



Ernährung von 10 Milliarden Menschen - Rolle des Biolandbaus

Adrian Müller

adrian.mueller@fibl.org

Ziele

1. Sie können die Frage, ob Bio die Welt ernähren kann in einen weiteren systemischen Kontext einordnen.
2. Sie verstehen, weshalb nachhaltige landwirtschaftliche Produktion nicht unabhängig vom Konsum betrachtet werden kann.
3. Sie verstehen, was die Rolle von Biolandbau in nachhaltigen Ernährungssystemen und damit verbundenen Politikprozessen sein könnte.

Was ist Biolandbau?

„We define Organic Agriculture as a production system that sustains the health of soils, ecosystems and people; relies on ecological processes, biodiversity and cycles adapted to local conditions, rather than the use of inputs with adverse effects; and combines tradition, innovation and science to benefit the shared environment and promote fair relationships and a good quality of life for all involved.“ (IFOAM 2018).

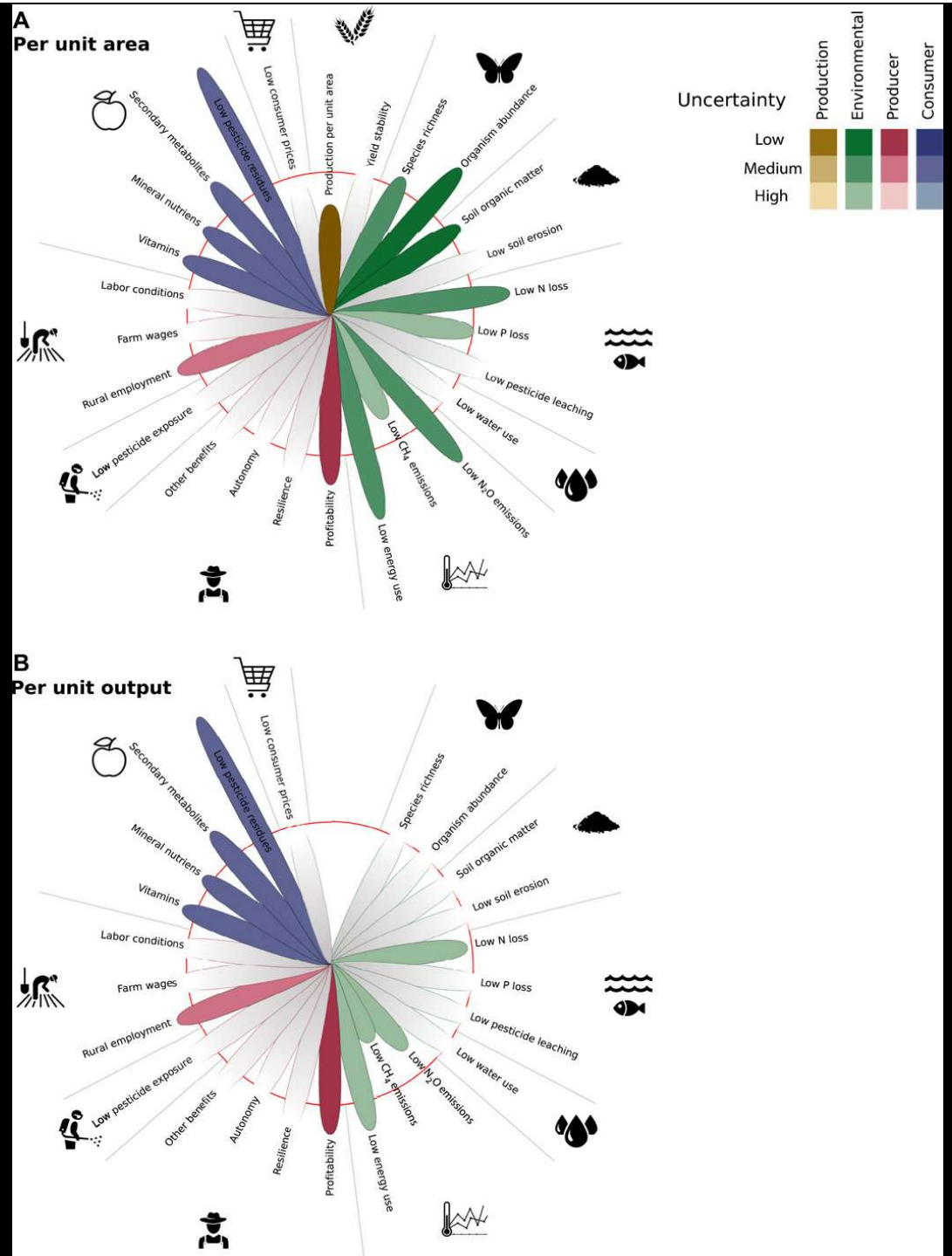
Was ist Biolandbau?

- nachhaltig, multidimensional, extensiv, wissensintensiv
- zertifiziert / nicht zertifiziert
- Ist es eine Option für alle Bauern und Standorte?



Umweltwirkungen pro Fläche

pro Kilo Produkt



Profitabilität

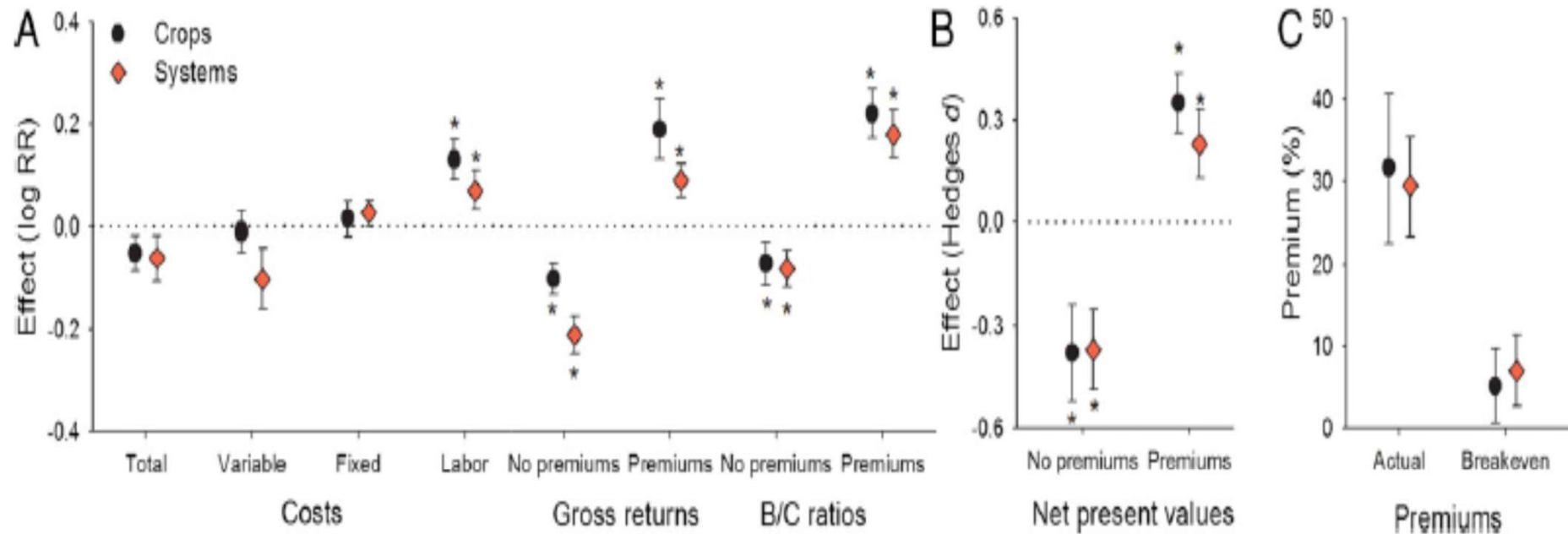
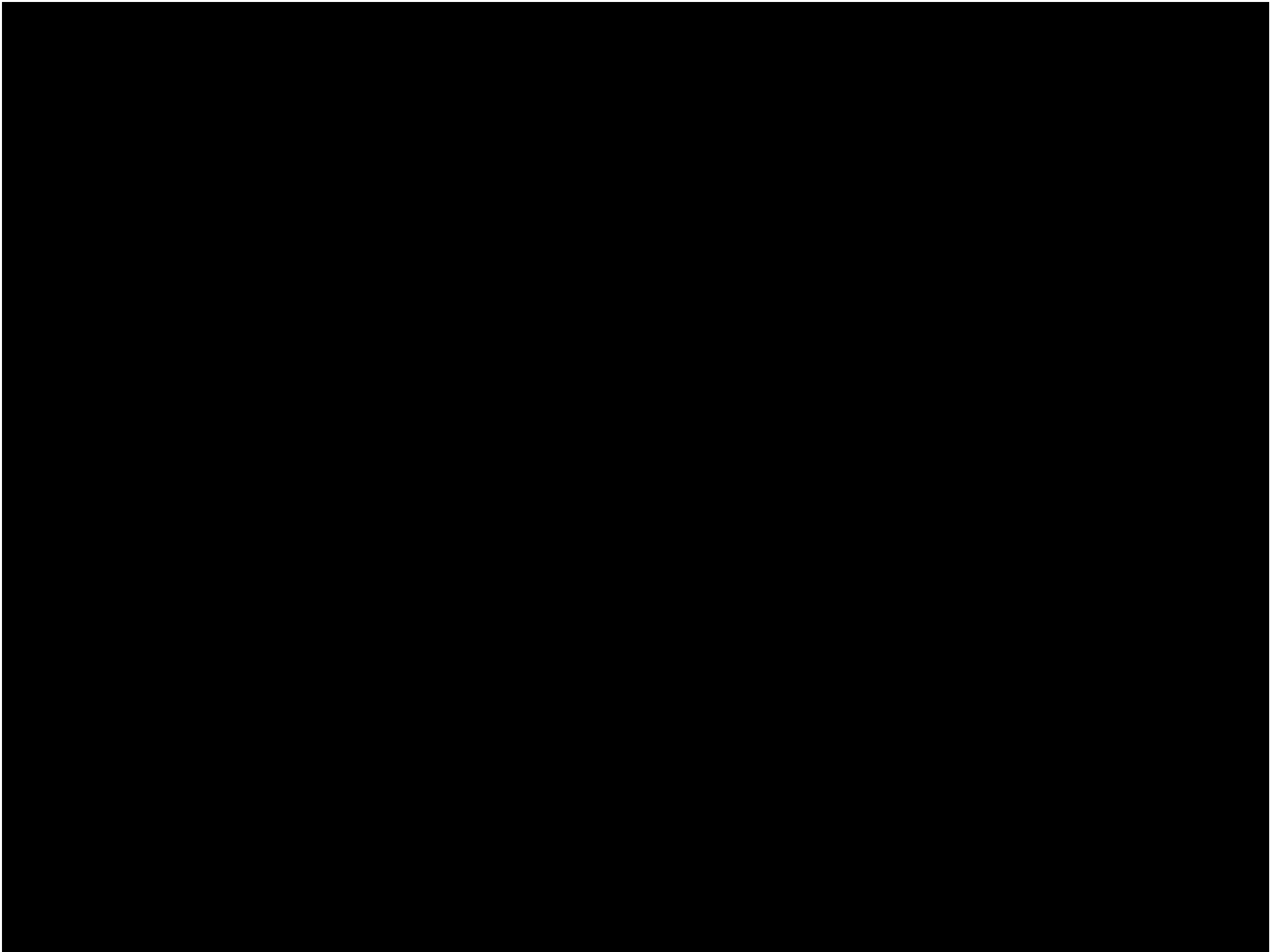


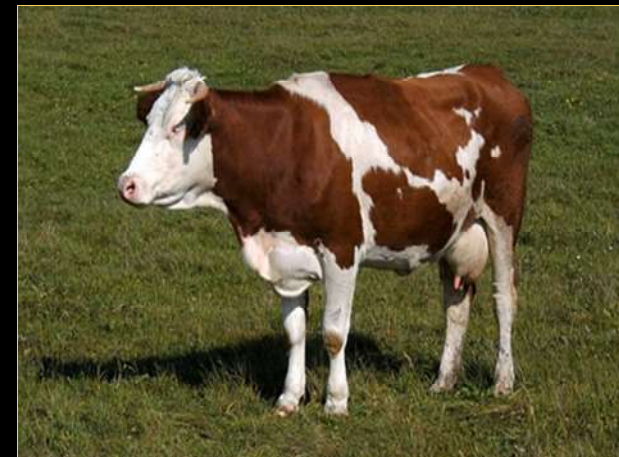
Fig. 1. Financial performance of organic compared with conventional crops and systems. Shown are the median log response-ratios (RR; \pm SE) for costs, gross returns, and benefit/cost (B/C) ratios (A), median Hedges *d* values (\pm SE) for net present values (B), and organic premiums awarded and breakeven premiums needed for organic net present values to match conventional net present values (C). In A and B, asterisks indicate significant differences from 0. Positive values indicate financial parameters were higher in organic agriculture compared with conventional agriculture.



Was heisst «die Welt ernähren»?



- Fast 10 Milliarden Menschen in 2050
- FAO: über 3000 kcal/cap/d
- Hohe Anteile (kraftfutterbasierter)
tierischer Produkte in der Ernährung



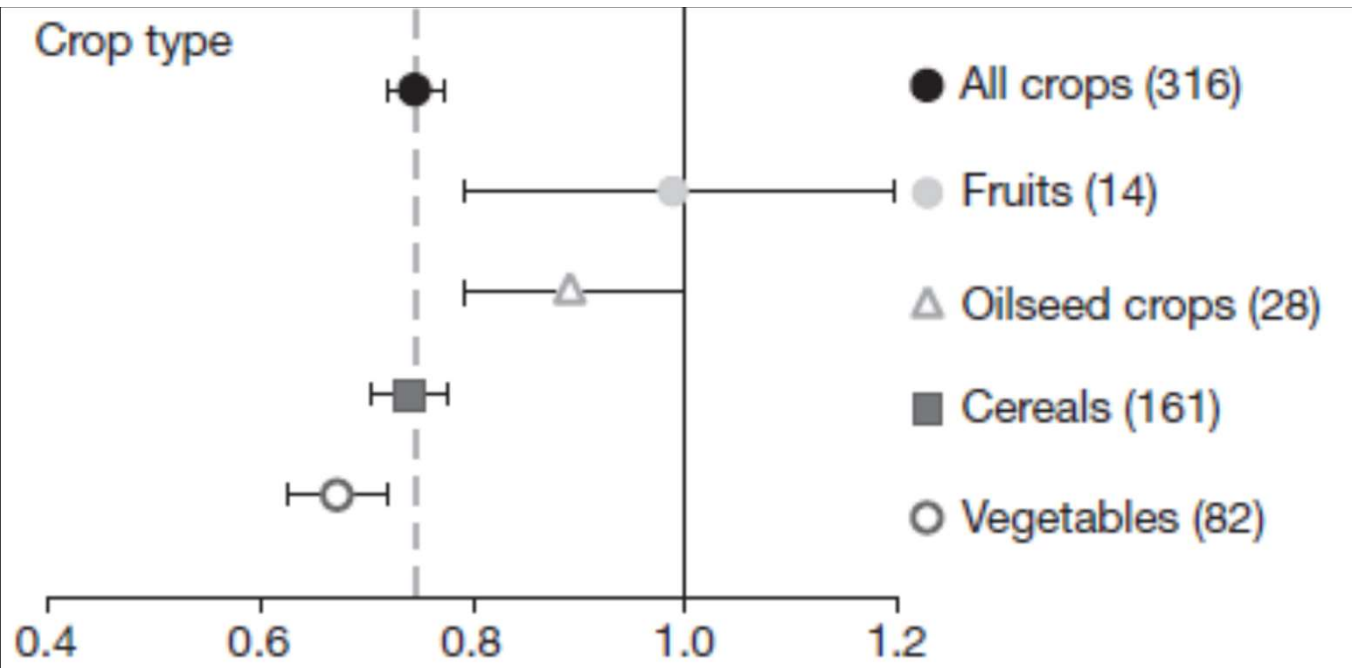
**Wie lautet die Antwort –
kann Bio die Welt ernähren oder nicht?**

Table 1. Average yield ratio (organic : non-organic) and standard error (S.E.) for ten individual food categories recognized by the FAO¹⁹ and three summary categories. Average yield ratio based on data from 91 studies (see Appendix 1 for data and sources). (A) All countries. (B) Developed countries. (C) Developing countries.

Food category	(A) World			(B) Developed countries			(C) Developing countries		
	<i>N</i>	Av.	S.E.	<i>N</i>	Av.	S.E.	<i>N</i>	Av.	S.E.
Grain products	171	1.312	0.06	69	0.928	0.02	102	1.573	0.09
Starchy roots	25	1.686	0.27	14	0.891	0.04	11	2.697	0.46
Sugars and sweeteners	2	1.005	0.02	2	1.005	0.02			
Legumes (pulses)	9	1.522	0.55	7	0.816	0.07	2	3.995	1.68
Oil crops and veg. oils	15	1.078	0.07	13	0.991	0.05	2	1.645	0.00
Vegetables	37	1.064	0.10	31	0.876	0.03	6	2.038	0.44
Fruits, excl. wine	7	2.080	0.43	2	0.955	0.04	5	2.530	0.46
All plant foods	266	1.325	0.05	138	0.914	0.02	128	1.736	0.09
Meat and offal	8	0.988	0.03	8	0.988	0.03			
Milk, excl. butter	18	1.434	0.24	13	0.949	0.04	5	2.694	0.57
Eggs	1	1.060		1	1.060				
All animal foods	27	1.288	0.16	22	0.968	0.02	5	2.694	0.57
All plant and animal foods	293	1.321	0.05	160	0.922	0.01	133	1.802	0.09

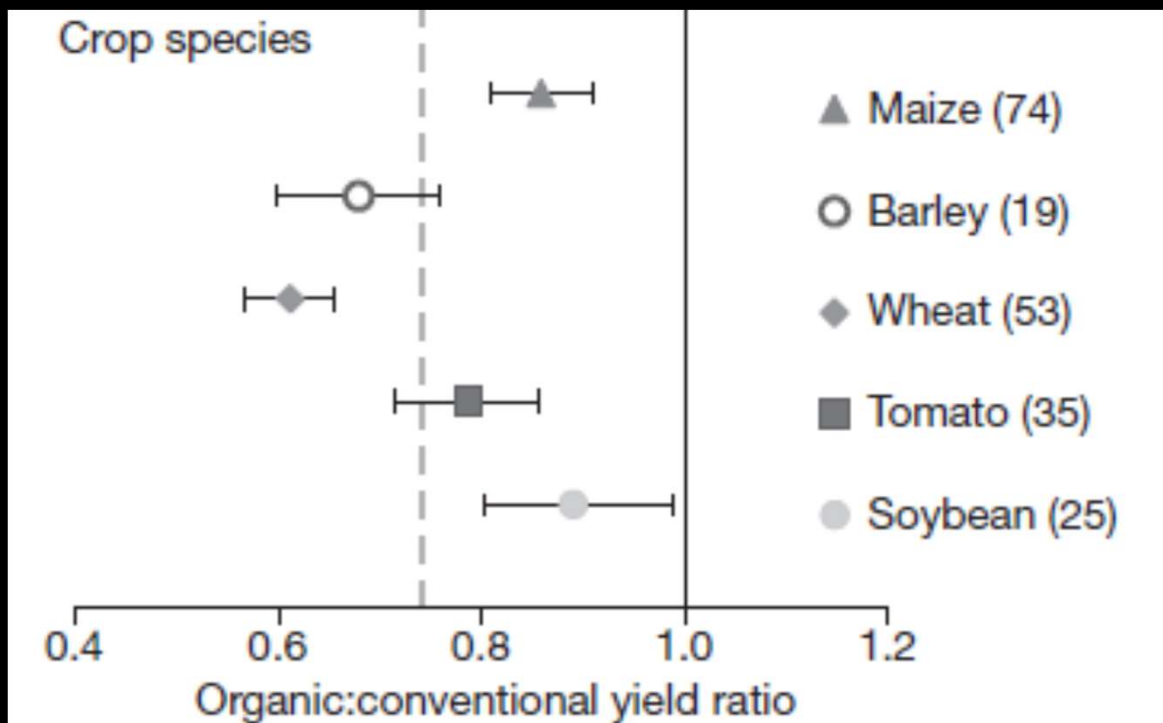
Erträge

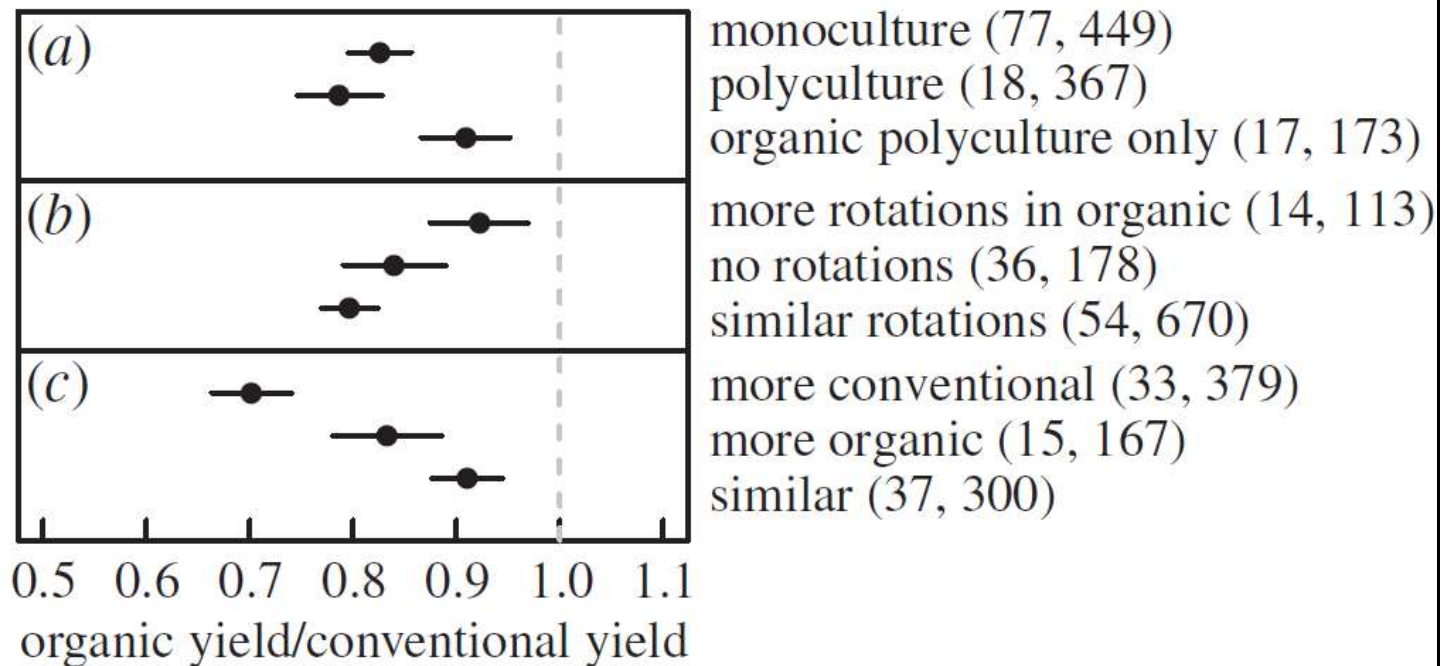
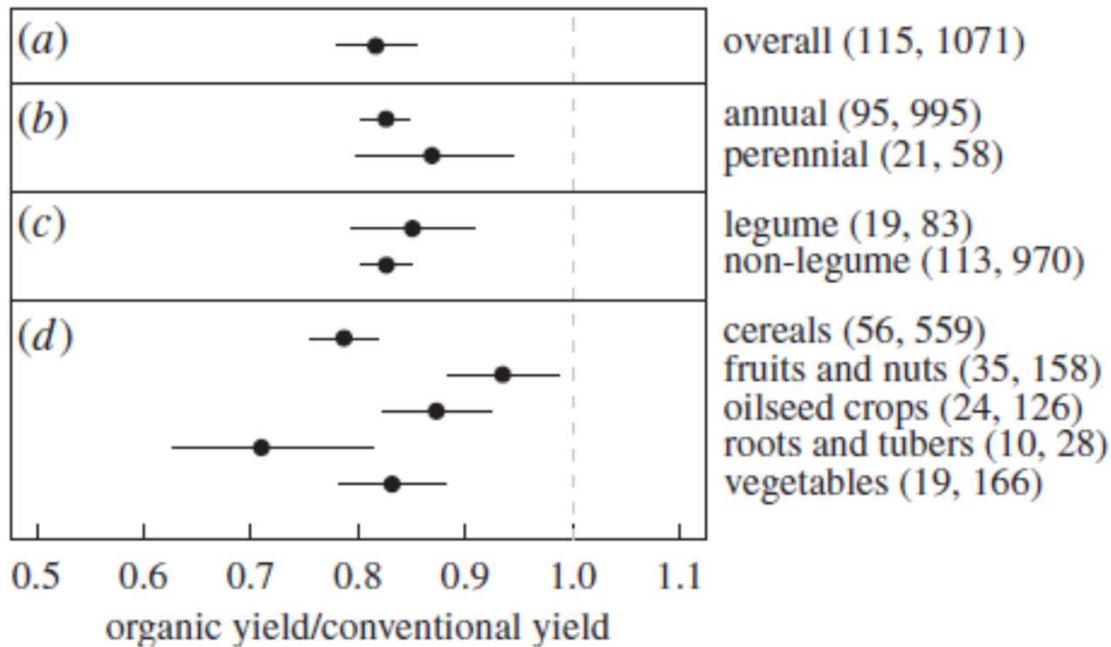
Crop type



Erträge

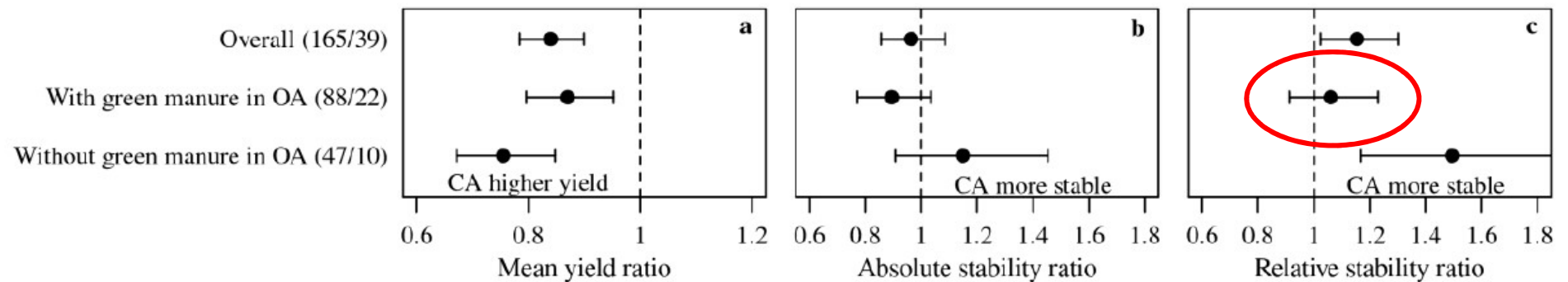
Crop species





Erträge

Ertragsstabilität



Mangelnde Diversität im Biolandbau?

Vgl. z.B. grossflächiger Anbau in Osteuropa

Bio-Fruchtfolgen

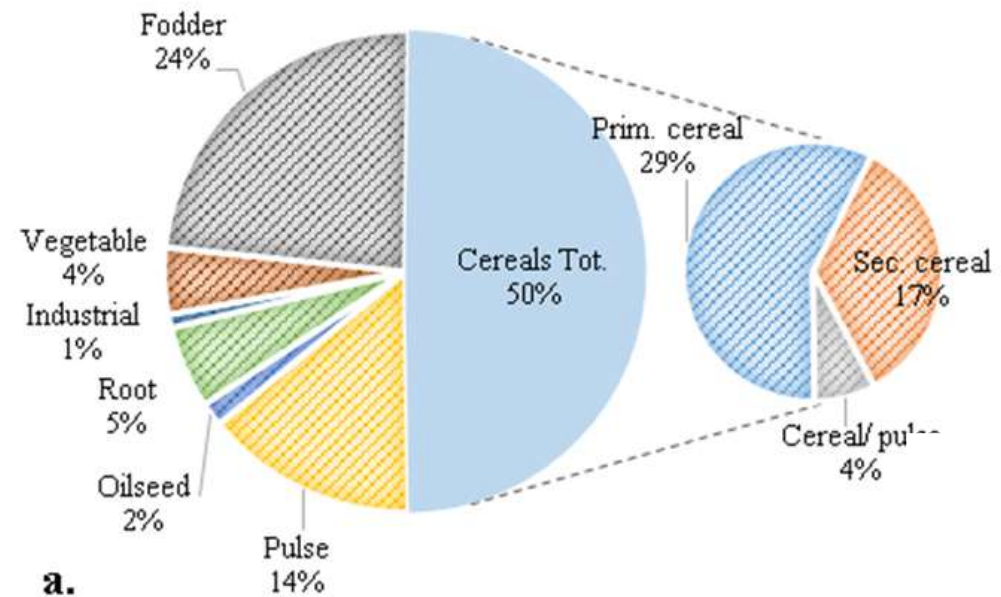
Mindestens 16% Futterleguminosen, 30% Hauptleguminosenkulturen

- **N-Versorgung**, Unkrautregulierung, Humusaufbau

Nicht mehr als 60% Getreide in der Fruchtfolge

Vermeide «Leguminosenmüdigkeit»

Nutze Diversität



Können die Erträge weiter wachsen?

- ▶ In grossen Teilen der Welt und für viele Kulturen würde die vorhandene Genetik bei besserer Bestandesführung viel höhere Erträge erlauben („yield gap“).
- ▶ Sowohl züchterischer (Ertragspotenzial) als auch agronomischer (realisierter Ertrag) Fortschritt ist noch möglich
- + ▶ In einigen Regionen sind die Grenzen der Produktionsintensität aber bereits überschritten
- ▶ Aber...
 - Wird wohl kaum reichen, um Nahrungsmittelbedarf von 9 Mrd Menschen zu stillen
 - Nichtagronomische Handlungsoptionen
 - Ernährungsgewohnheiten „Suffizienz“
 - Food Waste
 - ...

Systemischer Zugang

- Inputs:**
- Grasslands
 - Other roughage
 - Concentrates
 - Electricity, fuels
 - Buildings, infrastructure
 - Water
 - ...

- Emissions from manure management: CH₄, N and N₂O (direct and indirect: NO₃, NH₃)
- CH₄-Emissions from enteric fermentation
- Emissions from inputs

- Outputs:**
- Meat, milk, eggs
 - Wool, skins, hides
 - Bones, waste
 - Manure



Animal production

- Production systems
- Other characteristics

- Herd structure
- Animal sourced feed

- Grass
- Other roughage
- Concentrates
- By-products

- Manure

- Residues, compost, etc.



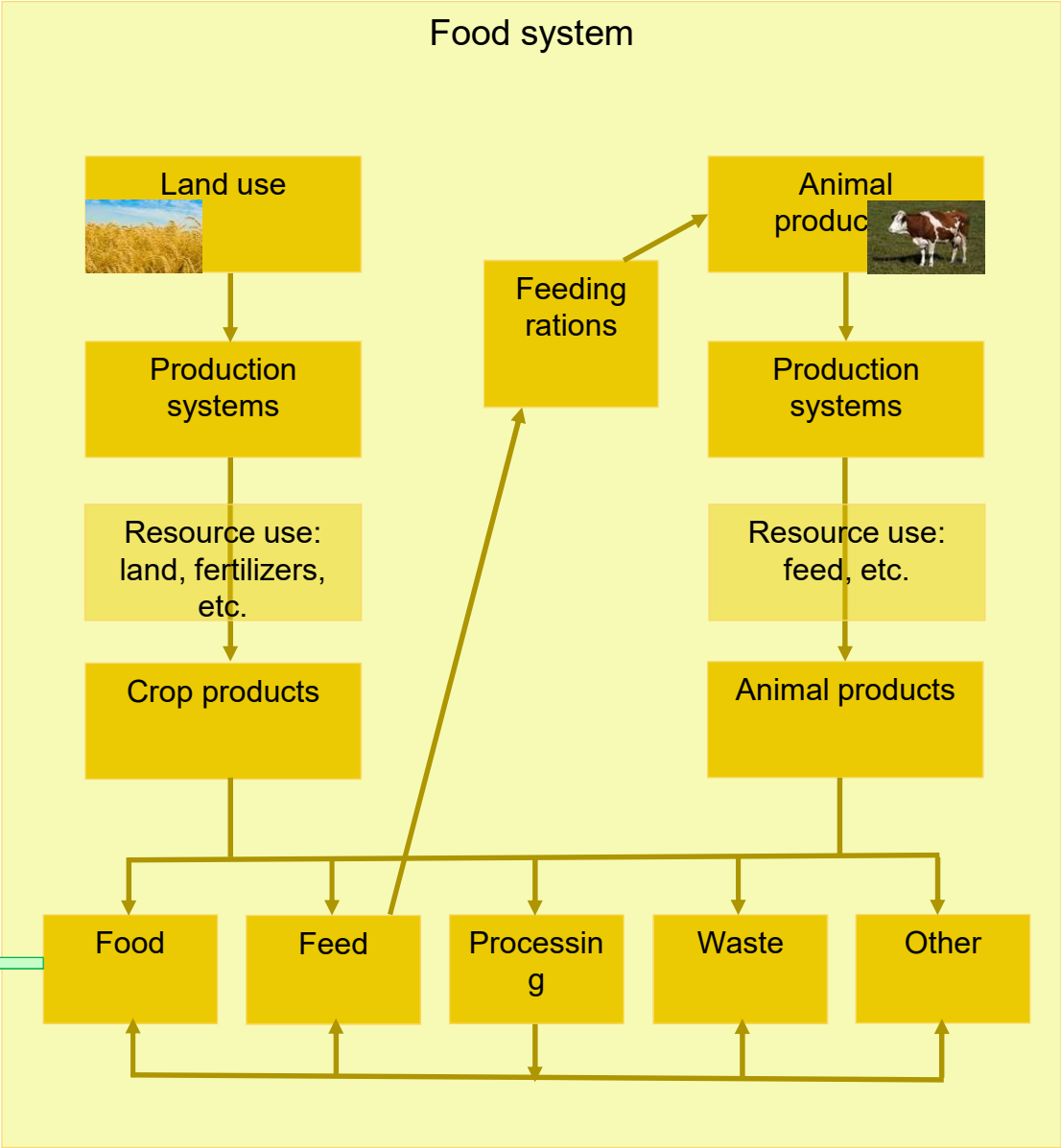
Land use

- Production systems
- Other characteristics

- Outputs:**
- Yields
 - Residues

- Emissions from fertilizer application: N and N₂O (direct and indirect: NO₃, NH₃)
- CH₄-Emissions from rice
- Emissions from inputs

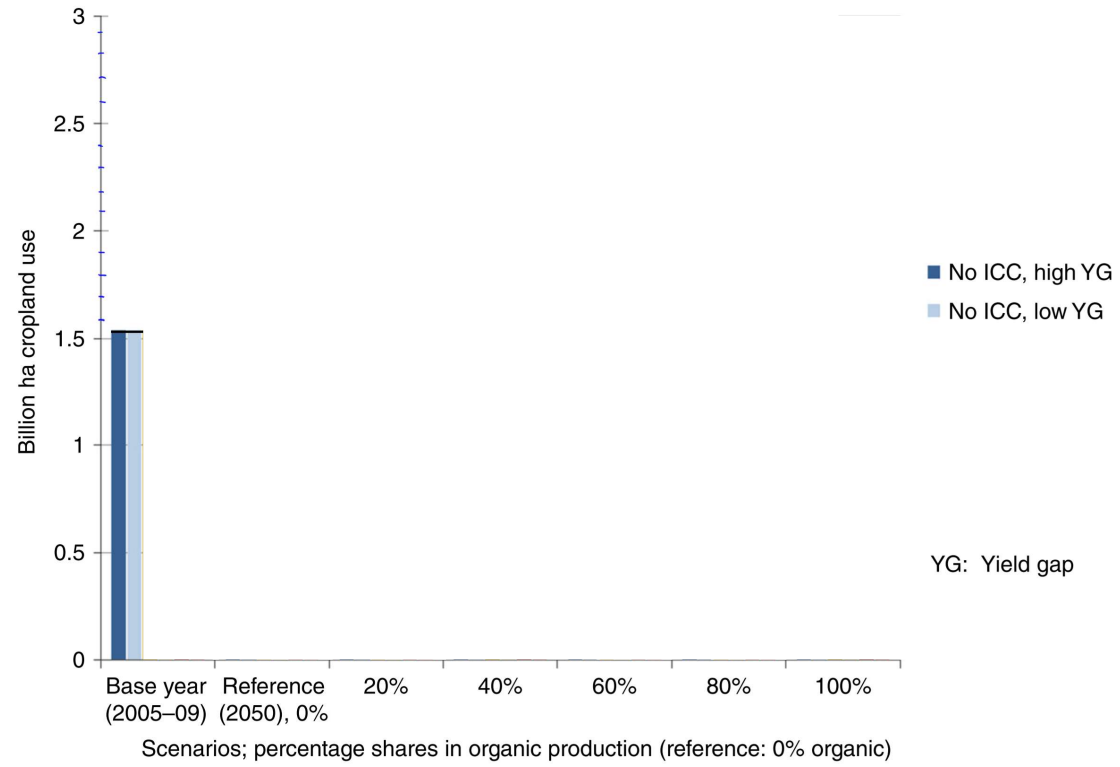
- Inputs:**
- Mineral fertilizers
 - N-fixation
 - N-deposition
 - Seeds
 - Plant protection
 - Water
 - Electricity, fuels
 - Buildings, infrastructure

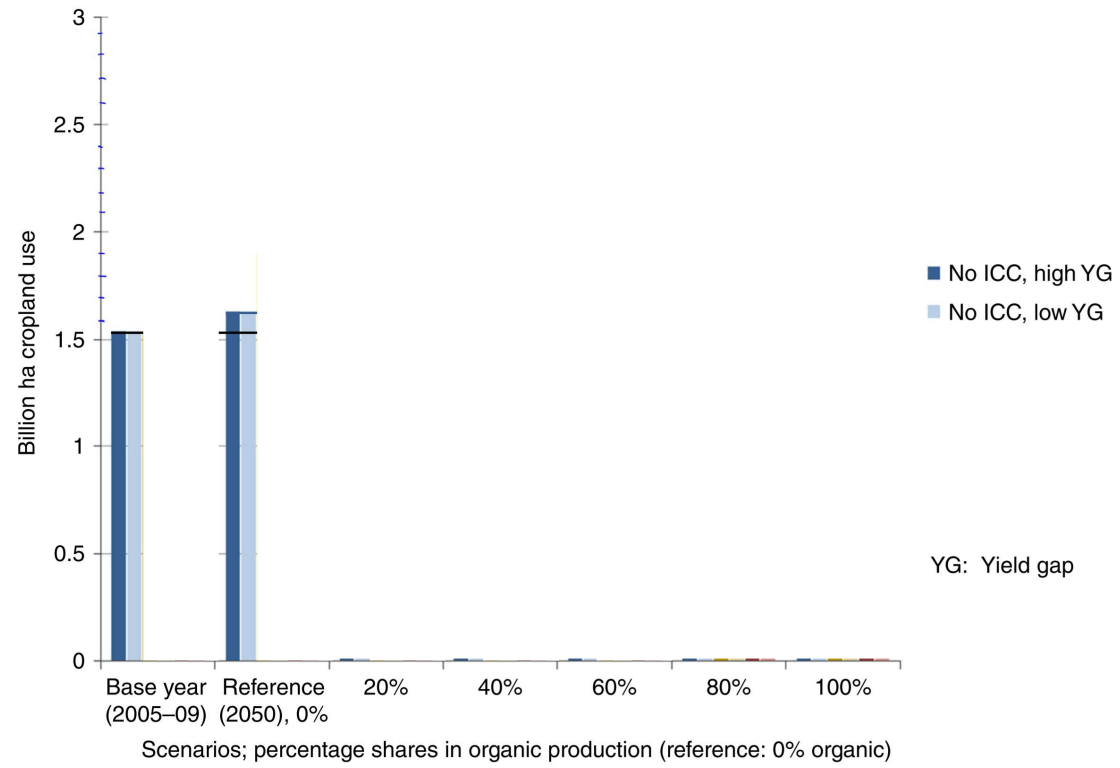


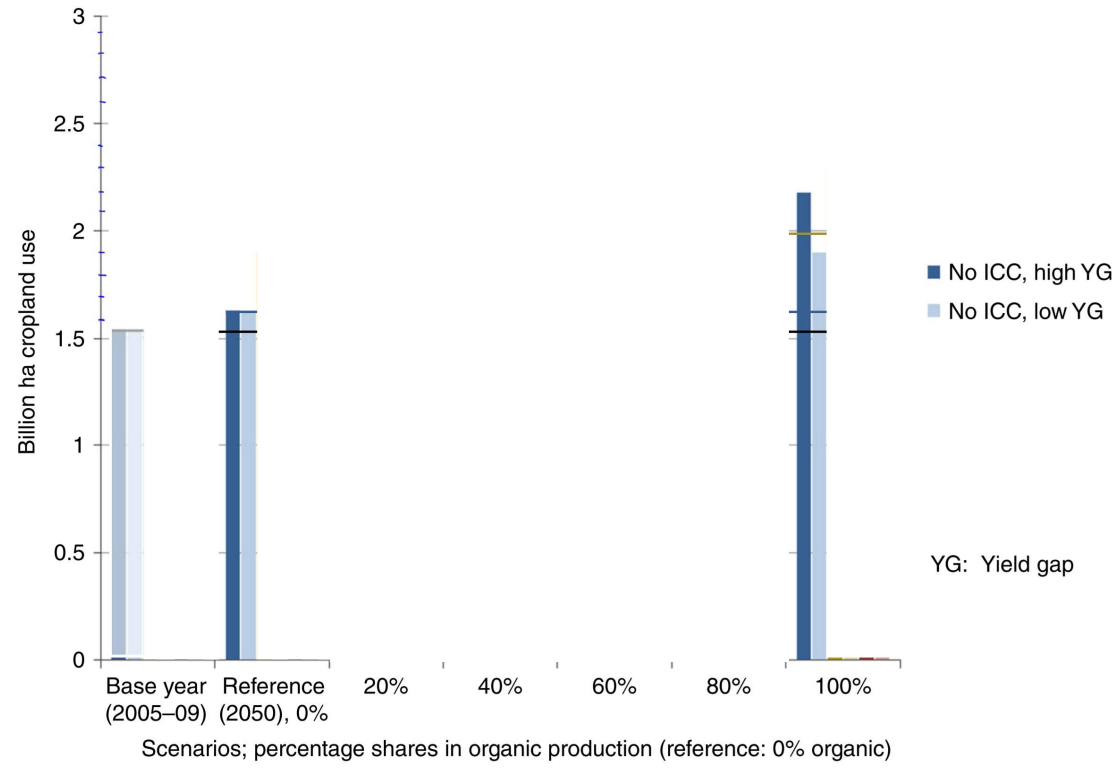
- Environmental impacts:**
- Energy (CED)
 - GHGs
 - N-Eutrophication
 - P-Eutrophication
 - Area use
 - Deforestation pressure
 - Soil erosion
 - Toxicity

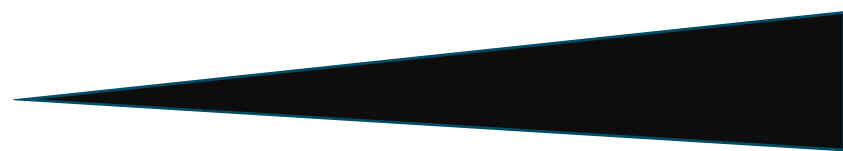
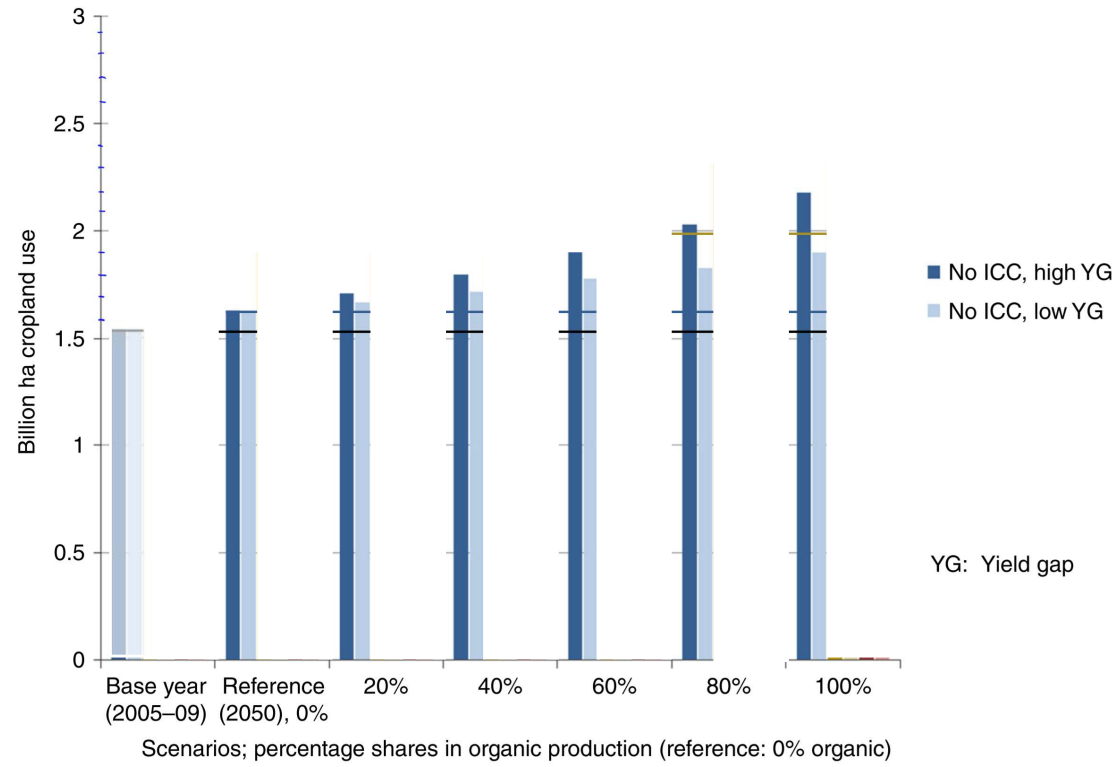
- Food availability:**
- Calories
 - Protein
 - Etc.

Resultate der Modellierungen

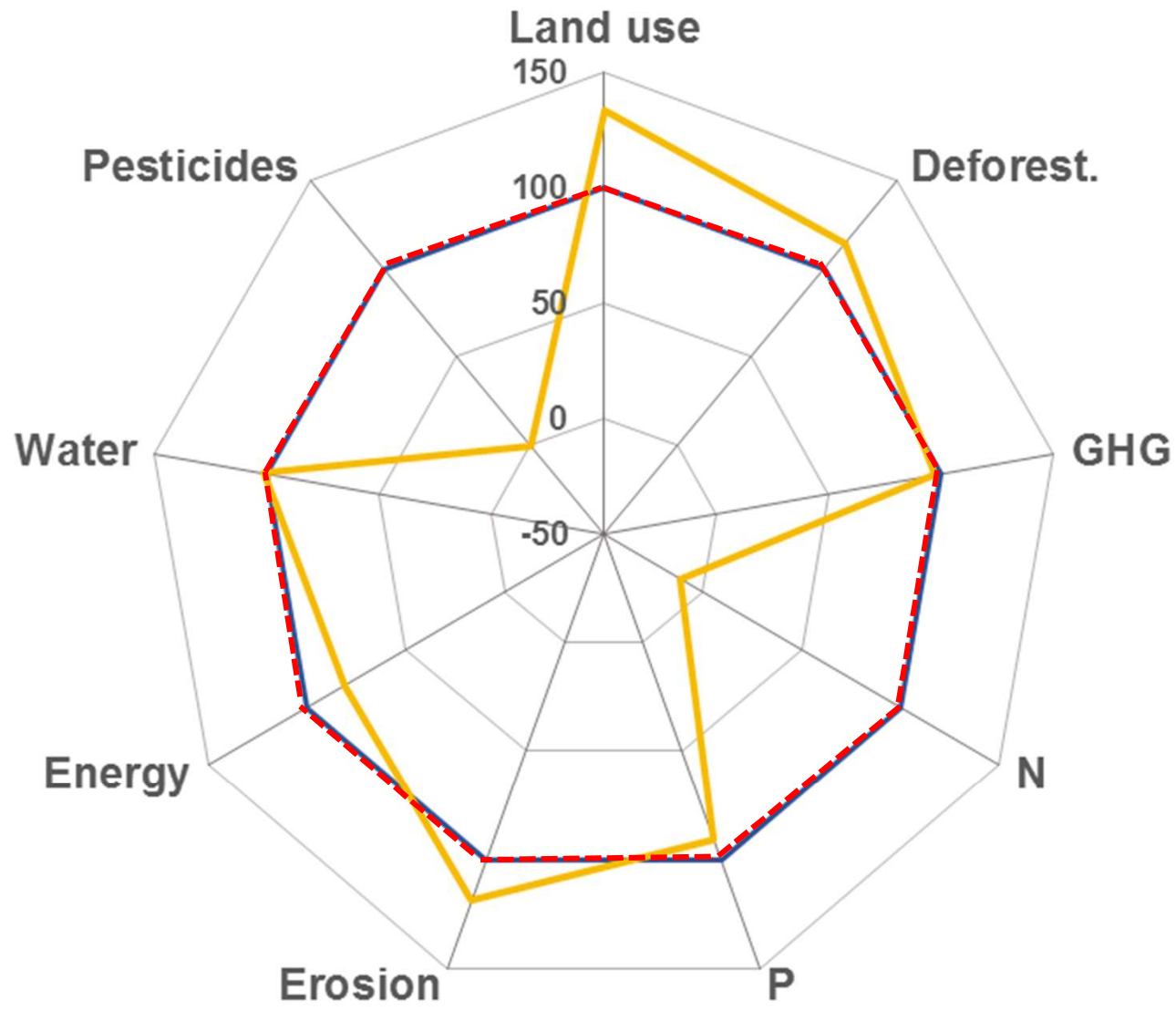








Weitere Umweltindikatoren neben Landverbrauch

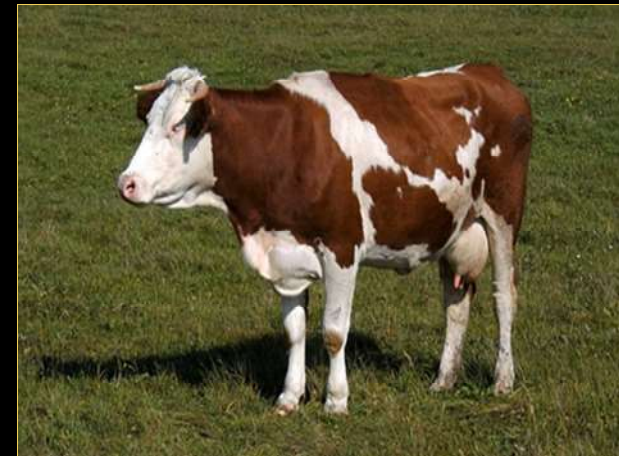


— Reference: 0% organic — 100% organic

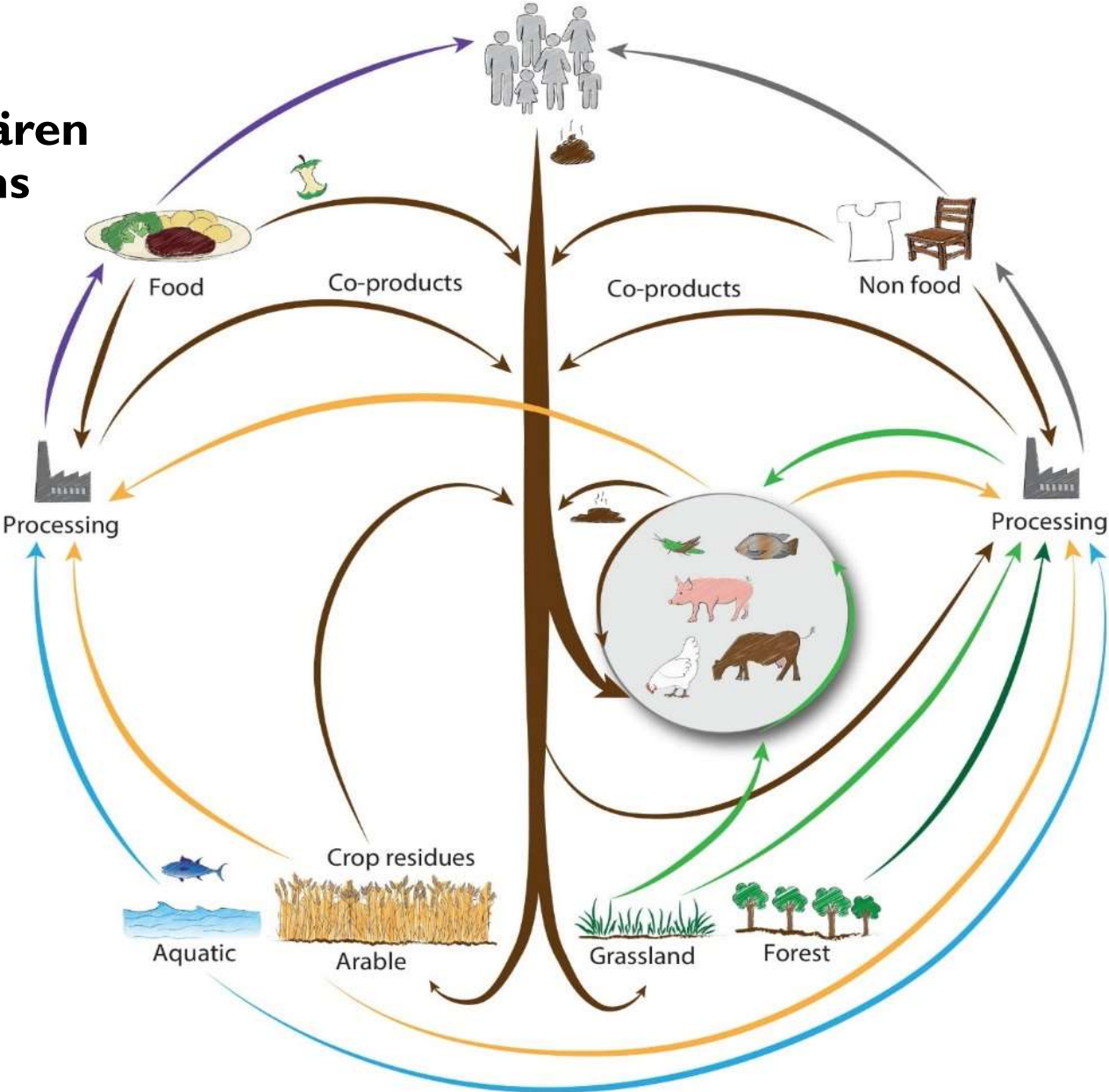
Was heisst «die Welt ernähren»?



- Fast 10 Milliarden Menschen in 2050
- FAO: über 3000 kcal/cap/d
- Hohe Anteile (kraftfutterbasierter)
tierischer Produkte in der Ernährung



Vision eines zirkulären Ernährungssystems





% Reduction in
food-competing feed

0

50

100

% Organic

0

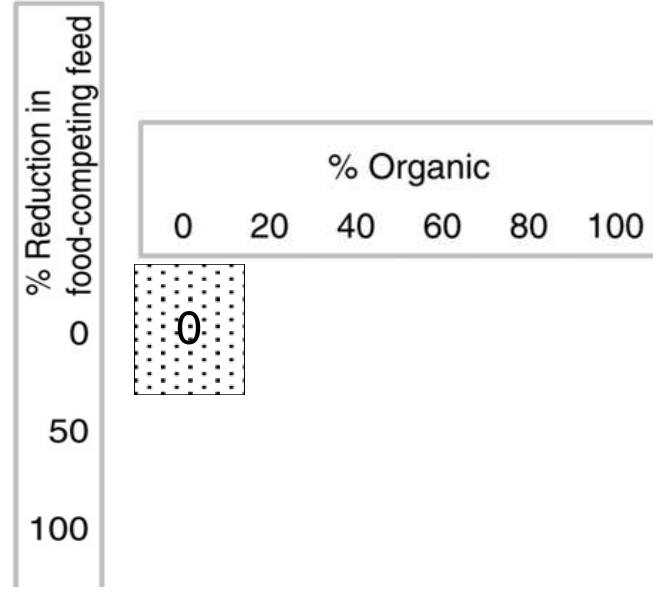
20

40

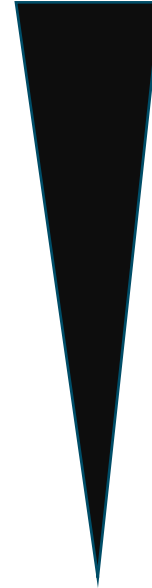
60

80

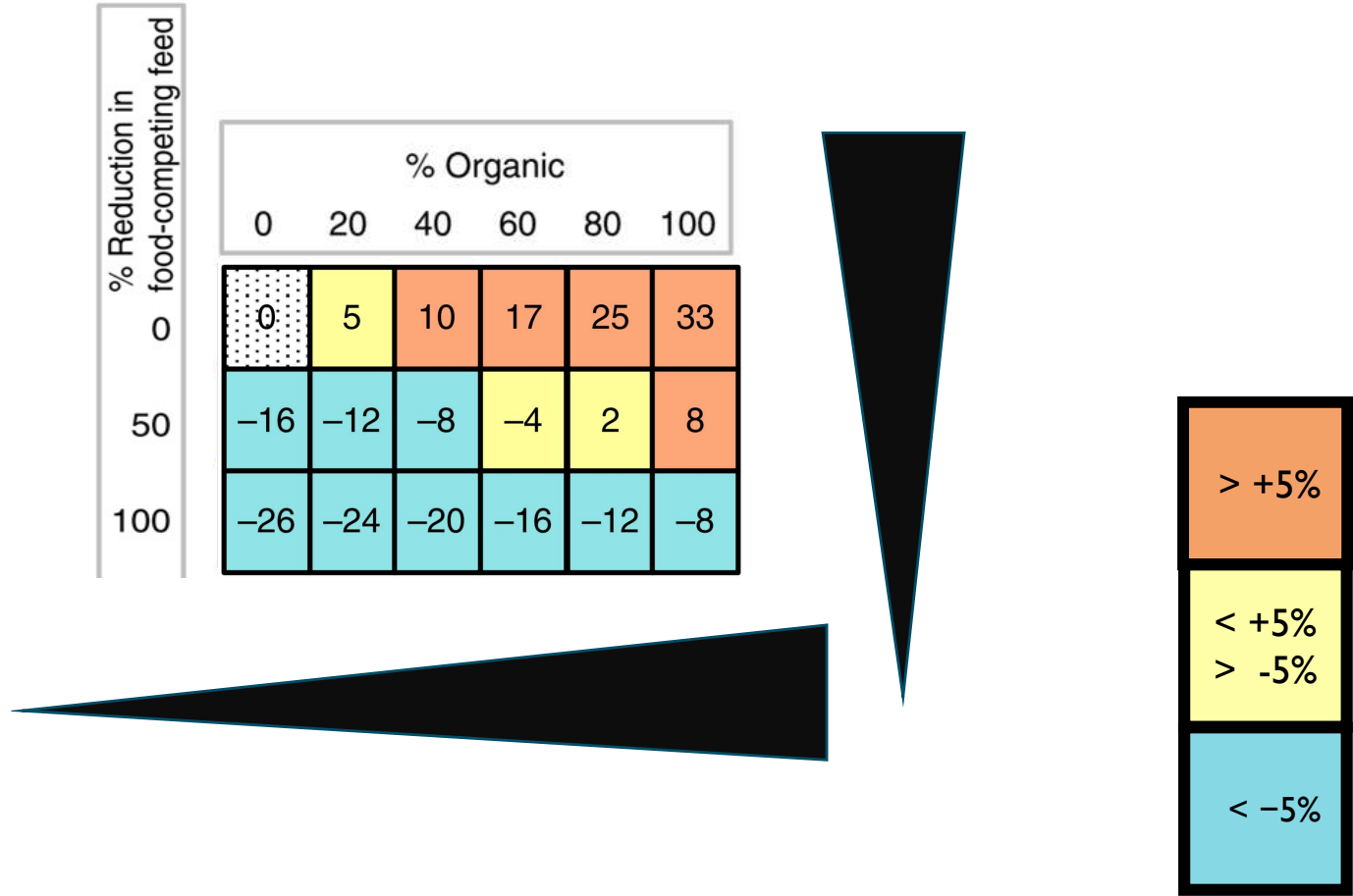
100



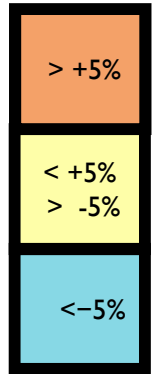
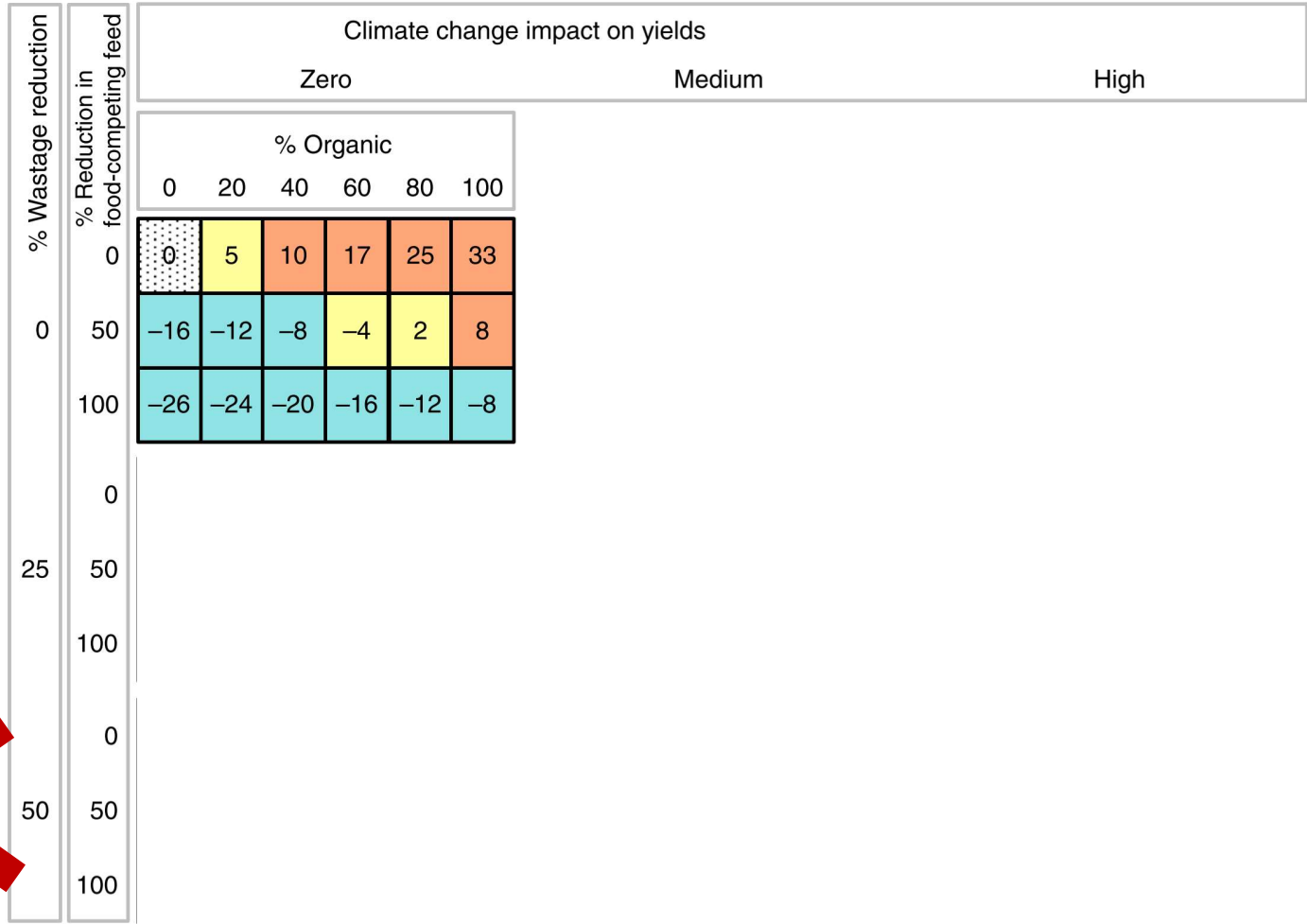
% Reduction in food-competing feed	% Organic					
	0	20	40	60	80	100
0	0	5	10	17	25	33
50	-16	-12	-8	-4	2	8
100	-26	-24	-20	-16	-12	-8

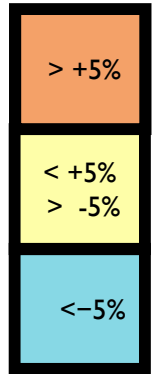
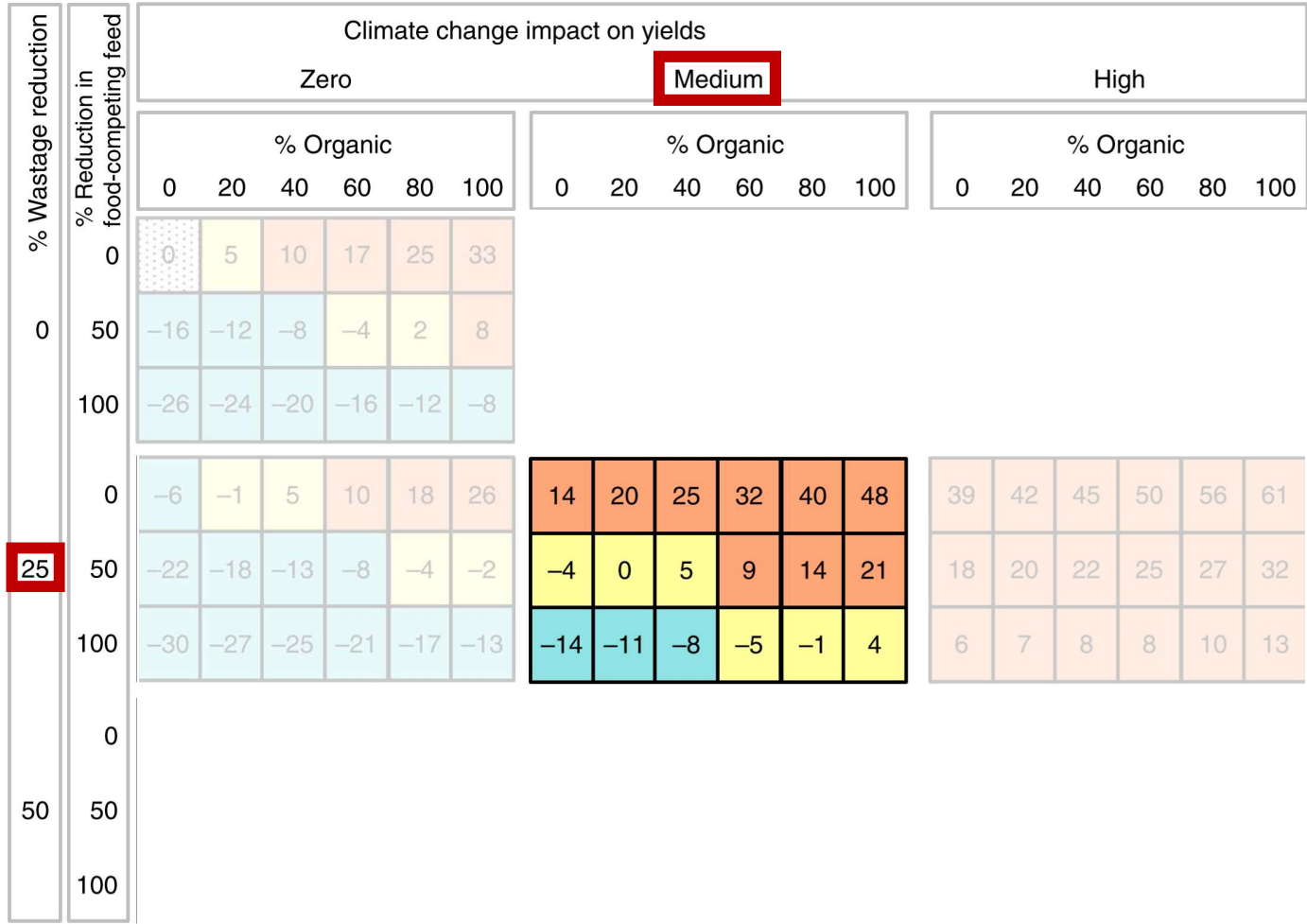


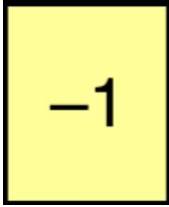
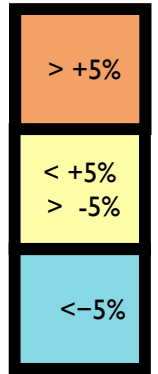
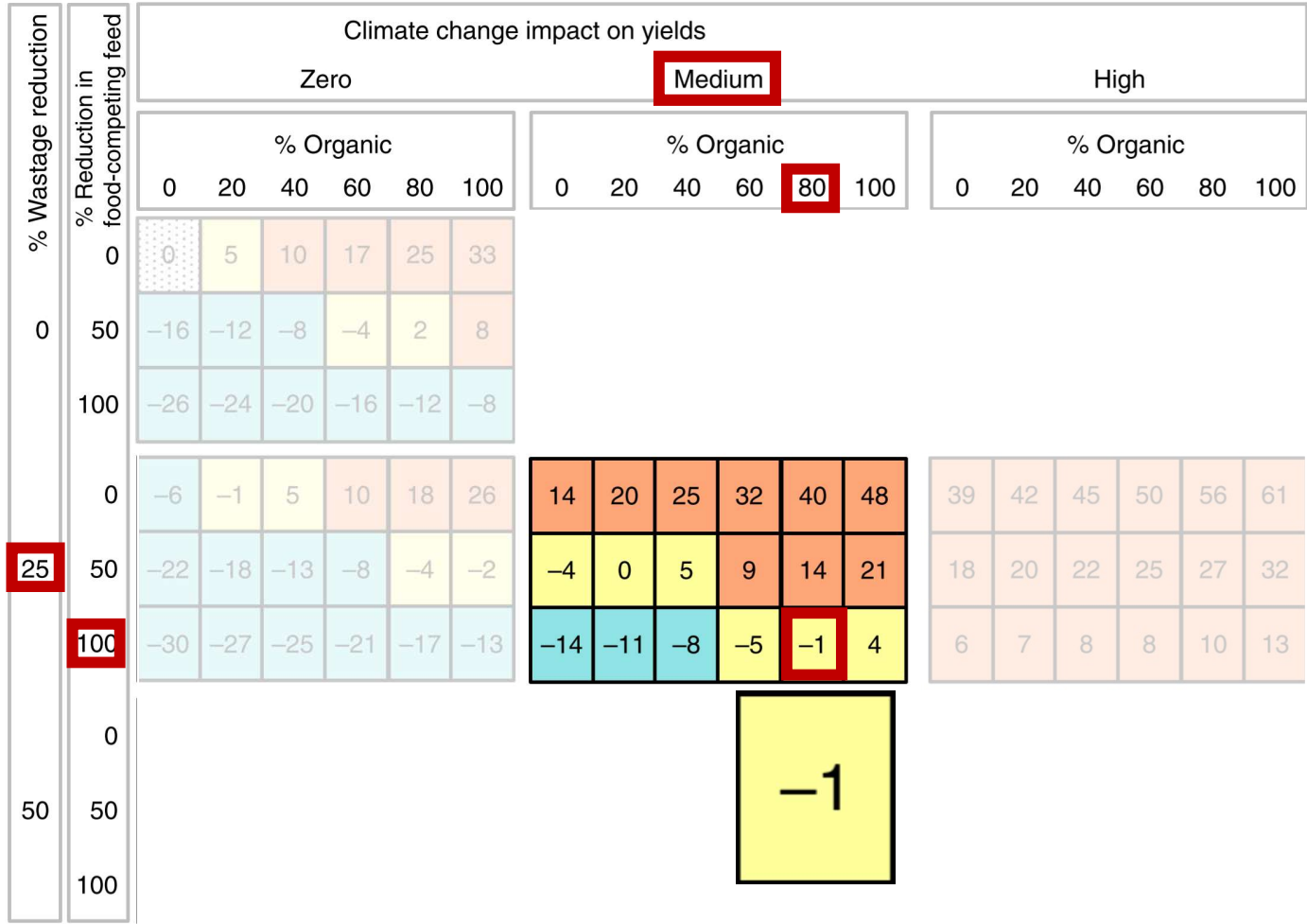
> +5%
< +5% > -5%
< -5%

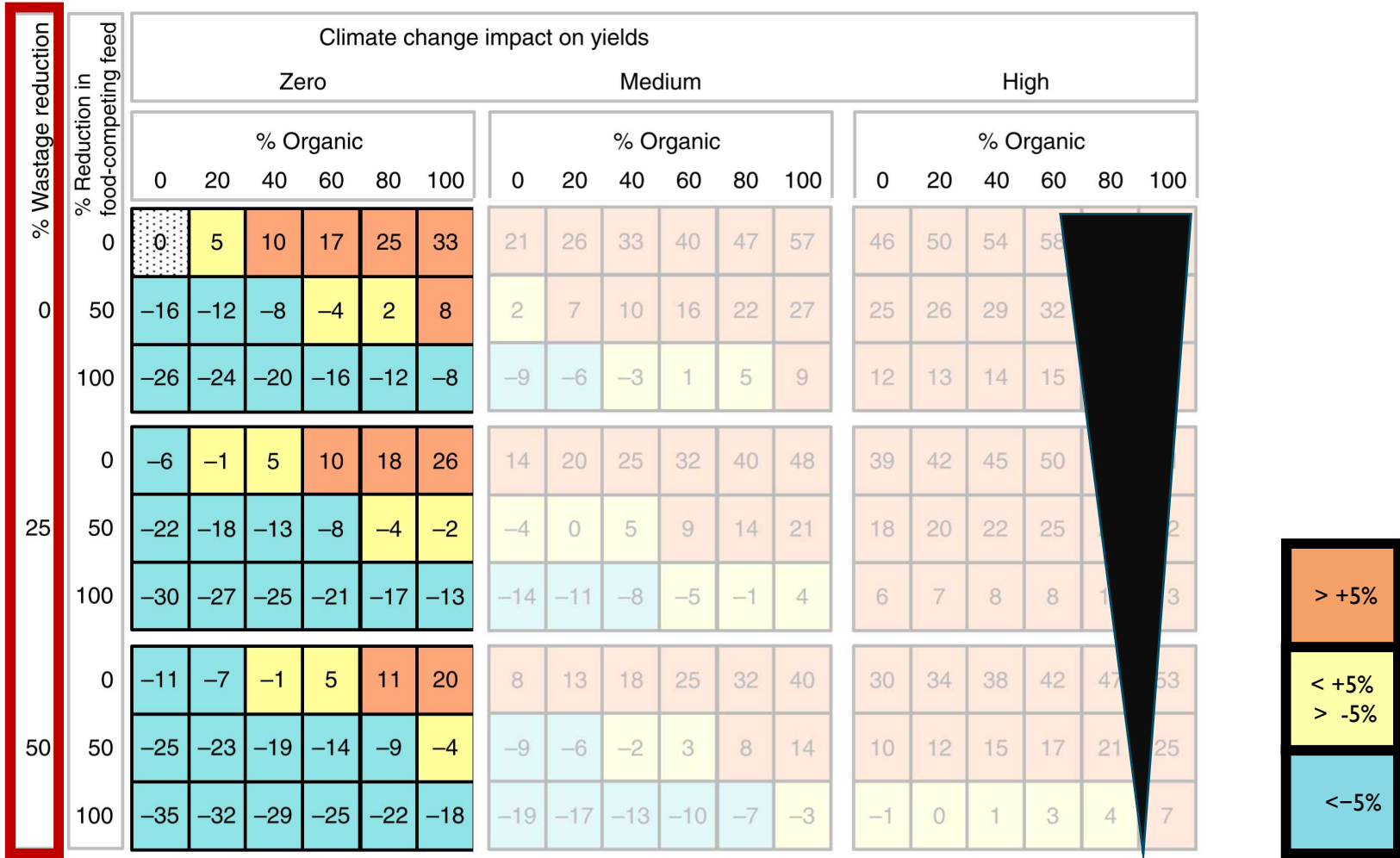


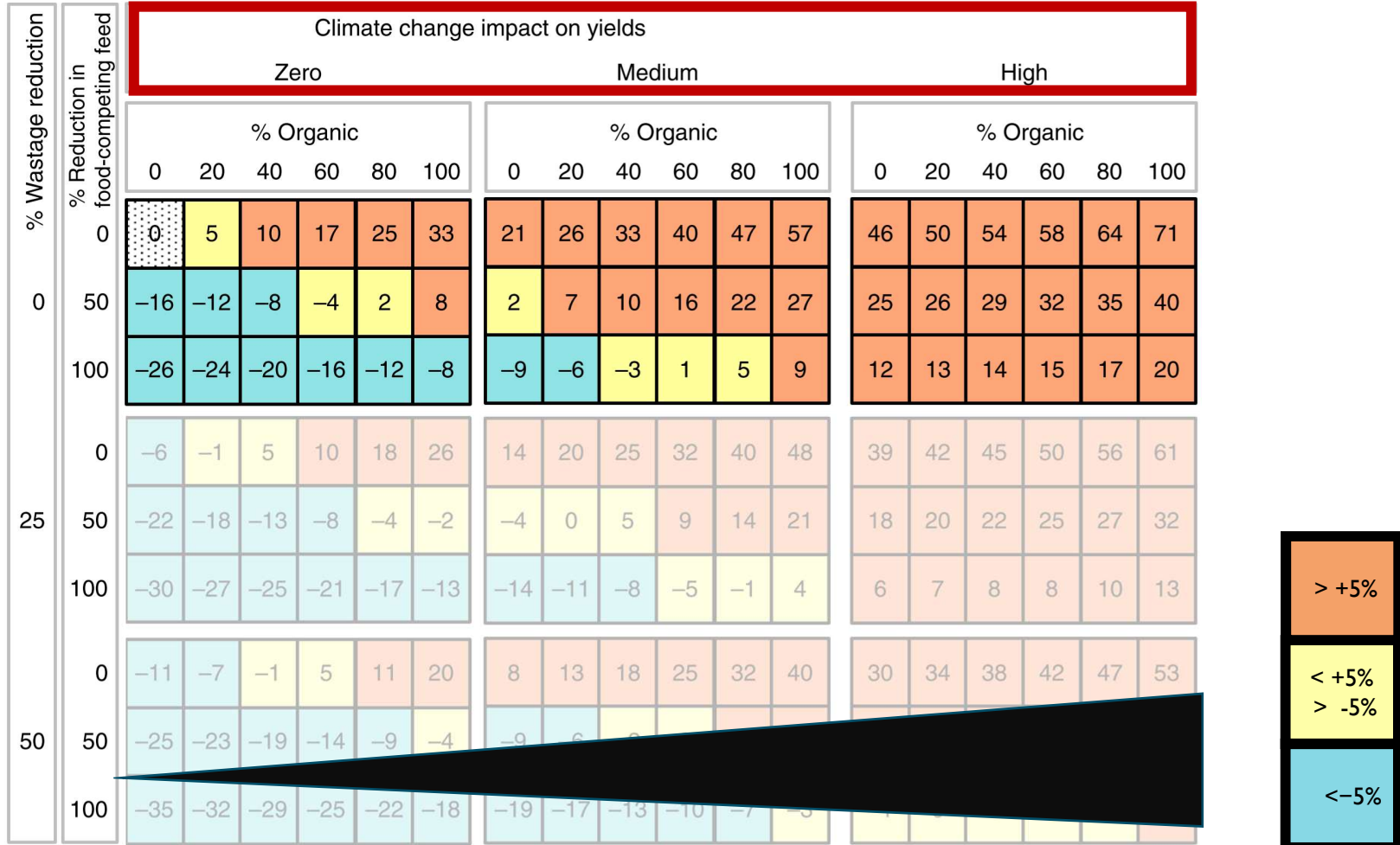
Muller et al. 2017; Courtesy: R. Zürcher



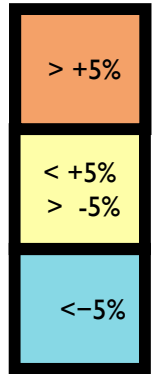








		Climate change impact on yields																		
		Zero						Medium						High						
		% Organic						% Organic						% Organic						
		0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	
0	% Wastage reduction	0	5	10	17	25	33	21	26	33	40	47	57	46	50	54	58	64	71	
	% Reduction in food-competing feed	50	-16	-12	-8	-4	2	8	2	7	10	16	22	27	25	26	29	32	35	40
	100	-26	-24	-20	-16	-12	-8	-9	-6	-3	1	5	9	12	13	14	15	17	20	
25	% Wastage reduction	0	-6	-1	5	10	18	26	14	20	25	32	40	48	39	42	45	50	56	61
	% Reduction in food-competing feed	50	-22	-18	-13	-8	-4	-2	-4	0	5	9	14	21	18	20	22	25	27	32
	100	-30	-27	-25	-21	-17	-13	-14	-11	-8	-5	-1	4	6	7	8	8	10	13	
50	% Wastage reduction	0	-11	-7	-1	5	11	20	8	13	18	25	32	40	30	34	38	42	47	53
	% Reduction in food-competing feed	50	-25	-23	-19	-14	-9	-4	-9	-6	-2	3	8	14	10	12	15	17	21	25
	100	-35	-32	-29	-25	-22	-18	-19	-17	-13	-10	-7	-3	-1	0	1	3	4	7	

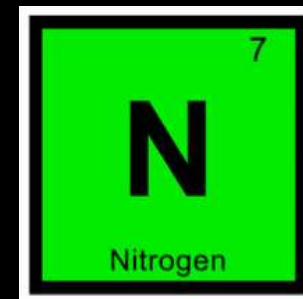


Nährstoffversorgung

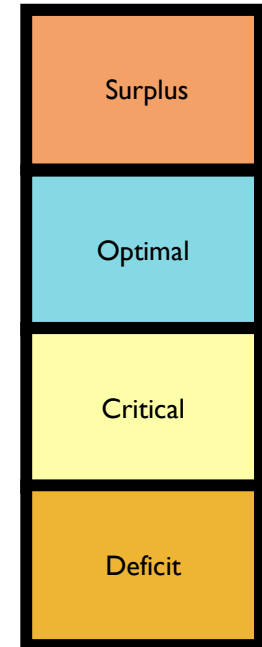
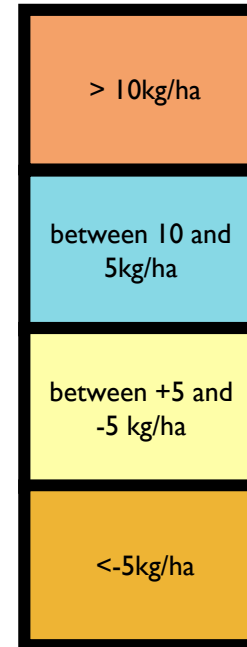
Nährstoffversorgung:

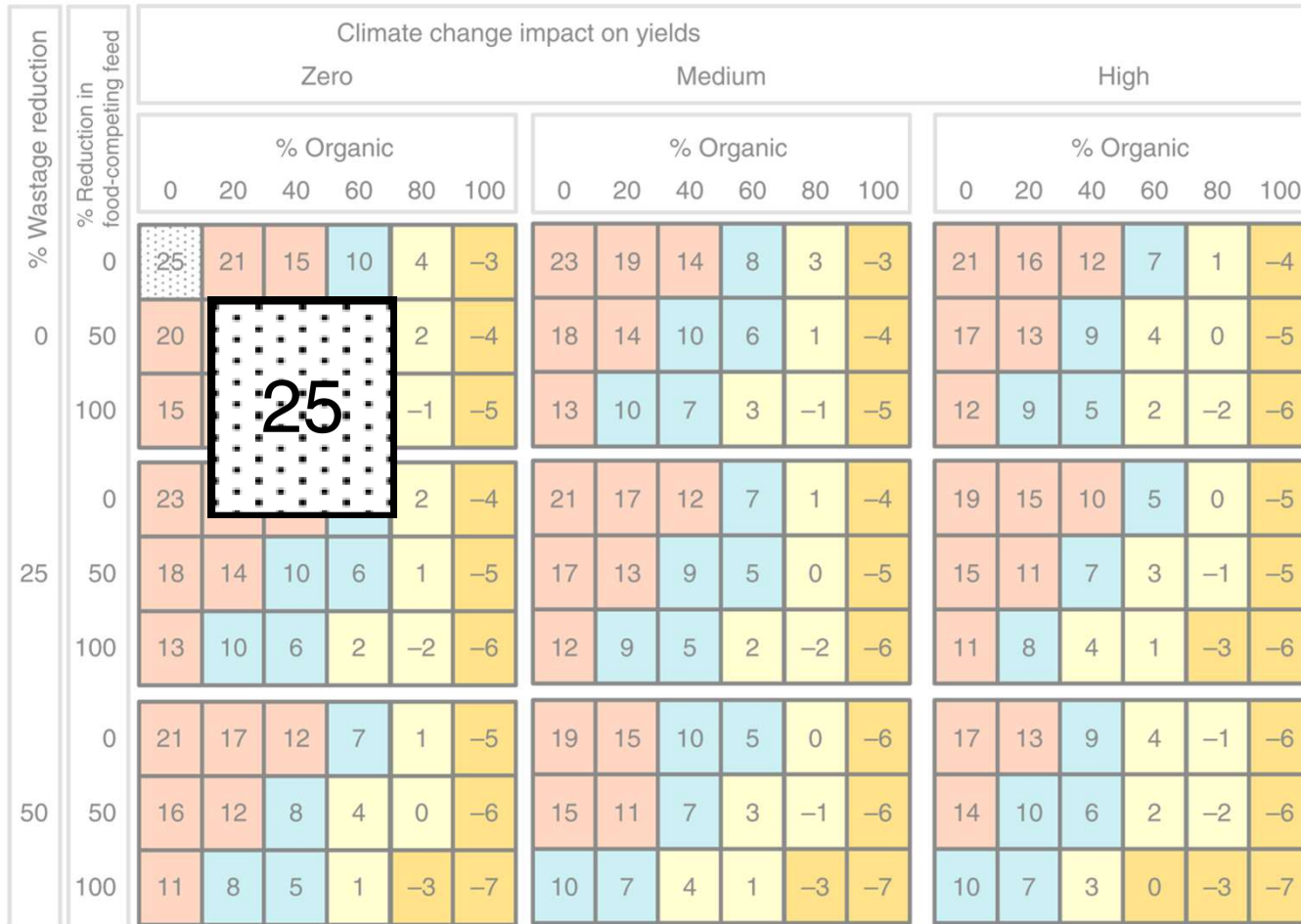
Nicht nur die Produkte, sondern auch der Dünger wird auf den Flächen produziert.

Es ist eine Herausforderung, eine genügende Nährstoffversorgung zu gewährleisten – primär N und P

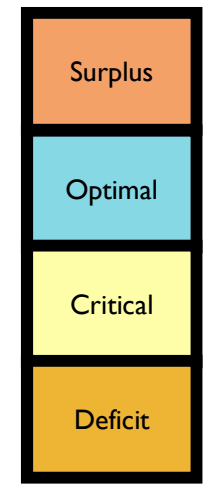


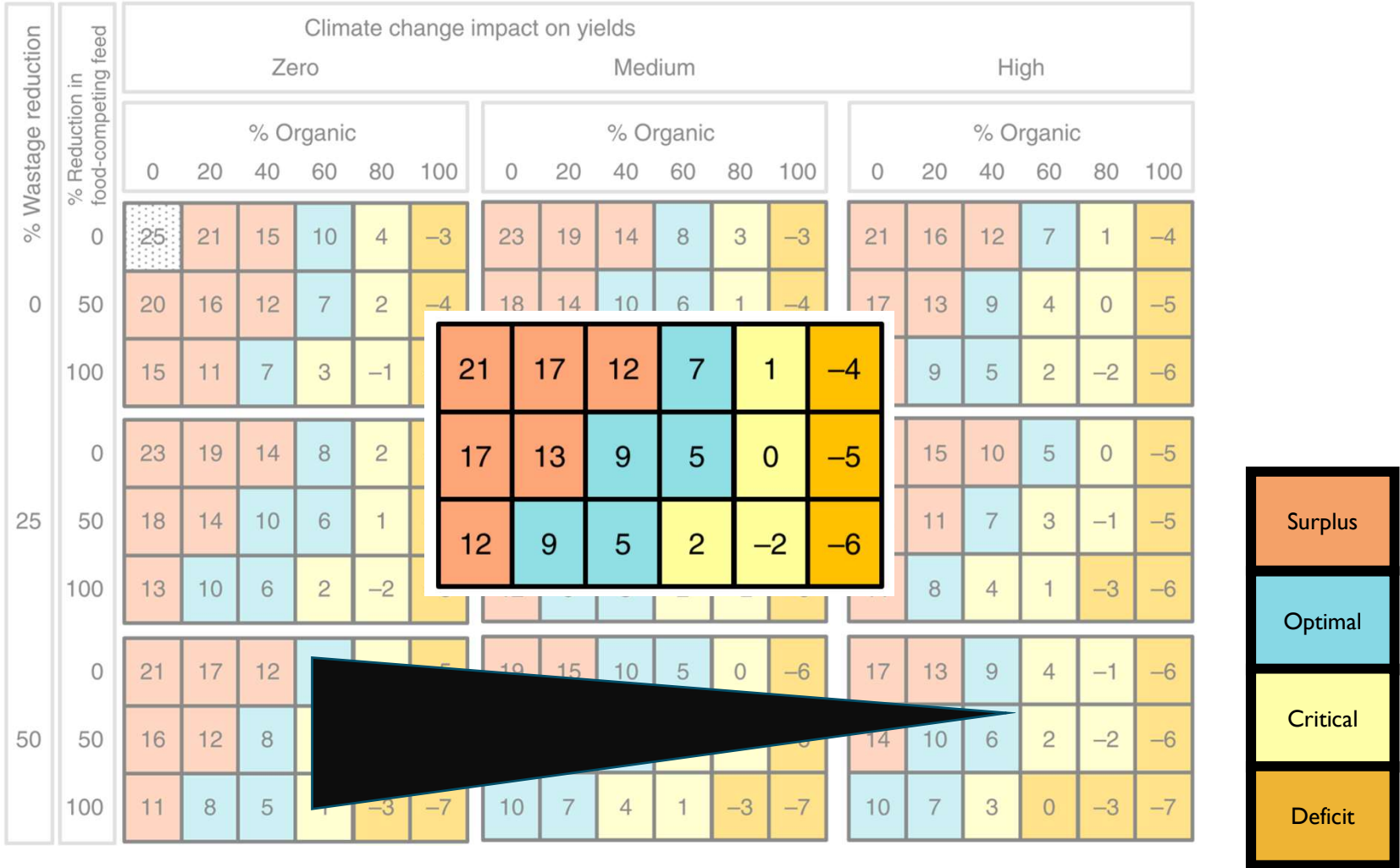
		Climate change impact on yields																	
		Zero						Medium						High					
		% Organic						% Organic						% Organic					
		0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100
0	% Wastage reduction	25	21	15	10	4	-3	23	19	14	8	3	-3	21	16	12	7	1	-4
	% Reduction in food-competing feed	20	16	12	7	2	-4	18	14	10	6	1	-4	17	13	9	4	0	-5
		15	11	7	3	-1	-5	13	10	7	3	-1	-5	12	9	5	2	-2	-6
25	% Wastage reduction	23	19	14	8	2	-4	21	17	12	7	1	-4	19	15	10	5	0	-5
	% Reduction in food-competing feed	18	14	10	6	1	-5	17	13	9	5	0	-5	15	11	7	3	-1	-5
		13	10	6	2	-2	-6	12	9	5	2	-2	-6	11	8	4	1	-3	-6
50	% Wastage reduction	21	17	12	7	1	-5	19	15	10	5	0	-6	17	13	9	4	-1	-6
	% Reduction in food-competing feed	16	12	8	4	0	-6	15	11	7	3	-1	-6	14	10	6	2	-2	-6
		11	8	5	1	-3	-7	10	7	4	1	-3	-7	10	7	3	0	-3	-7





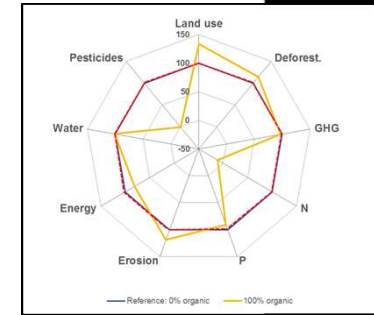
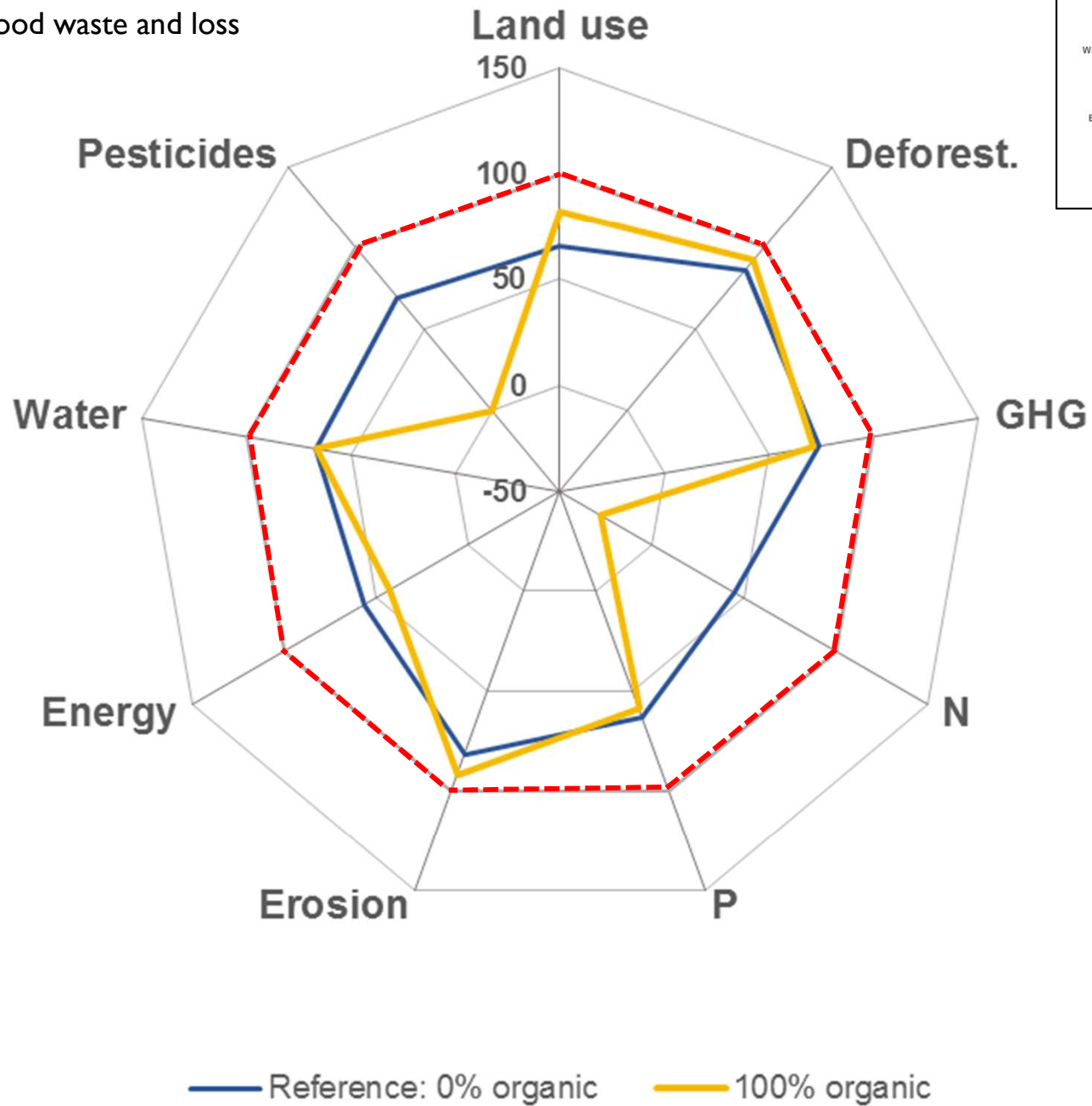
25





Weitere Umweltindikatoren neben Landverbrauch und N-Überschüssen

100% food competing feed
reduction
50% less food waste and loss



**Es geht nicht primär darum, auf 100% Bio umzustellen
– die Kombination verschiedener Strategien ist
vielversprechend und nötig**



% Wastage reduction % Reduction in food-competing feed		Climate change impact on yields																	
		Zero					Medium					High							
		% Organic					% Organic					% Organic							
		0	20	40	60	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	
0	0	5	10	17	25	33	21	26	33	40	47	57	46	50	54	58	64	71	
	50	-16	-12	-8	-4	2	8	2	7	10	16	22	27	25	26	29	32	35	40
	100	-26	-24	-20	-16	-12	-8	-9	-6	-3	1	5	9	12	13	14	15	17	20
25	0	-6	-1	5	10	18	26	14	20	25	32	40	48	39	42	45	50	56	61
	50	-22	-18	-13	-8	-4	-2	-4	0	5	9	14	21	18	20	22	25	27	32
	100	-30	-27	-25	-21	-17	-13	-14	-11	-8	-5	-1	4	6	7	8	8	10	13
50	0	-11	-7	-1	5	11	20	8	13	18	25	32	40	30	34	38	42	47	53
	50	-25	-23	-19	-14	-9	-4	-9	-6	-2	3	8	14	10	12	15	17	21	25
	100	-35	-32	-29	-25	-22	-18	-19	-17	-13	-9	-3	3	-1	0	1	3	4	7

% Wastage reduction % Reduction in food-competing feed		Climate change impact on yields																	
		Zero					Medium					High							
		% Organic					% Organic					% Organic							
		0	20	40	60	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	
0	0	25	21	15	10	4	-3	23	19	14	8	3	-3	21	16	12	7	1	-4
	50	20	16	12	7	2	-4	18	14	10	6	1	-4	17	13	9	4	0	-5
	100	15	11	7	3	-1	-5	13	10	7	3	-1	-5	12	9	5	2	-2	-6
25	0	23	19	14	8	2	-4	21	17	12	7	1	-4	19	15	10	5	0	-5
	50	18	14	10	6	1	-5	17	13	9	5	0	-5	15	11	7	3	-1	-5
	100	13	10	6	2	-2	-6	12	9	5	2	-2	-6	11	8	4	1	-3	-6
50	0	21	17	12	7	1	-5	19	15	10	5	0	-6	17	13	9	4	-1	-6
	50	16	12	8	4	0	-6	15	11	7	3	-1	-6	14	10	6	2	-2	-6
	100	11	8	5	1	-3	-7	10	7	4	0	-7	10	7	3	0	-3	-7	

Kritik I

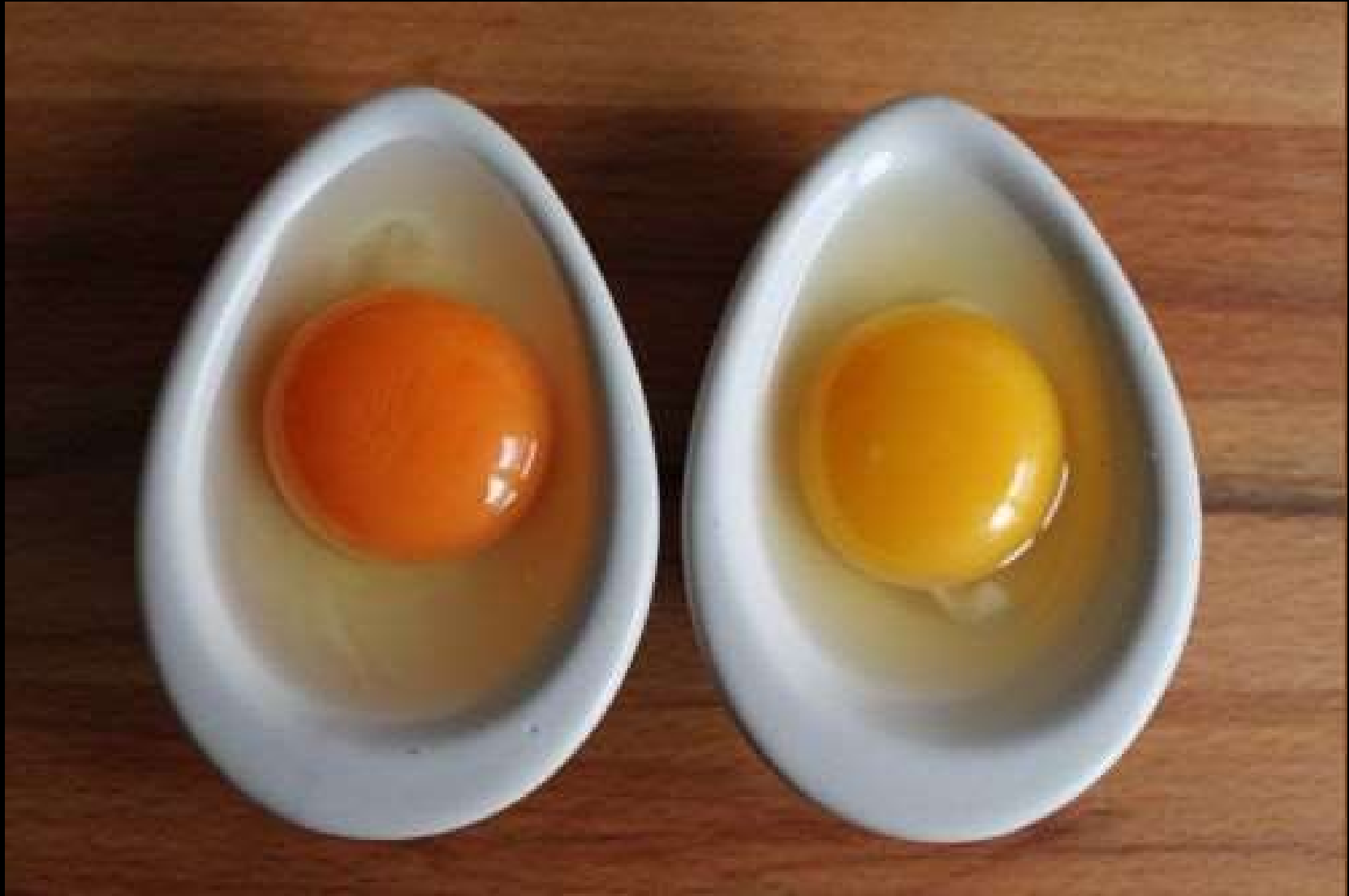
Stickstoffversorgung

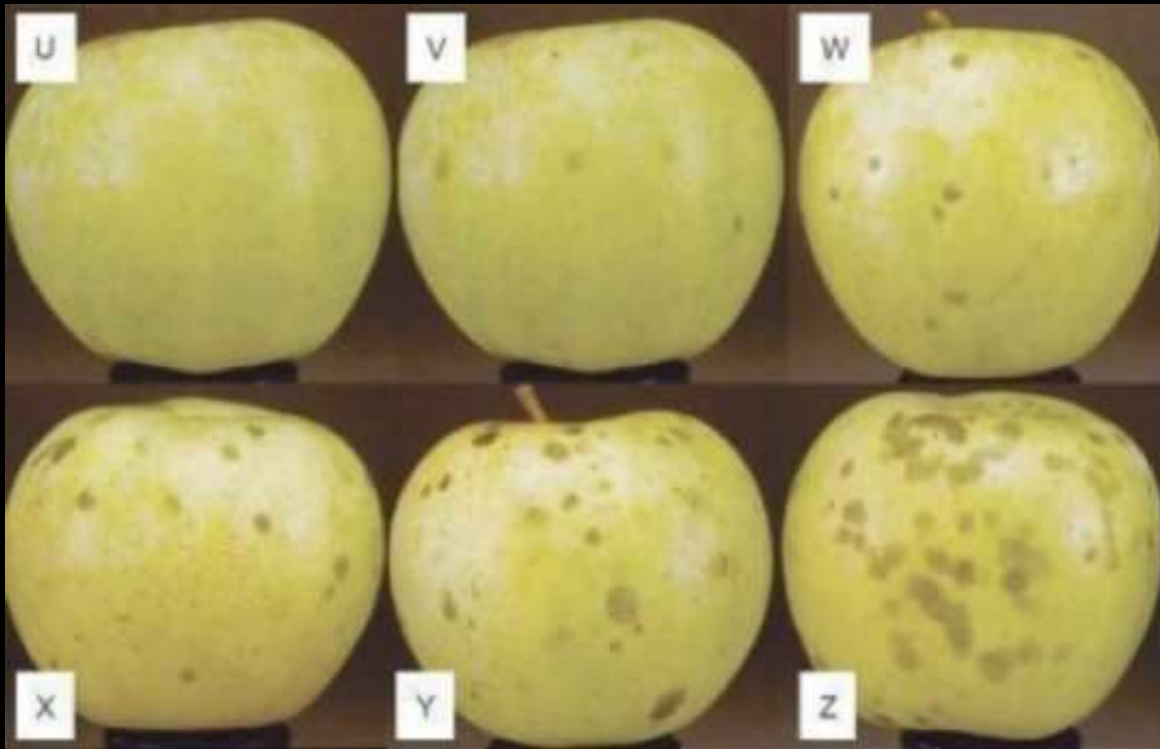
Erträge

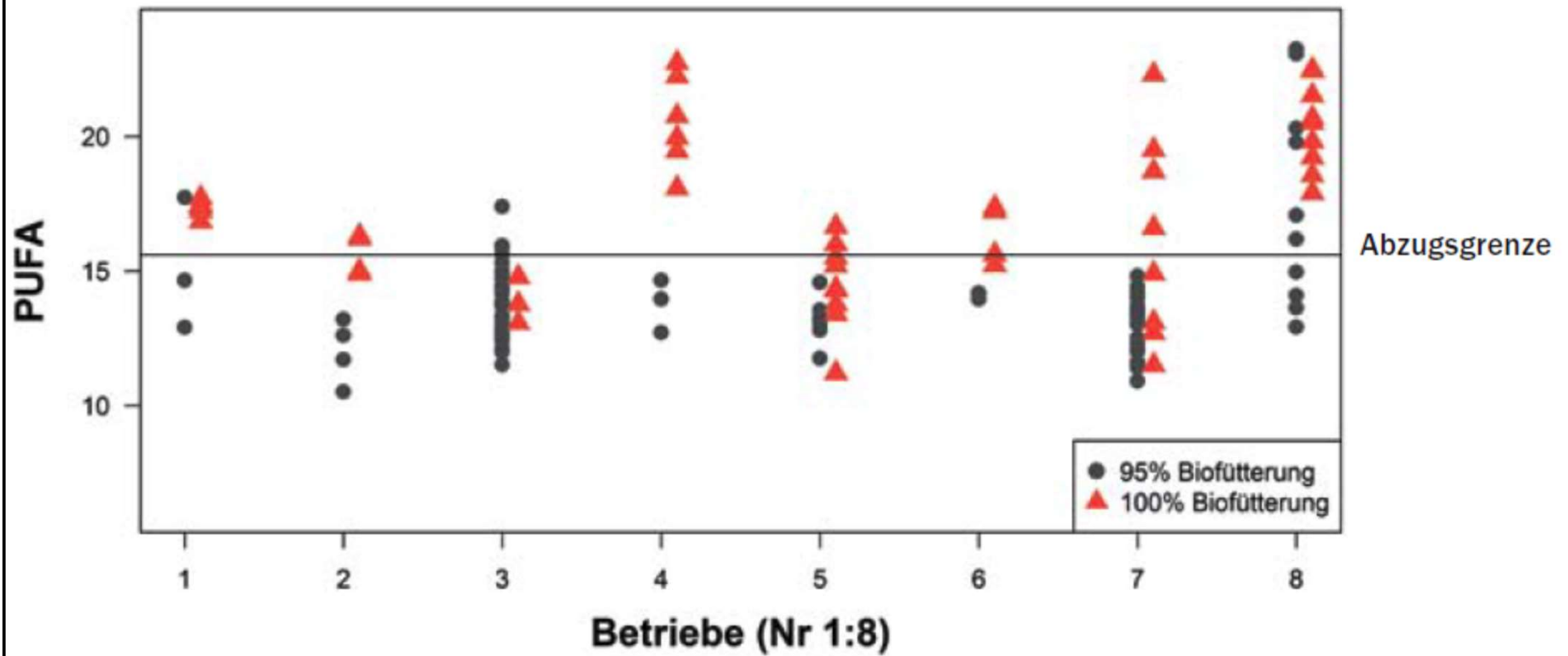
Fruchtfolgen

Kritik II

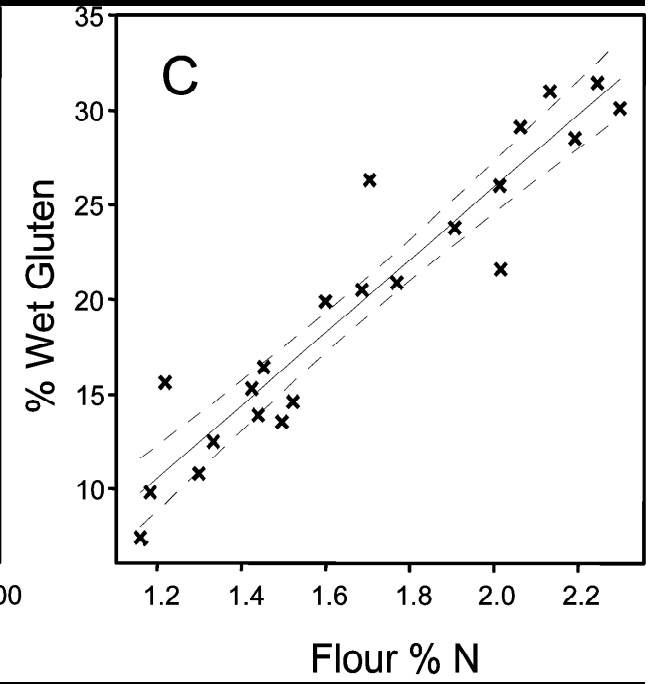
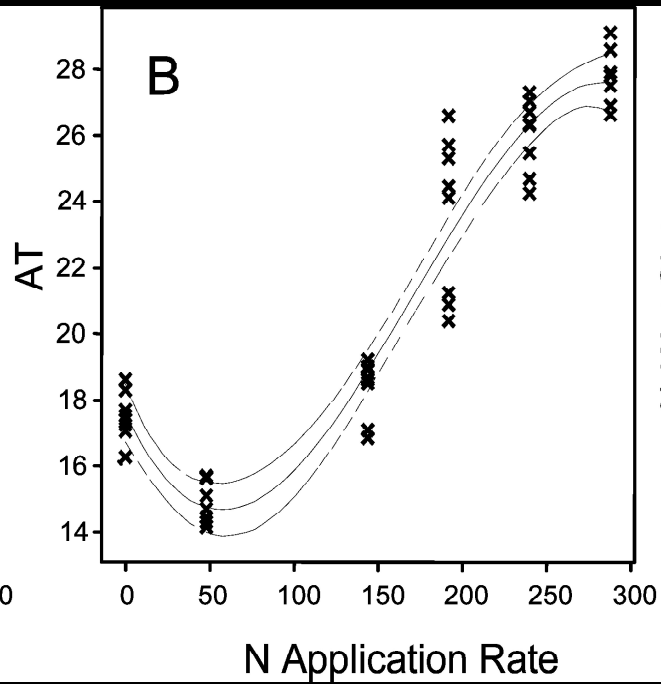
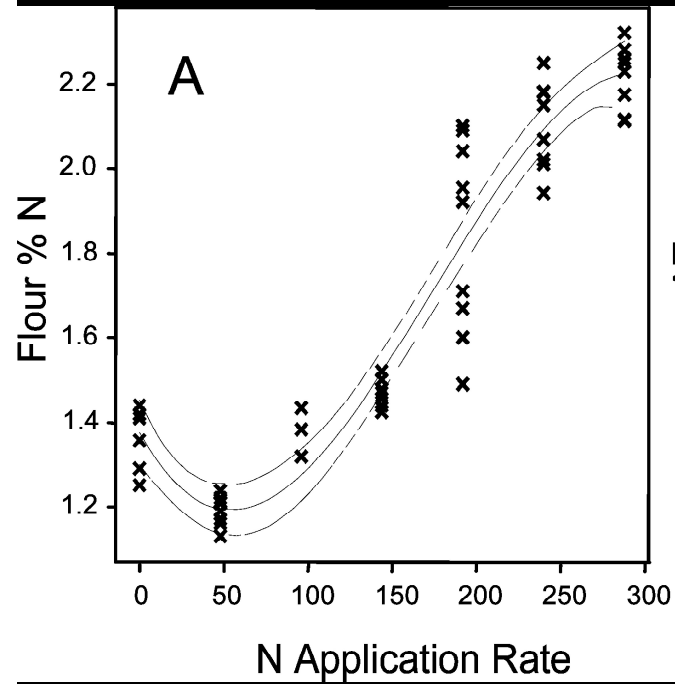
Anforderungen der Verarbeitung und des Handels
Wünsche der Konsumentinnen und Konsumenten







Vergleich der PUFA-Zahl-Messungen zwischen 100 Prozent Biofütterung und 95 Prozent Biofütterung auf acht Versuchsbetrieben mit unterschiedlichen Futterrationen. Grafik: FiBL



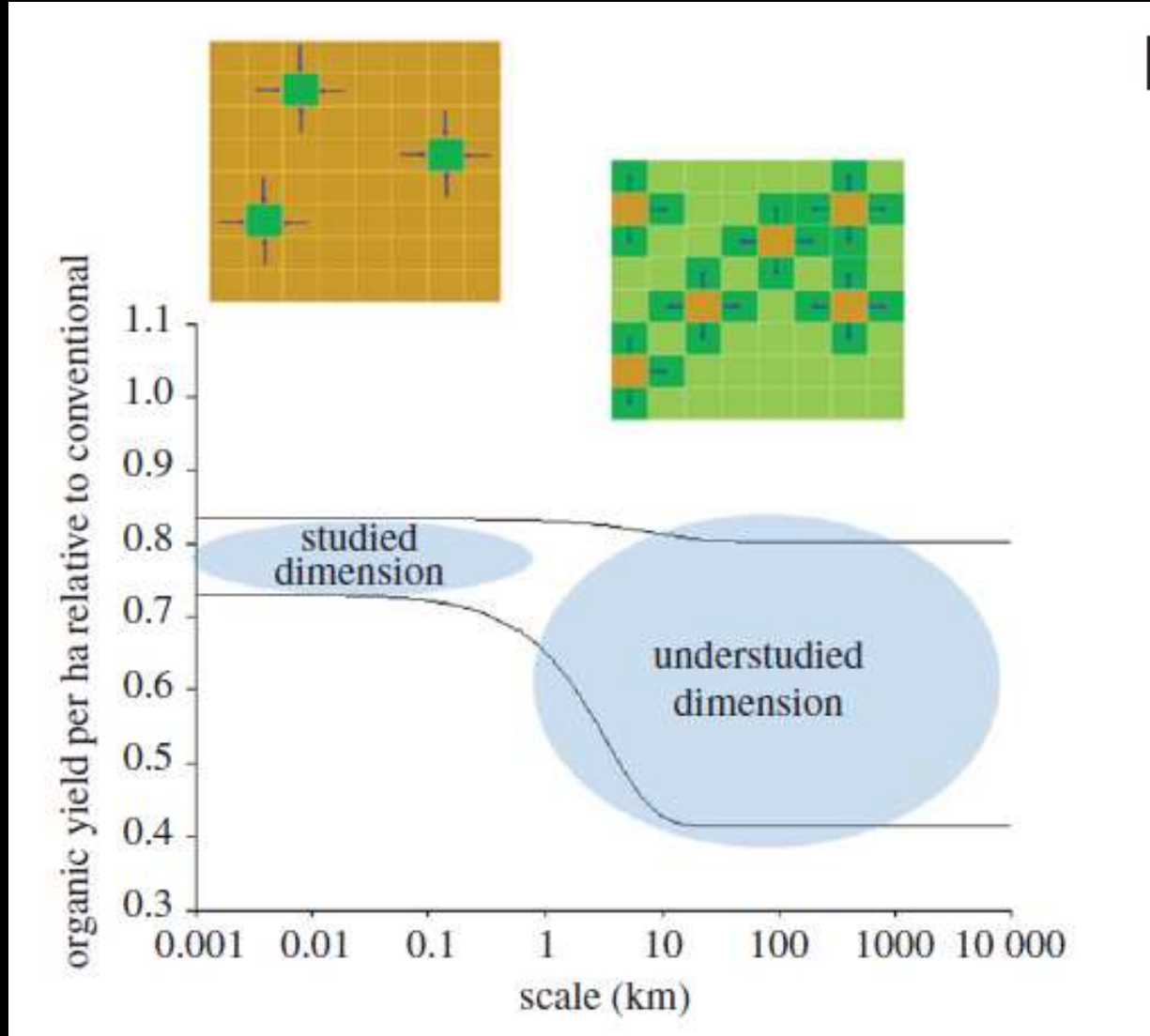


Biohof Wigger Obernau



Kritik III

Feld- versus Landschaftsskala



Kritik IV

Abfall- und Kraftfutterreduktion:
habe nichts mit Bio zu tun

Replik:

Sie sind aber zentrale Nachhaltigkeitsstrategien:
Suffizienz und Konsistenz und

sie «verkleinern» das Ernährungssystem und schaffen so
Raum für extensivere Produktion wie die biologische



Kritik V

Diese Szenarien bedingen massive Veränderungen in der Ernährung – das sei völlig unrealistisch

Replik:

«Option Space» – Raum der Möglichkeiten

Wir brauchen in jedem Fall eine drastische Veränderung

Land use

Billion hectares

Land occupation:

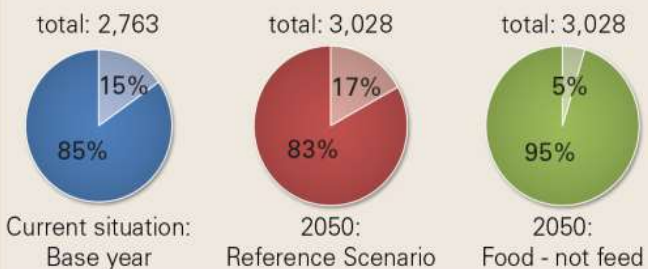
- Current situation: Base year
- 2050: Reference scenario
- 2050: Food - not feed



Diets

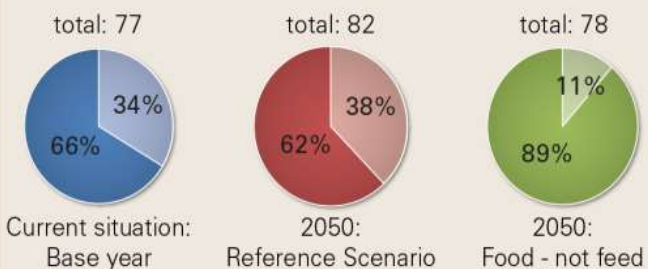
Energy intake

Kcal/cap/day



Protein intake

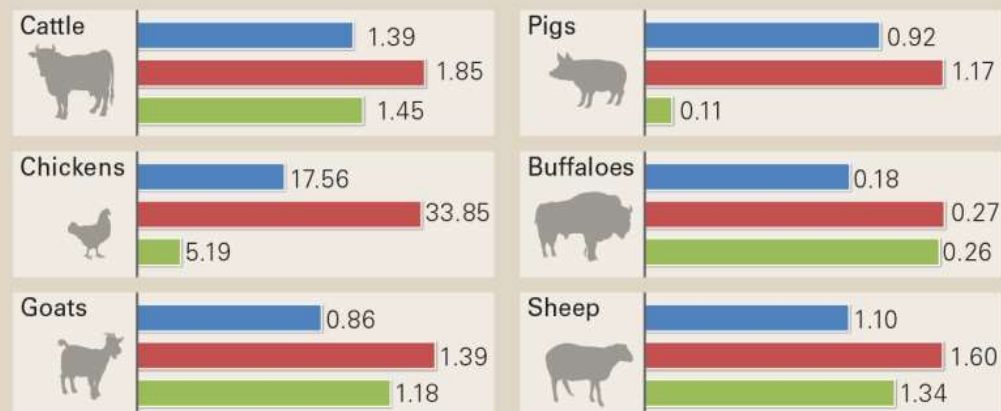
G Protein/cap/day



Livestock

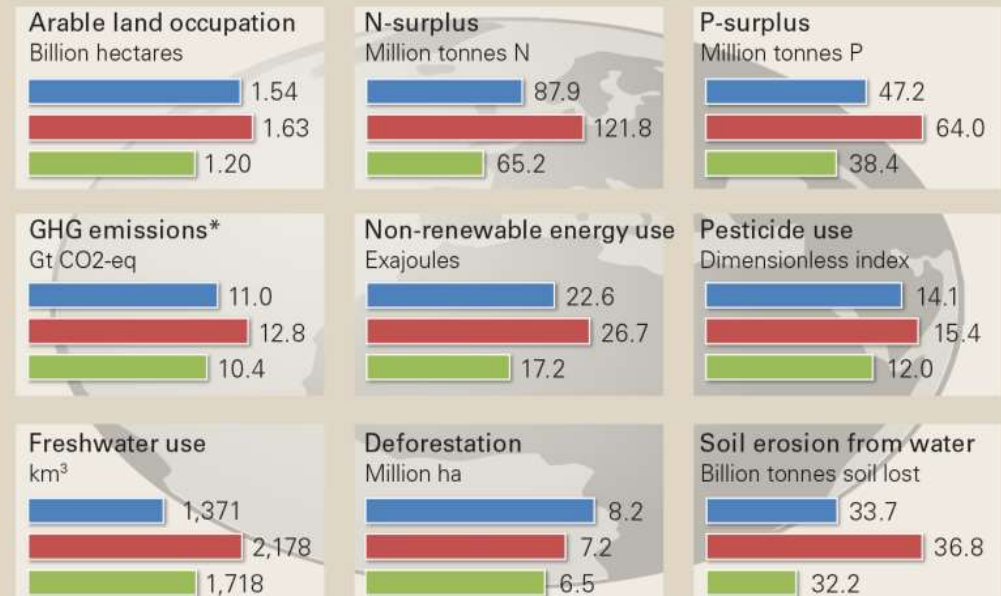
Billion animals

Current situation: Base year 2050: Reference Scenario 2050: Food - not feed



Environment

Current situation: Base year 2050: Reference Scenario 2050: Food - not feed



* GHG emissions include emissions from input provision, deforestation and organic soils.

Ist die Frage, ob Bio die Welt ernähren kann überhaupt eine relevante und interessante Frage?

Ist die Frage, ob Bio die Welt ernähren kann überhaupt eine relevante und interessante Frage?

Nachhaltige Ernährungssysteme, nachhaltige Landwirtschaft, Biolandbau – worum geht es eigentlich?

- Was ist nachhaltige Landwirtschaft?
- Welche Rolle spielt “Natürlichkeit” in nachhaltiger Landwirtschaft?
- Was ist ein landwirtschaftlicher Betrieb?



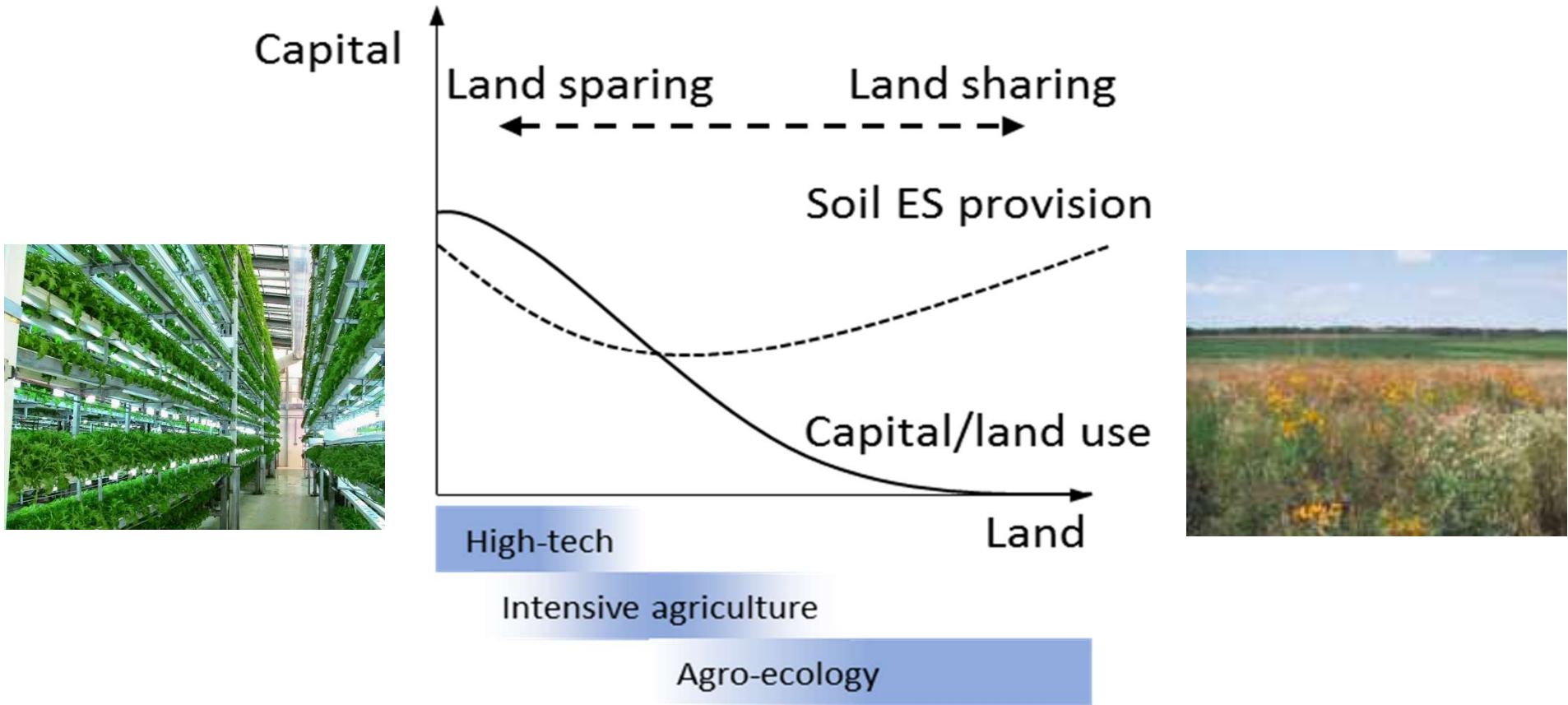
Nachhaltige Ernährungssysteme

1. Das heutige «konventionelle» Ernährungssystem ist nicht nachhaltig
2. Eine alleinige Umstellung auf Bio ohne weitere Änderungen wäre aber auch kein nachhaltiges Ernährungssystem

Nährstoffversorgung

1. Weshalb kein Mineraldünger auf ganz armen Böden?
2. Bioenergie in nachhaltigen Landwirtschaftssystemen?

Natürlichkeit



Was wollen die Konsumentinnen und Konsumenten?

1. Natürlichkeit?
2. Sind gutes Essen, gute Produktion überhaupt wichtig?

Was ist ein landwirtschaftlicher Betrieb?



Die grossen Fragen: Umsetzung, Politik?

1. Weshalb sind solche Modelle wichtig?
sie informieren über verschiedene Situationen
«Option Space»
Zusammenspiel verschiedener Konzepte
2. Rolle des Biolandbaus in dieser Diskussion?
3. Handeln: Liberale Gesellschaft

Modelle, um diesen «Raum der Möglichkeiten» für nachhaltige Ernährungssysteme zu bestimmen und analysieren

- Biophysikalische Massen- und Nährstoffflussmodelle
und (oft exogene) Entscheidungsregeln
und Millionen von Daten

- Andere Modellansätze:

- Ökonometrisch
- Agentenbasiert
- Gleichgewichtsmodelle
- LCA, SMART,...

Auf Feld-, Produkt-, Betriebsebene,

die Modellierungen hier fokussieren auf die Ernährungssystemebene.

Ziele der Modellierung

- Illustration alternativer Produktionssysteme, die stark von der heutigen Situation abweichen.
- Dies lotet den Möglichkeitsraum anhand extremer Szenarien aus.
- Im Zentrum stehen die Analyse der „physische Machbarkeit“ und Umweltwirkungen dieser Szenarien.
- Zentral dabei ist das Erfassen von Zielkonflikten und Synergien.
- Resultate sind aggregiert, geben grobe Richtwerte.
- Insbesondere: keine ökonomische/institutionelle Analyse.
- Modelle können als „Boundary Object“ helfen, konstruktive Diskussionen zu führen.

Zentrale Aspekte verschiedener Modellierungen

- Wo werden welche Annahmen wie explizit gemacht – z.B. bei Märkten:
 - Vorgabe vieler exogener Gegebenheiten vs.
 - Vorgabe von Reaktionsmustern (Elastizitäten)
- Wir können weit vom Ausgangspunkt/von Gleichgewichten operieren, Marktmodelle eher nicht

SOL-Modell

Massenflussmodell des Ernährungssystems

Länderbasiert

- Primärprodukte
- Sehr detailliert: 200 Primärprodukte, 200 Länder

Das Modell vernachlässigt ökonomische Effekte,
im Zentrum steht die “physikalische” Machbarkeit

Es wird durch starke aber transparente Annahmen getrieben:

- Zum Handel
- Zu agronomischen Aspekten (Futtermittel, Erträge, Leguminosenanteile, etc.)



Resultate

Umstellung auf Bio braucht mehr Land

N-Verfügbarkeit ist eine Herausforderung

Die Kombination von

- Umstellung auf Bio
- weniger Kraftfutter
- Abfallreduktion



ist vielversprechend:

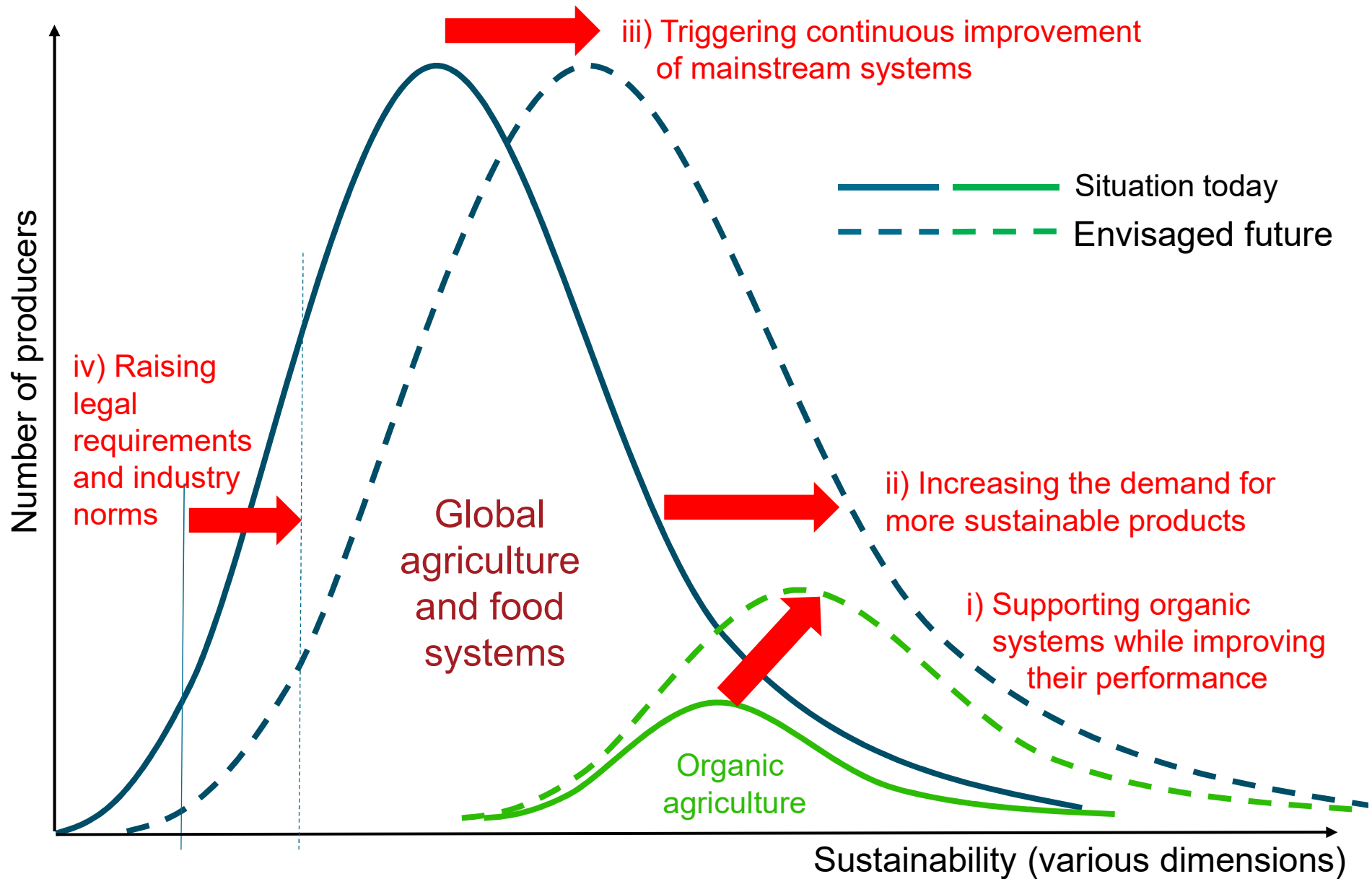
- keine Massnahme alleine muss die Probleme lösen,
- keine muss zu 100% umgesetzt werden

Weshalb ist das alles wichtig?

- Es hilft dabei, sich gegen die Dominanz des Effizienzdenkens und der Ertragsdiskussion zu wehren;
- Es trägt aktiv zu diesem Diskurs bei und bietet neue Ansätze, um landwirtschaftliche Produktionssysteme zu vergleichen und die Nachhaltigkeit von Ernährungssystemen zu analysieren;
- Es stellt Chancen und Risiken landwirtschaftlicher Produktion in einen weiteren Kontext;
- Es hilft, sich der Stärken und Schwächen verschiedener Zugänge bewusst zu werden und trägt so dazu bei, zwischen den verschiedenen Ansätzen zu vermitteln.

Welche Rolle spielt Bio in nachhaltigen Ernährungssystemen?

Policy levers driving sustainability in global agriculture



Nachhaltigkeit in liberalen Gesellschaften

- Freiheit
- Gerechtigkeit
- Nichtschadensprinzip
- Suffizienz?

Schlussfolgerungen

1. “Effizienz” ist wichtig, aber es ist auch zentral, sich um “Suffizienz” zu bemühen, und “Konsistenz” trägt auch wesentlich zu gangbaren Lösungen bei.

Deshalb ist die Ertragslücke nicht so wichtig.

Wir müssen entlang aller Indikatoren leidlich gut sein – aber bei keinem maximal.

2. Wir brauchen die Ernährungssystemperspektive, nur die Nachhaltigkeit der Produktion anzuschauen ist nicht genug, der Konsum ist zentral.

Wir vernachlässigen sonst zentrale Handlungsoptionen und die Risiken von Verlagerungseffekten (“Leakage”) sind gross.

Deshalb muss ein zentraler Fokus auf dem Konsum liegen, und man sollte beachten, was die Rolle der Tiere in Ernährungssystemen ist (Stichwort “zirkuläre Ernährungssysteme”)

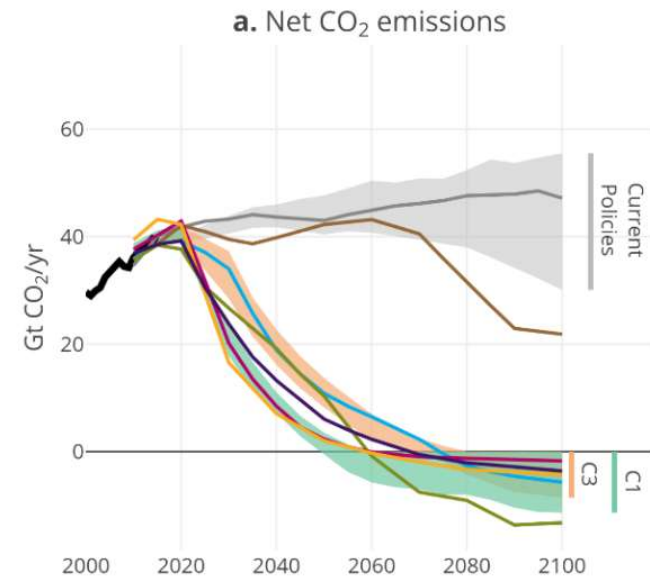
Schlussfolgerungen

3. Was ist nachhaltige Landwirtschaft? Insbesondere: Welche Rolle spielt “Natürlichkeit”? – Wir müssen kritische Fragen stellen!
Deshalb darf man nie aufhören über diese Begriffe nachzudenken.
4. Ernährungssystemmodelle helfen dabei, die Informationen zusammenzutragen und den systemischen Aspekten Nachachtung zu verschaffen;
sie ergänzen LCA, SMART und andere Ansätze, die auf die Feld-, Produkt- oder Betriebsebene fokussieren;

Die grosse Frage, die grosse Lücke

Handeln: liberale Gesellschaft

Handeln: Verändern der Konsummuster



Und natürlich zentral dabei: **Anreizsysteme**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

adrian.mueller@fibl.org

