



# Chancen und Risiken der neuen Gentechnik

## Der EU-Kommissionsvorschlag aus ökologischer Perspektive

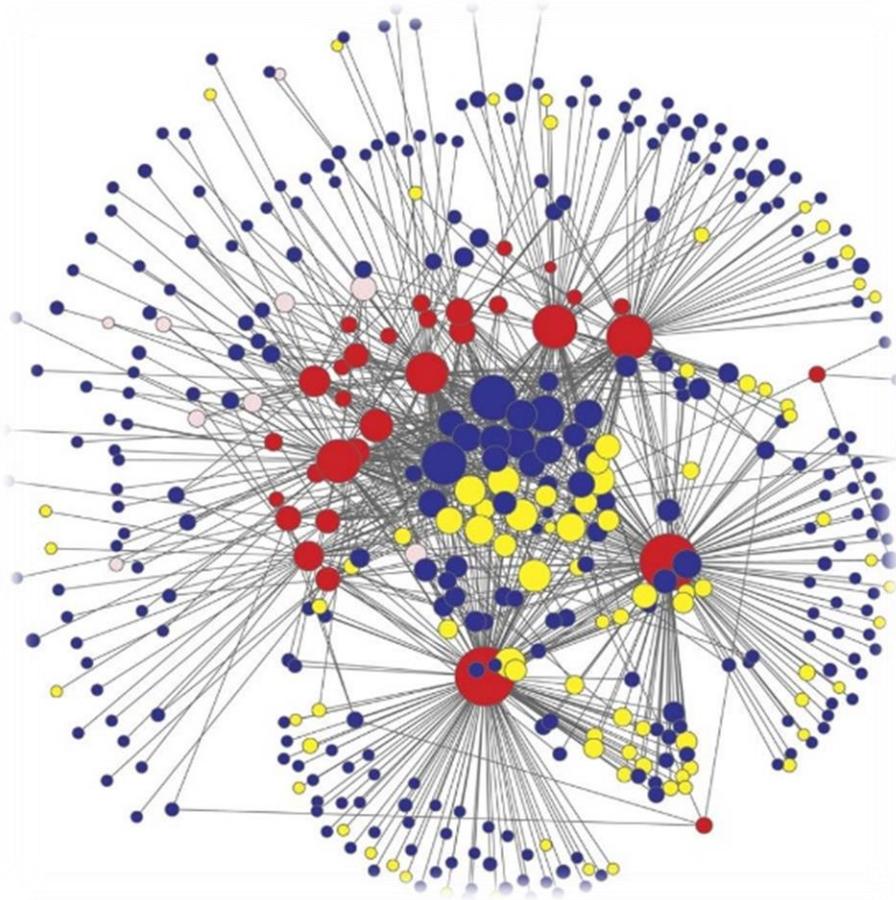
Prof. Dr. Katja Tielbörger



# Ökologie ist eine Wissenschaft!

---

... zu den komplexen Wechselwirkungen Organismen - Umwelt  
... zu Anpassungen der Organismen (Evolution)

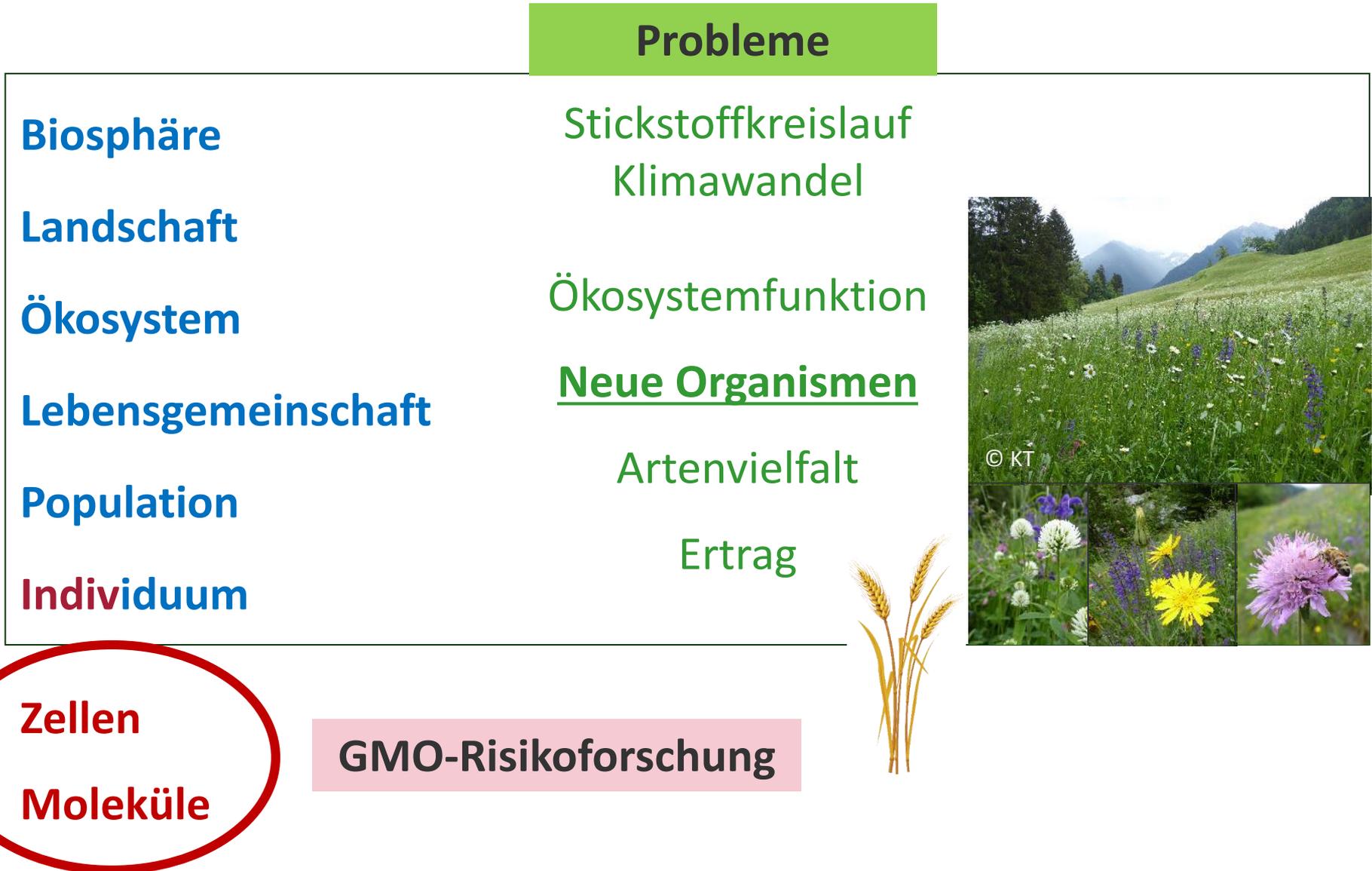


Vereinfachtes Pflanze-  
Bodenlebewesen-Netzwerk  
(Toju et al 2014)

# Skalen der ökologischen Forschung

	Themen	
<b>Biosphäre</b>	Stickstoffkreislauf Klimawandel	 
<b>Landschaft</b>	Ökosystemfunktion	
<b>Ökosystem</b>	Neue Organismen	
<b>Lebensgemeinschaft</b>	Artenvielfalt	
<b>Population</b>	Ertrag	
<b>Individuum</b>	Fitness	
<b>Zellen</b>	Anpassung	
<b>Moleküle</b>		

# Skalen der Risikoforschung



# Skalen der **Versprechungen**

**Biosphäre**

**Landschaft**

**Ökosystem**

**Lebensgemeinschaft**

**Population**

**Individuum**

**Zellen**

**Moleküle**

Stickstoffkreislauf  
Klimawandel

Ökosystemfunktion

Neue Organismen

Artenvielfalt

Ertrag



**NGT-Forschung & EU-Kommissionsberatung**

## NGTs sind...

---

**der angebliche Versuch, Probleme auf einer großen Skala (ökologisch bis global) mit molekularen Methoden zu lösen**



AutorInnen: K. Tielbörger, B. Breckling, M. Bonkowski, H. Bruelheide, E. Bücking, T. Heger, T. Potthast

**Expert Group “New Genomic Techniques”, Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland (GFÖ)**

**New genomic techniques from an ecological and environmental perspective: science-based contributions to the proposed regulations by the EU Commission**

[https://gfoe.org/sites/default/files/ngt\\_gfoe\\_final.pdf](https://gfoe.org/sites/default/files/ngt_gfoe_final.pdf)

# Teil A

---

## **RISIKEN**

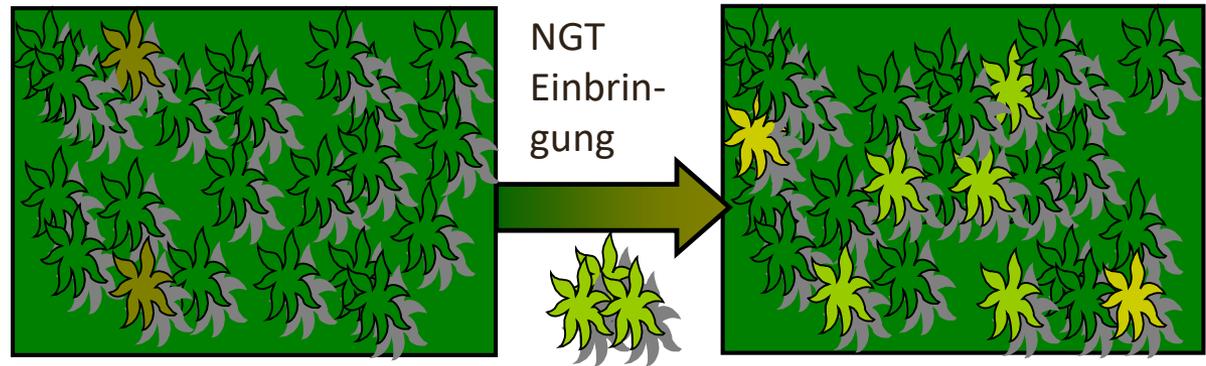
**für den Natur-, Arten- und  
Umweltschutz**

# Hauptrisiko aus ökologischer Sicht

## Negative Konsequenzen einer Auskreuzung von neuen Pflanzen in Wildpopulationen

### a) Outbreeding depression: übersehen (e.g. Montalvo & Ellstrand 2001)

‘genetic swamping’  
mit fehlangepassten  
Genotypen



→ Internationale (Convention of Biodiversity, CBD) and nationale (z.B. §40 Abs. 2 Satz 3 BNatSchG) Gesetze schützen die **genetische Integrität von natürlichen Populationen**. Einbringen nicht-lokaler Genotypen ist nur erlaubt, wenn **nachgewiesenermaßen kein Risiko** für lokale Populationen besteht

### b) Aggressive Ausbreitung – Invasionsbiologie als Beispiel

# Wie groß ist das Risiko? Entsprungene GMOs

*“The movement of transgenes beyond their intended destinations is a virtual certainty.”*

Marvier and Van Acker 2005

14 Beispiele (>1000 Populationen), davon 2 problematisch (**invasiv**) Ellstrand 2018

- Eigenschaften:
- **Nahe an der Wildform**
  - Gute Ausbreitung (Pollen, Samen, Früchte)
  - Ausdauernd

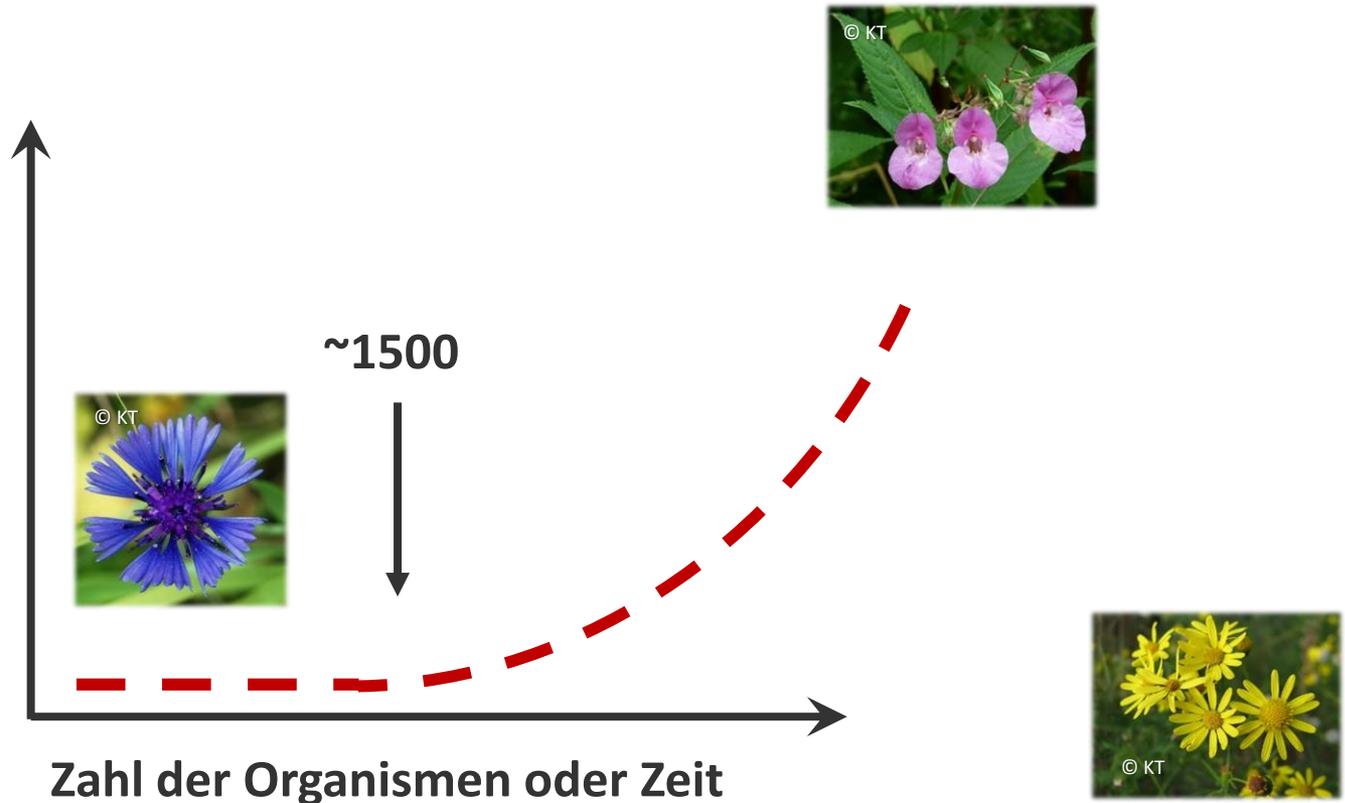
*Agrostis stolonifera*



Wichtig: Problem trifft auf ALLE Nutzpflanzen zu, egal, wie sie entstanden sind!

# Aggressive Ausbreitung? Lehrbeispiel Invasionsökologie

irreversible  
Etablierung neuer  
Organismen



***Gesetz der großen Zahlen: Neue Organismen können invasiv werden, wenn es viele sind*** (Lockwood et al. 2009)

→ NGT wird zu VIELEN neuen Freisetzungen führen, wenn es nicht reguliert ist.

# Lehrbeispiel: Invasionsökologie

---

2) Invasionen manifestieren sich erst nach einer **Initialphase** („lag phase“), d.h. kurzfristiges Monitoring bringt nichts



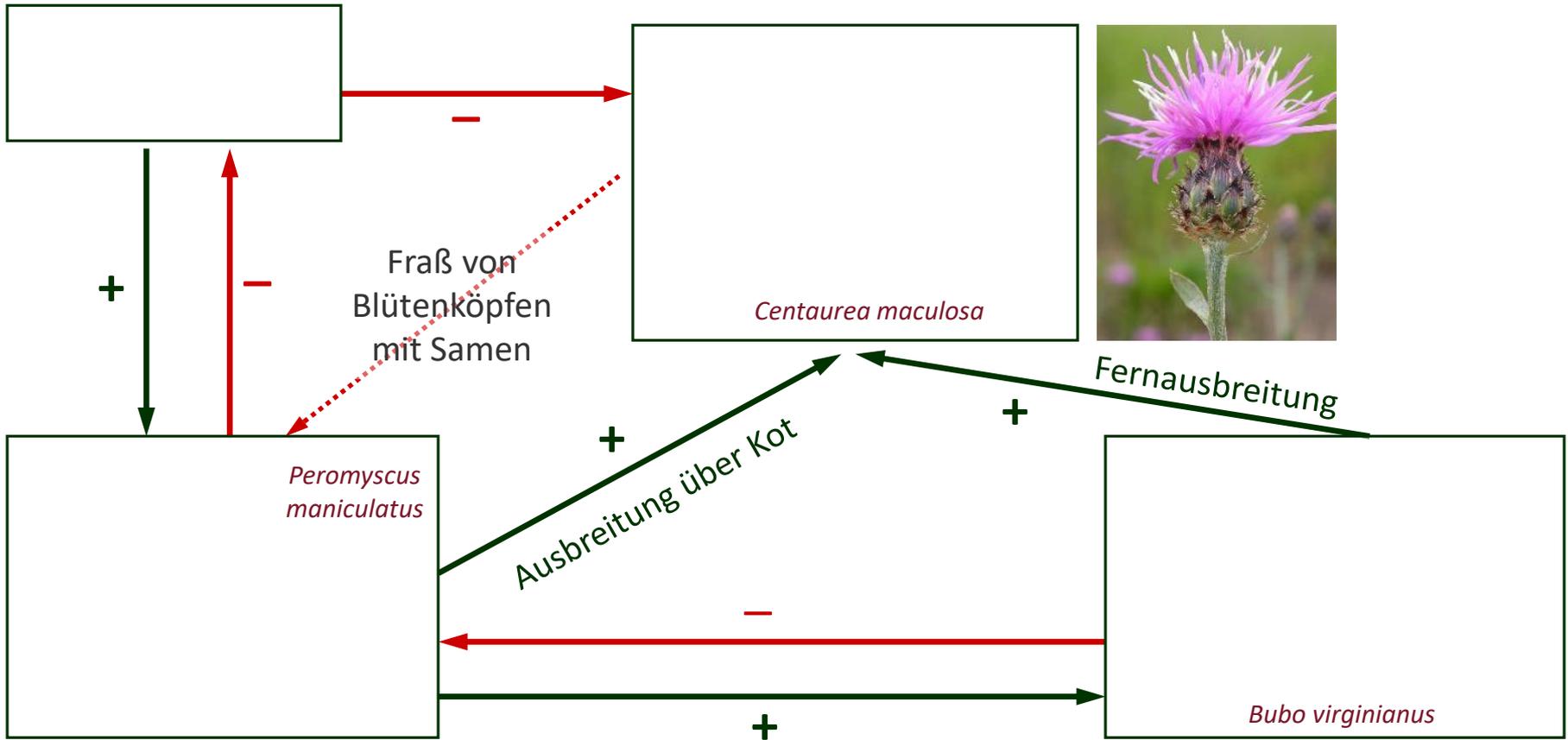
3) Invasionen sind irreversibel!



4) Invasionen sind **komplett unvorhersehbar!**

# Komplexe Wirkungen: unvorhersehbar

## Invasive Flockenblume: Bekämpfung führt zu Massenausbreitung



(Pearson et al. 2000)

# Risiken neuer Organismen – Lehre aus > 30 Jahren Invasionsökologie

---

## negative Auswirkung von neuen Organismen:

- unvorhersagbar und irreversibel
- retrospektive oft erklärbar
- IMMER durch modifizierte biotische Interaktionen erklärbar



## Konsequenzen für Risikoforschung:

- Geldverschwendung?
- nicht rückholbar, d.h. großskalige Langzeitversuche verbieten sich
- **muss von ÖkologInnen gemacht werden**
- **gegenwärtige Praxis ist nicht sinnvoll** (in vitro, Einzelart, keine echte Umwelt ...)

**Schlussfolgerung der Ökologie: Vorsorgeprinzip** (z.B. Snow et al. 2005)

# Empfehlungen der Fachverbände zu GMOs\*

---



## Auskreuzen mit Wildorganismen

Irreversibilität der Folgen

Schwierigkeit der Risikoabschätzung

## VORSORGEPRINZIP

keine Ausbringung, wenn Wissen  
zu Risiken nicht ausreicht  
(z.B. Snow et al. 2005)

# Risiken- weitere Überlegungen

---

## EU-Kommissionsvorschläge:

Kategorisierung NGT1 vs. NGT2 basieren allein auf quantitativen molekularen Kriterien: **keine wissenschaftliche Grundlage!**

(→ zufällige Veränderungen zwischen den Versionen und Offenlassen, dass man die Kriterien flexibel verändert)

## was die Wissenschaft aber doch weiß:

a) Umweltrisiko: **ALLEIN durch den Phänotyp bestimmt**

b) Zahl der genetischen Veränderungen ist komplett irrelevant – der Ort und die Tiefe des Eingriffs ist entscheidend

→ Kategorisierung von 'Risiko' / 'Äquivalenz zu Züchtung' nach quantitativen molekularen Kriterien: **unwissenschaftlich**  
(zumal alle Kreuzungen von NGT1 als NGT1 gelten)

# Was ist NEU an NGTs im Vergleich zu klassischer Züchtung?

---

## 1) Große Zahlen

→ höhere Wahrscheinlichkeit von Auskreuzung und größeres Risiko für unerwünschte Folgen



# Was ist NEU an NGTs im Vergleich zu klassischer Züchtung?

---

## 1) Große Zahlen

→ höhere Wahrscheinlichkeit von Auskreuzung und größeres Risiko für unerwünschte Folgen

## 2) Komplette neue Phänotypen (größere Eingriffstiefe)

→ höhere Wahrscheinlichkeit für neue / unvorhersehbare ökologische Effekte



# Was ist NEU an NGTs im Vergleich zu klassischer Züchtung?

---

## 1) Große Zahlen

→ höhere Wahrscheinlichkeit von Auskreuzung und größeres Risiko für unerwünschte Folgen

## 2) Komplette neue Phänotypen (größere Eingriffstiefe)

→ höhere Wahrscheinlichkeit für neue / unvorhersehbare ökologische Effekte

## 3) Im Kommissionsvorschlag:

**NGT1 für ALLE PFLANZENARTEN\* dereguliert**

→ Auskreuzung ist nahezu sicher, sehr großes Umweltrisiko

## 4) neueste version (April 2024)

**Bakterien am Horizont...**

\*ca. 300,000 Arten  
(Mora et al. 2011)



# Anwendung auf alle Pflanzenarten ist unverantwortlich!

---

**Genetische Integrität von Wildpflanzen muss erhalten bleiben, um natürliche evolutionäre Prozesse zu ermöglichen**

Ausbringen von Wildpflanzen NGTs in wilde Populationen **widerspricht internationaler und nationaler Gesetzgebung** zur Vermeidung von genetischer 'Kontamination'

**Unregulierte NGT Anwendung auf Wildpflanzen: nie dagewesene Gefahr für wilde Populationen, Gemeinschaften und Ökosysteme**

**NGT Organismen können NICHT zurückgeholt werden!**



# Anwendung auf alle Pflanzenarten ist nutzlos!

---

Vorschlag und Debatte: geht ausschließlich um Anwendung von NGT für 'food and feed'

→ **Ausweitung auf Wildpflanzen: nicht nur gefährlich, sondern nicht einmal relevant**, → warum dann das Ganze?

Keine 'history of safe use' für genetische Manipulation oder Züchtung bei 300,000 Pflanzenarten und Ausbringung in die Natur

'Äquivalenz zur Züchtung' ist somit **irrelevant für wilde Populationen**

**NGT1- Kriterien können und dürfen nicht angewandt werden!**



# Wildpflanzen: Beispiel Pappeln (Cieslak & Koller 2024)

---



Claude Monet: Wilde Pappeln, Sammlung Museum Barberini

Salztoleranz: Zhang et al. 2023

**weniger Lignin:** de Meester et al. 2021, Sulis et al. 2023

**frühere Blüte:** (4Mo statt mehrere Jahre): Klocko et al. 2023, Ortega et al. 2022

Neue Metabolite: Liu et al. 2023

Sterilität: Azeez et al. 2021

u.v.a.

# Indirektes Risiko: Anwendungen bei Wildarten



## NGTs zur „Weltrettung“



# Indirektes Risiko: Anwendungen auf Wildarten

---

## 1) Unbeachtet: NGTs in der ökologischen Forschung

(8,7 Mio Arten, Mora et al. 2011)

## 2) NGTs im Naturschutz („gute“ NGTs)



Potential benefits...protecting threatened species...synthetic alternatives to wildlife products

# Hauptforderung aus ökologischer Sicht

---

## Klarer Schutz von wilden Organismen vor jeglicher Deregulierung

d.h. eine fallweise Risikoanalyse vor dem Ausbringen  
(konsistent mit dem VORsorgeprinzip)

\*diese Forderung tangiert nicht die potentielle Domestikation



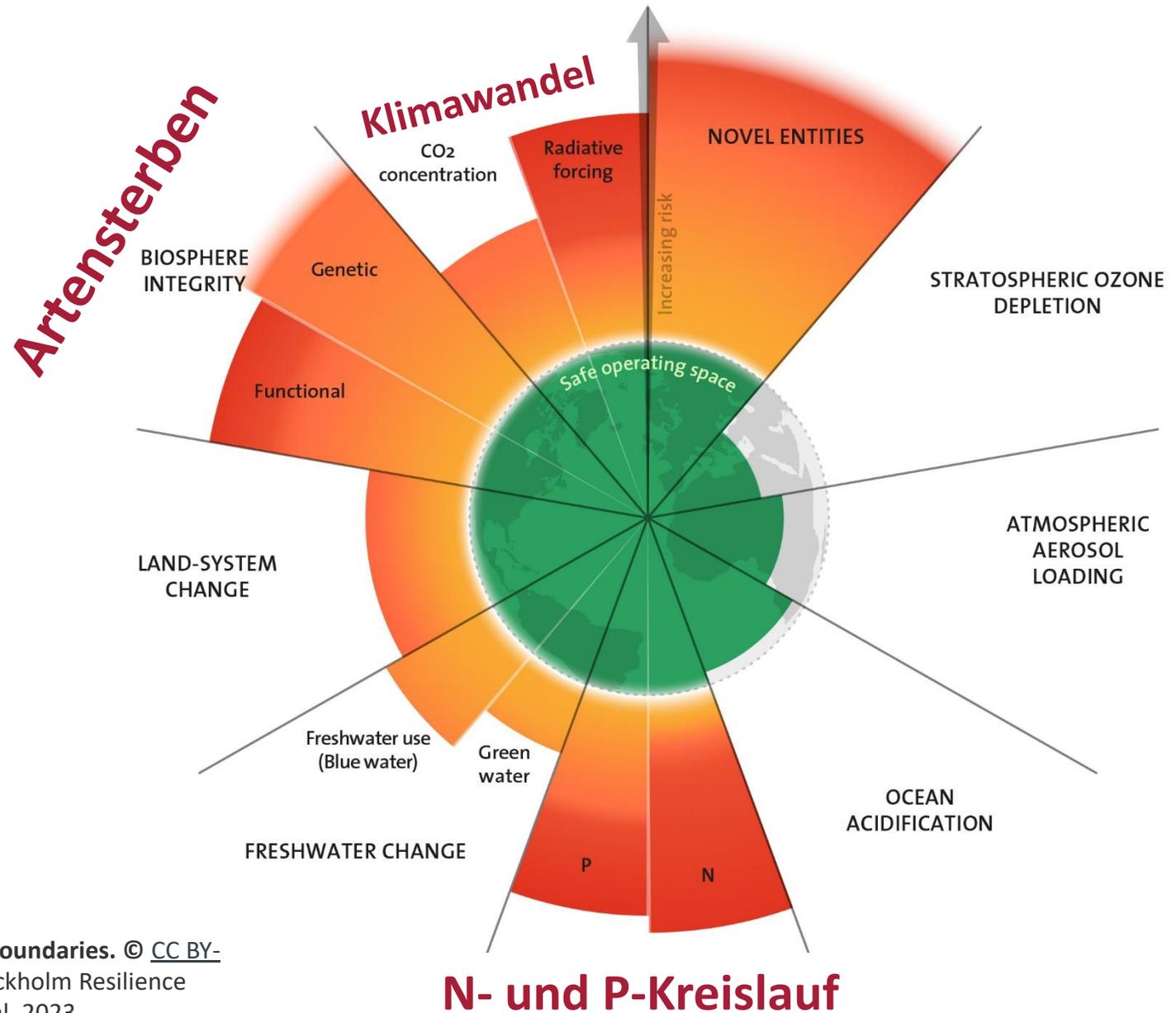
# Teil B

---

## **NUTZEN / CHANCEN** für den Natur-, Arten- und Umweltschutz

Risiko und **Nutzen** sind RELATIVE Maße

# Umweltprobleme im Vergleich – die Polykrise



# Problem 1: Artensterben

IPBES 2019

## Landnutzungswandel



*„Zusammenfassend zeigen die (...) Daten, dass der Verlust der biologischen Vielfalt in Mitteleuropa (...) vor allem in der Agrarlandschaft stattfindet (...)“*

Leopoldina et al. 2020: Biodiversität und Management von Agrarlandschaften – Umfassendes Handeln ist jetzt wichtig.

# Stellungnahmen ‘der’ Wissenschaft



Leopoldina  
Nationale Akademie  
der Wissenschaften



September 2015  
Stellungnahme | Statement

Chancen und Grenzen des *genome editing*  
*The opportunities and limits of genome editing*

(NGTs) ermöglichen eine (...) **ökologisch-orientierte, nachhaltige** Landwirtschaft, den **Umweltschutz und die Erhaltung der Artenvielfalt.** (...) der Unterstützung **nachhaltiger** Anbaumethoden dienen (...)

## VBIO: offener Brief an die Bundesministerinnen für Forschung und Agrar (2018)

Die Folge wären dauerhafte und einschneidende Nachteile für Forschung und Entwicklung – beispielsweise in Hinblick auf dringend benötigte **klimaresistente, nährstoffreichere** und ertragreichere Nutzpflanzen zur Bewältigung **ökologischer**, ökonomischer und gesellschaftlicher Herausforderungen.

# NGT- Anwendung: Resistenz gegen Krankheiten

---

**Ziele: Resistenz gegen Krankheiten → höherer Ertrag, geringerer Pestizideinsatz**

(z.B. Zhang et al. 2017, Ji et al. 2018, Lui et al. 2018, Xu et al. 2019;  
aus Zhu et al. 2020)

**Risiko: 'arms race'  
Resistenzbildung beim Erreger  
→ mehr Pestizide**

**Auskreuzung (fitnessrelevant!!)**

# Anwendung: Hilfe für den Jätroboter (Correia et al. 17.4.2024)

---



Colorful crop illustration, Cell Press, by Pedro Correia

*Chenopodium album*

Abstract:

Most high-yielding **crops are susceptible** to abiotic and biotic stresses, making them particularly vulnerable to the potential effects of **climate change**. A possible alternative is to **accelerate the domestication of wild plants that are already tolerant to harsh conditions and to increase their yields by methods such as gene editing**. We foresee that crops' **wild progenitors could potentially compete** with the resulting de novo domesticated plants, reducing yields. To improve the recognition of weeds, we propose using gene editing techniques to introduce traits into de novo domesticated crops that will allow for visual recognition of the crops by **weeding robots that have been trained by machine learning**.

# Anwendung: Selbstkompatibilität

---

**Ziel: weniger Bestäuberleistung notwendig**



**Risiko: geringe genetische Variabilität, Auskreuzen**

# NGTs - Was man verspricht: „Verbesserung“

---

z.B. Lassoued et al. 2019, Zhu et al. 2020)

**Ertragssteigerung**  
**Flächeneinsparung**      **Trocken- und Hitzeresistenz**  
**Klimaanpassung**  
**Schädlingsresistenz**  
**Reduktion von Pestiziden**

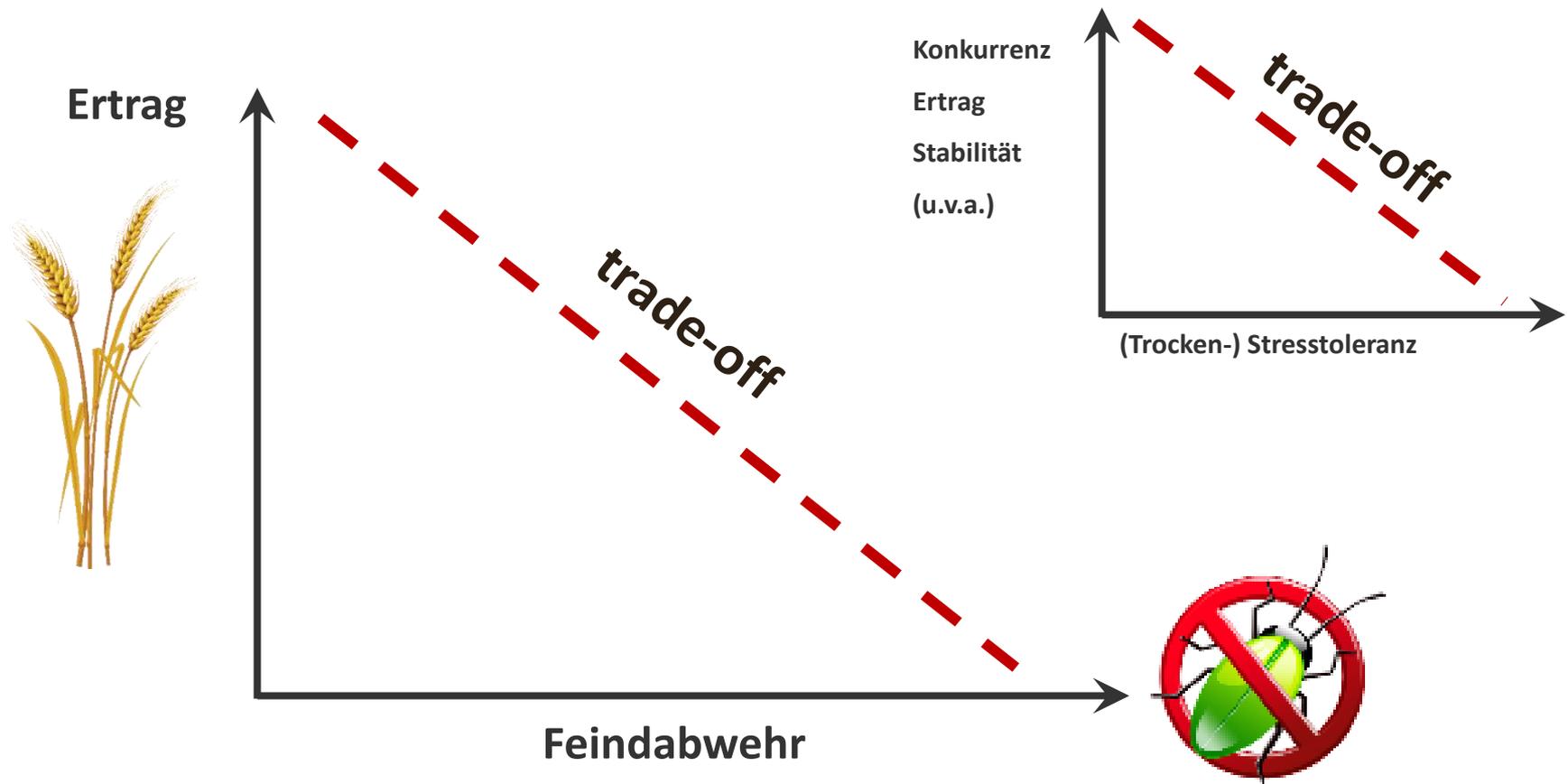
**Nährstoff-Nutzungseffizienz (N, P)**  
**Reduktion der Düngemittelzugabe**

## Heilsversprechen? Déjà vu?

*“... attempts to make ‘better’ plants by improving basic physiological processes are not likely to succeed because natural selection has been optimizing these for millions of years” (Weiner 2019)*



# Evolutionäre Ökologie: 'no free lunch'



**Etablierte Hochleistungssorten (und GMOs) treiben Pest (geringer Ertrag, Feinde) mit Cholera aus (noch mehr Feinde)**

# Unbewiesener NUTZEN von NGT in der Landwirtschaft

---

**EU-Kommission: NGT trägt zur Nachhaltigkeit und zum EU Green Deal bei**

**Nutzen für Nachhaltigkeit und Umweltschutz:  
keine wissenschaftliche Evidenz**

**Vorteile für Klimaanpassung  
keine wissenschaftliche Evidenz**

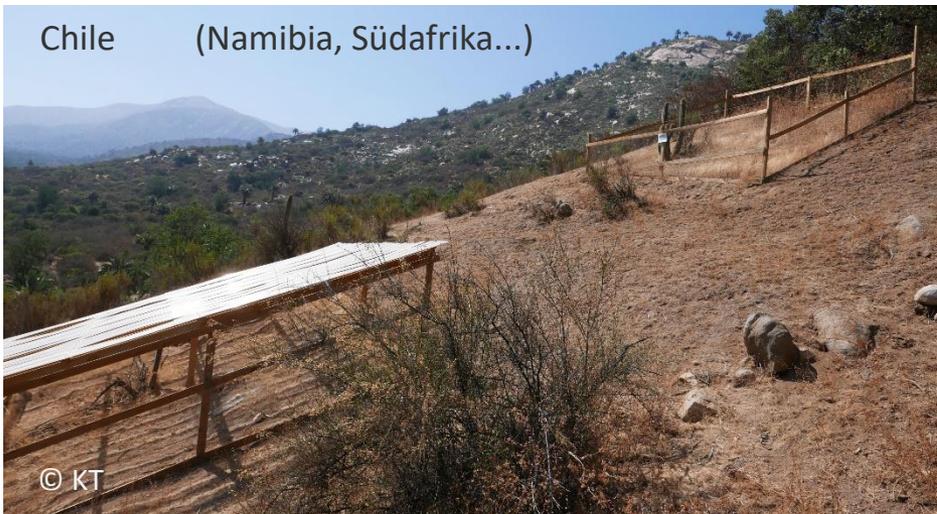
**Fundierte wissenschaftliche Evidenz: Das SYSTEM ist das  
problem, nicht die einzelnen Nutzpflanzen**

**Nutzen sind Annahmen ohne Hinweise für, und vielen Hinweisen  
gegen - wenn NGT im jetzigen System angewandt werden**



# Klimaanpassung- von der Natur lernen

Haupteffekt des Klimawandels = höhere Variabilität, mehr Extreme



Tielbörger et al. 2014 u.v.a.: Klimafolgen in natürlichen Ökosystemen

**Hohe Resilienz und Resistenz von (semi-)natürlichen Ökosystemen: DIVERSITÄT**

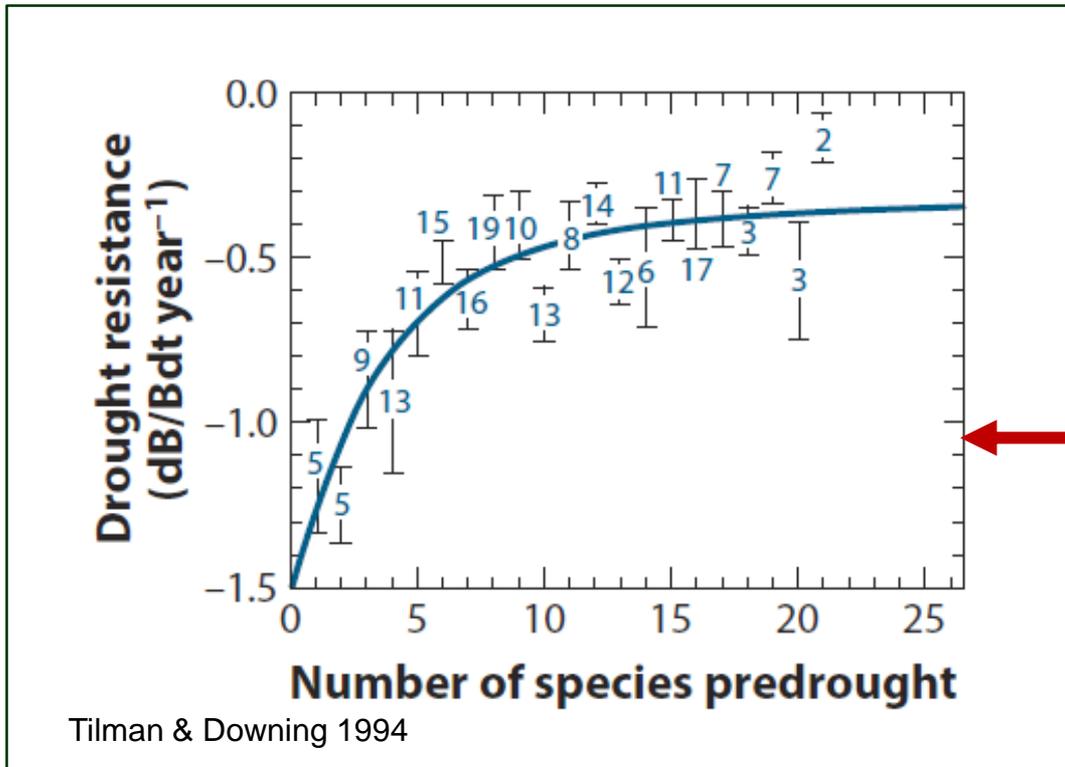
**Landwirtschaft muss ökologischen Gesetzmäßigkeiten folgen** (Weiner 2017)

Unzählige Publikationen:

insurance effect , asynchrony effect, portfolio-effect  
(Markowitz 1952, Yachi & Loreau 1999, Tilman et al. 2014)

# Wissenschaftsbasierte Lösungen

Was wir wissen (tausende von agro-ökologischen Studien)



**Biodiversität fördert**  
**Productivity (yield)**  
**Yield stability**  
**Resistance & resilience**  
**nutrient cycle**  
**pathogen resistance**  
**resistance to weed invasion**

e.g., insurance effect or portfolio-effect  
(Markowitz 1952, Yachi & Loreau 1999, Tilman et al. 2014)

# Ökologische Intensivierung

---

**Ökologisches Wissen:** a) Diversität fördert Produktivität (**Komplementarität**)  
b) Positive Interaktionen zwischen Pflanzen

## **Intercropping & Rotationsanbau: rechnet sich**

a) komplementäre Nährstoffnutzung → Bodenschutz → weniger Dünger

b) Schädlinge → weniger Massenvermehrung → weniger Resistenz → weniger Pestizide

## c) **Positive Interaktionen**

→ weniger Dünger



Gemenge aus Mais und Stangenbohnen

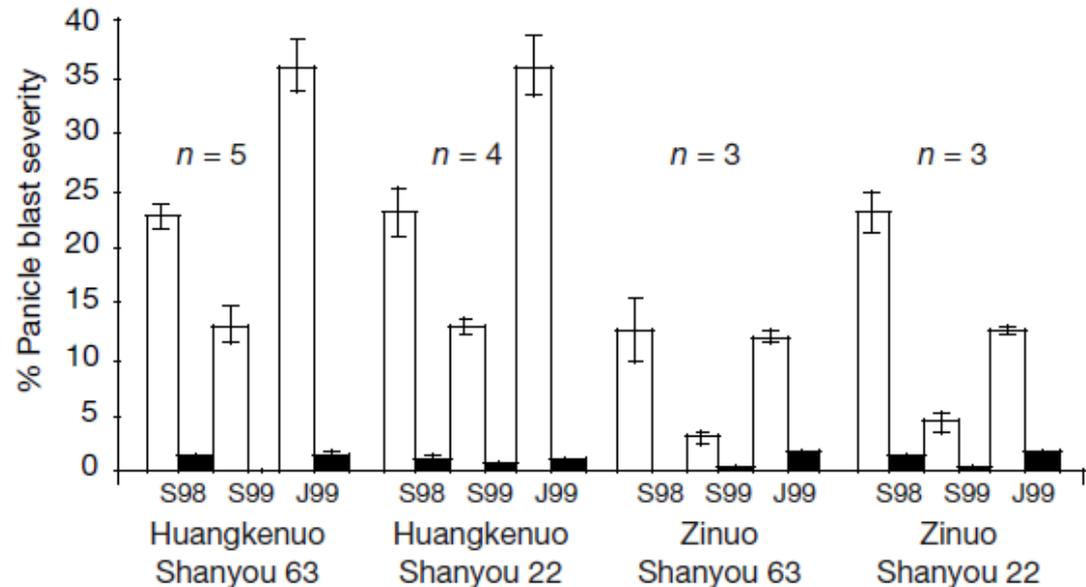
→ Blütenangebot für Bestäuber

→ Bohnen als Stickstofflieferanten

# Ökologische Intensivierung

**Ökologisches Wissen:** Diversität fördert Resistenz & Resilienz gegen Störungen & Krankheiten (Insurance & Portfolio-Effekt) (Markowitz 1952, Yachi & Loreau 1999)

Mischung aus nur 2 Reisvarietäten (dunkle Balken) verringert Anfälligkeit für Pilzbefall (helle Balken: Monokulturen)



# Wissenschaftsbasierte Lösungen: Diversifizierung

RESEARCH

*Science* 384, 87–93 (2024) 5. April 2024

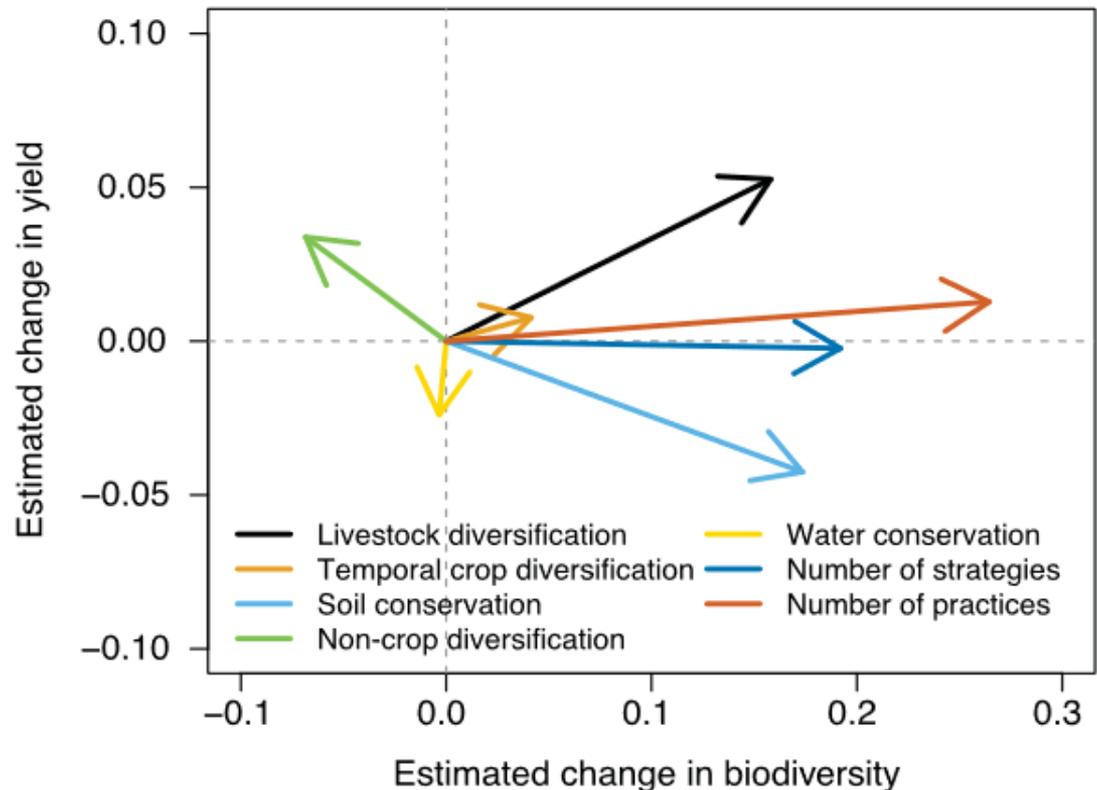
FARMING PRACTICES

## Joint environmental and social benefits from diversified agriculture

Laura Vang Rasmussen<sup>1\*,†</sup>, Ingo Grass<sup>2,3,†</sup>, Zia Mehrabi<sup>4,5,6</sup>, Olivia M. Smith<sup>7,8</sup>, Rachel Bezner-Kerr<sup>9</sup>, Jennifer Blesh<sup>10</sup>, Lucas Alejandro Garibaldi<sup>11,12</sup>, Marney E. Isaac<sup>13</sup>, Christina M. Kennedy<sup>14</sup>, Hannah Wittman<sup>15,16</sup>, Péter Rátár<sup>17</sup>, Damavanti Ruchori<sup>18</sup>, Rolando Cerda<sup>19</sup>, Julián Chará<sup>20</sup>

Diversifizierung fördert:

- Ertrag
- Nahrungssicherheit
- Biodiversität
- Ökosystemleistungen
- soziales Wohlergehen
- (u.v.a.)



# Ursachenbekämpfung: Hauptweg zum Ziel

## Ökologische Intensivierung:

Anwendung ökologischer Prinzipien für Ertrag und Biodiversität und Ökosystemleistungen

*„Mischen possible“*



# Zusammenfassung

---

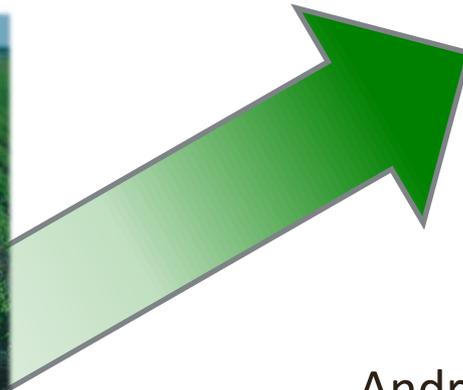
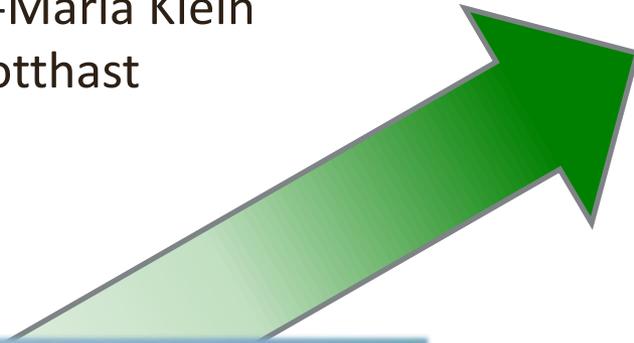
- 1) EU Kommission **ignoriert fundamentale wissenschaftliche Prinzipien** bezgl. Umweltrisiken und -chancen
- 2) **Deregulierung von NGT1 für alle Pflanzenarten** (und Bakterien):  
immense Bedrohung für Natur- und Artenschutz und Nachhaltigkeit
- 3) **Quantitative molekulare Kriterien: irrelevant** für das Umweltrisiko  
→ **VORsorgeprinzip** mit fallweiser Risikoanalyse
- 4) **Diversifizierung** garantiert **Ertrag(ssstabilität), geringe Umweltauswirkungen, Resistenz & Resilienz, soziale Gerechtigkeit**

**Wissenschaftsbasierte, schnelle, effiziente Lösungen** für die globale Polykrise sollten **priorisiert** werden – **Vorreiterrolle** der EU



# Danke!

Detlef Bartsch  
Michael Bonkowski  
Broder Breckling  
Elisabeth Bücking  
Tina Heger  
Alexandra-Maria Klein  
Thomas Potthast



Andreas Fangmeier  
Jake Weiner



# Fragen?

© Michael Koltzenburg



[https://gfoe.org/sites/default/files/ngt\\_gfoe\\_final.pdf](https://gfoe.org/sites/default/files/ngt_gfoe_final.pdf)

# Chancen- EU-Kommissionsvorschlag

---

**Based on the current scientific and technical knowledge** in particular on safety aspects, this Regulation should be limited to GMOs that are plants, excluding microorganisms, fungi and animals for which the available knowledge is more limited

**The main objectives of the proposal are:**

- Maintaining a high level of protection of health and the environment;
- Steering developments towards (...) sustainability goals (...)

The European (...) Strategy (...) identifies new techniques, including biotechnology, **that are safe for consumers and the environment** and bring benefits to society (...), as a possible tool to **increase sustainability of agri-food systems** and contribute to **guaranteeing food security**

**\*\*** “The initiative is in line with the precautionary principle (...)

\* **Behauptung ohne wissenschaftlichen Beleg**

**\*\* falsche Behauptung**