FiBL 50 JAHRE ANS YEARS

together one step ahead

Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL
info.suisse@fibl.org | www.fibl.org

Wie kann moderne Pflanzenzüchtung zu Agrarbiodiversität beitragen – Innovationen der Biozüchtung

Monika Messmer monika.messmer@fibl.org

ScNat Gentechnologie im Gespräch, Bern, 13.03.2023

Übersicht des Vortrags

- Was ist Agrarbiodiversität
- Stand der Agrarbiodiversität in der Schweiz und global
- Ansätze zur Erhöhung der Agrarbiodiversität
- Beitrag / Einfluss der Pflanzenzüchtung

Lukas Pfiffner

Lukas Pfiffner

Beatrice Steinemann

Was ist Agrobiodiversität?

- Die Agrobiodiversität bezeichnet alle Komponenten der biologischen Vielfalt, die für Ernährung und Landwirtschaft sowie das Funktionieren der Agrarökosysteme von Bedeutung sind
- Sie umfasst die innerartliche Vielfalt (genetische Diversität) genauso wie die Artenvielfalt und die Vielfalt der Agrarökosysteme

https://www.genres.de/fachportale/agrobiodiversitaet/worum-es-geht

- Agrobiodiversität beinhaltet somit das genetische Spektrum von Pflanzen (Sorten), Tieren (Rassen), Mikroorganismen, usw., die vom Menschen angebaut und domestiziert wurden zwecks Nahrung, Medizin, Unterkunft, Kleidung, usw. – sowie die Vielfalt an landwirtschaftlichen Verfahren und lokalem Wissen, die zu ihrer Herstellung verwendet werden

Rist et al. 2020 ScNat Factsheets Vielfalt ist die Quelle des Lebens

Funktionelle Agrobiodiversität

- Funktionelle Agrobiodiversität (FAB) bezieht sich auf "die Elemente der biologischen Vielfalt auf der Ebene der landwirtschaftlichen Felder oder Landschaften, die Ökosystemleistungen erbringen, die die eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion unterstützen und auch Vorteile für die regionale und globale Umwelt und die die breite Öffentlichkeit
- Sie legt den Schwerpunkt auf die Anwendung und Entwicklung von fachkundigen Massnahmen, die gezielt Elemente der biologischen Vielfalt fördert, die bestimme Ökosystemleistungen unterstützten.
- Generell besteht das Leitprinzip des FAB darin, die Nutzung externer Inputs rationell einzusetzen und auf der Grundlage biologischer Regulierung aufzubauen, wo dies möglich ist.

ELN-FAB (2012) Functional agrobiodiversity: Nature serving Europe's farmers. – Tilburg, the Netherlands: ECNC-European Centre for Nature Conservation

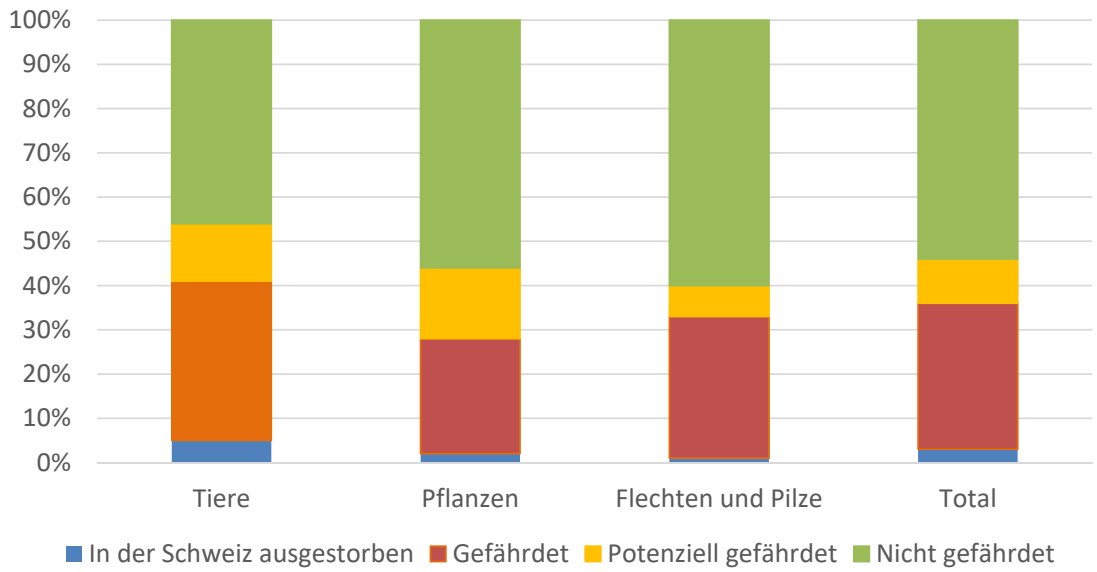
Warum bracht es Agrobiodiversität?

- **Agrobiodiversität ist die Grundlage unserer Ernährung**
- Land-, Forst-, Fischeri- und Ernährungswirtschaft stehen vor grossen Herausforderungen wie Klimawandel und der wachsenden Weltbevölkerung.
- Die Erhaltung, nachhaltige Nutzung und Weiterentwicklung dieser Vielfalt ist essenziell für die Zukunftsfähigkeit der menschlichen Versorgung.
- Die Agrobiodiversität ist wichtig für unterstützende, regulatorische, und kulturelle Ökosystemleistungen, wie z.B.
  - Pflanzen → Nahrungsmittelproduktion, Baumaterial, Bioenergie
  - Wildbienen → Regulierung der Bestäubung
  - Insekten → Regulierung von Schädlingen
  - Pilze → Stabilität des Bodens, bessere Wasserhaltekapazität
  - Bakterien → biologische Stickstofffixierung aus der Luft

Zustand in der Schweiz

- Belastung der naturräumlichen Vielfalt durch Nutzungswandel
- Intensive Land- & Gewässernutzung, Zersiedelung, Pestizid- und Stickstoffeinträge
- Fortgesetzter Verlust und akute Gefährdung trotz Teilerfolgen
- → Verlust von Ökosystemleistungen
- Aktionsplan Biodiversität um Biodiversitätsverlust zu stoppen und Ökosystemleistungen zu er halten
  - direkte Förderung der Biodiversität (z.B. Auf- und Ausbau der ökologischen Infrastruktur, Artenförderung)
  - indirekte Förderung der Biodiversität (z.B. Nutzung von Synergien mit oder Vermeidung von Fehlanreizen in Sektoralpolitiken)
  - Wissensvermittlung und Sensibilisierung von Stakeholdern und Bevölkerung.

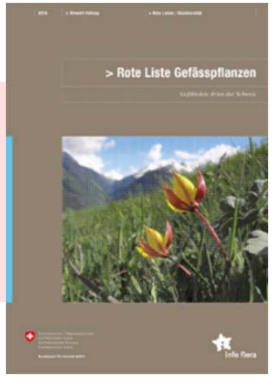
Zustand der Biodiversität in der Schweiz



Quelle: Bundesamt für Umwelt

Rote Liste der gefährdeten Arten (2017):

- Über 30 % der einheimischen Arten gelistet
- Etwa 50 % der Lebensräume bedroht



Véronique Chevillat, FiBL

https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet.html

Hauptursachen des Biodiversitätsrückgangs im Kulturland

- Fehlende natürliche und naturnahe Lebensräume darunter Biodiversitätsförderflächen (BFF) in genügender Quantität und Qualität in der Landschaft
- Suboptimale Verteilung und Isolierung der Lebensräume in der Kulturlandschaft (vor allem Mittelland)
- Nicht-standortangepasste Landwirtschaft
- Hoher Pestizid- Herbizid- Stickstoffdüngereinsatz
- Schädliche Bewirtschaftungsverfahren
- Mangelnde Pflege (Vergandung)
- Landverlust für Konstruktionen und Infrastrukturen
- Druck der Bevölkerung auf Lebensräumen
- Biodiversität schädigenden Subventionen
- Food-waste

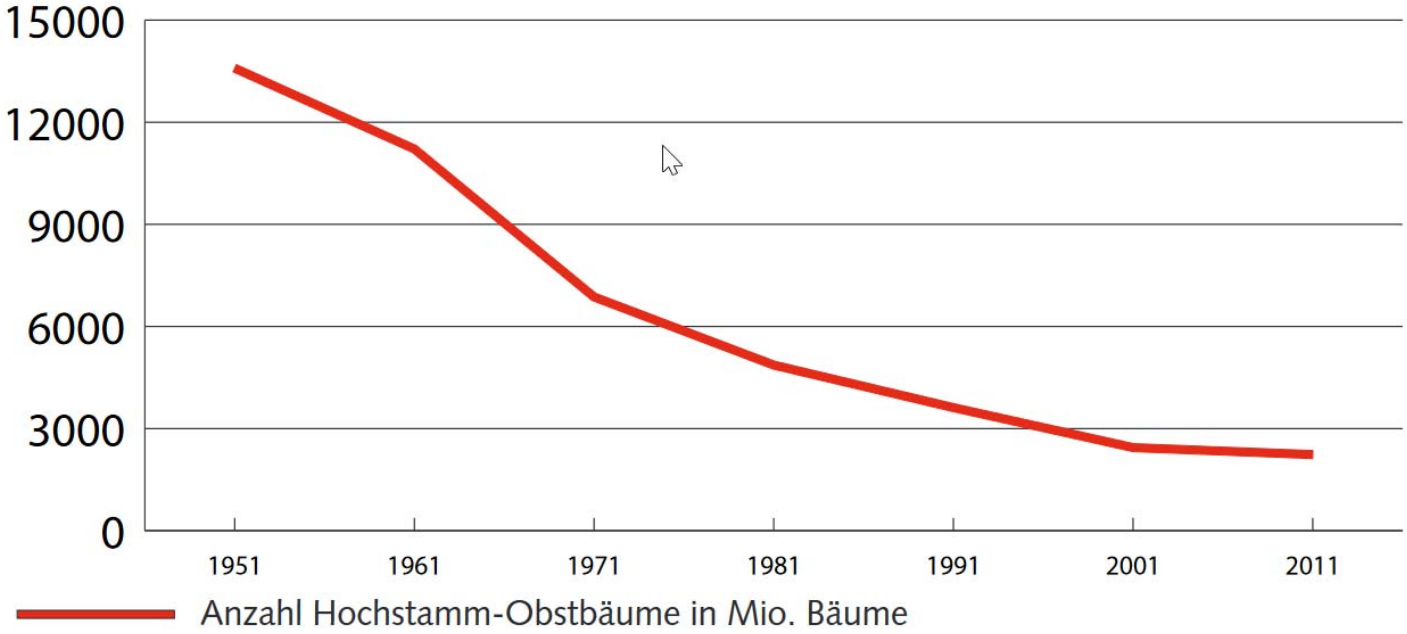
Véronique Chevillat, FiBL

AGROFUTURA Agronomie · Ökologie · Ökonomie

FiBL

agridea

11 Millionen Hochstamm-Obstbäume verschwunden



Quelle: Birdlife

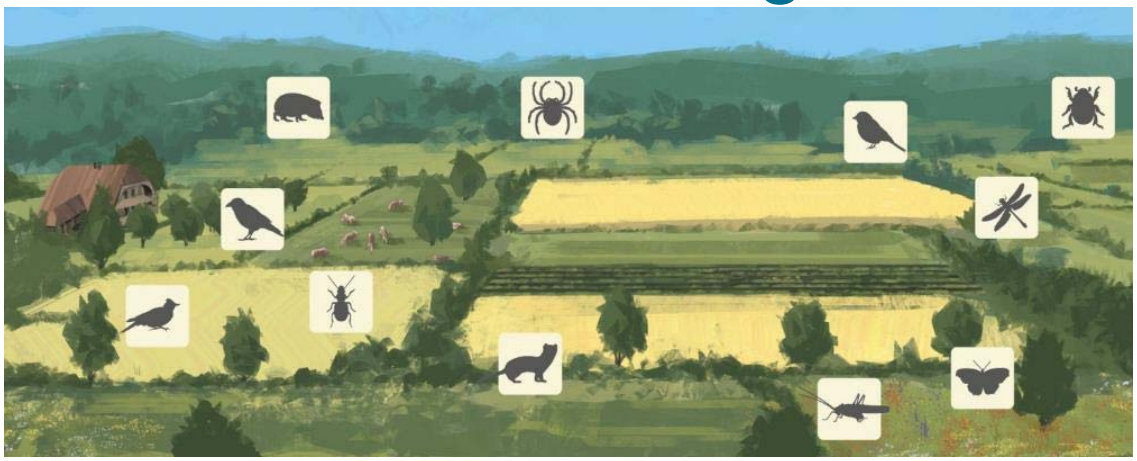
Véronique Chevillat, FiBL

AGROFUTURA
Agronomie · Ökologie · Ökonomie

FiBL

agridea

Weniger Lebensräume – weniger Arten



Véronique Chevillat, FiBL

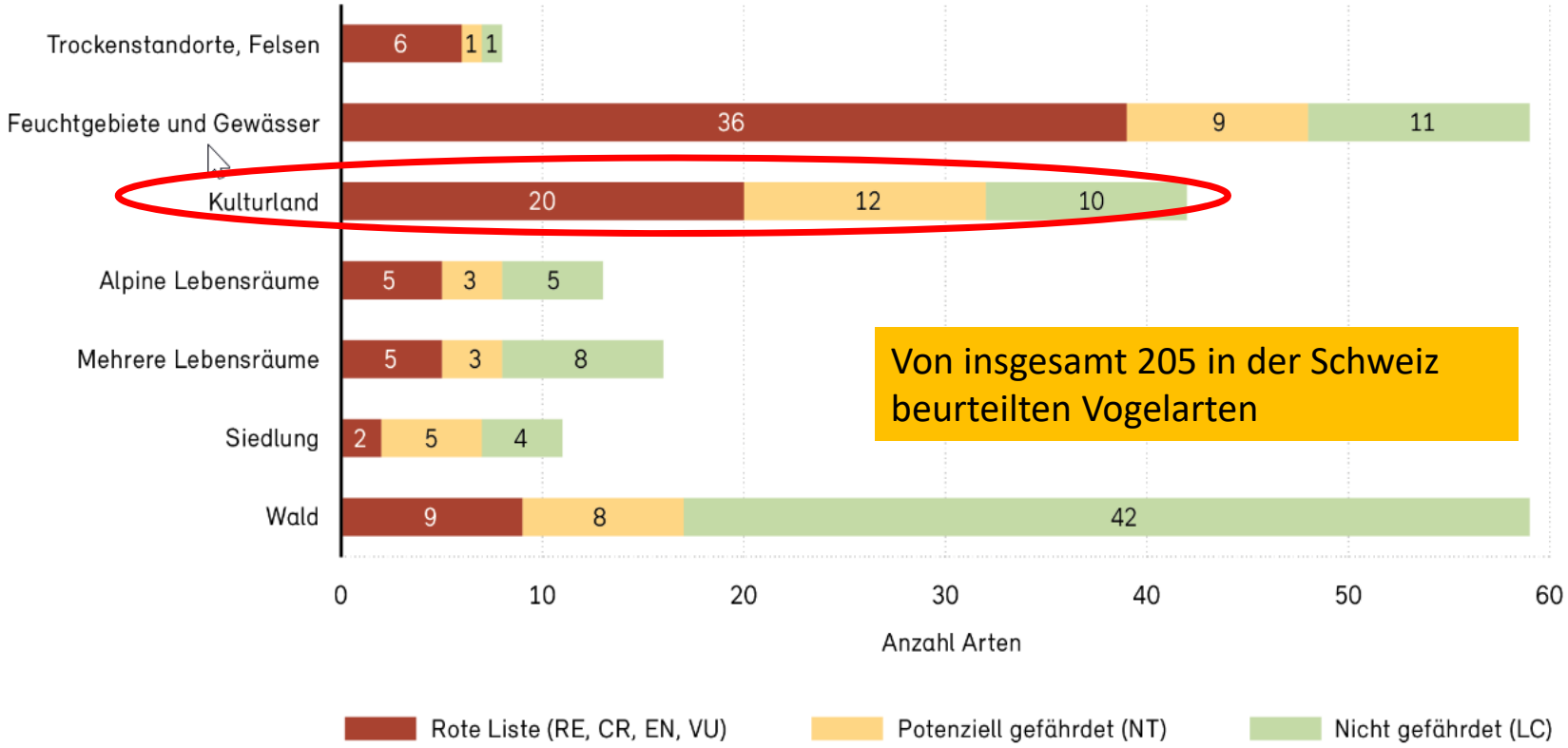
AGROFUTURA
Agronomie · Ökologie · Ökonomie

FiBL

agridea

Gefährdung von Brutvögeln nach Lebensräumen

Anzahl der gefährdeten Arten, der potenziell gefährdeten Arten und der nicht gefährdeten Arten pro Hauptlebensraum



Von insgesamt 205 in der Schweiz beurteilten Vogelarten

Quelle: Rote Liste der Brutvögel (BAFU / Schweizerische Vogelwarte 2021)

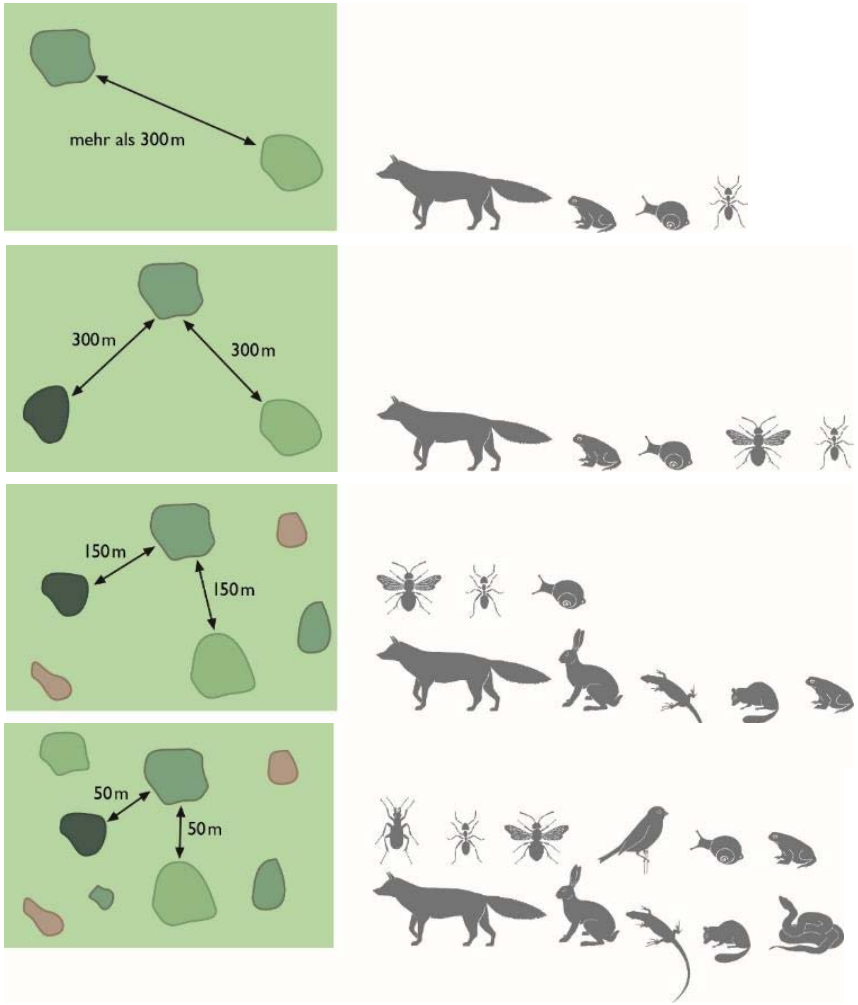
AGROFUTURA Agronomie · Ökologie · Ökonomie

FiBL

agridea

Véronique Chevillat, FiBL

Weniger Vernetzungselemente - weniger Arten



Quelle: Schweizerische Vogelwarte Sempach; gezeichnet von Priska Christen, visuelle Gestaltung Luzern

Véronique Chevillat, FiBL

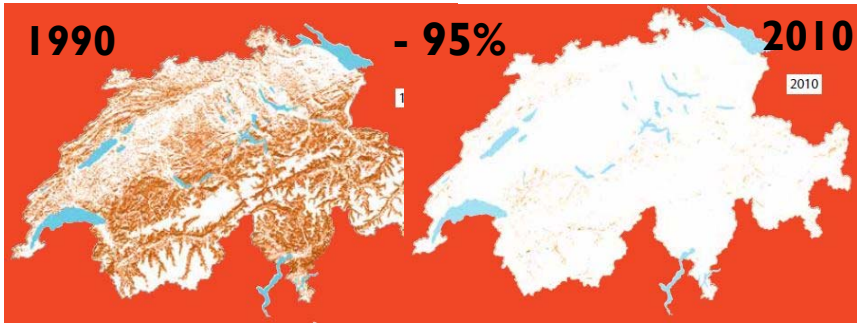
AGROFUTURA
Agronomie · Ökologie · Ökonomie

FiBL

agridea

Verlust der Agrobiodiversität: Lebensräume und Flora

Artenreiche Trockenwiesen und -weiden 1990-2010



Entfernen von Strukturelementen

Tafeljura (BL) 1971-1996

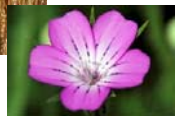
Hecken, Totholz, Gehölze, Stein- und Wasserstrukturen, Obstbäume, Rabatten, Ruderalflächen

Ackerbegleitflora

Feldkuh-Weizen

Klatschmohn

Kornblume



Maiskolben

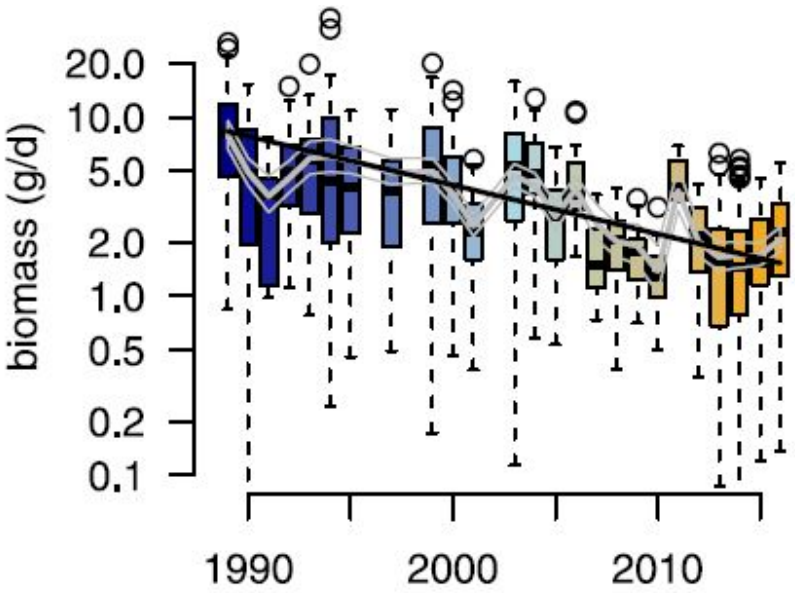
FiBL

Sibylle Stöckli FiBL 2022

Fischer et al. (2015) Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Bern.
Lachat et al. (2010) Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900
Guntern et al. (2020) Biodiversitätsfördernde Strukturen. SCNAT

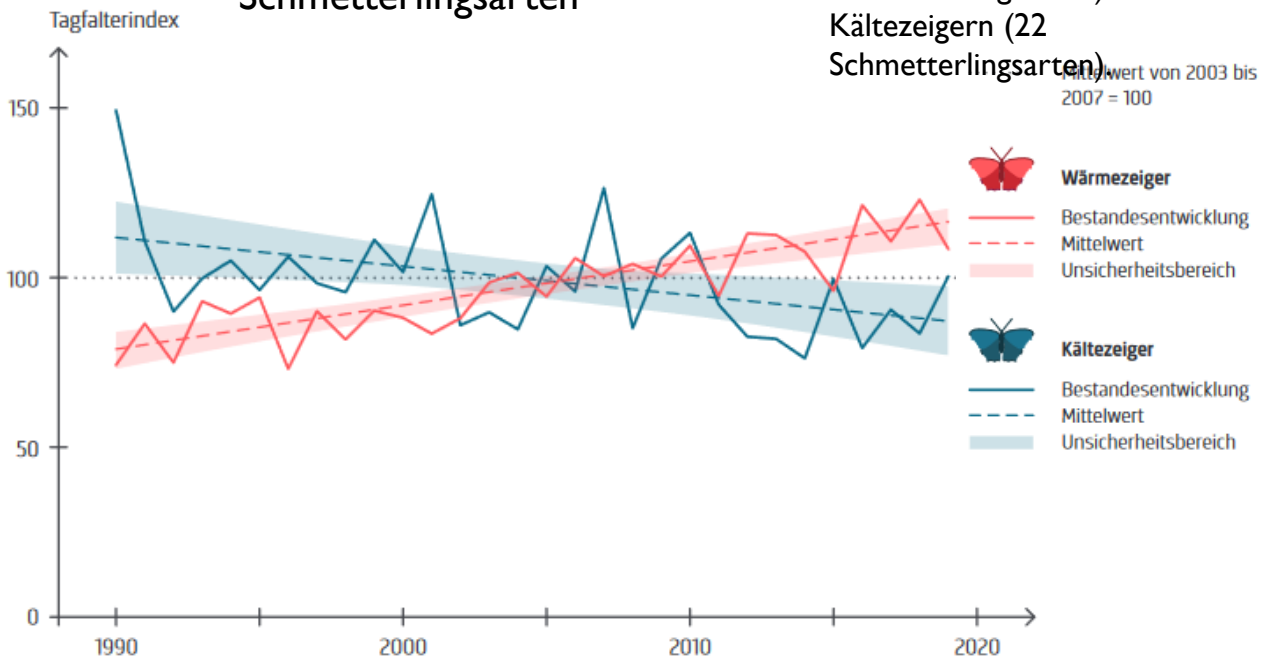
Verlust der Agrobiodiversität: Fauna

Insekten
76 % weniger Insekten als 1982 in Deutschland (Biomasse der Fluginsekten) während der Vegetationsperiode



Artengemeinschaften
Der Klimawandel verändert die Zusammensetzung der Schmetterlingsarten

Populationsentwicklung von Schmetterlingen, differenziert nach Wärmezeigern (46 Schmetterlingsarten) und Kältezeigern (22 Schmetterlingsarten).



Hallmann (2017) PLOS ONE 12
Roth et al. (2021) Hotspot 43: 26-27
Widmer et al. (2021) Schweizer Akademienbericht 16
Seibold et al. (2019) Nature 574
Fischer et al. (2015) Zustand Biodiv. Bern.

Sibylle Stöckli FiBL 2022

FiBL 50 JAHRE ANS YEARS

3. Ursachen für den Verlust der biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft

Abnehmende Lebensraumqualität

Intensive Landwirtschaft

Verlust und Fragmentierung von Lebensräumen

- Übermäßiger Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln
- Bewässerung von empfindlichen Wiesen
- Hohe Tierzahlen
- Techniken, die Kleintiere schädigen
- Artenarme Ansaatwiese

- Verlust von Anbauflächen und naturnahen Lebensräumen
- Entfernung kleiner Strukturen
- Isolierung des Lebensraums
- Aufgabe von Wiesen in Bergregionen

Klimawandel und invasive Arten

Lukas Pfiffner & Sibylle Stöckli FiBL 2022

4. Wie man die biologische Vielfalt auf dem Bauernhof fördert

Flächen zur Förderung der biologischen Vielfalt (BFF): extensiv bewirtschaftete Wiesen, Blühstreifen, Landschaftsstrukturen

Förderung der biologischen Vielfalt in den Kulturen: breite Reihen, faunafreundliche Mähverfahren, reduzierte Bodenbearbeitung und Verzicht auf Pestizide

Nachhaltige Anbausysteme (ökologischer Landbau, geringer Input)

Fachwissen: kompetente Beratung und operative Gesamtplanung

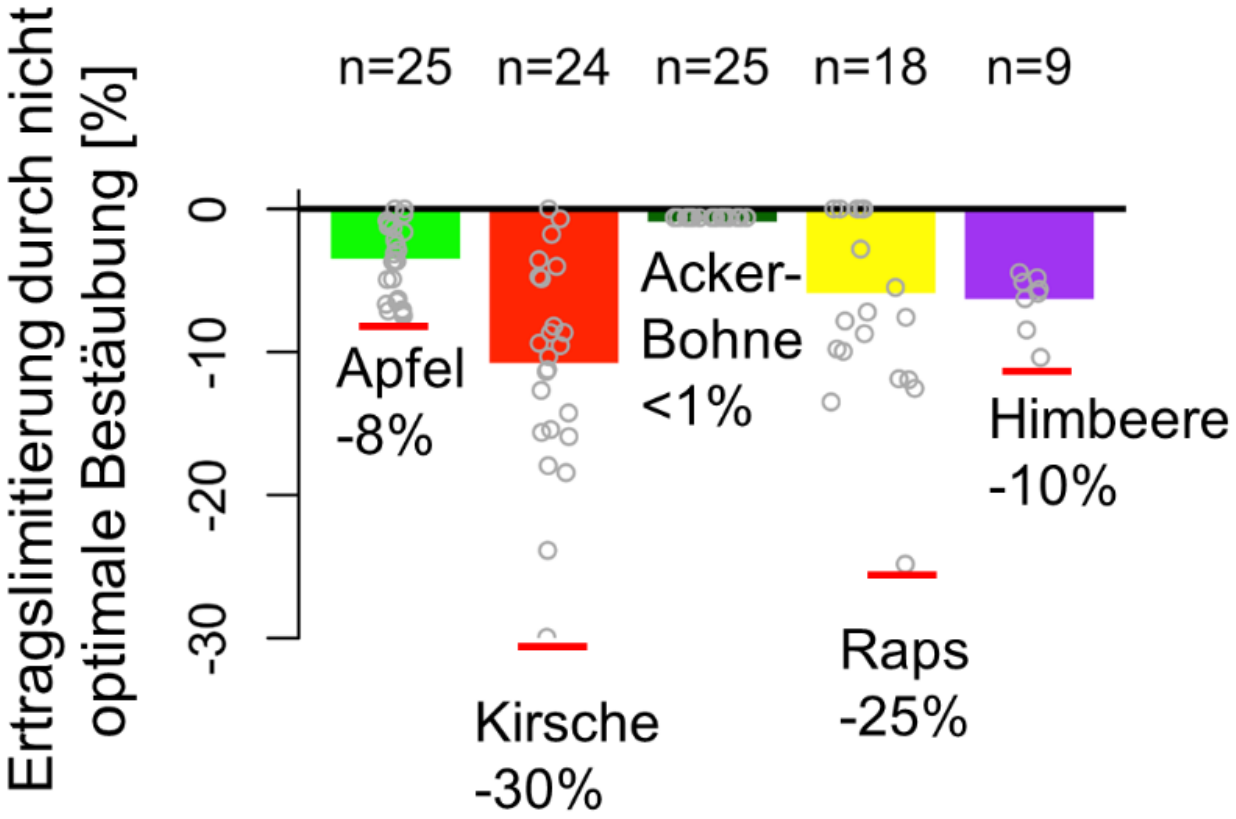
Diversifizierung auf allen Ebenen: Sorten, Kulturpflanzen, Produktion

FiBL 50 JAHRE ANS YEARS

Sibylle Stöckli FiBL 2022

FiBL & Vogelwarte (2016) Biodiversität auf dem Landwirtschaftsbetrieb www.agri-biodiv.ch

Rückgang der funktionellen Biodiversität



Quelle: Sutter et al. 2021:Bestäubung von Kulturpflanzen durch Wild- und Honigbienen in der Schweiz

Véronique Chevillat, FiBL

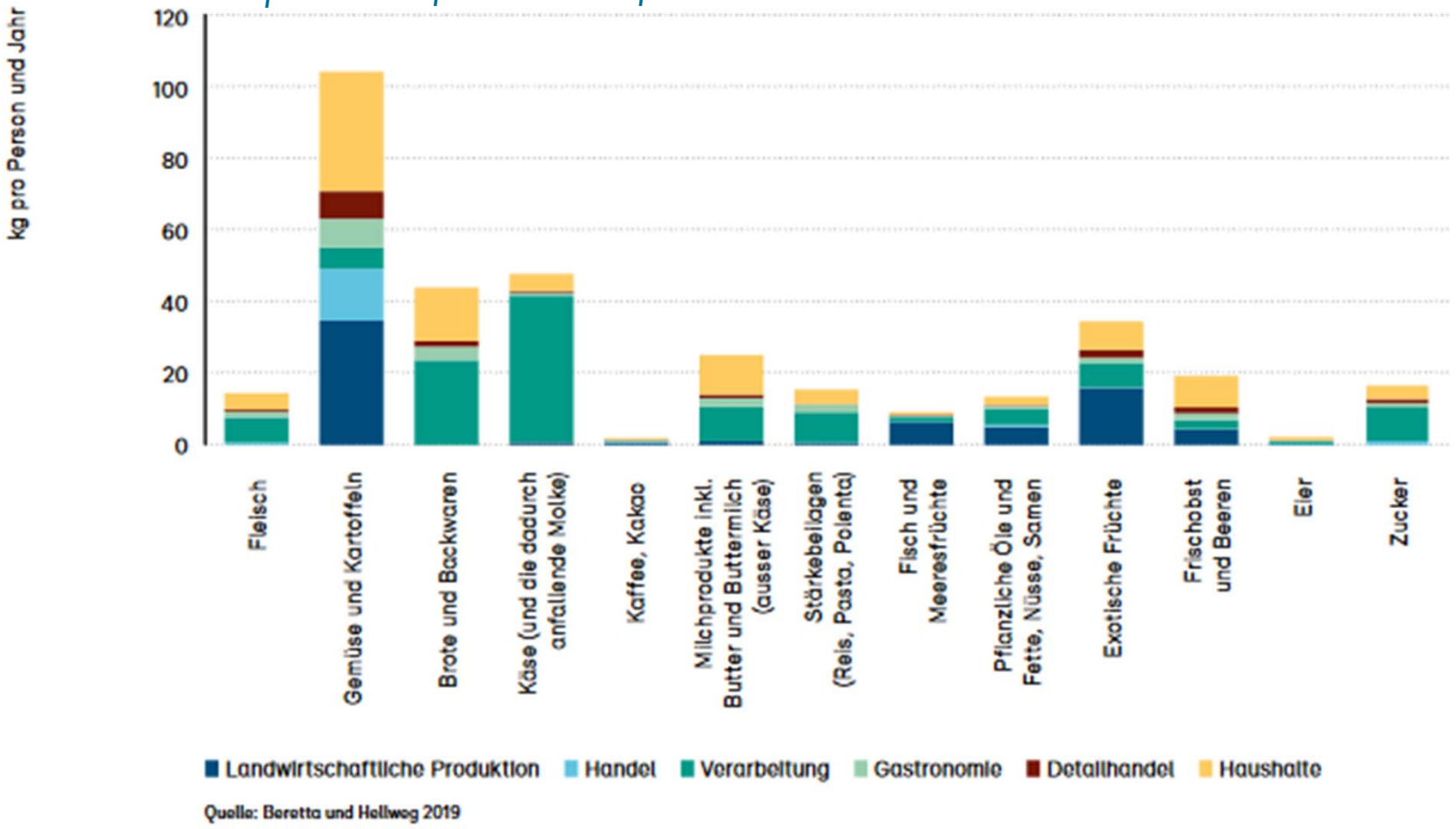
AGROFUTURA Agronomie · Ökologie · Ökonomie

FiBL

agridea

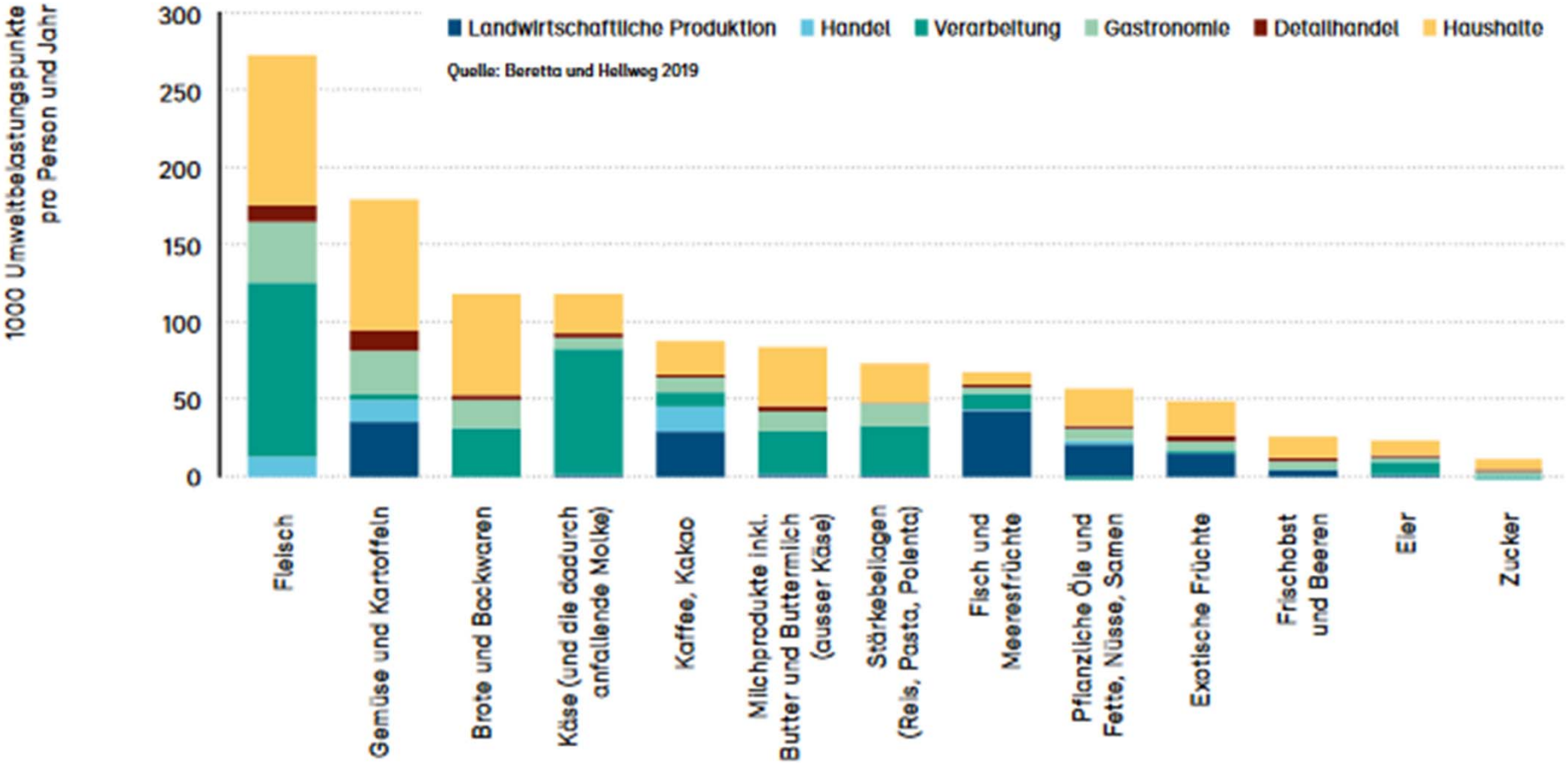
Ernährungsgewohnheiten in der Schweiz (2019)

https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/umweltbericht/umweltbericht-2022.html

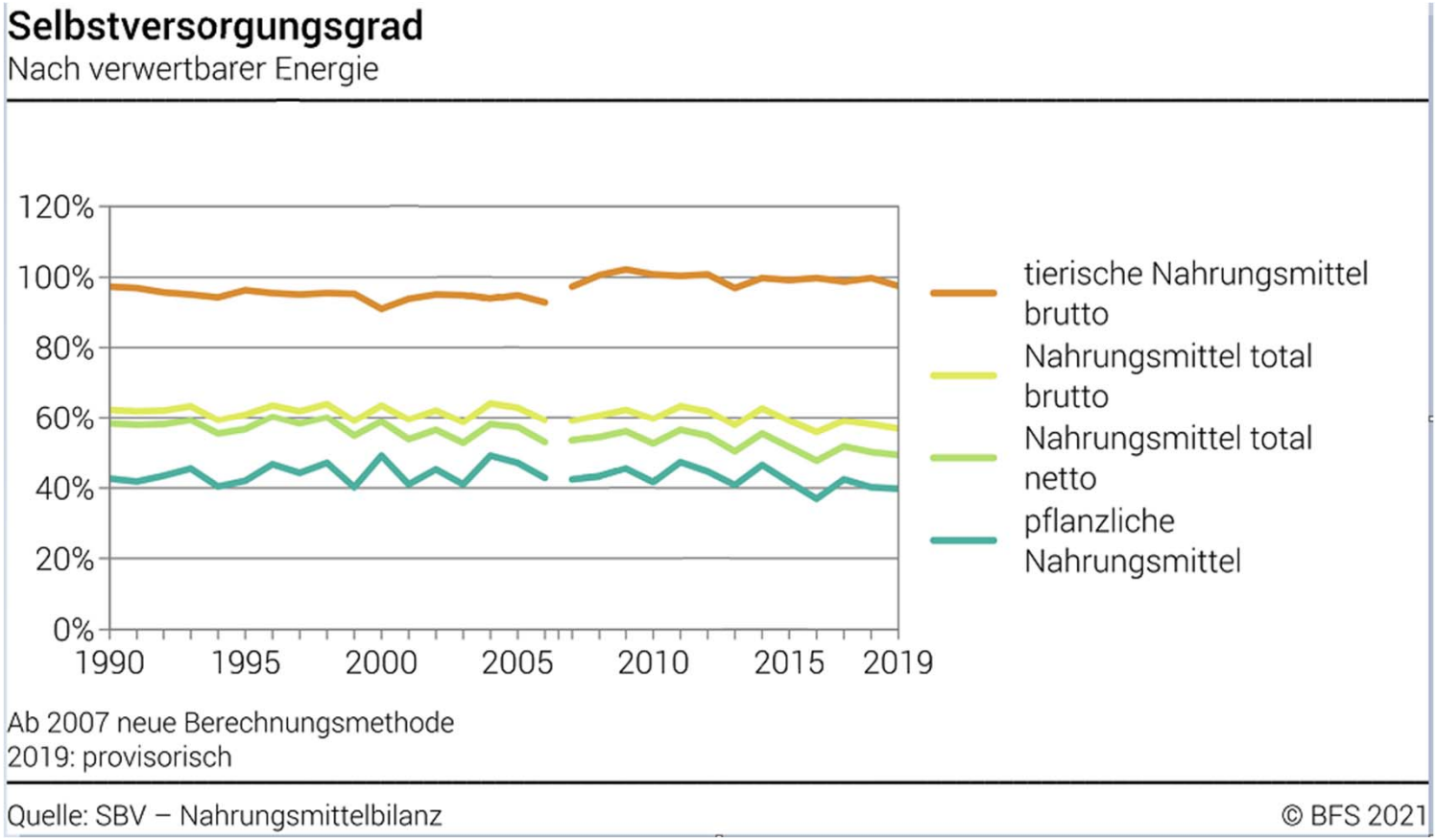


Umweltbelastung der Lebensmittel in der Schweiz (2019)

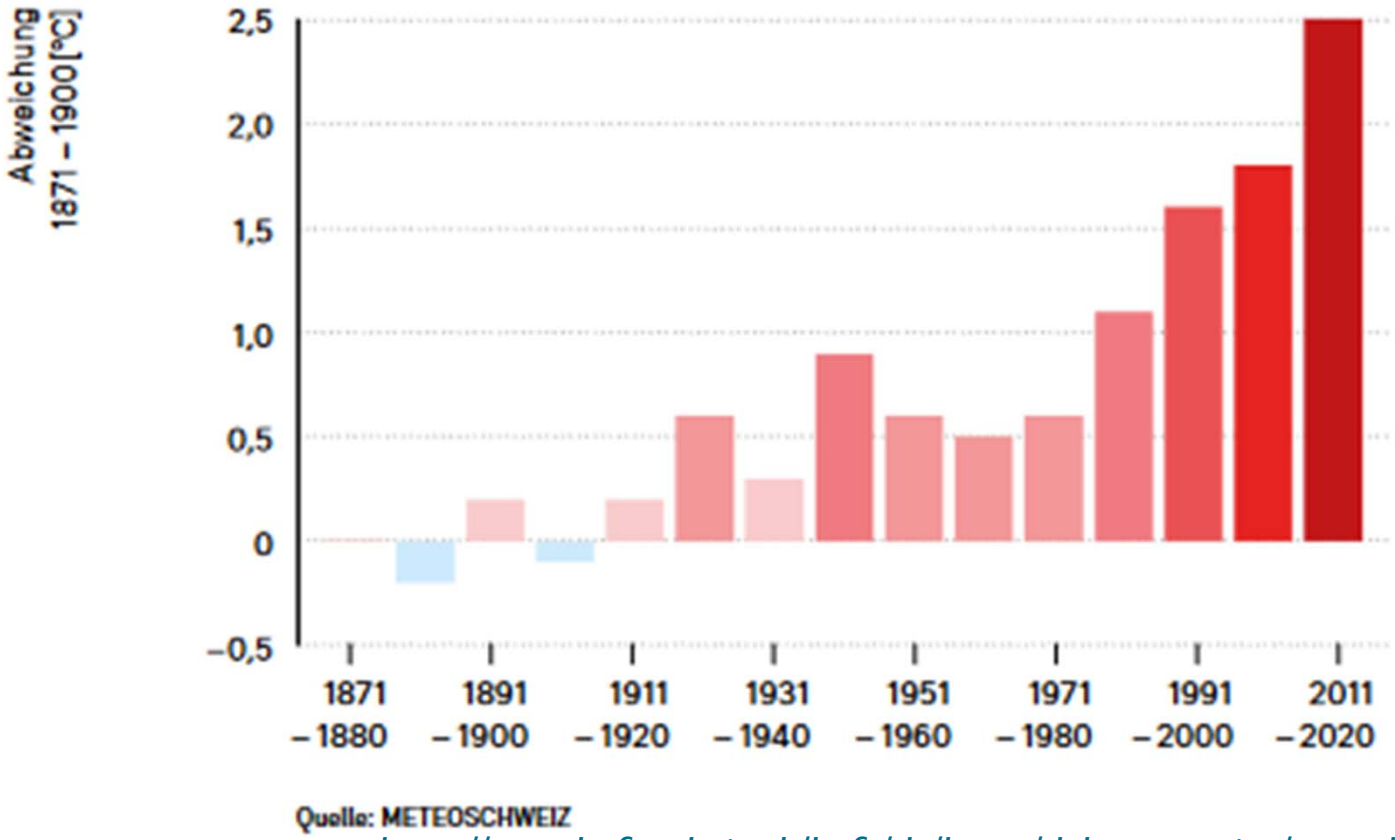
https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/umweltbericht/umweltbericht-2022.html



Selbstversorgungsgrad in der Schweiz 20199



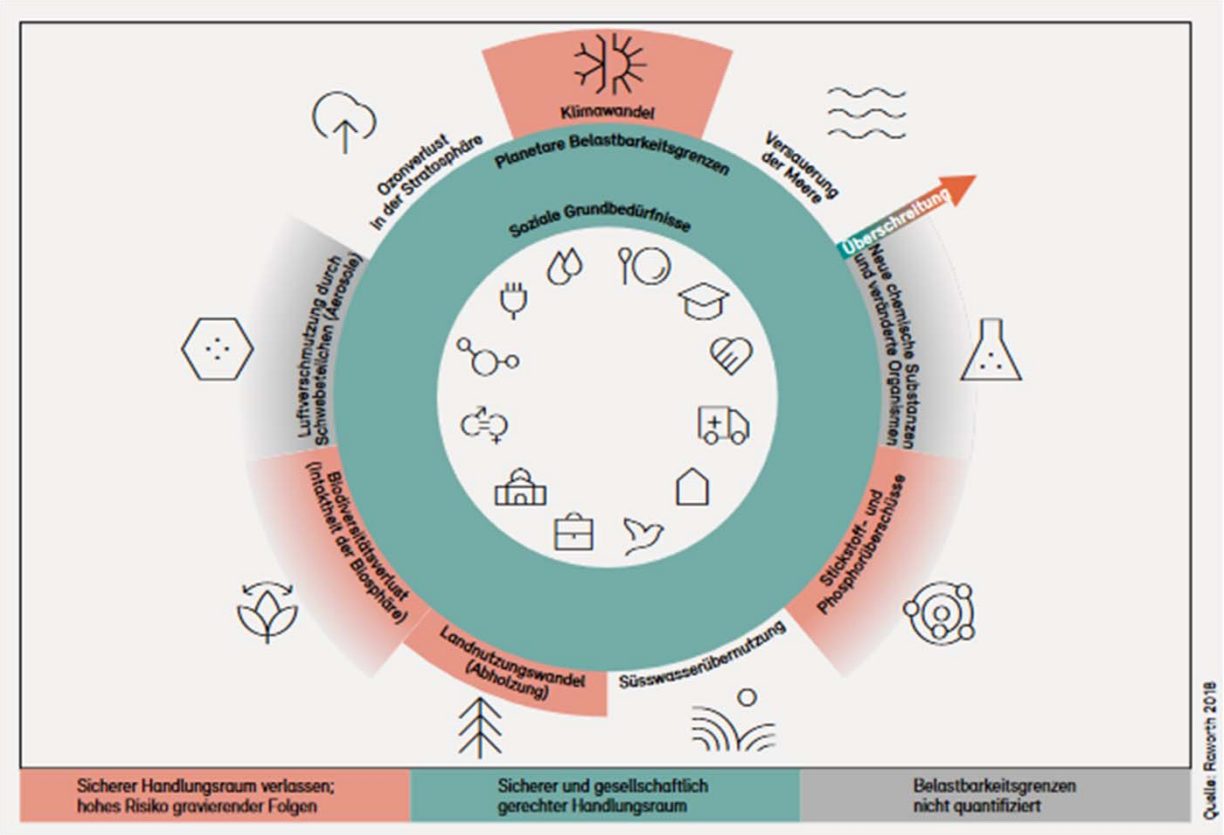
Veränderung der Jahresmittelwerte in der Schweiz



https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/umweltbericht/umweltbericht-2022.html

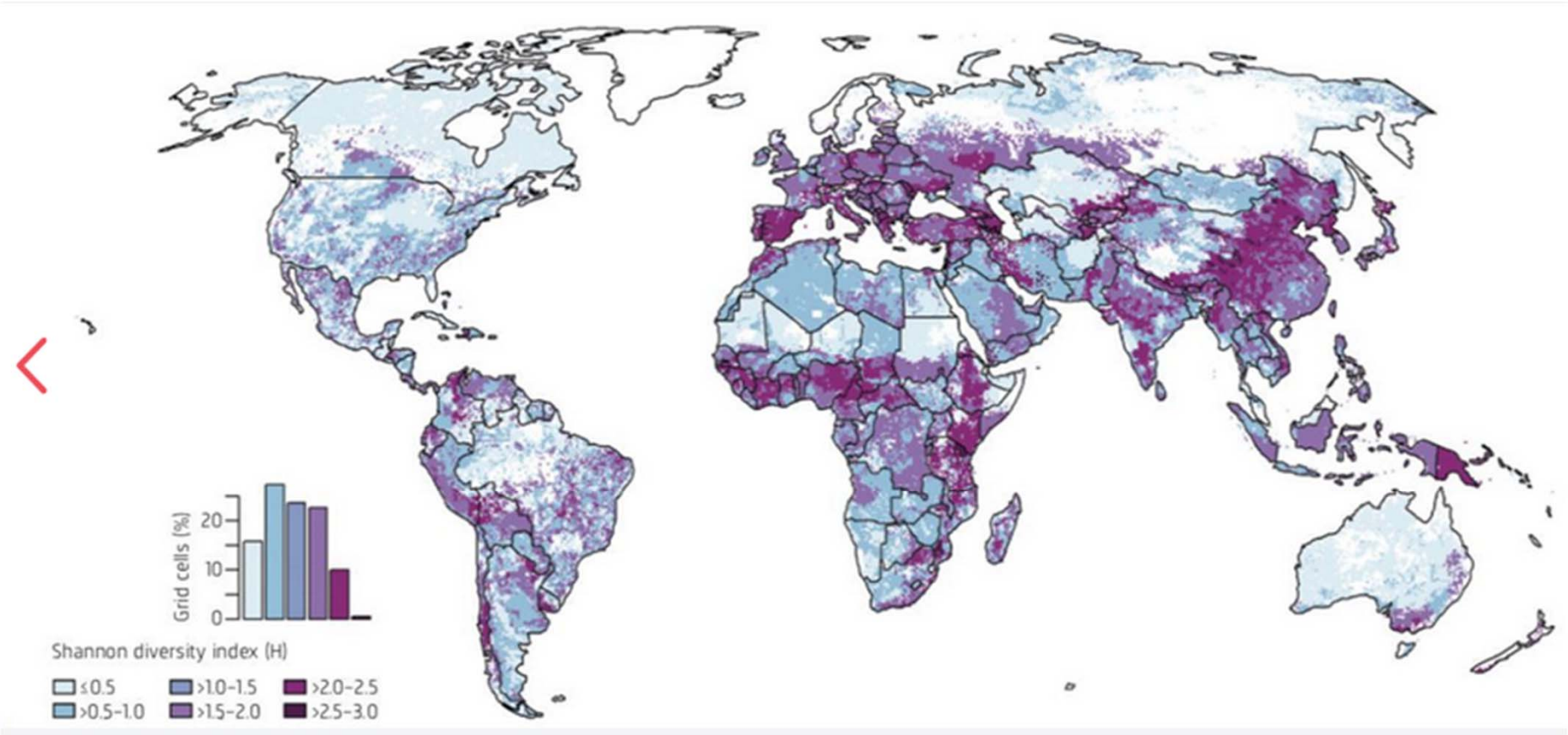
Planetare Belastbarkeitsgrenzen

- Die planetaren Belastbarkeitsgrenzen werden weltweit überschritten beim Biodiversitätsverlust, beim Klimawandel, bei der Abholzung sowie bei den Stickstoff- und Phosphorüberschüssen.



https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/umweltbericht/umweltbericht-2022.html

Artenvielfalt von Nutzpflanzen und Nutztieren



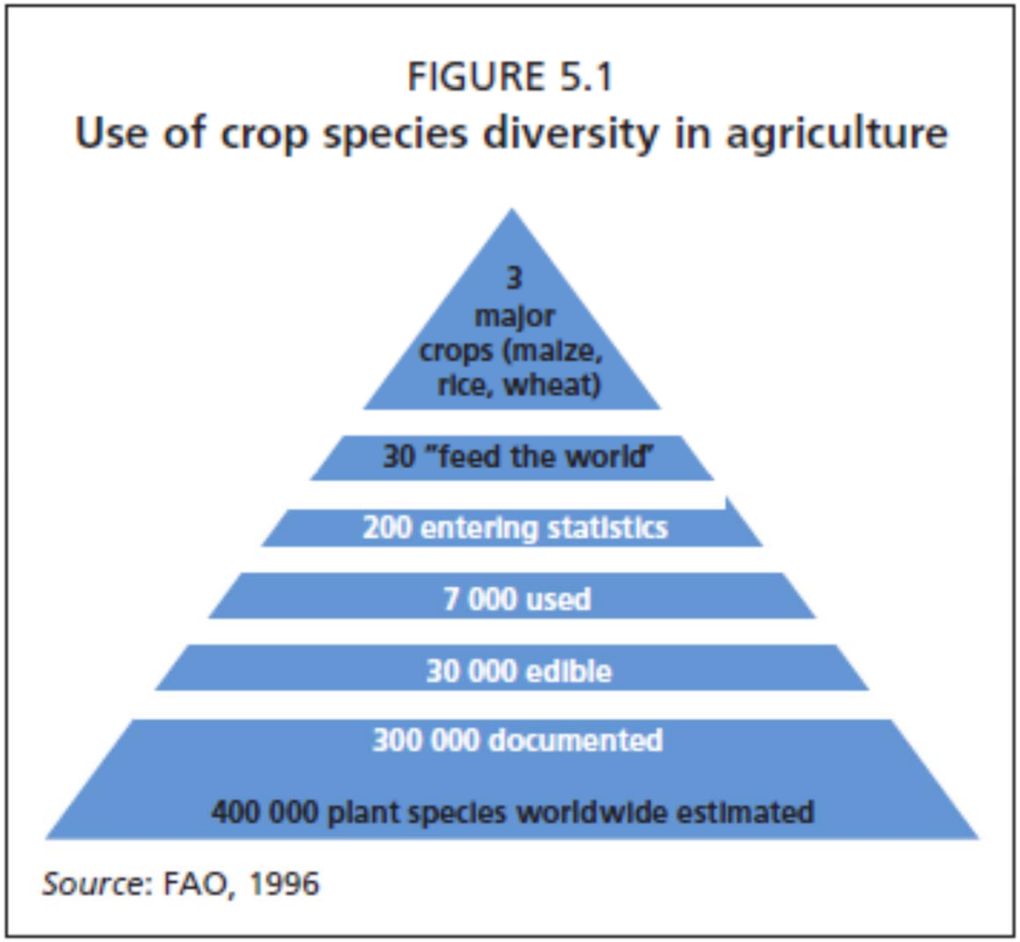
Rist et al. 2020 ScNat Factsheets Vielfalt ist die Quelle des Lebens

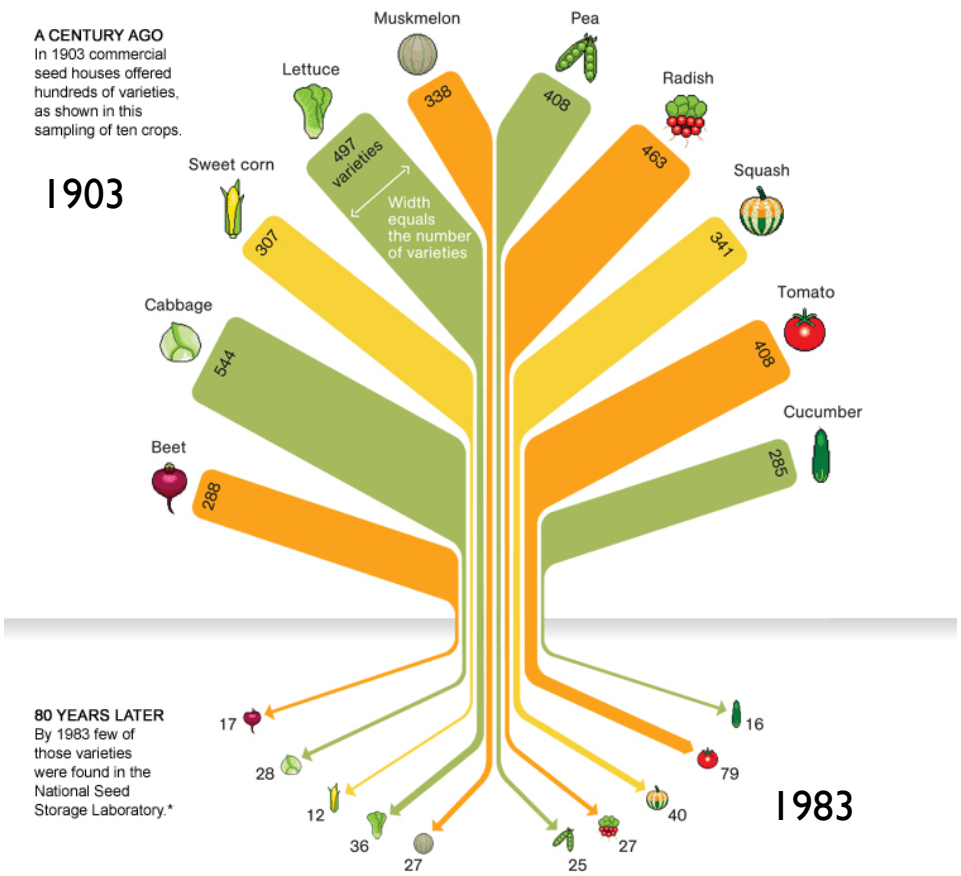
Stark abnehmende Agrobiodiversität weltweit

- In der Vergangenheit über 7000 Pflanzenarten angebaut
- heute tragen nur noch etwa 80 Kulturarten massgeblich zur globalen Nahrungsversorgung bei
- Die Hälfte aller pflanzenbasierten Kalorien kommen von Reis, Mais und Weizen
- 93 Prozent der globalen Fleischversorgung stammt von 4 Tierarten: Schwein, Geflügel, Rind und Büffel.

Rist et al. 2020 ScNat Factsheets Vielfalt ist die Quelle des Lebens

Reduzierte Agrobiodiversität auf globaler Ebene





John Tomanio, NGM Staff Food Icons, Quickhoney, Source Rural Advancement Foundation International

FiBL 50 JAHRE ANS YEARS

Ökosystemleistungen

	Beiträge der Natur für die Menschen		Globaler 50-Jahres-Trend	Indikatoren IPBES
Regulierend		Schaffung und Erhaltung von Lebensräumen		Verfügbarkeit an geeigneten Lebensräumen
				Unversehrtheit der Biodiversität
		Bestäubung und Ausbreitung von Samen u. ä.		Vielfalt der Bestäuber
				Fläche von naturnahen Elementen in Agrarlandschaften
		Regulierung der Luftqualität		Retention und Vermeidung von Luftschadstoffemissionen durch Ökosysteme
		Regulierung des Klimas		Vermeidung von Emissionen und Aufnahme von Treibhausgasen durch Ökosysteme
		Regulierung der Meeresversauerung		Fähigkeit von Land und Ozeanen, Kohlenstoff aufzunehmen
		Regulierung der Süsswassermenge		Einfluss der Ökosysteme auf die Wasserverteilung (Oberflächen- und Grundwasser)
		Regulierung der Qualität von Süsswasser-vorkommen und Küstengewässern		Verfügbarkeit von Ökosystemen als Wasserfilter und Garanten von Wasserqualität
		Aufbau, Schutz und Dekontamination von Böden		Organischer Kohlenstoff im Boden
		Regulierung von Gefahren und Extremereignissen		Fähigkeit der Ökosysteme, Gefahren abzupuffern
		Regulierung von Schädlingen und Krankheiten		Ausdehnung von naturnahen Elementen in Agrarlandschaften
				Vielfalt geeigneter Wirte

https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/umweltbericht/umweltbericht-2022.html

Ökosystemleistungen: Globale Trends

- **Regulierend**
  - Bestäubung und Ausbreitung von Samen ↓ ↓
  - Regulierung der Luftqualität ↓
  - Regulierung des Klimas ↓
  - Aufbau und Schutz von Böden ↓
  - Regulierung von Krankheiten und Schädlingen ↓ ↓
- **Unterstützend**
  - Nahrungs- und Futtermittel ↑
  - Medizinische und genetische Ressourcen ↓
- **Kulturell**
  - Physische und psychologische Erfahrungen ↓

Christine Arncken

https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/umweltbericht/umweltbericht-2022.html

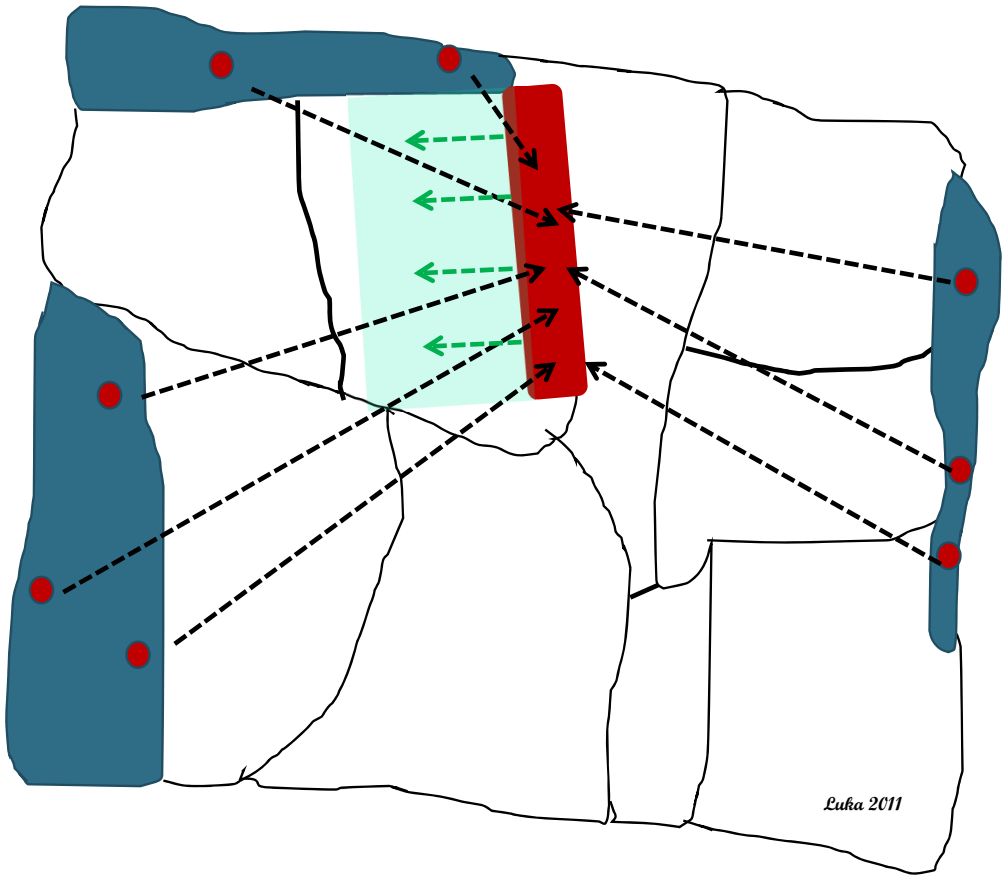
Mit Vielfalt punkten

FiBL

www.fibl.org

https://www.agri-biodiv.ch/de/startseite.html

Nützlingsförderung im Landschaftskontext



Buntbrachen, Säume, Hecken usw.

Pflanzen die kulturspezifische Nützlinge/Antagonisten fördern

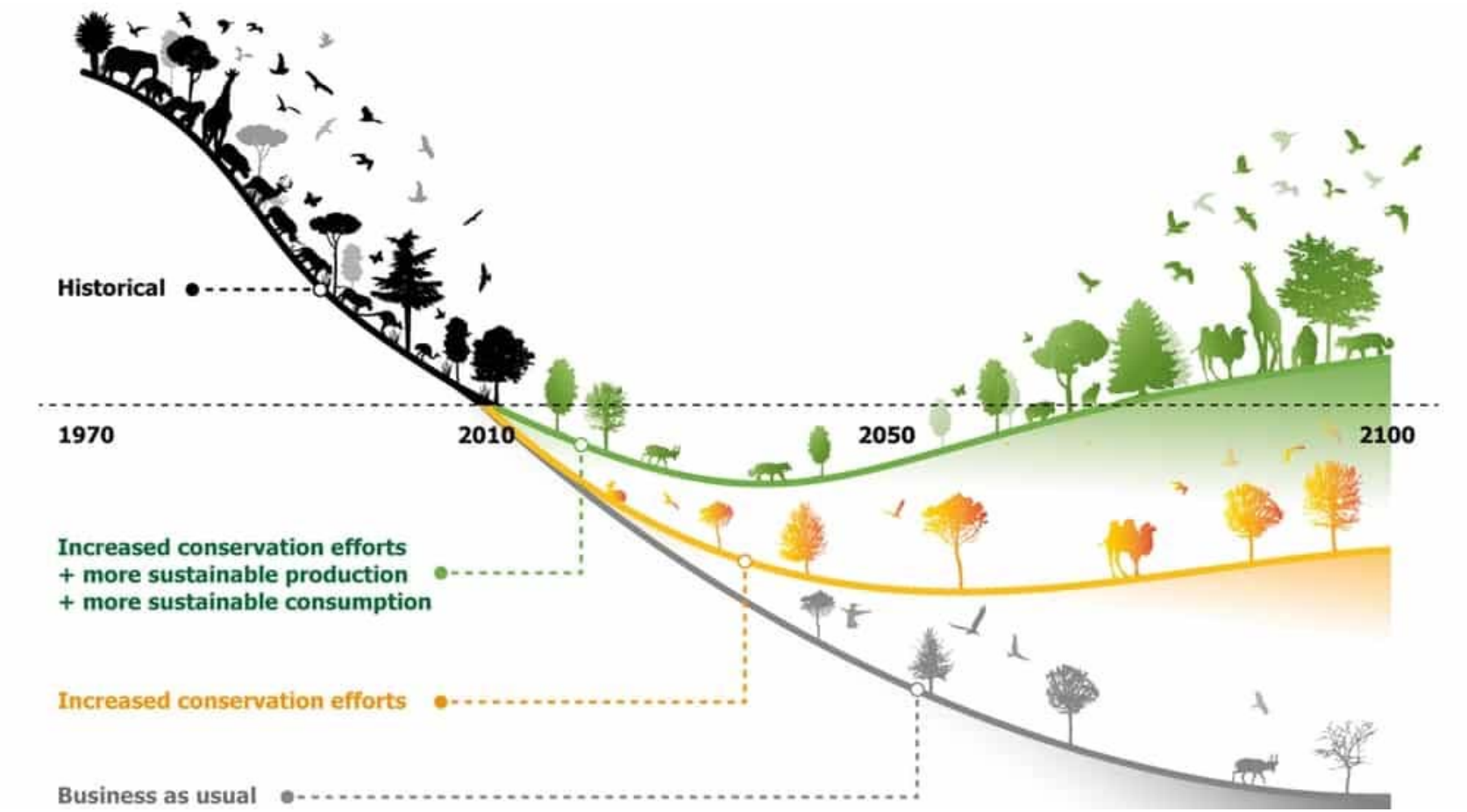
Blühstreifen

Kohl

Nützlinge/Antagonisten
Anlockung-Richtung

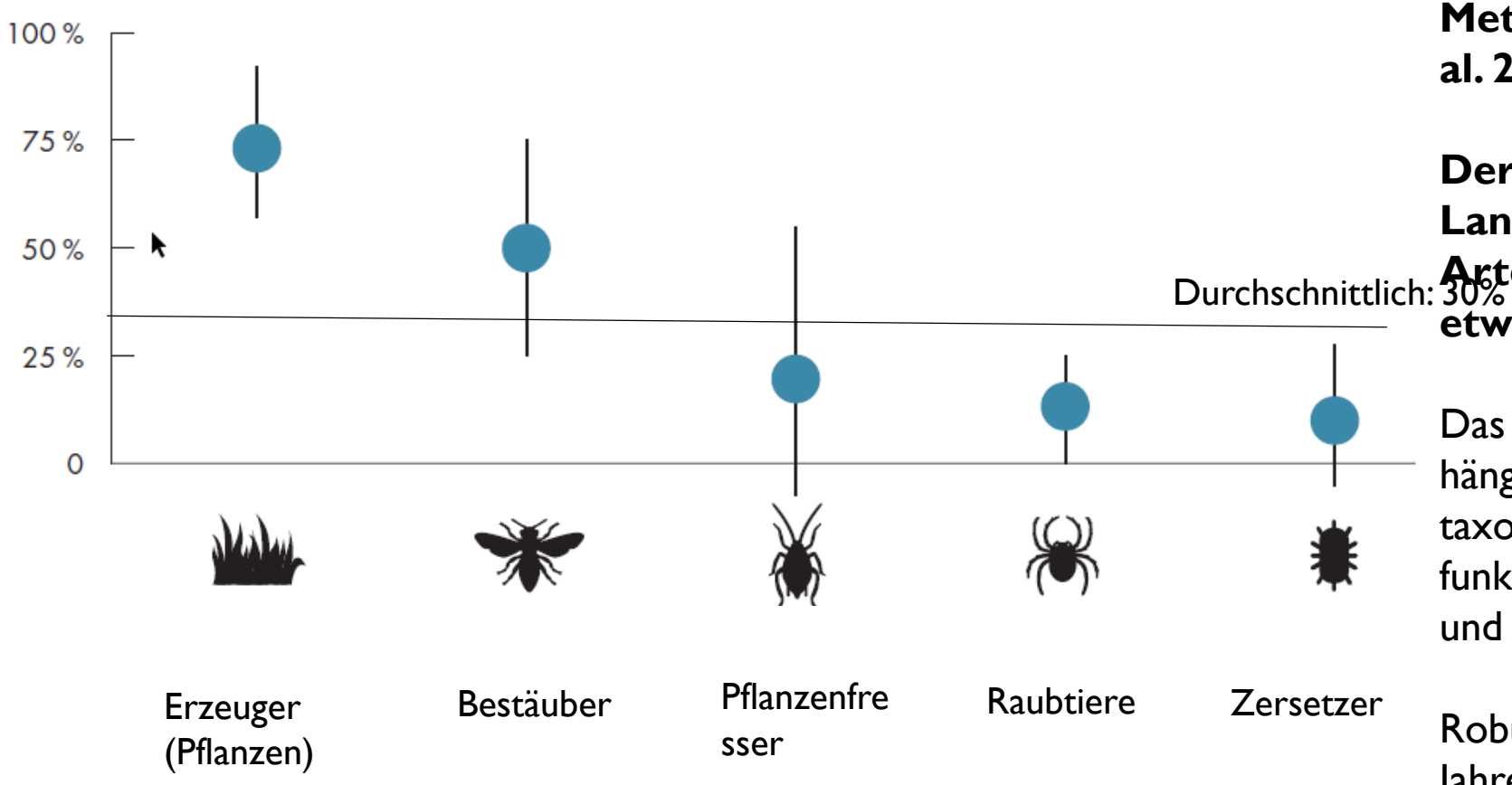
Henryk Luka, FiBL

Generelle Abnahme der Biodiversität



Leclère, D., Obersteiner, M., Barrett, M. et al. Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. Nature 585, 551–556 (2020). https://doi.org/10.1038/s41586-020-2705-y

5. Ökologischer Landbau schützt Arten- und Lebensraumvielfalt



Meta-Analyse (Tuck et al. 2014)

Der ökologische Landbau erhöhte den Artenreichtum um etwa 30 %.

Das Ausmaß der Wirkung hängt von den taxonomischen und funktionellen Gruppen und der Kulturart ab.

Robust in den letzten 30 Jahren.

Tuck et al. (2014) J Appl Ecol 51: 746-755
184 Beobachtungen aus 94 Studien

Sibylle Stöcklin, FiBL 2022

FiBL 50 JAHRE ANS YEARS

4d. Die Wirkung der individuellen Beratung: mehr Biodiversitätsflächen

Individuelle Beratung unter Berücksichtigung des betrieblichen Kontextes führt zu mehr biodiversen Flächen (mit hoher Qualität)

Wissen und Motivation

Goldener Scheckenfalter — *Euphydryas aurinia* — vogelwarte.ch — FiBL

Massnahmen:

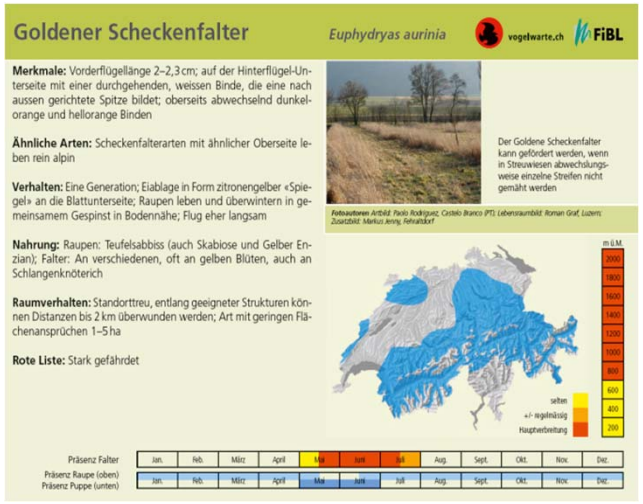
- Teufelsabbiss (eine wichtige Raupen-Nahrungspflanze) fördern
- In besiedelten Streuewiesen Goldruten konsequent bekämpfen
- Schonendes Mahdverfahren (Balkenmäher) anwenden
- Streuewiesen: Herbstmahd ab 1. September; im Habitat 10–20 % als «Riedbrache» stehen lassen (Standort alljährlich wechseln)
- Streuewiesen durch blütenreiche Saumstreifen miteinander vernetzen
- Futterwiesen im Bereich von Vorkommen: Extensivnutzung mit früher Sommermahd (i. Allg. ab 15. Juni) anwenden, damit immer ein genügendes Angebot an gelb blühenden Saugpflanzen zur Verfügung steht

Leitart für:

Kulturlandschaft mit hohem Feuchtgebietsanteil; ÖAF-Typ: Streueflächen

Lebensraum:

Streueflächen mit Teufelsabbiss im Verbund mit blütenreichen Wiesen sowie Berg-Wiesen und -Weiden mit Skabiose und/oder Gelbem Enzian



Goldener Scheckenfalter — *Euphydryas aurinia* — vogelwarte.ch — FiBL

Merkmale: Vorderflügellänge 2–2,3 cm; auf der Hinterflügel-Unterseite mit einer durchgehenden, weissen Binde, die eine nach aussen gerichtete Spitze bildet; oberseits abwechselnd dunkelorange und hellorange Binden

Ähnliche Arten: Scheckenfalterarten mit ähnlicher Oberseite leben rein alpin

Verhalten: Eine Generation; Eiablage in Form zitronengelber «Spiegel» an die Blattunterseite; Raupen leben und überwintern in gemeinsamem Gespinst in Bodennähe; Flug eher langsam

Nahrung: Raupen: Teufelsabbiss (auch Skabiose und Gelber Enzian); Falter: An verschiedenen, oft an gelben Blüten, auch an Schlangenknöterich

Raumverhalten: Standorttreu, entlang geeigneter Strukturen können Distanzen bis 2 km überwunden werden; Art mit geringen Flächenansprüchen 1–5 ha

Rote Liste: Stark gefährdet

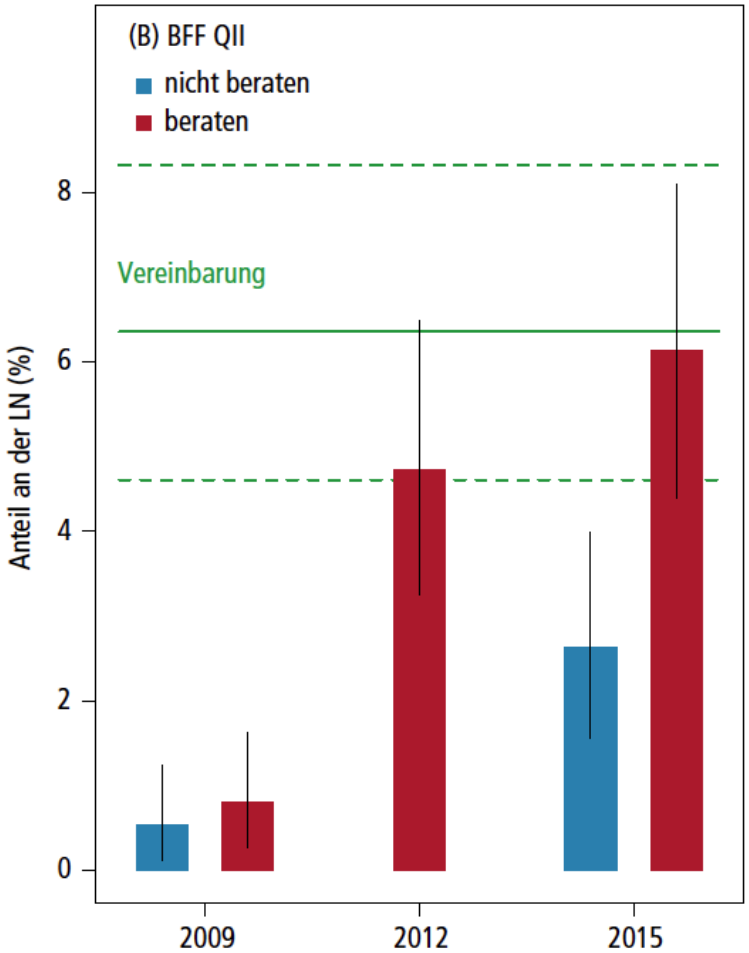
Der Goldene Scheckenfalter kann gefördert werden, wenn in Streuwiesen abwechslungsweise einzelne Streifen nicht gemäht werden

Fotoautoren Artbild: Paolo Rodriguez; Castelo Branco (PT). Lebensraumbild: Roman Graf, Luzern; Zusatzbild: Markus Jenny, Rehetobel

m ü.M. 2000 1800 1600 1400 1200 1000 800 600 400 200

selten
+/- regelmässig
Hauptverbreitung

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Präsenz Falter												
Präsenz Raupe (oben) / Präsenz Puppe (unten)												



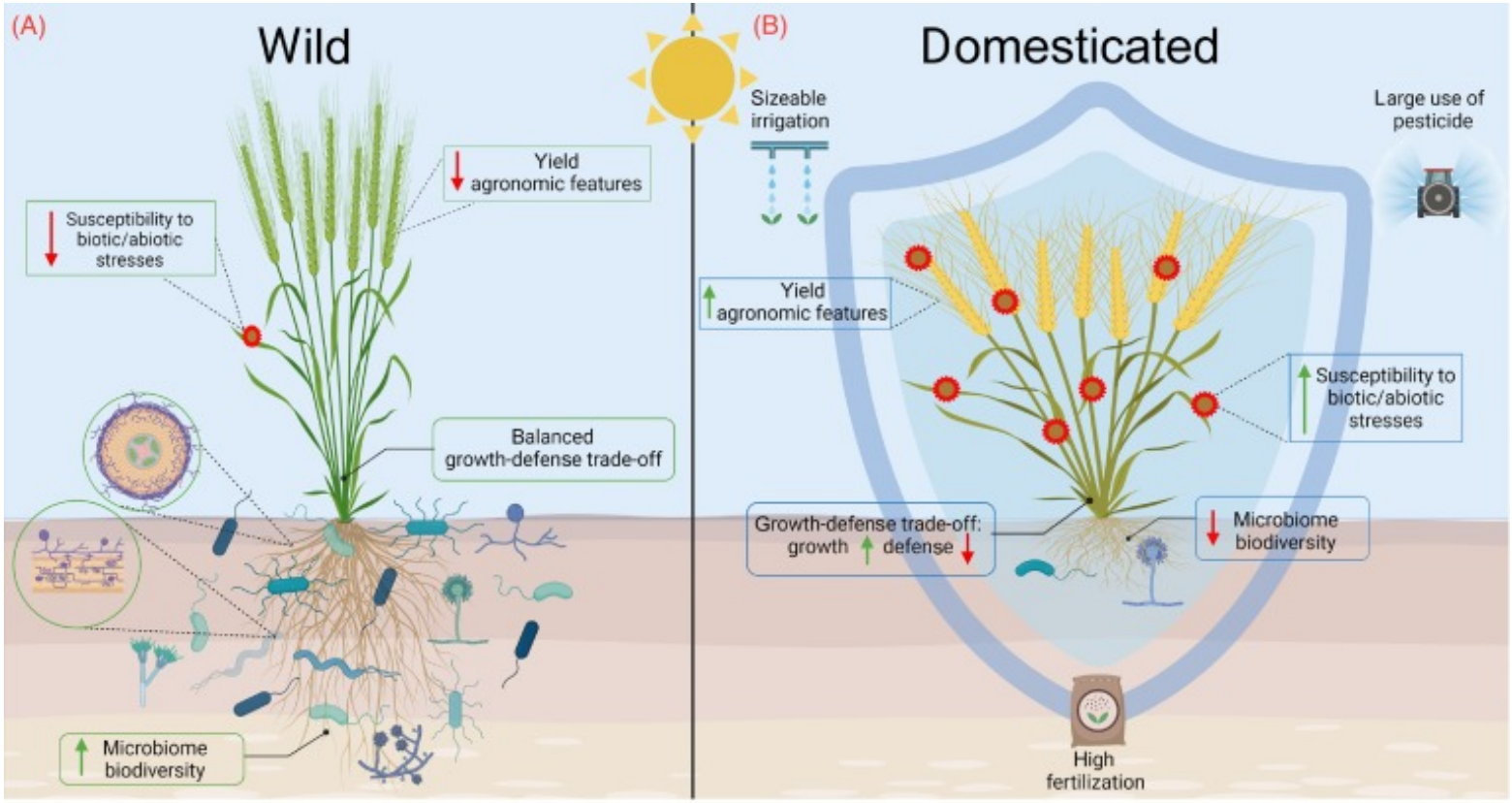
Chevillat, Stoeckli et al. (2017) Agrarforschung 8: 232-239

FiBL 50 JAHRE ANS YEARS — vogelwarte.ch

Meilensteine der Pflanzenzüchtung

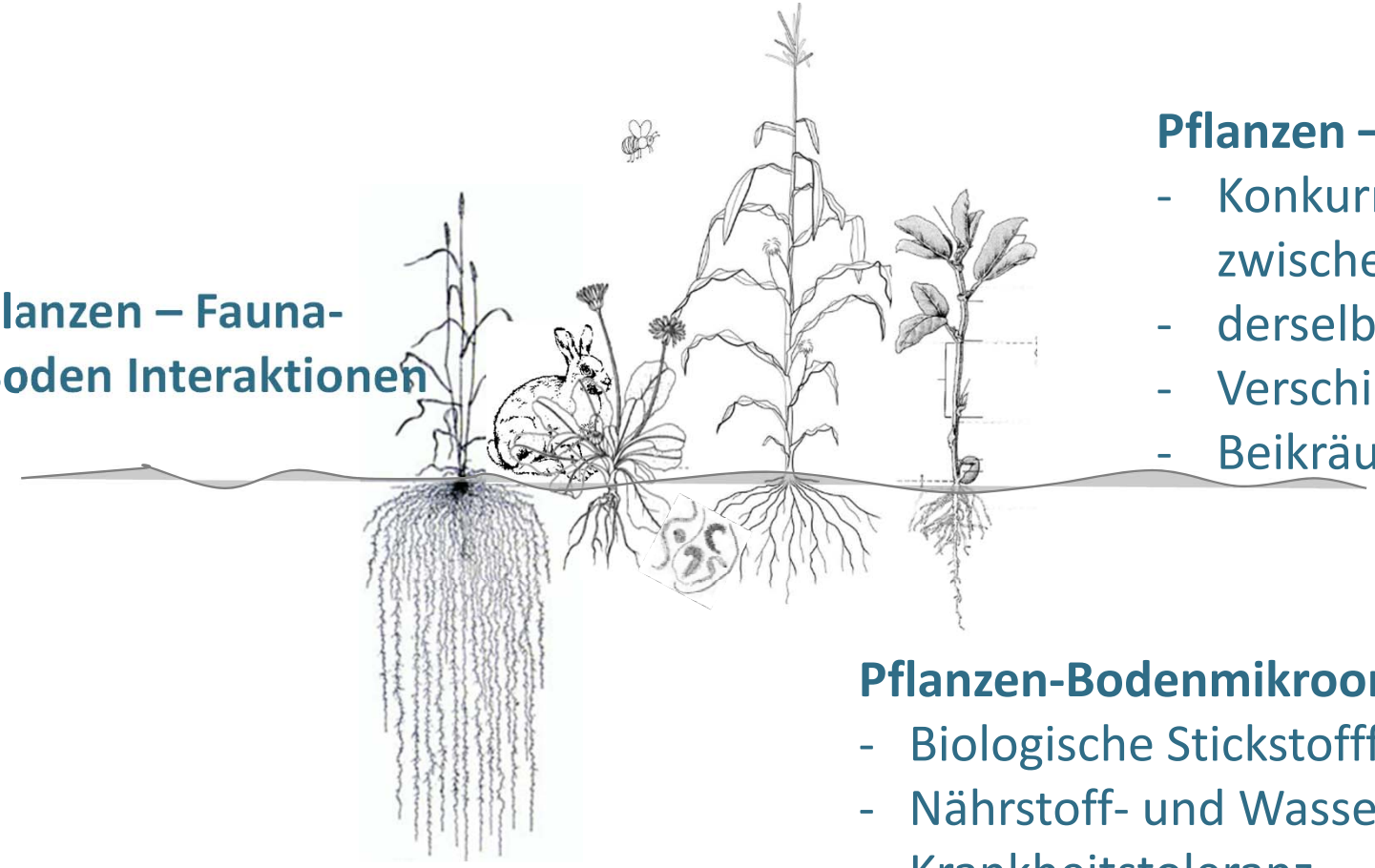
http://www.die-pflanzenzuechter.de/innovation.html

Einfluss des Selektionsstandorts auf die Sortenentwicklung



Nerva et al. 2022 Breeding toward improved ecological plant–microbiome interactions, Trends in Plant Science, 27, 11, https://doi.org/10.1016/j.tplants.2022.06.004

Züchtung für funktionelle Biodiversität



Planzen – Fauna-Boden Interaktionen

Pflanzen – Pflanzen Interaktionen

- Konkurrenz / Komplementarität zwischen
- derselben Kulturart
- Verschiedenen Kulturarten
- Beikräuter

Pflanzen-Bodenmikroorganismen Interaktion

- Biologische Stickstofffixierung
- Nährstoff- und Wasserhaushalt
- Krankheitstoleranz
- Bodenstruktur und Wasserhaltevermögen

Innovationen der Biozüchtung

- Neue **Sortentypen mit erhöhter genetischer Diversität**
  → erhöhtes Pufferungsvermögen unter Stressbedingungen

- **Selektion auf Mischkultureignung**
  → erhöhte Flächenproduktivität, geringeres Anbaurisiko durch komplementärität verschiedener Pflanzenarten
- Erforschung der **Interaktionen der Pflanze mit der Mikrobiom-Gemeinschaft im Boden**
  →Mikrobiom bieten Schutz gegenüber biotischem und abiotischem Stress und führt zu einer höheren Resilienz der Sorten
- **Partizipative Züchtung für lokale Anpassung**
  → schnelle Akzeptanz neuer Sorten bei Landwirt*innen und Handel
  → Vielfalt der Akteure erhöht Biodiversität

Züchtung auf funktionelle Biodiversität

Fotos: FiBL

Verschiedene Ansätze der Pflanzenzüchtung

- Starke Spezialisierung, Identifizierung einzelner Merkmale, die einfach ererbt werden, bestimmung der involvierten Gene, Entschlüsselung der **Gensequenz** und gezielter Eingriff auf Genebene
  - nur einzelne Gene bisher bekannt, Annahme der additiven Geneffekte
- **Big Data**: immer mehr Pflanzensorten werden sequenziert, genotypisiert und phenotypisiert um herauszufinden wie die verschiedenen Gene zusammenwirken und wie die Genexpression durch die Umweltbeeinflusst werden
  - Grosse Datensätze erlauben eine Vorhersage basierend auf einer grossen Anzahl von Markergenen
- **Dezentrale, partizipative** Züchtung
  - lokale Anpassung für komplexe Anbausysteme (z.B. Mischkulturen) und lokale Märkte
- **Züchtung auf erhöhte Biodiversität und Interaktion mit Bodenmikroorganismen**
  - Nutzung der natürlicher regulatorischer Ökosystemleistungen

Potentielle Riskiken neuer gentechnologischer Methoden auf die Agrobiodiversität

NEWS · 24 SEPTEMBER 2019

CRISPR might be the banana's only hope against a deadly fungus

Researchers are using the gene-editing tool to boost the fruit's defences and prevent the extinction of a major commercial variety.

https://www.nature.com/articles/d41586-019-02770-7

1960: die überwiegend für Export angebauten Bananen Gros Michel wurden anfällig gegen eine neue Fusarium-Pilzrasse und führte zu globalen Ernteausfällen → Ersatz von Gros Michel durch tolerante Cavendish

2020: 99% der global gehandelten Bananen ist Cavendish, seit 1990 neue Rasse 4 → Einfügen von einigen Genen in Cavendish, diese starke Einschränkung der genetischen Vielfalt macht das gesamte Anbausystem weiterhin hoch anfällig für neue Krankheitserreger oder Schädlinge und Extreme durch den Klimawandel

Vielleicht fehlen uns nicht die notwendigen Tools sondern eine gemeinsame Vision unseres Landwirtschafts- und Ernährungssystems

Klimawandel und Biodiversitätsverlust gemeinsam angehen

- Der Klimawandel und der Verlust der biologischen Vielfalt stellen eine Bedrohung für die Menschheit dar.
- Am wirkungsvollsten sind Massnahmen gegen die grundsätzliche Ursache beider Krisen: unsere nicht nachhaltige Lebensweise. Dies bedingt einen grundlegenden Wandel hin zu einem Ressourcenverbrauch, der die Belastbarkeitsgrenzen der Erde respektiert. Die Schweiz trägt im In- und Ausland überdurchschnittlich zu beiden Krisen bei, leidet aber auch stark unter deren Folgen. Sie hat deshalb nicht nur eine grosse internationale Verantwortung, sondern auch ein hohes Eigeninteresse, beim Schutz des Klimas und der Biodiversität voranzugehen.

Quelle: Ismail SA, Geschke J, Kohli M et al. (2021) Klimawandel und Biodiversitätsverlust gemeinsam angehen, Swiss Academies Factsheet 16 (3)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL
Ackerstrasse 113 / Postfach 219
5070 Frick
Schweiz
Telefon +41 62 8657-272
Fax +41 62 8657-273
info.suisse@fibl.org
www.fibl.org

Monika.messmer@fibl.org
@fiblorg
@FiBLBreeding