

# Klimawandel - Anpassungen im Pflanzenbau in Sachsen

**Sven Reimann**

*Professur Pflanzenbau, Phytopathologie, Grünlandwirtschaft/Futterbau*

*Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden*

*Pillnitzer Platz 2, 01326 Dresden*

Pflanzenbautagung 2023,

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Geologie und Landwirtschaft, 24. Februar 2023





# Agenda

// Einleitung

// Herausforderungen für Pflanzenbausysteme

// Zielkonflikte?

// Beispiele Anpassungsoptionen: Problem ⇔ Lösung ⇔ ...

// Zusammenfassung



# Klimawandel: Wir brauchen eine Agrar- und Ernährungswende

## Die zehn Forderungen in Kürze

1. Strategie für tier- und klimafreundliche Ernährungsformen
2. Tierbestände drastisch reduzieren
3. Weg von der Tierhaltung: Umstiegswillige Landwirt:innen fördern
4. Forschungsförderung für tierlose Anbausysteme
5. Tierschutzrecht, Vollzug und Gerichtsbarkeit stärken
6. Agrarsubventionen ökologisieren
7. Schädliche Subventionen beenden
8. Ökosysteme renaturieren und pflegen
9. Schluss mit der Exportorientierung
10. Regionaler Anbau statt Soja-Importe

Quelle:  
<https://www.change.org/p/klimakrise-wir-brauchen-eine-agrar-und-ern%C3%A4hrungswende>; upload: 10.02.2023



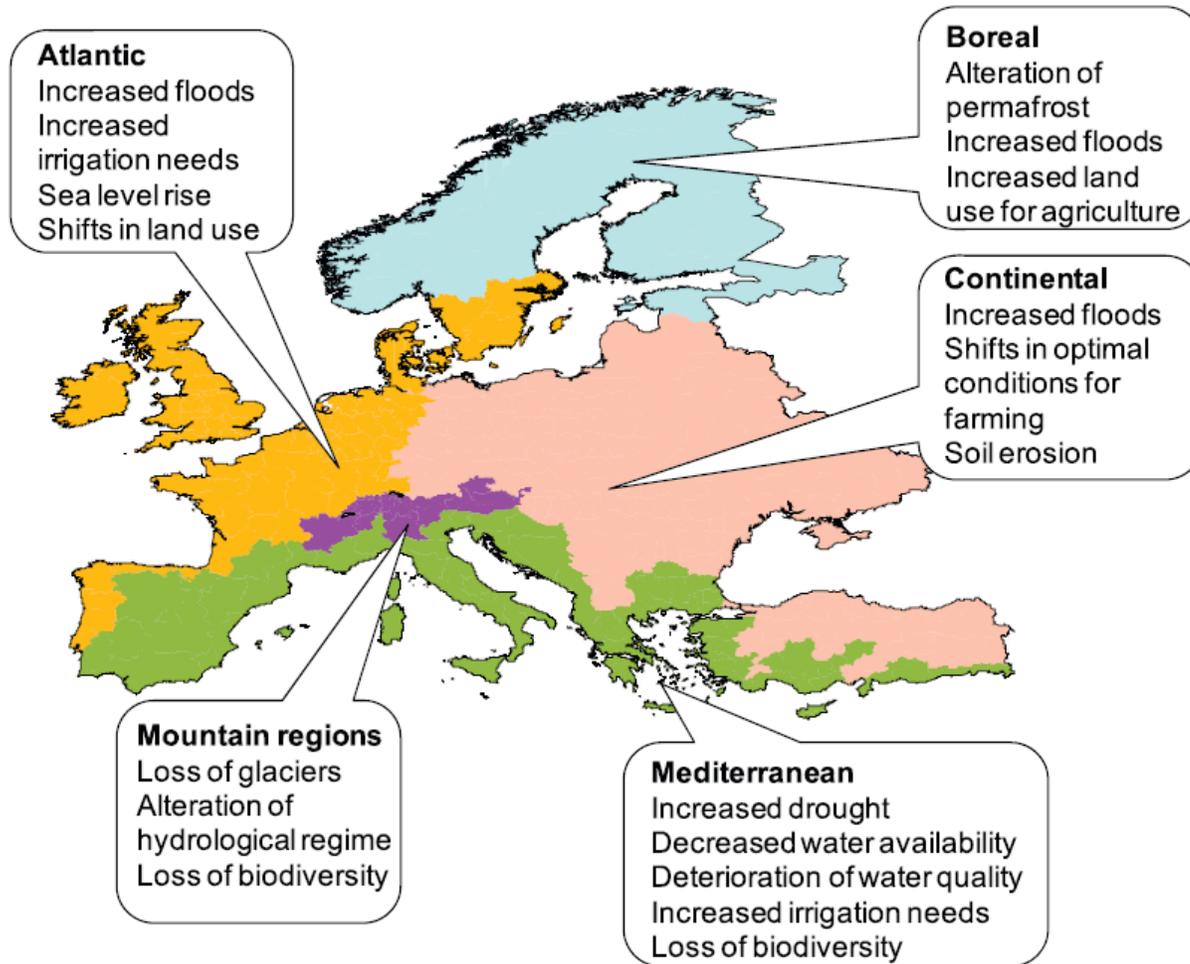
## Gutes Wetter, schlechtes Wetter

## Mehr Schädlinge, wenn sich der Trend fortsetzt

## Landwirtschaft und Gartenbau mitten im Anpassungsprozess

Quelle:  
[https://www.iva.de/sites/default/files/styles/16x9\\_840/public/benutzer/%25uid/magazinbilder/duerres\\_weizenfeld\\_476453700l\\_istock\\_0.jpg?h=119335f7&itok=DGoB860u](https://www.iva.de/sites/default/files/styles/16x9_840/public/benutzer/%25uid/magazinbilder/duerres_weizenfeld_476453700l_istock_0.jpg?h=119335f7&itok=DGoB860u); upload: 10.02.2023; <https://www.iva.de/iva-magazin>

# Klimawandel und Landwirtschaft - Europa



- // Temperaturanstieg  $\Rightarrow$  Evapotranspiration  $\uparrow$   $\Rightarrow$  Wasserbedarf  $\uparrow$
- // Wasserknappheit  $\uparrow$ , insbesondere in Frühjahrs- und Sommermonaten  
( $\Rightarrow$  Wasserbedarf für Bewässerung  $\uparrow$ , insbes. in Gebieten mit aktuellem Wasserstress)
- // Verschlechterung Wasserqualität  
(höherer Wassertemperaturen und geringerer Abflüsse in einigen Regionen)
- // erhöhte Winterniederschläge  $\Rightarrow$  Überschwemmungsrisiko  $\uparrow$
- // projizierter Anstieg des Meeresspiegels  $\Rightarrow$  Gefährdung der landwirtschaftlichen Erzeugung in niedrig gelegenen Küstengebieten

Quelle: A. Iglesias, L. Garrote: Adaptation strategies for agricultural water management under climate change in Europe. Agricultural Water Management 155 (2015) 113–124

# Szenarien der Klimamodelle für Deutschland (Auswahl)

Zunahme Hitze- u. Trockenperioden, mehr Hitzetage ( $\geq 30^\circ\text{C}$ )

Abnahme Kältephasen und Frosttage ( $< 0^\circ\text{C}$ )  
↓  
Verlängerung Vegetationsperiode

Zunahme von Witterungsextremen (Starkregen, Dürreperioden, etc.)

verändertes Verteilmuster Jahresniederschläge  
⇒ Herbst/Winter ↑  
⇒ Frühjahr/Sommer ↓

Frühjahrstrockenheit  
↓  
Dürreerscheinungen Pflanzenbestände

Phasen nasser und trockener Wetterlagen dauern länger an

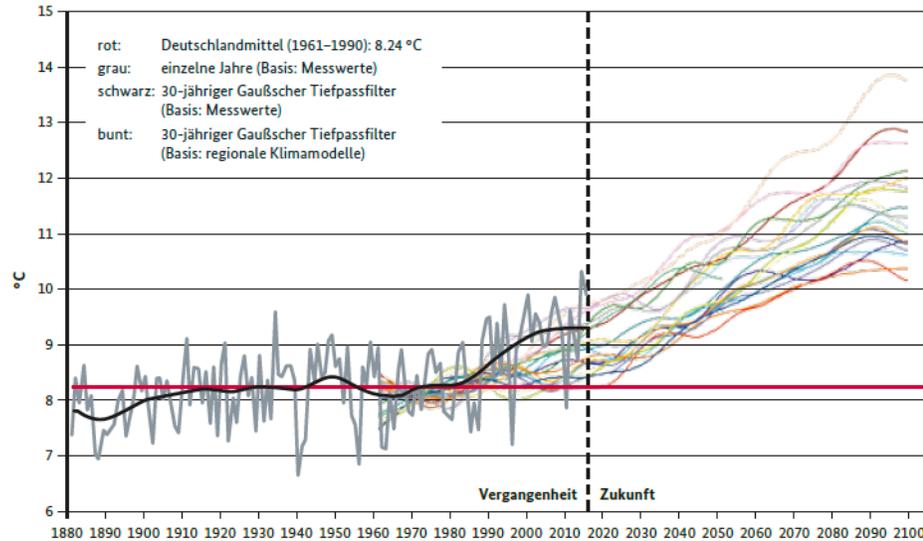
hohe Variabilität der Wetterereignisse von Jahr zu Jahr

Schadensursachen in den zurückliegenden 15-20 Jahren:

- ~ 64% Trockenheit / Dürre
- ~ 20% Hagel
- ~ 16% Sturm, Starkregen, Überschwemmungen

Quelle: <https://www.praxis-agrar.de/umwelt/klima/>  
upload: 14.02.2023

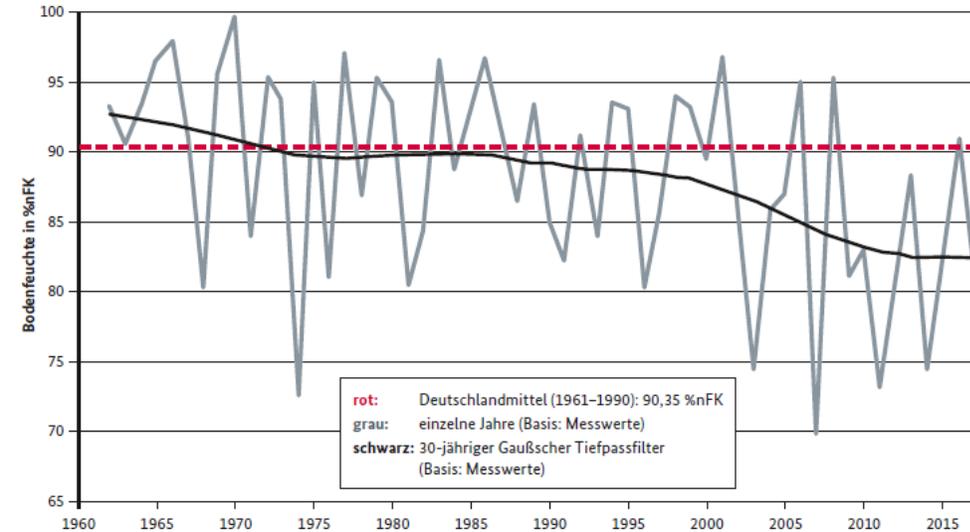
# Herausforderungen



Entwicklung der Jahresmitteltemperatur 1881 bis 2100 für Deutschland (DWD Deutscher Klimaatlas, 2016).

Quelle: Bräutigam, V. et al., 2017: Agrarmeteorologie., Hrsg. BLE, Bonn, 184 S.

- // Zunahme der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre
- // Anstieg Jahresdurchschnittstemperatur ⇒ Vegetationsdauer ↑
- // Abnahme kalte, Zunahme warme/heiße Tage
- // Verschiebung Niederschlagsverteilung
- // leichte Zunahme Globalstrahlung



Berechnete Bodenfeuchte (Schicht 0-60 cm) für Wintergetreide auf einem leichter Boden, Monat April, 1962-2017, rot: Deutschlandmittel; grau: einzelne Jahre, schwarz: geglättete Kurve; Modell: AMBAV

Sommer: trockener + heißer  
Winter: wärmer + niederschlagsreicher

# Klimawandel und Landwirtschaft - Sachsen

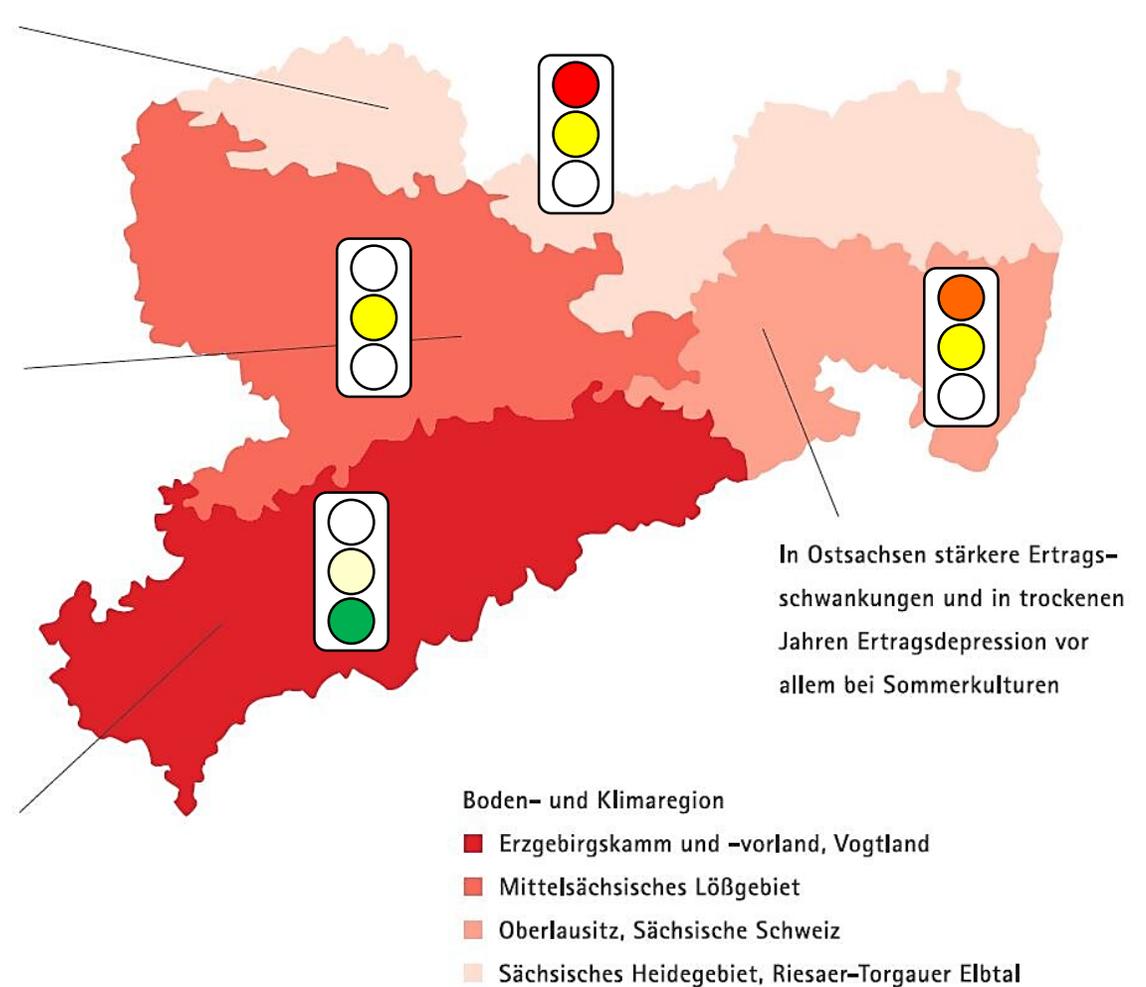
Regional differenzierte Entwicklung der landwirtschaftlichen Erträge in Sachsen.  
(© LfULG)

zunehmende regionale Wirkungen der Ereignisse

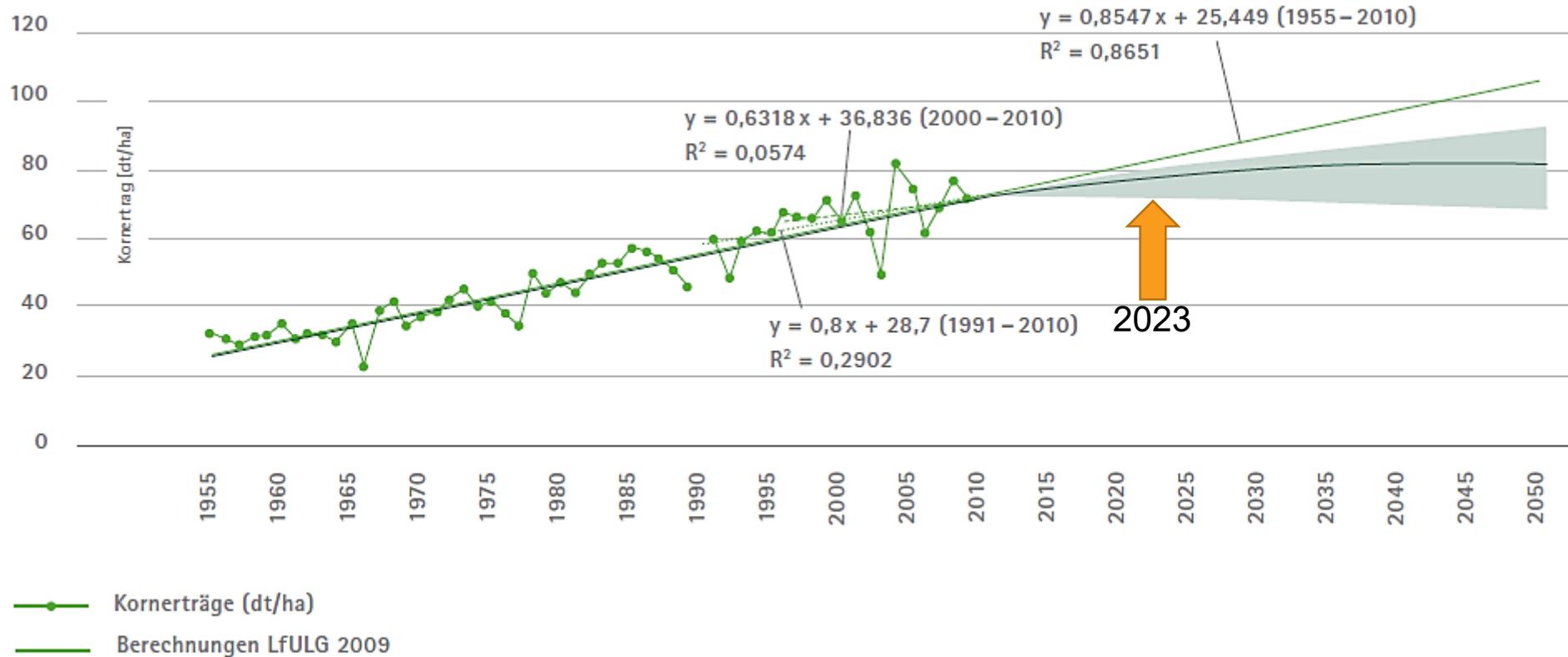
Ertragseinbußen vor allem bei wasserbedürftigen Fruchtarten wie Mais, Kartoffeln, Rüben und Gräsern sowie abgeschwächt bei Wintergetreide und Raps

Geringe Beeinflussung bezüglich des Ertragsverhaltens auf den Lössböden in Westsachsen

Bei ausgeglichener Wasserversorgung Ertragsanstieg vor allem bei Winterkulturen und bei Fruchtarten mit hohem Wärmeanspruch wie Mais und Rüben



# Ertragsentwicklung von Winterweizen für Sachsen von 1955 bis heute und eine Projektion mit dem Modell Yieldstat bis 2050 (LfULG 2009)



Quelle: LfULG (2014): Anpassungsmaßnahmen des sächsischen Pflanzenbaus an den Klimawandel. Hrsg.: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden.; verändert

# Anbausysteme / Pflanzenbausysteme



## Wirtschaftsweise

- ökologisch
- konventionell
- integriert



## Bodenbearbeitung

- Pflug
- pfluglos
- Direktsaat / Schlitzsaat



## Feldgröße / Feldlage

- Terrassen (Steillagen)
- Allee- / Gassenanbau
- Mischanbau



## Indoorverfahren

- Gewächshäuser
- vertikale Landwirtschaft



## Plantagenanbau



## Pflanzenbauliche Sicht

- Hauptfruchtbau
- Zwischenfruchtbau
- Dauergrünland
- Winter- / Sommerzwischenfruchtbau



## Bewässerung

- Regenfeldbau
- Trockenfeldbau
- Bewässerungsfeldbau
- Nassfeldbau ⇒ Aquafarming
- Aquaponikverfahren



Anbausysteme sind vielfältig und besitzen damit spezifische Anforderungen und Herausforderungen



prinzipielle Herausforderungen sind weitestgehend identisch

# Landwirtschaft im Wandel / Landwirtschaft in Anpassung



## Treiber für Wandel und Anpassung

- // Entwicklung der Produktionstechnik /-verfahren (Landtechnik, Züchtung, Pflanzenschutz und Düngung, ...)
- // Forderungen der Gemeinsamen Agrarpolitik
- // Gesellschaftliche Wahrnehmung und Forderungen
- // Klimawandel
- // ...

**?**  
Agrarwende  
oder  
„reguläre“ Systemanpassung

# Aktuelle Herausforderungen und Aufgaben

➔ vielfältige Anforderungen an alle Bewirtschaftungssysteme

aber

➔ Erwartungen an eine „Agrarwende“ sind sehr perspektivenabhängig



agrarisches-ökologische Agrarwende



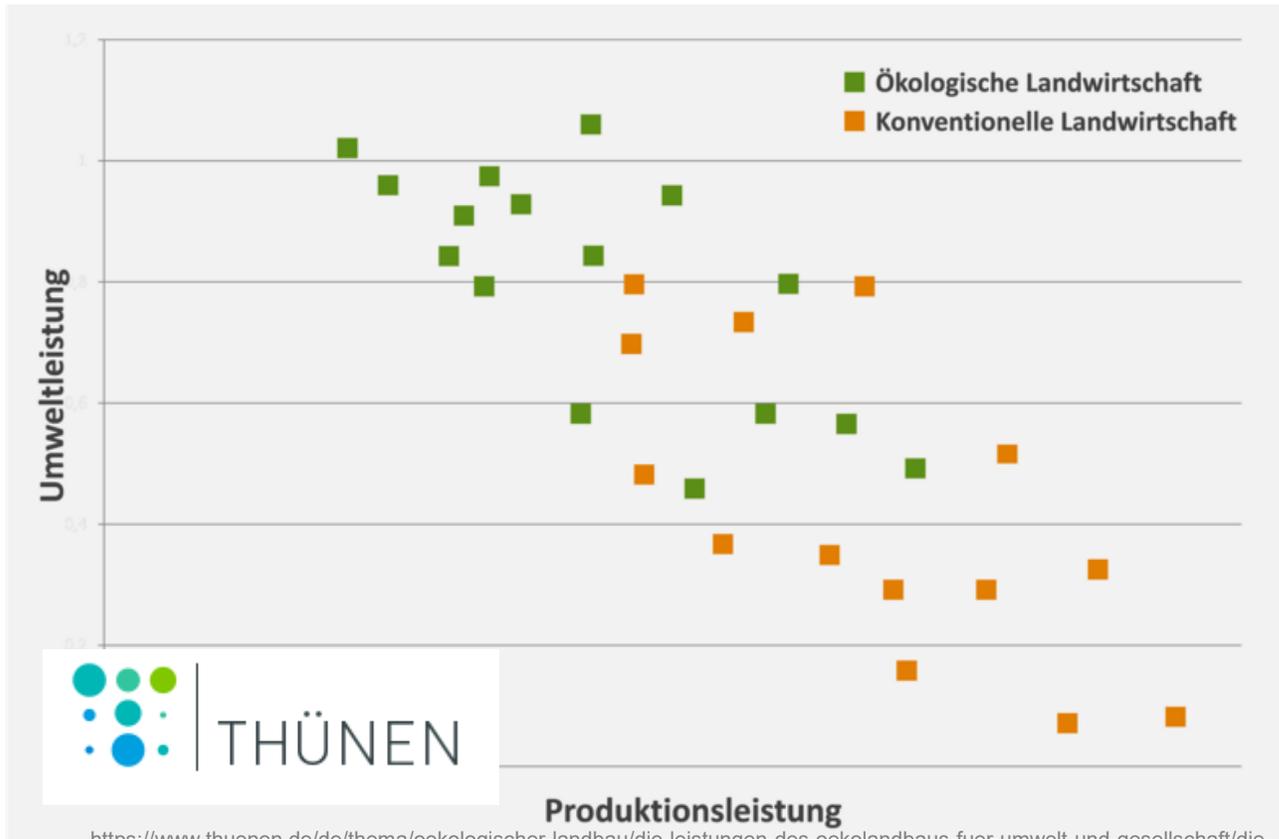
nachhaltige Intensivierung

➔ „Sättigung“ der Wohlstandsgesellschaft + Wohlstandssteigerung

- ökologisch verantwortungsvoller produzieren
- effizienter produzieren

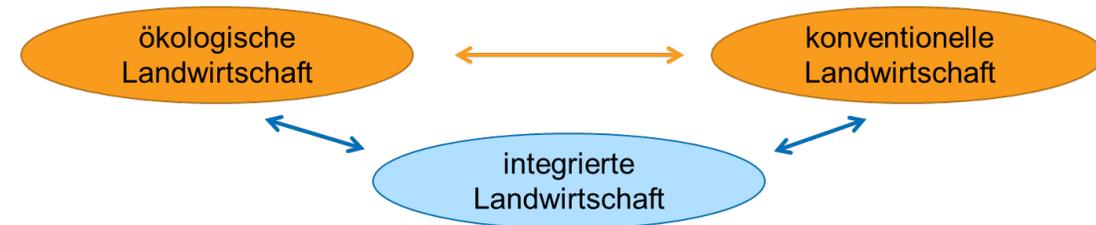
➔ ZIEL: Entkopplung landwirtschaftliches Wachstum von immer mehr Ressourcen- und Energieverbrauch

# Ökologischer Landbau vs. konventioneller Landbau?



Die Frage nach der richtigen Bezugsgröße.  
Fläche oder Ertrag?

Ist die Diskussion zielführend für die wirkliche  
Lösung der Aufgaben und Probleme?



<https://www.thuenen.de/de/thema/oekologischer-landbau/die-leistungen-des-oekolandbaus-fuer-umwelt-und-gesellschaft/die-frage-nach-der-richtigen-bezugsgroesse/>

# Anforderungen an Pflanzenbausysteme

## Produktionszweck

- hoher / wirtschaftlicher Ertrag
- hohe Qualität
- Anbauflexibilität
- ...

## Strukturbedingungen

- sinkende Rohstoffverfügbarkeit
- veränderte Betriebsmittelströme
- volatile Märkte
- begrenzte Flächenverfügbarkeit
- „variable“ agrarpolitische Rahmen
- ...

## multifunktionale Pflanzenbau- systeme

- Temperaturanstieg
- Verschiebung Niederschlagszeiträume
- Anstieg CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre



- Dürre / Hitze
- Dauer- und Starkregen
- Sturm
- Spät- und Kahlfröste
- Erosionsereignisse
- ...

## Ökosystemdienstleistungen

- Bodenfruchtbarkeit sichern
- Förderung/Erhalt Biodiversität
- Reduktion Umweltbelastung
- positives Landschaftsbild
- ...

KLIMAWANDEL



Bildquelle: top agrar 11/2017



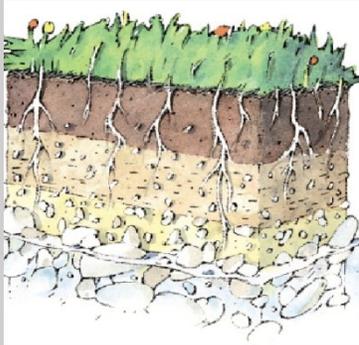
Bildquelle: Netzwerk Okolandbau  
Schleswig-Holstein



Bildquelle: Bundesverband Deutscher  
Pflanzenzüchter e.V.

# Strategieanpassung

Basis: Pflanzenbausystem



Boden

+



Kulturpflanze

**Standort** (Boden, etc.) + **Klima** = Rahmenbedingungen für ein Anbausystem

d.h. Klimawandel beeinflusst einen der tragenden Systempartner



Grundanforderungen  
Boden und Pflanze



Anpassungsbedarf  
Klimawandel

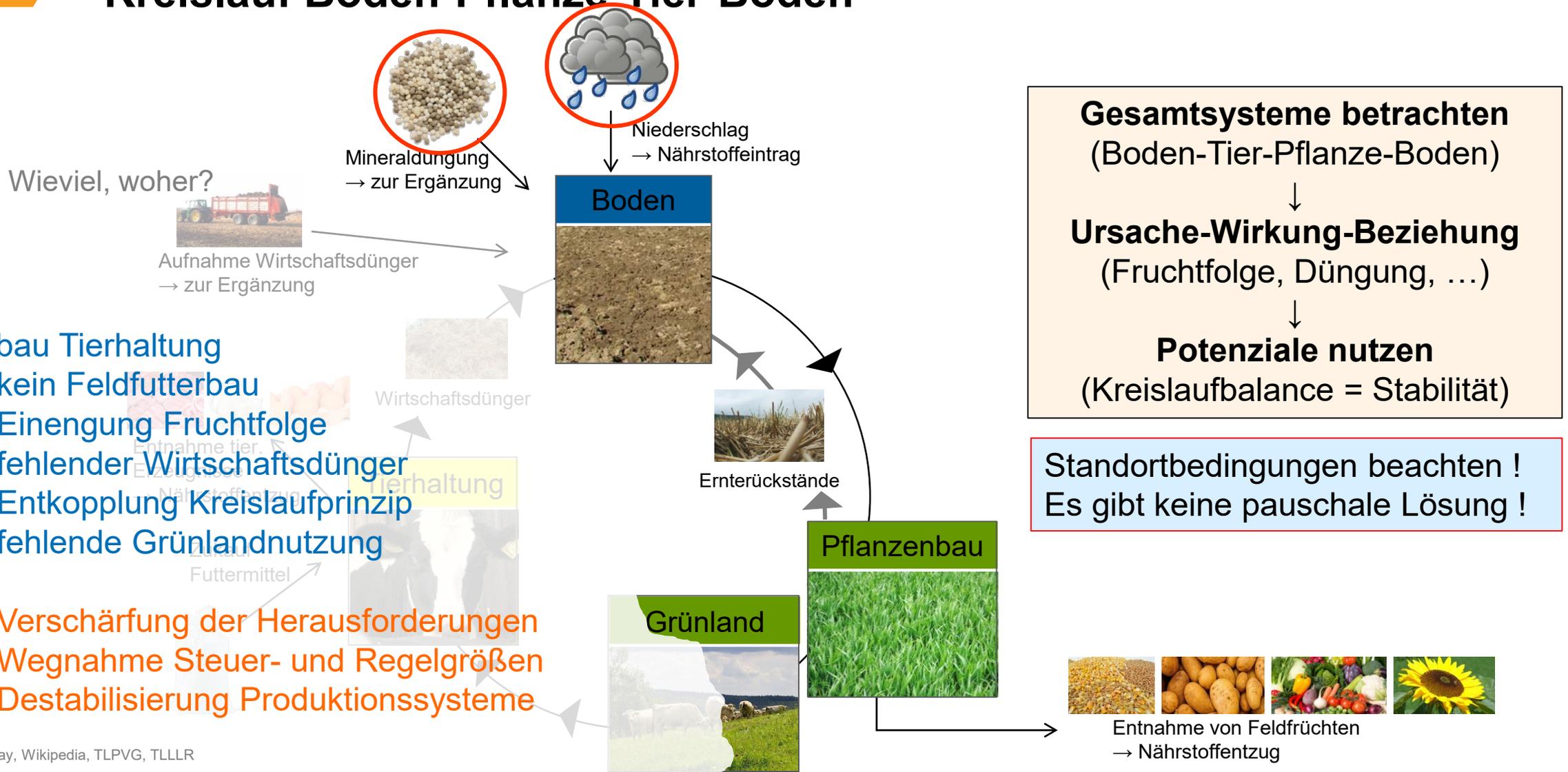


rechtliche Forderungen  
aus GAP, EU-Recht, Bundesrecht,  
Landesrecht, ...

**Pflanzenbau = effektiv, nachhaltig und klimaangepasst**

- 
- 1 standortangepasste Bewirtschaftungssysteme
  - 2 klimaangepasste Produktionstechnik

# Kreislauf Boden-Pflanze-Tier-Boden



## Abbau Tierhaltung

- kein Feldfutterbau
- Einengung Fruchtfolge
- fehlender Wirtschaftsdünger
- Entkopplung Kreislaufprinzip
- fehlende Grünlandnutzung

- ⇒ Verschärfung der Herausforderungen
- ⇒ Wegnahme Steuer- und Regelgrößen
- ⇒ Destabilisierung Produktionssysteme

Bilder: pixabay, Wikipedia, TLPVG, TLLLR

# Standortangepasste Bewirtschaftungssysteme/-verfahren

- Effekte auf Pflanzenwachstum stark regional geprägt
- kritischer Punkt:
  - Wasserverfügbarkeit
  - Wasserhaltevermögen der Böden

*leichte Böden ⇒ geringes Wasserhaltevermögen ⇒ steigende Gefahr Vorsommertrockenheit ⇒ Ertragseinfluss*

- Optionen:
- ★ Sortenwahl
  - ★ Saatzeitpunkt
  - ★ Reifegruppe / Reifestaffelung



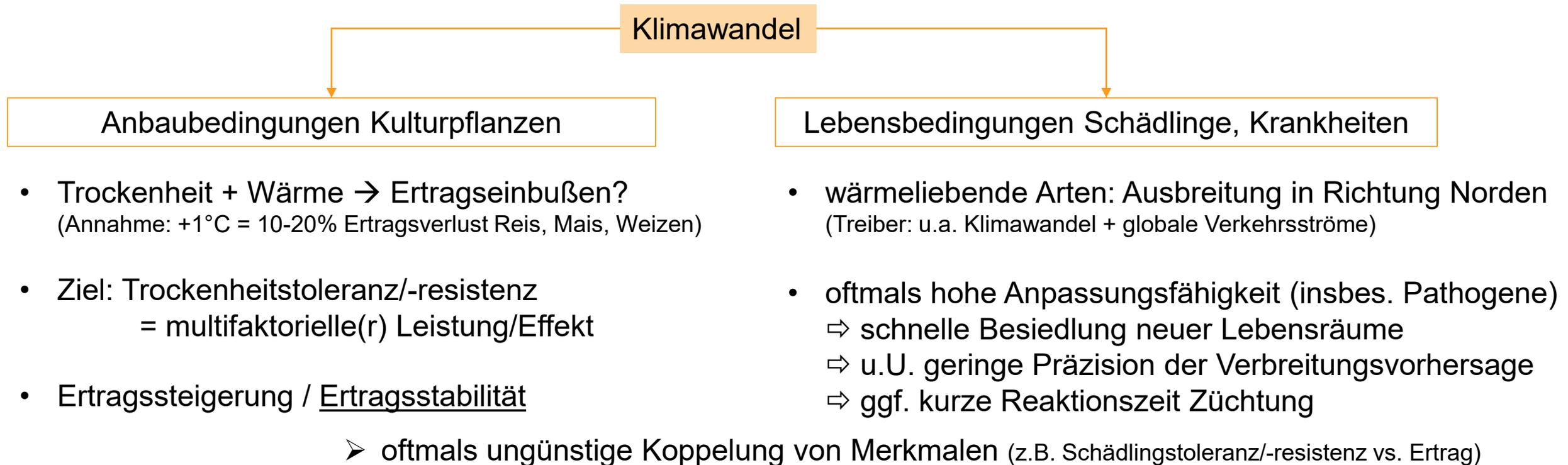
Verschiebung der Niederschläge auf Herbst / Winter

→ veränderte Herausforderungen für Ernte späträumender Kulturen und nachfolgende Kultur

# Züchtung im Wettlauf

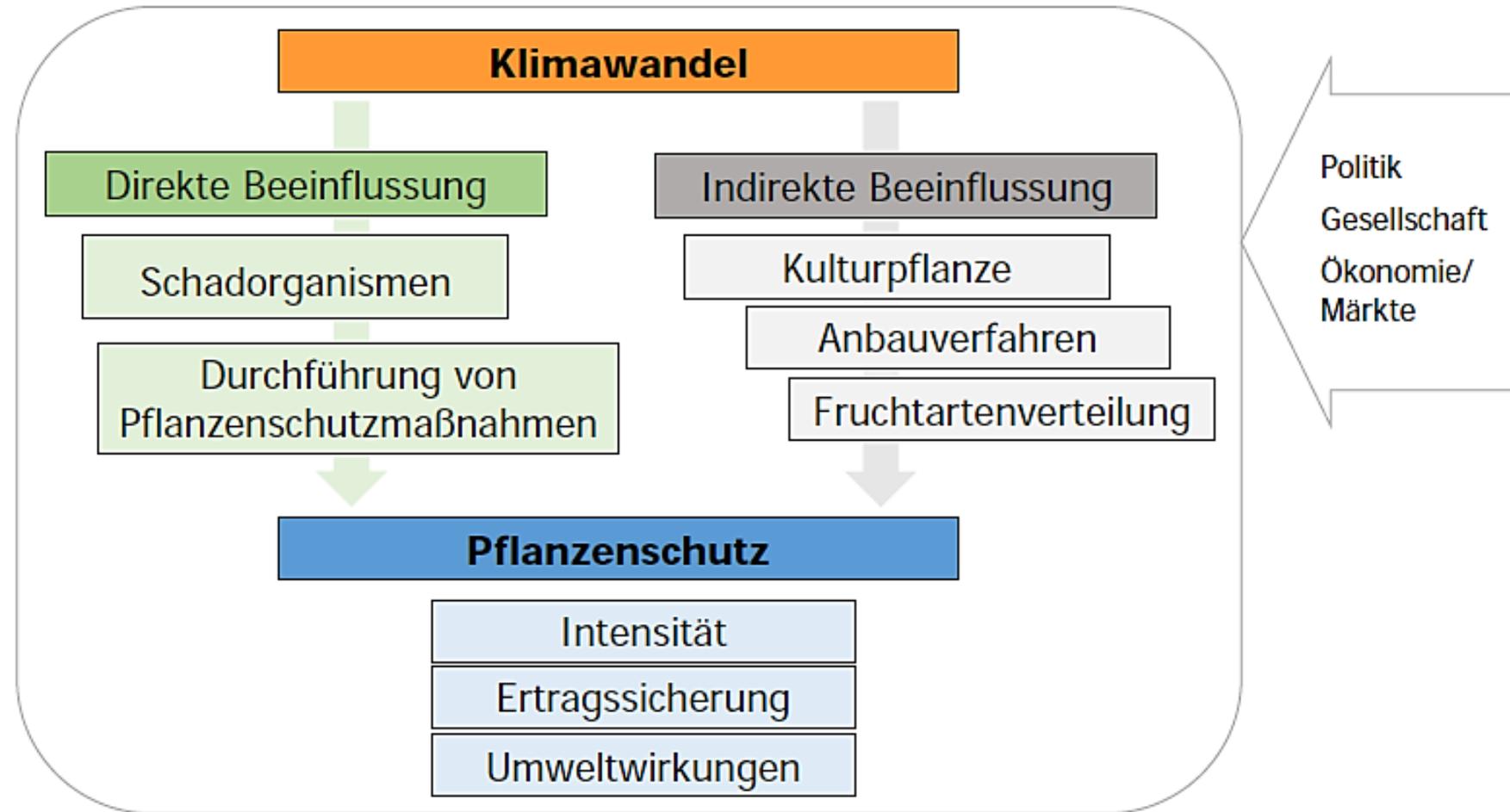
// Kann Züchtung die Herausforderungen des Klimawandels lösen?

⇒ in Abhängigkeit der Fragestellung: u.U. nur bedingt, mittel-langfristig, in permanenter Fortführung



Quelle: Käsbauer, Ch. (2019) pflanzenforschung.de; Schmöckel, S. (2022) Uni Hohenheim

# Klimawandel und Pflanzenschutz



Quelle: Sandra Krengel et al., 2019: Anpassungsbedarf im Pflanzenschutz - Trends und deren Implikationen für den zukünftigen Pflanzenschutz. Fachtagung KTBL am 20.03.2019 „Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel“, Darmstadt

# Fruchtfolge und Kulturarten

Tab. 6.1.3: Ansprüche kohlenhydratreicher Körnerfruchtarten an ausgewählten Standort- und Umweltfaktoren (Größenordnung) (nach Aufhammer, 1998)

Faktoren	Wintergetreide					Sommergetreide			
	Winterweizen	Winterroggen	Wintertriticale	Wintergerste	Winterhafer	Sommerweizen	Sommerroggen	Sommergerste	Sommerhafer
<b>Vegetationsdauer (Tage)</b> Zeitraum Aussaat bis Reife	300	290	290	300	300	160	130	120	130
<b>Temperatur (°C)</b>									
• Mindestkeimtemp.	3	2	3	3	4	2	2	2	4
• Frostresistenz <sup>1)</sup> bis Mindestwachstumtemp. <sup>2)</sup>	-20 5	-25 3	-20 4	-15 5	-10 6	-5 6	-5 5	-4 6	-8 6
<b>Wasser</b>									
• Transpirationskoeffizient <sup>3)</sup>	500	400	450	450	570	500	400	450	570
• Nutzungsgrad <sup>4)</sup> gespeicherter Winterfeuchte	+	+	+	++	++	+	+	±	±
• Empfindlichkeit <sup>4)</sup> gegenüber Sommertrockenheit	+	±	±	-	±	++	+	+	++
<b>Boden</b>									
• Eignung für leichte sandige Böden <sup>4)</sup>	-	+	±	-	±	-	+	±	±
• Eignung für schwere tonreiche Böden <sup>4)</sup>	±	-	±	±	±	±	-	±	+
• Optimaler pH-Wert	~7,0	~5,5	~6,0	~7,0	~6,0	~7,0	~5,5	~7,0	~6,0

<sup>1)</sup> ohne Schneedecke    <sup>2)</sup> Trockenmasse    <sup>3)</sup> Wasser je kg produzierte Trockenmasse    <sup>4)</sup> ++ sehr hoch, + hoch, ± mittel, - gering

Lassen sich Fruchtfolgen erweitern?

- Hanf
- Kichererbse
- Linse
- Quinoa
- Amarant
- Buchweizen
- Körnerhirse
- Lupine

## Klimawandel:

- Verschiebung der Anbauggebiete nach Norden
- Option für „neue“ Kulturarten
- verändertes Unkraut/-gras und Schaderregerspektrum

➔ Ist der Pflanzenbau dafür gewappnet?

Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2017): Agrarmeteorologie, S. 64, angepasst

# Pflanzenbauliche Maßnahmen

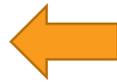
## (1) Fruchtfolge: standortangepasste Vielfalt

- räumliches Nebeneinander verschiedener Kulturen
  - ⇒ artspezifische Unterschiede bei identischen Witterungsbedingungen
- Kulturartenmix
  - Wirtschaftlichkeit: Winterweizen, Wintergerste, Mais, Winterraps
    - ⇒ Sortenmix, Reifemix
  - zusätzliche Kulturen: Soja, Sorghum, Quinoa, ...
    - ⇒ Abnehmer, Markt, ...?
  - Zwischenfrüchte, Untersaaten, ...
    - ⇒ Bodenfruchtbarkeit, Wasserhaushalt, Nährstoffhaushalt, Bodenschutz, ...

# Die Wirren der betrieblichen Fruchtfolgeplanung ...

## Fruchtfolgen diversifizieren

- Kulturarten erweitern
- Fruchtwechsel einhalten
- Blattfrüchte integrieren
- ...



- sinkende Verfügbarkeit PSM
- Reduktionsziel PS
- Reduktionsziel Düngung
- Absatzoptionen
- ...

Anbauerfordernisse  
 ≠ agrarpolitische Ziele  
 ≠ Marktlage

„Informationsvielfalt“

Agrarzeitung, 20. Mai 2022, S. 4

## Aus für Biokraftstoffe ab 2030

Umweltressort will mehr Flächen für Nahrung und Futter – DBV hält Kritik für „unseriös“

VON HENRIKE SCHIRMACHER

**BERLIN.** Künftig sollen weniger Agrarrohstoffe im Tank landen. Das Umweltministerium plant, die Verwendung von Biodiesel und Co bereits ab 2023 deutlich zu reduzieren. Der Deutsche Bauernverband warnt vor einer Abhängigkeit von fossilen Energieträgern.



ohnehin an der Klimaschutzwirkung von Biokraftstoffen. Für deren Anbau müssten Wälder gerodet werden. Dies würde bei der Zertifizierung von Biokraftstoffen aber nicht ermittelt und daher weder in der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Verkehrs noch der Landwirtschaft berücksichtigt.

Der Deutsche Bauernverband hält diese „Behauptung“ für „unseriös“. Die Zertifizierung schließt Biokraftstoffe aus illegale

### Beimischung

Geplante Obergrenze, in Prozent

Jahr	Obergrenze
aktuell	4,4
2023	2,5
2024	2,3
2025	2,1
2026 und 2027	1,9
2028 und 2029	1,2
ab 2030	0

Quelle: BMUV

Agrarzeitung

Agrarzeitung, 20. Mai 2022, S. 6

W pflanzenproduktion

az 20 | FREITAG, 20. MAI 2022



Ungenutztes Land und Marginalflächen lassen sich wieder bewirtschaften.

## Riesengras birgt Riesenchancen

Bioethanol aus Miscanthus giganteus punktet mit beeindruckender CO<sub>2</sub>-Bilanz

ENE SCHAAL

vanced Industrial Crops on Marginal Lands for Bioeconomy. jizieren und dort für mehrere der Wissenschaftler gilt dabei Miscanthus giganteus. Planten in tium von Unkräutern. Nach Be-

# Beispiel: Ackerfuchsschwanz („nur“ ein altes Problem)

Problem: Ackerfuchsschwanz als „normales“ Ungras oder als herbizidresistentes Ungras



- einjährige Pflanzenart
- Familie der Süßgräser
- Keimung von Herbst bis Frühjahr bei Bodentemperaturen ab 10 °C

- hohe Samenmenge (ca. 40 - 400 Samen/Pflanze)
- bis 1.800 ährentrag. Halmen/m<sup>2</sup> möglich
- Versuchsergebnisse:  
in Wintergetreide 100 Ackerfuchsschwanzähren/m<sup>2</sup>  
→ ca. 4 – 5 dt/ha Ertrag

→ Lösungsansätze müssen vielfältig sein und parallel greifen

Resistenztypen bei Ackerfuchsschwanz und Weidelgras

Resistenztyp	Getreide-ALS Gruppe B Atlantis, Broadway	Mais-ALS Gruppe B Maister Power	Getreide- DEN/FOP Gruppe A Axial, Traxos	Blattfrucht- DIM Gruppe A Focus/Select	Blattfrucht- FOP Gruppe A Agil, Targa
Sensitiv	S	S	S	S	S
R1	R	R	R	R	R
R2	S/T	S	R	S	S/T
R3	S/T	S	R	R	R
R4	R	R	S	S	S

Verschiedene Resistenztypen bei Ackerfuchsschwanz und Weidelgras. R = Resistent, S = Sensitiv, T = Teilwirkung

Herrmann, J., DLG-Mitteilungen 07/2022, S. 60-61

➔ zunehmende Wirklücken in der chem. Bekämpfung

# Beispiel: Ackerfuchsschwanz

1. Ackerfuchsschwanz zeigt das gleiche Auflaufverhalten wie Wintergetreidearten und Winterraps  
 → Sommerungen / Blattfrüchte (Mais) einbauen
2. Ackerfuchsschwanzsamen fällt in eine primäre Keimruhe nach Ausfallen  
 → ausreichend Zeitraum schaffen für ein Auflaufen der Samen

**Bearbeitungszeitspanne in Tagen zwischen den Kulturen**  
 (nach Stemmann, 2019)

Vorfrucht	Nachfrucht	Zeitspanne
Körnermais	Weizen	0 bis 10
Weizen	Raps	7 bis 20
Silomais	Weizen	10 bis 14
Gerste	Raps	40 bis 45
Weizen	Wintergetreide	50 bis > 60
Raps	Weizen	70 bis > 80
Getreide	Sommerfrucht	200 bis > 250

Option „Pflügen“  
 → Abbau Samen

Option „Striegeln, etc.“  
 → Abbau aufgel. Pflanzen

- Fruchtfolgegestaltung?
- Anteil Getreide und Raps?
- Sommerungen?
- Blattfrüchte?
- Witterung?
- Pflugoption?
- Saatzeitpunkt?
- PSM-Reduktion?
- ...

# Pflanzenbauliche Maßnahmen

## (2) Produktionstechnik

- längere Vegetationszeit: mögliche Vorteile für Winterungen
  - ! Krankheiten und Schädlinge
  - ! Vernalisationsbedarfe

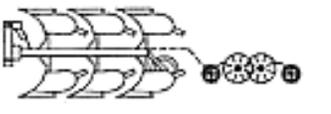
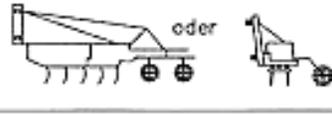
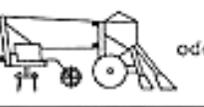
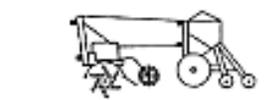
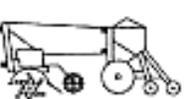
⇒ Sortenwahl, Saattermin, Saatstärke, Pflanzenschutz

- Abnahme Frosttage/Frostphase
  - ! Abnahme der Bodenfrostgare
  - ! „natürliche Lockerung“ der Böden nimmt ab

➔ Bodenbearbeitungssysteme anpassen

- ⇒ Bodenverdichtungen vermeiden
- ⇒ standortabhängig, Vorteile pflugloser Verfahren nutzen
- ⇒ optionaler Pflugeinsatz im Bedarfsfall
- ⇒ Infiltrationsleistung Boden erhöhen
- ⇒ Erosionsgefährdung senken

# Beispiel: Bodenbearbeitung

Verfahren	Grundbodenbearbeitung	Saatbettbereitung	Saat	Ablauf der Arbeitsgänge
Bodenbearbeitung mit Pflug		 oder 		getrennt
		 oder 	Bodenfräse oder Rotoregge	kombiniert, Saatbettbereitung u. Saat zusammengefaßt
				alle Arbeitsgänge kombiniert
Bodenbearbeitung ohne Pflug –konservierend–	 oder 			getrennt
	 oder 	 oder 		kombiniert, Saatbettbereitung u. Saat zusammengefaßt
				alle Arbeitsgänge kombiniert
	—	  		ohne Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat kombiniert
Direktsaat	—	—		Saat ohne Bodenbearbeitung

①  
wendende  
Bodenbearbeitung

②  
nichtwendende  
Bodenbearbeitung

③

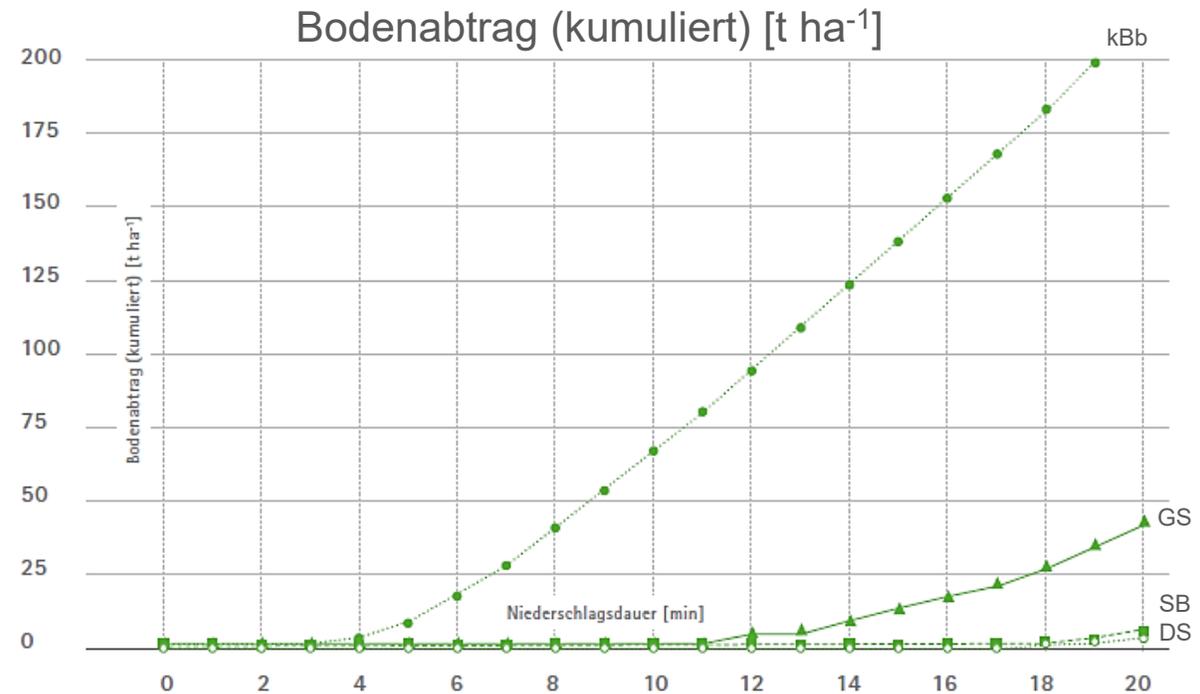
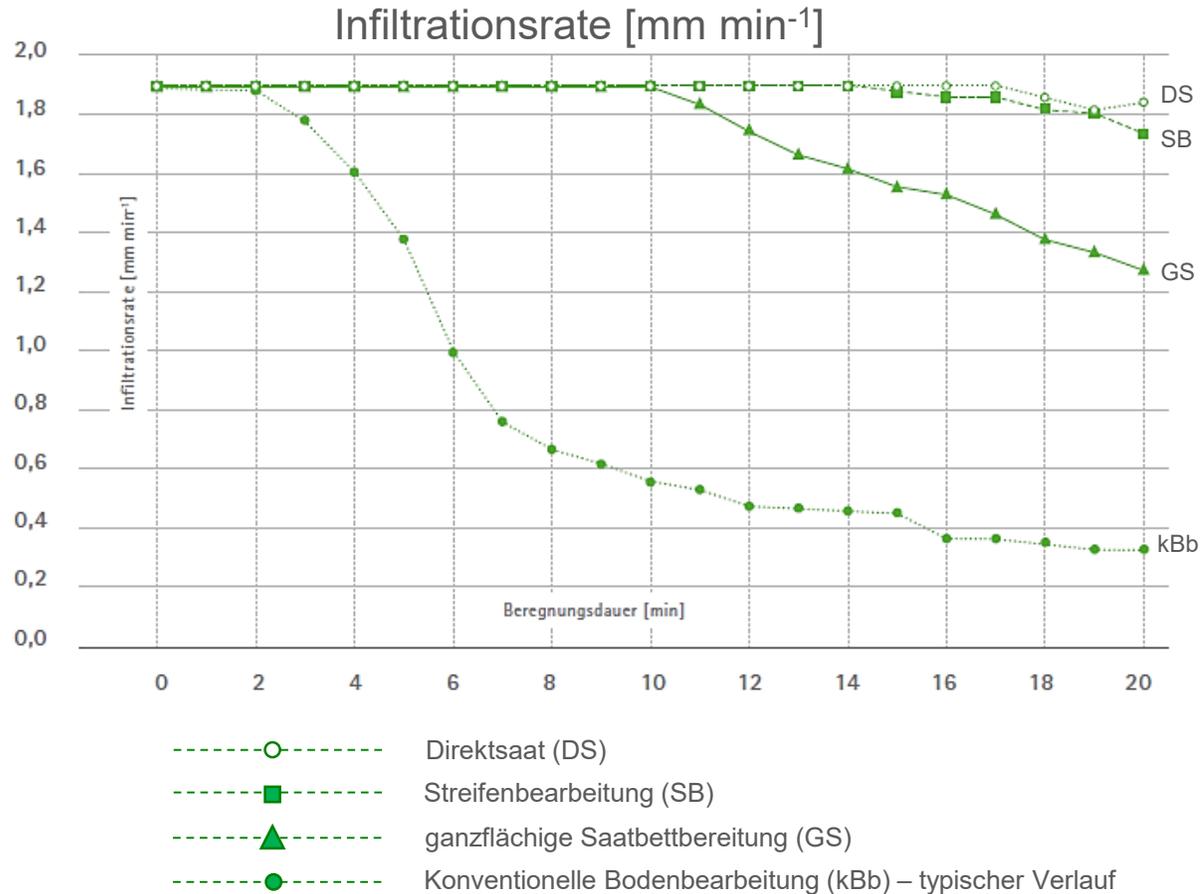
- Standorteignung?
- Kulturanforderungen?
- Arbeitsleistung?
- Energieeinsatz?
- Unkräuter/Ungräser?
- Gefügestabilität?
- Bodenwasserhaushalt?
- Erosionsgefährdung?
- Bodenleben?
- Mineralisierung?
- ...



- ★ Bodenwasser schonen
- ★ Bodenverdichtungen vermeiden
- ★ Bodengefüge stabilisieren

# Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitung zu Mais auf die Wasserinfiltration und den Bodenabtrag

(Regensimulationsversuch, Körnermais, 38 mm/20 min (Schmidt 2010))



Quelle: LfULG (2014): Anpassungsmaßnahmen des sächsischen Pflanzenbaus an den Klimawandel. Hrsg.: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden.; verändert

# Beispiel: Bodenbearbeitung / Pflanzenschutz / Glyphosat

Versuch  
Buttelstedt 2018

(U.A.S. Umwelt- und Agrarstudien GmbH Jena)



Bild: U.A.S. Umwelt- und Agrarstudien GmbH Jena

## Anforderung / Aufgabe:

➤ **Ausfallrapsbekämpfung:**  
**mechanische Bekämpfung statt Glyphosat**

- maximale Bekämpfung Ausfallraps
- minimale Bodenbearbeitungstiefe

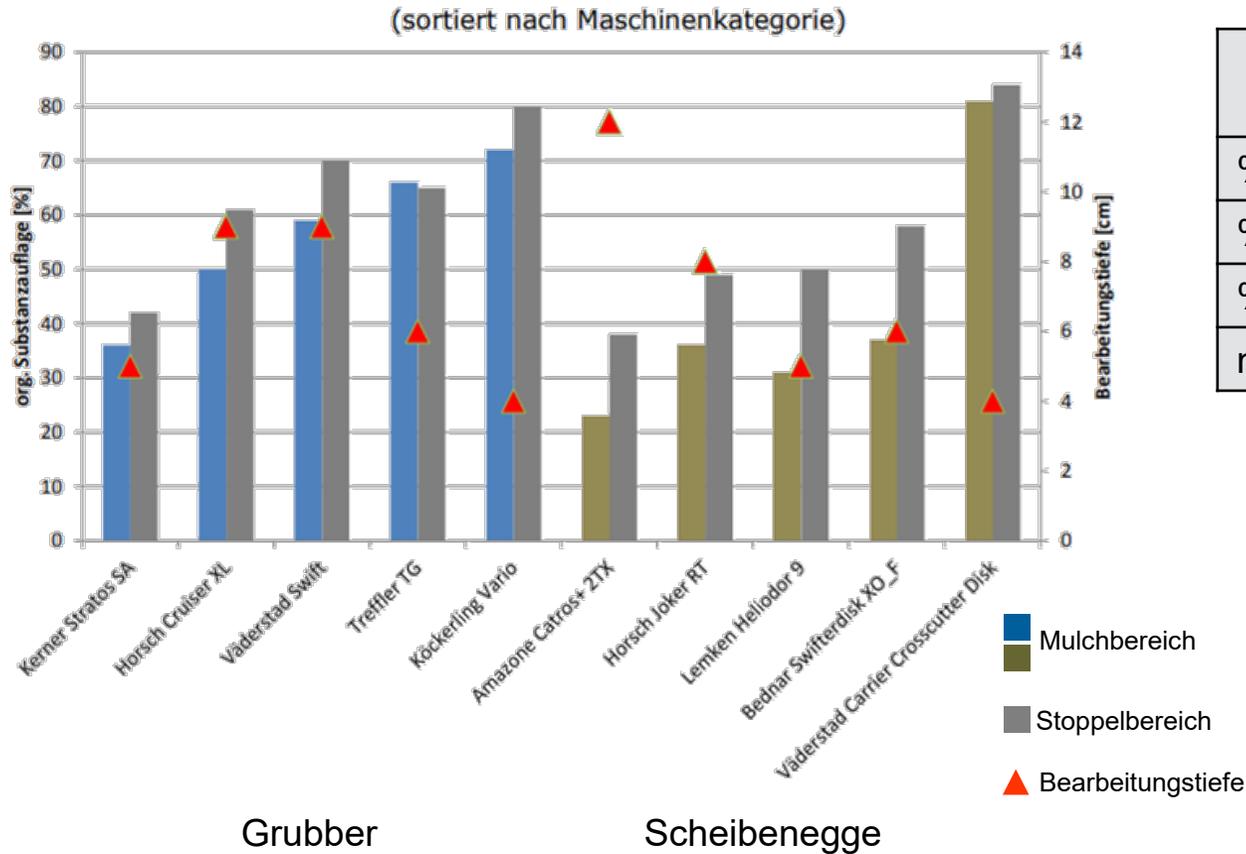
## Bedingungen zum Einsatzzeitpunkt:

- 6-wöchige Aufwuchszeit Ausfallraps nach Ernte
- ~ 350 Rapspl./m<sup>2</sup>; BBCH 12-16, Wuchshöhe bis 25 cm
- Winden- und Vogelknöterich: 10 Pflanzen/m<sup>2</sup>
- mittlerer Bedeckungsgrad: 70%
- Rapsstoppellänge: 50 cm

Quelle: Höde, S & Perner, J., Thüringer Ackerbauforum, Creuzburg, 19.09. 2019, angepasst

# Beispiel: Bodenbearbeitung / Pflanzenschutz / Glyphosat

organische Substanz im Mulch- und Stoppelbereich  
Buttelstedt 2018



	Grubber-Varianten	Scheibeneggen-Varianten
% Substanzauflage Mulch	57	32
% Substanzauflage Stoppel	64	49
% Differenz (Mulch/Stoppel)	7	17
mittl. Bearbeitungstiefe (cm)	6,5	7,5

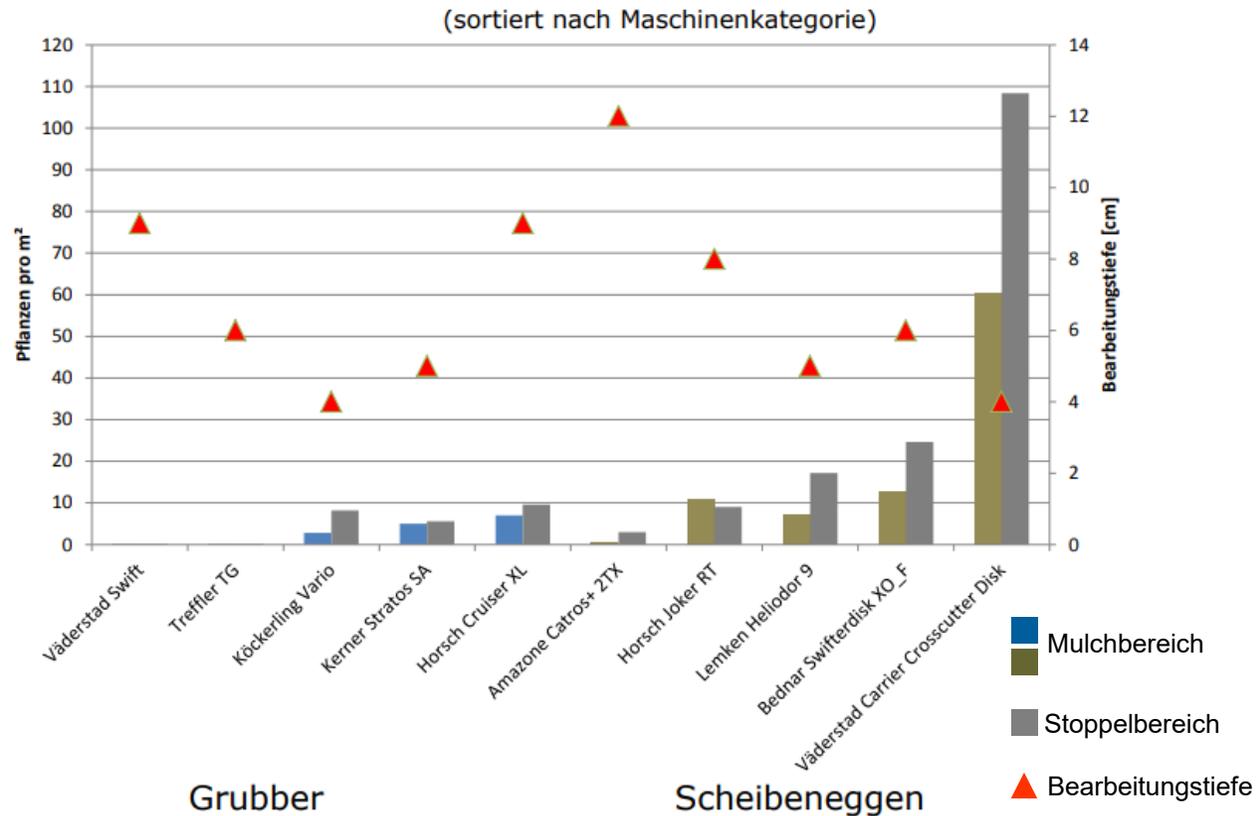
- Substanzauflage Grubber > Scheibenegge
- vorheriges Mulches reduziert Substanzauflage
- starke mischende Wirkung Scheibenegge durch gut mischfähigen A-Horizont Boden

➔ Bodenschutzeffekt / Erosion?

Quelle: Höde, S & Perner, J., Thüringer Ackerbauforum, Kreuzburg, 19.09. 2019, angepasst

# Schwerpunkt: Bodenbearbeitung / Pflanzenschutz / Glyphosat

Anzahl nicht bekämpfter Rapspflanzen  
Buttelstedt 2018



Versuch Hessen: Bodenbearbeitungsgeräte und Bekämpfung gegen Ausfallraps  
(Rapsaufwuchs: 77 ⇨ 32)

Arbeitsgerät	Häufigk. Bearbeit.	Bearb.-tiefe (cm)	Bekämpf. Ausfallraps (%)	N <sub>min</sub> im Herbst (kg/ha)
Schwerstriegel	3	0-4	64	102
2-balkiger Flügelschargrubber	1	15	96	144
Großfederzinkenegge mit Gänsefußscharen	2	9	100	203
Großfederzinkenegge mit Schmalscharen	1		91	
Ultraflachgrubber mit Messerwalze	1	3-5	85	130
Abschlegeln			nicht nennenswert	25
Scheibenegge mit Wellscheiben	1	5	92	110
Ringschneider	1	10	fast vollständig	101

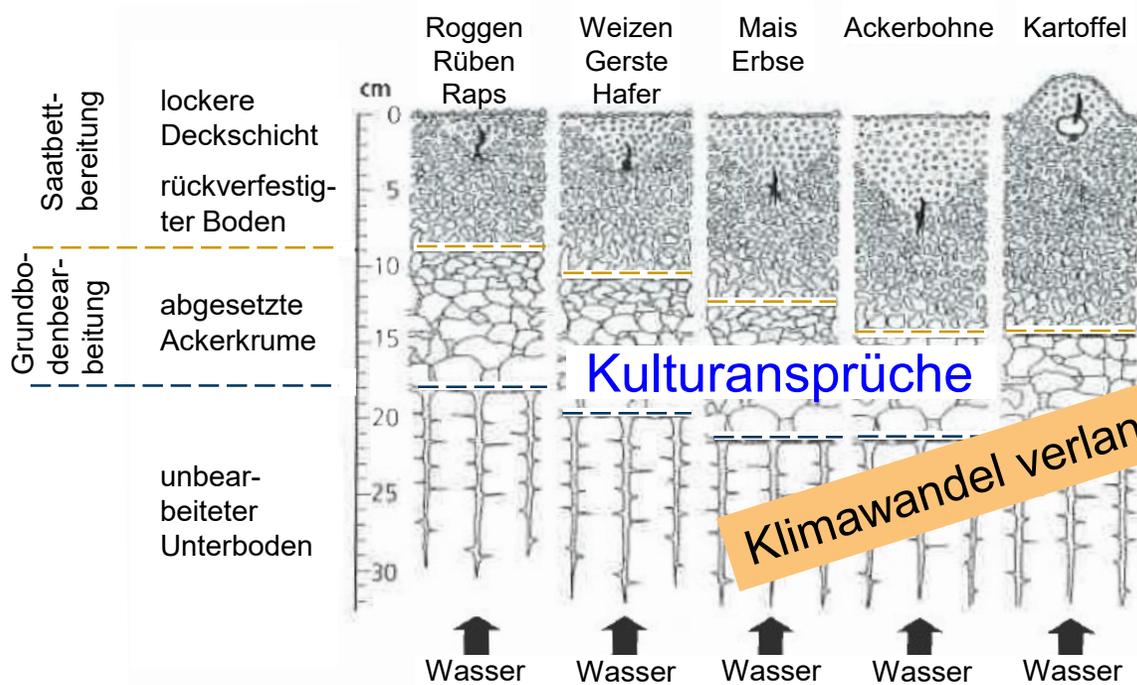
Quelle: Höde, S & Perner, J., Thüringer Ackerbauforum, Creuzburg, 19.09. 2019

Quelle: Schneider, M. (2021): Ackerbausysteme ohne Glyphosat – Welche Bedeutung hat die Stoppelbearbeitung? Innovation 2/2021, S. 11-13

# Schwerpunkt: Bodenbearbeitung

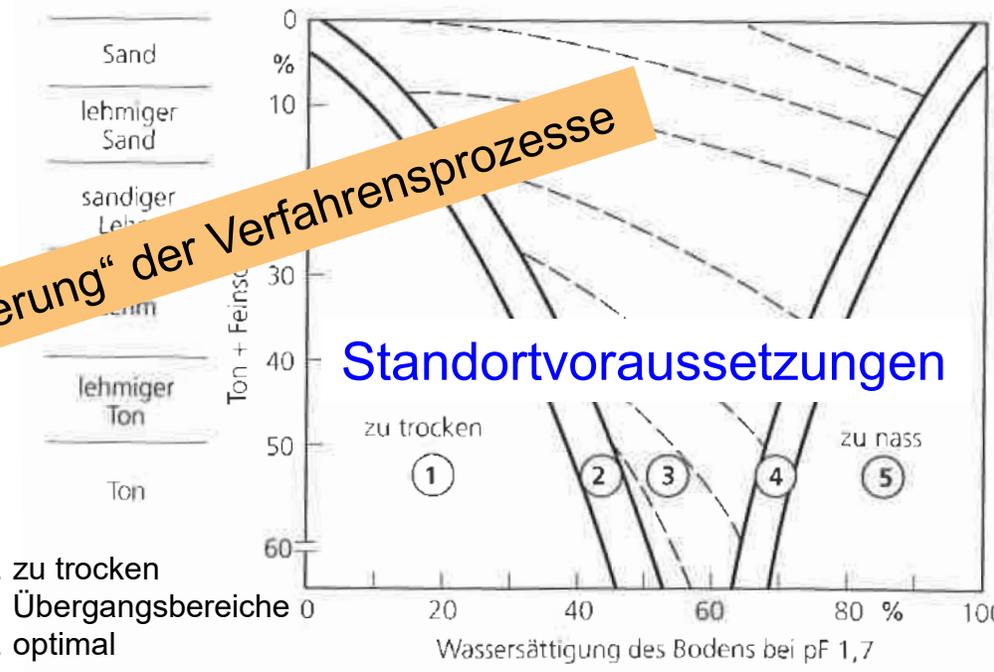
## Ziele der Bodenbearbeitung:

- **ackerbauliche Aspekte** (Wachstumsvoraussetzungen, Bodenstruktur, Einmischen, Erosionsschutz, ...)
- **pflanzenbauliche Aspekte** (Ertragsfähigkeit Standort, Unkrautregulierung, Licht-, Wasser-, Wärmehaushalt, ...)
- **verfahrenstechnische Ziele** (Schlagkraft, Kosten, Mechanisierungskette, ...)



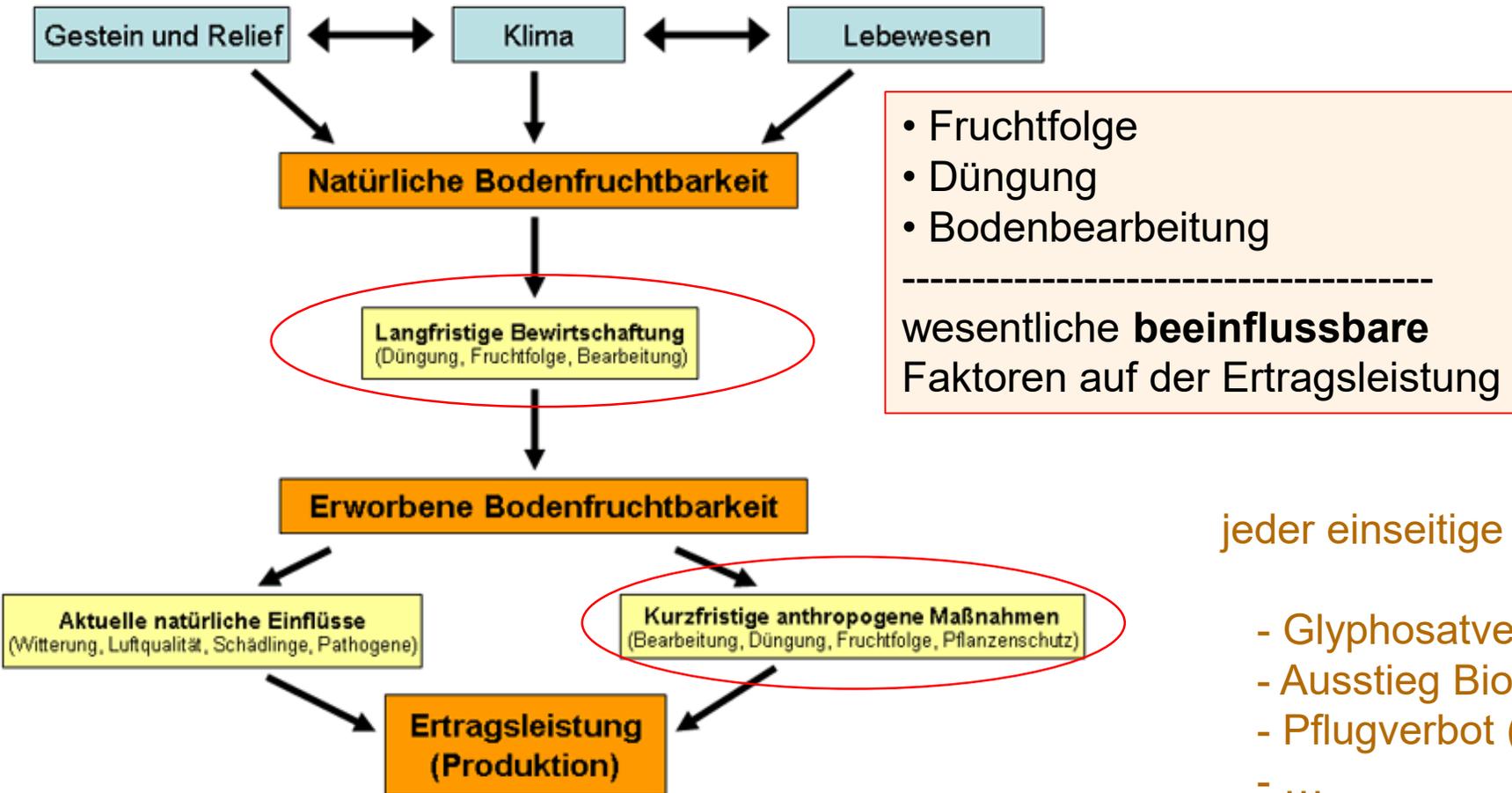
Klimawandel verlangt eine „Neujustierung“ der Verfahrensprozesse

- ① ... zu trocken
- ② / ④ ... Übergangsbereiche
- ③ ... optimal
- ⑤ ... zu nass



aus: Diepenbrock et al., 2016, angepasst

# Schwerpunkt: Bodenfruchtbarkeit / Ertrag



Maßnahmen der Bewirtschaftung zeigen parallel kurzfristige **und** langfristige Wirkungen

Maßnahmen / Effekte zeigen Wechselwirkungen untereinander

Bewirtschaftungssysteme „pendeln“ sich in ein Gleichgewicht ein

jeder einseitige Eingriff destabilisiert das System

- Glyphosatverbot (⇒ Minimalbodenbearbeitung?)
- Ausstieg Biokraftstoffe (⇒ FF: Blattfruchtanteile?)
- Pflugverbot (⇒ nicht-chem. Pflanzenschutz?)
- ...

Gisi, U./ Schenker, R./ Schulin, R./ Stadelmann, F.X./ Sticher, H. (1997): Bodenökologie - 2. Auflage - Stuttgart; New York: Thieme.

# Ist Digitalisierung die Lösung?

Lösungsansatz: pflanzenbauliche Systeme überdenken / umdenken

*in der Vergangenheit:*



Verfahrenstechnik bestimmt  
Produktionssystem

*zukünftig:*



Technik setzt Ansprüche der Kultur-  
pflanze / des Produktionssystems um

➡ Innovationen nutzen, Potenziale heben

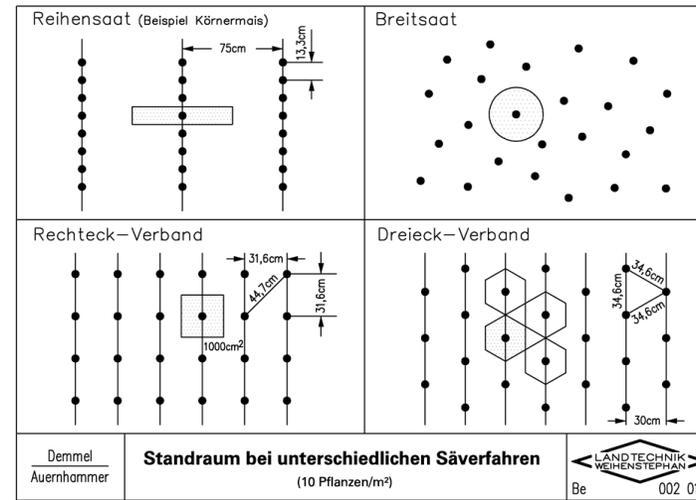
# Digitalisierung und Automatisierung als Bausteine

## Precision farming



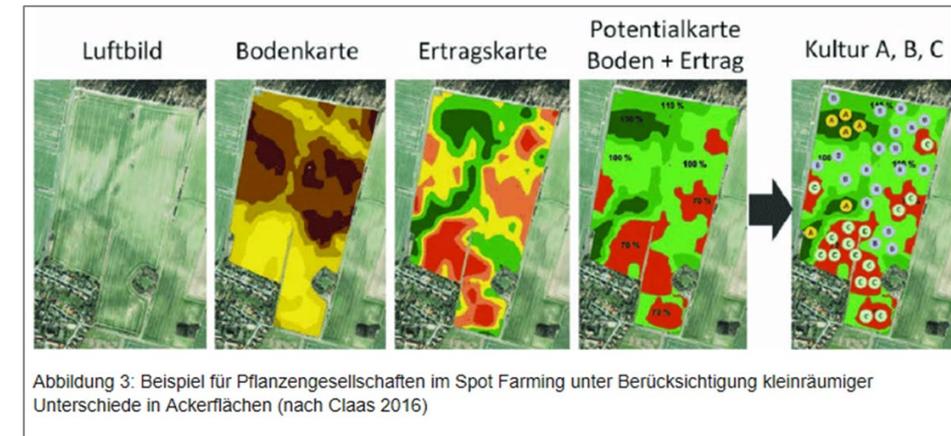
Fokus: Fläche

## optimale Standraumverteilung



Fokus: (Einzel-)Pflanze

## Spot farming



Fokus: Kombi Fläche + Pflanze

( Vgl.: Demmel, M.; Auernhammer, H., 2000: Standraum bei unterschiedlichen Säverfahren (10 Pflanzen/m<sup>2</sup>). AgTecCollection: Institut für Landtechnik TUM / Zeichenbüro, TU München 2009, <http://mediatum.ub.tum.de/?id=733151>; Wegener, J.K. et al., Landtechnik 72 (2), 2017, S. 91-100)

# Spot farming

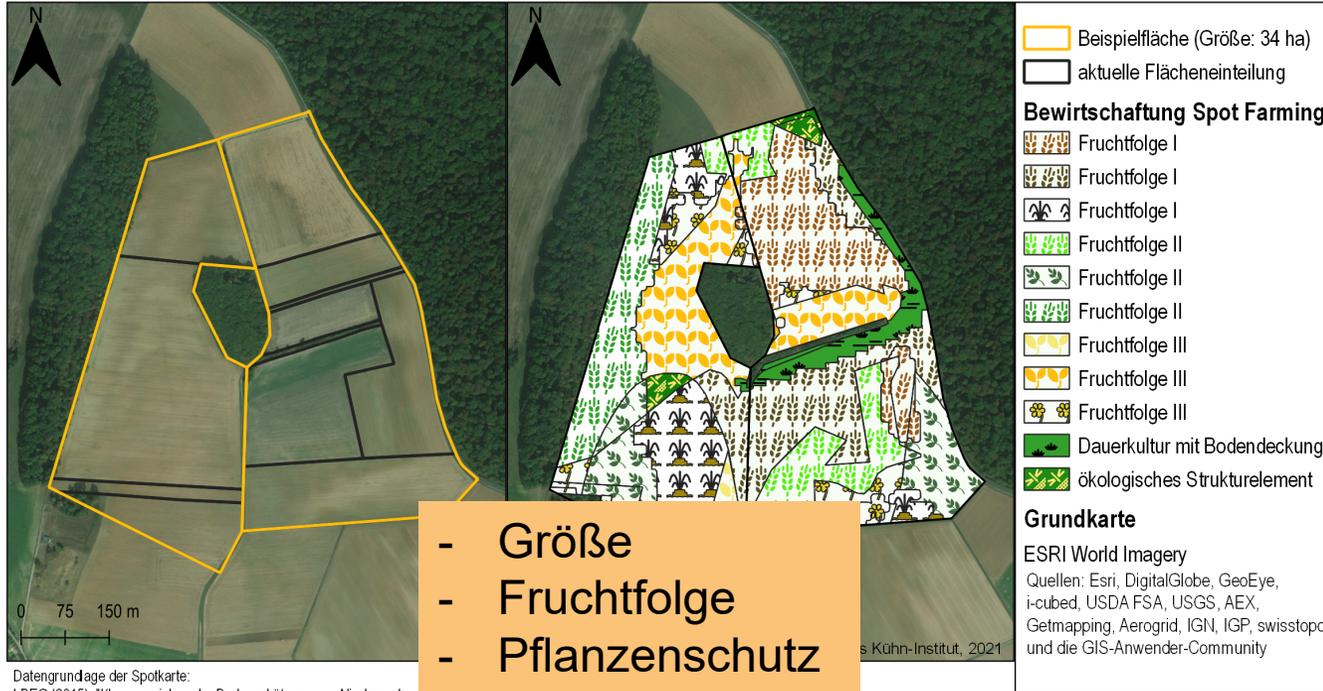
## Vision: autonome Maschinen im Spot farming System

### Aktuelle Situation

(durchschnittliche Schlaggröße: 3,10 ha)

### Bewirtschaftung auf Grundlage einer Spotkarte

(durchschnittliche Schlaggröße: 1,50 ha)



- Größe
- Fruchtfolge
- Pflanzenschutz
- Düngung
- ...



Bild: <https://www.agrarheute.com/technik/traktor-feldroboter-agbot-start-up-agxeed-581422>

- Größe
- Flächenleistung
- Einsatzoptionen
- Kulturtauglichkeit
- ...



Bild: <https://tirol.orf.at/news/stories/2946117/>



**➔ Fokus: Kombination Pflanzenanforderung + Flächenpotenzial**



# Alternativer Ansatz?

## Agroforstsysteme



## Streifenanbau



# Anpassungsmaßnahmen: Abschätzung (Auswahl)

	Fruchtfolge	Arte/Sorten	org. Material	Bodenbearb.	Züchtung	Digitalisierung
<b>Wasserhaushalt</b>						
- Wassereffizienz	✓	✓	✓	✓	✓	(✓)
- Wasserrückhaltung	✓			✓		
- Wasserschutz	✓	✓		✓		✓
<b>Bodenschutz</b>						
- Erosionsschutz	✓		✓	✓		
- Humusgehalt	✓	✓	✓	✓		
- Artendiversität	✓	✓		✓	(✓)	(✓)
<b>Nährstoffhaushalt</b>						
- N-Salden	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- Nährstoffverfügbarkeit	✓	(✓)	✓	✓		✓
<b>Pflanzenschutz</b>						
- Krankheiten, Schädlinge	✓	✓		✓	✓	✓
- Unkräuter, Ungräser	✓			✓		✓

# Lösungen gesucht!

## Wie werden Fruchtfolgen stabiler?

- Zwischenfrüchte, Untersaaten
- Misanbau
- Bodenfruchtbarkeit / Humus
- Erweiterung Kulturartenspektrum
- ...

## Wie mit dem Bodenwasser umgehen?

- bodenwasserschonende Bearbeitungsverfahren
- Infiltrationsfähigkeit Böden
- Wasserhaltevermögen Böden (Zwischenfrucht?)
- ...

## Grünlanderhalt und Grünlandnutzung

- Artenzusammensetzung
- Nutzungsoptionen
- Pflanzenschutz im Grünland
- ...

## Reduktion Pflanzenschutzintensität?

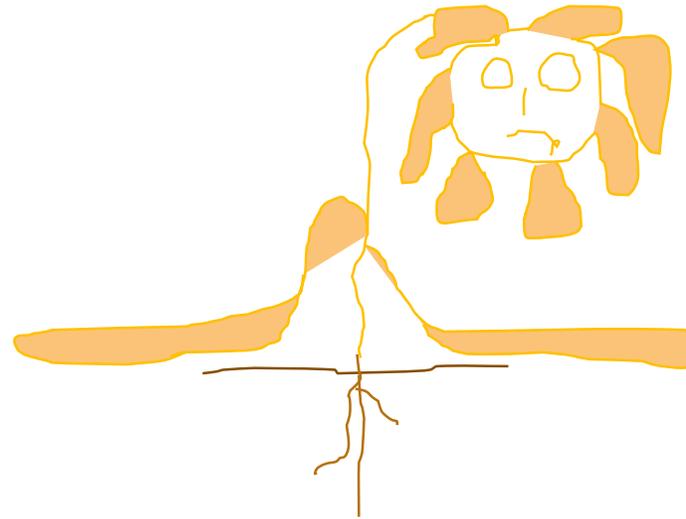
- Minimalbearbeitungsverfahren ohne Glyphosat, etc.
- Bodenbearbeitungsintensität → Mineralisierung, Erosion, ...
- alternative Verfahren zum chemischen Pflanzenschutz
- ...

Fokus

Acker- und Pflanzenbau  
Produktionstechnik

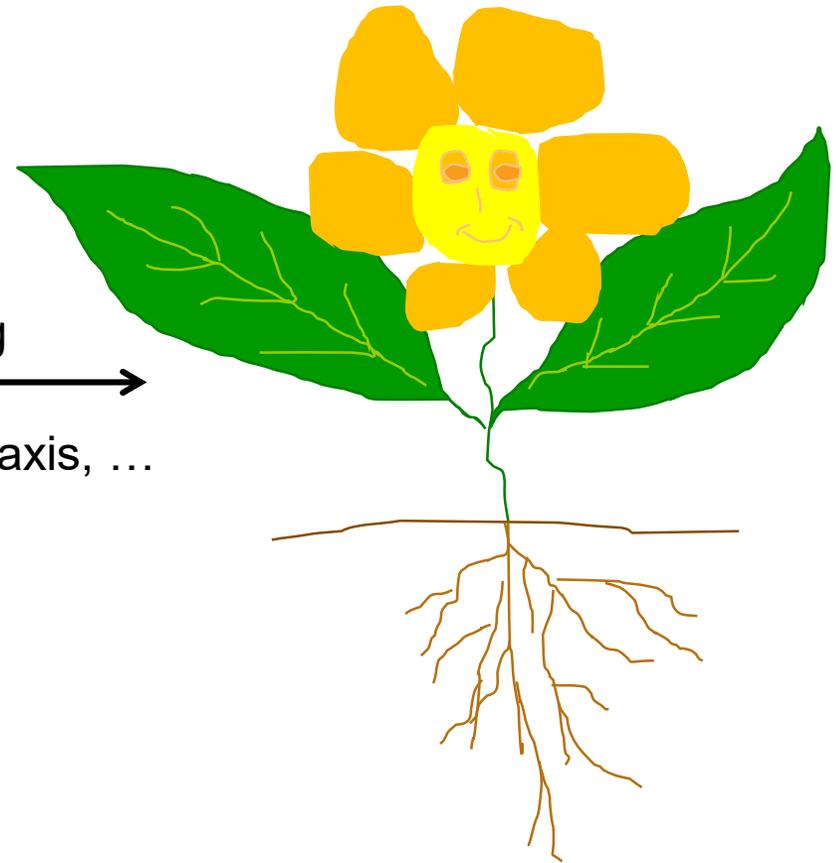
2.

standortangepasste Lösungen



angewandte Forschung

mit der Praxis, ... für die Praxis, ...



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!