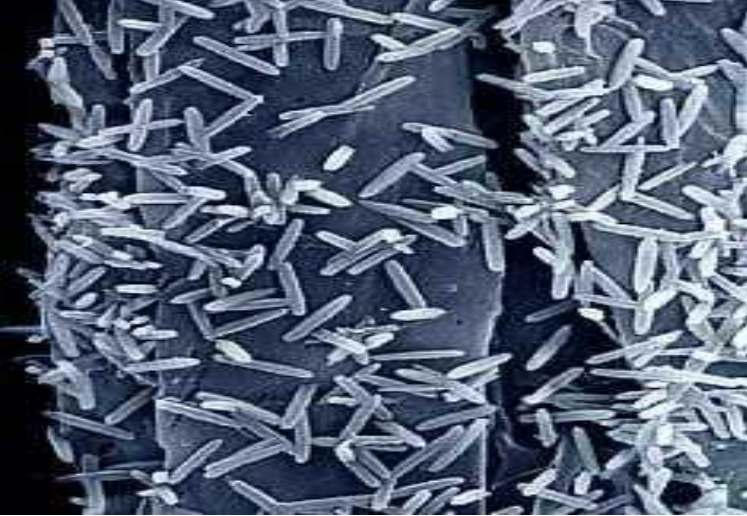




Eine Ektomykorrhiza,
eine Pilzwurzel auf ihrer Trägerwurzel

Pilze

- Mehr als 80% der Landpflanzen gehen symbiotische Beziehung mit Pilzen ein
-----→ Mykorrhiza
- Vergrößern Wurzelsystem der Pflanzen
-----→ Fördern Wachstum



Bodenbakterien

Bakterien

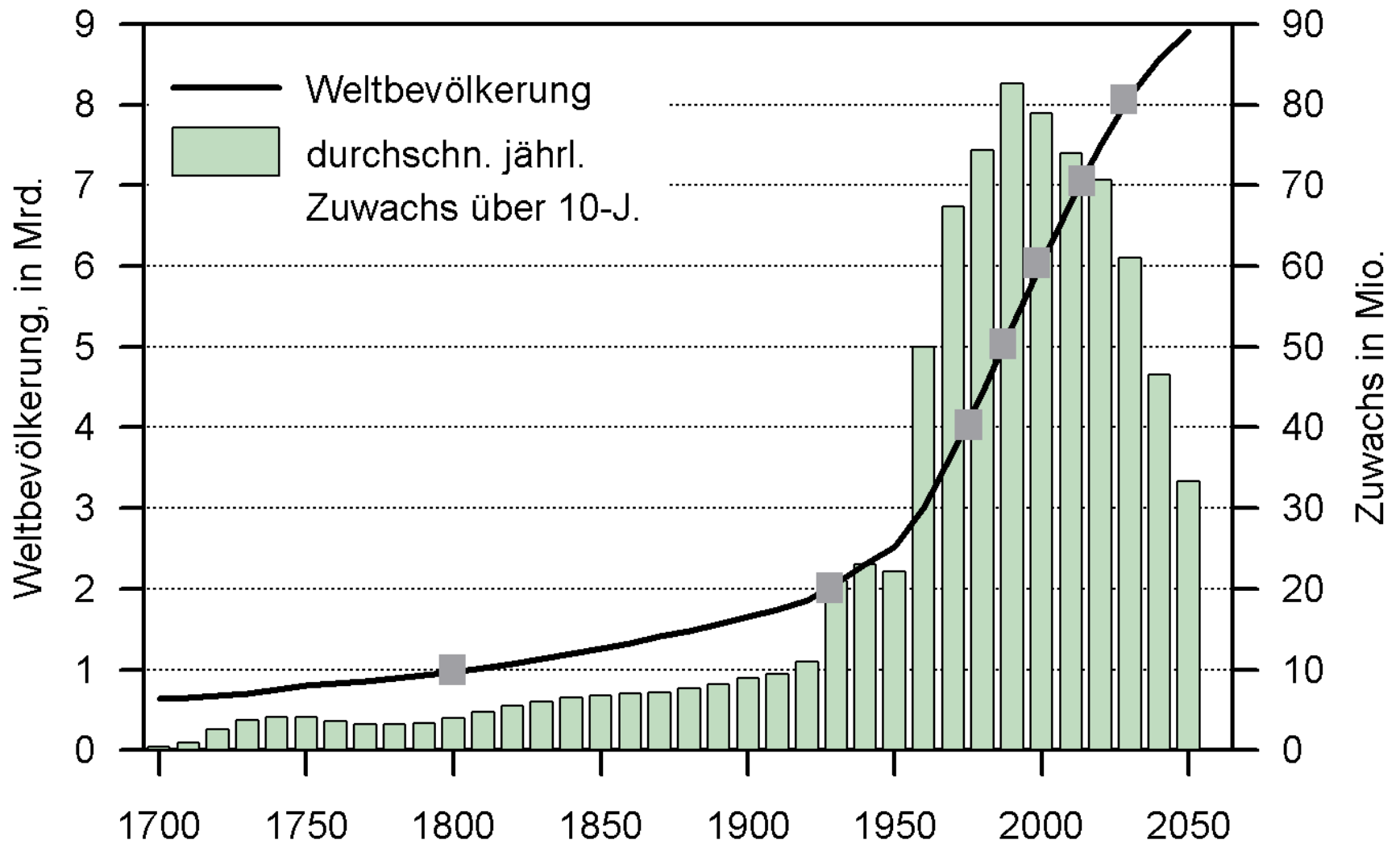
- Krankheitserreger von Mensch, Tier und Pflanzen
- **Bodenbakterien:**
 - unverzichtbar für Stoffkreisläufe im Boden
 - Abbauen von organischem Material, Stickstofffixierung

Inhaltsverzeichnis

1. Ursachen des Hungers
2. Technische Lösungsmöglichkeiten
3. Pflanzenernährung
4. ISCB Projekt Biodünger (Biofertilizer)
5. Empfehlungen der FAO in Rom
6. Was können wir gegen den Hunger tun?

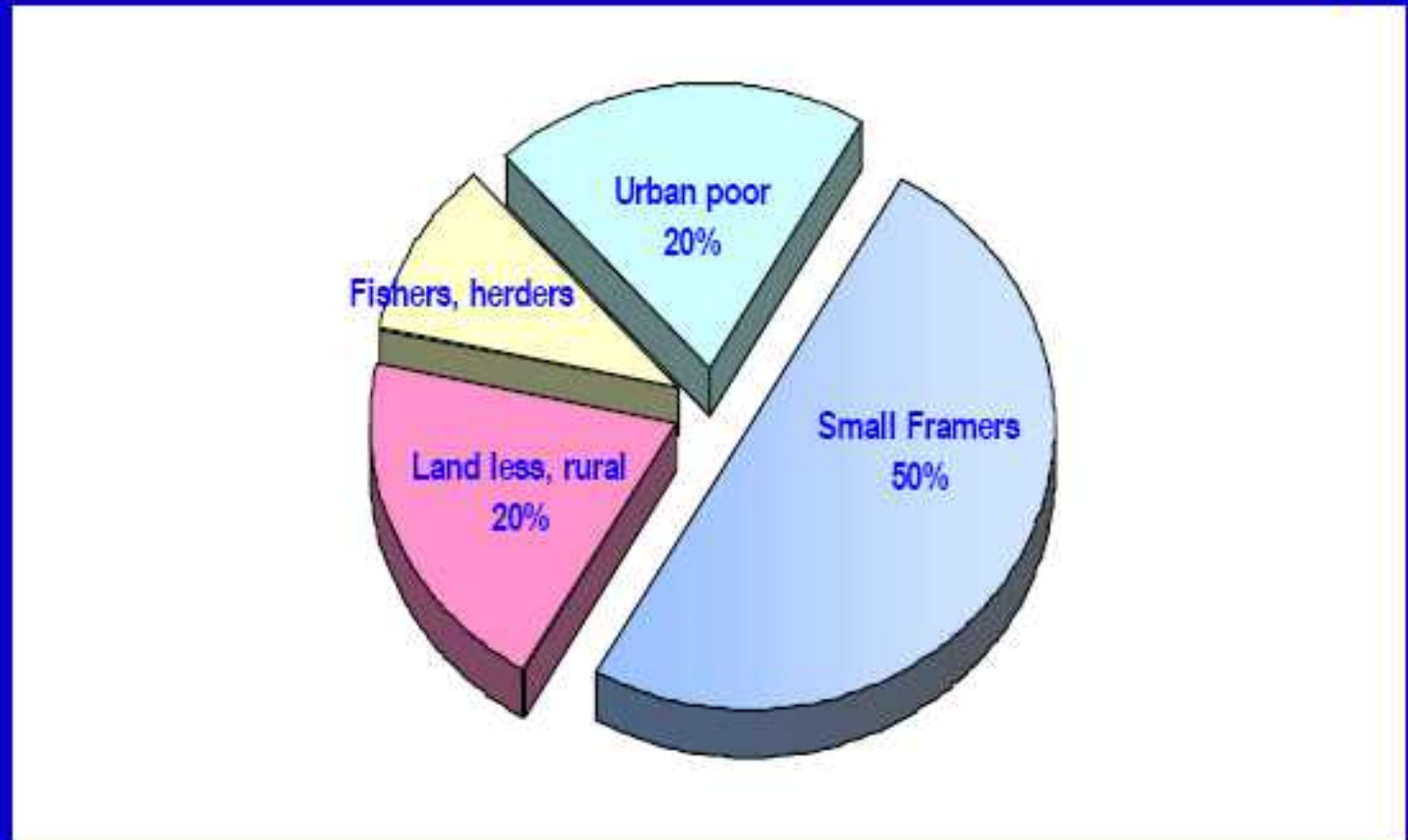
Inhaltsverzeichnis

1. Ursachen des Hungers
2. Technische Lösungsmöglichkeiten
3. Pflanzenernährung
4. ISCB Projekt Biodünger (Biofertilizer)
5. Empfehlungen der FAO in Rom
6. Was können wir tun?



Who is affected by hunger?

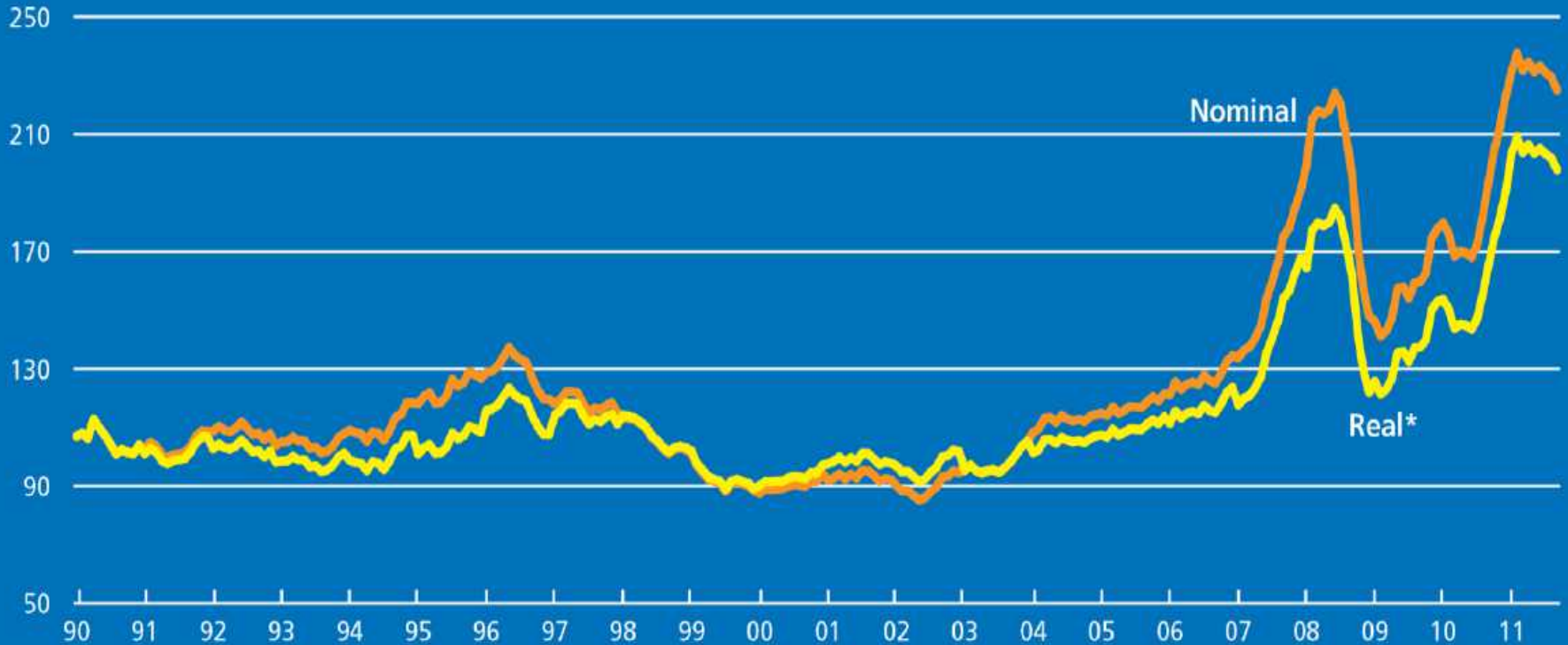
Why rural/agriculture focus is so relevant



Source: UN Millennium Project, Hunger Task Force, 2005

FAO Food Price Index

2002-2004=100



* The real price index is the nominal price index deflated by the World Bank Manufactures Unit Value Index (MUV)

<http://www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/en/>



Millennium Entwicklungsziele der UNO im Jahr 2000 (193 Länder haben unterschrieben)

- 1: Eradicate extreme poverty and hunger
- 2: Achieve universal primary education
- 3: Promote gender equality and empower women
- 4: Reduce child mortality rates
- 5: Improve maternal health
- 6: Combat HIV/AIDS, malaria, and other diseases
- 7: Ensure environmental sustainability
- 8: Develop a global partnership for development

Hunger/Armut

Bildung

Frauenförderung

Kindersterblichkeit

Müttergesundheit

Aids

Umwelt

Partnerschaften

Rechtsstaatlichkeit

Stabiles Finanzsyst.

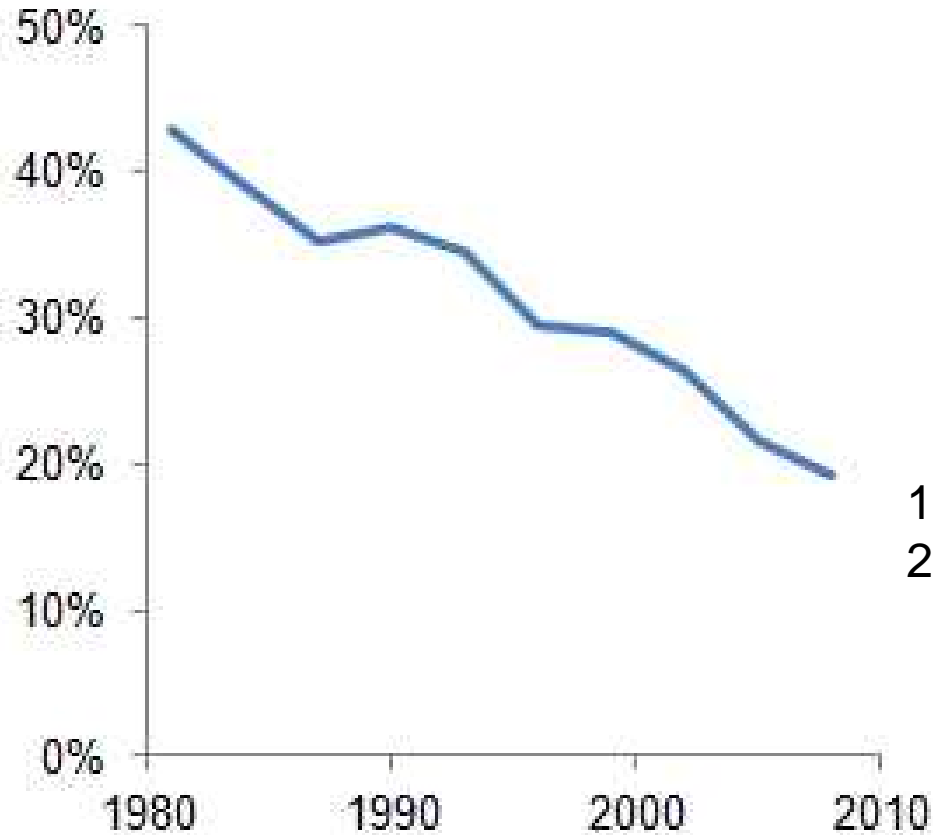
UN-Millenniumsziele

BISHERIGE ERFOLGSBILANZ



Quelle: Vereinte Nationen

Anteil der Weltbevölkerung in %, welche in extremer Armut lebt gemäss Weltbank, 2008.



1.2 Mia. Menschen in 2008 (von ca.6 Mia.)

UN-Nachhaltigkeitsgipfel 2015

Das steckt hinter der Agenda 2030

Ziel 1 -- Kampf gegen Armut

Ziel 2 -- Kampf gegen Hunger

Ziel 3 – Gesundheit

Ziel 4 – Bildung

Ziel 5 – Geschlechtergleichstellung

Ziel 6 -- Zugang zu Trinkwasser und sanitären Anlagen

Ziel 7 – Energie

Etc.

17 Ziele, 76 Unterziele



1 NO POVERTY



2 ZERO HUNGER



3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING



4 QUALITY EDUCATION



5 GENDER EQUALITY



6 CLEAN WATER AND SANITATION



7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY



8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH



9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE



10 REDUCED INEQUALITIES



11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES



12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION



13 CLIMATE ACTION



14 LIFE BELOW WATER



15 LIFE ON LAND



16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS



17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS




SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS



Erdbewohner:

2011: 7 Milliarden

2050: 9 Milliarden

Source: FAO,
2011



Nötige Ertragssteigerungen der Getreidearten:

Jahr	Ertrag t/ha	
2000	2.64	
2025	3.60	+ 36 %
2050	4.30	+ 63 % a)(127%)

a) mit Diätsänderung

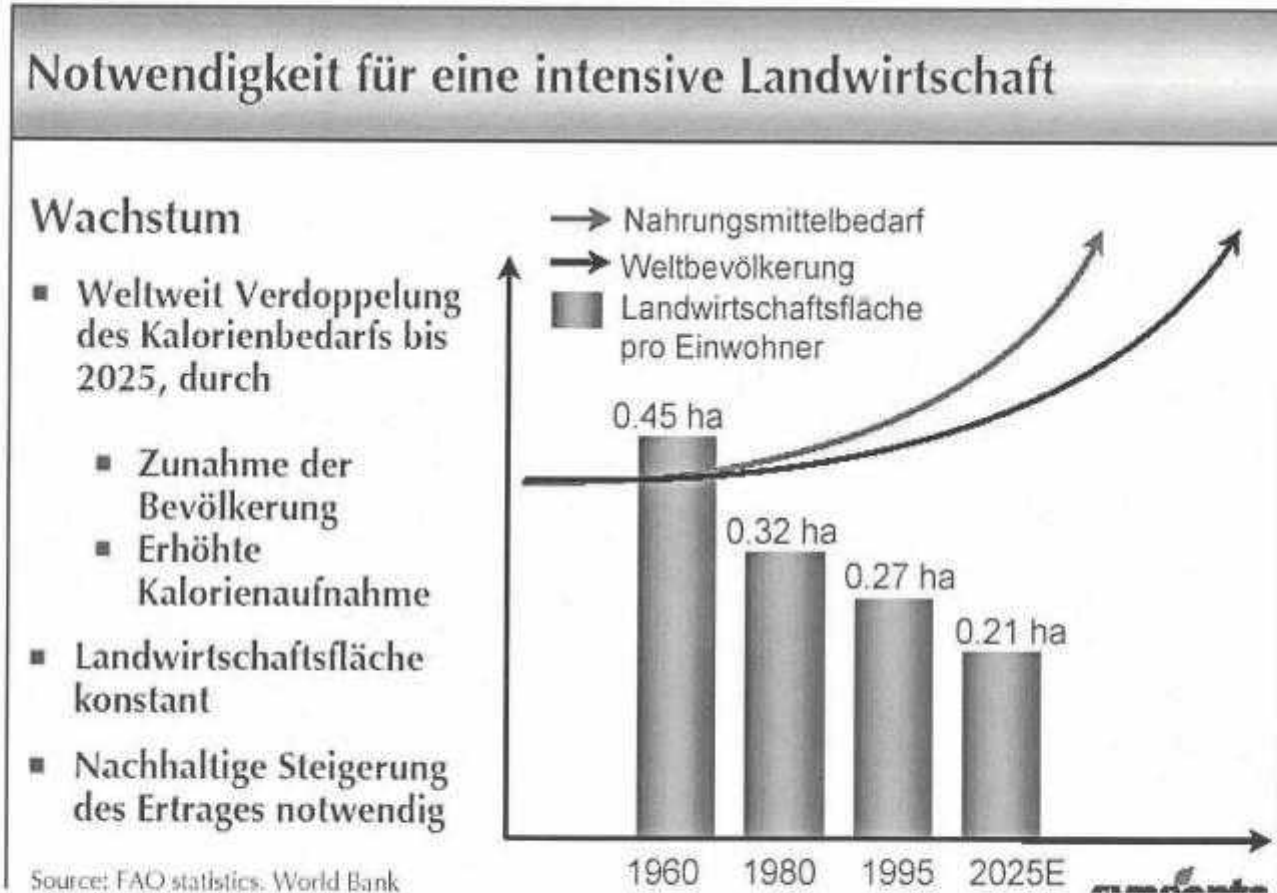
Herausforderung bez. Ernährungssicherheit

Erschwerte Bedingungen in der Landwirtschaft bez.
Produktion wegen

- Klimawandel
- Verlust der Biodiversität
- Verlust der Bodenfruchtbarkeit
- Reduktion der Wasserressourcen
- Produktion von Biodiesel

-----→ (Nahrungsmittelkrise 2008)

Ist Intensivierung der Landwirtschaft nötig?



Intensivierung ja, oder mehr Land unter Pflug nehmen----→

Aber: Verfügbares Land ist nur vorhanden:

- in ökologisch sensiblen Gebieten (Tropenwald)

oder

- auf marginalen Böden (zu steil, zu flachgründig, zu trocken und zu kalt)

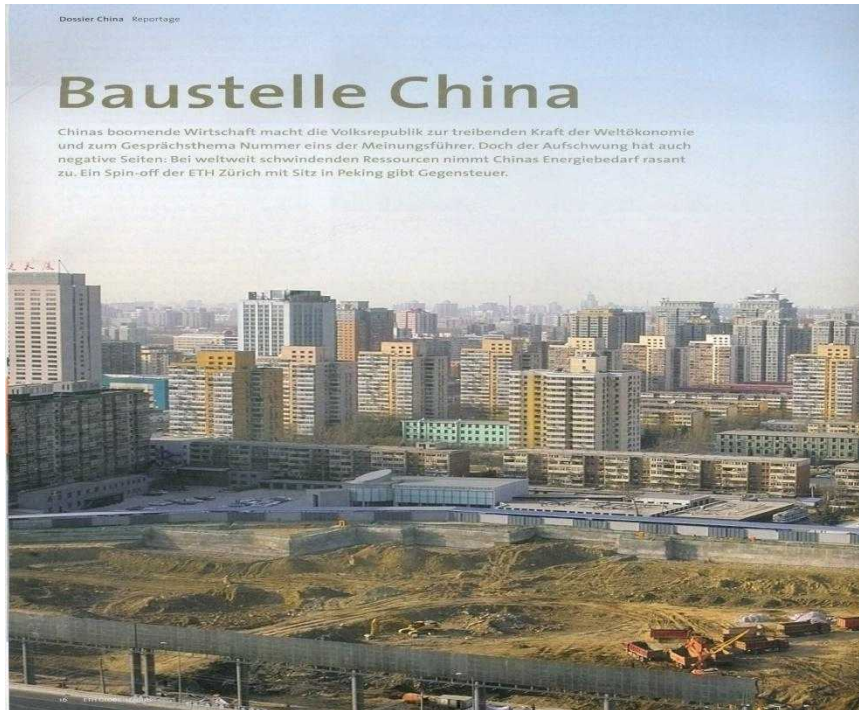
- Deshalb:

Intensivierung ist vor allem auf kleinen Familienbetrieben nötig, weil **85% der 525 Millionen** Bauernhöfe auf der ganzen Welt kleiner als 2 Hektar sind.

D.h. wir brauchen Wissen, Forschung, Saatgut, Land, Wasser, Märkte

Verschärfung der Situation durch

- Landverluste
- Landzerstörung/Verschlechterung der Bodenfruchtbarkeit:



Abfuhr von
organischem
Material





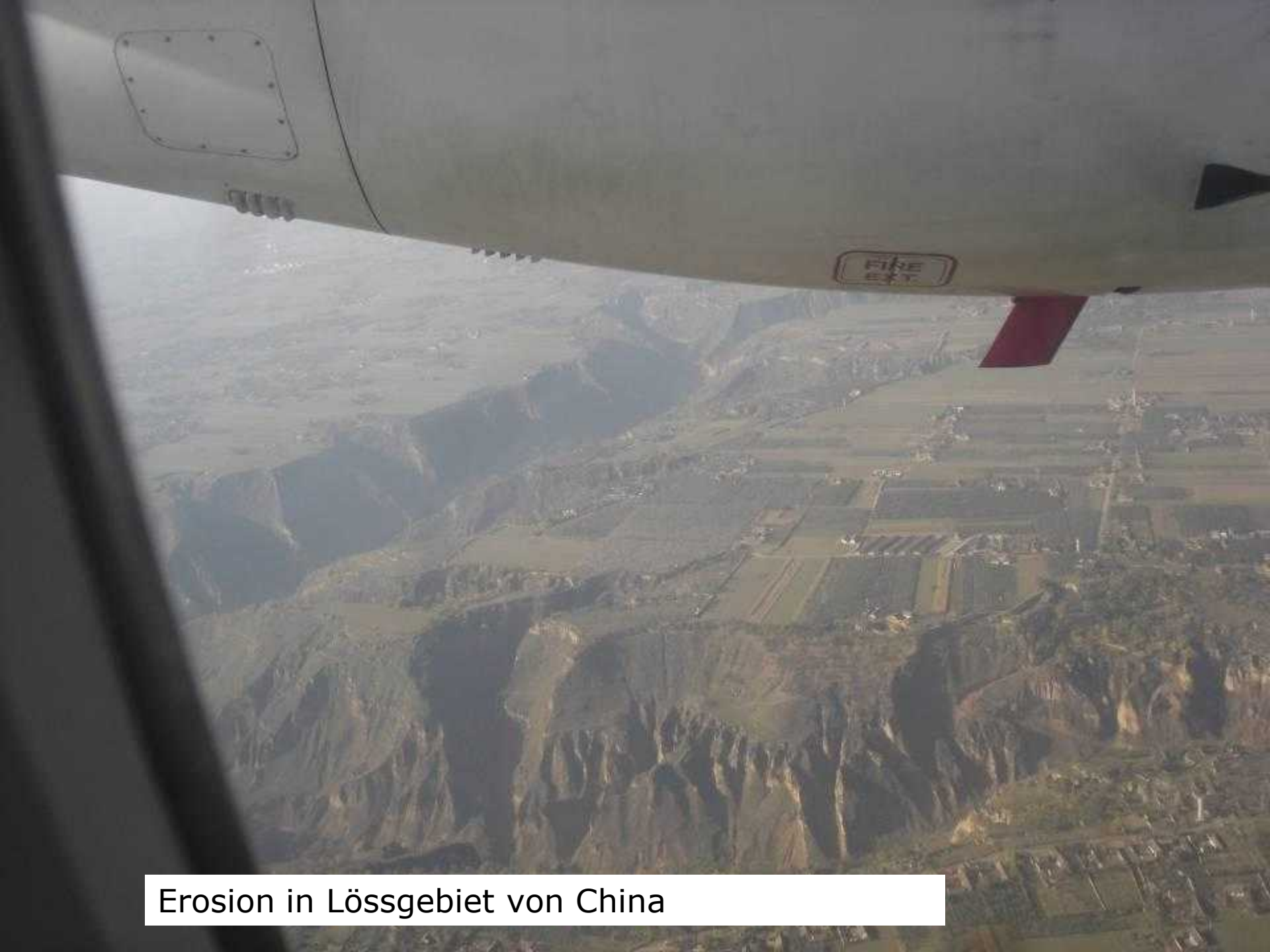
Verbrennung von Mist zum kochen oder heizen

Verwendung des Topsoils (Oberbodens) für Ziegelherstellung



Versalzung durch fehlerhafte Bewässerung





Erosion in Lössgebiet von China



Erosion in der Schweiz

Source: Agroscope ART, Volker Prashun

Inhaltsverzeichnis

1. Ursachen des Hungers
2. Technische Lösungsmöglichkeiten
3. Pflanzenernährung
4. ISCB Projekt Biodünger (Biofertilizer
5. Empfehlungen der FAO in Rom
6. Was können wir tun?

Effiziente Bodenbearbeitung
Bewässerung
Pflanzenschutz
Kultur und Sorten
Pflanzenernährung



Katzensee, Zürich

A. No-till farming (pfluglose Bodenbearbeitung)





D. Kultur und Sorten: Terraces,
Uttarakhand, India, 2006



B. Wasserdämme zur Bewässerung

WATER HARVESTING DAM

C. Pflanzenschutz, Beispiel

Biologische Bekämpfung des Maisünslers mit Schlupfwespe (Trichogramma)



Inhaltsverzeichnis

1. Ursachen des Hungers

2. Technische Lösungsmöglichkeiten

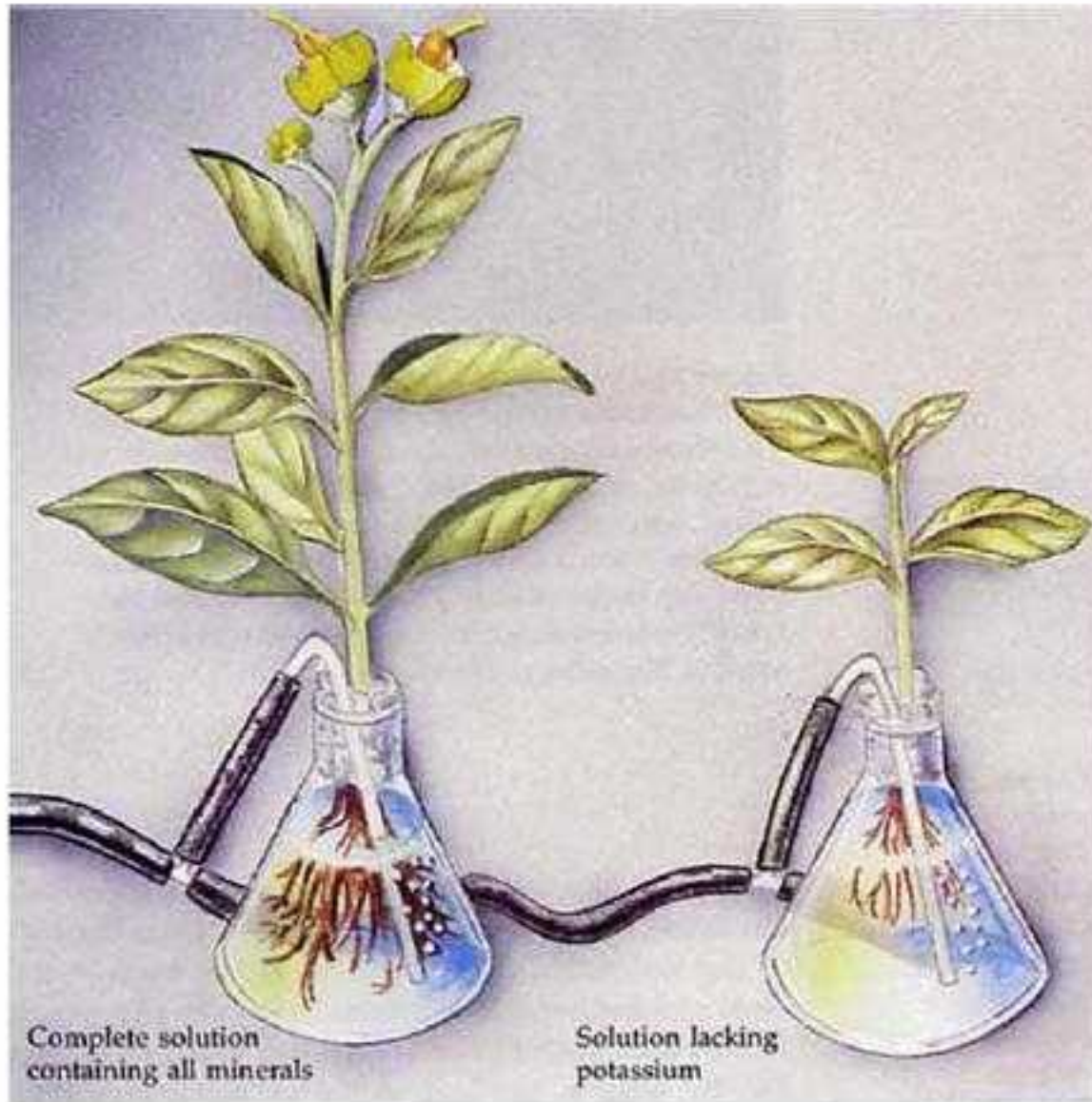
Bodenbearbeitung, Bewässerung, Pflanzenschutz, Sorten

3. **Pflanzenernährung**

4. ISCB Projekt Biodünger

5. Empfehlungen der FAO in Rom

6. Was können wir tun?



Nur mit allen Nährstoffen wächst die Pflanze normal (N, P, K, Fe, Mg, Zn u.a.)



Hofdünger Management,
Switzerland

Kunstdünger

Vermicompost, Pantnagar, India,
2008





Ton

Schluff

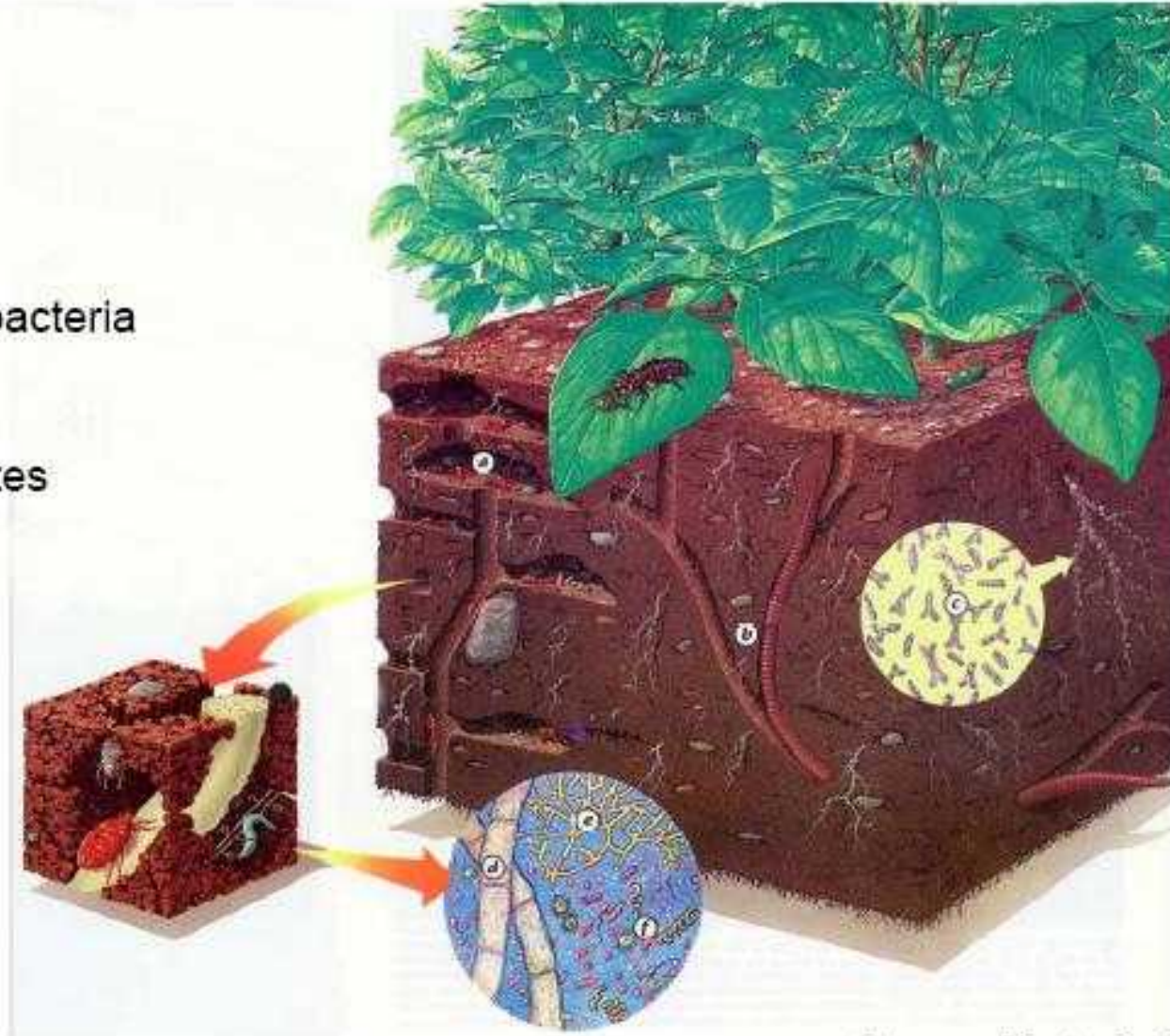
Lehm

Sand

Humus

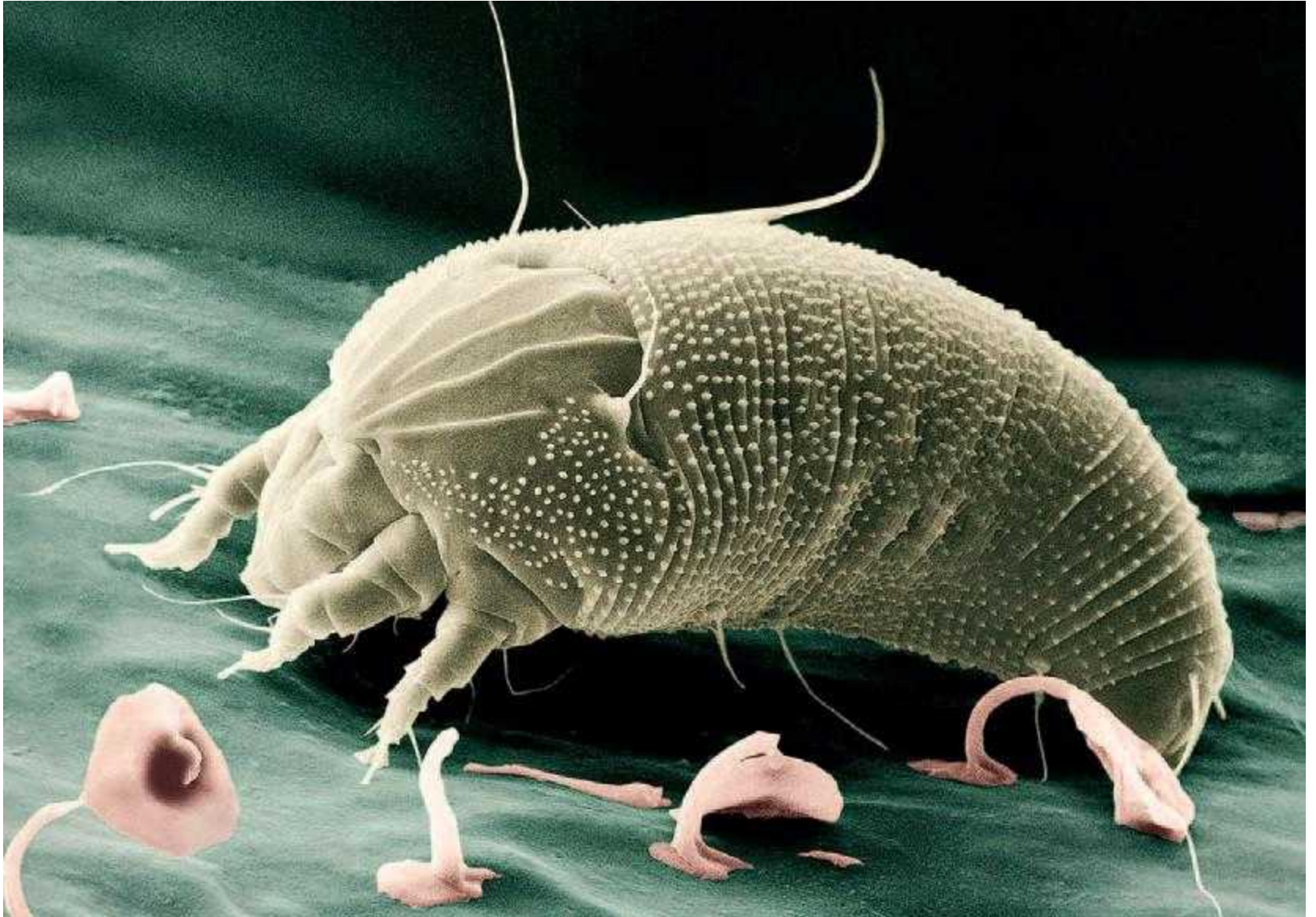
Soil - a complex system

- a Ants
- b Earthworms
- c Rhizobium bacteria
- d Fungi
- e Actinomycetes
- f Bacteria



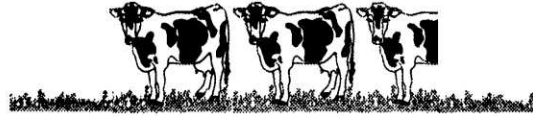
*Reganold et al., 1990,
Scientific American, 262*

In 1 Liter Boden 6 Mia. Organismen

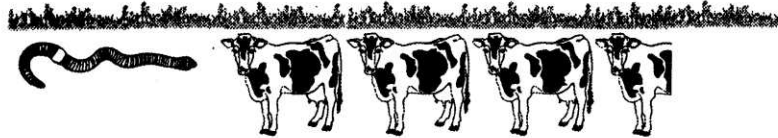


Zersetzerin/ Milbe: stemmt das 1200-fache ihres Körpergewichtes

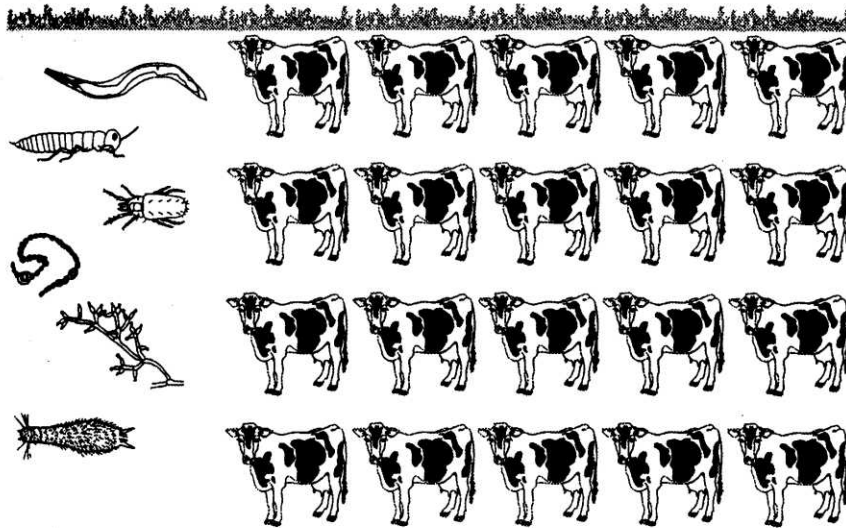
Der Boden lebt



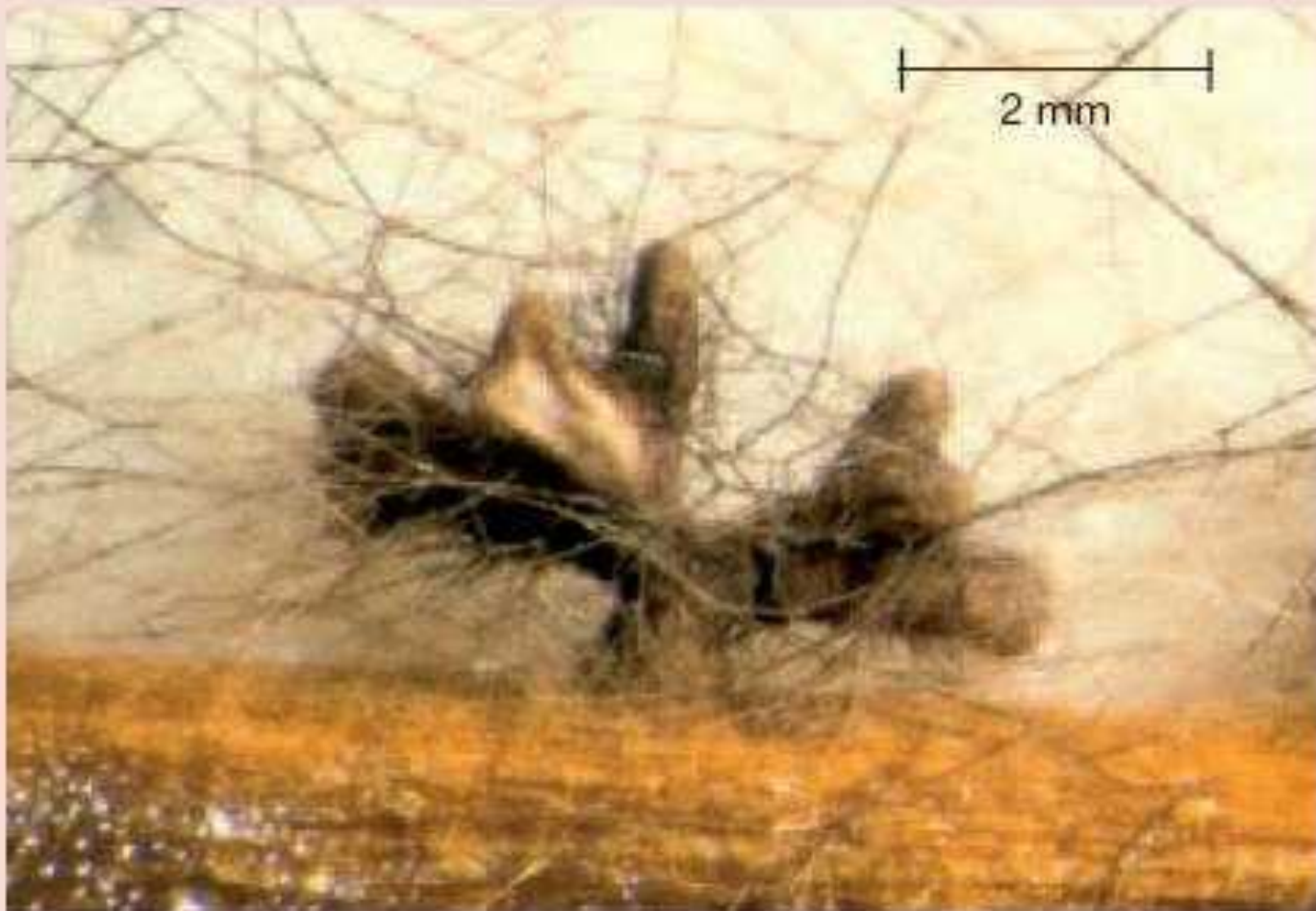
Eine Hektare fruchtbarer Boden kann **oberirdisch** bis zu 2,5 Kühe (zirka 1,5 Tonnen) ernähren.



Eine Hektare fruchtbarer Boden ernährt **unterirdisch** das Gewicht von bis 3,5 Kühen (zirka 2 Tonnen) in Form von **Regenwürmern**.

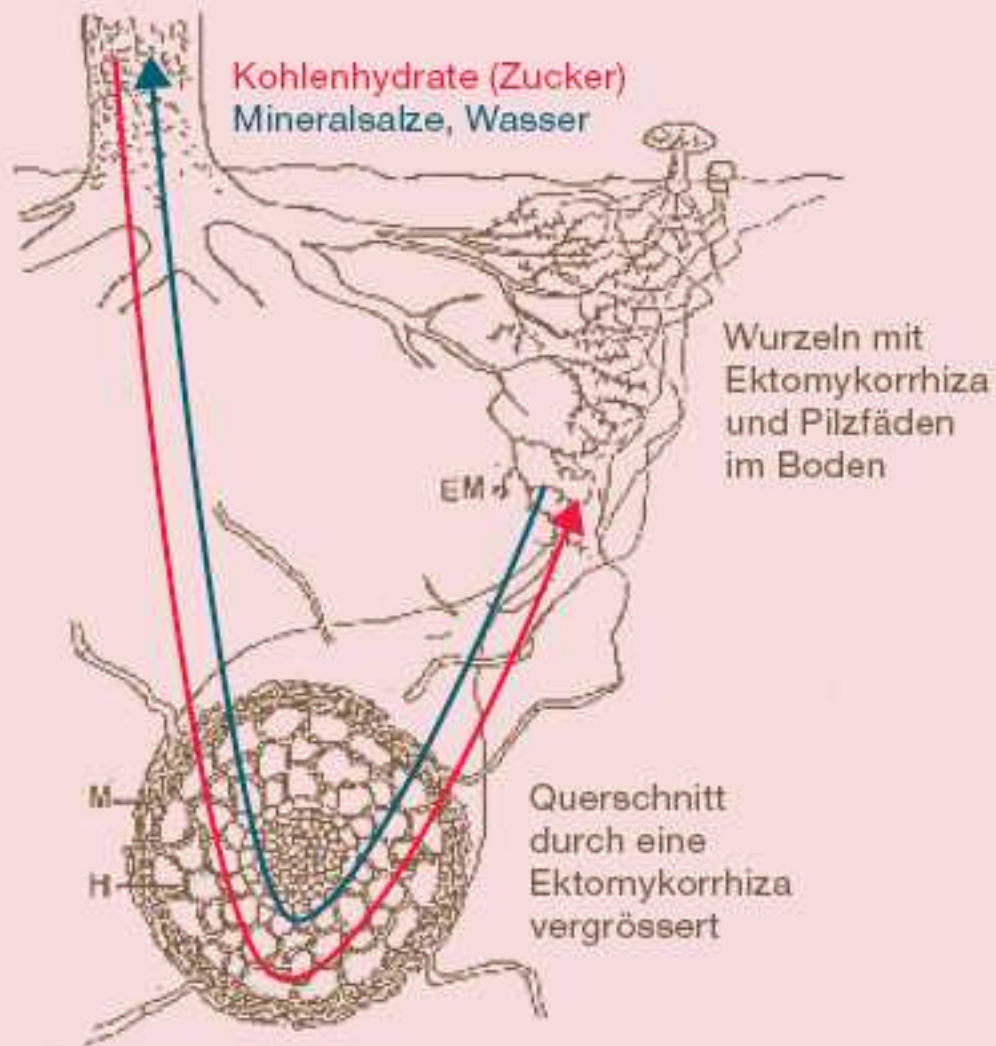


Gesamthaft entspricht das Gewicht des **unterirdischen Bodenlebens** einer Hektare demjenigen von 20 Kühen (12 Tonnen).

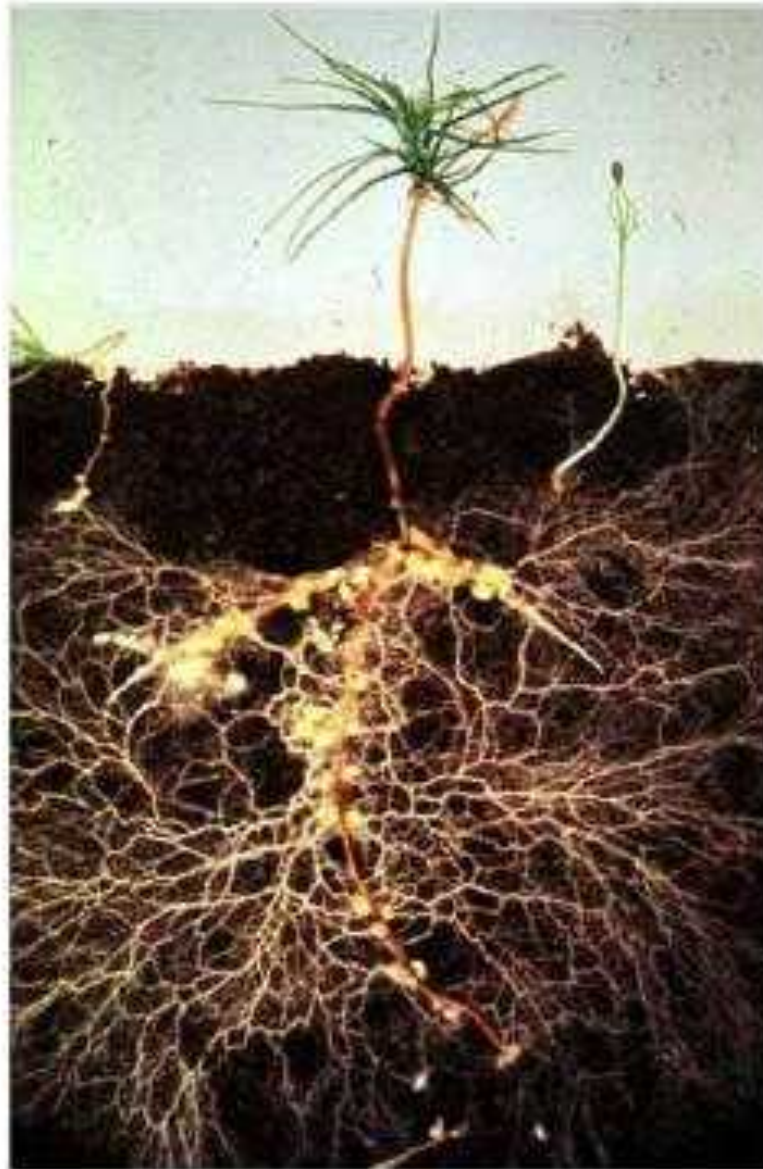


**Eine Ektomykorrhiza,
eine Pilzwurzel auf ihrer Trägerwurzel**

Wiemken V. et al, 2005, Cratschla I/05, S. 12-13



In der Lebensgemeinschaft von Pilz und Baum liefern beide Partner etwas, so dass beide besser gedeihen: Der Baum liefert dem Pilz Zucker, der Pilz liefert dem Baum Mineralsalze und Wasser. Diese Stoffe werden in der Ektomykorrhiza (Pilzwurzel) ausgetauscht.



Mykorrhiza auf Konifera

Photo D. Read



Abb. 1 | Arbuskuläre Mykorrhiza-Symbiose führt oft zu besserer Nährstoffaufnahme, erhöhtem Wachstum und früherem Blühen der Pflanzen. Links: Rotklee ohne AM-Pilze in Wurzeln und Wurzelbereich, rechts: Boden geimpft mit AM-Pilzen zur zeitgleichen Aussaat. (Foto: ART)

Bodenleben



Stäbchenförmige Bodenbakterien (Actinomyceten)

ca. 0.001 mm

**→ wichtig für die Zersetzung und
Mineralisierung organischer Materie**

(Aufnahme mit Rasterelektronenmikroskop)

Typen von stickstoffbindenden Bakterien

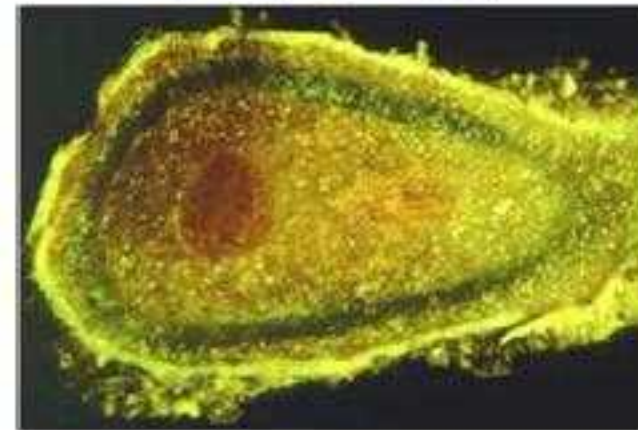
Types of dinitrogen-fixing nodules



Soybean nodules (*Glycine mas*)
symbiotic with *Bradyrhizobium japonicum*



Actinorhizal nodules on
Alder's roots (*Alnus glutinosa*) with *Frankia* sp.



Nodules (coralloid roots) in *Cycas* sp. with *Nostoc* sp., a
Cyanobacterium



Kunstwiese mit Leguminosen, Agroscope CH

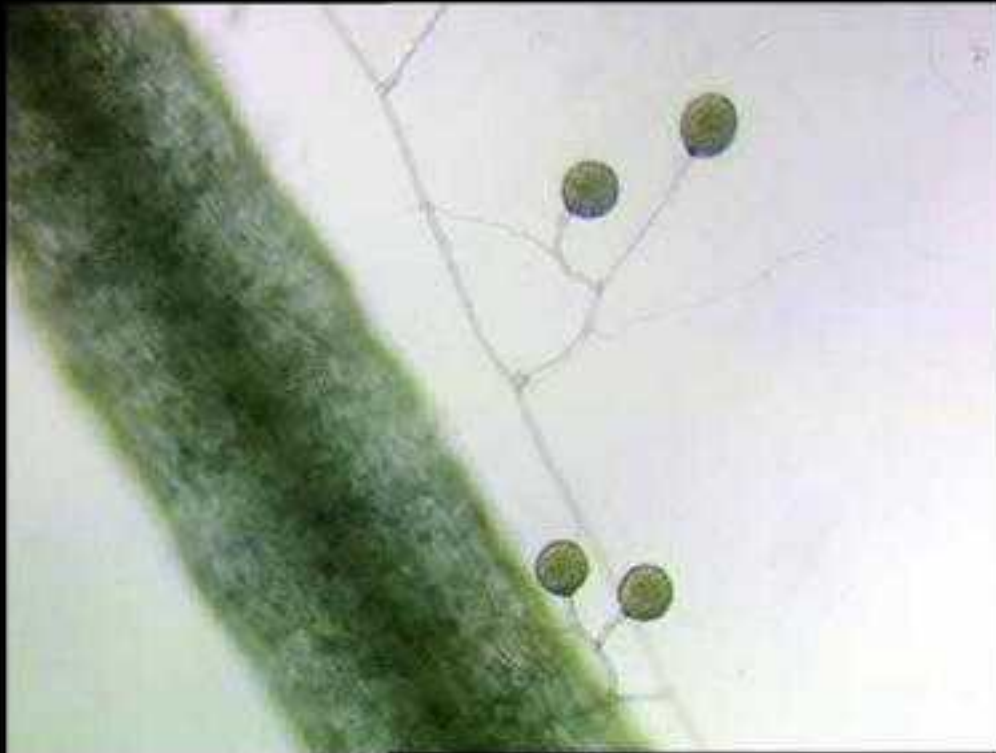
Inhaltsverzeichnis

1. Ursachen des Hungers
2. Technische Lösungsmöglichkeiten
3. Pflanzenernährung
4. ISCB Projekt Biodünger (Biofertilizer)
5. Empfehlungen der FAO in Rom
6. Was können wir tun?

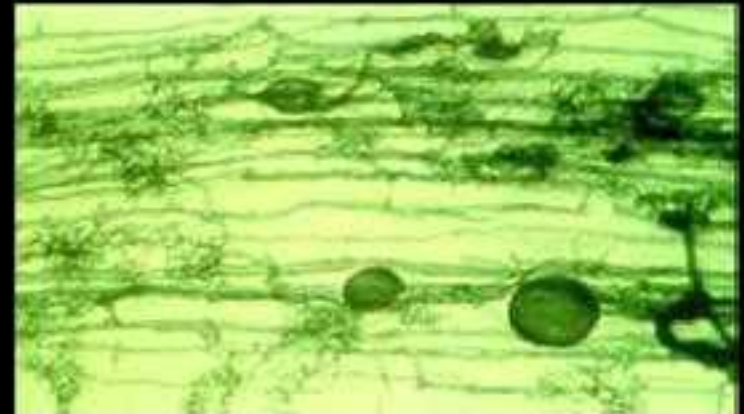
Indo Swiss Collaboration on Biotechnology

- 4 CH-Universitäten und ETH und
> 10 Universitäten in Indien
- 14 Jahre Zusammenarbeit Indien-
Schweiz

Les champignons des mycorhizes arbusculaires, associées en particulier avec les céréales



Spores et mycelium extraradriculaire d'un
champignon mycorhizien arbusculaire



Filaments (mycélium), arbuscules
et vésicules dans les tissus de la
racine

In-vitro AMF Mass Production Process



139 Isolate



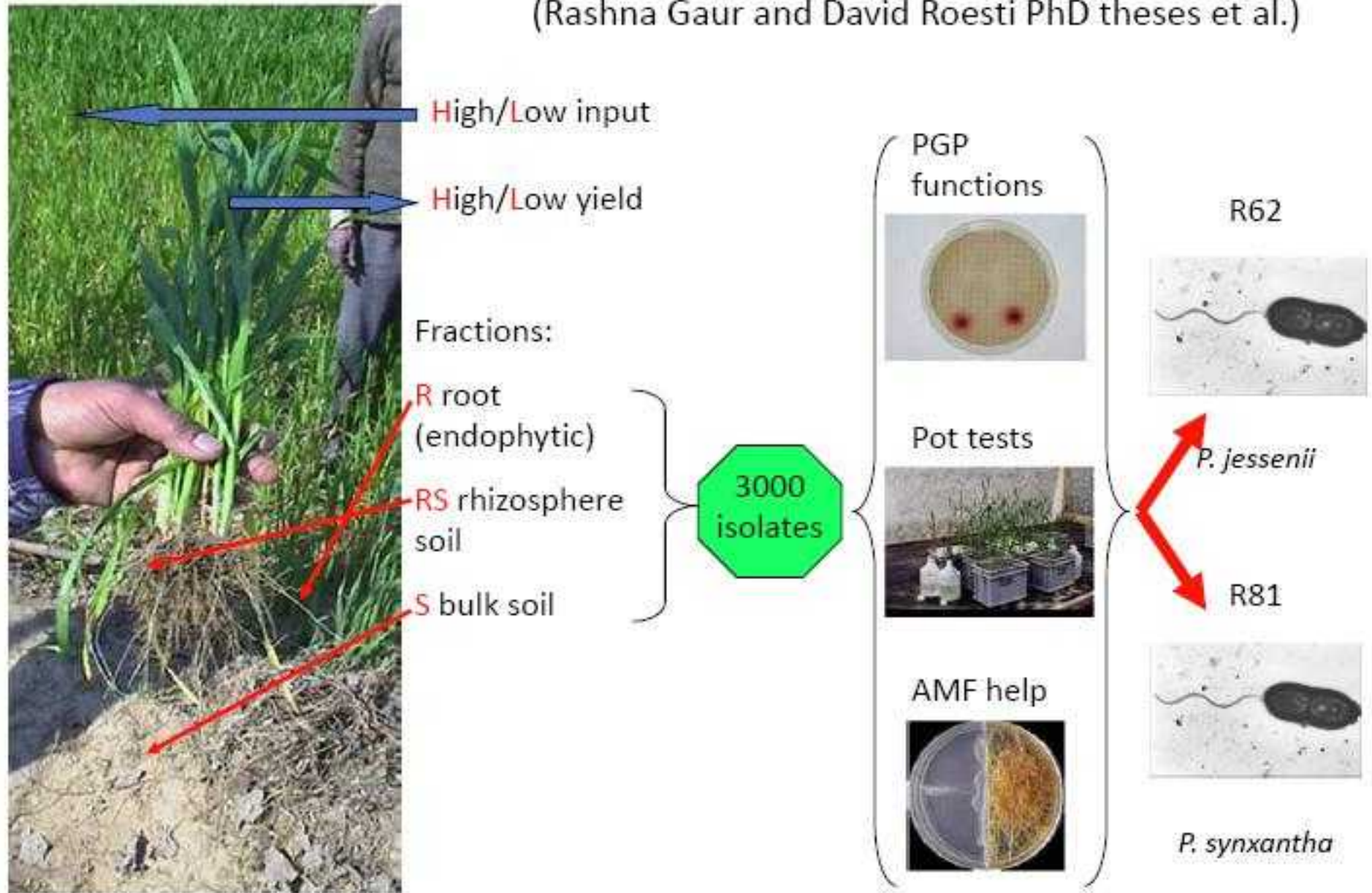
ROC = Root Organic Cultures



Pot Trials

SA phase I : Selection of strains

(Rashna Gaur and David Roesti PhD theses et al.)





Mass cultivation in fermenter

Inokulierung
(Beizung) mit
Biodünger
(Pilze und
Bakterien)





Indl 4 Validation Trial Wheat 2009-10

Punjab Agricultural University, Ludhiana



Wheat in Bhawanipur

> Uttar Pradesh



Versuchsbesichtigungen







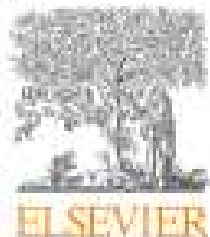








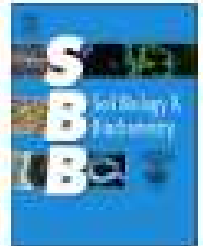




Contents lists available at ScienceDirect

Soil Biology & Biochemistry

journal homepage: www.elsevier.com/locate/soilbio



Inoculation of root microorganisms for sustainable wheat–rice and wheat–black gram rotations in India

Paul Mäder ^{a,*}, Franziska Kaiser ^a, Alok Adholeya ^b, Reena Singh ^b, Harminder S. Uppal ^b, Anil K. Sharma ^c, Rashmi Srivastava ^c, Vikram Sahai ^d, Michel Aragno ^e, Andres Wiemken ^f, Bhavdish N. Johri ^g, Padruot M. Fried ^h

^a *Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Ackerstrasse, 5070 Frick, Switzerland*

^b *Biotechnology and Bioresources Division, The Energy and Resources Institute (TERI), Darbari Seth Block, India Habitat Centre, Lodhi Road, 110003 New Delhi, India*

^c *Department of Biological Sciences, CISH, G.B. Pant University of Agriculture and Technology, 263 145 Pantnagar, UK, India*

^d *Department of Biochemical Engineering and Biotechnology, Indian Institute of Technology Delhi, Hauz Khas, 110016 New Delhi, India*

^e *Institute of Biology, Laboratory of Microbial Ecology, University of Neuchâtel, Rue Emile-Argand 11, PO Box 158, 2009 Neuchâtel, Switzerland*

^f *Institute of Botany, University of Basel, Habelstrasse 1, 4056 Basel, Switzerland*

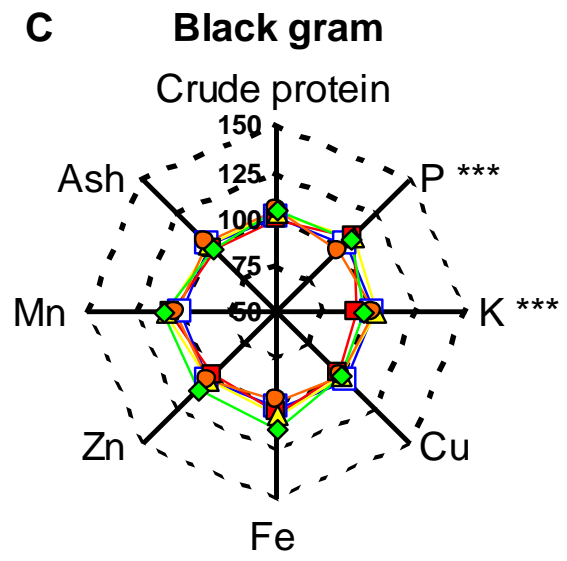
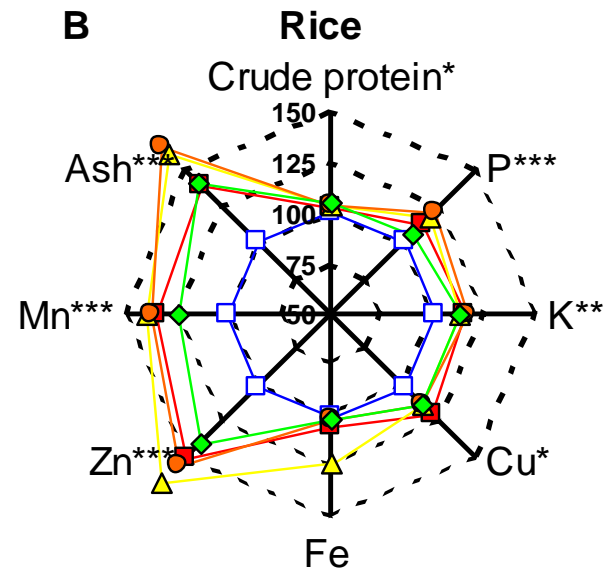
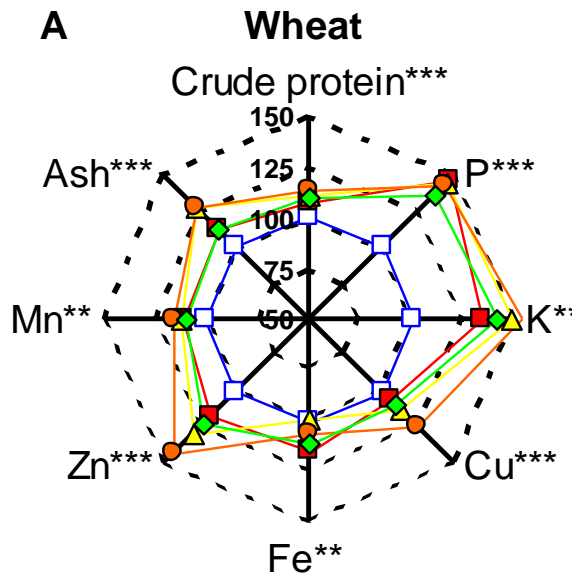
^g *Department of Biotechnology, Baskarullah University, 463026 Bhopal, MP, India*

^h *Agronomie Reckenholz-Tänikon Research Station (ART), Reckenholzstrasse 211, 8046 Zurich, Switzerland*

Mean grain yield of wheat, rice, and black gram from two cropping seasons

Inoculation	Wheat		Rice		Vigna	
	LS Mean (t/ha*)	%	LS Mean (t/ha*)	%	LS Mean (t/ha*)	%
Control K	2.36 c	100	2.90 a	100	0.307 b	100
Mnat (LL2 consortia) P	3.05 b	129	3.05 a	105	0.382 a	124
Pf (R62+R81) B	3.09 ab	131	3.15 a	109	0.357 ab	116
Mnat+Pf (P+ B)	3.35 a	141	3.14 a	108	0.345 ab	112
Mss2 (AMF species from ROC) (P2)	3.03 b	128	2.99 a	103	0.372 a	121

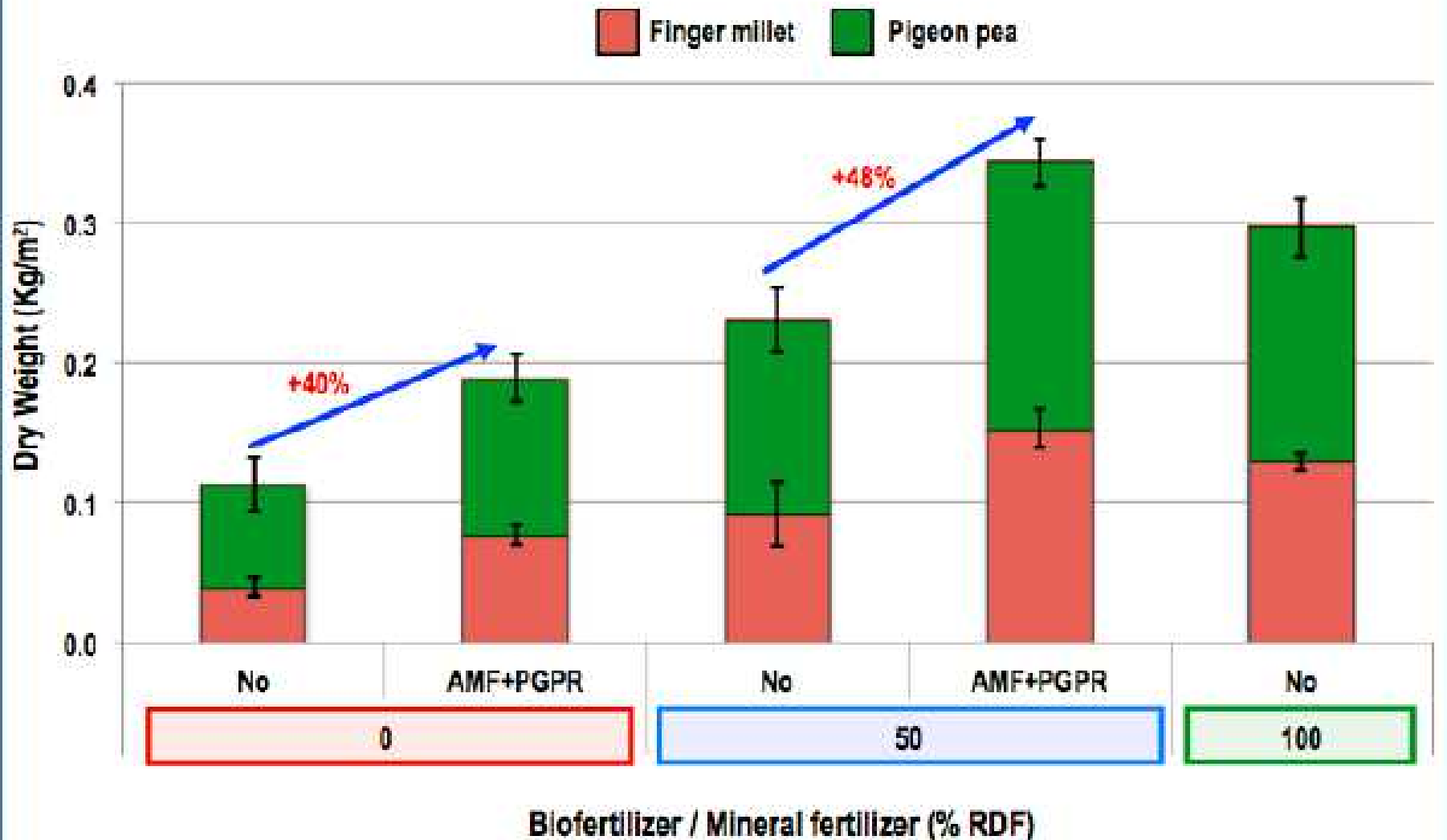
*Mean grain yield of wheat, rice, and black gram from two cropping seasons. Grain yield of wheat grown in 2006 and 2007 and of rice and black gram grown in 2005 and 2006 after four inoculation treatments at two fertilization levels at three to seven locations. Calculated means of 14 harvests of wheat and six harvests each of rice and black gram.



- Cont
- Mnat
- △— Ps
- Mnat+Ps
- ◇— Mss2

ii. Kolli Hills 2014

Finger millet and pigeon pea grain yield at 0, 50 and 100% mineral fertilizer level



Error bars represents ±1 standard error of means

Inhaltsverzeichnis

1. Ursachen des Hungers
2. Technische Lösungsmöglichkeiten
3. Pflanzenernährung
4. ISCB Projekt Biodünger (Biofertilizer)
5. Empfehlungen der FAO in Rom
6. Was können wir tun?

FAO Empfehlungen

1. Reduzierte Bodenbearbeitung (Reduktion Dieserverbrauch bis 75 %)
2. Düngung: Vermehrter Einsatz von Hofdüngern und Leguminosen (**Biodünger!**)
3. Integrierter Pflanzenschutz (Reduktion der Pestizide)
4. Effizienz der Bewässerung steigern
5. Pflanzenzüchtung fördern (Ertrag und Qualität, Einsatz von Marker gestützter Selektion oder genetischer Manipulation)

•http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Technology.pdf

•**Source:** FAO How to feed the world, 12-13. Oct. 2009

Dazu m.E.:

- Familienplanung
- Sicherstellung der Landrechte (Grundbücher)
- Förderung der Kleinstbetriebe

→ Biolandbau

Inhaltsverzeichnis

1. Ursachen des Hungers
2. Technische Lösungsmöglichkeiten
3. Pflanzenernährung
4. ISCB Projekt Biodünger (Biofertilizer)
5. Empfehlungen der FAO in Rom
6. Was können wir tun?

Verschwendung zwischen Feld und Konsum

Lebensmittelverluste
weltweit und in der Schweiz



Fassen wir die Potenziale zusammen:



... könnten wir fast doppelt so viele Leute ernähren wie heute.

Schlussfolgerung

- Pilze und Bakterien können einen Beitrag zur Hungerbekämpfung leisten

- Zusätzliche Forschung ist absolut notwendig

-----→ Wissen in Agronomie einfließen lassen



ISCB-Team, Lavin, Okt. 2010



Vielen Dank!



Vielen Dank!

Die Ausgaben für die Entwicklungshilfe
müssten von rund 3,2 Milliarden Franken
pro Jahr (2014) auf rund 1,9 Milliarden
sinken.

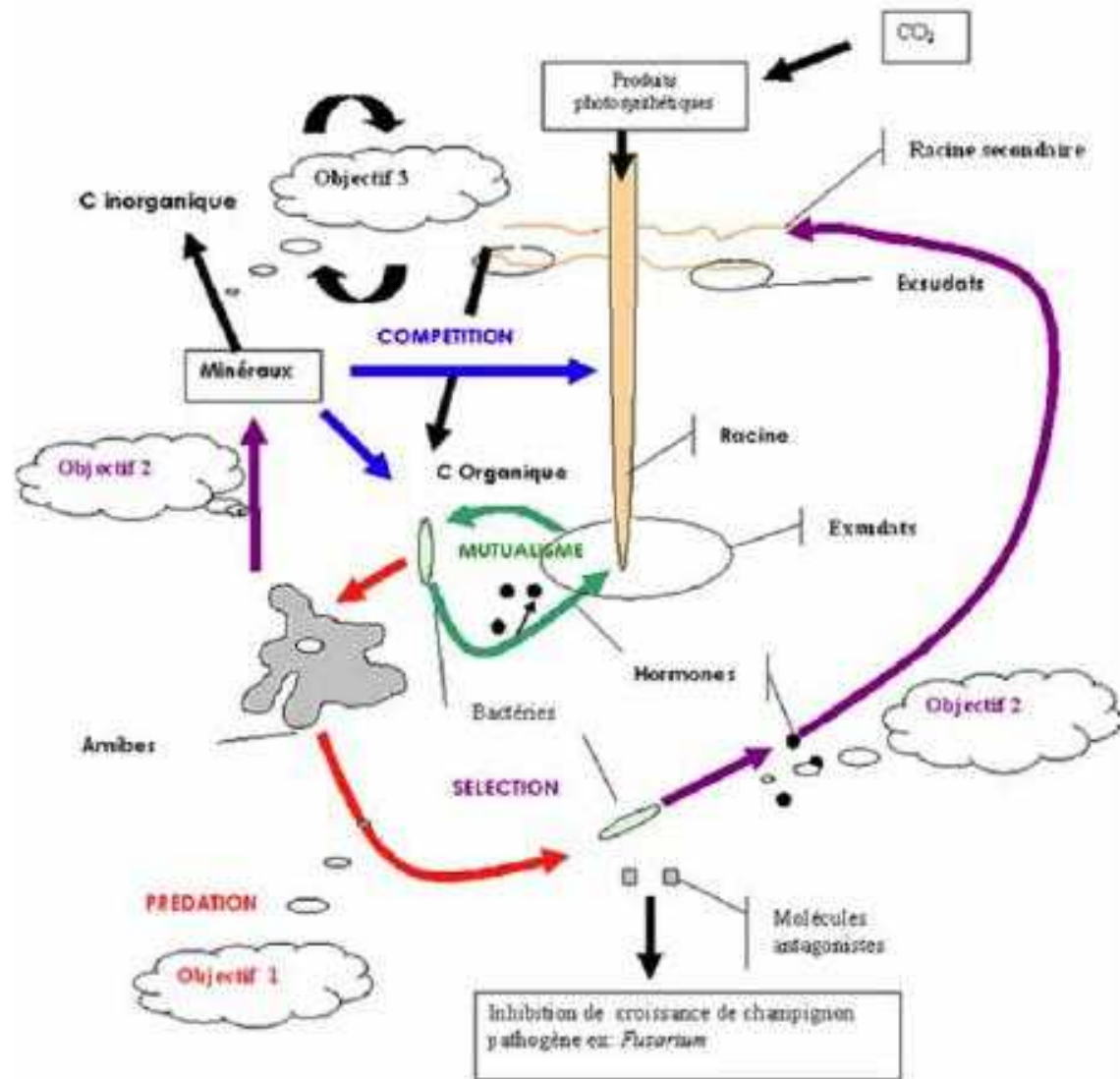
22.2.2016 Berner Zeitung

Schweizer Entwicklungshilfe: Starke Zunahme seit 1960

Öffentliche Entwicklungshilfe, in % des BNE



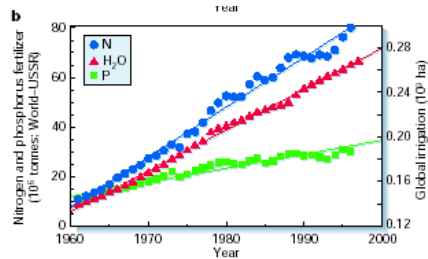
* Bruttonationaleinkommen



Complex interactions in the rhizosphere

P-Thematik heute: Weltweit (2) Schwindende Ressource

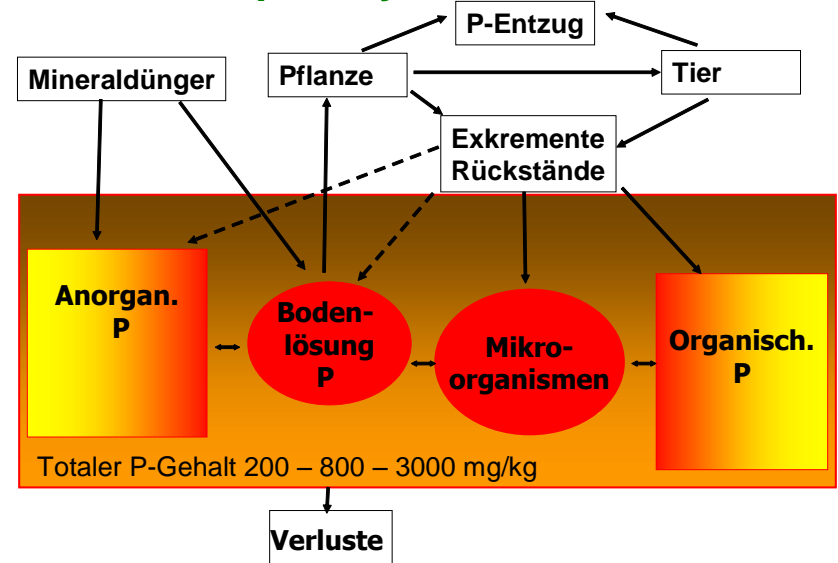
- P-Vorrat in 60-130 Jahren erschöpft; ca. 90% der abgebauten Deposite landwirtschaftlich genutzt (Djodjic et al., 2005)
- Steigender Bedarf nach P-Düngern; Trend steigender P-Düngerpreise (Weltbank, 2006)



Tilman et al., 2002

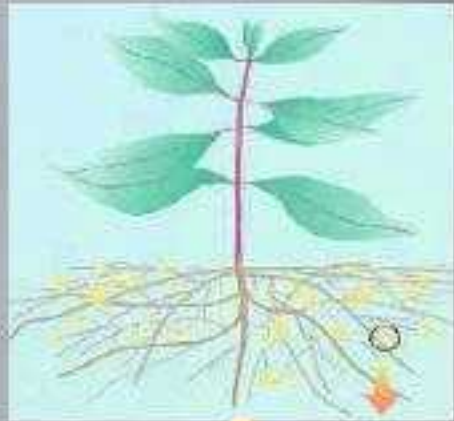
→ Phosphat-Recycling!

Phosphordynamik im Boden



A. Oberson, 2010

Mycorrhiza Technology



Optimization of surface sterilization protocols

From soil



Development of hairy root cultures



Formulation



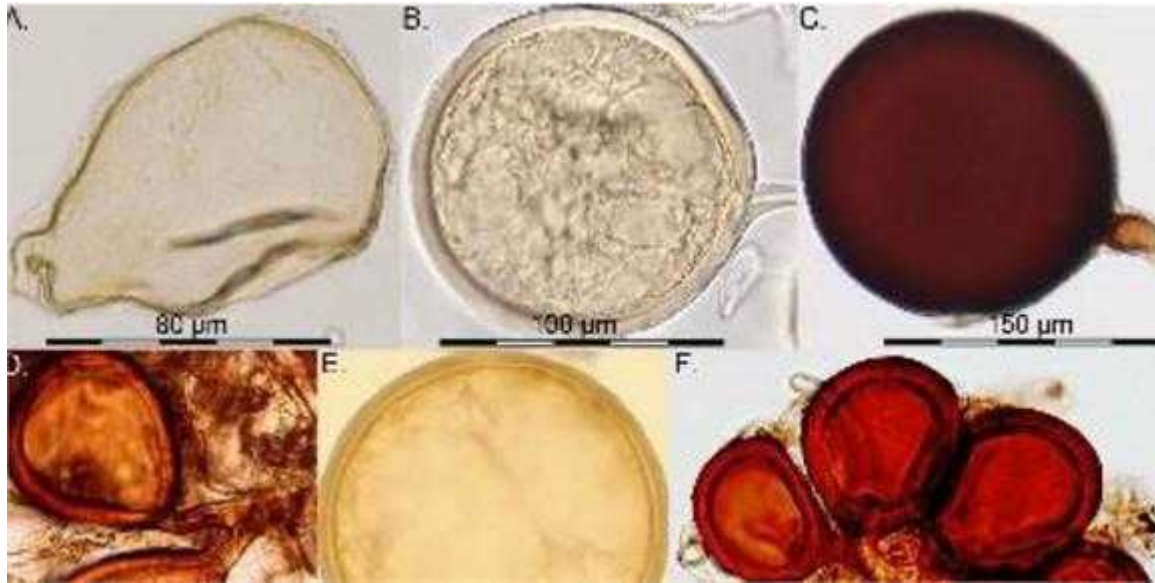
*to
laboratory*

back to

soil



Mass production



Verbreitungsmuster einiger Arten dieser Bodenpilze, je nach Landnutzung, Höhenlage oder Säuregehalt des Bodens. In den 154 Bodenproben von 92 Grasland- und 62 Ackerstandorten fand Agroscope-Forscher Fritz Oehl 106 Arten von arbuskulären Mykorrhizapilzen. UFA-Revue 1/2016

Der Verlust bestimmter Mykorrhiza-Pilze, zum Beispiel durch sehr intensive Landwirtschaft, könne Bodenfunktionen und die natürliche Bodenfruchtbarkeit reduzieren. Bio-Anbau und Pflugverzicht hätten einen positiven Einfluss auf die Anzahl von Mykorrhizapilzen.

