



Dokumentation

**Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft in
Deutschland**

**Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft in
Deutschland**

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 052/19
Abschluss der Arbeit: 26. Juni 2019
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft und Verkehr, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Fragestellung	4
2.	Status quo der landwirtschaftlichen Produktion in Deutschland	4
3.	Folgen für die deutsche Landwirtschaft (Pflanzenproduktion)	5
3.1.	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft	5
3.2.	Isermeyer (2019)	6
3.3.	Gömann et al. (2017)	7
3.4.	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)	8
3.5.	Ewert (2018)	8
3.6.	Verband der Landwirtschaftskammern (2019)	8
4.	Auswirkungen des Klimawandels auf Nutztiere	12
4.1.	Weigel (2012)	12
4.2.	Swalve (2019)	13
4.3.	Klimafolgenforschung (KFF) Niedersachsen	13
5.	Regionale Unterschiede	13
5.1.	Schaller/Weigel (2007)	13
5.2.	Leibniz-Gemeinschaft (2008)	14
5.3.	Fortschrittsbericht der Bundesregierung zur Deutschen Anpassungsstrategie (2015)	14
5.4.	Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel (2015)	15
5.5.	Umweltbundesamt	16

1. Fragestellung

Gefragt wurde nach den Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft in Deutschland.

2. Status quo der landwirtschaftlichen Produktion in Deutschland

Um die Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft einzuschätzen, ist zunächst eine kurze Bestandsaufnahme der derzeitigen landwirtschaftlichen Produktion in Deutschland (pflanzlich und tierisch) hilfreich. Hierzu erläutert das *Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL)*:

„In Deutschland wird auf etwa 16,7 Millionen Hektar, also knapp der Hälfte der gesamten Fläche, Landwirtschaft betrieben. (...) Der Ackerbau besitzt mit rund 71 Prozent den größten Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Auf dem Acker werden Kulturen wie Weizen, Raps, Zuckerrüben, Kartoffeln oder verschiedene Gemüse angebaut. (...) Auf knapp 40 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche wächst Getreide, etwa die Hälfte davon ist Weizen. Damit ist Weizen¹ das bedeutendste Getreide in Deutschland. Zweitwichtigstes Getreide ist die Gerste. Sie nimmt knapp ein Viertel der Getreidefläche ein. Im Brotland Deutschland hat aber auch der Roggen eine gewisse Bedeutung. Er wird auf neun Prozent der Getreidefläche angebaut. Der Körnermais, ebenfalls ein Getreide, hat einen Anteil von knapp sieben Prozent.“²

Nach weiteren Angaben des *BZL* decke das hierzulande angebaute Gemüse ca. ein Drittel und Obst nur ein Fünftel des heimischen Bedarfs. Der Rest müsse importiert werden. Die Kartoffel werde allerdings in so großen Mengen erzeugt, dass ein Teil davon exportiert werden könne.³

1 Universität Hohenheim (2016). PRESSEMITTEILUNG. 10.03.2016. Klimawandel: Steigende CO₂-Konzentration vermindert Weizenqualität. Universität Hohenheim simuliert Auswirkungen des Klimas im Jahr 2050. Protein- und Nährstoffgehalte der Kulturpflanzen sinken. https://klimawandel.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/klimawandel/Dokumente/PM_Regionaler_Klimawandel_2016-03-10.pdf

Siehe hierzu auch: Büker, P. (2018). Einflüsse von Wetterextremen auf die Landwirtschaft: Eine globale Bewertung. In: Lozán, J. L., S.-W. Breckle, H. Graßl, D. Kasang & R. Weisse (Hrsg.). Warnsignal Klima: Extremereignisse. pp. 272-277. Online: www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de. doi:10.2312/warnsignal.klima.extremereignisse.41. <https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/2018/11/Bueker.pdf>

2 <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-arbeiten-foerster-und-pflanzenbauer/was-waechst-auf-deutschlands-feldern/>

3 <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-arbeiten-foerster-und-pflanzenbauer/was-waechst-auf-deutschlands-feldern/>

Auf 10 Mio. Hektar der landwirtschaftlichen Fläche in Deutschland wird Futter für Nutztiere erzeugt; 29 Prozent der eiweißhaltigen Futtermittel müssen jedoch importiert werden.⁴ Deutschland ist der größte Schweinefleischproduzent in Europa⁵, der größte Milcherzeuger der EU und der zweitgrößte Produzent von Rind- und Kalbfleisch⁶ sowie Nettoexporteur von Geflügelfleisch.⁷

An dieser Stelle sollte darauf hingewiesen werden, dass auch die Landwirtschaft einen Einfluss auf das Klima hat.⁸

Zunächst werden nun die Folgen des Klimawandels auf die Pflanzenproduktion und daran anschließend die Auswirkungen des Klimawandels für die Nutztiere thematisiert.

3. Folgen für die deutsche Landwirtschaft (Pflanzenproduktion)

Welche Folgen durch den Klimawandel für die deutsche Landwirtschaft zu erwarten sind, wird neben dem *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)* von Agrarexperten verschiedener nationaler Institute erläutert:

3.1. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Das *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)* konstatiert zu den „*Auswirkungen des Klimawandels für die Landwirtschaft*“ für die Pflanzenproduktion Folgendes:

„Die Landwirtschaft ist vom Wetter und Klima maßgeblich abhängig und damit unmittelbar vom Klimawandel betroffen. Dabei können die bereits heute festzustellenden regionalen Unterschiede in der Ausprägung des Klimawandels die Auswirkungen noch verstärken. Regionen, die unter heutigen Bedingungen für eine landwirtschaftliche Nutzung eher zu kühl beziehungsweise zu feucht sind, können von einer allmählichen Erwärmung und der längeren Vegetationsperiode durch den Anbau bisher wärmelimitierter Kulturen profitieren. In bereits

4 <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-arbeiten-foerster-und-pflanzenbauer/was-waechst-auf-deutschlands-feldern/>

5 <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaftliche-produkte/wie-werden-unsere-lebensmittel-erzeugt/tierische-produkte/schweinefleisch/>

6 https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.pdf?__blob=publication-file

7 https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.pdf?__blob=publication-file

8 *Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen.* <https://www.umweltbundesamt.de/daten/landforstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas>; siehe auch auf der Internetseite des Instituts für Kulturpflanzen <https://www.julius-kuehn.de/klimawandel/dem-klimawandel-entgegenwirken/> oder Europäische Kommission (2008). Landwirtschaft und ländliche Entwicklung. Fact Sheet. Klimawandel: Die Herausforderungen für die Landwirtschaft die Beiträge: *Wie die Landwirtschaft vom Klimawandel betroffen ist*, aber auch *Wie die Landwirtschaft den Klimawandel beeinflusst* (2008). https://www.agrar.hu-berlin.de/de/institut/departments/daoebk/forschung/klimagaerten/weiterfuehrende-materialien-1/2008_klimawandel-herausforderungen-landwirtschaft.pdf

heute wärmeren bzw. trockenen Regionen wirkt sich der Klimawandel hingegen eher kritisch aus.

Die steigende atmosphärische CO₂ (Kohlenstoffdioxid)-Konzentration wirkt in der Regel positiv auf das Pflanzenwachstum. Dieser CO₂-Düungeeffekt darf jedoch nicht überbewertet werden, da die Auswirkungen ansteigender Temperaturen und zunehmenden Wassermangels sehr maßgeblich sind. Höhere atmosphärische CO₂-Konzentrationen verändern das Pflanzenwachstum nicht nur quantitativ sondern auch qualitativ, so dass Veränderungen bei der chemischen Zusammensetzung des pflanzlichen Gewebes bis hin zu veränderten Gehalten an Nähr- und Inhaltsstoffen festgestellt werden können.

Kritisch ist die Zunahme der Witterungsextreme zu sehen, denn sie mindern die Ertragssicherheit. Bei vermehrtem Stress durch Hitze, Kälte, Trockenheit oder Nässe ist mit zum Teil erheblichen Ertragsausfällen zu rechnen, insbesondere wenn dieser bereits während sensibler Phasen (wie Blüh- beziehungsweise Reproduktionsstadien) auftritt. Zusätzlich könnten Schäden durch Starkniederschläge, Überflutung bei Hochwasser und Hagel, durch erhöhte Spätfrostgefährdung (vor allem im Obstbau) sowie verringerte Winterhärte zunehmen. Darüber hinaus könnten sich Pflanzenschutzprobleme verstärken, die mit neuen Schadorganismen sowie einer Zunahme des Befallsdrucks durch derzeit unauffällige Schadorganismen einhergehen. Auch sich verändernde Bodenzustände, insbesondere die zunehmende Trockenheit während der Vegetationsperiode und eine höhere Vernässungsgefahr vor allem im Herbst, stellen weitere Herausforderungen an die Bewirtschaftung. Der Humuserhaltung kommt in diesem Zusammenhang eine erhöhte Bedeutung zu.“⁹

3.2. Isermeyer (2019)

Anlässlich der KTBL-Tagung vom 20. bis 21. März 2019 „Kühlen Kopf bewahren – Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel“¹⁰ äußert Prof. Isermeyer, Präsident des Thünen-Instituts zu den „Chancen und Risiken des Klimawandels für die deutsche Landwirtschaft“:

„Für die Folgenabschätzung sind drei Wirkungsfelder zu unterscheiden: (1) Zunehmende Wetterextreme werden die Produktionsbedingungen der deutschen Landwirtschaft negativ beeinflussen. (2) Die Veränderung der durchschnittlichen Klimaverhältnisse wird die Produktionsbedingungen gleichermaßen positiv wie negativ beeinflussen. (3) Da der Klimawandel andere Erdteile voraussichtlich härter trifft als Deutschland, wird die deutsche Landwirtschaft von einem Klimawandelbedingten Anstieg der Weltagrarpreise profitieren. Ob aus diesen drei Wirkungslinien zusammengenommen eher ein positiver oder negativer Gesamteffekt für die deutsche Landwirtschaft resultiert, lässt sich heute nicht zuverlässig abschätzen.

(...)

9 B MEL. <https://www.klimawandel-und-klimaschutz.de/auswirkungen/fuer-die-landwirtschaft/?L=0>

10 Alle Vorträge der KTBL-Tagung vom 20. bis 21. März 2019 in Darmstadt finden sich unter https://www.youtube.com/playlist?list=PLGZIQF1fm-u_D0StOcy5yWhgNkqubZUCn

Je stärker der Klimawandel zu Jahren mit langanhaltender Sommertrockenheit führt, desto mehr wird das Wassermanagement auch in Deutschland zum wichtigsten Hebel der Klimaanpassungspolitik. Hierbei sollte der Fokus besonders auf der Verbesserung des kleinräumigen Wasserrückhalts liegen.“¹¹

Der gesamte Vortrag von Prof. Isermeyer „*Chancen und Risiken des Klimawandels für die deutsche Landwirtschaft*“ findet sich unter:

https://www.youtube.com/watch?v=XDLiKtC1LKU&list=PLGZJQF1fm-u_D0StOcy5yWhgNkqubZUCn&index=1

3.3. Gömann et al. (2017)

Gömann et al. (2017) schreiben zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft in Deutschland in den nächsten 20 bis 30 Jahren:

„Die Auswirkungen der erwarteten Klimaveränderungen erscheinen für die deutsche Landwirtschaft in den nächsten 20–30 Jahren im Wesentlichen beherrschbar. Für die längerfristigen klimatischen Veränderungen sind die Anforderungen zur Anpassung der Landwirtschaft in Deutschland neu zu analysieren. Zunehmende extreme Wetterlagen wie Früh-, Spät- und Kahlfröste, extreme Hitze, Dürre, Hagel und Sturm könnten die Landwirtschaft herausfordern. Bislang gibt es nur wenige belastbare Erkenntnisse, wie sich künftige agrarrelevante Extremereignisse auswirken, sowie über die Möglichkeiten des Risikomanagements. Einerseits bestehen erhebliche Unsicherheiten bezüglich der Entwicklungen auf den Agrarmärkten, der zukünftigen politischen Rahmenbedingungen sowie der Klimaveränderungen in den nächsten 20–30 Jahren. Andererseits ist die Landwirtschaft sehr anpassungsfähig, weil landwirtschaftliche Produktionszyklen deutlich kürzer sind als die Zeithorizonte des Klimawandels und weil die Landwirtschaft sich rasch technologisch wie strukturell verändert. Zudem passen sich landwirtschaftliche Betriebe traditionell an neue Witterungs- und Klimaverhältnisse an. Daher unterliegt die Landwirtschaft zwar einem latenten, jedoch keinem dringenden Anpassungsdruck an den Klimawandel. Dies spiegeln zurzeit auch die Strategien vieler Bundesländer zur Anpassung an den Klimawandel wider. Die meisten Maßnahmen der Länder liegen in den Bereichen Monitoring, Forschung und Beratung.“¹²

11 Isermeyer, Folkhard (2019). Chancen und Risiken des Klimawandels für die deutsche Landwirtschaft. Thünen-Institut, Braunschweig. In: Kühlen Kopf bewahren – Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel. S. 31-35. KTBL-Tagung vom 20. bis 21. März 2019 in Darmstadt. Herausgeber Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL). Darmstadt. https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/Tagungen_2019/KTBL-Tagung/KTBL-Tage_2019_Folien.pdf

12 Gömann, Horst; Frühauf, Cathleen; Lüttger, Andrea; Weigel, Hans-Joachim (2017). Landwirtschaft. S. 190. In: Brasseur, Guy P.; Jacob, Daniela; Schuck-Zöller, Susanne (Hrsg.). Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-50397-3_18.pdf

3.4. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)

In einem Langzeitexperiment über einen Zeitraum von mindestens 15 Jahren untersuchen Wissenschaftler des *Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ)* zusammen mit Wissenschaftlern weiterer Institute seit dem Jahr 2014, „*wie sich die Erderwärmung auf verschiedene Formen der Landnutzung hierzulande auswirkt. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Produktivität um mehr als 20 Prozent abnehmen könnte.*“¹³

3.5. Ewert (2018)

Prof. Ewert vom *Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.* äußerte in einem Interview im Jahr 2018 auf die Frage: „*Ist die Landwirtschaft auf den Klimawandel vorbereitet?*“

*„Für unseren Forschungsbereich der Agrarlandschaftsforschung können wir sagen, dass wir in Zukunft zunehmend andere Feldfrüchte im heimischen Anbau sehen werden, etwa die Sojabohne oder Hirse. Grundsätzlich gehen wir aber davon aus, dass Ackerbau und Grünland auch künftig die wichtigsten Formen der Landnutzung in unserer Landwirtschaft bleiben.“*¹⁴

3.6. Verband der Landwirtschaftskammern (2019)

Der *Verband der Landwirtschaftskammern (2019)* benennt Anpassungsstrategien zu den nachfolgend aufgeführten Risiken, die als Folgen der Klimaveränderung für Pflanzenwachstum und Ertragsbildung, für den Wasserhaushalt, den Boden und den Nährstoffhaushalt sowie für die Pflanzengesundheit ausgemacht werden:

Risiken für **Pflanzenwachstum und Ertragsbildung**:

- „• *Verlängerung der Vegetationsperiode (früheres Frühjahr und längerer Herbst)*
- *Verschiebungen bzw. Verkürzungen des Entwicklungsverlaufes wurden bei Getreide, Zuckerrüben, Grünland und im Obstbau bereits beobachtet. Daraus ergeben sich schlechter planbare Vegetationszeiträume. Winterkulturen gehen unter Umständen zu weit entwickelt in den Winter und das Risiko der Auswinterung, bis hin zum Totalausfall, steigt.*
- *Zunahme des Früh- und Spätfrostrisikos, welches bei fehlender Schneedecke negative Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum haben kann (...). Das Risiko der Auswinterung steigt.*
- *Milde Winter mit weniger oder fehlenden Frosttagen bedingen möglicherweise eine unzureichende Vernalisation, d. h. fehlende Induktion des Schossens und der Blütenbildung, was zu Ertragsminderung oder -ausfall führt.*

13 https://www.helmholtz.de/erde_und_umwelt/die-folgen-fuer-die-landwirtschaft/

14 <http://www.zalf.de/de/aktuelles/Seiten/Pressemitteilungen/Hitze stress.aspx>

- *Ansteigende CO₂-Gehalte in der Atmosphäre Die Erweiterung des C/N-Verhältnisses¹⁵ in der Biomasse entspricht einem niedrigeren relativen Proteingehalt. Dieser bestimmt jedoch derzeit die Wertigkeit und damit den Erlös gerade für die Weizenproduktion, als eine der Hauptanbaukulturen der Landwirtschaft.*
- *Zunehmende Extremwetterereignisse, dadurch sinkende Ertragssicherheit landwirtschaftlicher Kulturen infolge z. B. von - Wasser- und Winderosion - Überschwemmung und Staunässe - Hitze- und Dürreperioden - Sturm und Hagel.“¹⁶*

Risiken für den **Wasserhaushalt:**

- „• *Geringeres Wasserdargebot während der Vegetationsperiode bedingt eine eingeschränkte bis fehlende Wasserverfügbarkeit für das Pflanzenwachstum und damit die Gefahr der Ertragsminderung/des Ertragsausfalls.*
- *Verstärkte Grundwasserneubildung im Winter, vor allem auf Standorten mit durchlässigen Böden und somit eingeschränkter Wasserhaltefähigkeit, erhöht das Nitrat(NO₃)-Austragsrisiko.*
 - *Extreme Wetterereignisse, wie z. B. Trockenperioden, aber auch Überschwemmungen oder Hagel bedingen Pflanzenschädigungen bis hin zum Totalausfall.*
 - *Anstieg der Evapotranspiration Damit erfolgt ein schnellerer Verbrauch des pflanzenverfügbaren Bodenwassers über verschiedene Verdunstungswege (Pflanze, Boden).*
 - *Längere Trockenstressphasen beeinträchtigen die Ertragssicherheit sowie vor allem auf Grünland die Zusammensetzung der Bestände und damit die Futterqualität.*
 - *Stärkerer Oberflächenabfluss und geringere Wasserspeicherung durch Zunahme von Starkniederschlägen, die vom Boden, bewachsen oder unbewachsen, nicht aufgenommen werden können.“¹⁷*

Risiken für den **Boden:**

- „• *Steigende Temperaturen erhöhen bei gleichbleibendem Wasserangebot die biologische Aktivität im Boden und somit die Mineralisation und den Humusabbau. Damit verbunden ist eine höhere CO₂- und N-Freisetzung aus den Böden. Zunahme der Austrocknung der Bodenoberfläche. Vor allem leichte Böden sind dadurch zunehmend winderosionsgefährdet. Boden geht verloren.*

15 C/N= Massenverhältnis von Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N).

16 Verband der Landwirtschaftskammern (2019). Klimawandel und Landwirtschaft. Anpassungsstrategien im Ackerbau. S.6f. <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klimawandel.pdf>

17 Verband der Landwirtschaftskammern (2019). Klimawandel und Landwirtschaft. Anpassungsstrategien im Ackerbau. S. 8. <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klimawandel.pdf>

- *Die Zunahme von Starkregenereignissen bedingt einen zunehmenden Bodenabtrag bzw. zunehmende Abschwemmung durch Wassererosion.*
- *Erhöhung der Verschlammungsgefahr auf gefügelabilen Böden Damit verbunden ist die Reduzierung des Infiltrationsvermögens der Böden, was den Oberflächenabfluss wiederum verstärkt.*
- *Gefahr der Bodenschadverdichtung durch Bewirtschaftung mit schwerem Gerät bei ungünstigen Bodenverhältnissen. Zu erwartende kürzer werdende Zeitfenster optimaler Bearbeitbarkeit verstärken den Effekt.*
- *Kürzere und weniger Frostperioden Möglicherweise fehlende Frostgare des Bodens und damit Reduzierung der für Bodengefüge und Pflanzenwachstum positiven Effekte der physikalischen Bodenlockerung und –strukturverbesserung.“¹⁸*

Risiken für den **Nährstoffhaushalt:**

- „• *Erhöhte Winterniederschläge bedingen eine Zunahme des NO₃-Auswaschungs-Risikos insbesondere auf leichten und flachgründigen Böden.*
- *Durch niedrigere Sommerniederschläge besteht die Gefahr des Anstiegs der NO₃-Konzentration im Sickerwasser insbesondere auf Lössstandorten und auf Böden mit hohen Gehalten an organischer Substanz. Es kommt zu einer verminderten Nährstoffverfügbarkeit in Trockenphasen sowie verminderten Pflanzenverfügbarkeit von Mineraldüngern bei ausgetrocknetem Boden.*
 - *Höhere Luft- und Bodentemperaturen fördern das Risiko gasförmiger Ammoniak (NH₃)-Verluste bei der Düngung und fördern eine verstärkte N-Mineralisation aus organischer Substanz.*
 - *Mehr Starkniederschläge verstärken möglicherweise die Phosphatverluste durch Erosion oder Oberflächenabfluss (Abtrag organischer Partikel, wassergelöstes Phosphat).“¹⁹*

Risiken für die **Pflanzengesundheit:**

- „• *Hohe Temperaturen und mangelnde Wasserversorgung beeinträchtigen die Pflanzengesundheit durch das Auftreten von Trockenstressmerkmalen und Trockenschäden, welche die Anfälligkeit der Pflanzen für vielfältige Schaderreger fördern.*
- *Zunahme der Artenvielfalt von Schadpflanzen sowie Ausbreitung neuer, wärmeliebender Unkrautarten z. B. Hirsen, Franzosenkraut, Gänsefuß, Saftpappel, Ochsenzunge*

18 Verband der Landwirtschaftskammern (2019). Klimawandel und Landwirtschaft. Anpassungsstrategien im Ackerbau. S. 9. <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klimawandel.pdf>

19 Verband der Landwirtschaftskammern (2019). Klimawandel und Landwirtschaft. Anpassungsstrategien im Ackerbau. S. 10. . <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klimawandel.pdf>

- *Zunahme Wärme liebender Insekten, wie z. B. Kartoffelkäfer, Blattläuse und Zikaden Neben Primärschäden (je nach Art Blattfraß, Saugschäden usw.) können Virosen und Qualitätsverluste als Sekundärschäden auftreten. Optimale Entwicklungsbedingungen und Ausbreitungsmöglichkeiten bieten sich auch für weitere Arten wie dem Westlichen Maiswurzelbohrer und dem Maiszünsler.*
- *Möglichkeit der Einwanderung neuer, wärmeliebender schwer bekämpfbarer Schadpflanzen z. B. Ambrosia, Eleusine (Süßgräser), Cyperus (Sauergräser), da noch keine Pflanzenschutzmittelindikation besteht. Begünstigt werden Pflanzen mit unterirdischen Speicher- und Überdauerungsorganen (Disteln, Winden), die dann in den Kulturpflanzen schwer bekämpfbar sind.*
- *Voraussichtliche Änderung von Infektions- und Latenzzeit Damit ist mit kürzeren Infektionszyklen, wie z. B. bei Septoria tritici²⁰ zu rechnen. Pflanzenschutzmittelanwendungen werden witterungsbedingt unsicherer. Wirkungseinschränkungen bei Bodenherbiziden sind aufgrund geringer Bodenfeuchte möglich.*
- *Verstärkte UV-Strahlung bedingt einen schnelleren Wirkstoffabbau. Somit verändert sich die Wirkdauer und Mittel wirken möglicherweise nicht mehr so, wie vorgesehen.*
- *Mildere Winter (kürzere und weniger Frosttage) fördern Herbstkeimer (Acker-Fuchschwanz, Klettenlabkraut usw.), die schwer bekämpfbar sind. Es gibt eine vitalere Überwinterung von Schädlingen und eine steigende Anzahl an Infektionszyklen der Erreger von Herbst bis Frühjahr. Somit ist von einem höheren Ausgansbefall im Frühjahr auszugehen.*
- *Feuchtwarme Witterungsbedingungen fördern eine Reihe von Schaderregern wie Milben, Schnecken, Pilze und Bakterien. Eine Zunahme von Rostkrankheiten, Netzflecken, Cercospora beticola (Blattflecken) usw. wird ebenso erwartet, wie ein Anstieg von Echtem Mehltau, Halmbruch und Blattdürre durch Septoria tritici.*
- *Starkregenereignisse begünstigen und bewirken direkte Schäden an Pflanzenbeständen durch das Auftreten von Wurzelfäulen durch längere Überflutungen und Staunässe.“²¹*

Der Verband der Landwirtschaftskammern (2019) zieht folgendes Resümee:

„Die natürlichen Bedingungen für die Agrarproduktion in Deutschland werden, unabhängig davon, welches Klimawandel-Szenario angenommen wird, vergleichsweise günstig bleiben. Zur Feststellung der regionalen und kleinräumigen Betroffenheit der Landwirtschaft sowie substanzieller Auswirkungen des Klimawandels auf den Ackerbau sind zunächst regionalisierte Monitoringprogramme erforderlich, die Zusammenhänge und Ursachen eruieren. (...). Maßgeblich entscheidende Kriterien zur Maßnahmenumsetzung und -bewertung sind, neben

20 Septoria-Blattdürre. https://www.dsv-saaten.de/getreide/krankheiten/septoria_blattduerre.html

21 Verband der Landwirtschaftskammern (2019). Klimawandel und Landwirtschaft. Anpassungsstrategien im Ackerbau. S. 11f. <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klimawandel.pdf>

den Maßstäben der Agrarforschung und angewandten Pflanzenbauwissenschaften, die politischen und vor allem die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.“²²

4. Auswirkungen des Klimawandels auf Nutztiere

Das BMEL erläutert die Auswirkungen einer Klimaerwärmung auf die Nutztiere:

„In der Tierproduktion können höhere Sommertemperaturen die Nahrungsaufnahme und die Produktivität verringern und dadurch deutliche Produktionseinbußen verursachen. Auch für Einschleppung und Ausbreitung neuer, durch tierische Vektoren verbreitete Krankheiten (z.B. der Blauzungenkrankheit bei Wiederkäuern) hat der Klimawandel eine wichtige Bedeutung. Eingeschleppte Insekten können zu neuen Überträgern werden. Die mit hohen wirtschaftlichen Einbußen verbundenen Ausbrüche der Blauzungenkrankheit bei Wiederkäuern seit Mitte August 2006 sind auf ein Virus zurückzuführen, das entgegen früherer Erkenntnisse auch durch einheimische Gnitzenarten übertragen wird. Auch die Nagetierpopulation, die Träger von Zoonoseerregern (z.B. der Tularämie - "Nagerpest") sind, unterliegt dem Einfluss des Klimawandels.“²³

4.1. Weigel (2012)

Prof. Weigel (2012) sieht aufgrund einer erhöhten Wärmebelastung der Nutztiere Folgen für die hiesige Veredelungswirtschaft, die sich in Form einer geringeren Lebendmassezunahme bei Masttieren, einer verminderten Milchleistung sowie -qualität bei Milchkühen und zu einer verminderten Milchleistung bei Schafen, Ziegen und Wasserbüffeln äußern würde. Auch eine Veränderung der Zusammensetzung der Milch (v.a. des Fettgehaltes) sei möglich, hier gebe es aber widersprüchliche Befunde. Konsequenzen für die menschliche Ernährung, insbesondere von Kleinkindern habe vermutlich die beobachtete Reduktion des Gehaltes an Kalzium, Phosphor und Magnesium. Über den Einfluss von Hitzestress auf die einzelnen Proteinfractionen sei bisher wenig bekannt. Für die Käseproduktion seien allerdings durch veränderte Herstellungseigenschaften, Qualität und Rohstoffverfügbarkeit gravierende Auswirkungen zu erwarten.²⁴

22 Verband der Landwirtschaftskammern (2019). Klimawandel und Landwirtschaft. Anpassungsstrategien im Ackerbau. S. 14. In: 2019 Fachinformationen. <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klimawandel.pdf>

23 BMEL. <https://www.klimawandel-und-klimaschutz.de/auswirkungen/fuer-die-landwirtschaft/?L=0>

24 Weigel, Hans-Joachim (2012). Auswirkungen des Klimawandels auf Nutztiere. Stand: Juli 2012. http://klimaps.julius-kuehn.de/Ansicht.action?artikel_id=84&suchtext=Klimawandel&autortexte=

4.2. Swalve (2019)

Prof. Swalve (2019) betont die zukünftige Notwendigkeit einer Zucht zur verbesserten Hitzetoleranz insbesondere bei Rindern.²⁵ Der komplette Vortrag von *Prof. Swalve* findet sich unter:

https://www.youtube.com/watch?v=S3RvkXEm3qA&list=PLGZJQF1fm-u_DOSStOcy5yWhgNkqubZUCn&index=10

4.3. Klimafolgenforschung (KFF) Niedersachsen

Unter dem nächsten Link findet sich ein Video, das die Ergebnisse der *Klimafolgenforschung (KFF) Niedersachsen* zu den Auswirkungen der Klimaänderungen auf die niedersächsische Milch- und Rinderproduktion zusammenfassend darstellt. Auch hier wird als direkte Auswirkung durch Hitzestress eine Minderung der Milchmenge und -qualität sowie der Fruchtbarkeit ausgemacht:

http://www.kliff-niedersachsen.de.vweb5-test.gwdg.de/?page_id=23 (Veröffentlicht am 15.07.2014) zuletzt abgerufen am 21. Juni 2019.

Umfangreiche wissenschaftliche Publikationen hierzu finden sich unter dem nächsten Link: http://www.kliff-niedersachsen.de.vweb5-test.gwdg.de/?page_id=2927

5. Regionale Unterschiede

Wie bereits zuvor erwähnt, werden die zu erwartenden Folgen für die Landwirtschaft aufgrund des Klimawandels in Deutschland regional unterschiedlich sein.

5.1. Schaller/Weigel (2007)

Schaller/Weigel (2007) erläutern in ihrer „*Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung*“:

„Bereits heute lässt sich absehen bzw. mit Hilfe von Modellen berechnen, dass sich der Klimawandel regional sehr unterschiedlich auf die Landwirtschaft in Deutschland auswirken wird. Das liegt zum einen daran, dass sich das Klima unterschiedlich stark in den verschiedenen Regionen verändern wird. Zum anderen ist die Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel“

25 Swalve, Hermann H. (2019). Anpassungen der Landwirtschaft an den Klimawandel: Tierzucht – Möglichkeiten und Grenzen. Chancen und Risiken des Klimawandels für die deutsche Landwirtschaft. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Halle. In: Kühlen Kopf bewahren – Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel. S. 174-193. KTBL-Tagung vom 20. bis 21. März 2019 in Darmstadt. Herausgeber Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL). Darmstadt. https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/Tagungen_2019/KTBL-Tagung/KTBL-Tage_2019_Folien.pdf

del von der jeweiligen regionalen naturräumlichen und sozioökonomischen Ausgangssituation einschließlich der regionalen Anbausituation sowie der jeweiligen Anpassungskapazität abhängig.“²⁶

Detailliert werden diese Auswirkungen auf die Landwirtschaft von den Autoren auf den Seiten 77 bis 162 beschrieben.

5.2. Leibniz-Gemeinschaft (2008)

So konstatiert auch im Jahr 2008 die *Leibniz-Gemeinschaft* für den Agrarsektor: „*Jede Region braucht eigene Strategien*“:

„Alle bisherigen Modellrechnungen kommen zu dem gleichen Ergebnis: Es wird starke regionale Unterschiede geben, wie sich Temperatur, Niederschlagsmenge und Luftfeuchte in Zukunft verteilen werden.“²⁷

5.3. Fortschrittsbericht der Bundesregierung zur Deutschen Anpassungsstrategie (2015)

Im *Fortschrittsbericht der Bundesregierung zur Deutschen Anpassungsstrategie* vom 17. Dezember 2015 werden ab Seite 21 die **Aktivitäten der einzelnen Bundesländer** und deren Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel vorgestellt (Pilotprojekte, Kompetenzzentren etc.).²⁸ Im Fortschrittsbericht heißt es u.a.:

„Im globalen Vergleich erscheinen die direkten Folgen des Klimawandels in Deutschland moderat und Anpassungsmaßnahmen möglich. Trotzdem ist es wahrscheinlich, dass Deutschland in zunehmendem Maße verwundbar gegenüber indirekten Folgen des Klimawandels in anderen Teilen der Welt werden wird.“²⁹

26 S. 198f. Schaller, Michaela; Weigel, Hans-Joachim (2007). *Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung*. Landbauforschung Völknerode - FAL Agricultural Research Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft. (FAL). https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dk039488.pdf; Siehe auch Schaller, M.; Beierkuhnlein, C.; Rajmis, S.; Schmidt, Th.; Nitsch, H.; Liess, M.; Kattwinkel, M.; Settele, J. (2012). *Auswirkungen auf landwirtschaftlich genutzte Lebensräume*. <https://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/workshopdokumente/landwirtschaft.pdf>

27 Leibniz-Gemeinschaft (2008). Zwischenruf. Keine Zukunft ohne Landwirtschaft. Beiträge aus der Wissenschaft zu Bioenergie, Grüner Gentechnik, Lebensmittelsicherheit und Klimawandel. S. 24. https://www.leibniz-gemeinschaft.de/fileadmin/user_upload/downloads/Presse/Publicationen/LeibnizZwischenruf-02-2008.pdf

28 BT-Drs. 18/7111. <http://dip21.bundestag.btg/dip21/btd/18/071/1807111.pdf>

29 BT-Drs. 18/7111. S. 44. <http://dip21.bundestag.btg/dip21/btd/18/071/1807111.pdf>

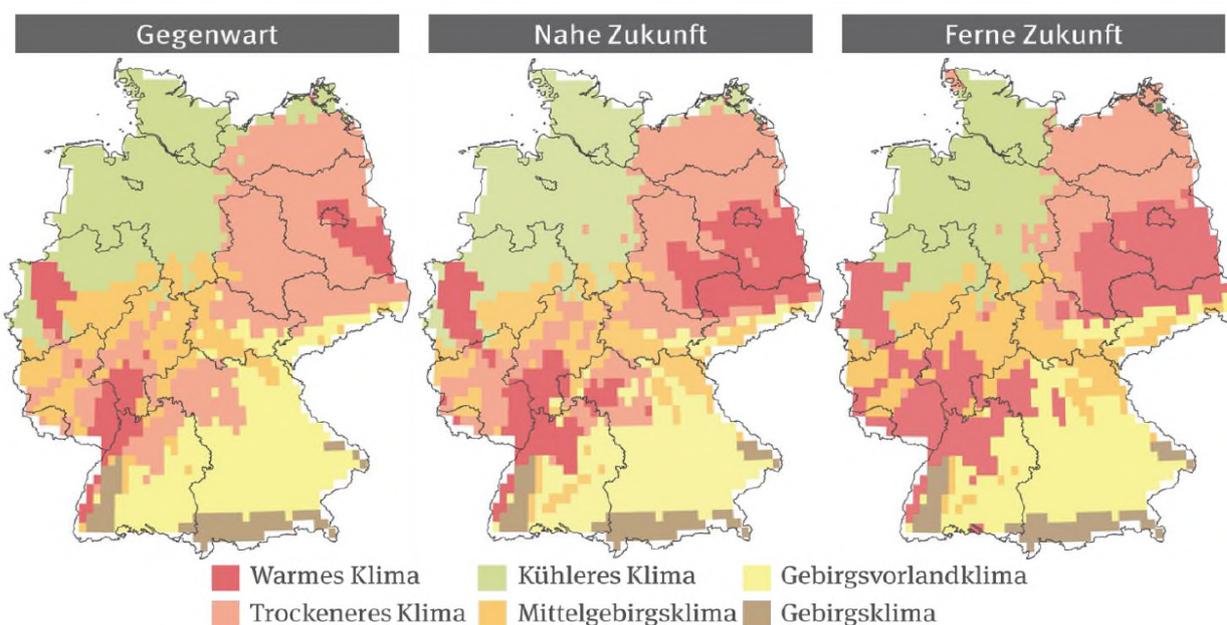
5.4. Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel (2015)

Im umfangreichen Bericht „*Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel*“ im Auftrag des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2015 wird insbesondere im Kapitel 7.3. zum „*Handlungsfeld Landwirtschaft*“ Stellung bezogen. Dort heißt es u.a.:

„Die möglichen Auswirkungen auf die Landwirtschaft bei weiter steigenden Temperaturen hängen von den heutigen klimatischen Bedingungen und den Bodenverhältnissen ab. Kritisch ist die Kombination heiß und trocken in Verbindung mit Böden mit schlechter Wasserrückhaltefähigkeit. Profitieren könnten diejenigen Regionen in Deutschland, die bei den herrschenden klimatischen Bedingungen durch zu kühle Verhältnisse gekennzeichnet sind. Das betrifft die Mittelgebirge, die Nordseeküste und das Voralpenland. Hier sollte auch in Zukunft die Wasserverfügbarkeit ausreichend und weitere Klimafolgen, wie Hitzeschäden, gering ausgeprägt sein. In diesen Regionen könnten bei entsprechender Sortenwahl die Erträge leicht steigen und sich die Anbaubedingungen auf Grund der verlängerten Vegetationsperiode verbessern. Etwas kritischer sieht die klimatische Entwicklung in Regionen aus, die schon heute sehr warm sind, wie der äußerste Westen und Südwesten Deutschlands. Auch die Gebiete im Süden Ostdeutschlands, die schon heute von trockenen, heißen Sommern geprägt sind, könnten in Zukunft eher negativ vom Klimawandel beeinflusst werden. Hier könnten die Erträge auf Grund von Hitze- und Trockenschäden leicht zurückgehen. Allerdings könnten auch diese Regionen bei entsprechenden Umstellungen auf andere Fruchtarten (Obst, Gemüse, Wein) und ausreichender Wasserversorgung (Bewässerung) vom Klimawandel profitieren. Bezüglich der Anfälligkeit gegenüber Schädlingen werden mit steigenden Temperaturen die tierischen Schaderreger an Bedeutung gewinnen, da sie von warmen Verhältnissen profitieren. Dagegen könnten Pilzkrankheiten und andere pflanzliche Schaderreger, die eher an feuchte Verhältnisse gebunden sind, zurückgehen. Auf Grund der hohen Sensitivität der Landwirtschaft gegenüber Hitze und Trockenheit wären in ferner Zukunft unter den Klimaraumtypen (...) die warmen und die trockeneren Regionen besonders betroffen.“³⁰

Nachfolgend findet sich die kartographische Darstellung der Klimaraumtypen für Deutschland:

30 adelphi / PRC / EURAC (2015). Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Umweltbundesamt. Climate Change 24/2015, Dessau-Roßlau. Dessau-Roßlau, November 2015. S. 244. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_24_2015_vulnerabilitaet_deutschlands_gegenueber_dem_klimawandel_1.pdf



Quelle: adelphi / PRC / EURAC (2015).³¹

5.5. Umweltbundesamt

Auch das *Umweltbundesamt (UBA)* geht davon aus, dass in Deutschland die Folgen des Klimawandels nicht überall gleich sein werden. Daher sei es sinnvoll, sie kleinräumiger auf Ebene der Bundesländer zu betrachten.³² Die Klimafolgen für die einzelnen Bundesländer stellt das *UBA* unter dem folgenden Link dar:

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/folgen-des-klimawandels/klimafolgen-deutschland>

31 „Die Clusteranalyse wurde auf Basis der berechneten Klimasignale (50. Perzentil) für die Zeitscheiben „Gegenwart“, „nahe Zukunft“ und „ferne Zukunft“ durchgeführt, also für ein Szenario eines mittleren Wandels“. S. 93. adelphi / PRC / EURAC (2015). Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Umweltbundesamt. Climate Change 24/2015, Dessau-Roßlau. Dessau-Roßlau, November 2015. S. 244. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_24_2015_vulnerabilitaet_deutschlands_gegenueber_dem_klimawandel_1.pdf

32 <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/folgen-des-klimawandels/klimafolgen-deutschland>