

Anbaudiversifizierung mit alternativen Kulturen im Hinblick auf den Klimawandel



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ

Überblick



Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)

Leitung

Dr. Norbert Haber

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Jörg Jenrich

Grenzüberschreitende
Zusammenarbeit (ITADA)
Jürgen Recknagel

Verwaltung
Horst Sturm

Information und Kommunikation
Christoph Hessener

Controlling
Ulrich Rümelin-Drenk

Qualitätsmanagement
Dr. Brigitte Roth

Abteilung 1
Pflanzenbau und
produktionsbezogener Umweltschutz
Dr. Jörn Breuer

Abteilung 2
Chemische Analysen
Dr. Klaus Michels

Abteilung 3
Pflanzengesundheit,
Futtermittel und Saatgutuntersuchung
Dr. Michael Glas

Referat 11
Pflanzenbau
Dr. Kurt Möller

Referat 21
Organische Analytik
Dr. Thomas Nagel

Referat 31
Pflanzenschutz - Obstbau, Hopfen, Technik
Dr. Michael Glas

Referat 12
Agrarökologie
Dr. Jörn Breuer

Referat 32
Pflanzenschutz - Ackerbau, Gartenbau
Dr. Mareile Zunker

Referat 13
Saatgutenerkennung, Versuchswesen
Thomas Würfel

Referat 22
Anorganische Analytik
Dr. Klaus Michels

Referat 33
Biologische Diagnosen, Pflanzengesundheit
Dr. Wolfgang Wagner

Referat 34
Futtermittel
Dr. Anja Töpfer

Referat 14
Ökologischer Landbau
Jürgen Recknagel

Referat 35
Saatgutuntersuchung
Dr. Andrea Jonitz

■ durch die DAkKS akkreditiert bzw. ■ teilakkreditiert

■ durch die ISTA akkreditiert ■ GLP-Prüfeinrichtung

Stand: 05/2017



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ

Überblick

➤ Einordnung

- Klimawandel, -veränderungen in Baden-Württemberg
- Vulnerabilität und Auswirkungen
- Maßnahmen und Strategien

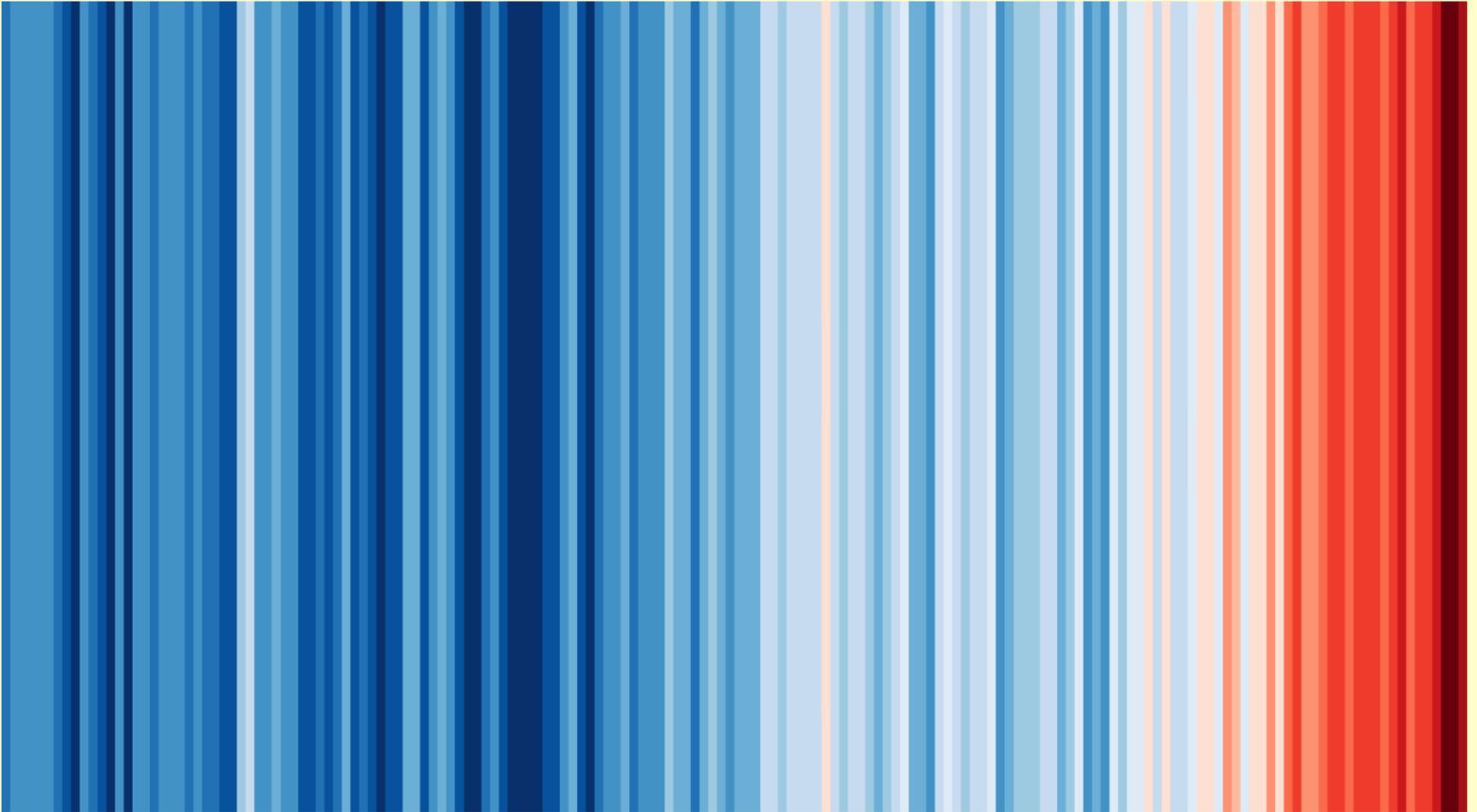
➤ Kulturarten und Alternativen

- Auswirkungen auf Getreide, Mais, Kartoffeln, Raps usw.
- Wärmeliebende Sojabohnen, Maissorten, Sorghum-Hirsen
- Dauerkulturen wie beispielsweise Durchwachsene Silphie
- Intercropping-Anbau (z.B. Mais/Kürbis, Mais/Bohnen, Mais/Hornklee usw.)
- Anbau unter PV-Anlagen
- Anbau in Agroforst- bzw. -wertholzsystemen

➤ Fazit und Ausblick



Klimawandel in Baden-Württemberg



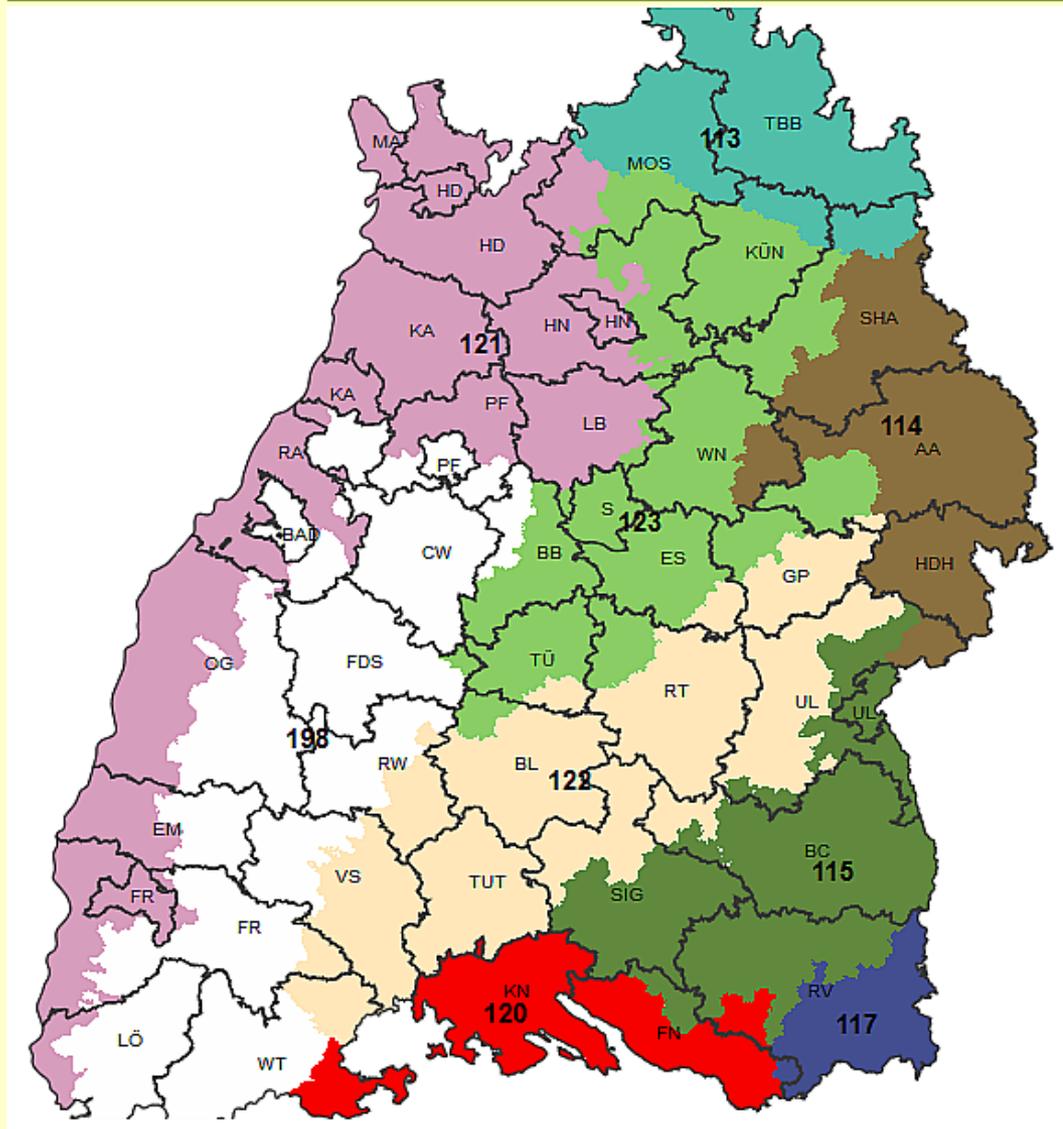
Annual global temperatures in Baden-Württemberg from 1850-2017
Quelle: <https://www.climate-lab-book.ac.uk/2018/warming-stripes/>



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ

Klimawandel in Baden-Württemberg



Boden-Klima-Räume (BKR)

- 113 - Nordwestbayern-Franken
- 114 - Albfelder und Ostbayerisches Hügelland
- 115 - Tertiär-Hügelland Donau-Süd
- 117 - Moränen-Hügelland und Voralpenland
- 120 - Hochrhein-Bodensee
- 121 - Rheinebene und Nebentäler
- 122 - Schwäbische Alb, Baar
- 123 - Oberes Gäu und körnermaisfähige Übergangslagen
- 198 - Schwarzwald

- Baden-Württemberg bietet hinsichtlich Klima, Relief und Boden eine *Vielfalt an landwirtschaftlichen Standortbedingungen*.
- In den verschiedenen Naturräumen des Landes wird sich der *Klimawandel unterschiedlich* auswirken.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ

Klimaveränderungen (in Baden-Württemberg)

- Höhere mittlere *Temperaturen*, häufiger auftretende Hitzeperioden
- Niederschläge: Zunahme in Herbst, Winter und Frühjahr, Rückgang der *Niederschläge* im Sommer (in der Vegetationszeit)
- Höhere *CO₂-Gehalte* in der Luft
- Höhere *Ozongehalte* und
- stärkere *UV-B-Strahlung*
- Häufigere *extreme Witterungsereignisse* (Starkregen, Stürme, Trockenperioden, Hagel, noch erhebliche Unsicherheiten bei der Prognose).
 - Höhere CO₂-Gehalte in der Luft und höhere m. Temperaturen mit einer längeren Vegetationszeit können sich durchaus positiv auf das Pflanzenwachstum auswirken.
 - Hitze mit geringeren Sommerniederschlägen, höhere Ozon- und UVB-Strahlung mehr extreme Witterungsereignisse lassen Schwierigkeiten beim Anbau und geringere Ernten erwarten.



Vulnerabilität und Auswirkungen (Pro und Contra ...)

- Höhere **CO₂-Konzentration** der Atmosphäre kann mehr Ertrag bringen
 - Höhere CO₂-Konzentration kann Photosyntheseleistung steigern.
 - Erzielbare Ertragssteigerung bei C₃-Pflanzen (wie Weizen und Kartoffeln) liegt mit den für die Jahre nach 2050 erwarteten höheren CO₂-Konzentrationen bei 8 - 15 %, bei Grünland zwischen 10 - 20 %.
 - Höhere CO₂-Konzentrationen **mindern auch Transpiration**, so dass Bodenwasservorrat messbar geschont wird.
 - Hohe CO₂-Konzentration wirkt sich aber **negativ auf manche Qualitätseigenschaften** (wie den Rohproteingehalt) von Getreide und Futterpflanzen aus.

- Höhere **Temperatur** verlängert Vegetationszeit, vermehrt aber Schädlinge und Unkräuter
 - Chancen für wärmebedürftige Arten und Sorten
 - Erweiterung der Vegetationszeit und der Anbauggebiete
 - Bei Getreide verkürzt sich bei höheren Temperaturen die Kornfüllungsphase. Damit sinkt der Ertrag.

- **Hitzebelastung**: mehr Stress für Pflanzen

- **Trockenheit**: weniger Wasser führt zu geringeren Erträgen
 - Für nahe Zukunft in der Vegetationsperiode (VP) geringfügig niedrigerer Niederschlag, für ferne Zukunft **ca. 10 Prozent weniger Niederschlag**.
 - Bei zunehmender Trockenheit in VP wird **Bodenqualität künftig wichtiger**. Ertragsleistung besserer und geringerer Böden differenziert sich stärker.
 - Höhere Winterniederschläge und Starkregen erhöhen Anfälligkeit gegenüber Verdichtung und Erosion.



Maßnahmen und Strategien

- Allgemeine *pflanzenbauliche Maßnahmen*, die zur besseren Anpassung an den Klimawandel beitragen können (Beispiele):
 - Aufbau von Humus
 - Konservierende Bodenbearbeitung
 - Diversifizierung der Fruchtfolge
 - Anbau eines Kultur- und/oder Sortenmixes (früh- und spätreife Sorten, Gemenge mit unterschiedlicher Trockenanpassung, Beschattung, Mikroklima usw.)
 - Untersaaten und Zwischenfrüchte zur Bedeckung des Bodens (zusätzlicher Schutz vor Erosion und Nährstoffauswaschung)
 - Verstärkte Anlage von Hecken, Agroforst, Agrowertholzstreifen usw. zum Erhalt der Bodenfeuchte, Beschattung, Reduktion der Windgeschwindigkeit und der Erosion
 - Ausbau der Möglichkeiten von Agrophotovoltaik (Effekt: Beschattung)



Kulturarten (Mais, Getreide)

- Die *Photosyntheserate ist abhängig von der Temperatur*.
 - C₃-Pflanze Weizen erreicht Photosynthese-Maximum bei etwa 25°C,
 - C₄-Pflanze Mais erst bei rund 35°C.
- *Mais- profitiert* deshalb im Gegensatz zu Weizenanbau *theoretisch* von Klimaerwärmung. Praktisch wird aber auch bei Mais keine Ertragssteigerung eintreten, da hitzebedingter Wassermangel dies meist verhindern wird (ohne Bewässerungsmöglichkeit)
- Bei *Getreide limitiert ein Zuviel an Niederschlägen bisher den Ertrag*; das könnte in Zukunft umgekehrt sein. Bei zunehmender Wärme reduziert sich bei Getreide die Wachstumsdauer, was auch die Kornfüllungsphase verkürzt. Resultat: geringerer Ertrag, insbesondere bei zusätzlichem Trockenstress. Bei hohen Temperaturen könnten bei Getreide auch Störungen in Pollenentwicklung und Befruchtung auftreten.
- *Getreidearten unterschiedlich resistent gegen Hitze und Trockenheit*. Gerste (insbesondere Sommergerste erstaunlich hitzestabil) diesbezüglich deutlich robuster als Weizen.



Kulturarten (Getreide, Kartoffeln)

- Andere Kulturen (*Kartoffeln, Zuckerrüben, Silomais, Winterraps, Wintergerste und Winterweizen*) verzeichneten in LTZ-Versuchen deutliche Ertragsrückgänge, am deutlichsten Kartoffeln mit einem Minus von 15%, am geringsten Wintergerste mit minus 7%. (Quelle: <https://www.topagrar.com/acker/aus-dem-heft/klimawandel-welche-kulturen-sind-die-verlierer-9643793.html>)
 - LTZ-Beschattungsversuche: *Kartoffeln und Winterweizen* zeigen signifikante *Ertragsrückgänge erst ab 50% Beschattung*. *Unter PV-Anlagen Anbau möglich!*
- *Warme Regionen zeigten in Versuchen deutlich höhere Ertragsrückgänge* im Vergleich zu kühleren. *Mais benötigt Wasser*, um Ertragspotenzial zu entfalten und Hitzetoleranz gewinnbringend umsetzen.
- Innerhalb der Getreidearten gilt folgende Reihenfolge bezüglich der Hitzeverträglichkeit: *Gerste > Roggen > Weizen*.
 - Gerade bei Weizen kann Wahl geeigneter Sorten zur Reduzierung des Hitzeproblems beitragen. Zum einen reagierten Sorten mit relativ früher Abreife weniger stark mit Ertragsrückgängen auf sommerliche Hitze- und Trockenperioden. Zum anderen bieten begrante Weizensorten besseren Verdunstungsschutz.



Kulturarten (Raps, Zuckerrüben)

- Bei *Winterraps* *leiden Kornerträge unter zu hohen Temperaturen*. Ölgehalt geht zurück und Qualität des Rapsöls verändert sich (hohe Nachttemperaturen während Körnerbildung verschiebt Fettsäuremuster in Richtung mehr gesättigter Fettsäuren. Mehrfach ungesättigte Fettsäuren nehmen ab, darunter die gesundheitsfördernde Linolensäure), Proteingehalt steigt (günstig für Tierernährung).
- In *kühleren Regionen Süddeutschlands könnten Zuckerrüben zunächst von steigenden Temperaturen und höherem CO₂-Gehalt in der Luft profitieren*, weil dann die Photosyntheserate steigt.
 - Höhere Zuckerrübenenerträge nur bei ausreichender Wasserversorgung zu realisieren.
 - Nachteilig ist, dass bei Hitze erhöhte Ammonium-N-Gehalte zu erwarten sind, die die Zuckerkristallisation behinderten.
 - Mehr Niederschläge im März könnten Aussaat der Rüben behindern.
 - Mehr Regen im Herbst könnte Ernte stören und bei schwerem Erntegerät auf feuchten Böden zu mehr Verdichtungen führen.



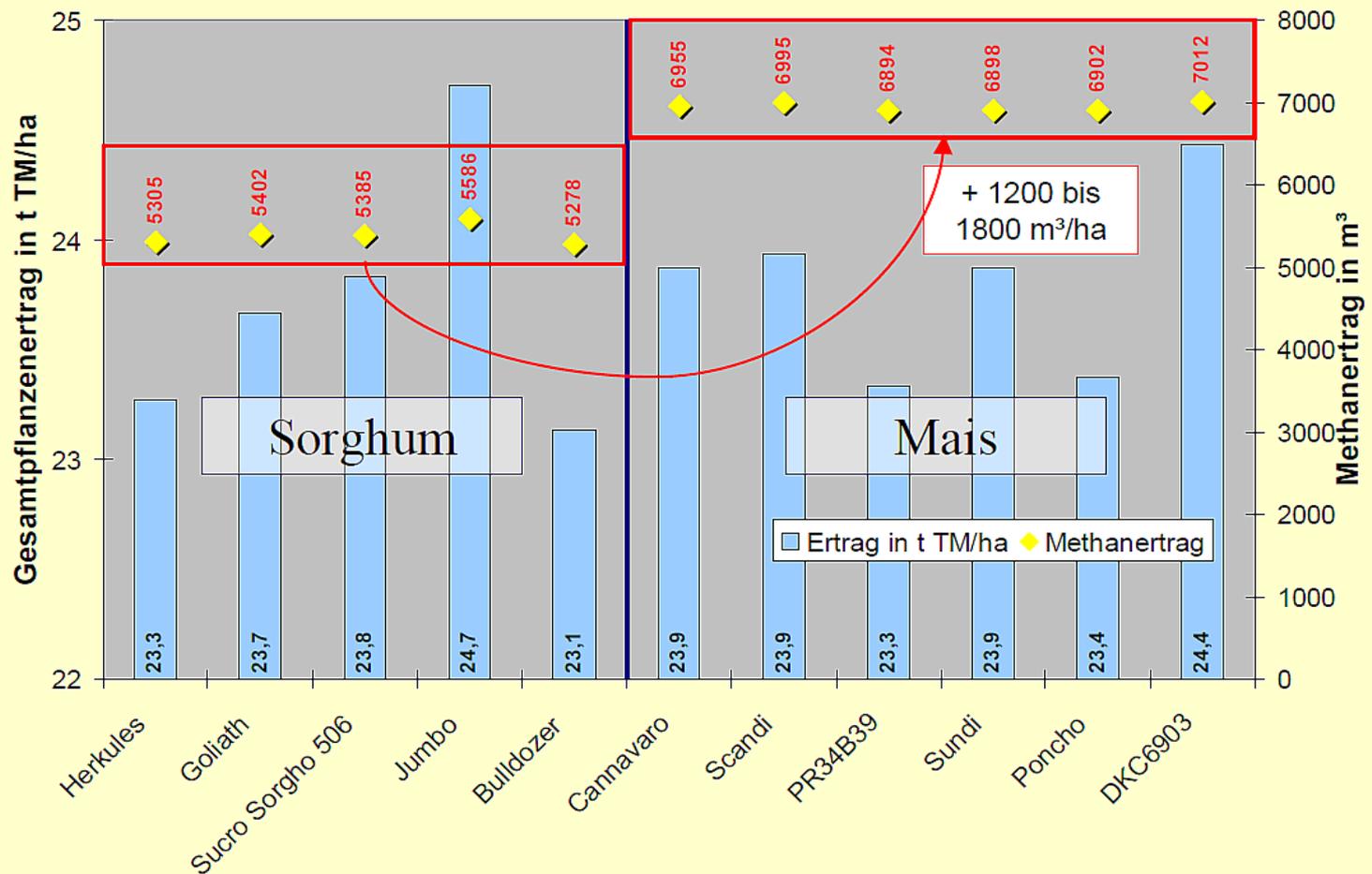
Kulturarten (Soja, Erbsen, Mais vs. Sorghum-Hirsen)

- *Der Sojaanbau* könnte sich in den wärmeren Regionen Baden-Württembergs weiter etablieren. Steigende Temperaturen könnten der wärmebedürftigen Kultur ein weiteres Vordringen in bisher nicht für den Sojaanbau geeignete Landesteile wie z.B. in die Mittelgebirgslagen ermöglichen. Aber auch hier könnte die ungenügende Wasserversorgung ggf. limitierend sein.
- Eine Möglichkeit, der voraussichtlich zunehmenden Sommertrockenheit zu begegnen, könnte der *Anbau von Wintererbsen als Ergänzung* sein. Bei Saat im Herbst könnten sie von Winterfeuchte profitieren und durch die gegenüber der Sommerform frühere Ernte weniger durch sommerliche Hitzeperioden in Mitleidenschaft gezogen werden. *Krankheitsdruck!!*
- Alternative: *Mais vs. Sorghumhirsen bzw. Mais + Sorghumhirsen?*
 - Kornerträge: *Körnermais (Mittel aus 2014-2018): 110,14 dt/ha* (DMK für BW) vs. *Körnerhirse (Mittel aus 2012-2015) 110,10 dt/ha* (LTZ, LSV BW)
 - Biomasseerträge: (Biogasnutzung) *Silomais (Mittel aus 2014-2018): 445,8 dt/ha* (DMK für BW) vs. *Sorghumhirse (Mittel aus 2012-2015): 571,4 dt/ha* (LTZ, LSV BW)



Kulturarten (Mais vs. Sorghum-Hirsen)

- Biomasseerträge: (Biogasnutzung) - Vergleich: Sorghum/Energiemais, Standort Ettlingen



Kulturarten (Mais vs. Sorghum-Hirsen)

➤ C₄-Pflanze Mais:

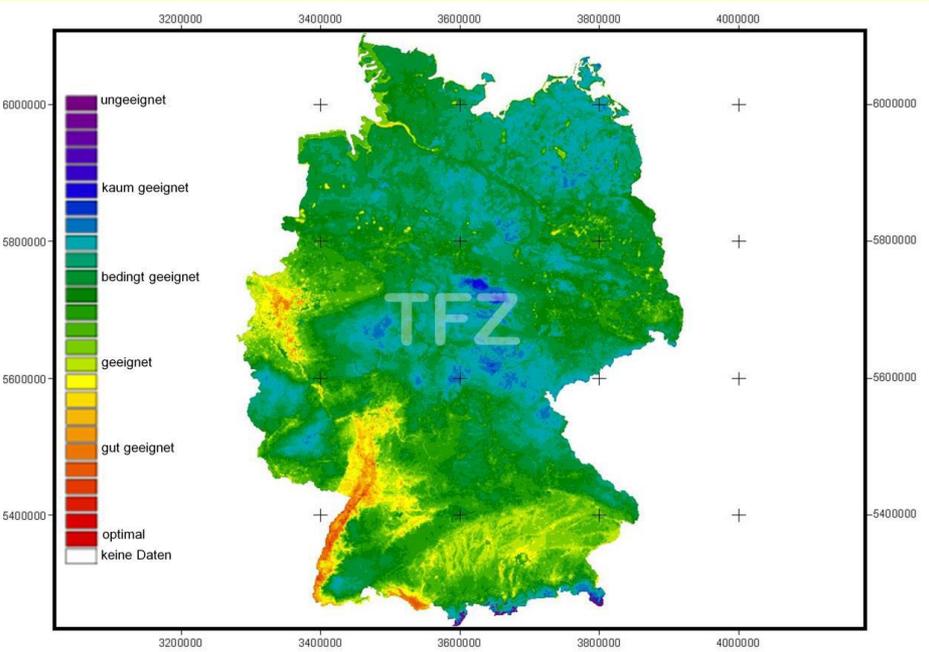
- *höchste Biomasseerträge*, spielt herausragende Rolle als Energiepflanze
- Besitzt, je nach Standort und Sorte *höheren Wasserverbrauch als Sorghum*.
- Mais kann Wasserersparnis unter erhöhter CO₂-Konzentration eher in eine Erhöhung der Biomasseproduktion umsetzen als Sorghum.
- Mais ist daher derzeit die ertragreichere Pflanze auch auf trockenen Standorten und bei erhöhter CO₂-Konzentration.

➤ Sorghum-Hirsen (C₄):

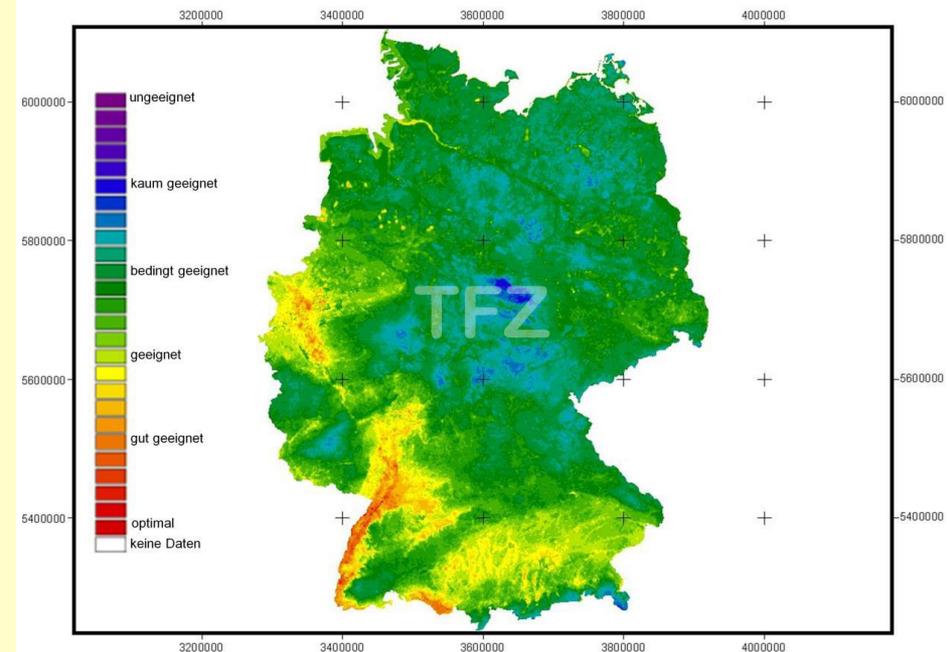
- besitzen *vergleichbar hohes Wachstumspotential und Habitus wie Mais*.
- Sind *an warme Standorte angepasst und liefern bei Trockenheit höhere Biomasseerträge als Mais*.
- Wird mittlerweile auch in D als Alternative/Ergänzung zu Mais angebaut (Biogas und Futter)
 - um Fruchtfolge aufzulockern
 - Anbaufläche für Energiepflanzen auf Grenzertragsstandorten zu verlagern sowie
 - zur Entschärfung von Konkurrenzen zwischen Nahrungs- und Energieproduktion



Kulturarten (Sorghum, klimatische Anbaueignung)



Anbaueignungskarte unter gegenwärtigen Klimabedingungen
Quelle: TFZ



Anbaueignungskarte unter Klimabedingungen im Zeitraum 2011 bis 2040

- Es ist davon auszugehen, dass die *Attraktivität von Sorghum als Alternativ- und Ergänzungskultur zunehmen* wird.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ

Kulturarten (Dauerkulturen, Silphie)

- *Dauerkulturen (z.B. Durchwachsene Silphie, Miscanthus, ...)* könnten sich in den wärmeren Regionen Baden-Württembergs ebenfalls weiter etablieren. Wasserversorgung ggf. limitierend.

- Durchwachsene Silphie:

- *Dauerkultur : keine Bodenbearbeitung;* dadurch mehr Humus
- *umfangreiches Wurzelsystem ; kann Wasser aus tieferen Bodenschichten nutzen* (Im Mittel aller Standorte produzierte Silphie 8,4 t/ha Wurzeltrockenmasse, Mais dagegen nur 4,0 t/ha)



Quelle: <https://www.moderne-landwirtschaft.de/durchwachsene-silphie-fuer-groene-energie>

- Zweischnittnutzung (evtl. + Gras- o. Roggenuntersaat im Herbst)



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ

Kulturarten (Intercropping)

- *Intercropping-Anbau* (z.B. *Mais/Kürbis*, *Mais/Kapuzinerkresse*, *Mais/Hornklee* usw.) könnte neben einer Erhöhung der Biodiversität in den Beständen ggf. auch für Verdunstungsschutz und ein besseres Mikroklima sorgen.



Kulturarten (Anbau unter PV-Anlagen)



Foto: <https://www.pv-magazine.de/2019/04/12/hitzesommer-bescherte-der-agro-photovoltaik-hohe-ernteertraege/>



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ

Kulturarten (Anbau unter PV-Anlagen)

APV-Forschungsanlage des Fraunhofer ISE in Heggelbach



Foto: <https://www.pv-magazine.de/2019/05/07/agro-pv-nimmt-fahrt-auf-ein-flaechenschonender-ausbau-der-photovoltaik-braucht-die-doppelnutzung-auf-dem-acker//>



Baden-Württemberg

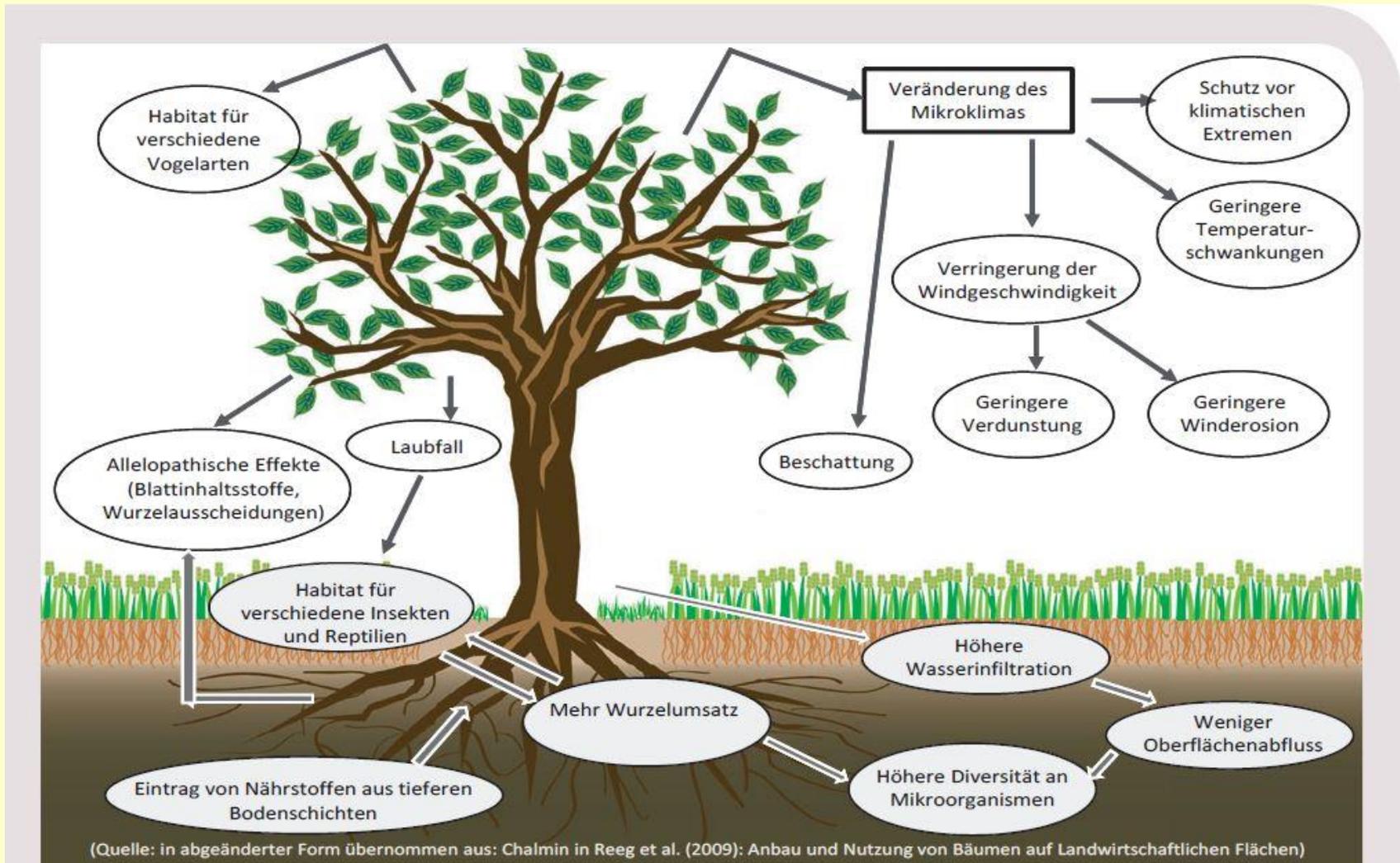
MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ

Kulturarten (Anbau in ‚Agroforst-Systemen‘)

- Agroforstsysteme sind Landnutzungssysteme, bei denen Gehölze mit Acker und/oder Tierhaltung auf einer Fläche kombiniert werden.



Kulturarten (Anbau in ‚Agroforst-Systemen‘)



Quelle: <http://www.agroforst.ch/Informationen%C3%BCrdiePraxis/Umweltwirkungen.aspx>

Fazit und Ausblick

- Verschiedene Elemente des Klimawandels können ertragssteigernd (CO₂) oder ertragsmindernd wirken; sie interagieren.
- Im Pflanzenbau wird es zu regional-spezifischen Anpassungsprozessen kommen bzw. kommen müssen (Hitze- und trockentolerante Arten und Sorten, Anbau wärmeliebender Arten usw.).
- Wasser wird zum entscheidenden Produktionsfaktor (neben Risiken, auch Chancen)!
- Pflanzenbauliche Möglichkeiten prüfen und Maßnahmen und Strategien umsetzen.
- Einzelne Kulturarten nicht losgelöst, sondern Ackerbau ganzheitlich, kreislauforientiert und im System denken. Neue Landnutzungssysteme entwickeln.
- Landwirtschaftliche Treibhausgas-Emissionen reduzieren. Damit einen Beitrag zur Verlangsamung der Klimaveränderungen leisten!



Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ