

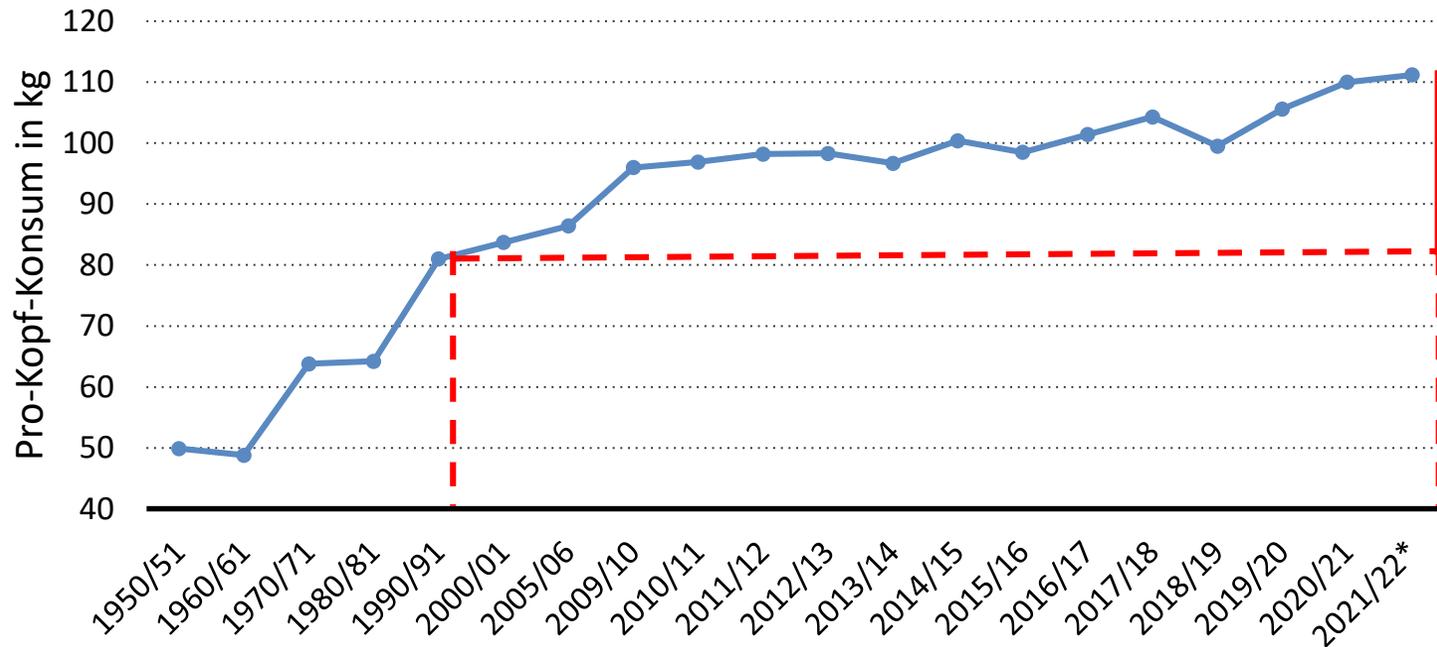


Abschiedsvorlesung



Gemüsebauforschung in Zeiten der Transformation

Steigerung des jährl. Pro-Kopf-Verbrauchs von Gemüse um 30 kg in 30 Jahren!



Pro-Kopf-Konsum von Gemüse in Deutschland bis 2021/22

Die wichtigsten Botschaften dieser Vorlesung

1. Gemüse ist gesund

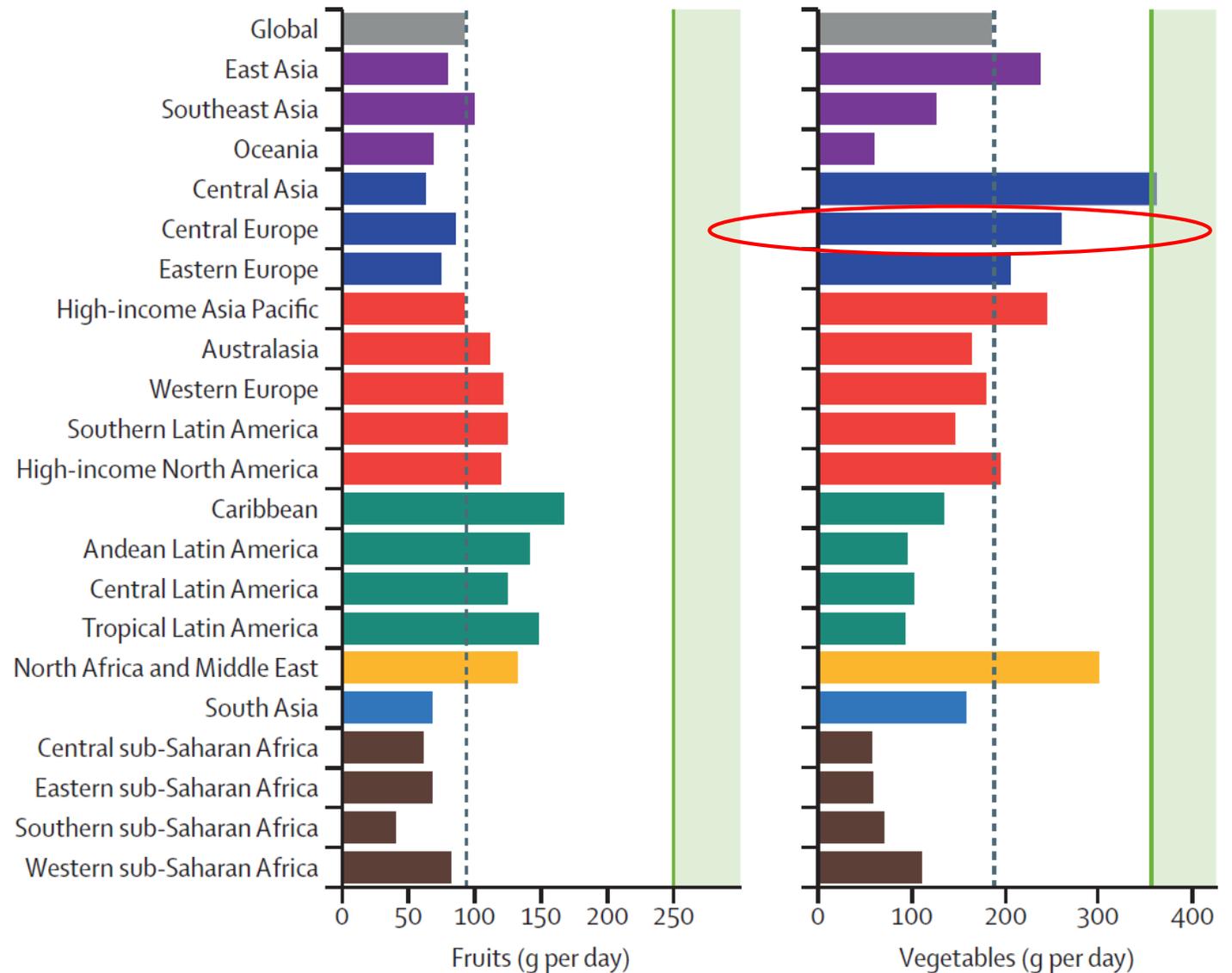
Gemüse in der globalen Ernährung

Altersbereinigter Verzehr von Obst und Gemüse durch Erwachsene über 25 Jahre auf globaler und regionaler Ebene in 2017.

Grüne Linie: Optimalwert

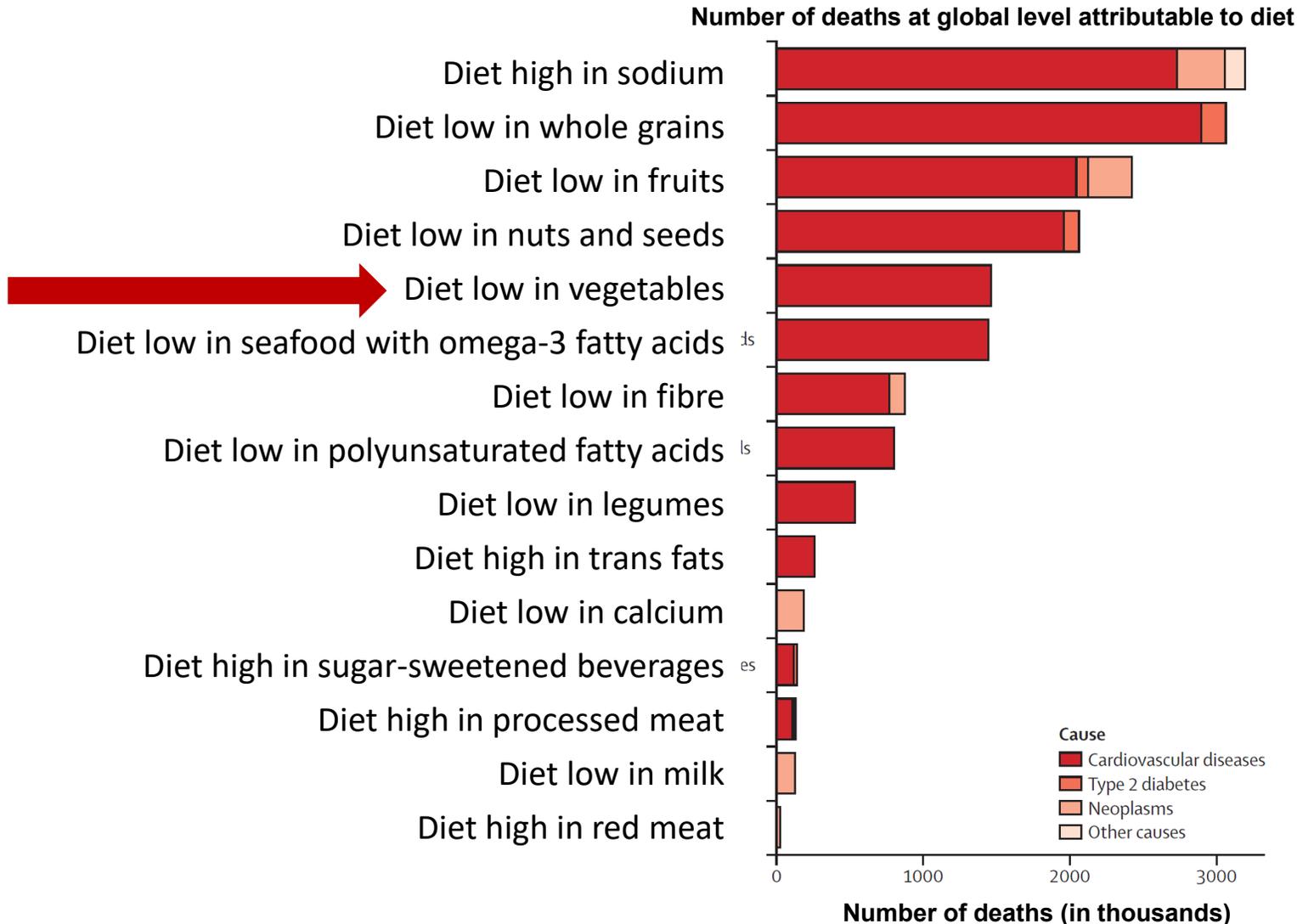
Gestrichelte Linie: Durchschnitt 2017

Age-standardised intake of dietary factors among adults aged 25 years or older at the global and regional level in 2017



Gemüse in der globalen Ernährung

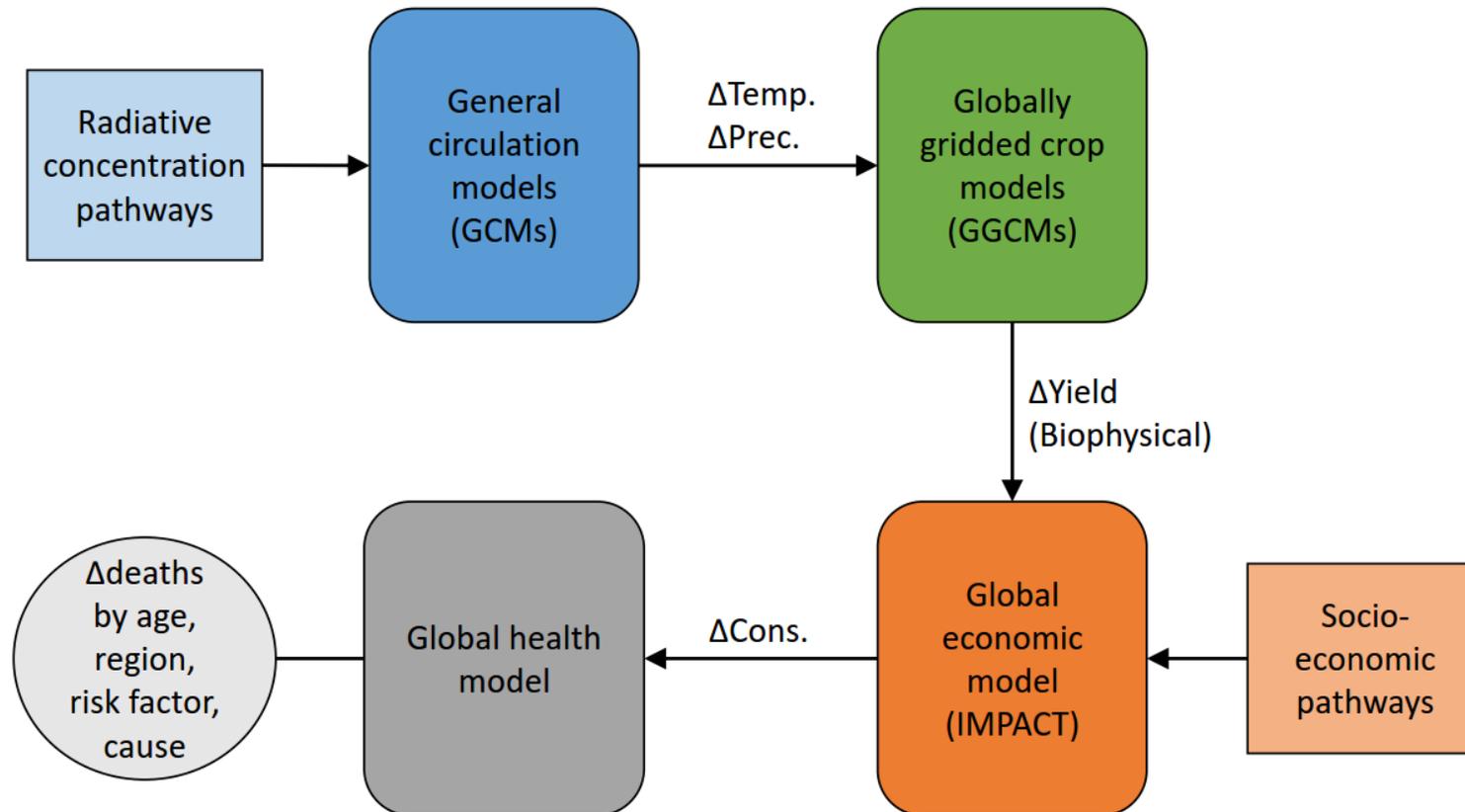
Zu geringer Gemüsekonsum gehört zu den Top-5 der ernährungsbedingten Gesundheitsrisiken



Todesfälle weltweit durch ernährungsbedingte Risiken 2017

Number of deaths attributable to individual dietary risks at the global level in 2017

Welchen Einfluss hat der Klimawandel auf Ernährung und Gesundheit?

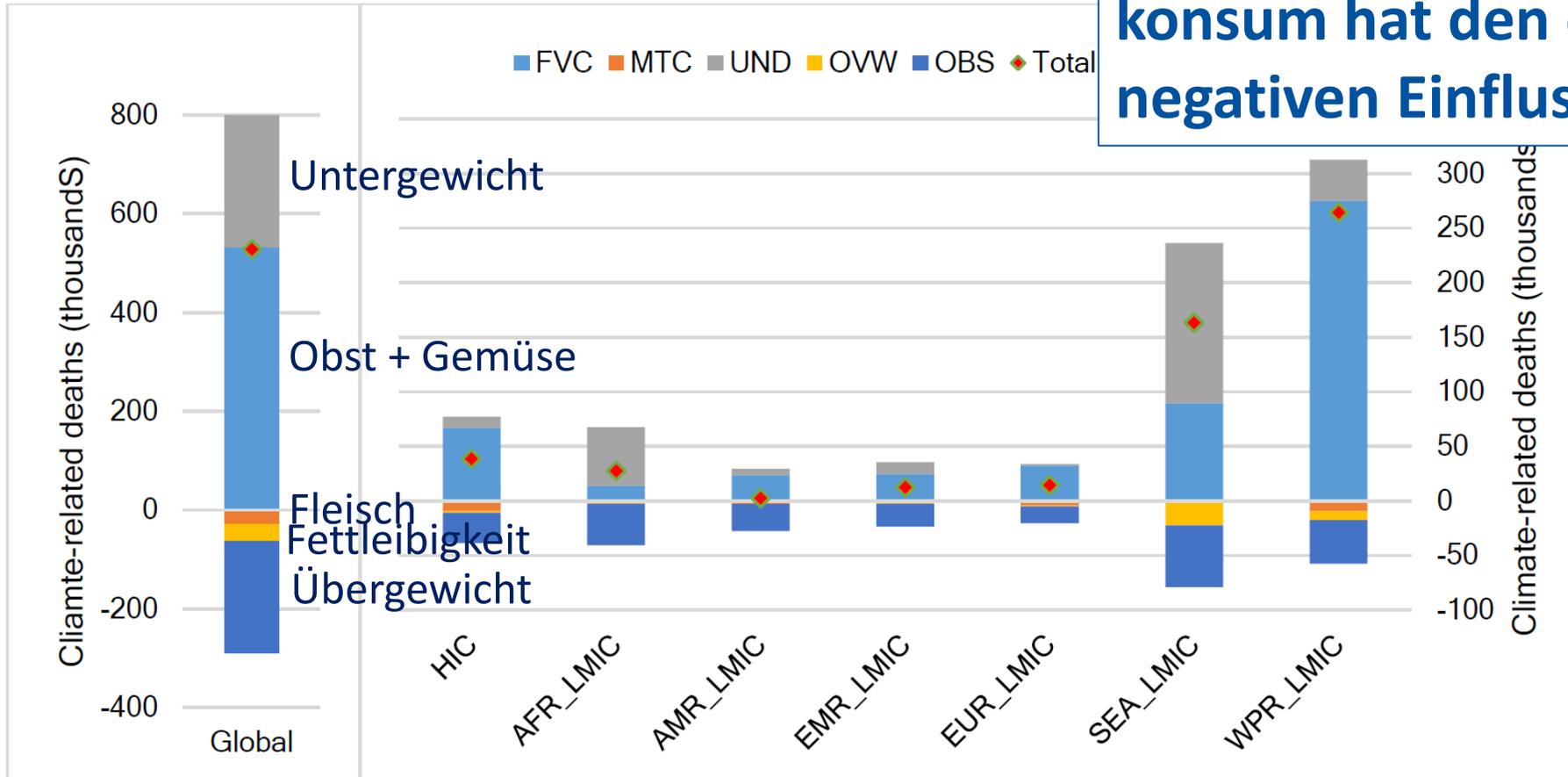


- Veränderungen im Verzehr von
- Energie (Kohlenhydr., Fett...)
 - Übergewicht
 - Fettleibigkeit
 - Untergewicht
 - (rotes) Fleisch
 - Obst und Gemüse

Overview of modelling framework. General circulation models (GCMs) were used to project changes in temperature and precipitation associated with different emissions (radiative forcing) pathways.

Gemüse, Klimawandel und Gesundheit

Verringerter Obst- und Gemüsekonsum hat den deutlich größten negativen Einfluss auf die Gesundheit



- FVC fruit and vegetable consumption
- MTC red-meat consumption
- UND prevalence of underweight
- OVW overweight
- OBS obesity
- HIC high income countries
- AFR Africa
- AMR Americas
- EMR Eastern mediterr. region
- EUR Europe
- SEA SE Asia
- WPR West Pacific region
- _LMIC low and middle income countries

Anstieg der Todesfälle durch Einfluss des Klimawandels auf die menschliche Ernährung 2050

Climate-related deaths in 2050 by risk factor and region

Die wichtigsten Botschaften dieser Vorlesung

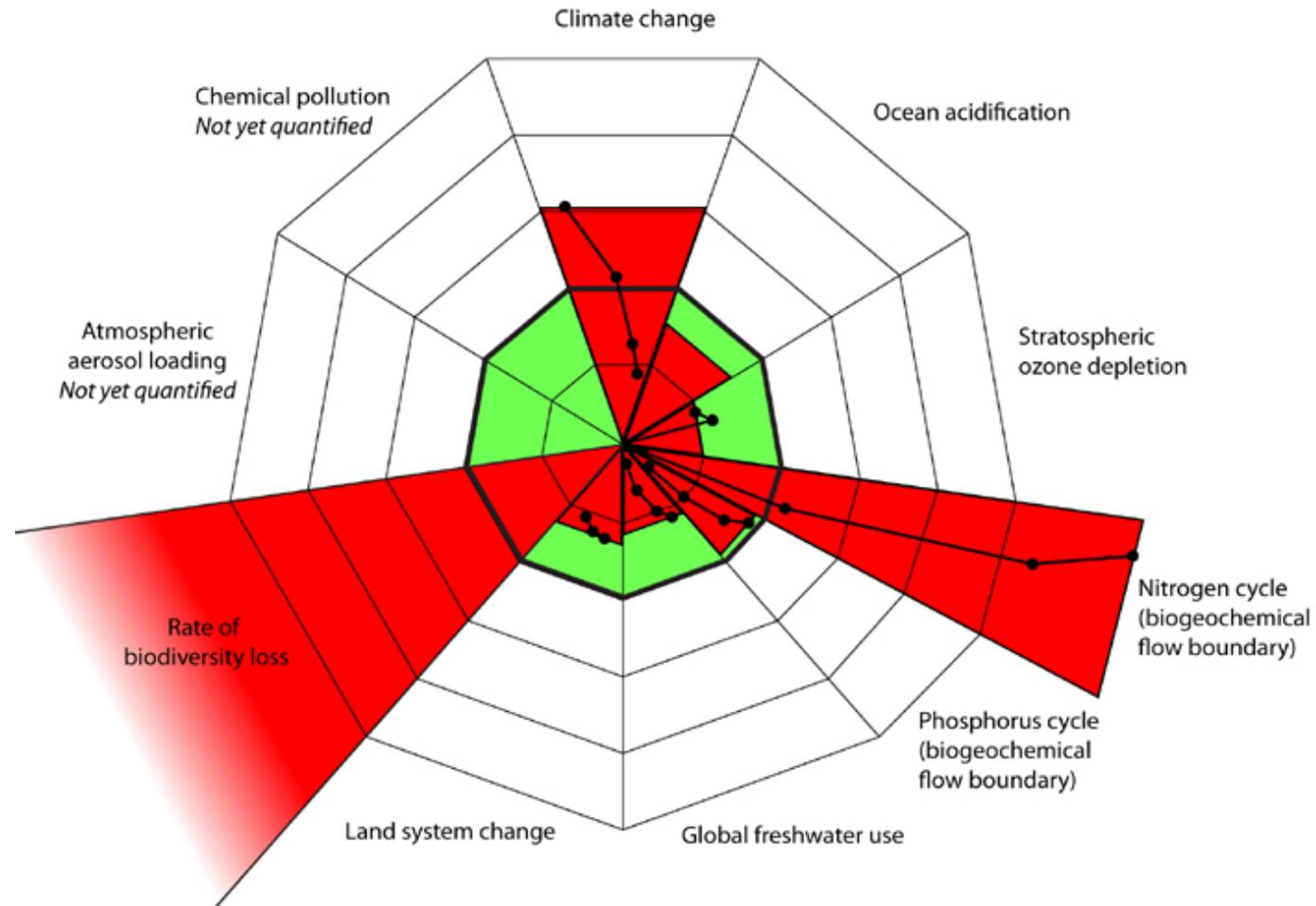
1. Gemüse ist gesund: Die Menschen müssten mehr davon essen
2. Der Klimawandel hat voraussichtlich negative Auswirkungen auf den Verzehr von Gemüse und damit die Lebenserwartung

Planetare Belastungsgrenzen und sicherer Handlungsraum: Kriterien

- Klimaänderung (CO₂, Einstrahlung)
- Meeresversauerung
- Ozon in der Stratosphäre
- Biogeochemischer Stickstoffkreislauf (N₂-Bindung in Industrie und Landwirtschaft)
- Phosphorkreislauf
- Globaler Süßwasserverbrauch
- Landnutzung
- Biodiversitätsverlust
- Chemikalien in der Umwelt
- Aerosole



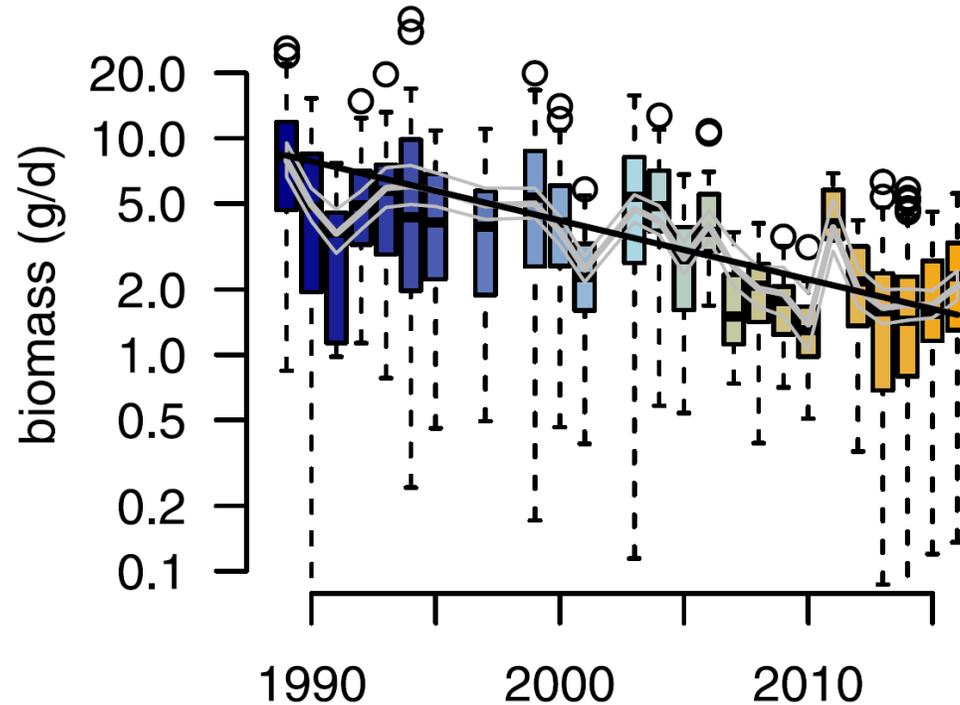
Nahrungsmittelproduktion und Belastungsgrenzen unseres Planeten



Estimate of quantitative evolution of control variables for seven planetary boundaries

Die „Krefeldstudie“: Rückgang der Insektenabundanz in Naturschutzgebieten.

Was hat das mit dem Pflanzenbau zu tun?



Insektenbiomasse aus allen Beobachtungen der “Krefeldstudie”

Distribution of insect biomass (gram per day) pooled over all traps and catches in each year (n = 1503).

RESEARCH ARTICLE

More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas

Caspar A. Hallmann^{1*}, Martin Sorg², Eelke Jongejans¹, Henk Siepel¹, Nick Hofland¹, Heinz Schwan², Werner Stenmans², Andreas Müller², Hubert Sumser², Thomas Hören², Dave Goulson³, Hans de Kroon¹

1 Radboud University, Institute for Water and Wetland Research, Animal Ecology and Physiology & Experimental Plant Ecology, PO Box 9100, 6500 GL Nijmegen, The Netherlands, **2** Entomological Society Krefeld e.V., Entomological Collections Krefeld, Marktstrasse 159, 47798 Krefeld, Germany, **3** University of Sussex, School of Life Sciences, Falmer, Brighton BN1 9QG, United Kingdom

* c.hallmann@science.ru.nl



Abstract

Global declines in insects have sparked wide interest among scientists, politicians, and the general public. Loss of insect diversity and abundance is expected to provoke cascading effects on food webs and to jeopardize ecosystem services. Our understanding of the extent and underlying causes of this decline is based on the abundance of single species or taxonomic groups only, rather than changes in insect biomass which is more relevant for ecological functioning. Here, we used a standardized protocol to measure total insect biomass using Malaise traps, deployed over 27 years in 63 nature protection areas in Germany (96 unique location-year combinations) to infer on the status and trend of local entomofauna. Our analysis estimates a seasonal decline of 76%, and mid-summer decline of 82% in flying insect biomass over the 27 years of study. We show that this decline is apparent regardless of habitat type, while changes in weather, land use, and habitat characteristics cannot explain this overall decline. This yet unrecognized loss of insect biomass must be taken into account in evaluating declines in abundance of species depending on insects as a food source, and ecosystem functioning in the European landscape.

OPEN ACCESS

Citation: Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, et al. (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLoS ONE 12 (10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>

Editor: Eric Gordon Lamb, University of Saskatchewan, CANADA

Received: July 28, 2017

Accepted: September 19, 2017

Published: October 18, 2017

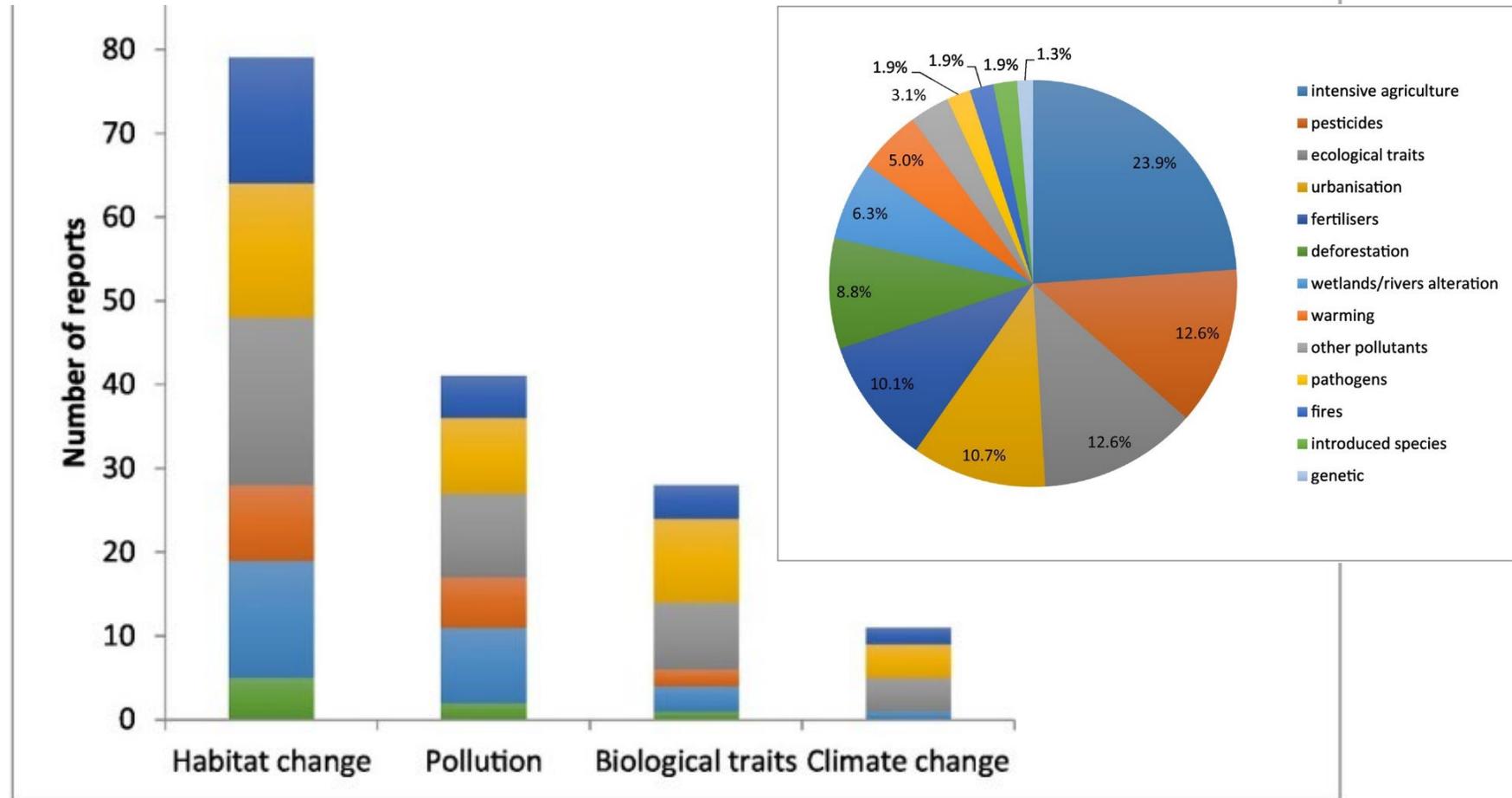
Copyright: © 2017 Hallmann et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Biodiversität und Pflanzenbau

- Unkrautregulation
- Schaderregerkontrolle
- Bodenbearbeitung
- Ernte
- ...

Pflanzenbau ist immer auch Biodiversitätsmanagement!

Ursachen des Biodiversitätsverlusts

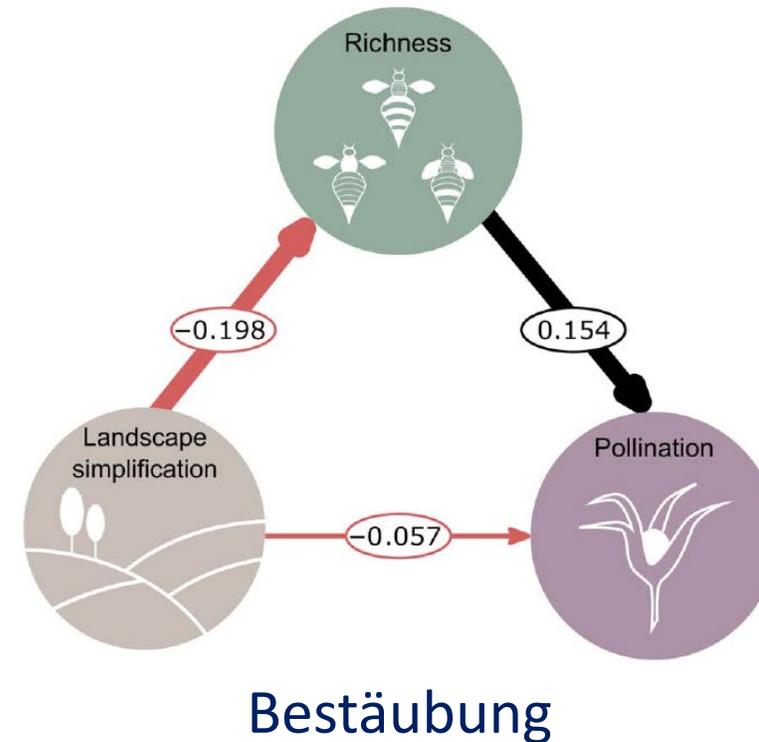
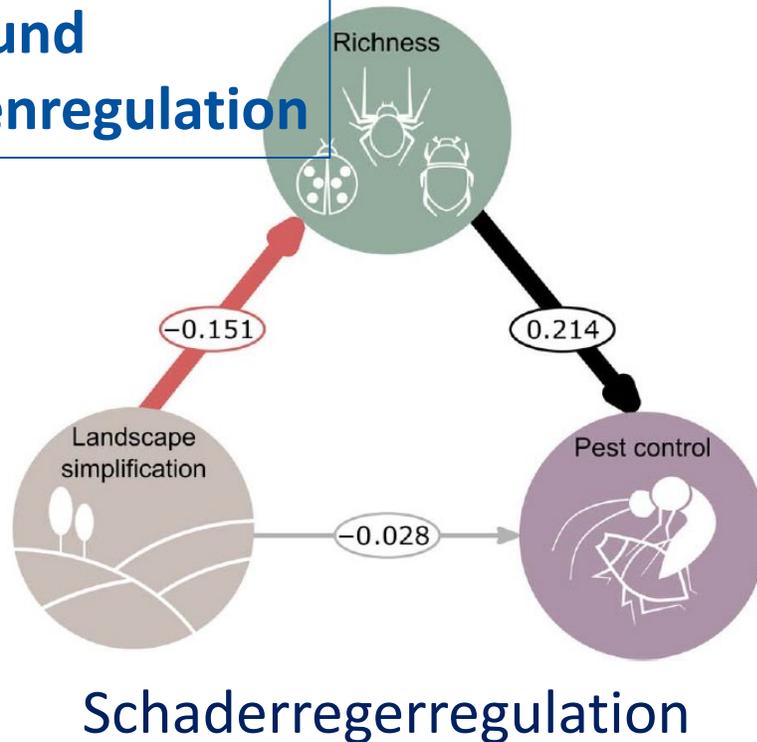


Die vier wichtigsten Treiber des Insektenrückgangs weltweit; Ergebnisse einer Literaturstudie

The four major drivers of decline for each of the studied taxa according to reports in the literature

Biodiversitätsverlust und landwirtschaftlich relevante Ökosystemleistungen

Negative Wirkungen auf Bestäubung und Schadinsektenregulation



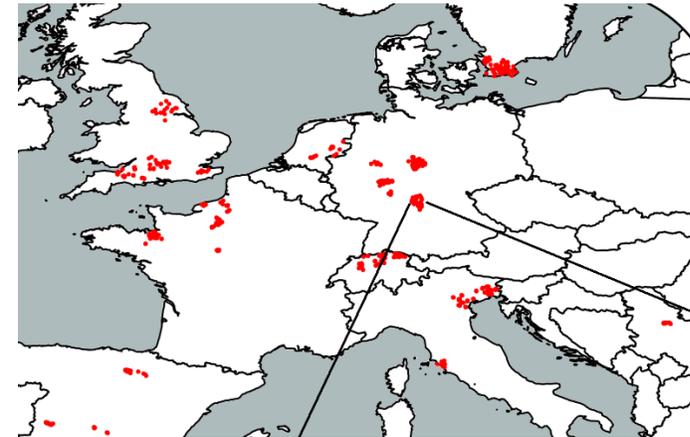
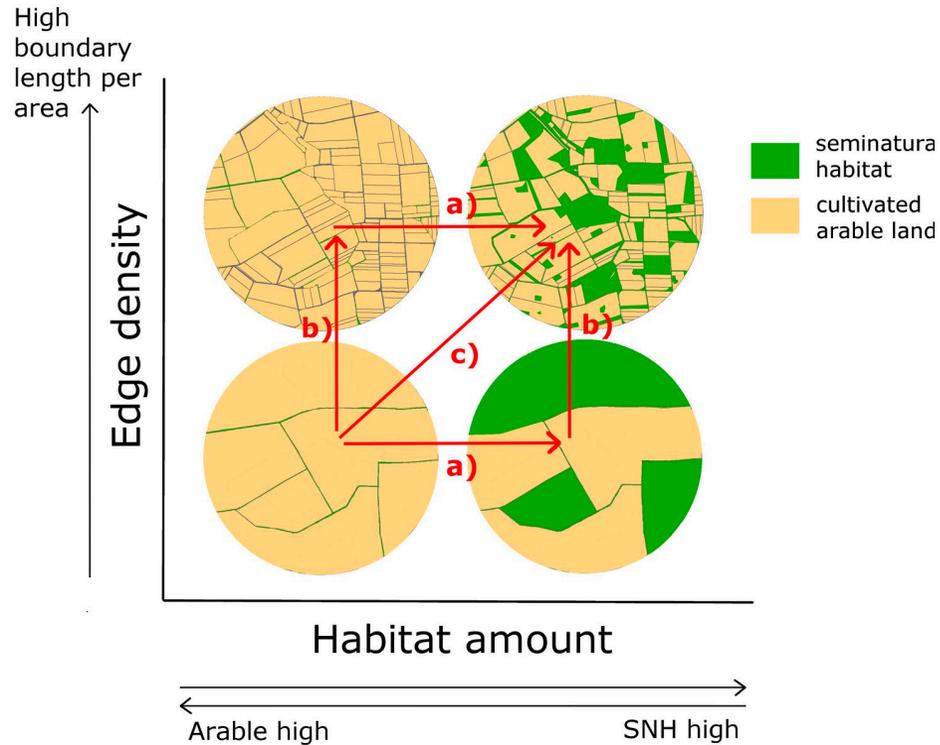
Direkte und indirekte Wirkungen der Landschaftsausräumung auf Artenvielfalt und Ökosystemleistungen

Direct and indirect effects of landscape simplification on richness of service-providing organisms and associated ecosystem services

Welche Bedeutung hat

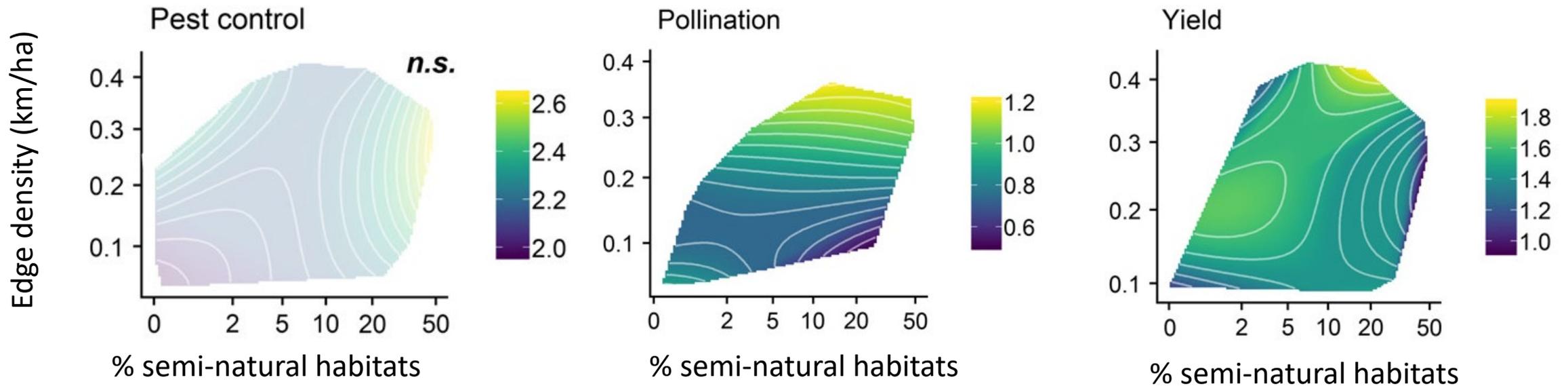
- der Anteil (semi-)natürlicher Flächen?

- die Struktur, d.h. die Verteilung (semi-)natürlicher Flächen in der Agrarlandschaft?



The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe

Landschaftsstruktur ist wichtiger als Flächenanteil semi-natürlicher Habitate, aber Reduzierung der Schaderreger nicht signifikant



Wirkungen der **Zusammensetzung** (% semi-natürliche Habitate) und **Struktur** der Landschaft (Kantendichte in km/ha) auf Schädlinge, Bestäubung und Pflanzenertrag, dargestellt als Index-Werte zur Nivellierung der Unterschiede zwischen den einzelnen Studien

Effects of **landscape composition** (% semi-natural habitats) and **landscape configuration** (edge density in km/ha) on pest control, pollination and crop yield. Response variables represent an ecosystem service index accounting for differences in methods within and between studies

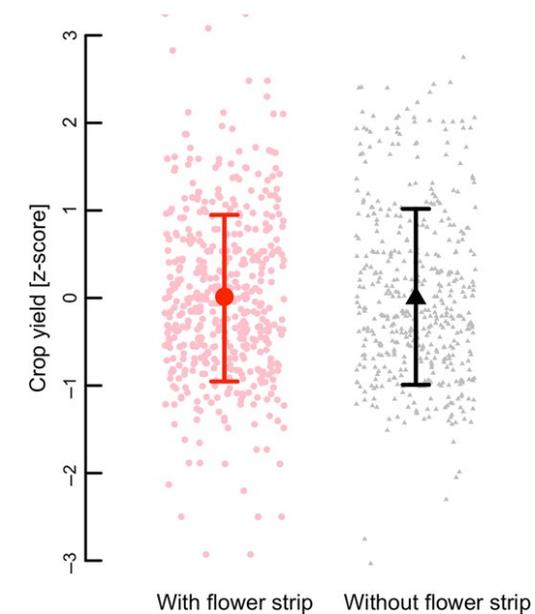
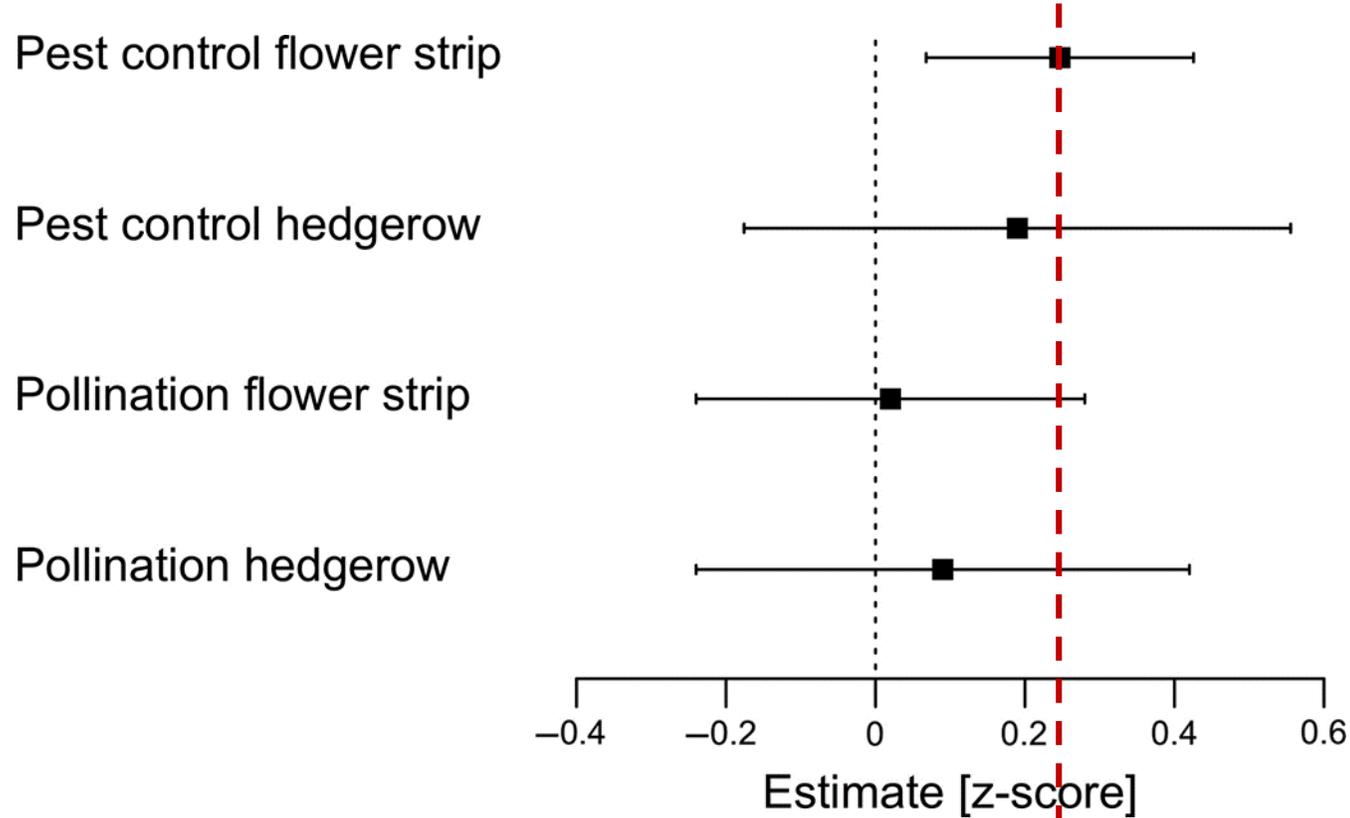
Die wichtigsten Botschaften dieser Vorlesung

1. Gemüse ist gesund: Die Menschen müssten mehr davon essen
2. Der Klimawandel hat voraussichtlich negative Auswirkungen auf den Verzehr von Gemüse und damit die Lebenserwartung
3. **Veränderungen der Agrarlandschaftsstruktur sind zur Förderung der Biodiversität notwendig. Deren Wirkungen sind aber für eine effektive Schaderregerregulation nicht ausreichend.**

Wirksamkeit von Blühstreifen

Blühstreifen > Hecken

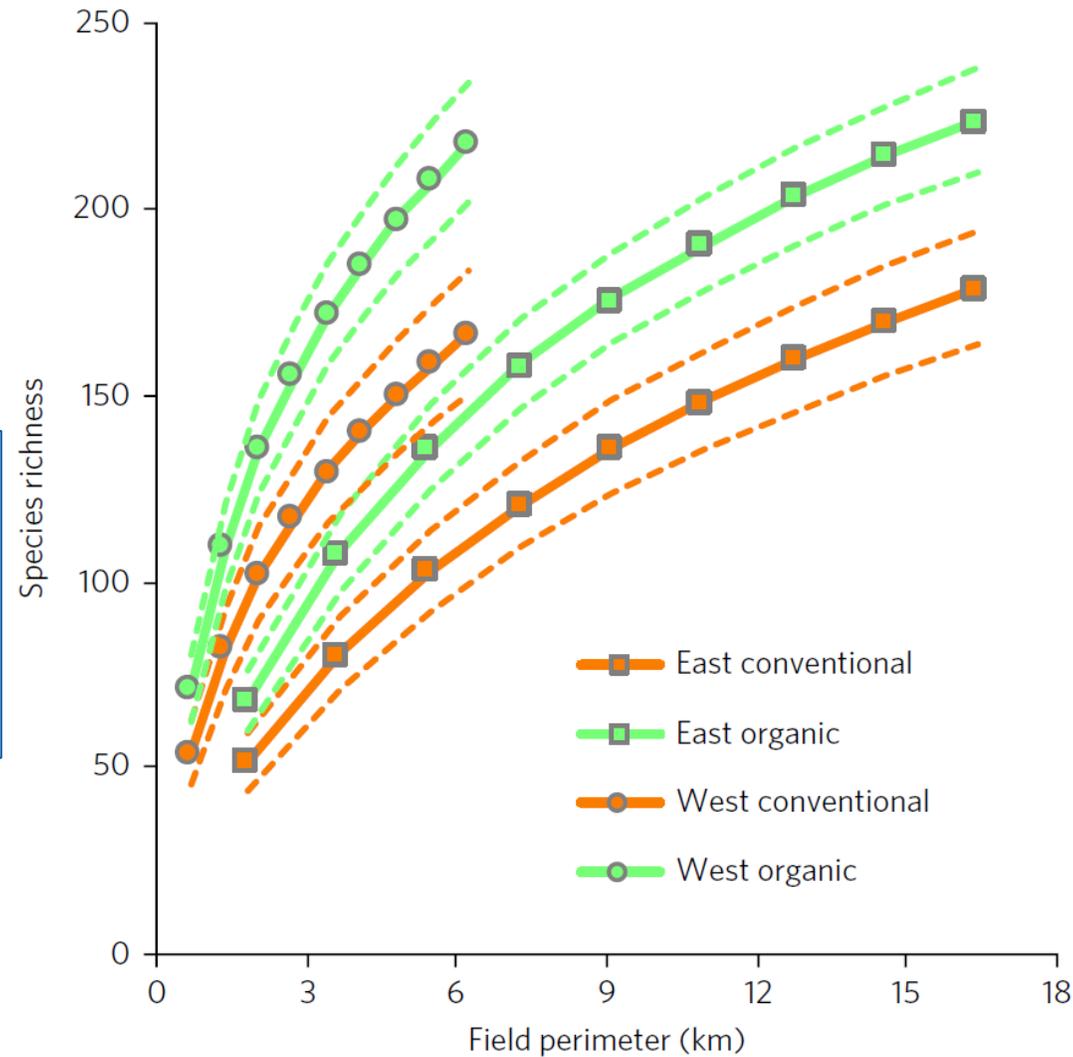
Wirkung ausreichend?



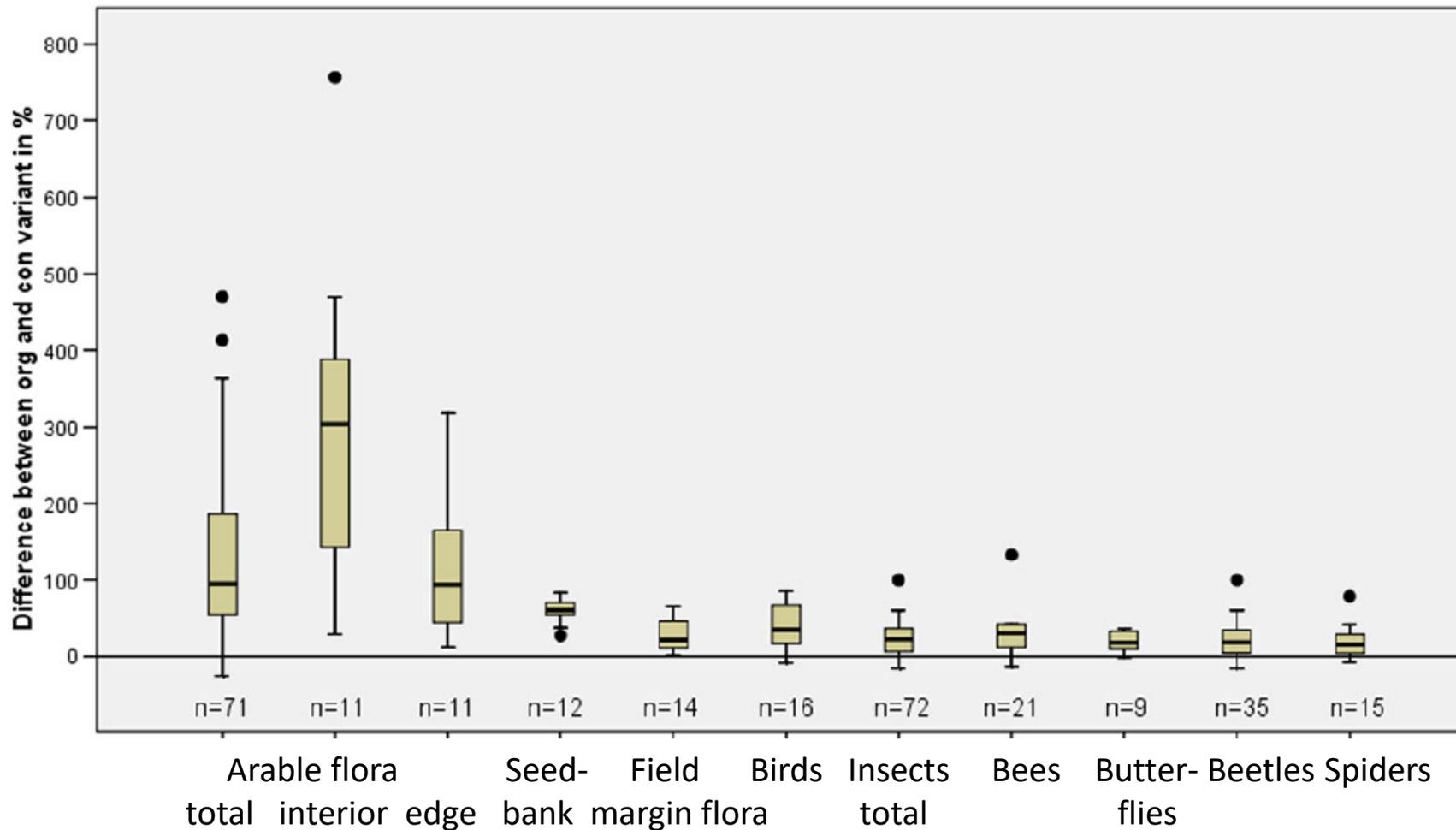
16 % Schädlingsreduktion
(Auswertung von 18 Studien)

Landschaftsstruktur und Anbauform

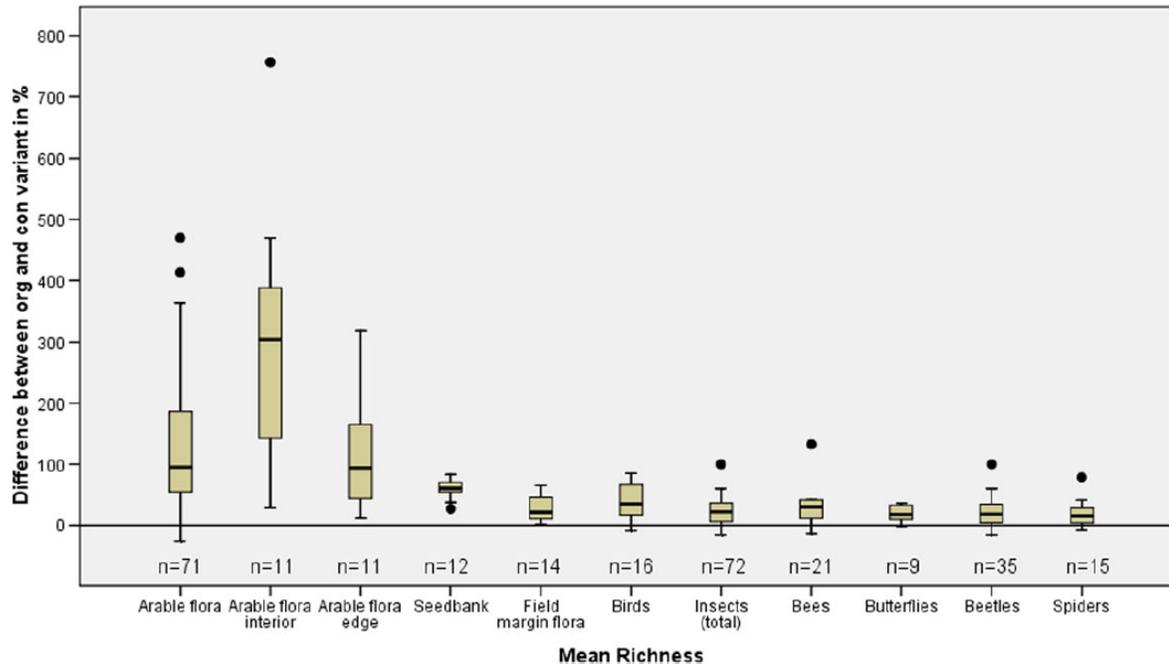
Geringere Schlaggrößen
Ökolandbau wirken
sich positiv auf den
Artenreichtum aus



Artenvielfalt auf Feldern östlich und westlich des ehemaligen „Eisernen Vorhangs“ in Abhängigkeit von Schlagumfang und Bewirtschaftungsform



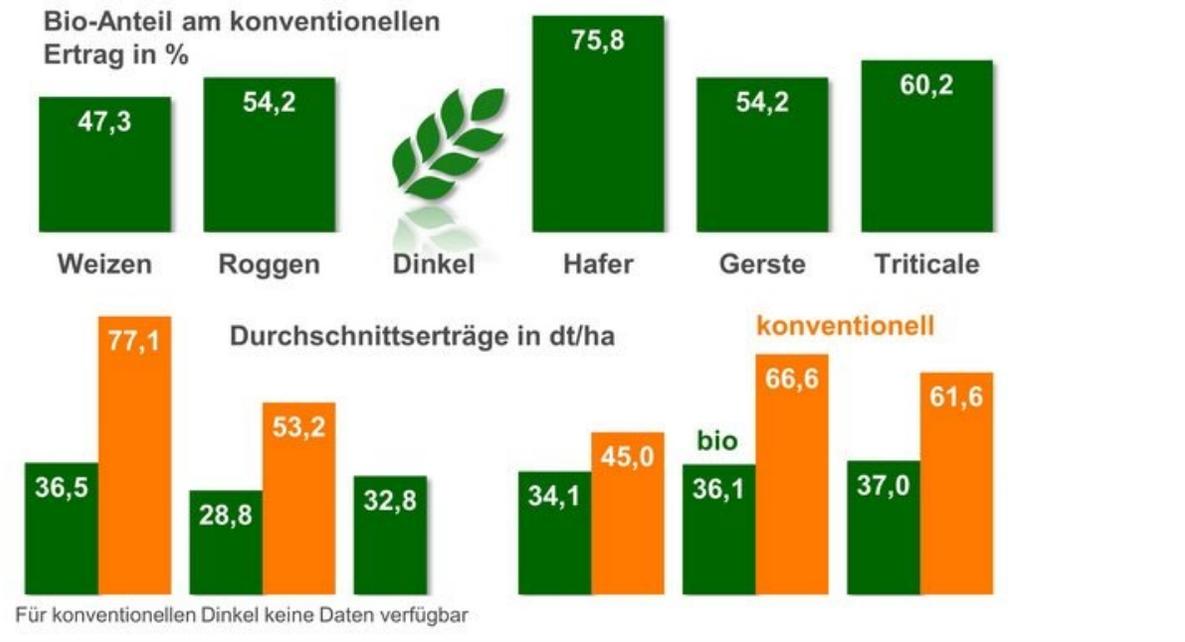
Differences between organic and conventional farming for mean species richness of flora and fauna (n = number of pairwise comparisons).



Differences between organic and conventional farming for mean species richness of flora and fauna (n = number of pairwise comparisons).

Erträge von Bio-Getreide halb so groß AMI

Durchschnittserträge der Getreidearten bio und konventionell 2012-2020, in Deutschland, in dt/ha, Unterschied in %



© AMI 2019/OL-706 | AMI-informiert.de Quelle: AMI; Destatis

Ökolandbau

Höhere Biodiversität

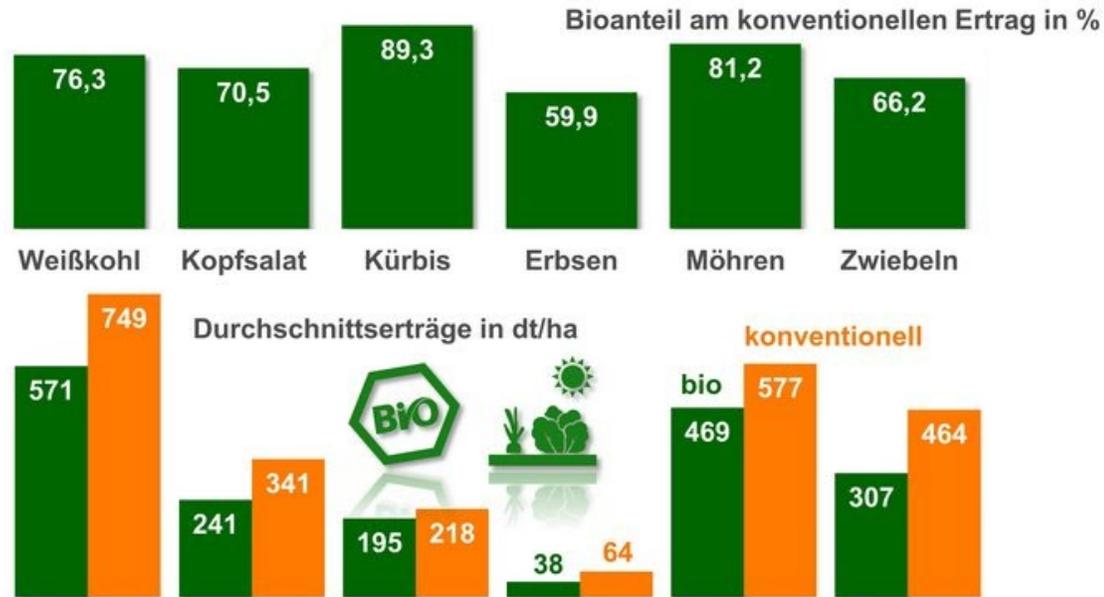


Geringere Produktivität

Alles Bio?

Erträge von Freilandgemüse

Durchschnittserträge der Gemüsearten im Freilandanbau bio und konventionell 2012-2017, in Deutschland, in dt/ha, Unterschied in %

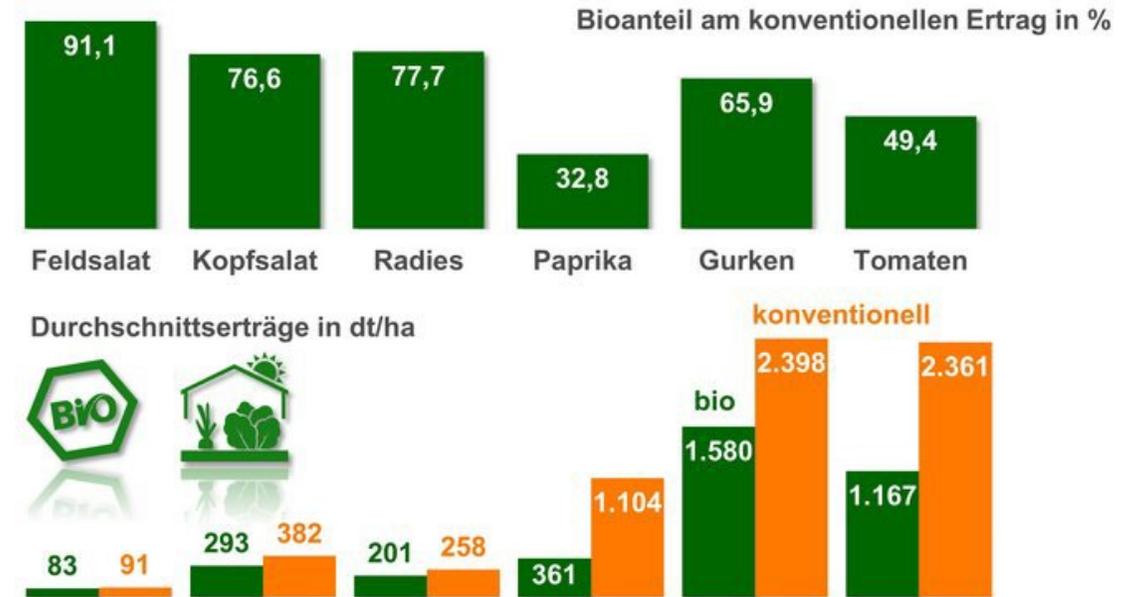


© AMI 2018/OL-707 | AMI-informiert.de

Quelle: AMI nach destatis

Erträge von Unterglasgemüse

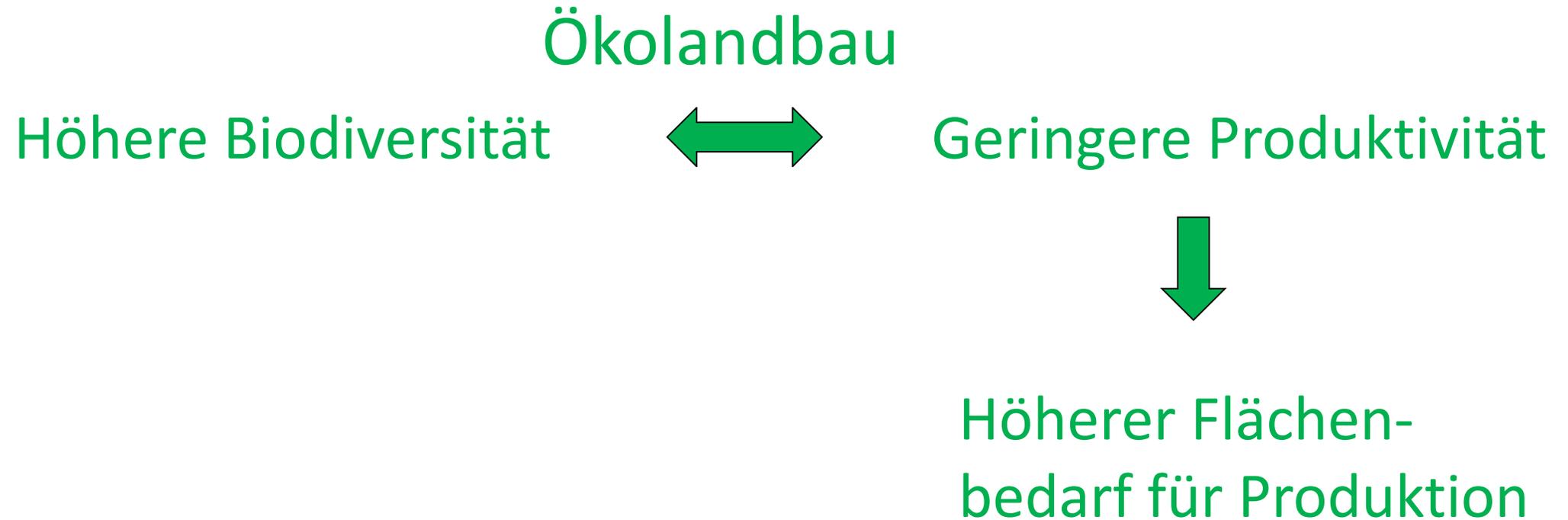
Durchschnittserträge der Gemüsearten im geschützten Anbau in Deutschland, bio und konventionell, 2012-2017, in dt/ha, Unterschied in %



© AMI 2018/OL-708 | AMI-informiert.de

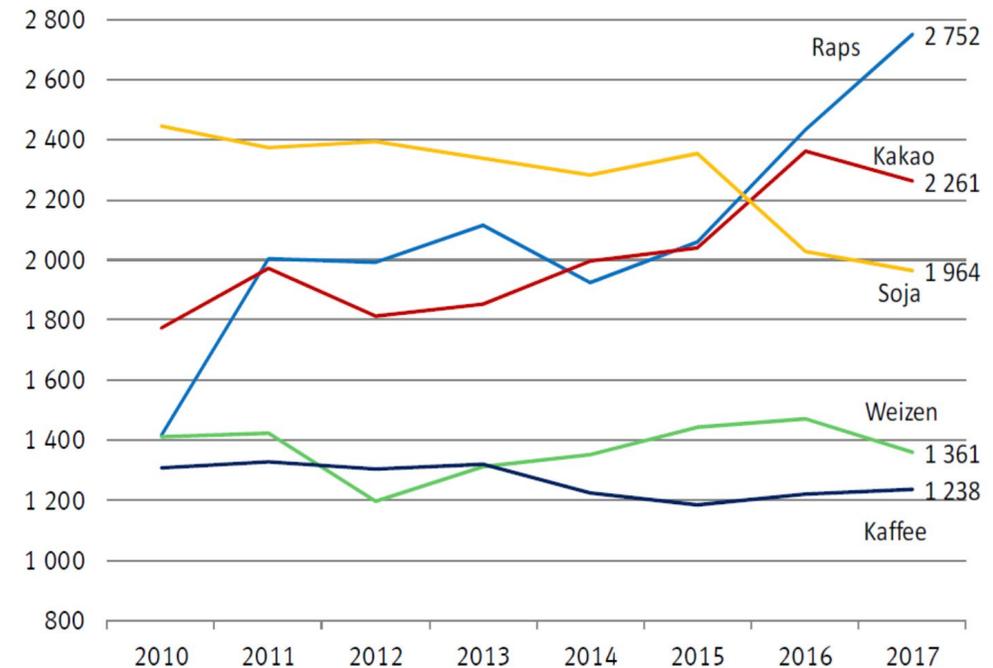
Quelle: AMI nach destatis

Zielkonflikt:

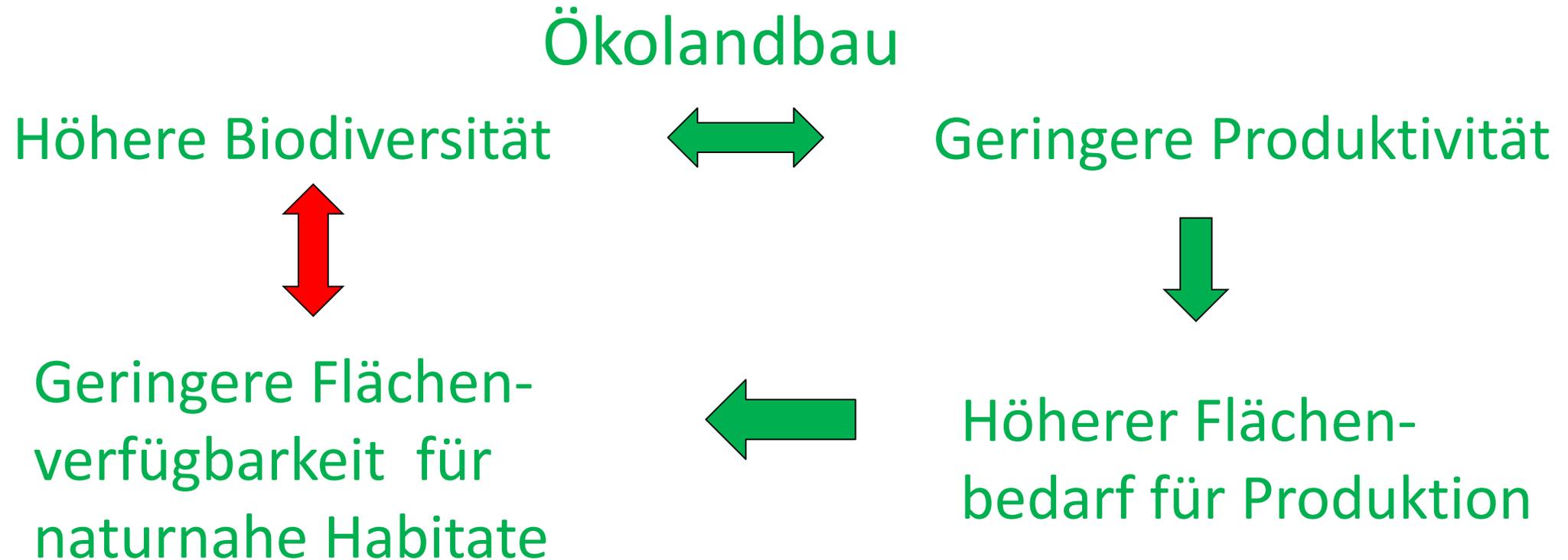


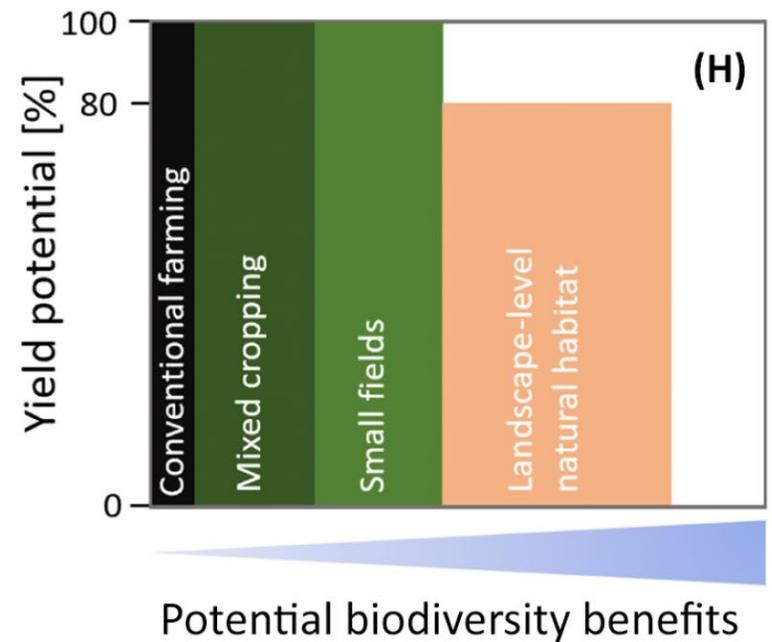
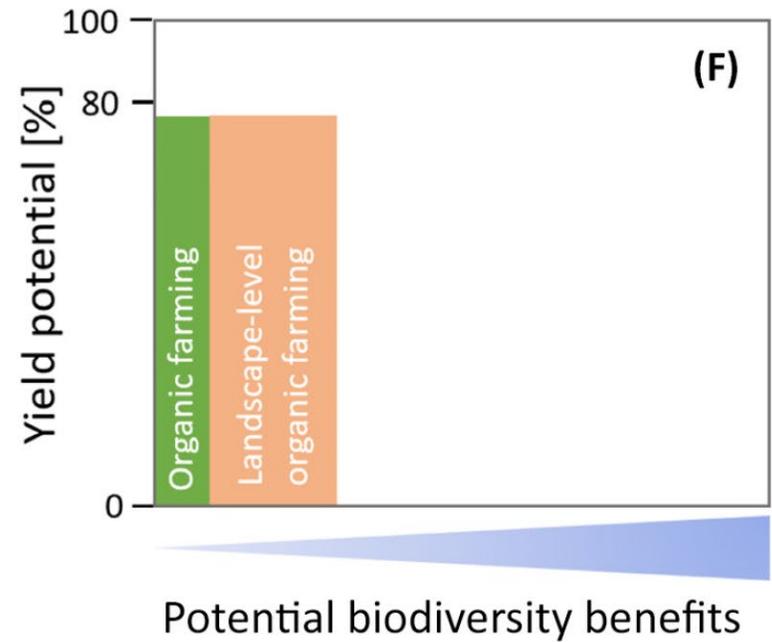
Flächenbelegung im In- und Ausland für Ernährungsgüter pflanzlichen und tierischen Ursprungs 2010-2017 (1000 ha)

Landwirtschaftlich genutzte Fläche	16 687
- Futterpflanzen	9 552
- Pflanzliche Ernährung	4 497
- Energiepflanzen	2 014
- Industrielle Verwendung	307
- Stillgelegte Flächen, Brache	318
Exporte	12 158
- pflanzlichen Ursprungs	7 039
- tierischen Ursprungs	5 119
Importe	19 024
- tierischen Ursprungs	4 870
- pflanzlichen Ursprungs	14 154
Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern	19 082
- pflanzlichen Ursprungs	7 450
- tierischen Ursprungs	11 632



Zielkonflikt:

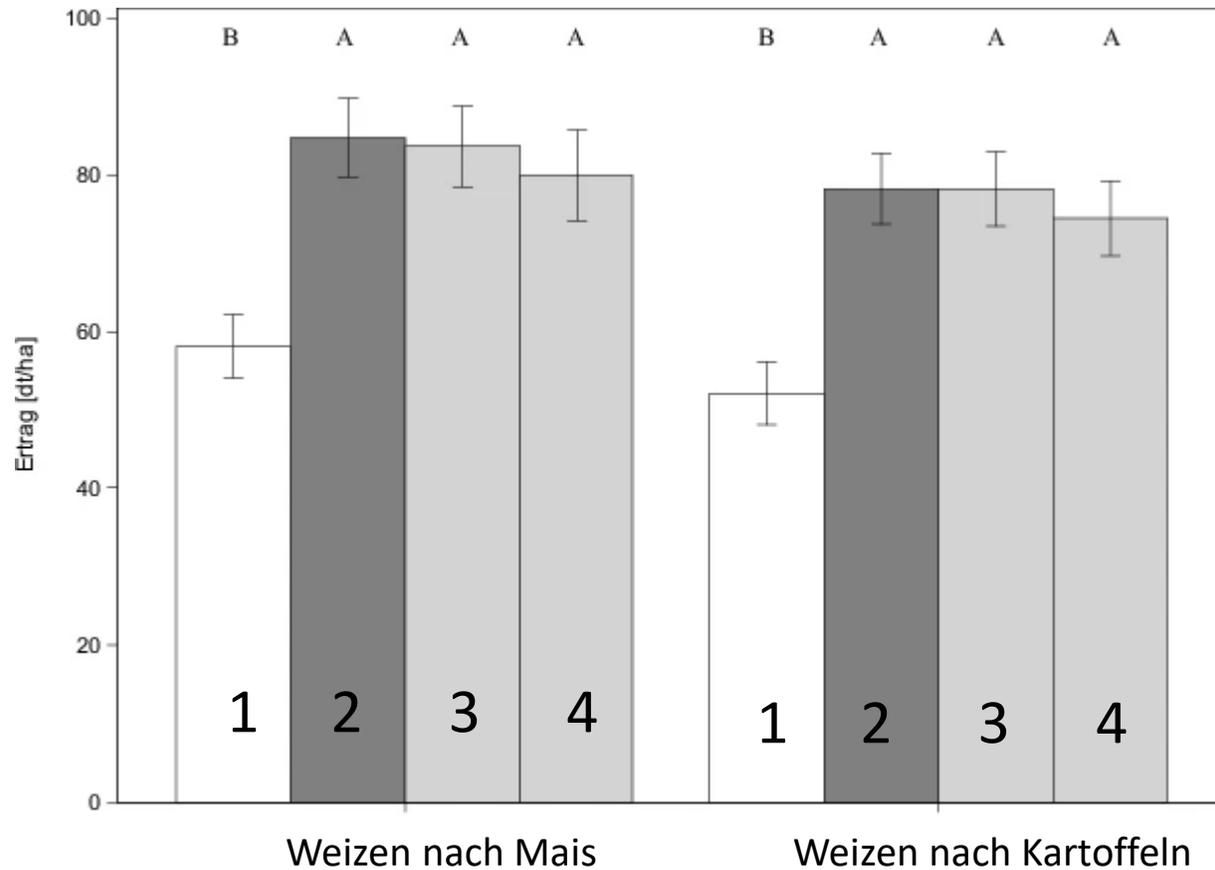




“In conclusion, **organic farming** contributes more to biodiversity conservation than conventional agriculture, but these **benefits are small** and come at the cost of **high yield deficits**.

- Crop diversification,
- small fields, and
- promotion of seminatural habitat patches can have greater effects on biodiversity than organic certification.”

Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes



Mittlerer Weizenertrag 2004 bis 2016



Brussels, 22.6.2022
COM(2022) 305 final
2022/0196 (COD)

Proposal for a
REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
on the sustainable use of plant protection products and amending Regulation (EU) 2017/215

- 1: Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, jedoch gebeiztes Saatgut, mechanische Unkrautregulierung.
- 2: Gute fachliche Praxis unter Berücksichtigung der Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes, Anwendung von Bekämpfungsrichtwerten, situationsangepasste Auswahl und Dosierung der Pflanzenschutzmittel.
- 3: Reduzierung des Behandlungsindex aller Pflanzenschutzmittelgruppen um 25% im Vergleich zu Strategie 2.
- 4: Reduzierung des Behandlungsindex aller Pflanzenschutzmittelgruppen um 50% im Vergleich zu Strategie 2.

Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes

“A ban on PPPs* will reduce crop yield by around 20-40%, depending on the crop. PPPs are a risk insurance for the farmer. Therefore, reduction of PPP use needs more research and will depend on the actual management scheme of PPPs and the crop.”

* plant protection products



Farming
without plant
protection
products

Can we grow
without using
herbicides,
fungicides and
insecticides?



IN-DEPTH ANALYSIS

Panel for the Future of Science and Technology

EPRS | European Parliamentary Research Service

Scientific Foresight Unit (STOA)
PE 634.416 – March 2019

EN

Diversität im Anbau

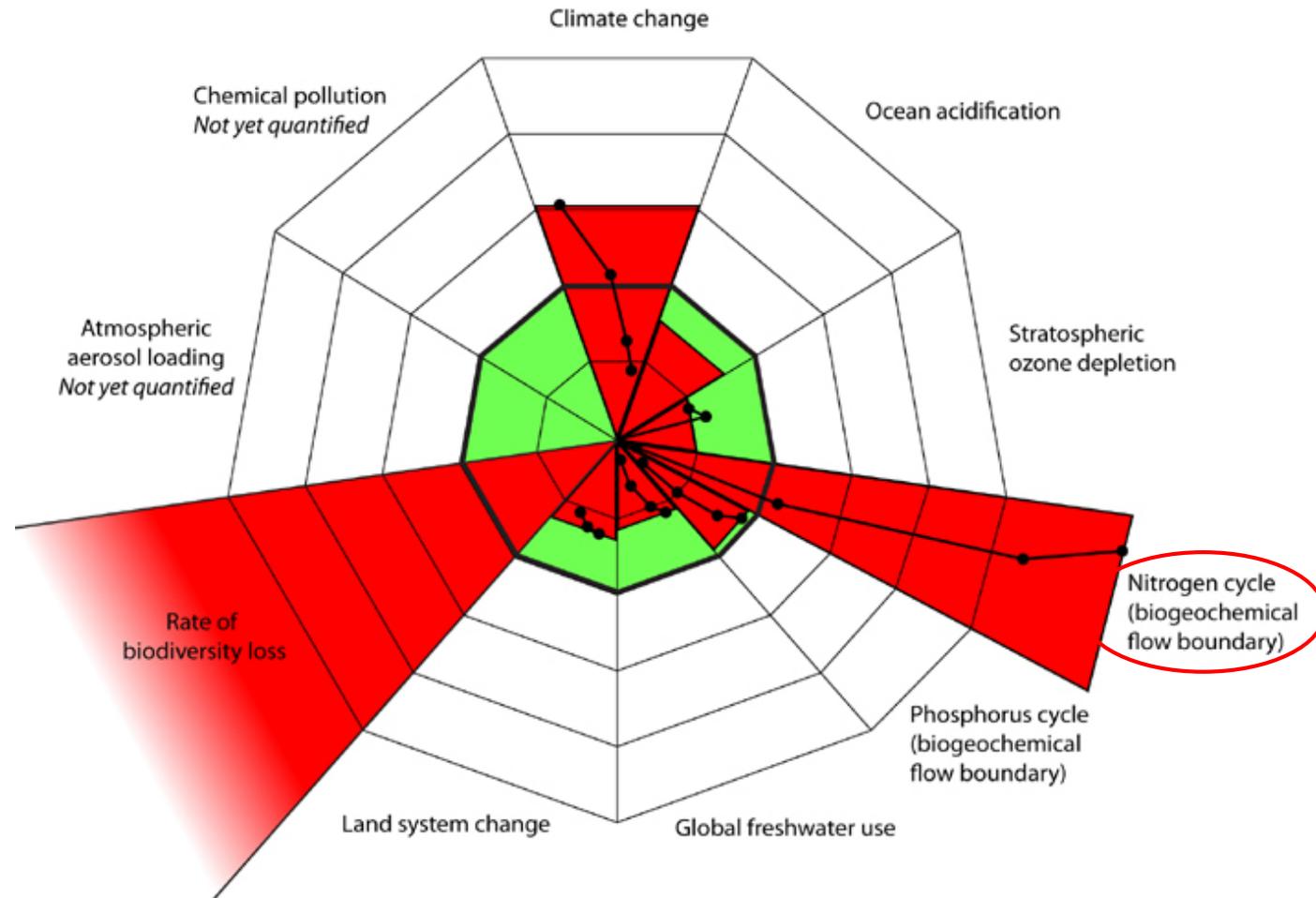
- Fruchtfolgen
- Sortenvielfalt



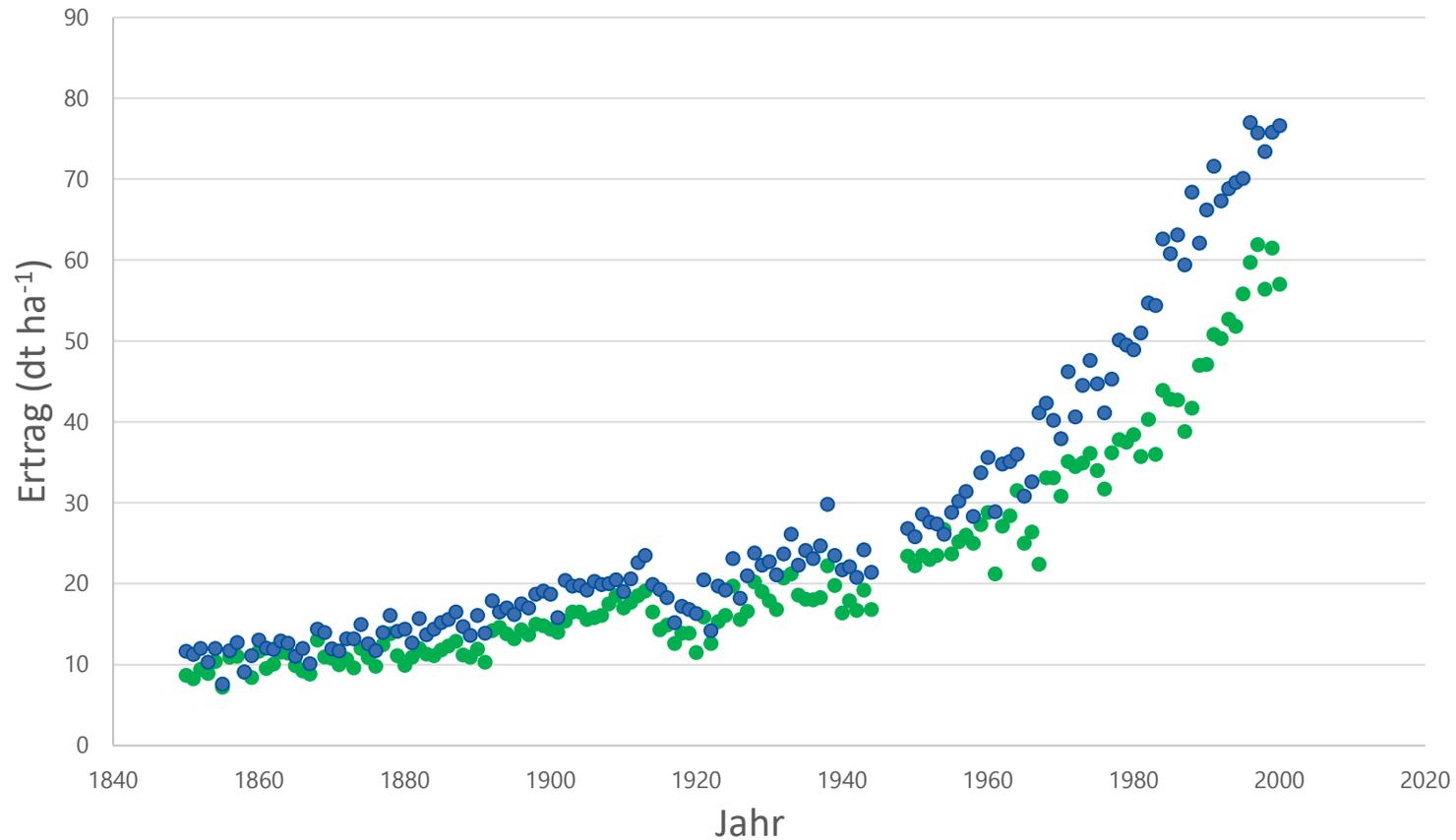
Die wichtigsten Botschaften dieser Vorlesung

1. Gemüse ist gesund: Die Menschen müssten mehr davon essen!
2. Der Klimawandel hat voraussichtlich negative Auswirkungen auf den Verzehr von Gemüse und damit die Lebenserwartung.
3. Veränderungen der Agrarlandschaftsstruktur sind zur Förderung der Biodiversität notwendig. Deren Wirkungen sind aber für eine effektive Schaderregerregulation nicht ausreichend.
4. Zur Pestizidreduktion im Gemüsebau fehlen weitgehend wiss. Befunde.
5. **Möglichkeiten der pflanzenbaulichen Biodiversität (Fruchtfolgen, Sorten) müssen verstärkt genutzt werden.**

Nahrungsmittelproduktion und planetare Grenzen



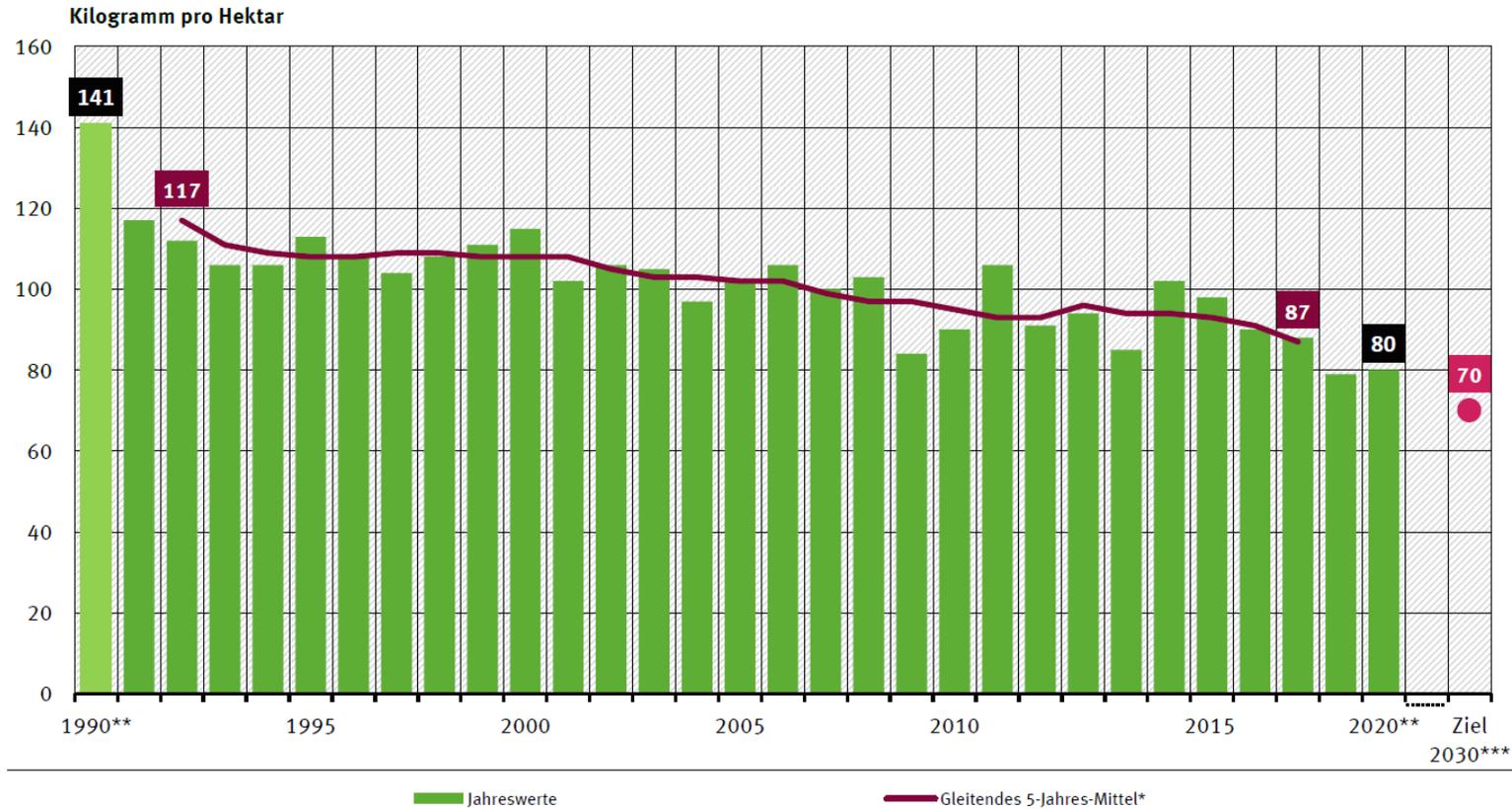
Estimate of quantitative evolution of control variables for seven planetary boundaries



Weizen- (blau) und Roggen-(grün)erträge in Deutschland 1850-2000

„Bodenfruchtbarkeit“ im 21. Jahrhundert: Massive Nährstoffüberschüsse

Saldo der landwirtschaftlichen Stickstoff-Gesamtbilanz in Bezug auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche



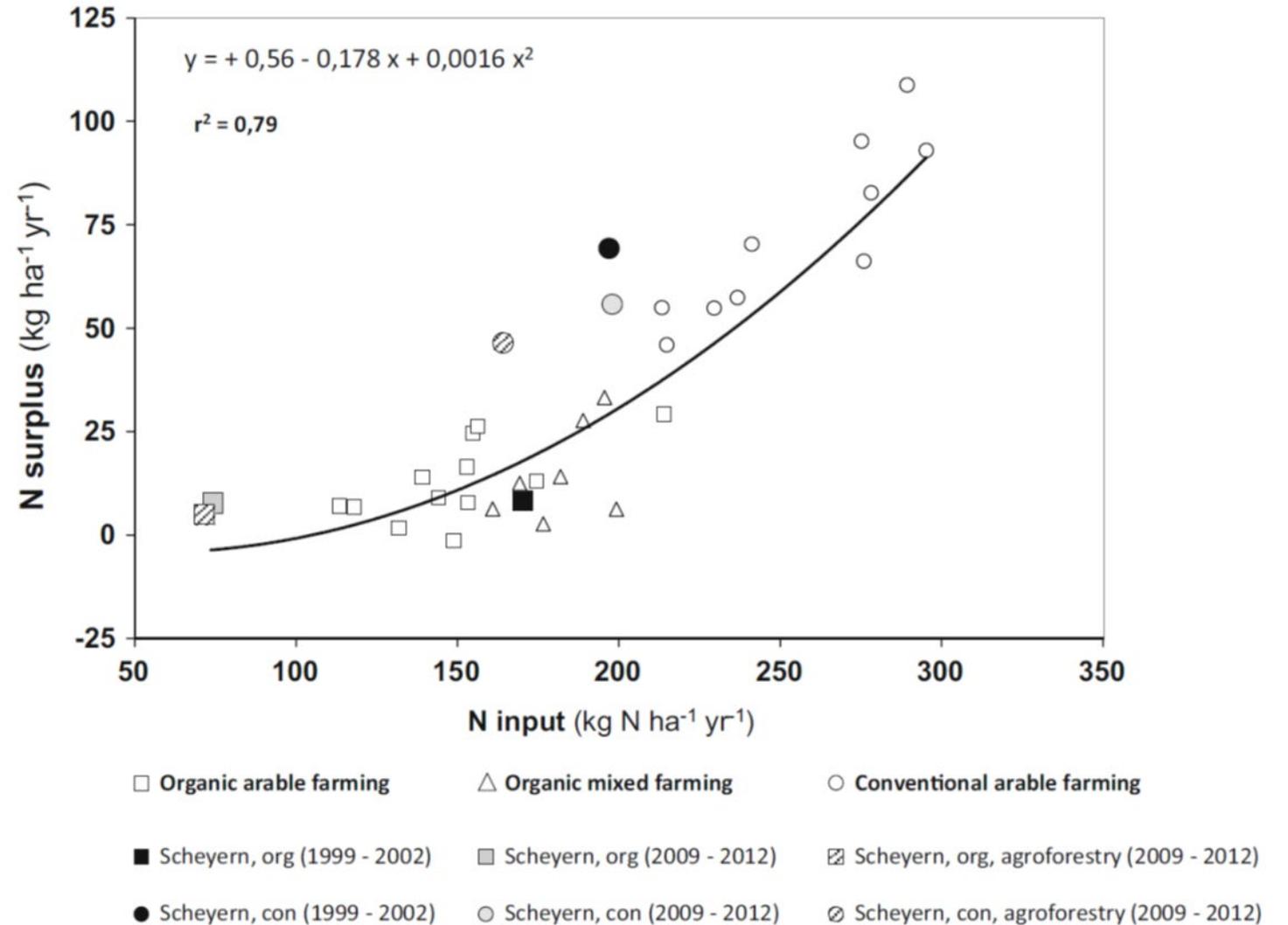
* jährlicher Überschuss bezogen auf das mittlere Jahr des 5-Jahres-Zeitraums (aus gerundeten Jahreswerten berechnet)
 ** 1990: Daten zum Teil unsicher, nur eingeschränkt vergleichbar mit Folgejahren. ** 2020: vorläufige Daten
 *** Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, bezogen auf das 5-Jahres-Mittel des Zeitraums 2028 - 2032

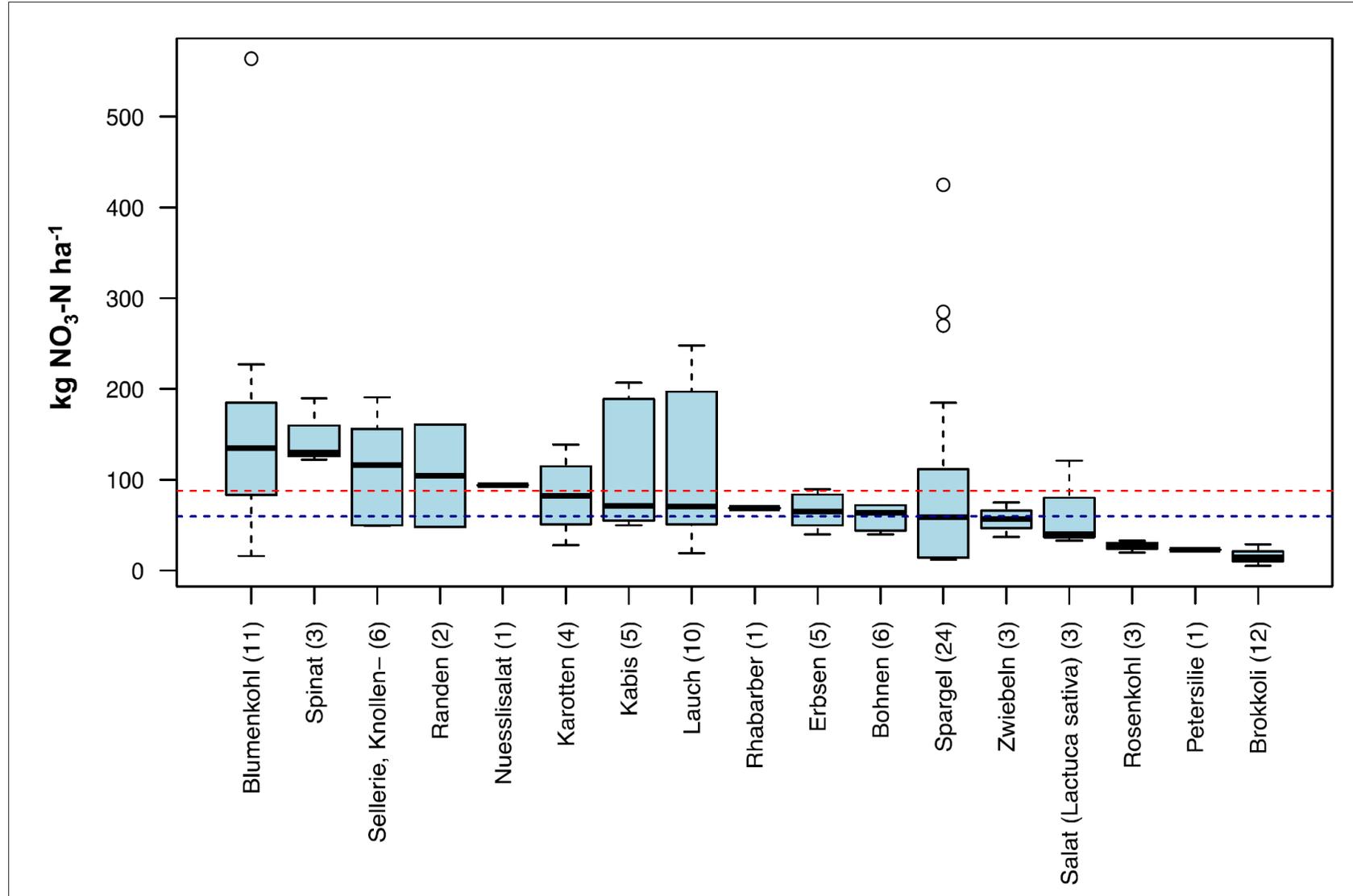
Quelle: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 2022, Statistischer Monatsbericht Kap. A Nährstoffbilanzen und Düngemittel, Nährstoffbilanz insgesamt von 1990 bis 2020 (MBT-0111260-0000)

Überproportionaler Anstieg der Stickstoffüberschüsse

Beziehung zwischen Stickstoffüberschuss und Stickstoffdüngung

Correlation between nitrogen input and nitrogen surplus. Data analysed for Scheyern Research Farm and 56 organic and conventional farms in Germany

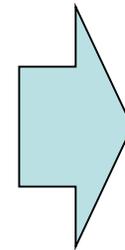




NO₃-N-Restmengen im Boden (0–90 cm) nach der Gemüseernte oder am Ende der Kulturfolge (Herbst) im Freilandanbau dargestellt in einem Boxplot-Diagramm. Zahlen in Klammern zeigen die Anzahl der Messwerte je Gemüseart

Stickstoffdüngung zu Gemüse – wie vor hundert Jahren

- **Viel**
 - Volles Wachstum bis zur Ernte
 - Sicherheitszuschlag
- **Früh**
 - Vegetationsbeginn
 - evtl. Kopfdüngung
- **Fern**
 - Auf die Bodenoberfläche



Bedarfsgerechte Steuerung:
Häufige, kleine Gaben in den
Wurzelraum

Vom Gewächshaus fürs Freiland lernen



aber:

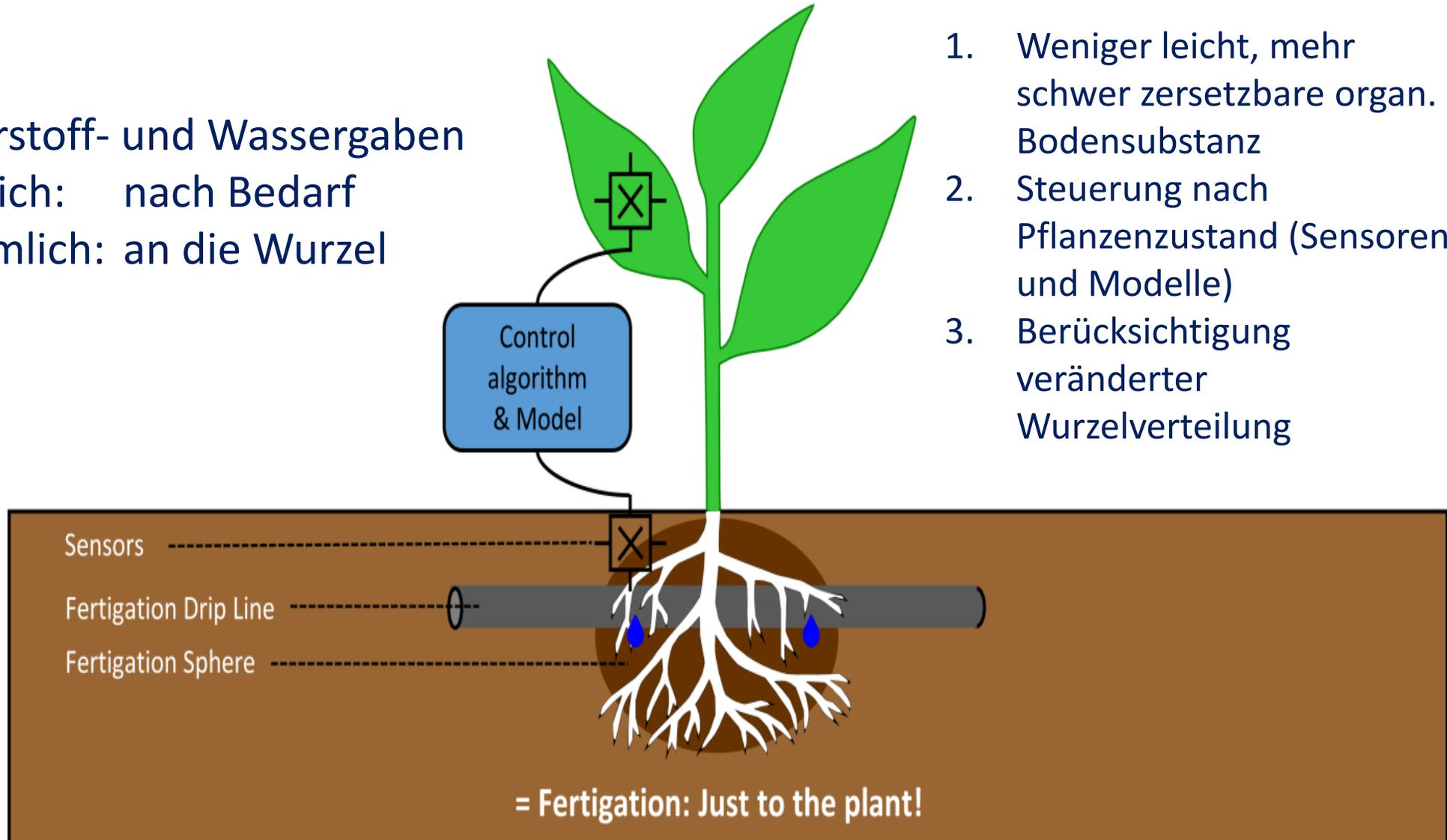
- Natürlicher Regen
- N-Freisetzung aus organ. Bodensubstanz



<https://dl.sciencesocieties.org/publications/cns/articles/47/4/4>

Concept of demand driven nutrient supply in intensive crop production

Nährstoff- und Wassergaben
Zeitlich: nach Bedarf
Räumlich: an die Wurzel

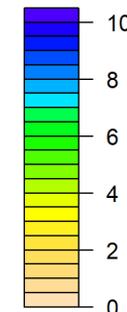
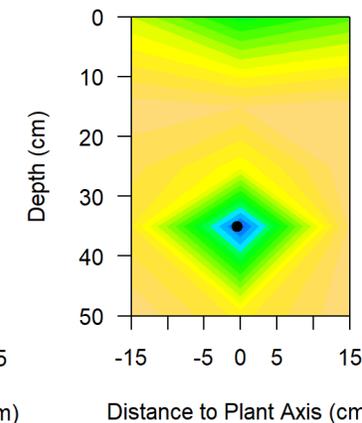
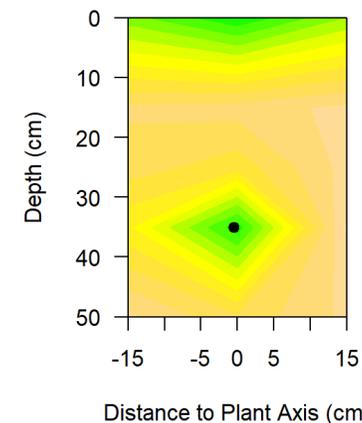
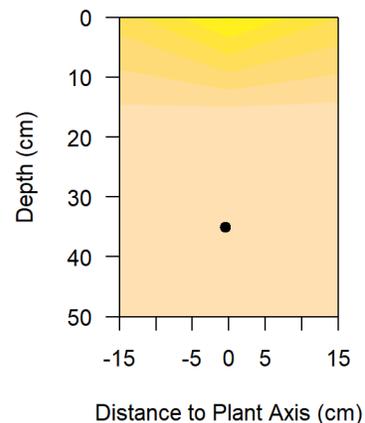


Wurzelverteilung unter Subsurface Drip Fertigation

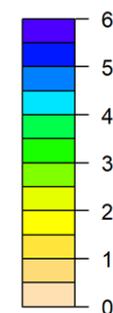
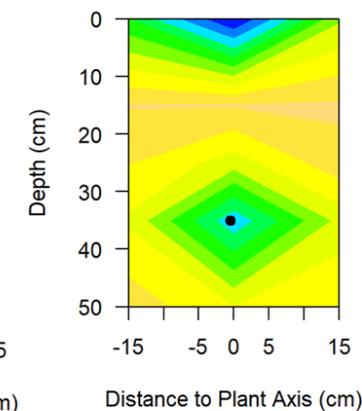
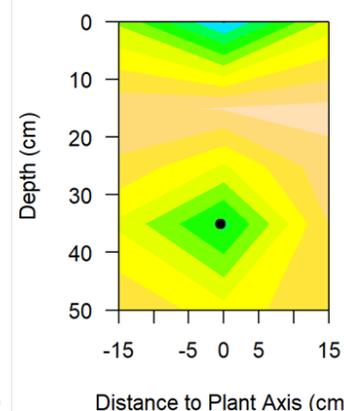
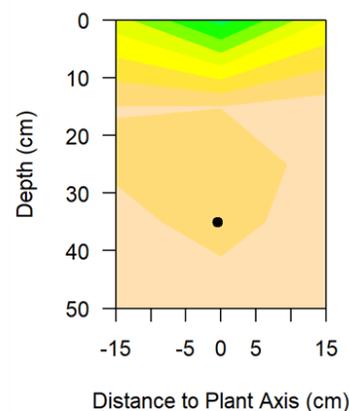
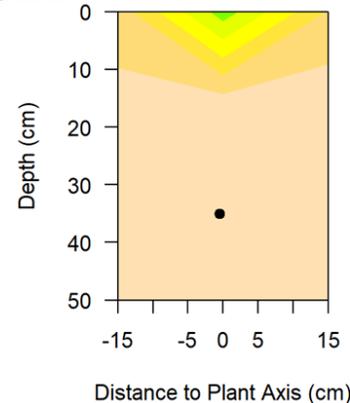
- Zwei Zonen konzentrierter Durchwurzelung
 - Bodenoberfläche
 - Tropfschlauch
- Große Jahresunterschiede in der Wurzelmasse
- Geringe Jahresunterschiede in Wurzelverteilung



2021



2022



6 WAT

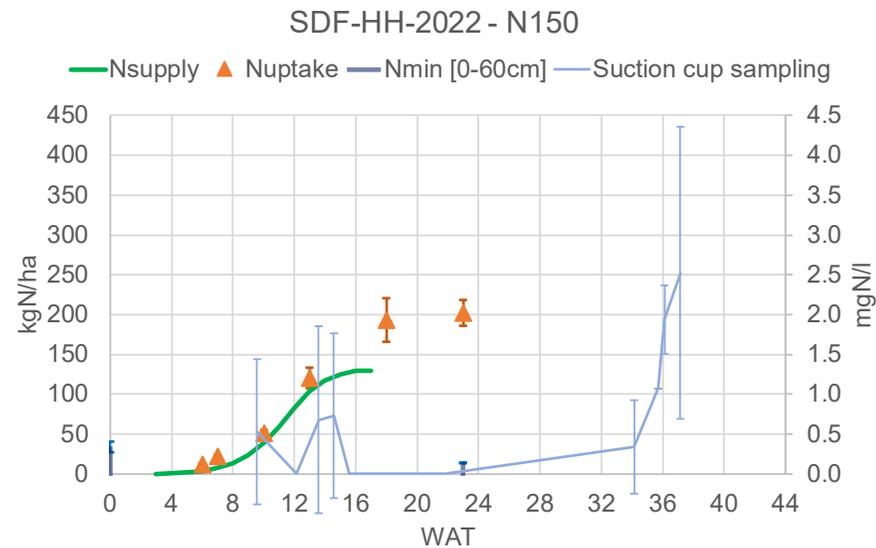
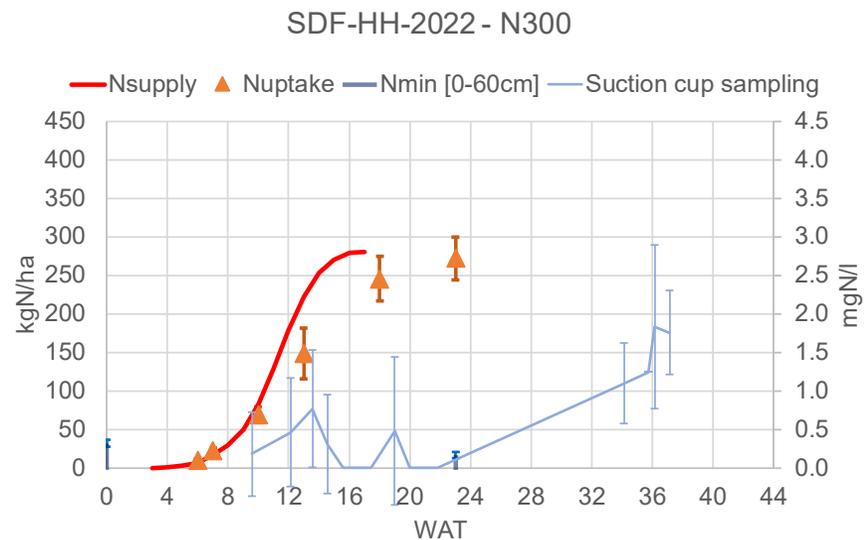
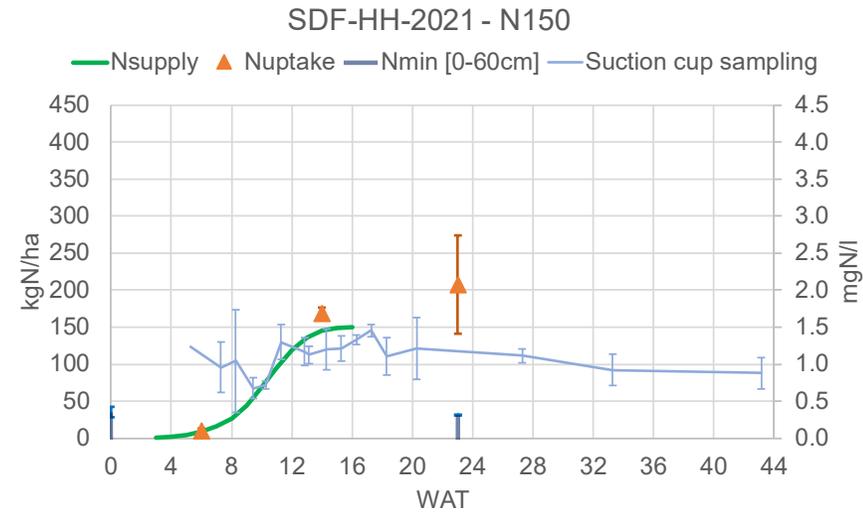
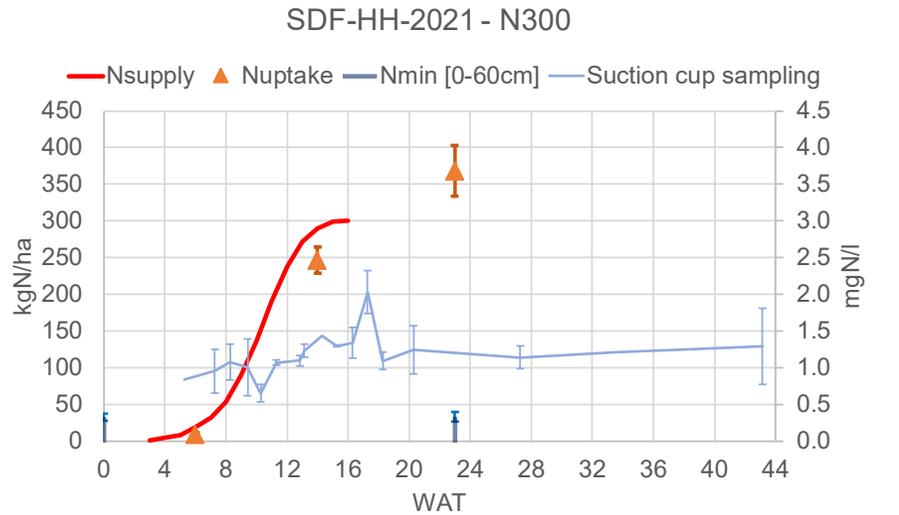
8 WAT

13 WAT

23 WAT

WAT: Wochen nach Pflanzung

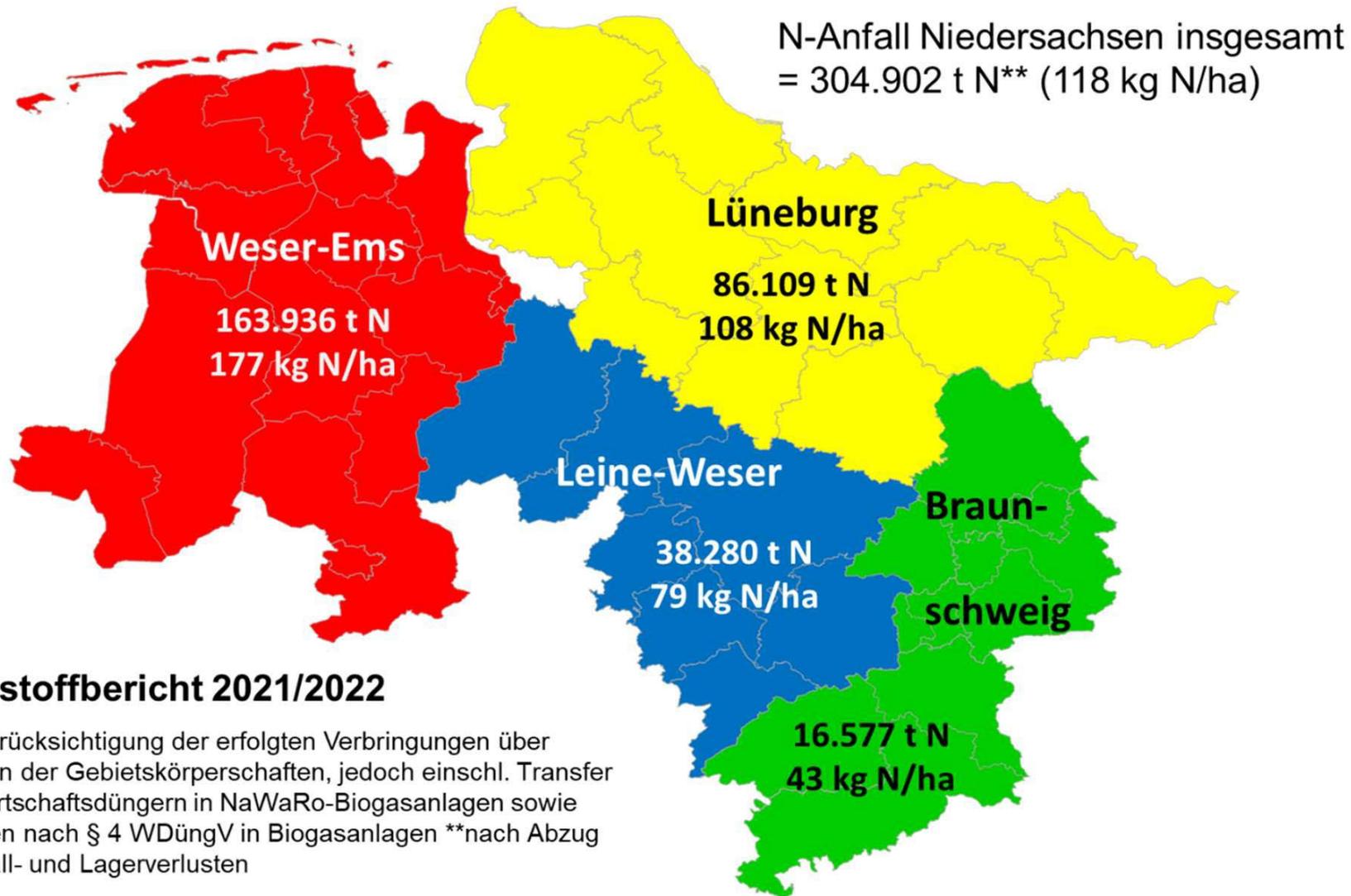
Sub-surface drip irrigation (SDF): intensive Stickstoffdüngung ohne Verlust



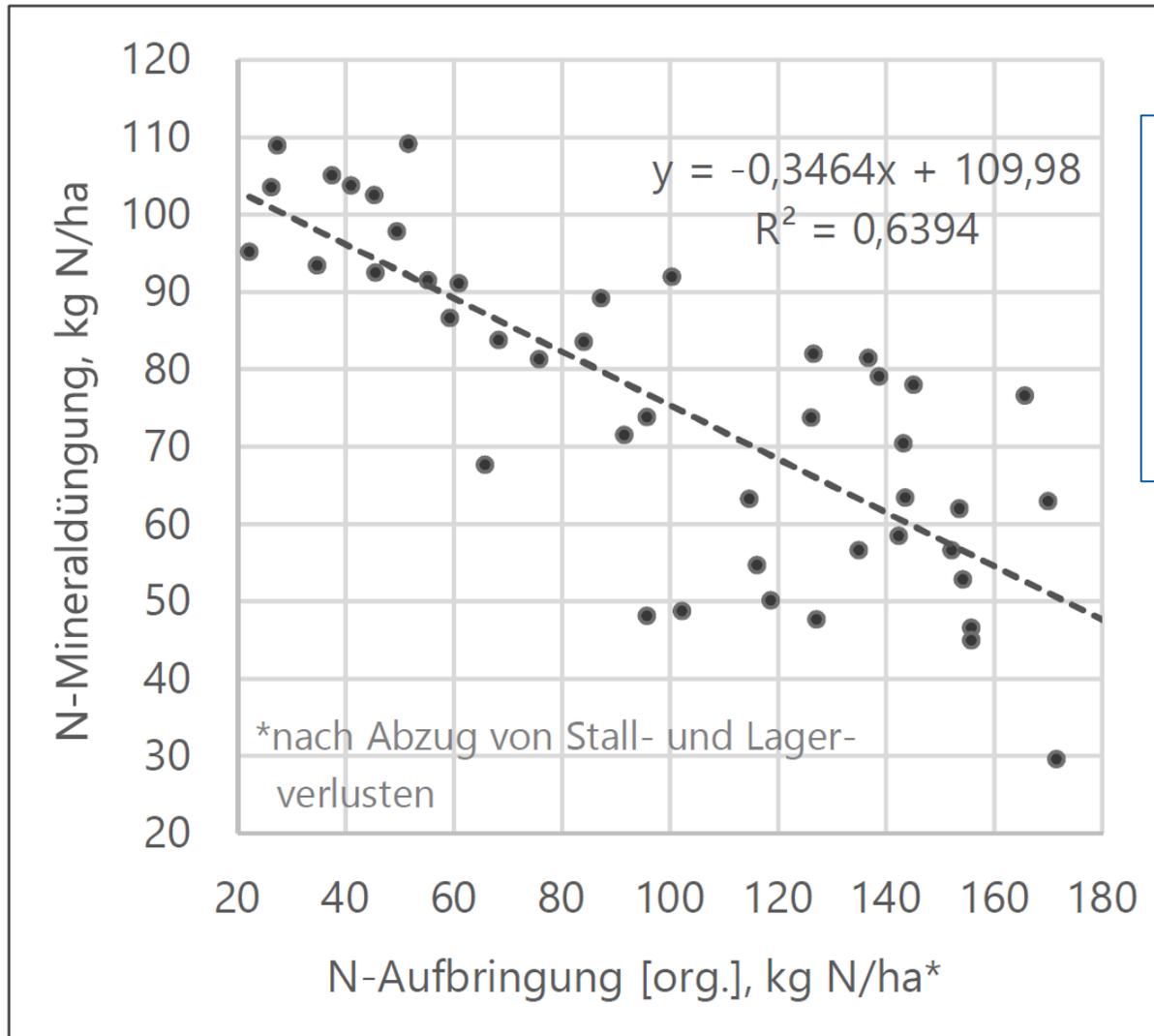
Suction cup depth=90cm

Die wichtigsten Botschaften dieser Vorlesung

1. Gemüse ist gesund: Die Menschen müssten mehr davon essen!
2. Der Klimawandel hat voraussichtlich negative Auswirkungen auf den Verzehr von Gemüse und damit die Lebenserwartung.
3. Veränderungen der Agrarlandschaftsstruktur sind zur Förderung der Biodiversität notwendig. Deren Wirkungen sind aber für eine effektive Schaderregerregulation nicht ausreichend.
4. Zur Pestizidreduktion im Gemüsebau fehlen weitgehend wiss. Befunde.
5. Möglichkeiten der pflanzenbaulichen Biodiversität (Fruchtfolgen, Sorten) müssen verstärkt genutzt werden.
6. **Mit Unterflur-Tropffertigation ist Gemüseproduktion auch bei hoher Düngungsintensität ohne Stickstoffverluste möglich.**

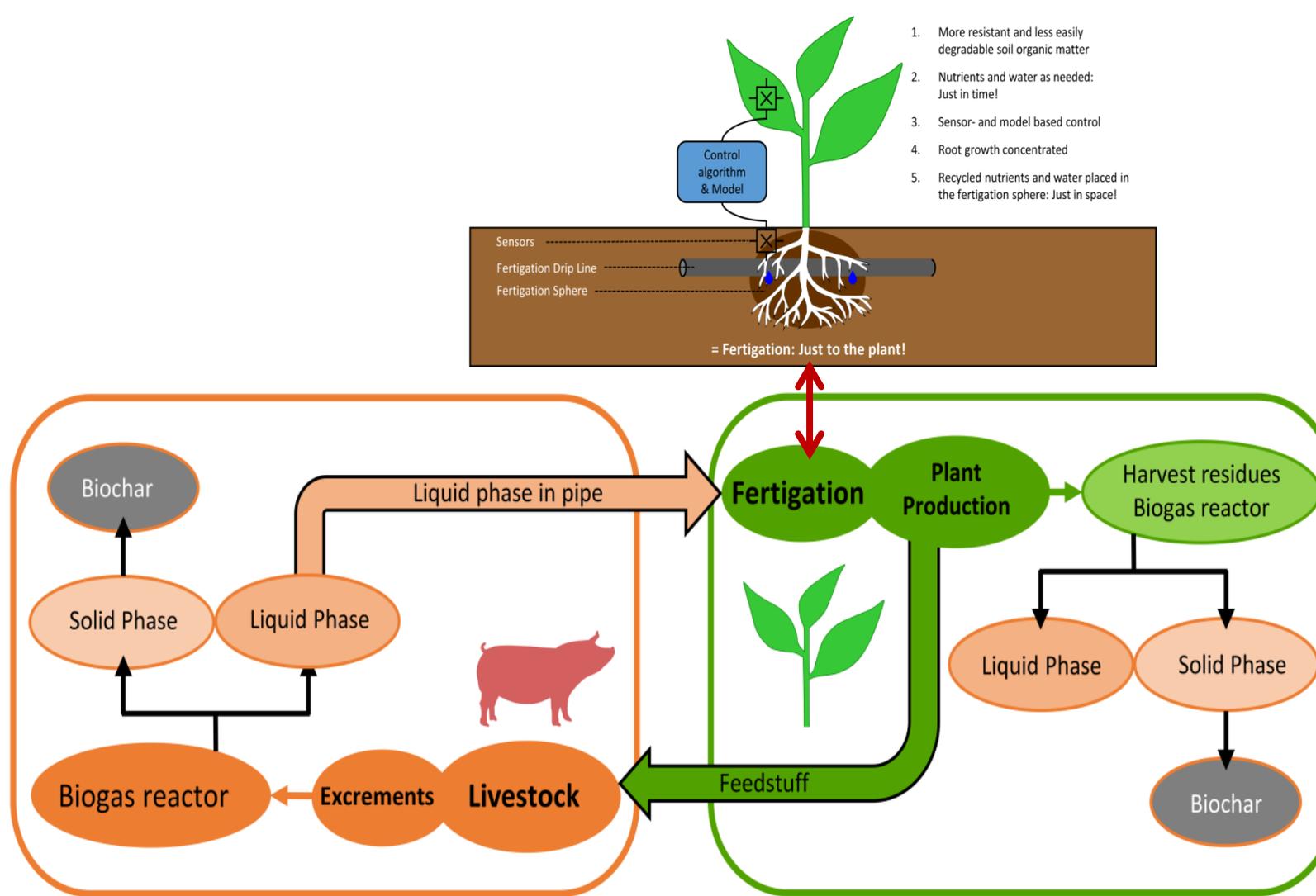


Stickstoffanfall aus Tierhaltung und Biogasanlagen in Niedersachsen



**1 kg mineralischer
Stickstoff wird durch
3 kg organischen
Stickstoff substituiert**

Substitutionsbeziehung N-Mineraldüngung vs. N-Aufbringung durch organische Stoffe in Niedersachsen



Konzept eines bedarfsgerechten Nährstoffkreislaufsystems Pflanze - Tier

Concept of demand driven nutrient supply in intensive crop production – including livestock production

Vision eines Bestandesführungssystems der Zukunft auf der Basis von SDF

Crop Management System of the Future based on SDF

Nachhaltig!

Verbesserte Nutzung des Ertragspotentials

Verbesserte Resilienz

Erhöhte Biodiversität

Geringerer Pestizideinsatz

Geschlossener Nährstoffkreislauf: Keine N-Kontamination von Wasser und Luft

Vollständige Nutzung der organisch gebundenen Nährstoffe

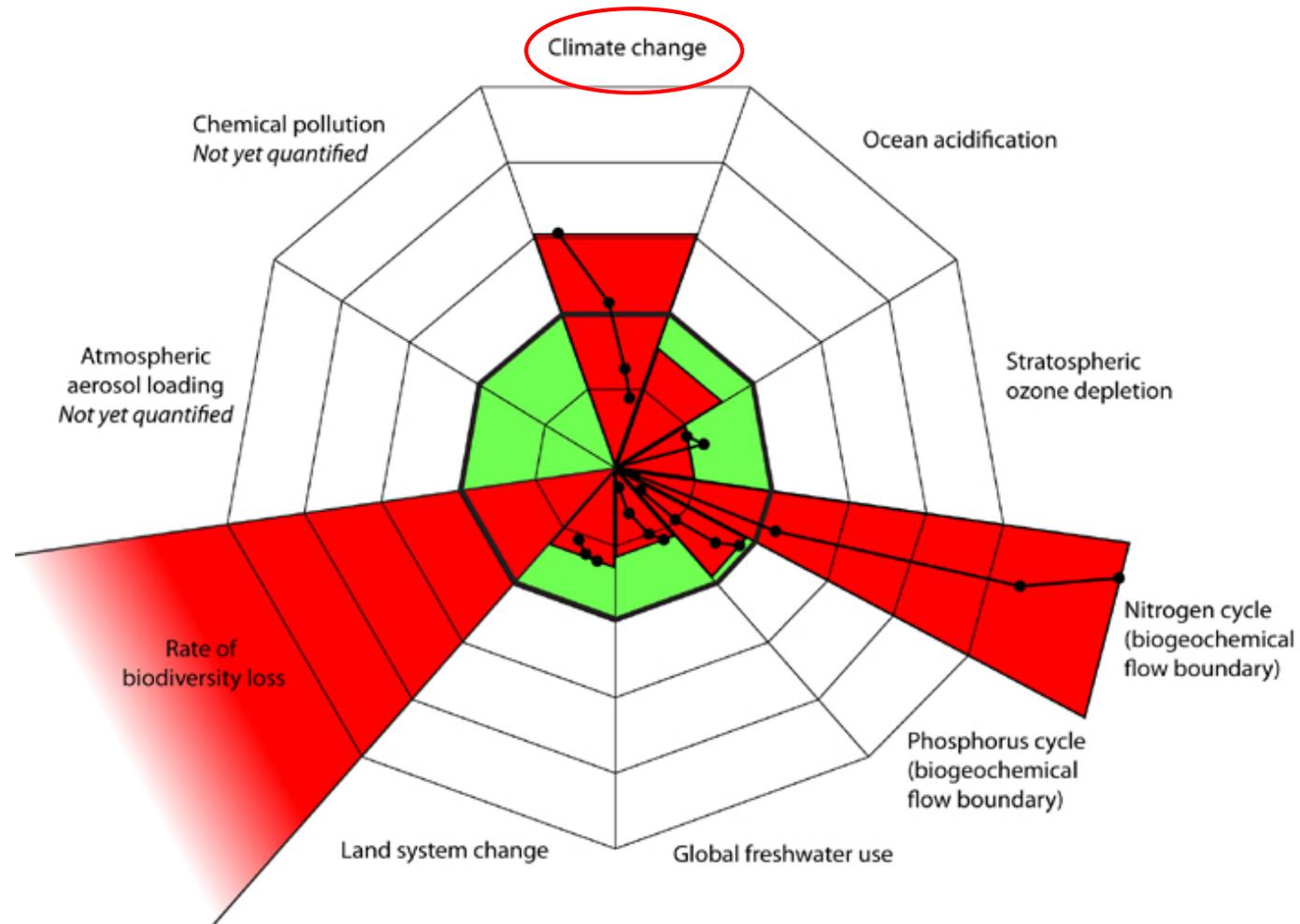
Sauberes Trinkwasser



Die wichtigsten Botschaften dieser Vorlesung

1. Gemüse ist gesund: Die Menschen müssten mehr davon essen!
2. Der Klimawandel hat voraussichtlich negative Auswirkungen auf den Verzehr von Gemüse und damit die Lebenserwartung.
3. Veränderungen der Agrarlandschaftsstruktur sind zur Förderung der Biodiversität notwendig. Deren Wirkungen sind aber für eine effektive Schaderregerregulation nicht ausreichend.
4. Zur Pestizidreduktion im Gemüsebau fehlen weitgehend wiss. Befunde
5. Möglichkeiten der pflanzenbaulichen Biodiversität (Fruchtfolgen, Sorten) müssen verstärkt genutzt werden.
6. Mit Unterflur-Tropffertigation ist Gemüseproduktion auch bei hoher Düngungsintensität ohne Stickstoffverluste möglich.
7. **Unterflur-Tropffertigation könnte Kernstück einer nachhaltigen Bestandesführung sein.**

Nahrungsmittelproduktion und planetare Grenzen



Estimate of quantitative evolution of control variables for seven planetary boundaries

Die Zukunft der Gemüseproduktion?

Vertical farms, plant factories etc.



<https://atlasofthefuture.org/project/nordic-harvest-vertical-farm/>

Energiekonversion und –nutzung bei ausschließlicher LED-Belichtung in Plant Factories (PF)

$$E_{el} \xrightarrow{\varepsilon_c} E_{phot} \xrightarrow{\varepsilon_i} E_{phot,int} \xrightarrow{\varepsilon_{lu}} TM_{tot} \xrightarrow{\varepsilon_h} TM_{harv}$$

$$TM_{harv} = E_{el} \cdot \varepsilon_c \cdot \varepsilon_i \cdot \varepsilon_{lu} \cdot \varepsilon_h$$

$$\frac{E_{el}}{TM_{harv}} = \frac{1}{\varepsilon_c \cdot \varepsilon_i \cdot \varepsilon_{lu} \cdot \varepsilon_h} = \frac{1}{0.5 \cdot 0.5 \cdot 3 \cdot 0.5} = 2.66 \frac{MJ}{g} = 741 \frac{kWh}{kg} \quad \text{konventionell}$$

$$= \frac{1}{0.5 \cdot 0.5 \cdot 4.4 \cdot 0.5} = 1.82 \frac{MJ}{g} = 505 \frac{kWh}{kg} \quad \text{Weizen, Reis in PF}$$

- E_{el} : elektr. Energie (kWh)
- E_{phot} : Strahlungsenergie (kWh)
- ε_c : Konversion elekt.-PAR (-)
- ε_i : rel. Lichtaufnahme (-)
- ε_{lu} : Lichtnutzungseffizienz (g MJ⁻¹)
- ε_h : Harvest Index (-)

Ernährung durch Plant Factories?

Energiebedarf **pro Erwachsener** ca. 2000 kcal/Tag \triangleq 500g Kohlenhydrate/Tag

$$500 \times 365 = 182.5 \text{ kg/Jahr}$$

$$182.5 \text{ kg} \times 505 \text{ kWh/kg} = 92\,163 \text{ kWh/Jahr}$$

Zum Vergleich: durchschnittlicher Stromverbrauch ca. 2000 kWh/Kopf/Jahr

Energiekonversion und –nutzung bei ausschließlicher LED-Belichtung in Plant Factories (PF)

$$E_{el} \xrightarrow{\varepsilon_c} E_{phot} \xrightarrow{\varepsilon_i} E_{phot,int} \xrightarrow{\varepsilon_{lu}} TM_{tot} \xrightarrow{\varepsilon_h} TM_{harv}$$

$$TM_{harv} = E_{el} \cdot \varepsilon_c \cdot \varepsilon_i \cdot \varepsilon_{lu} \cdot \varepsilon_h$$

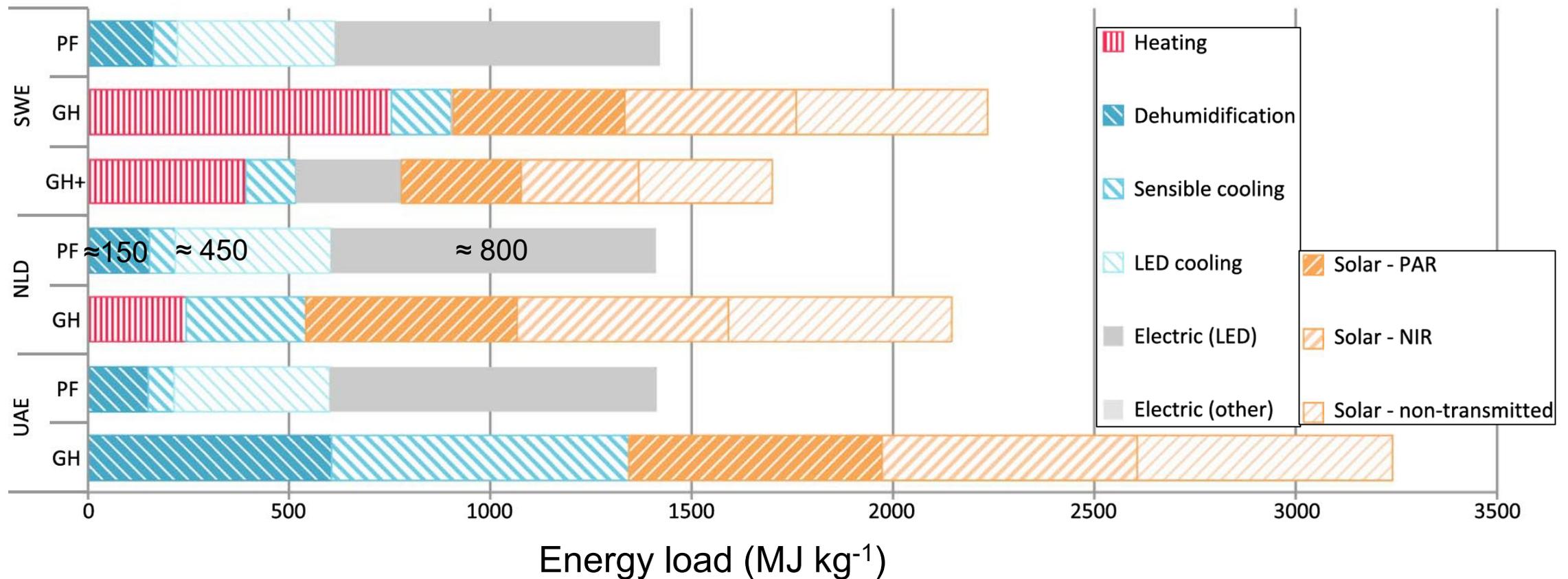
$$\frac{E_{el}}{TM_{harv}} = \frac{1}{\varepsilon_c \cdot \varepsilon_i \cdot \varepsilon_{lu} \cdot \varepsilon_{harv}} = \frac{1}{0.5 \cdot 0.5 \cdot 3 \cdot 0.5} = 2.66 \frac{MJ}{g} = 741 \frac{kWh}{kg} \quad \text{konventionell}$$

$$= \frac{1}{0.5 \cdot 0.5 \cdot 4.4 \cdot 0.5} = 1.82 \frac{MJ}{g} = 505 \frac{kWh}{kg} \quad \text{Weizen, Reis in PF}$$

$$= \frac{1}{0.5 \cdot 0.95 \cdot 7 \cdot 0.9} = 0.33 \frac{MJ}{g} = 93 \frac{kWh}{kg} \quad \text{potentiell}$$

$$= \frac{1}{0.5 \cdot 0.65 \cdot 6.2 \cdot 0.9} = 0.55 \frac{MJ}{g} = 152 \frac{kWh}{kg} \quad \text{Salat in PF}$$

- E_{el} : elektr. Energie (kWh)
- E_{phot} : Strahlungsenergie (kWh)
- ε_c : Konversion elekt.-PAR (-)
- ε_i : rel. Lichtaufnahme (-)
- ε_{lu} : Lichtnutzungseffizienz (g MJ⁻¹)
- ε_h : Harvest Index (-)



Energiebedarf pro kg Salattrockenmasse von “Plant Factories” (PF) im Vergleich zu Gewächshäusern (GH) in der Vereinigten Arabischen Emiraten (UAE), den Niederlanden (NLD) und Schweden (SWE)

Energy load of plant factories and greenhouses in the United Arab Emirates (UAE), The Netherlands (NLD) and Sweden (SWE), normalised for dry matter production (MJ kg dw⁻¹).

Stromkosten für LED-Belichtung in Plant Factories

Ökonomisch u.U. profitabel für Produkte hohem Preis pro Fischmasse und hohem Wassergehalt
Ökologisch sinnvoll bei Stromüberschuss

Crop type	ϵ_c	ϵ_i	E_{lu} (g MJ ⁻¹)	ϵ_h	Photon cost dry mass (€/kg)*	Water content (%)	Photon cost fresh mass (€/kg)*	Fresh produce price (€/kg)	Photon cost (% of fresh market price)
Potential efficiency	0.5	0.95	7.0	0.9	9.30				
Leafy microgreens	0.5	0.95	7.0	0.9	9.30	95	0.47	10	4.7
Lettuce	0.5	0.65	6.1	0.9	15.20	95	0.76	2	38
Tomatoes	0.5	0.60	4.4	0.6	35.10	95	1.76	1	176
General vegetables	0.5	0.50	4.4	0.5	50.50	90	5.05	0.5	1 010
Rice or wheat	0.5	0.50	4.4	0.5	50.50	10	45.91	0.2	22 955

*10 cent pro kWh

Die wichtigsten Botschaften dieser Vorlesung

1. Gemüse ist gesund: Die Menschen müssten mehr davon essen!
2. Der Klimawandel hat voraussichtlich negative Auswirkungen auf den Verzehr von Gemüse und damit die Lebenserwartung.
3. Veränderungen der Agrarlandschaftsstruktur sind zur Förderung der Biodiversität notwendig. Deren Wirkungen sind aber für eine effektive Schaderregerregulation nicht ausreichend.
4. Zur Pestizidreduktion im Gemüsebau fehlen weitgehend wiss. Befunde.
5. Möglichkeiten der pflanzenbaulichen Biodiversität (Fruchtfolgen, Sorten) müssen verstärkt genutzt werden.
6. Gemüseproduktion ist auch bei hoher Düngungsintensität ohne Stickstoffverluste möglich
7. Unterflur-Tropffertigation könnte Kernstück einer nachhaltigen Bestandesführung sein.
8. **Gemüseproduktion mit ausschließlicher LED-Beleuchtung ist ökonomisch allenfalls für Nischenprodukte profitabel und unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten höchst zweifelhaft.**

Vom Gemüsebau lernen heißt Pflanzenbau lernen!

Vielen Dank!



<https://www.deutschlandfunkkultur.de>